



Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

Jakość powietrza w Polsce w roku 2016 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska



Praca wykonana na podstawie umowy nr 46/2015/F z dnia 3.11.2015r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na podstawie umowy nr 810/2014/Wn-50/MN-PO-CR/D z dnia 21.11.2014 r.

Warszawa 2017

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym (przez zespół w składzie: Jacek Iwanek, Dominik Kobus, Grażyna Mitosek), 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 - Inspekcja Ochrony Środowiska*

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	5
2. Informacje ogólne na temat danych wykorzystanych w opracowaniu	6
3. Ocena zanieczyszczenia powietrza w aglomeracjach i w dużych miastach	8
3.1. Dwutlenek siarki.....	8
3.2. Dwutlenek azotu	16
3.3. Tlenek węgla	22
3.4. Benzen	26
3.5. Ozon	29
3.6. Pył PM10	38
3.7. Ołów	49
3.8. Arsen.....	52
3.9. Kadm	54
3.10. Nikiel.....	57
3.11. Benzo(a)piren	60
3.12. Pył PM2.5.....	65
4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju	72
4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu	72
4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2016 roku	72
4.3. Trendy zmian stężeń ozonu	86
4.4. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	89
4.5. Ocena stężeń ozonu w świetle kryteriów odniesionych do ochrony roślin.....	97
5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju.....	103
5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10	103
5.2. Informacje o stężeniach PM10 w 2016 roku	105
5.3. Zmiany stężeń PM10 w wieloleciu	119
5.4. Ocena stężeń pyłu PM10 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia	122
5.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM10 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	132
6. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM2.5 w skali kraju.....	137
6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2.5	137
6.2. Informacje o stężeniach PM2.5 w 2016 roku	139
6.3. Zmiany stężeń PM2.5 w wieloleciu	146
6.4. Ocena stężeń pyłu PM2.5 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia ...	147
6.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM2.5 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze	151
7. Podsumowanie	154

1. Wstęp

W opracowaniu przedstawiono ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza w Polsce w 2016 roku na terenie aglomeracji i dużych miast oraz analizę zanieczyszczenia powietrza ozonem, pyłem PM₁₀ i pyłem PM_{2.5} na obszarze całego kraju.

Informacje zawarte w pracy opracowano na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), przekazywanych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska (WIOŚ) do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i 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 PM_{2.5}. 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 2016 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 18 września 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 2016 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 stężeń tego zanieczyszczenia, przeprowadzonego na zlecenie GIOŚ.

Oprócz oceny dotyczącej zanieczyszczenia powietrza pyłem PM₁₀ i PM_{2.5} na terenie aglomeracji i dużych miast, w opracowaniu przedstawiono analizę problemu na terenie całej Polski, w tym na obszarze miast o liczbie ludności mniejszej od 100 tys. i na terenach pozamiejskich.

Na końcu opracowania przedstawiono podsumowanie zawartych w nim wyników oceny zanieczyszczenia powietrza w Polsce, opartych na badaniach prowadzonych w 2016 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 2016 roku oraz w latach poprzednich w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na stacjach monitoringu zanieczyszczenia powietrza na terenie całego kraju. Były to stacje należące głównie do wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska a także do instytutów naukowo-badawczych oraz innych jednostek organizacyjnych, funkcjonujące w ramach wojewódzkich systemów oceny jakości powietrza.

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 w bazie JPOAT 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 PM_{2.5} 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.

Ocena jakości powietrza na terenie aglomeracji i dużych miast za 2016 rok przedstawiona w niniejszym raporcie dotyczyła 12 istniejących w Polsce aglomeracji o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys. oraz 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys., nie wchodzących w skład aglomeracji. Rozważane w opracowaniu aglomeracje i miasta są równocześnie strefami, w których prowadzone są roczne oceny jakości powietrza, wykonywane na podstawie art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska.

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.

Informacje zawarte w opracowaniu przygotowano w oparciu o serie wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ, przekazanych do krajowej bazy danych Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (bazy JPOAT2.0) przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska WIOŚ.

Wyniki zawarte w krajowej bazie danych, w postaci rocznych serii pomiarowych, podlegały dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem była weryfikacja na poziomie poszczególnych województw, prowadzona przez WIOŚ. Drugim etapem był przegląd wyników na poziomie krajowym na zlecenie GIOŚ – w Instytucie Ochrony Środowiska.

Serie zaakceptowane na obu poziomach poddawane są 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 ocenach dotyczących roku 2016 przyjęto kryteria analogiczne do stosowanych w selekcji serii wykorzystanych

na potrzeby oceny jakości powietrza w poprzednich latach (opisane w opracowaniu „Jakość powietrza w Polsce w roku 2010 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach PMŚ”).

W odniesieniu do zanieczyszczeń, dla których określono dozwoloną liczbę przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego/docelowego (stężeń krótkookresowych) w ciągu roku, poprawna ocena wystąpienia przekroczenia wartości normatywnych na podstawie wyników pomiarów wymaga więcej niż 90% wyników w serii rocznej. Podobnie jak w poprzednich latach, tylko część serii pomiarowych uwzględnionych w analizach dotyczących roku 2016 spełniała ten warunek. Z tego względu, w ocenie występowania przekroczeń norm stężeń krótkookresowych, w opracowaniu posługiwano się wartościami odpowiednich percentyli, obliczonych na podstawie serii pomiarowych danego zanieczyszczenia. Percentyle obliczano, jeśli serie spełniały przyjęte kryterium 75% kompletności wyników – w przeciwnym razie ich wartości nie były obliczane i nie były uwzględniane w analizach. Przekroczenie poziomu dopuszczalnego stężenia substancji przez wartość odpowiedniego percentyla (określonego w tabelach zawierających kryteria oceny jako parametr odpowiadający wartości normowanej) jest traktowane jako 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 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 S99.18

Zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki w aglomeracjach i w dużych miastach

W ocenie zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki za rok 2016 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 54 stanowisk pomiarów automatycznych.

Parametrem odpowiadającym wartości normatywnej określonej dla 24-godzinnych stężeń SO₂ jest percentyl S99.18¹. Jego wartości, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2016 roku od 7 µg/m³ do 74 µg/m³ (tab. 3.1-2).

Tabela 3.1-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń SO₂ prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Percentyl S99.18 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	7	7	7	12	12	12
2	Aglomeracja Bydgoska	2	17	18	18	33	35	38
3	Aglomeracja Górnośląska	7	43	55	71	59	83	107
4	Aglomeracja Krakowska	2	20	25	30	31	36	41
5	Aglomeracja Lubelska	1	12	12	12	20	20	20
6	Aglomeracja Łódzka	4	13	20	26	30	37	45
7	Aglomeracja Poznańska	2	10	13	16	14	18	21
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	60	67	74	98	112	127
9	Aglomeracja Szczecińska	2	11	12	12	21	23	25
10	Aglomeracja Trójmiejska	8	7	14	30	12	39	102

¹ w przypadku pełnej serii wyników pomiarów 24-godz. stężeń SO₂ percentyl S99.18 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 S99.18 z serii wyników pomiarów stężeń dobowych SO₂ jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. we wspomnianym rozporządzeniu MŚ

Lp.	Aglomeracja /miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Percentyl S99.18 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]
11	Aglomeracja Warszawska	2	14	21	27	26	52	77
12	Aglomeracja Wrocławska	1	17	17	17	29	29	29
13	Bielsko-Biała	1	51	51	51	84	84	84
14	Częstochowa	2	40	47	53	68	76	83
15	Elbląg	1	9	9	9	16	16	16
16	Gorzów Wielkopolski	1	15	15	15	19	19	19
17	Kalisz	1	24	24	24	50	50	50
18	Kielce	1	25	25	25	39	39	39
19	Koszalin	1	9	9	9	12	12	12
20	Legnica	1	30	30	30	62	62	62
21	Olsztyn	1	9	9	9	19	19	19
22	Opole	1	19	19	19	33	33	33
23	Płock	2	16	26	36	52	79	105
24	Radom	1	18	18	18	30	30	30
25	Rzeszów	1	19	19	19	29	29	29
26	Tarnów	1	22	22	22	50	50	50
27	Toruń	2	14	15	17	22	24	25
28	Wałbrzych	1	32	32	32	63	63	63
29	Zielona Góra	1	15	15	15	22	22	22
	Polska	54	7	25.9	74	12	46.9	127

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

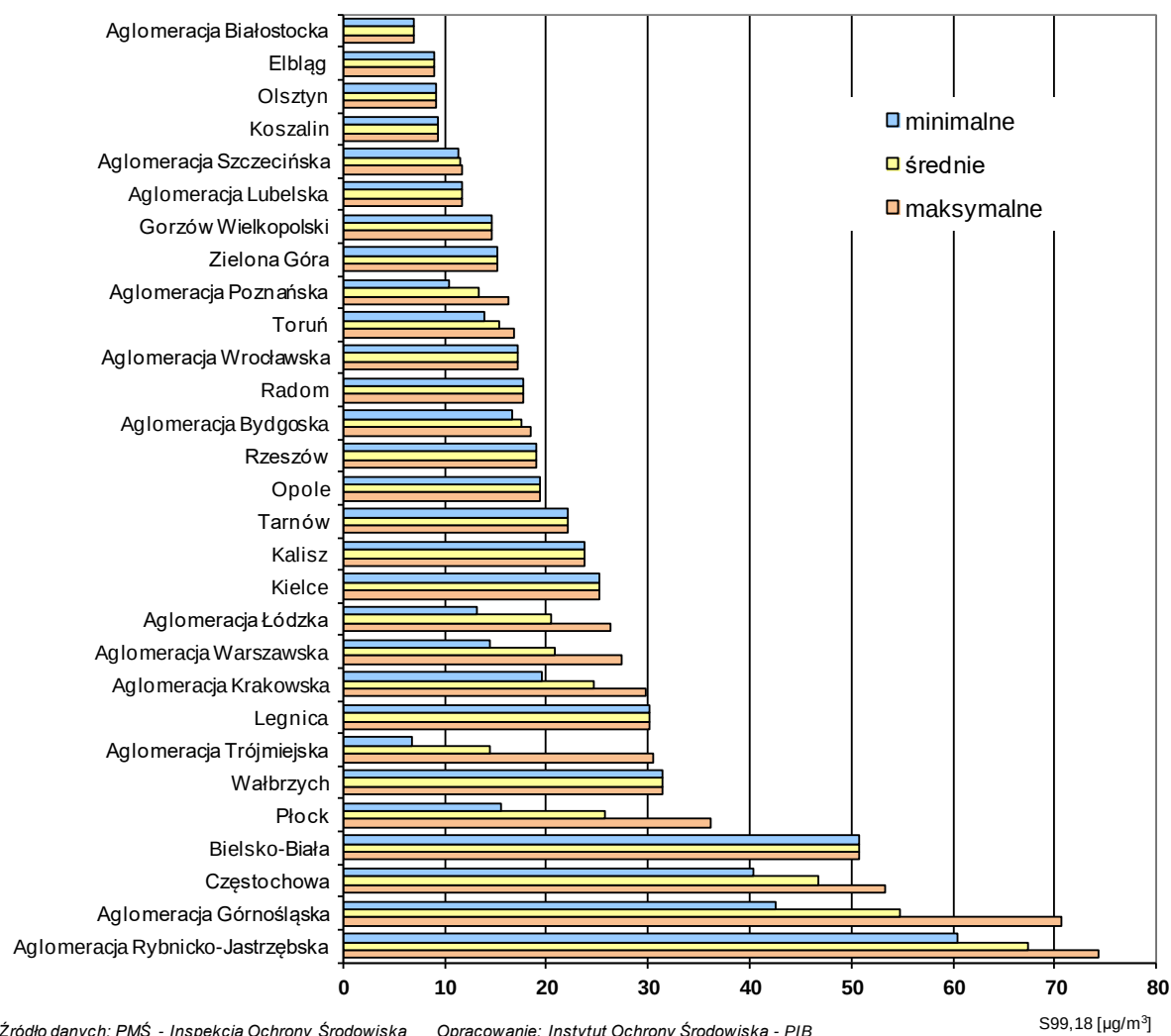
W miastach lub aglomeracjach, w których liczba stanowisk była większa niż jedno, wartości uśrednione dla miasta mieściły się w granicach od 12 µg/m³ do 67 µg/m³. W przypadku miast i aglomeracji, w których uwzględniono wyniki pomiarów z jednego stanowiska, wartości percentyla S99.18 wynosiły od 7 µg/m³ do 51 µg/m³.

Najniższe uśrednione wartości rozważanego percentyla uzyskano z pomiarów w Aglomeracji Szczecińskiej. Najniższe wartości w miastach i aglomeracjach z jednym stanowiskiem uzyskano w Aglomeracji Białostockiej (rys. 3.1-1).

Najwyższą wartość percentyla S99.18 ze stężeń 24-godzinnych uzyskano z pomiarów na stanowisku znajdującym się w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (rys. 3.1-1).

Na żadnym z rozważanych w ocenie 54 stanowisk pomiarowych w 2016 roku nie została przekroczona normatywna wartość stężenia 24-godz. SO₂ (tab. 3.1-2). Najwyższe wartości

percentyla S99.18 stanowiły ok. 59% wartości dopuszczalnej. W przypadku 51 z 54 stanowisk (94%) wartość rozważanego percentyla była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego.



Rys. 3.1-1. Wartości percentyla S99.18 ze stężeń 24-godzinnych SO₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

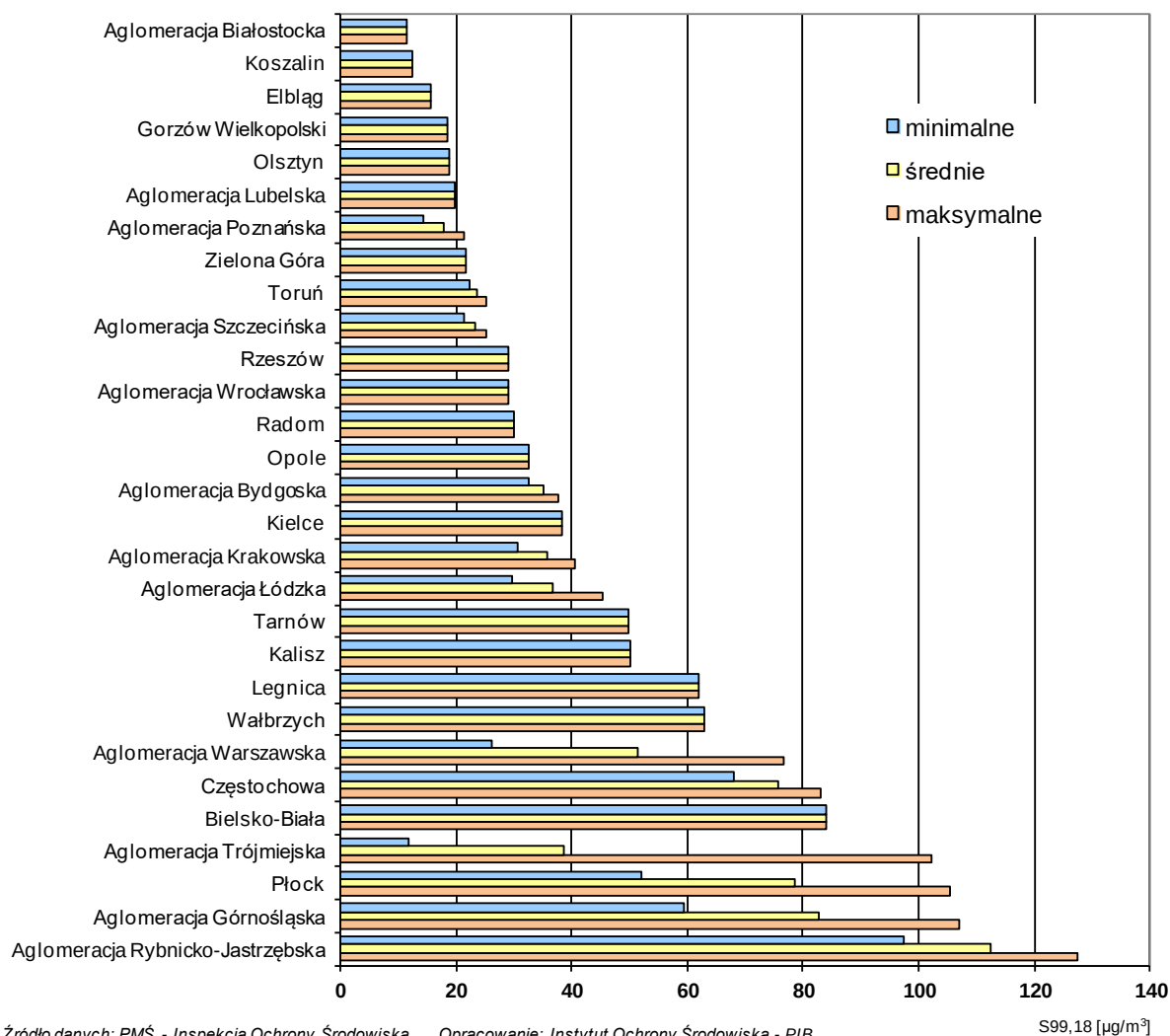
Wartości percentyla S99.7², odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń 1-godz. SO₂, na terenie aglomeracji i dużych miast wynosiły w 2016 roku od 12 µg/m³ do 127 µg/m³. Wartości uśrednione dla aglomeracji lub miast, w których w ocenie uwzględniono kilka stanowisk pomiarowych, wynosiły od 18 µg/m³ (Agglomeration Poznańska) do 112 µg/m³ (Agglomeration Rybnicko-Jastrzębska) - tab. 3.1-2, rys. 3.1-2. W aglomeracjach i miastach, w których do oceny można było wykorzystać dane z jednego stanowiska, wartości percentyla

² w przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. SO₂, percentyl S99.7 przekracza wartość 350 µg/m³, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 24 przypadki przekroczeń poziomu dopuszczalnego 350 µg/m³. Przekroczenie wartości 350 µg/m³ przez percentyl S99.7 z serii wyników pomiarów stężeń 1-godz. SO₂ jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego w rozporządzeniu MŚ dla stężeń 1-godzinnych.

S99.7 mieściły się w granicach od 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Białostocka i Koszalin) do 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aglomeracja Białostocka i Koszalin) do 159 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości uzyskano z pomiarów na terenie Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

Najwyższe wartości percentyla S99.7 na terenie rozważanych aglomeracji i miast nie przekraczały 37% wartości dopuszczalnej. Na 87% stanowisk stężenia na poziomie percentyla 99.7 były niższe od 25% poziomu dopuszczalnego.



Rys. 3.1-2. Wartości percentyla S99.7 ze stężeń 1-godzinnych SO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 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 2016 roku wynosiły od 2 do 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe wartości

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

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. 3.1-3). 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).

W roku 2007, przede wszystkim w wyniku korzystniejszej sytuacji meteorologicznej, na wszystkich rozważanych stanowiskach stężenia średnie roczne SO_2 spadły w porównaniu do roku poprzedniego. W przypadku dwóch stacji zlokalizowanych w Aglomeracji Górnośląskiej (w Zabrze i w Katowicach) spadek ten był znaczący.

W 2008 roku na sześciu stanowiskach, spośród dziesięciu, dla których dostępne były również dane z roku poprzedniego, nastąpił nieznaczny spadek stężenia średniego rocznego dwutlenku siarki. Na czterech stanowiskach nastąpił wzrost w porównaniu do poprzedniego roku. Tutaj również różnice były nieznaczne.

W 2009 r. na ośmiu z dziesięciu stanowisk wystąpił wzrost stężeń średnich rocznych SO_2 , w większości przypadków niewielki.

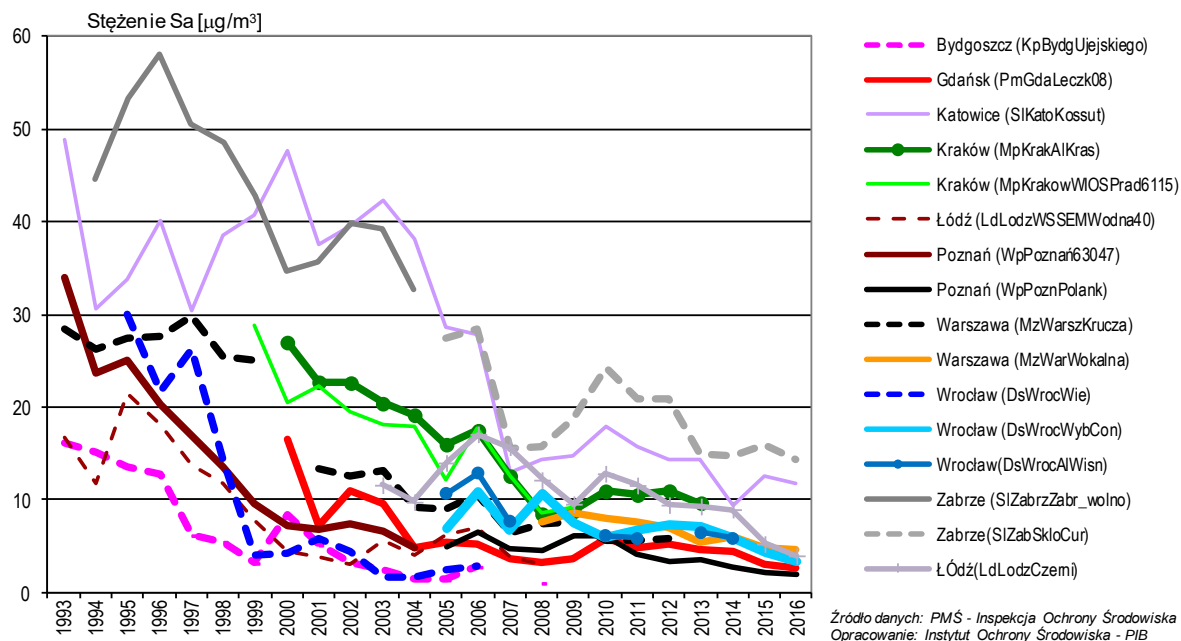
Stężenia SO_2 w roku 2010 na sześciu z dziewięciu stanowisk były wyższe niż w 2009 r. Wzrost stężeń średnich rocznych SO_2 w roku 2010 wiązał się z niekorzystnymi warunkami meteorologicznymi w okresie zimowym (podobnie jak miało to miejsce w roku 2006). W styczniu i grudniu 2010 przez wiele dni utrzymywała się bardzo niska temperatura powietrza. W klasyfikacji termicznej wg H. Lorenc (źródło: IMGW-PIB), miesiące te zaliczono do kategorii „bardzo mroźny” i „anomalnie mroźny”.

W roku 2011 nastąpiło zmniejszenie stężeń SO_2 w porównaniu z 2010, niemal na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w analizie, natomiast w 2012 na czterech z dziewięciu stanowisk nastąpił spadek stężeń, na pięciu niewielki wzrost. W latach 2013 i 2014 na siedmiu z ośmiu stanowisk nastąpił spadek stężeń, a stężenia w 2015 r. na 5 z 7 stanowisk stanowiskach uwzględnionych na wykresie były mniejsze niż w 2014 r. W 2016 r. stężenia średnie roczne na wszystkich 7 stanowiskach uwzględnionych na wykresie (rys. 3.1-3) były niższe niż rok wcześniej.

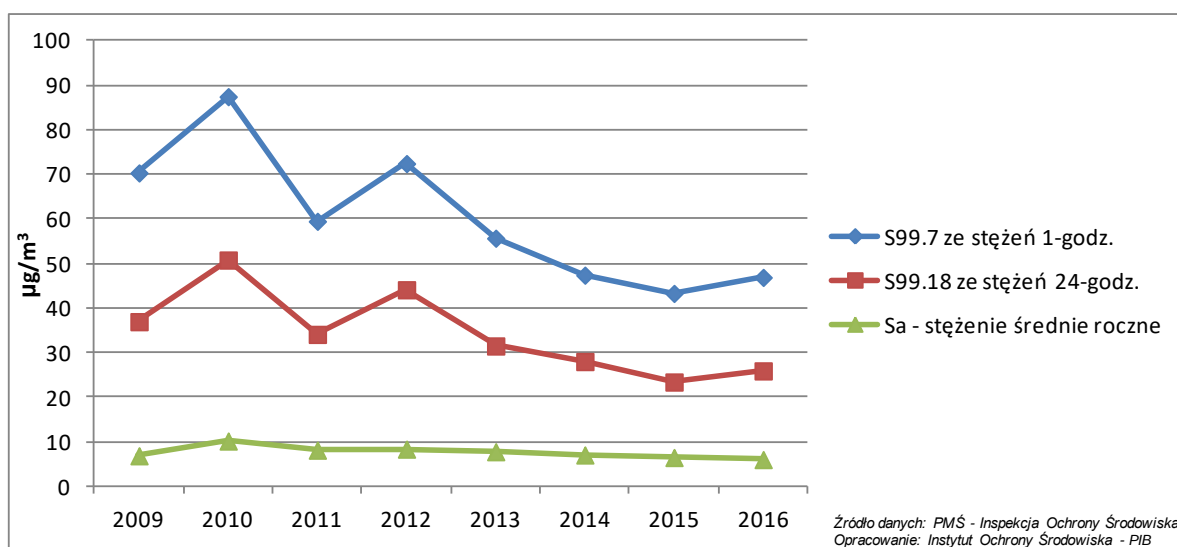
Uśrednione dla wszystkich stanowisk, uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2009-2012 pokazują, że w okresie tym wartości tych

parametrów zmieniały się w zakresie $\pm 20\%$ w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (rys. 3.1-4). Najwyższe stężenia wystąpiły w 2010 r. Stężenia w 2012 r. były wyższe od stężeń z roku poprzedniego i zbliżone do wartości średnich dla czteroletnia. W latach 2013 - 2015 miał miejsce coroczny spadek wszystkich uśrednionych wskaźników. W rezultacie wskaźniki dla 2015 r. były najniższe spośród prezentowanych na wykresie dla ośmioletnia 2009-2016. W 2016 r. zanotowano niewielki wzrost wskaźników dla stężeń 1-godz. (8%) i 24-godz. (11%) oraz spadek (7%) w przypadku stężeń średnich rocznych.

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.



Rys. 3.1-3. Stężenie średnie roczne dwutlenku siarki w latach 1993-2016 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce



Rys. 3.1-4. Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach (znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast) stężenie średnie roczne, percentyl 99.18 ze stężeń dobowych i percentyl 99.7 ze stężeń 1-godz. dla dwutlenku siarki (SO_2) w latach 2009-2016

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 częstościami 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 2016 r. wykorzystano wyniki pomiarów prowadzonych na 62 stanowiskach, zlokalizowanych w 12 aglomeracjach i 17 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 9 µg/m³ do 59 µg/m³ (tab. 3.2-2). Stężenia uśrednione w skali aglomeracji lub miasta, w których w ocenie wykorzystano pomiary prowadzone na więcej niż jednym stanowisku, wynosiły od 11 µg/m³ do 41 µg/m³. W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie roczne stężenia NO₂ na tych stanowiskach wynosiły od 13 µg/m³ do 28 µg/m³.

Najniższe wartości stężeń średnich rocznych NO₂, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Białostockiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości Sa uzyskano w Elblągu (rys. 3.2-1).

Tabela 3.2-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii 24-godz. i 1-godz. pomiarów stężeń NO₂ prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja /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	Aglomeracja Białostocka	2		9	11.2	13	47	57.5	68
2	Aglomeracja Bydgoska	2		20	23.4	27	74	82.2	90
3	Aglomeracja Górnośląska	7	1	20	28.7	56	74	94.0	145
4	Aglomeracja Krakowska	4	2	28	41.0	59	82	117.3	146
5	Aglomeracja Lubelska	1		22	22	22	93	93	93
6	Aglomeracja Łódzka	6		18	23.2	31	71	88.8	115
7	Aglomeracja Poznańska	2		23	23.4	24	94	110.2	126
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		21	21	21	76	76	76
9	Aglomeracja Szczecińska	2		17	22.0	27	72	85.7	99
10	Aglomeracja Trójmiejska	8		13	15.5	21	63	72.6	82
11	Aglomeracja Warszawska	4	1	23	37.2	57	100	127.7	178
12	Aglomeracja Wrocławska	3	1	20	30.9	49	68	101.5	146
13	miasto Bielsko-Biała	1		20	20	20	78	78	78
14	miasto Częstochowa	2		18	27.3	36	74	97.3	120
15	miasto Elbląg	1		13	13	13	61	61	61
16	miasto Gorzów Wielkopolski	1		23	23	23	101	101	101
17	miasto Kielce	1		26	26	26	115	115	115
18	miasto Koszalin	1		26	26	26	97	97	97
19	miasto Legnica	1		23	23	23	90	90	90
20	miasto Olsztyn	1		15	15	15	62	62	62
21	miasto Opole	1		15	15	15	69	69	69
22	miasto Płock	2		14	15.8	18	60	65.8	72
23	miasto Radom	1		23	23	23	91	91	91
24	miasto Rzeszów	1		19	19	19	88	88	88
25	miasto Tarnów	2		21	26.0	31	84	93.5	103
26	miasto Toruń	1		15	15	15	91	91	91
27	miasto Wałbrzych	1		16	16	16	70	70	70
28	miasto Włocławek	1		28	28	28	104	104	104
29	miasto Zielona Góra	1		18	18	18	86	86	86
	Razem	62	5	9	24.1	59	47	90.5	178

Objaśnienia do tabeli 3.2-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

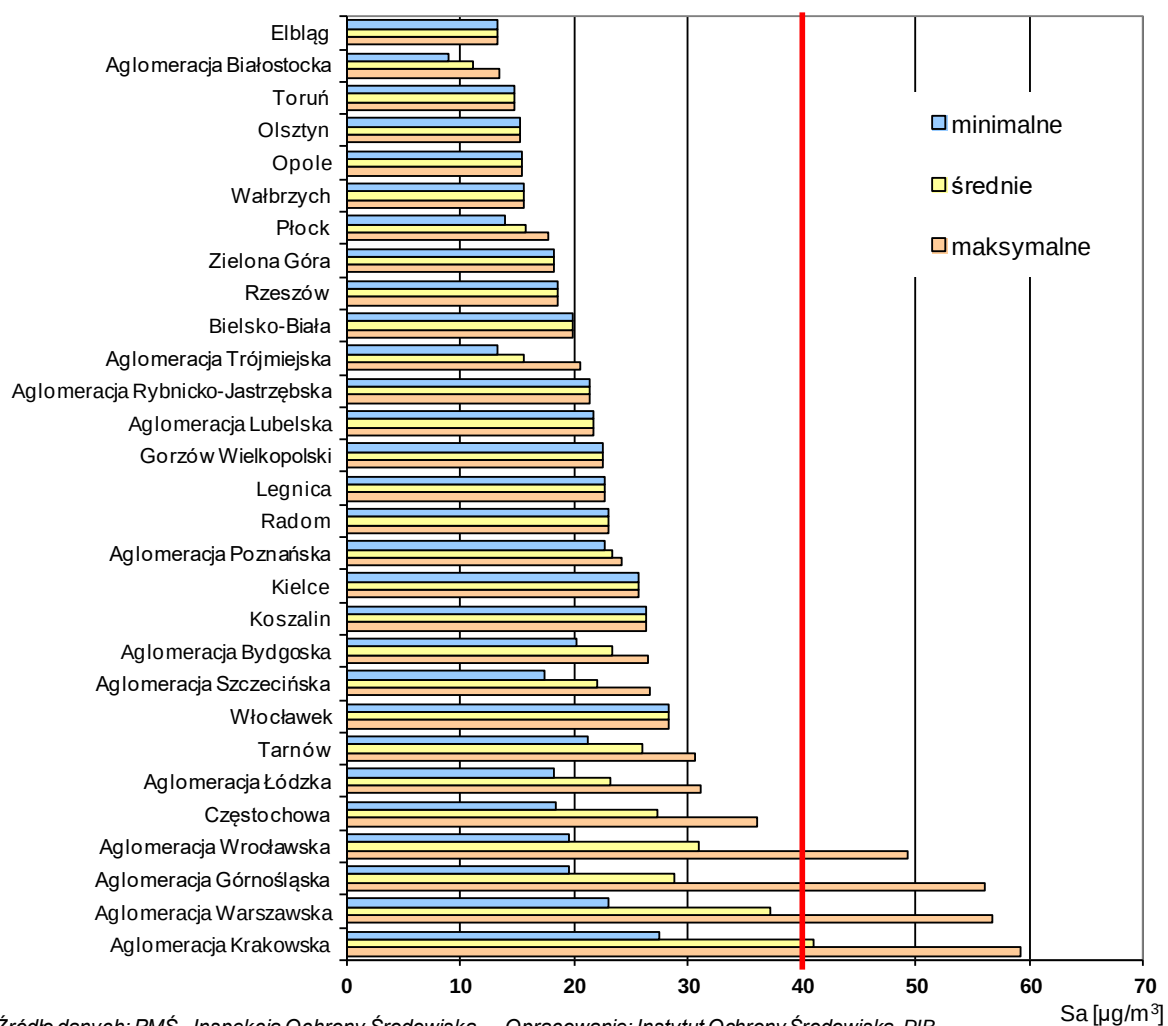
²⁾ liczba stanowisk, na których wartość określonego parametru była wyższa od odpowiedniego stężenia dopuszczalnego

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2016 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 µg/m³ do 59 µg/m³. Najwyższe stężenia Sa uzyskano na stanowisku komunikacyjnym w Aglomeracji Krakowskiej (59 µg/m³), znajdującym się w strefie bezpośredniego oddziaływania emisji związanej z ruchem

drogowym. Stężenia średnie roczne NO₂ na tym i dodatkowych 4 stanowiskach komunikacyjnych były wyższe od poziomu dopuszczalnego, wynoszącego 40 µg/m³.

Na pozostałych 57 stanowiskach w aglomeracjach i w dużych miastach stężenia średnie roczne były niższe od poziomu dopuszczalnego. Na 40% stanowisk uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne NO₂ nie przekraczały połowy poziomu dopuszczalnego.



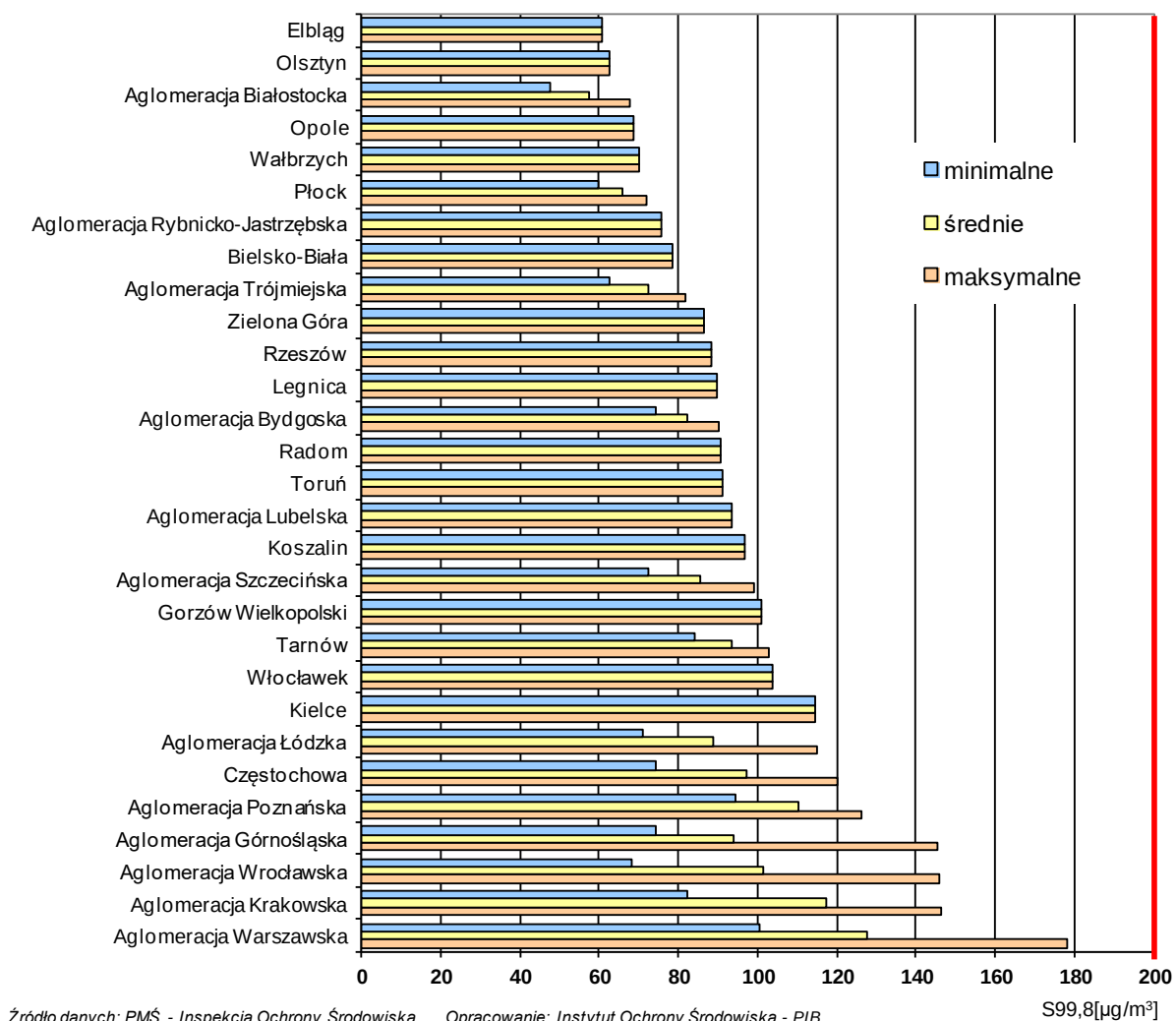
Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB

Rys. 3.2-1. Średnie roczne stężenia NO₂ uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Wartości percentyla S99.8³, odpowiadającego wartości normatywnej określonej dla stężeń 1-godzinnych NO₂, uzyskane z pomiarów na terenie aglomeracji i miast uwzględnionych w ocenie, wynosiły w 2016 roku od 47 µg/m³ do 178 µg/m³ (tab. 3.2-2).

³ w przypadku pełnej serii pomiarowej stężeń 1-godz. NO₂, wartość percentyla S99.8 przekracza 200 µg/m³, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 18 przypadków przekroczeń poziomu dopuszczalnego 200 µg/m³. Przekroczenie wartości 200 µg/m³ przez percentyl S99.8 z serii wyników pomiarów stężeń 1-godz. NO₂ jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego dla stężeń 1-godz., określonego w rozporządzeniu MŚ

W aglomeracjach lub miastach, w których znajdowało się kilka stanowisk pomiarowych, uśrednione wartości percentyla wynosiły od $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 3.2-2). W aglomeracjach i miastach, dla których w ocenie uwzględniono jedno stanowisko pomiarowe stężeń NO_2 , wartości rozważanego percentyla wynosiły od $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Rys. 3.2-2. Wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godzinnych NO_2 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Najniższe wartości percentyla S99.8, spośród uśrednionych w skali miast z kilkoma stanowiskami, uzyskano w Aglomeracji Białostockiej. W miastach i aglomeracjach, w których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najniższe wartości S99.8 odnotowano w Elblągu i Olsztynie (rys. 3.2-2).

Najwyższe wartości percentyla S99.8 ze stężeń 1-godz. NO_2 uzyskane w 2016 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie tego parametru na terenie rozważanych aglomeracji

i miast zawierały się w granicach od $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $178 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Percentyl S99.8 osiągnął najwyższą wartość na stacji komunikacyjnej w Aglomeracji Warszawskiej ($178 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Na trzech innych stanowiskach komunikacyjnych: w Aglomeracji Górnośląskiej, Wrocławskiej i Krakowskiej wartość percentyla przekraczała $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na żadnym spośród 62 stanowisk uwzględnionych w ocenie, w 2016 roku wartość percentyla S99.8 dla stężeń 1-godzinnych dwutlenku azotu nie przekroczyła poziomu dopuszczalnego ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tylko na jednym stanowisku – stacji komunikacyjnej w Warszawie, stężenie 1-godz. przekroczyło wartość dopuszczalną. Na stacji tej zanotowano 3 przypadki stężeń wyższych od $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2016 r. (przy dozwolonych 18), a stężenie maksymalne 1-godz. wynosiło $213 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 73% stanowisk wartość S99.8 nie przekraczała połowy poziomu dopuszczalnego.

Trendy zmian stężeń dwutlenku azotu na wybranych stacjach w aglomeracjach

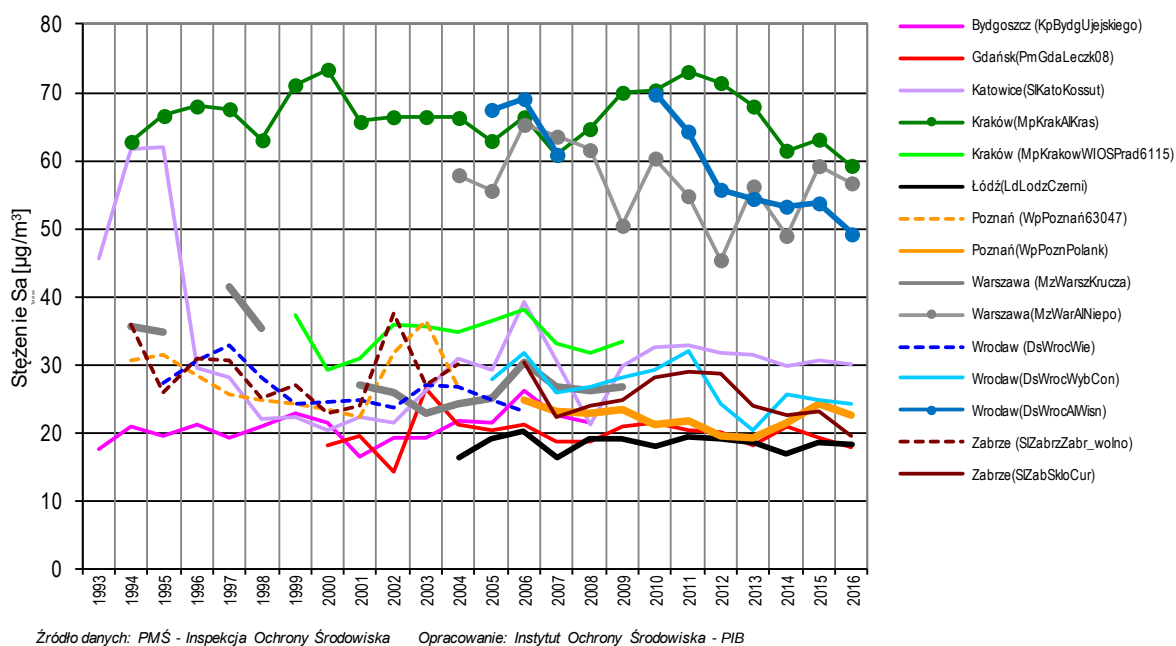
W latach 1993-2015 stężenia średnie roczne NO_2 na większości stanowisk tła miejskiego uwzględnionych w analizie trendów (rys. 3.2-3) zawierały się w granicach $18\text{-}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ich wartości ulegały zmianom w poszczególnych latach, jednak bez określonych tendencji (rosnącej lub malejącej) w dłuższym okresie, wspólnych dla większości stacji. W 2016 r. stężenia średnie roczne NO_2 na wszystkich stacjach, 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.

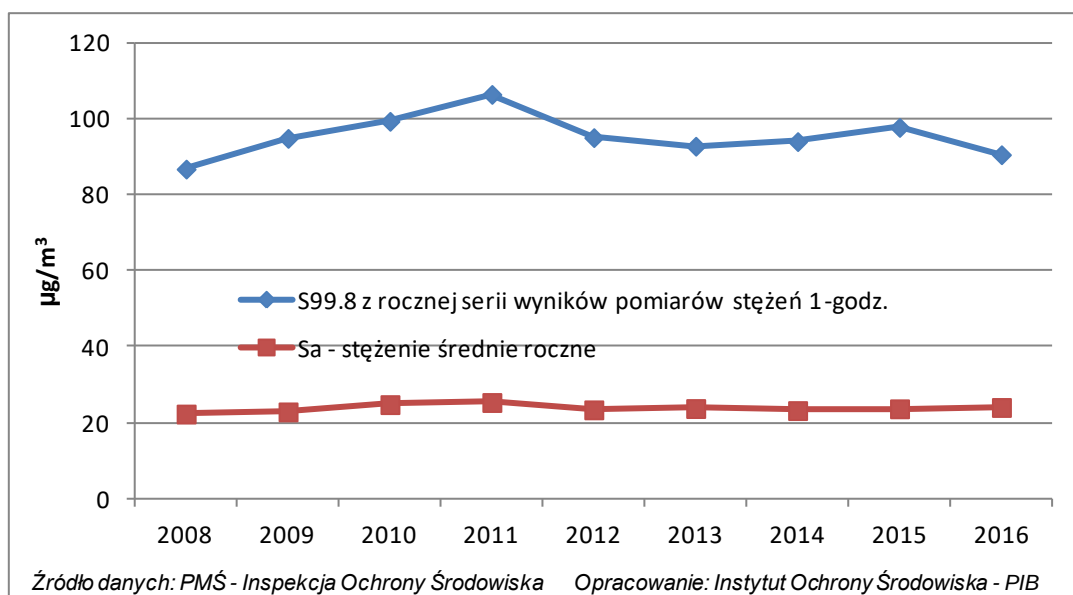
W 2006 roku można było zaobserwować widoczny wzrost stężeń na większości rozważanych stanowisk, w tym również na stanowiskach komunikacyjnych. Jego przyczyną były niekorzystne warunki meteorologiczne w okresie zimowym (duże spadki temperatury powietrza, długo utrzymujące się inwersje hamujące rozpraszanie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

W latach 2012 - 2014 wystąpił znaczący spadek stężeń na dwóch z trzech stanowisk komunikacyjnych uwzględnionych na rysunku. W przypadku innych stanowisk nie występują tak wyraźne, utrzymujące się przez kilka lat tendencje zmian stężeń Sa NO_2 .

Uśrednione dla wszystkich stanowisk, uwzględnionych w analizach, wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2016 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniały się w zakresie od -9% do $+12\%$ w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (rys. 3.2-4). W latach 2008-2011 stężenia rosły. Od 2012 r. stężenia były niższe od stężeń z 2011 r. i zbliżone do wartości średnich dla ośmiolecia. W 2016 r. uśrednione stężenia średnie roczne NO_2 były o 1% wyższe niż rok wcześniej, uśredniony percentyl S99.8 był niższy o 7% niż rok wcześniej.



Rys. 3.2-3. Stężenie średnie roczne dwutlenku azotu w latach 1993-2016 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Rys. 3.2-4. 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 2008-2016

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 stężenia	Dopuszczalny poziom CO w powietrzu [mg/m ³]	Dopuszczana częstość przekroczenia dopuszczalnego poziomu w roku kalendarzowym	Parametr odpowiadający wartości normowanej
8 godzin*	10	nie dotyczy (określana jest wartość max)	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 2016 rok uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 47 stanowiskach w 12 aglomeracjach i w 16 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 1.18 mg/m³ do 5.31 mg/m³ (tab. 3.3-2, rys. 3.3-1).

W aglomeracjach i miastach, w których w ocenie wykorzystano pomiary stężeń tlenku węgla prowadzone na więcej niż jednym stanowisku, uśrednione wartości S8max mieściły się w granicach od 1.26 mg/m³ w Płocku do 4.32 mg/m³ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej. W aglomeracjach i miastach, gdzie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, wartości stężenia maksymalnego 8-godz. wynosiły od 1.43 mg/m³ w Olsztynie do 4.73 mg/m³ w Wałbrzychu (rys. 3.3-1).

Na żadnym stanowisku w rozważanych aglomeracjach i miastach stężenia tlenku węgla w 2016 roku nie przekroczyły poziomu dopuszczalnego. Na 98% stanowisk, maksymalne stężenie 8-godz. było niższe od 50% poziomu dopuszczalnego (D8=10 mg/m³). Tylko na jednym stanowisku, w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej, maksimum ze stężeń 8-godz. kroczących CO, wynoszące 5.31 µg/m³, przekroczyło 5 mg/m³.

Tabela 3.3-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń CO prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Agglomeracja/miasto Województwo	Liczba stanowisk ²⁾	Maksimum roczne ze stężeń 8-godz. kroczących			Percentyl S98 ¹⁾ z dobowych maksymów stężeń 8-godz. kroczących.		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[-]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]
1	Agglomeracja Białostocka	1	1.86	1.86	1.86	1.05	1.05	1.05
2	Agglomeracja Bydgoska	2	3.70	3.813	3.92	2.07	2.264	2.45
3	Agglomeracja Górnośląska	3	2.66	3.468	4.81	1.86	2.280	2.89
4	Agglomeracja Krakowska	2	3.11	3.136	3.16	2.21	2.433	2.66
5	Agglomeracja Lubelska	1	4.12	4.12	4.12	1.67	1.67	1.67
6	Agglomeracja Łódzka	5	1.40	2.489	3.35	0.97	1.423	1.61
7	Agglomeracja Poznańska	2	1.93	2.338	2.75	1.35	1.499	1.64
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	3.37	4.342	5.31	2.19	3.059	3.93
9	Agglomeracja Szczecińska	1	3.22	3.22	3.22	1.38	1.38	1.38
10	Agglomeracja Trójmiejska	5	1.19	1.392	1.68	0.91	1.097	1.34
11	Agglomeracja Warszawska	3	1.58	2.062	2.31	1.28	1.456	1.73
12	Agglomeracja Wrocławska	2	2.13	2.281	2.43	1.40	1.651	1.90
13	Bielsko-Biała	1	3.40	3.40	3.40	2.54	2.54	2.54
14	Częstochowa	2	2.73	3.070	3.41	1.64	2.065	2.49
15	Elbląg	1	1.59	1.59	1.59	0.99	0.99	0.99
16	Gorzów Wielkopolski	1	1.91	1.91	1.91	1.64	1.64	1.64
17	Kalisz	1	1.44	1.44	1.44	1.10	1.10	1.10
18	Kielce	1	2.36	2.36	2.36	1.81	1.81	1.81
19	Legnica	1	3.86	3.86	3.86	2.86	2.86	2.86
20	Olsztyn	1	1.43	1.43	1.43	0.89	0.89	0.89
21	Płock	2	1.18	1.257	1.34	0.87	0.885	0.90
22	Radom	1	2.64	2.64	2.64	1.79	1.79	1.79
23	Rzeszów	1	2.26	2.26	2.26	1.86	1.86	1.86
24	Tarnów	1	2.90	2.90	2.90	2.38	2.38	2.38
25	Toruń	1	2.73	2.73	2.73	1.31	1.31	1.31
26	Wałbrzych	1	4.73	4.73	4.73	1.93	1.93	1.93
27	Włocławek	1	3.80	3.80	3.80	2.19	2.19	2.19
28	Zielona Góra	1	1.54	1.54	1.54	0.97	0.97	0.97
Razem		47	1.18	2.601	5.31	0.87	1.699	3.93

Objaśnienia do tabeli 3.3-2:

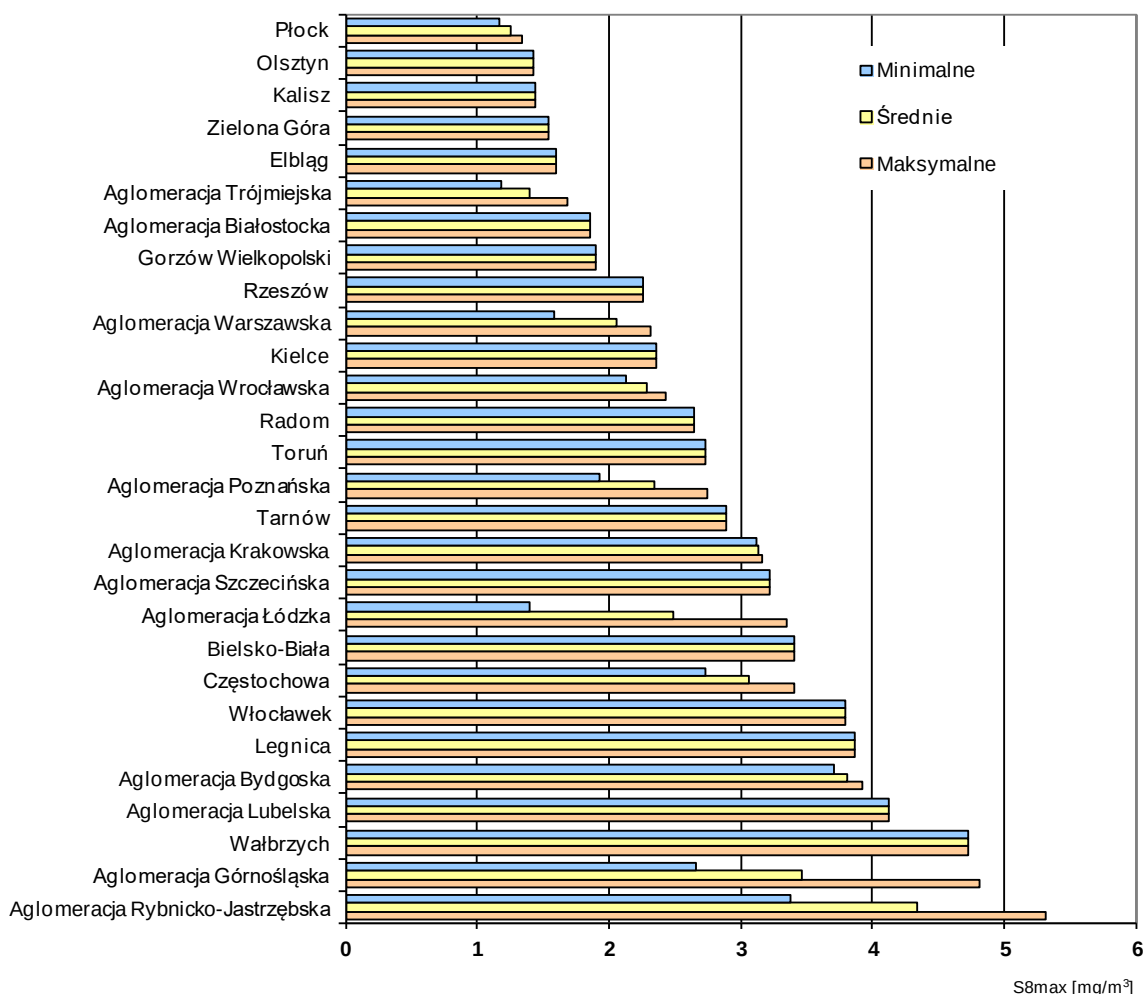
¹⁾ parametr nienormowany

²⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

³⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście

Na podstawie serii pomiarowych stężeń CO ze stanowisk uwzględnionych w ocenie, obliczono wartości nienormowanego percentyla S98 z dobowych maksymów stężeń 8-godz. kroczących (tab. 3.3-2). Jest to parametr określający poziom stężeń 8-godz., które nie są przekraczane przez 98% dni objętych pomiarami stężeń CO. Pomimo braku wartości

normatywnej, parametr ten może być stosowany jako wskaźnik poziomu stężeń zanieczyszczenia mniej narażony na krótkotrwałe wahania stężeń niż wartość maksymalna.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3.3-1. Stężenia maksymalne 8-godz. tlenu węgla uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 10 mg/m³)

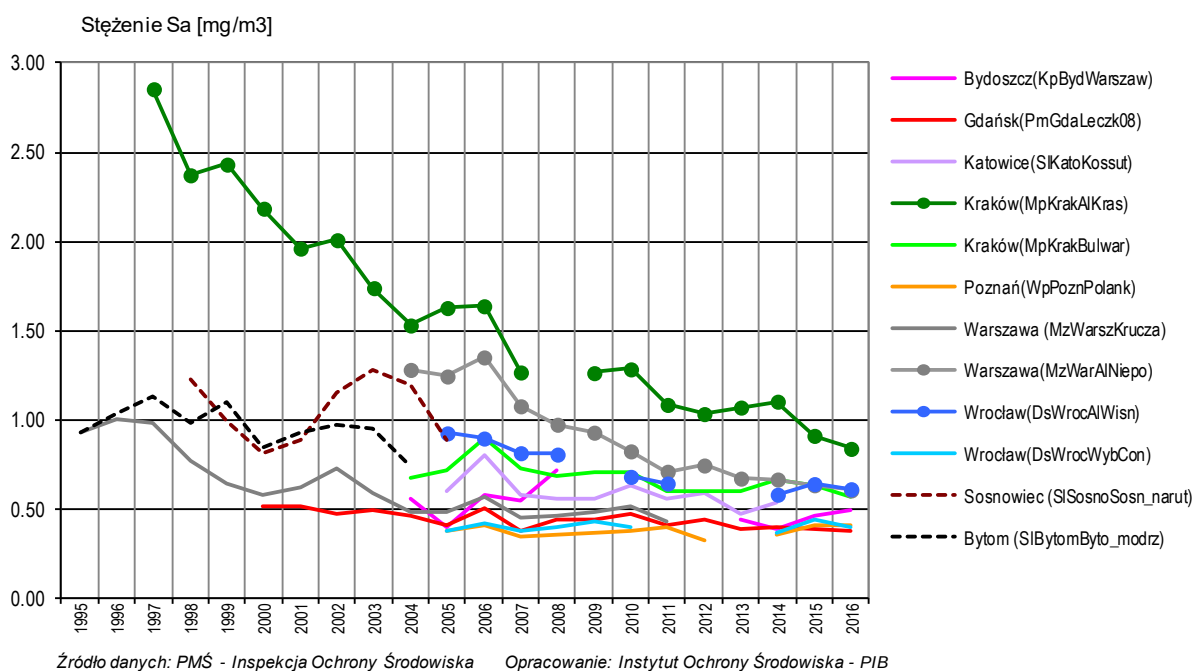
Najwyższe wartości percentyla S98 w aglomeracjach oraz w dużych miastach, uzyskane z pomiarów w 2016 roku, wynosiły od 0.87 mg/m³ w Płocku do 3.93 mg/m³ w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

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. Wyraźny trend spadkowy stężeń średnich rocznych CO daje się zauważyć w przypadku stanowisk komunikacyjnych w Krakowie, Warszawie i 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, chociaż na stanowisku w Krakowie w latach 2012-2014 stężenia lekko wzrastały, natomiast w 2016 r. wystąpił wyraźny spadek stężeń do wartości najniższej notowanej kiedykolwiek na tej stacji. W latach 2007-2016 stężenia średnie roczne CO na stanowiskach tła miejskiego zmieniały się w niewielkim zakresie z roku na rok bez stałej tendencji spadku lub wzrostu. W 2016 r. na 4 z 5 stanowisk tła miejskiego, stężenie średnie roczne CO było niższe niż rok wcześniej.



Rys. 3.3-2. Stężenie średnie roczne tlenku węgla w latach 1995-2016 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)

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 2016 roku przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów, manualnych i automatycznych, z 25 stanowisk, zlokalizowanych w 10 aglomeracjach i 12 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W 19 z 22 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 0.5 µg/m³ do 4.6 µg/m³. Najniższe stężenia uzyskano z pomiarów w Gorzowie Wielkopolskim. Najwyższe stężenia średnie roczne uzyskano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (tab. 3.4-2, rys. 3.4-1).

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 24 spośród 25 stanowisk (96%) stężenie Sa nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego.

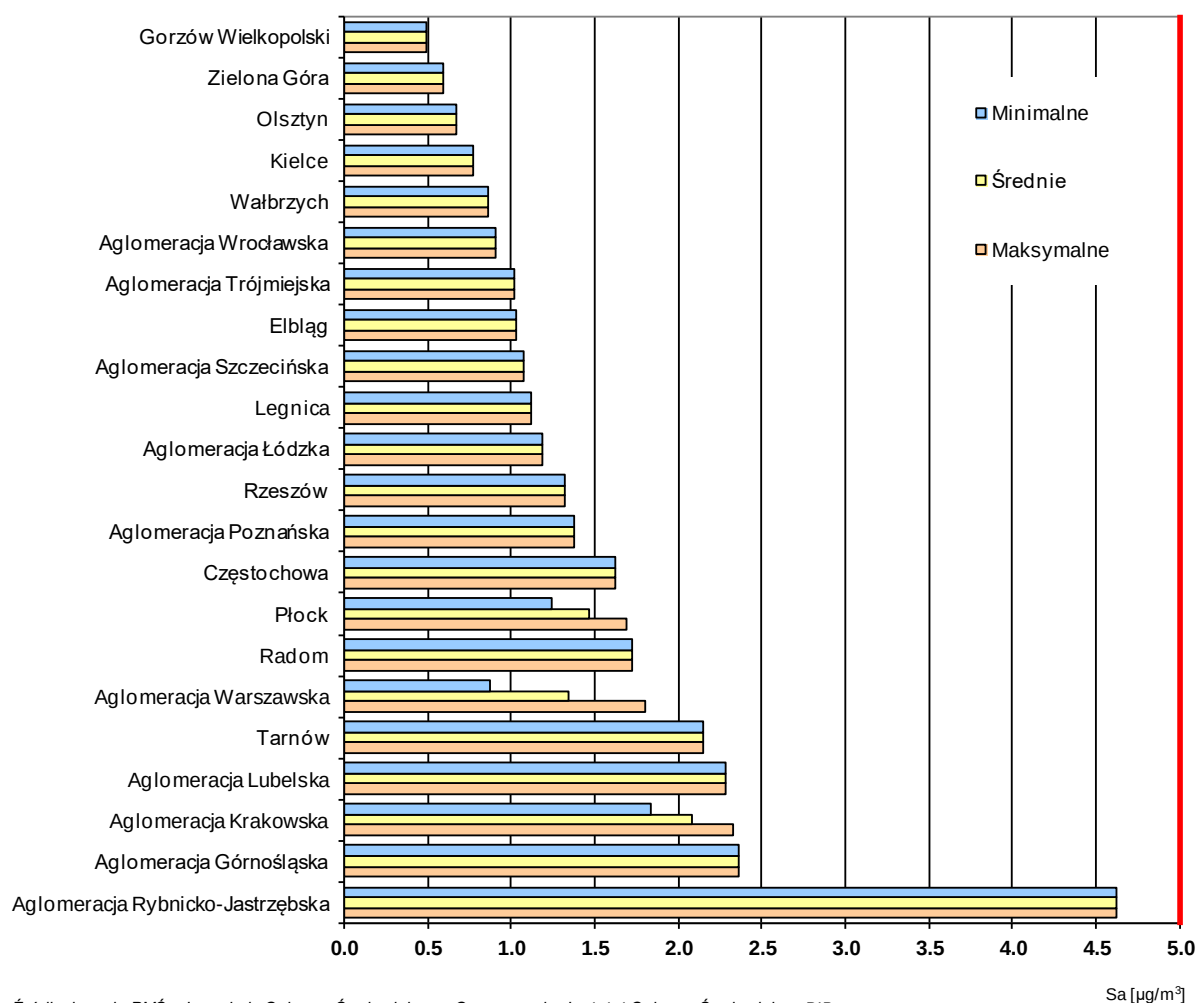
Tabela 3.4-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie manualnych i automatycznych pomiarów stężeń benzenu, prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Agglomeracja /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	Agglomeracja Górnośląska	1	2.4	2.4	2.4
2	Agglomeracja Krakowska	2	1.8	2.08	2.3
3	Agglomeracja Lubelska	1	2.3	2.3	2.3
4	Agglomeracja Łódzka	1	1.2	1.2	1.2
5	Agglomeracja Poznańska	1	1.4	1.4	1.4
6	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	4.6	4.6	4.6
7	Agglomeracja Szczecińska	1	1.1	1.1	1.1
8	Agglomeracja Trójmiejska	1	1.0	1.0	1.0
9	Agglomeracja Warszawska	2	0.9	1.34	1.8
10	Agglomeracja Wrocławska	1	0.9	0.9	0.9
11	miasto Częstochowa	1	1.6	1.6	1.6
12	miasto Elbląg	1	1.0	1.0	1.0
13	miasto Gorzów Wielkopolski	1	0.5	0.5	0.5
14	miasto Kielce	1	0.8	0.8	0.8
15	miasto Legnica	1	1.1	1.1	1.1
16	miasto Olsztyn	1	0.7	0.7	0.7
17	miasto Płock	2	1.2	1.47	1.7
18	miasto Radom	1	1.7	1.7	1.7
19	miasto Rzeszów	1	1.3	1.3	1.3
20	miasto Tarnów	1	2.1	2.1	2.1
21	miasto Wałbrzych	1	0.9	0.9	0.9
22	miasto Zielona Góra	1	0.6	0.6	0.6
Razem		25	0.5	1.48	4.6

Objaśnienia do tabeli 3.4-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

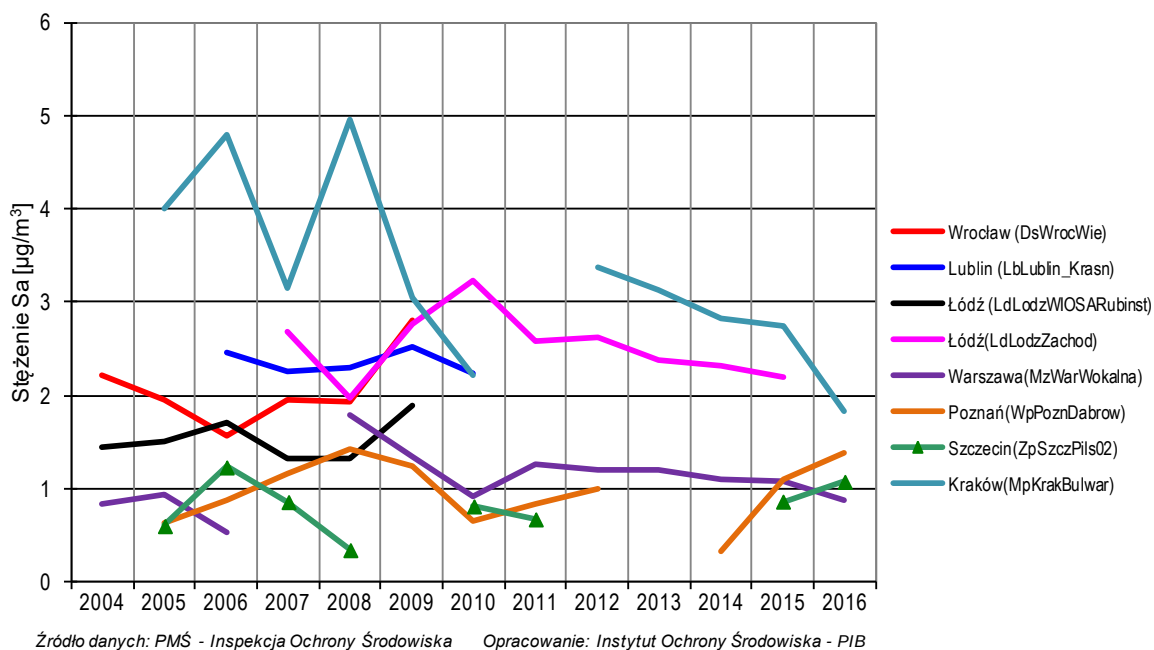
²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście



Rys. 3.4-1. Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów (automatycznych i manualnych) prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców (poziom dopuszczalny – 5 µg/m³)

Trendy zmian stężeń benzenu na wybranych stacjach w aglomeracjach

Średnie roczne stężenia benzenu uzyskane z pomiarów na wybranych stanowiskach znajdujących się na terenie aglomeracji, określone dla lat 2004-2016, nie wykazują stałej tendencji (rosnącej lub malejącej) w całym rozważanym okresie (rys. 3.4-2). Analizując zmiany stężeń Sa w latach 2004-2012 na poszczególnych stanowiskach, można zauważyć występowanie spadków stężeń w danym roku na określonych stanowiskach i wzrostów na innych. Dla lat 2012-2016 dla niektórych stacji (Kraków, Warszawa) daje się zauważyć tendencja spadkowa średnich rocznych stężeń benzenu.



Rys. 3.4-2. Stężenie średnie roczne benzenu w latach 2004-2016 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 stężenia	Poziom docelowy i celu długoterminowego dla O ₃ w powietrzu [µg/m ³]	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 S93.15
poziom celu długoterminowego	8 godzin ⁴⁾	120 ⁴⁾	nie dotyczy (określana jest wartość max)	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.

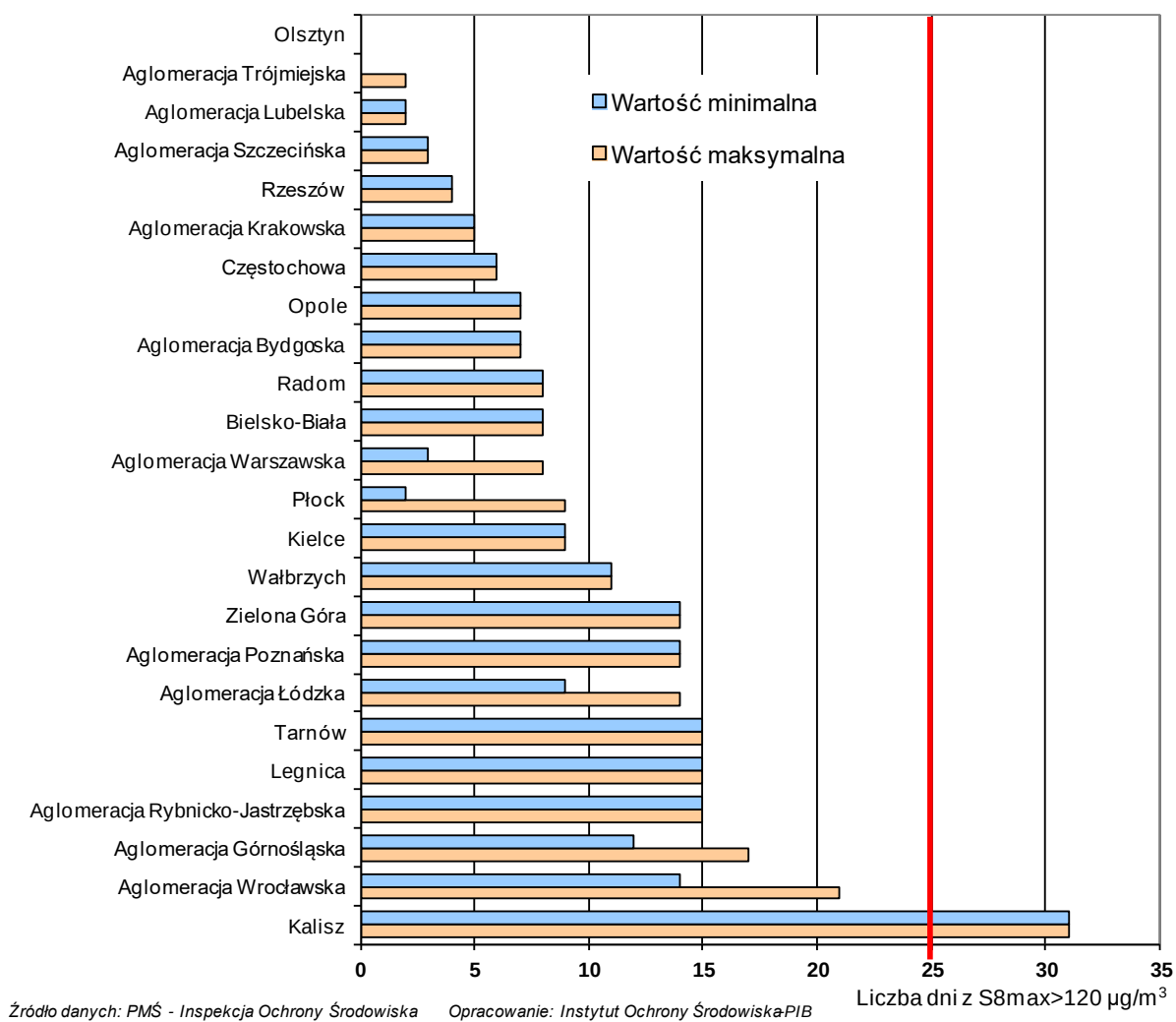
Zanieczyszczenie powietrza ozonem w aglomeracjach i w dużych miastach

Informacje o stężeniach ozonu na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. przygotowano na podstawie wyników pomiarów z 2016 r. pochodzących z 34 stanowisk, na których uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania w zakresie kompletności wyników. Stanowiska te zlokalizowane były w 11 aglomeracjach i 13 dużych miastach (o liczbie ludności większej od 100 tys.). W przypadku 18 z 24 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 2014-2015 z dodatkowych 4 stanowisk.

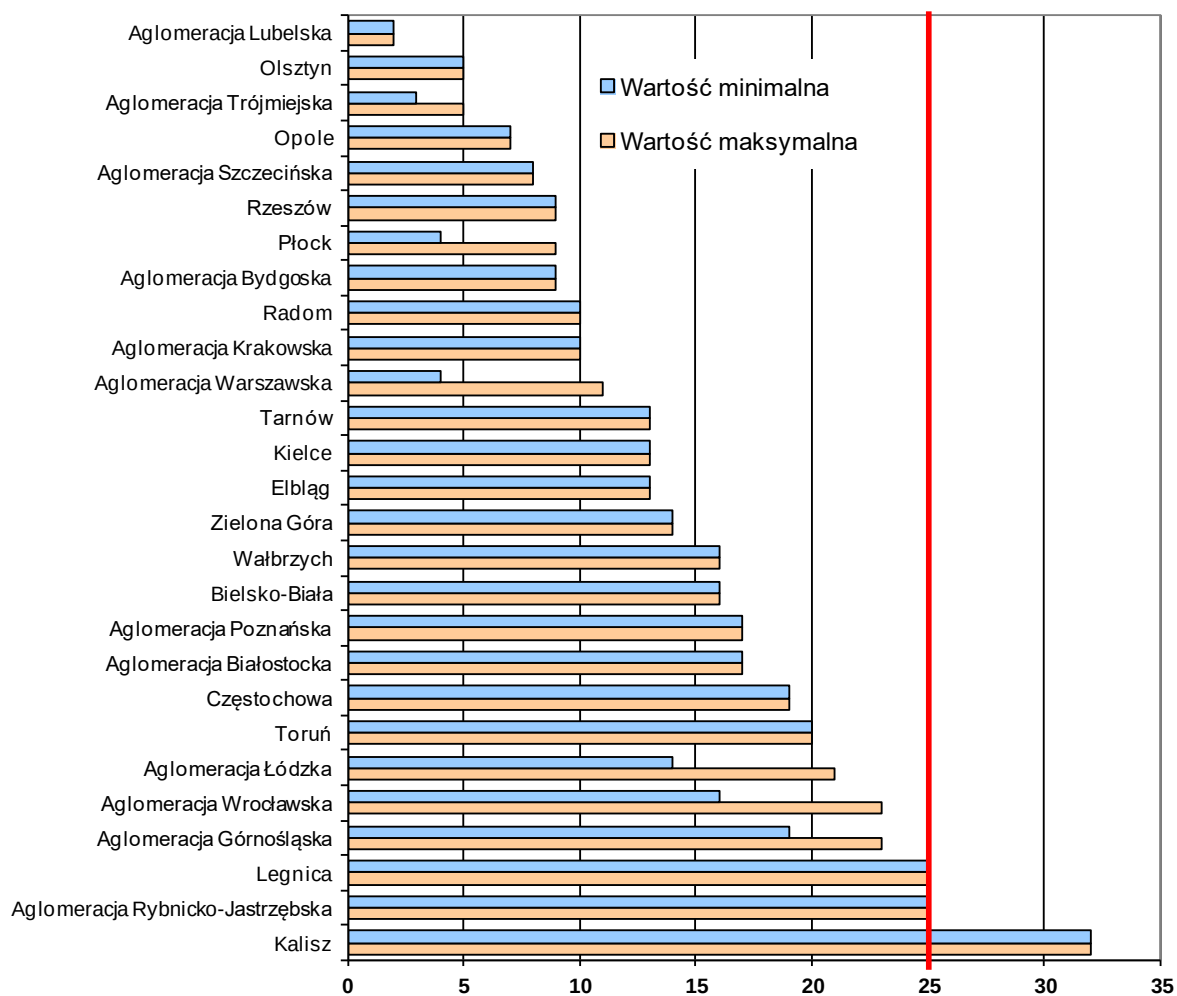
W 2016 r. w jednym mieście – w Kaliszu - zarejestrowano przekroczenia wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. w ciągu więcej niż 25 dni (tab. 3.5-2, rys. 3.5-1). Przekroczenia takie wystąpiły tam w ciągu 31 dni.

Spośród rozważanych miast i aglomeracji, normowana, uśredniona dla 1-3 lat (z okresu 2014-2016), liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. (tab. 3.5-3, rys. 3.5-2), była wyższa od dopuszczalnych 25 dni wyłącznie w Kaliszu (32 dni, średnia z lat 2015 i 2016 – brak wyników z roku 2014). W pozostałych miastach i aglomeracjach dotrzymany był poziom docelowy określony dla ozonu.

Druga z wartości kryterialnych dla ozonu – poziom celu długoterminowego - przekroczony był we wszystkich rozważanych miastach i aglomeracjach, poza Olsztynem.



Rys. 3.5-1. Liczba dni z przekroczeniami poziomu docelowego 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. kroczące ozonu w 2016 roku, określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska-PIB Liczba dni z $S_{8max} > 120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Rys. 3.5-2. Liczba dni w roku z przekroczeniami poziomu docelowego $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. krocząco ozonu uśredniona dla 1-3 lat (z okresu 2014-2016), określona na podstawie pomiarów na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Innym wskaźnikiem określającym stopień zanieczyszczenia powietrza ozonem w odniesieniu do norm stężeń jest wartość percentyla S93.15 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 S93.15 z maksimów dobowych stężeń 8-godz. ozonu z 2016 r. przyjmował w rozważanych miastach i aglomeracjach wartości od $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $123 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – tab. 3.5-2. Wartość $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ została przekroczona przez percentyl S93.15 tylko na jednym stanowisku – w Kaliszu.

Tabela 3.5-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających warunek kompletności pomiaru

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja/ miasto	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m ³ w 2016 r. ³⁾		Najwyższa wartość percentyla S93.15 z maksimum dziennego stężenia 8-godz. kroczących ozonu w 2016 r. na terenie miasta lub aglomeracji
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[-]
1	Aglomeracja Bydgoska	1		7	7	106
2	Aglomeracja Górnośląska	3		12	17	115
3	Aglomeracja Krakowska	1		5	5	105
4	Aglomeracja Lubelska	1		2	2	95
5	Aglomeracja Łódzka	3		9	14	116
6	Aglomeracja Poznańska	1		14	14	116
7	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		15	15	115
8	Aglomeracja Szczecińska	1		3	3	98
9	Aglomeracja Trójmiejska	4		0	2	101
10	Aglomeracja Warszawska	2		3	8	110
11	Aglomeracja Wrocławska	2		14	21	117
12	miasto Bielsko-Biała	1		8	8	110
13	miasto Częstochowa	1		6	6	112
14	miasto Kalisz	1	1	31	31	123
15	miasto Kielce	1		9	9	108
16	miasto Legnica	1		15	15	111
17	miasto Olsztyn	1		0	0	95
18	miasto Opole	1		7	7	103
19	miasto Płock	2		2	9	108
20	miasto Radom	1		8	8	102
21	miasto Rzeszów	1		4	4	106
22	miasto Tarnów	1		15	15	113
23	miasto Wałbrzych	1		11	11	115
24	miasto Zielona Góra	1		14	14	108
Suma końcowa		34	1	0	31	123

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 2016 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 2014-2016 w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, z uwzględnieniem wyłącznie serii spełniających warunek kompletności pomiaru

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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 2014-2016 ²⁾	
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		17	17
2	Aglomeracja Bydgoska	1		9	9
3	Aglomeracja Górnośląska	3		19	23
4	Aglomeracja Krakowska	1		10	10
5	Aglomeracja Lubelska	1		2	2
6	Aglomeracja Łódzka	3		14	21
7	Aglomeracja Poznańska	1		17	17
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		25	25
9	Aglomeracja Szczecińska	1		8	8
10	Aglomeracja Trójmiejska	4		3	5
11	Aglomeracja Warszawska	3		4	11
12	Aglomeracja Wrocławska	2		16	23
13	Bielsko-Biała	1		16	16
14	Częstochowa	1		19	19
15	Elbląg	1		13	13
16	Kalisz	1	1	32	32
17	Kielce	1		13	13
18	Legnica	1		25	25
19	Olsztyn	1		5	5
20	Opole	1		7	7
21	Płock	2		4	9
22	Radom	1		10	10
23	Rzeszów	1		9	9
24	Tarnów	1		13	13
25	Toruń	1		20	20
26	Wałbrzych	1		16	16
27	Zielona Góra	1		14	14
Suma końcowa		38	1	2	32

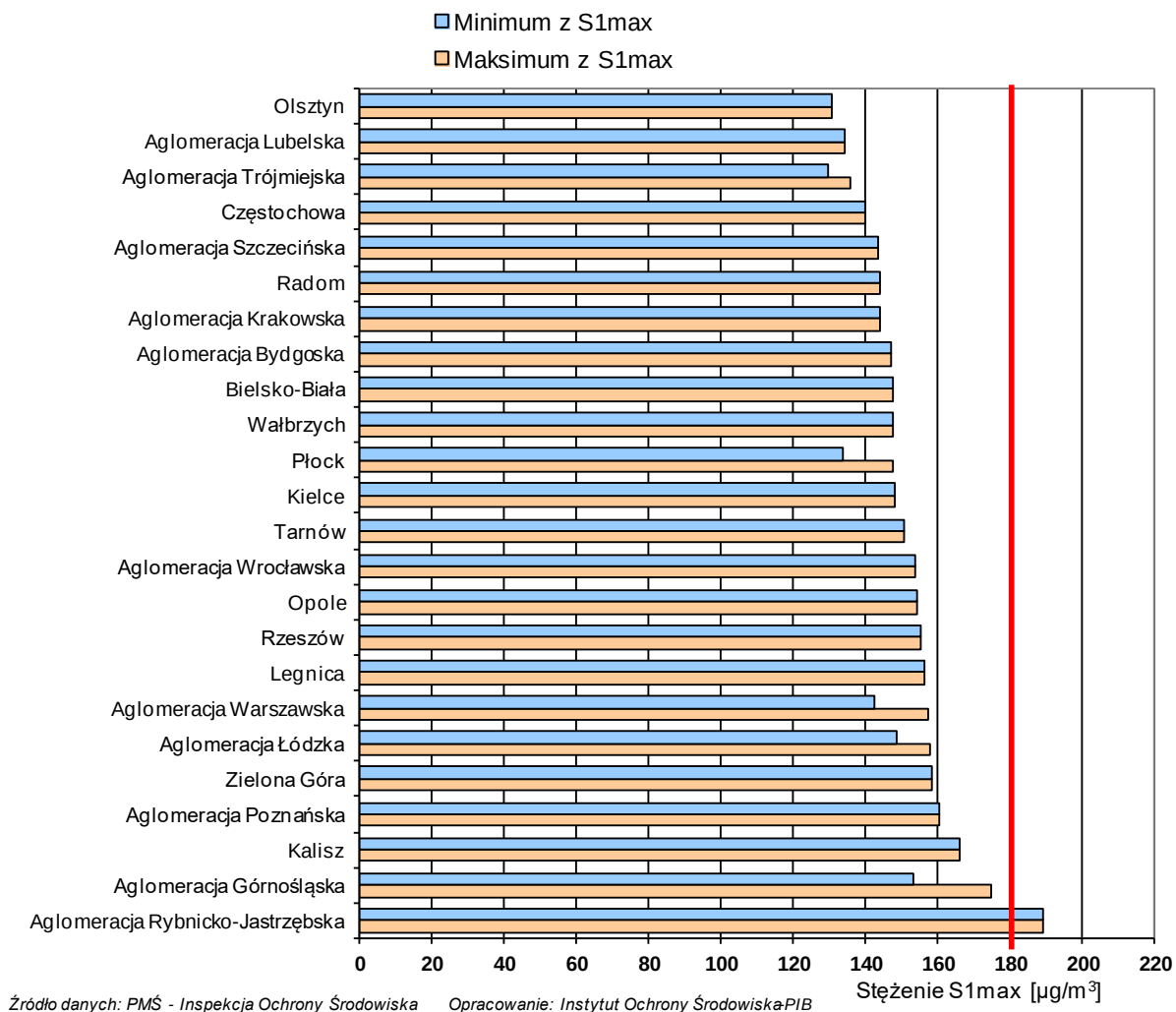
Objaśnienia do tabeli 3.5-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ wartości: minimalna i maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w latach 2014-2016 na wszystkich stanowiskach w danym mieście/aglomeracji uwzględnionych w opracowaniu.

Na wszystkich stanowiskach pomiarowych w rozważanych miastach i aglomeracjach w 2016 r. notowano stężenia 1-godz. ozonu przekraczające 129 µg/m³ (rys. 3.5-3). Wartość poziomu informowania – 180 µg/m³ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona tylko na jednym stanowisku – w Rybniku. Na żadnym stanowisku pomiarowym w kraju w 2016 roku (podobnie

jak w latach ubiegłych) nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego, określonego dla stężeń 1-godz. na poziomie $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie 1-godz. ozonu zanotowano na stacji w Rybniku ($189 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

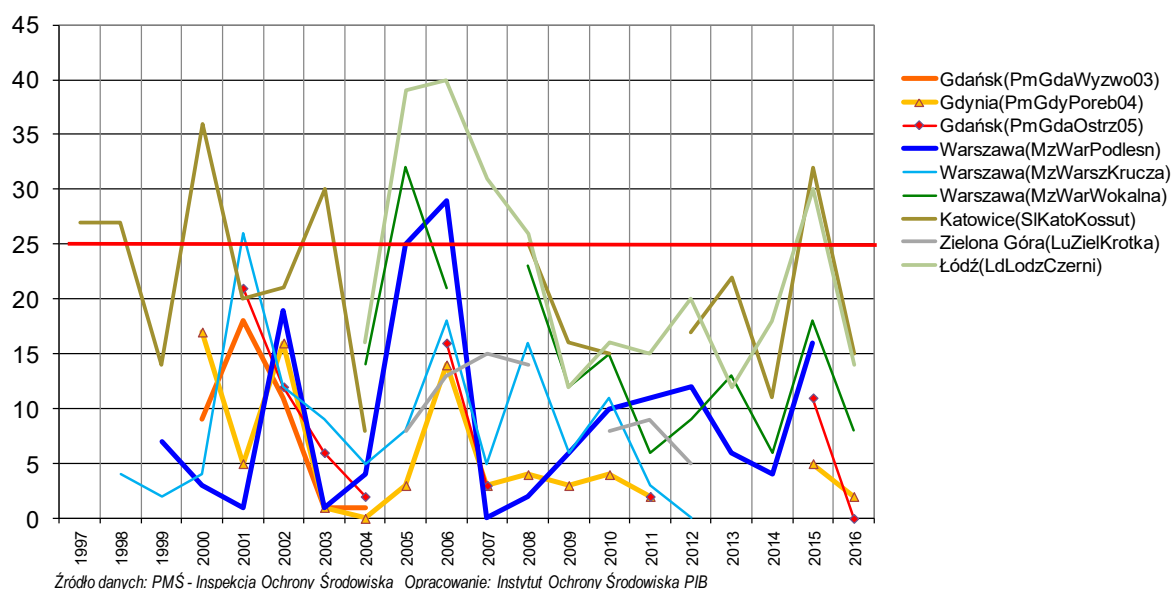


Rys. 3.5-3. Stężenia maksymalne 1-godz. ozonu uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

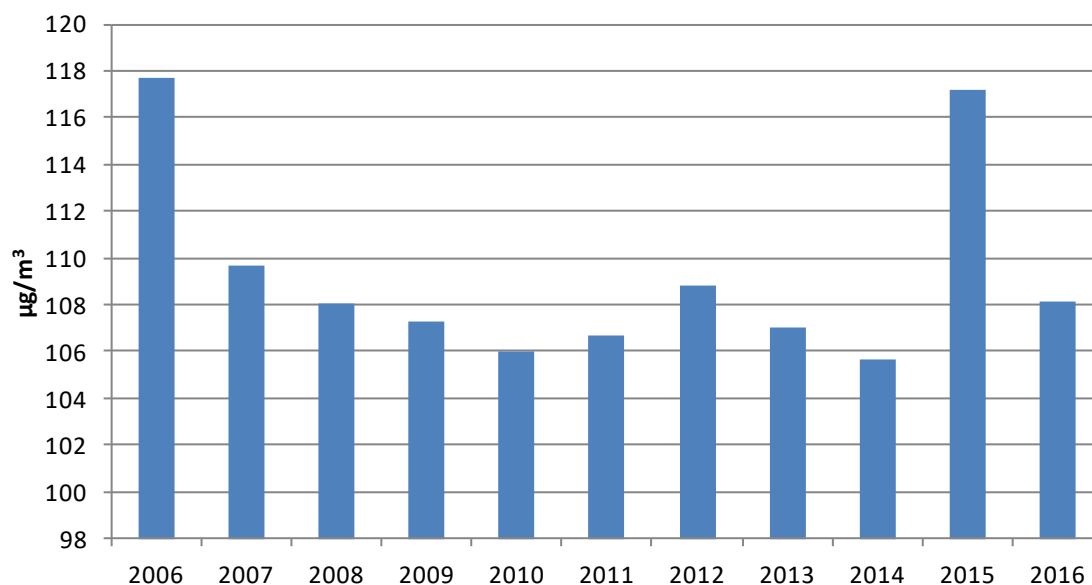
Trendy zmian stężeń ozonu na wybranych stacjach w aglomeracjach

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 rysunku 3.5-4 przedstawiono wartość tego parametru w latach 1997-2016 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. 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 r. stężenia były wyraźnie niższe niż w 2015 r. Duża zmienność stężeń ozonu, który jest zanieczyszczeniem wtórnym, związana jest przede wszystkim z różnicami w warunkach pogodowych 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. 3.5-4. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w latach 1997-2016 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

Rys. 3.5-5. 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 2006-2016

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 i 2015 były znacząco wyższe od stężeń w innych latach. W tych dwóch latach wskaźnik przekraczał o 7-8% wartość wskaźnika uśrednioną dla wielolecia. W pozostałych latach (w tym w 2016 r.) uśredniona wartość percentyla była równa średniej dla wielolecia lub niższa od niej o maksymalnie 3% (rys. 3.5-5).

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 2016 roku, na terenie aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców przekraczającej 100 tys. nie wchodzących w skład aglomeracji, opracowano na podstawie wyników pomiarów z 84 stanowisk, znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast.

W 2016 r. przekroczenie poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych PM10 wystąpiło na 9 z 84 stanowisk. W 4 z 30 rozważanych aglomeracji i miast przekroczenie takie miało miejsce przynajmniej na jednym stanowisku. Wśród 24 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. 3.6-1).

Na uwzględnionych w ocenie stanowiskach znajdujących się w 30 miastach i aglomeracjach stężenia średnie roczne w 2016 roku wynosiły od $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Krakowskiej.

Na stanowiskach o najwyższych stężeniach w poszczególnych aglomeracjach i miastach, wartości Sa zawierały się w granicach od $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Elblągu i Olsztynie do wspomnianych wyżej $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji komunikacyjnej w Krakowie (rys. 3.6-1).

W miastach i aglomeracjach, w których do oceny wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, średnie roczne stężenia pyłu PM10, uśrednione dla wszystkich wykorzystanych w ocenie stanowisk zlokalizowanych w rozważanych miastach (z uwzględnieniem wyników pomiarów prowadzonych na stanowiskach komunikacyjnych) wynosiły od 19 do $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe uśrednione stężenie Sa uzyskano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej, najniższe w Aglomeracji Trójmiejskiej.

Tabela 3.6-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Agglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM10					Liczba dni ze stężeniem S24>50 µg/m³					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
1	Agglomeracja Białostocka	2		20	21.9	24						2		31	36.0	41
2	Agglomeracja Bydgoska	2		29	32.2	35	2	2	39	52.0	65	2	2	54	60.1	66
3	Agglomeracja Górnośląska	7	3	36	40.6	47	7	7	59	77.4	104	7	7	62	72.9	89
4	Agglomeracja Krakowska	6	3	37	43.7	57	6	6	69	98.2	165	6	6	67	78.8	98
5	Agglomeracja Lubelska	2		25	28.0	31	2	1	23	31.5	40	2	1	43	47.7	53
6	Agglomeracja Łódzka	9		23	34.0	39	9	7	19	59.4	83	9	7	45	62.3	74
7	Agglomeracja Poznańska	4		27	30.5	33	4	3	30	43.5	51	4	3	48	54.2	57
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	2	42	44.7	47	2	2	73	86.5	100	2	2	75	83.7	92
9	Agglomeracja Szczecińska	3		22	23.6	26	3		13	16.7	20	3		38	40.7	45
10	Agglomeracja Trójmiejska	10		15	18.9	24	9		1	7.3	23	10		26	32.9	42
11	Agglomeracja Warszawska	6	1	28	32.2	41	6	2	25	41.2	76	6	2	45	51.4	63
12	Agglomeracja Wrocławska	2		28	30.2	32	2	1	31	40.5	50	2	1	49	54.0	59
13	miasto Bielsko-Biała	1		36	36	36	1	1	57	57	57	1	1	66	66	66
14	miasto Częstochowa	2		31	35.3	40	2	2	40	61.5	83	2	2	54	64.0	74
15	miasto Elbląg	1		23	23	23	1		14	14	14	1		40	40	40
16	miasto Gorzów Wielkopolski	2		26	28.8	31	2	1	22	34.5	47	2	1	48	51.7	56
17	miasto Kalisz	1		31	31	31	1	1	45	45	45	1	1	54	54	54
18	miasto Kielce	2		28	30.4	33	2	1	33	39.0	45	2	1	48	53.4	58
19	miasto Koszalin	2		19	21.3	24	2		6	11.0	16	2		32	36.9	41

Lp.	Aglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM10					Liczba dni ze stężeniem S24>50 µg/m³					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ^{1 2)}	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ^{1 2)}	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniem ^{1 2)}	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
20	miasto Legnica	1		36	36	36	1	1	62	62	62	1	1	72	72	72
21	miasto Olsztyn	1		23	23	23	1		11	11	11	1		40	40	40
22	miasto Opole	2		31	31.0	31	2	2	42	44.5	47	2	2	55	55.3	56
23	miasto Płock	2		27	28.7	30	2	1	22	30.0	38	2	1	45	47.8	51
24	miasto Radom	2		31	32.6	35	2	1	33	42.5	52	2	1	49	54.2	59
25	miasto Rzeszów	1		28	28	28	1		31	31	31	1		48	48	48
26	miasto Tarnów	2		31	33.7	37	2	2	39	52.0	65	2	2	52	60.6	69
27	miasto Toruń	3		26	27.8	30	3	1	20	29.0	37	3	1	46	49.2	55
28	miasto Wałbrzych	1		26	26	26	1		23	23	23	1		45	45	45
29	miasto Włocławek	2		29	29.7	31	2	2	38	40.0	42	2	2	52	52.8	54
30	miasto Zielona Góra	1		24	24	24	1		20	20	20	1		43	43	43
Razem		84	9	15	30.9	57	81	47	1	45.5	165	84	47	26	54.7	98

Objaśnienia do tabeli 3.6-2:

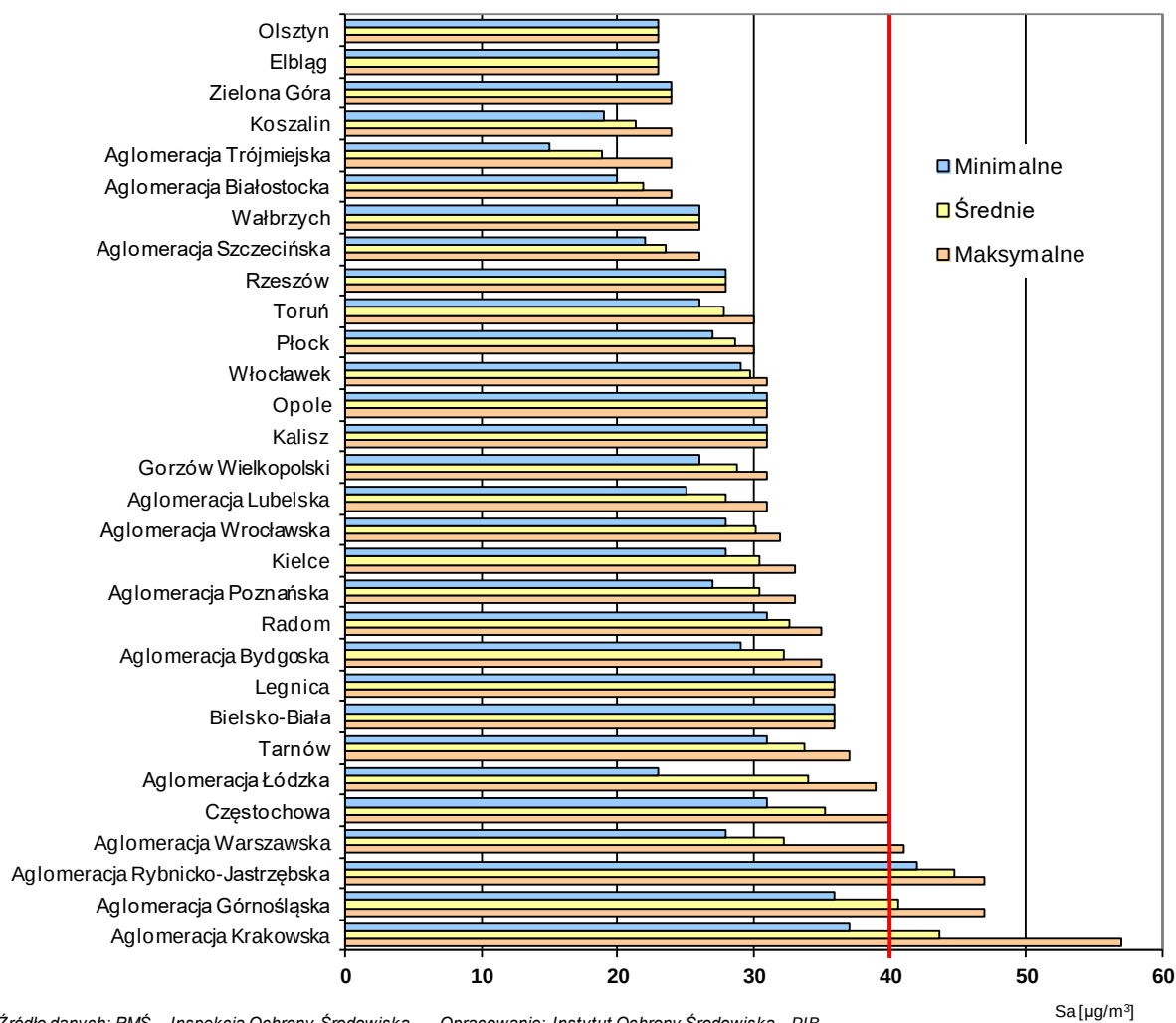
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

Średnie roczne stężenie PM10 uśrednione dla wszystkich stanowisk pomiarowych zlokalizowanych w dużych miastach i aglomeracjach wynosiło $30.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Stężenie średnie roczne (S_a) na stacjach tła miejskiego w 2016 r. wynosiło od $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych S_a wynosiło od $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Koszalinie 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 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dla stanowisk komunikacyjnych – $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



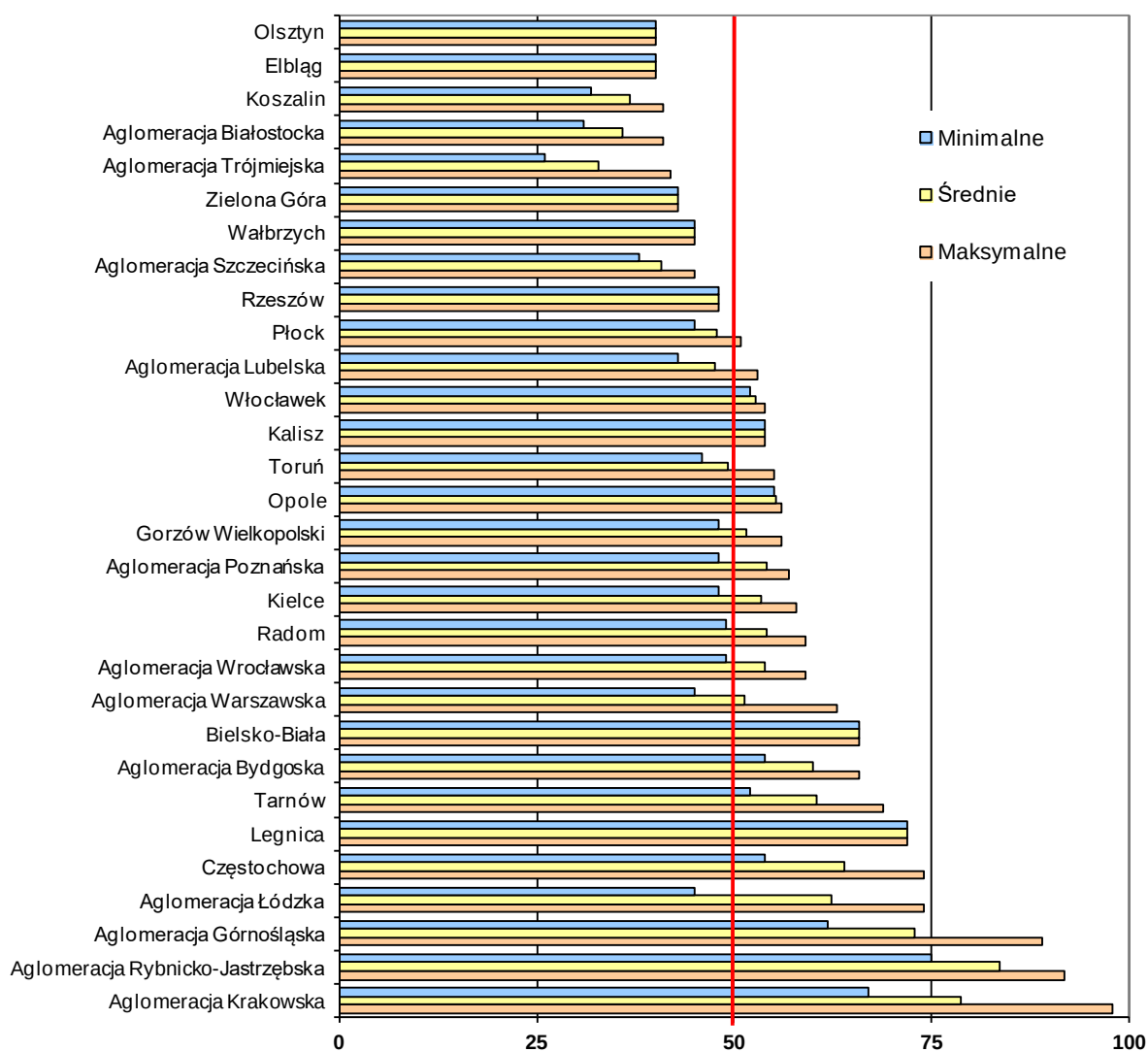
Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3.6-1. Średnie roczne stężenia pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

W 2016 roku w 21 aglomeracjach i miastach, spośród 30 uwzględnionych w ocenie, przynajmniej na jednym stanowisku miały miejsce przekroczenia wartości normatywnej dla stężeń 24-godz. pyłu PM10 (potwierdzone przekroczeniem wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez percentyl S90.4 z serii stężeń dobowych⁴ i liczbą dni z przekroczeniem D24). W przypadku

⁴ 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$

11 aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie. Spośród łącznej liczby 84 stanowisk, przekroczenia stwierdzono na 47, co stanowi 56% rozważanych.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Percentyl S90,4[µg/m³]

Rys. 3.6-2. Wartości percentyla S90.4 ze stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

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 wojewódzkie inspektoraty ochrony 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 spalanie paliw w energetyce i zakładach przemysłowych, 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 2016 roku wynosił od 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Aglomeracji Trójmiejskiej do 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie.

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 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku w Elblągu i Olsztynie do wspomnianych wyżej 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (rys. 3.6-2).

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 2016 roku od 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 3.6-2, rys. 3.6-2). Najniższe wartości spośród uśrednionych w skali miasta lub aglomeracji uzyskano w Aglomeracji Trójmiejskiej, najwyższe w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

Percentyl S90.4 na stacjach tła miejskiego zawierał się w granicach od 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Gdyni do 92 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rybniku. Na stacjach komunikacyjnych percentyl S90.4 wynosił od 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Koszalinie do 98 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie. Uśredniona wartość tego parametru dla stacji tła miejskiego i stanowisk zlokalizowanych na obszarach znajdujących się pod wpływem emisji z zakładów przemysłowych to 53 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dla stanowisk komunikacyjnych – 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 1 (na jednej ze stacji w Aglomeracji Trójmiejskiej) do 165 dni na stacji komunikacyjnej w Krakowie. Na stacjach tła miejskiego liczba dni z przekroczeniami 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wynosiła od 1 (Gdańsk) do 104 w Gliwicach w Aglomeracji Górnośląskiej. Na stacjach komunikacyjnych krotność przekroczeń poziomu dopuszczalnego wynosiła od 16 w Koszalinie do wspomnianych wcześniej 165 dni w Krakowie.

Najwyższe stężenia 24-godz., spośród zarejestrowanych w 2016 roku na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach i rozważanych miastach, wynosiły od 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 329 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, przy czym stężenia maksymalne przekraczające 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (poziom informowania) wystąpiły na 12 stanowiskach w 4 miastach i aglomeracjach, w tym na 2 stacjach komunikacyjnych, 9 tła miejskiego i jednej znajdującej się pod wpływem emisji z zakładów przemysłowych – tab. 3.6-3. Poziom alarmowy (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) był przekroczony na 2 stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie. Okresy występowania najwyższych stężeń dobowych PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych, w tym na terenie rozważanych aglomeracji i miast, ilustrują rysunki: 5.2-5-A, 5.2-5-B, 5.2-5-C, 5.2-6 i 5.2-7 (zob. 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 2016 r., przedstawiono w tabeli 3.6-3. Na rysunku 3.6-3 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 170 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a także na różnice pomiędzy stężeniami S24max na poszczególnych stanowiskach – dochodzące do 251 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W 2016 roku najwyższe stężenie 24-godz. zanotowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie (329 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a największą wartość percentyla S98 na stacji w Rybniku (192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej.

Wartości percentyla S98 z 24-godz. stężeń PM10, uzyskane z pomiarów na poszczególnych stanowiskach w aglomeracjach/miastach w 2016 roku mieściły się w granicach od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Gdańsk) do 192 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Rybnik).

Tabela 3.6-3. Wartości percentyla S98 oraz stężenia maksymalnego S24max, określone na podstawie serii 24-godzinnych stężeń pyłu PM10 w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Aglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM10			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM10		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość 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	Aglomeracja Białostocka	2	43	54	65	65	76	87
2	Aglomeracja Bydgoska	2	83	85	87	122	127	133
3	Aglomeracja Górnośląska	7	121	131	155	164	197	240
4	Aglomeracja Krakowska	6	110	128	159	203	275	329
5	Aglomeracja Lubelska	2	73	82	91	97	116	135
6	Aglomeracja Łódzka	9	66	89	108	84	128	157
7	Aglomeracja Poznańska	4	70	84	93	97	106	114
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	2	146	169	192	229	259	288
9	Aglomeracja Szczecińska	3	56	61	63	78	94	109
10	Aglomeracja Trójmiejska	10	40	49	66	54	75	111
11	Aglomeracja Warszawska	6	66	75	89	90	106	129

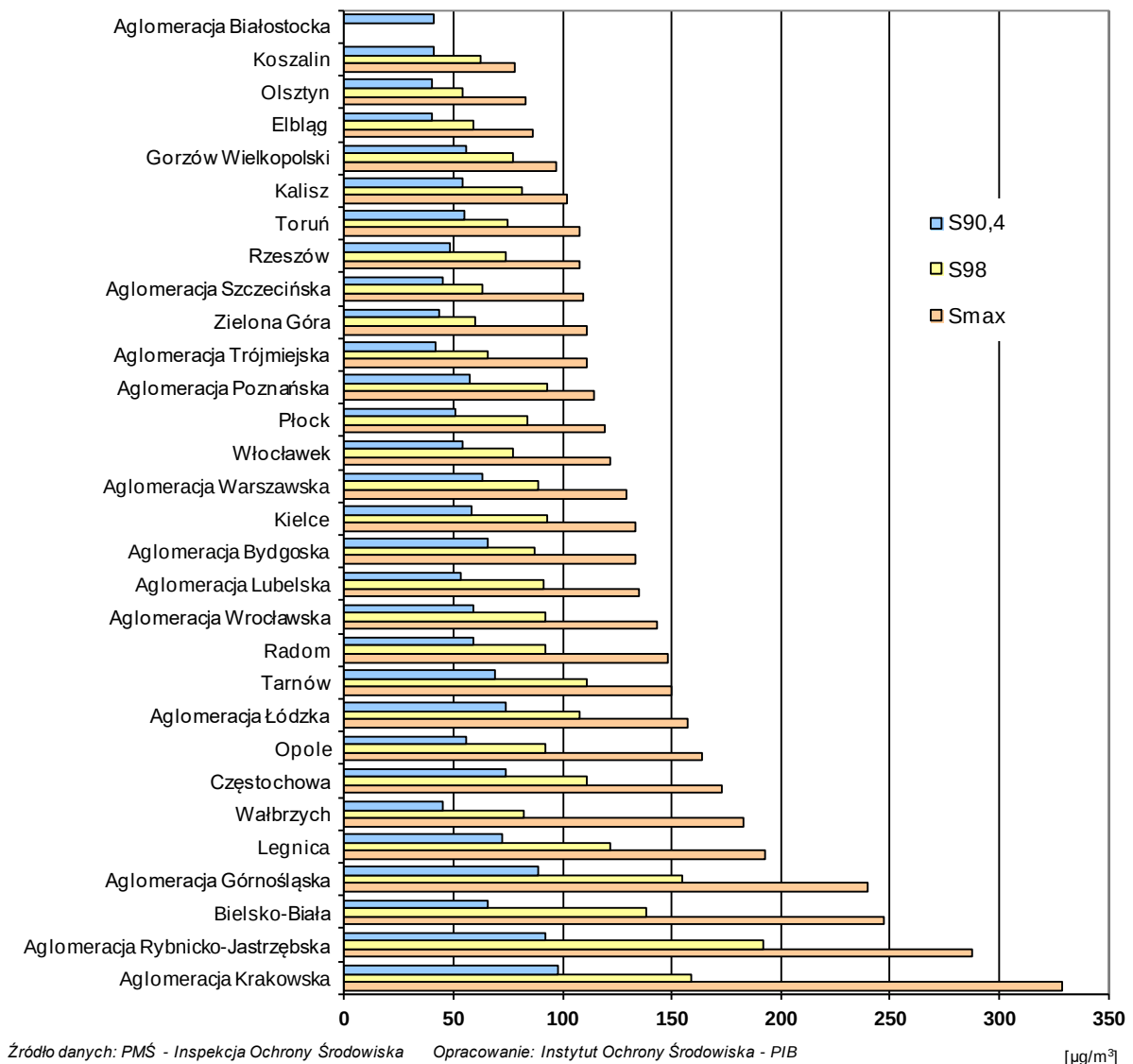
Lp.	Aglomeracja/miasto	Liczba stanowisk ²⁾	Percentyl S98 ¹⁾ ze stężeń 24-godz. PM10			Stężenie maksymalne ¹⁾ 24-godz. pyłu PM10		
			Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
			[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
12	Aglomeracja Wrocławska	2	72	82	92	113	128	143
13	miasto Bielsko-Biała	1	138	138	138	247	247	247
14	miasto Częstochowa	2	89	100	111	168	171	173
15	miasto Elbląg	1	59	59	59	86	86	86
16	miasto Gorzów Wielkopolski	2	63	70	77	85	91	97
17	miasto Kalisz	1	81	81	81	102	102	102
18	miasto Kielce	2	86	89	93	129	131	133
19	miasto Koszalin	2	49	55	62	70	74	78
20	miasto Legnica	1	122	122	122	193	193	193
21	miasto Olsztyn	1	54	54	54	83	83	83
22	miasto Opole	2	84	88	92	161	163	164
23	miasto Płock	2	63	74	84	95	107	119
24	miasto Radom	2	85	88	92	140	144	148
25	miasto Rzeszów	1	74	74	74	108	108	108
26	miasto Tarnów	2	89	100	111	112	131	150
27	miasto Toruń	3	64	69	75	88	97	108
28	miasto Wałbrzych	1	82	82	82	183	183	183
29	miasto Włocławek	2	71	74	77	109	116	122
30	miasto Zielona Góra	1	60	60	60	111	111	111
	Polska	84	40	86	192	54	135	329

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3.6-3. Najwyższe wartości percentyli S90.4 i S98 oraz stężenia maksymalnego S24max dla 24-godzinnych stężeń pyłu PM10, uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 r. na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców

Trendy zmian stężeń pyłu PM10 na wybranych stacjach w aglomeracjach

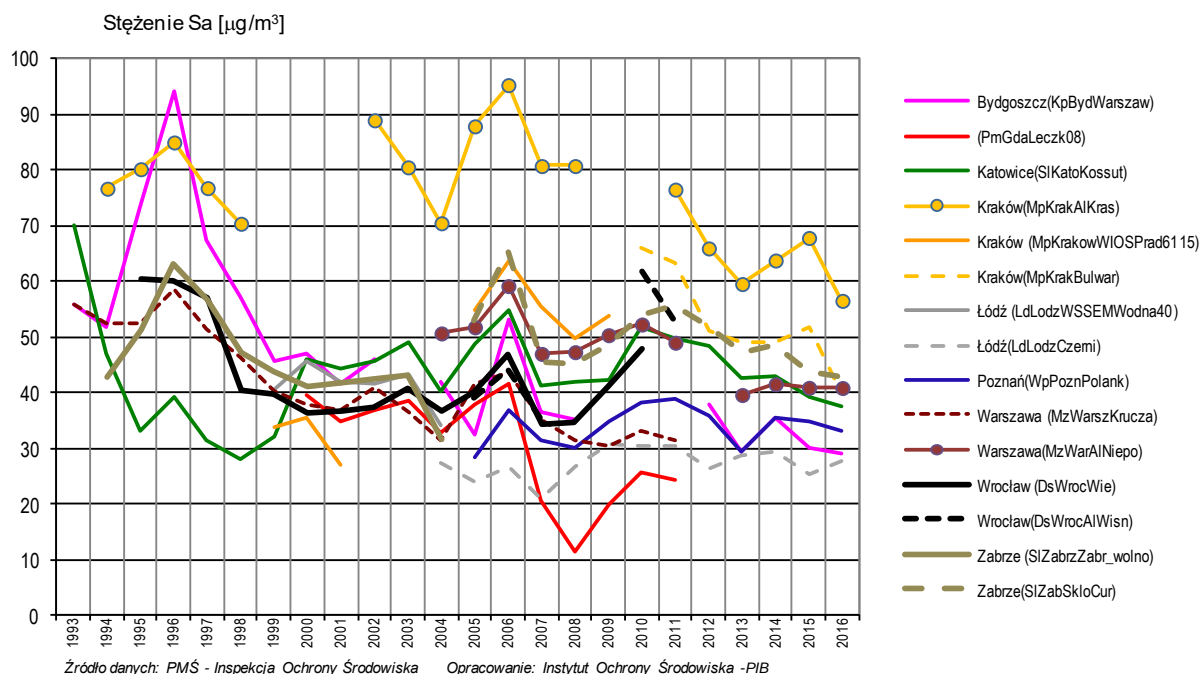
W wieloleciu 1993-2016 najwyższe stężenia średnie roczne PM10 na poszczególnych stanowiskach pomiarowych notowane były w 1996 r. i w 2006 r. (rys. 3.6-4). Na większości stanowisk uwzględnionych w analizie, średnie roczne stężenia pyłu w aglomeracjach, w latach 1996-2004 wykazywały ogólną tendencję malejącą. 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-PIB), 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 analizowanych 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-PIB) zakwalifikowano do kategorii „bardzo mroźny” i „anomalnie mroźny”. Zimowym, znaczącym spadkom 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.

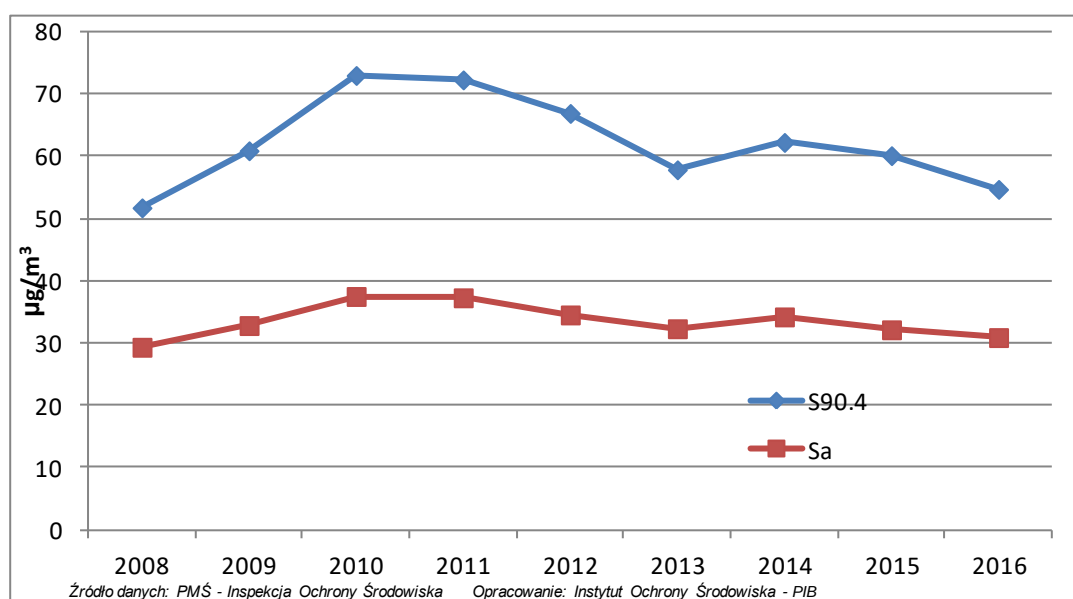
W 2011 r. stężenia były nieznacznie niższe od stężeń z 2010 r. Na 7 z 9 stanowisk zanotowano spadek, a na 2 stanowiskach niewielki wzrost stężeń średnich rocznych, w stosunku do wartości notowanych w roku poprzednim.

Stężenia średnie roczne w 2012 r. na wszystkich stanowiskach zaprezentowanych na rys. 3.6-4 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.

Uśrednione dla wszystkich stanowisk uwzględnionych w analizach wartości odpowiednich parametrów dla lat 2008-2016 pokazują, że w okresie tym wartości tych parametrów zmieniają się w zakresie od -17% do +17% w odniesieniu do wartości średniej dla wielolecia (rys. 3.6-5). 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 S90.4 były największe. Od tego roku stężenia pyłu zmniejszały się aż do 2013 r. Stężenia w 2014 r. były wyższe od stężeń z roku poprzedniego i zbliżone do wartości średnich dla ośmiolecia. W latach 2015-2016 nastąpił spadek stężeń PM10.



Rys. 3.6-4. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w latach 1993-2016 na wybranych stanowiskach w aglomeracjach w Polsce (linie z kropkami oznaczają stanowiska „komunikacyjne”)



Rys. 3.6-5. Stężenie średnie roczne i percentyl 90.4 ze stężeń 24-godz. pyłu PM10 w latach 2008-2016, 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 2016 roku uwzględniono wyniki pomiarów z 36 stanowisk zlokalizowanych na terenie 12 aglomeracji i 18 miast powyżej 100 tys. mieszkańców. Z wyjątkiem 4 aglomeracji lub miast, w pozostałych w ocenie wykorzystano po jednym stanowisku.

W 2016 roku średnie roczne stężenia ołowiu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie wynosiły od 0.005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 0.060 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 3.7-2).

Tabela 3.7-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ołowiu prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

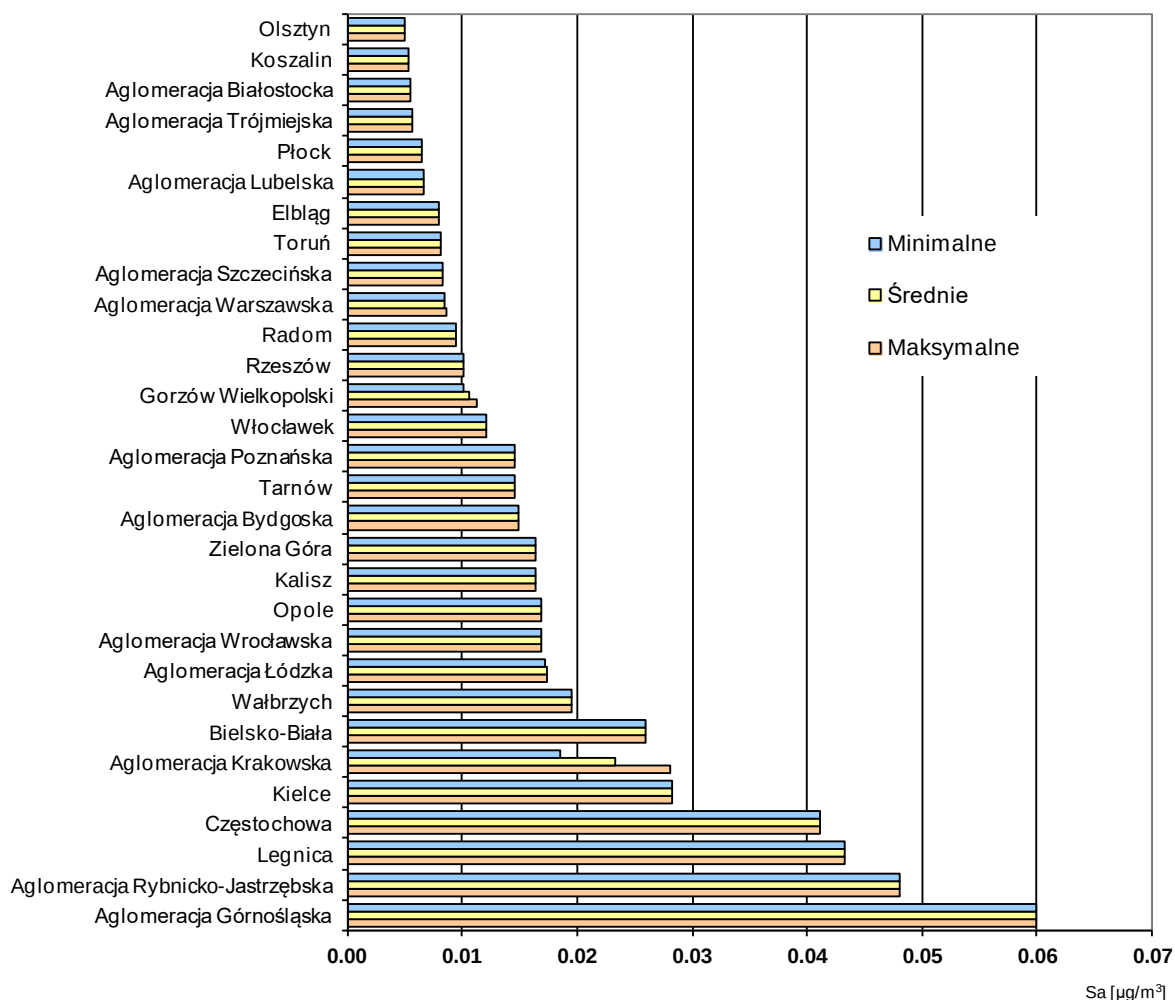
Lp.	Agglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Pb			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$
1	Agglomeracja Białostocka	1	0.005	0.005	0.005
2	Agglomeracja Bydgoska	1	0.015	0.015	0.015
3	Agglomeracja Górnośląska	1	0.060	0.060	0.060
4	Agglomeracja Krakowska	2	0.019	0.023	0.028
5	Agglomeracja Lubelska	1	0.007	0.007	0.007
6	Agglomeracja Łódzka	3	0.017	0.017	0.017
7	Agglomeracja Poznańska	1	0.015	0.015	0.015
8	Agglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	0.048	0.048	0.048
9	Agglomeracja Szczecińska	1	0.008	0.008	0.008
10	Agglomeracja Trójmiejska	1	0.006	0.006	0.006
11	Agglomeracja Warszawska	2	0.008	0.009	0.009
12	Agglomeracja Wrocławska	1	0.017	0.017	0.017
13	Bielsko-Biała	1	0.026	0.026	0.026
14	Częstochowa	1	0.041	0.041	0.041
15	Elbląg	1	0.008	0.008	0.008
16	Gorzów Wielkopolski	2	0.010	0.011	0.011
17	Kalisz	1	0.016	0.016	0.016
18	Kielce	1	0.028	0.028	0.028
19	Koszalin	1	0.005	0.005	0.005
20	Legnica	1	0.043	0.043	0.043
21	Olsztyn	1	0.005	0.005	0.005
22	Opole	1	0.017	0.017	0.017
23	Płock	1	0.006	0.006	0.006
24	Radom	1	0.009	0.009	0.009
25	Rzeszów	1	0.010	0.010	0.010
26	Tarnów	1	0.015	0.015	0.015
27	Toruń	1	0.008	0.008	0.008
28	Wałbrzych	1	0.020	0.020	0.020
29	Włocławek	1	0.012	0.012	0.012
30	Zielona Góra	1	0.016	0.016	0.016
	Polska	35	0.005	0.017	0.060

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

Najniższe stężenia S_a ($0.004 \mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano z pomiarów w Koszalinie, Aglomeracji Białostockiej i Olsztynie. Najwyższe stężenie średnie roczne ($0.060 \mu\text{g}/\text{m}^3$) odnotowano na stanowisku w Katowicach w Aglomeracji Górnośląskiej. Jest to wartość znacząco niższa od poziomu dopuszczalnego (12% Da).



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3.7-1. Wartości średnich rocznych stężeń ołowiu (Pb) uzyskane w 2016 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 2016 roku nie został przekroczony dopuszczalny poziom stężeń ołowiu w powietrzu. Stężenia średnie roczne ołowiu nie przekroczyły 12% poziomu dopuszczalnego.

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 35 stanowisk, znajdujących się na terenie 12 aglomeracji i 18 miast o liczbie mieszkańców większej od 100 tys. W przypadku większości miast i aglomeracji (26 z 30) w opracowaniu wykorzystano wyniki z jednego stanowiska.

Średnie roczne stężenia arsenu na uwzględnionych w ocenie stanowiskach wynosiły w 2016 roku od 0.6 ng/m³ do 17.4 ng/m³ (tab. 3.8-2).

Najniższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowiskach w Aglomeracji Białostockiej i Aglomeracji Lubelskiej. 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. 3.8-1). 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 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

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		0.6	0.6	0.6
2	Aglomeracja Bydgoska	1		1.6	1.6	1.6
3	Aglomeracja Górnośląska	1		4.2	4.2	4.2

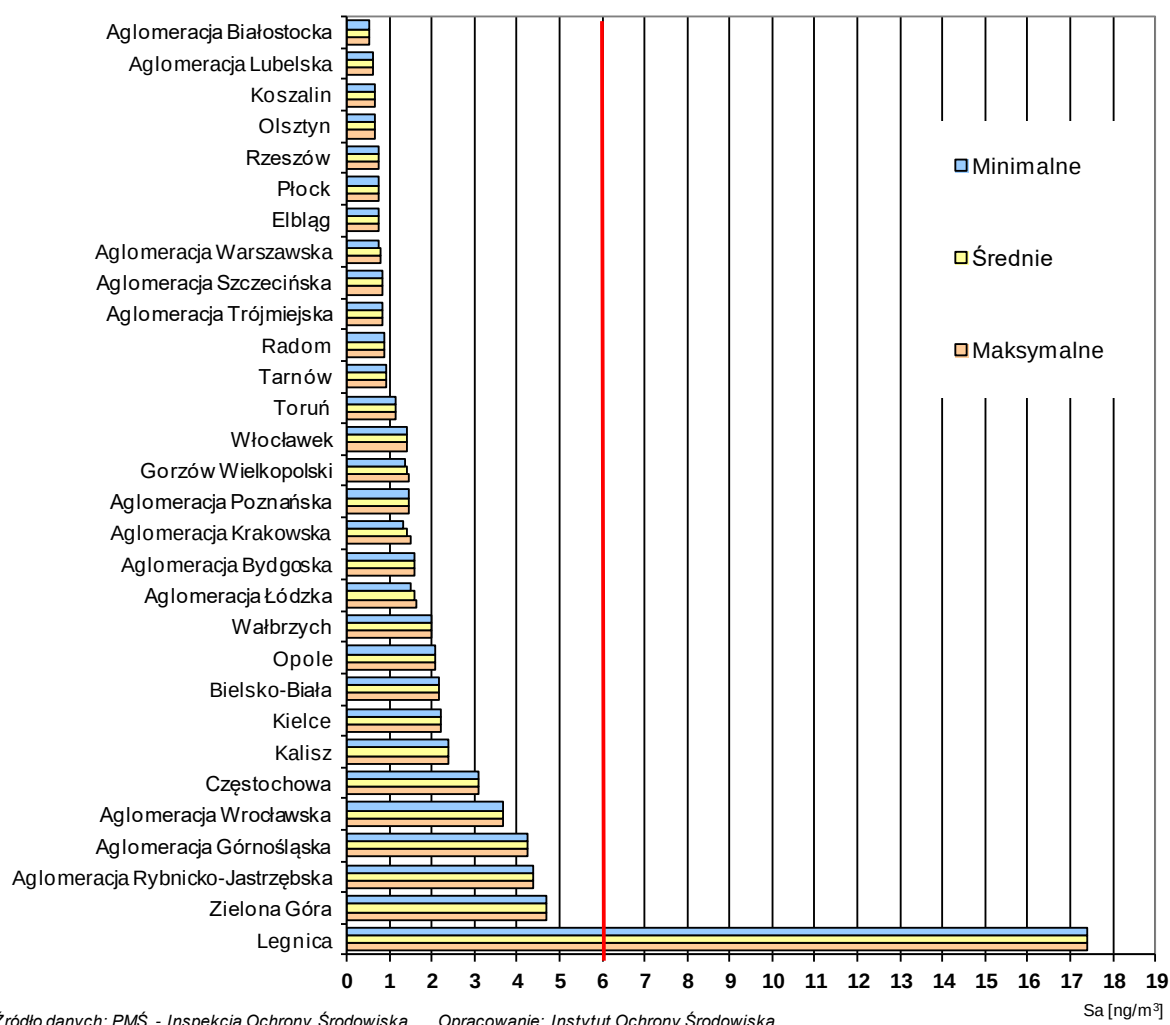
Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne As				
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
4	Aglomeracja Krakowska	2		1.3	1.41	1.5
5	Aglomeracja Lubelska	1		0.6	0.6	0.6
6	Aglomeracja Łódzka	3		1.5	1.57	1.6
7	Aglomeracja Poznańska	1		1.5	1.5	1.5
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1		4.4	4.4	4.4
9	Aglomeracja Szczecińska	1		0.9	0.9	0.9
10	Aglomeracja Trójmiejska	1		0.9	0.9	0.9
11	Aglomeracja Warszawska	2		0.7	0.78	0.8
12	Aglomeracja Wrocławska	1		3.7	3.7	3.7
13	Bielsko-Biała	1		2.2	2.2	2.2
14	Częstochowa	1		3.1	3.1	3.1
15	Elbląg	1		0.8	0.8	0.8
16	Gorzów Wielkopolski	2		1.4	1.41	1.5
17	Kalisz	1		2.4	2.4	2.4
18	Kielce	1		2.2	2.2	2.2
19	Koszalin	1		0.7	0.7	0.7
20	Legnica	1	1	17.4	17.4	17.4
21	Olsztyn	1		0.7	0.7	0.7
22	Opole	1		2.1	2.1	2.1
23	Płock	1		0.8	0.8	0.8
24	Radom	1		0.9	0.9	0.9
25	Rzeszów	1		0.7	0.7	0.7
26	Tarnów	1		0.9	0.9	0.9
27	Toruń	1		1.1	1.1	1.1
28	Wałbrzych	1		2.0	2.0	2.0
29	Włocławek	1		1.4	1.4	1.4
30	Zielona Góra	1		4.7	4.7	4.7
	Razem	35	1	0.6	2.12	17.4

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3.8-1. Wartości średnich rocznych stężeń arsenu (As) uzyskane w 2016 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/m³]	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 2016 roku uwzględniono wyniki uzyskane z pomiarów na terenie 12 aglomeracji i 18 miast powyżej 100 tys. mieszkańców.

Wykorzystano wyniki z 35 stanowisk. Najczęściej było to jedno stanowisko w danym mieście lub aglomeracji.

Średnie roczne stężenia kadmu na stanowiskach uwzględnionych w ocenie dotyczącej 2016 roku wynosiły od 0.18 ng/m³ do 1.8 ng/m³. Najniższe wartości odnotowano na stanowisku w Koszalinie. Najwyższe stężenia uzyskano z pomiarów na stanowisku w Katowicach w Aglomeracji Górnośląskiej (tab. 3.9-2, rys. 3.9-1).

Na wszystkich stanowiskach uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenia kadmu w powietrzu były niższe od 37% poziomu docelowego. Na 89% stanowisk stężenie nie przekraczało 20 % wartości normatywnej.

Tabela 3.9-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń kadmu prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

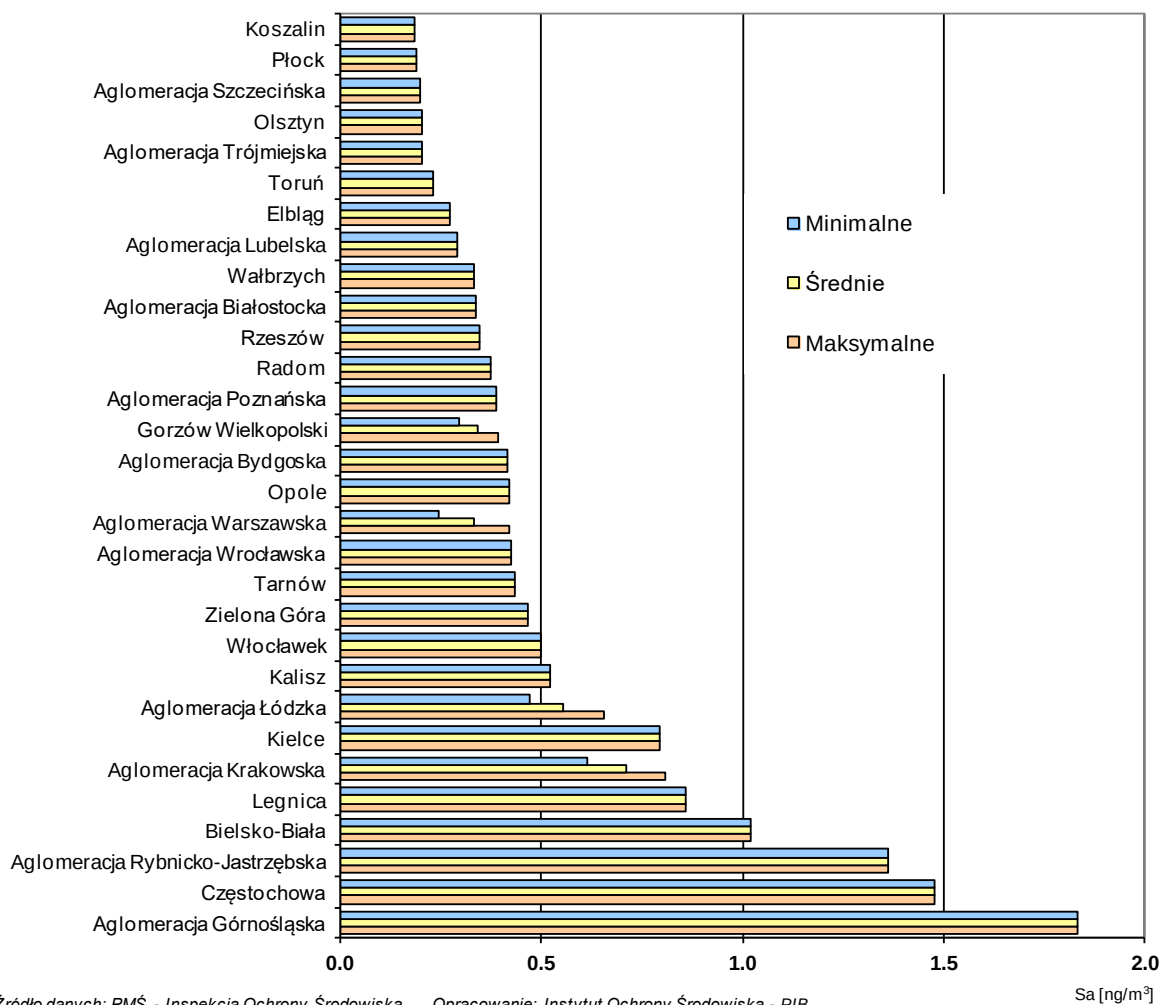
Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne Cd			
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	0.33	0.33	0.33
2	Aglomeracja Bydgoska	1	0.41	0.41	0.41
3	Aglomeracja Górnośląska	1	1.83	1.83	1.83
4	Aglomeracja Krakowska	2	0.61	0.711	0.81
5	Aglomeracja Lubelska	1	0.29	0.29	0.29
6	Aglomeracja Łódzka	3	0.47	0.552	0.66
7	Aglomeracja Poznańska	1	0.39	0.39	0.39
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1.36	1.36	1.36
9	Aglomeracja Szczecińska	1	0.20	0.20	0.20
10	Aglomeracja Trójmiejska	1	0.21	0.21	0.21
11	Aglomeracja Warszawska	2	0.24	0.332	0.42
12	Aglomeracja Wrocławska	1	0.43	0.43	0.43
13	Bielsko-Biała	1	1.02	1.02	1.02
14	Częstochowa	1	1.48	1.48	1.48
15	Elbląg	1	0.27	0.27	0.27
16	Gorzów Wielkopolski	2	0.30	0.344	0.39
17	Kalisz	1	0.52	0.52	0.52
18	Kielce	1	0.79	0.79	0.79
19	Koszalin	1	0.18	0.18	0.18
20	Legnica	1	0.86	0.86	0.86
21	Olsztyn	1	0.20	0.20	0.20
22	Opole	1	0.42	0.42	0.42
23	Płock	1	0.19	0.19	0.19

Lp.	Aglomeracja / miasto	Stężenie średnie roczne Cd			
		Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
24	Radom	1	0.37	0.37	0.37
25	Rzeszów	1	0.34	0.34	0.34
26	Tarnów	1	0.43	0.43	0.43
27	Toruń	1	0.23	0.23	0.23
28	Wałbrzych	1	0.33	0.33	0.33
29	Włocławek	1	0.50	0.50	0.50
30	Zielona Góra	1	0.46	0.46	0.46
	Polska	35	0.18	0.529	1.83

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Sa [ng/m³]

Rys. 3.9-1. Wartości średnich rocznych stężeń kadmu (Cd) uzyskane w 2016 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 2016 roku uwzględniono wyniki pomiarów prowadzonych na 35 stanowiskach, w 12 aglomeracjach oraz w 18 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 2016 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były niskie - mieściły się w granicach od 0.7 ng/m³ do 4.4 ng/m³ (tab. 3.10-2). Najniższe wartości uzyskano z pomiarów w Wałbrzychu. Najwyższe stężenie odnotowano na stanowisku pomiarowym w Kaliszu (tab. 3.10-2, rys. 3.10-1). Jego wartość była jednak niska, nie przekraczała jednej czwartej poziomu docelowego. Na żadnym ze stanowisk w rozważanych miastach i aglomeracjach stężenia niklu nie przekroczyły poziomu docelowego.

Tabela 3.10-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń niklu prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

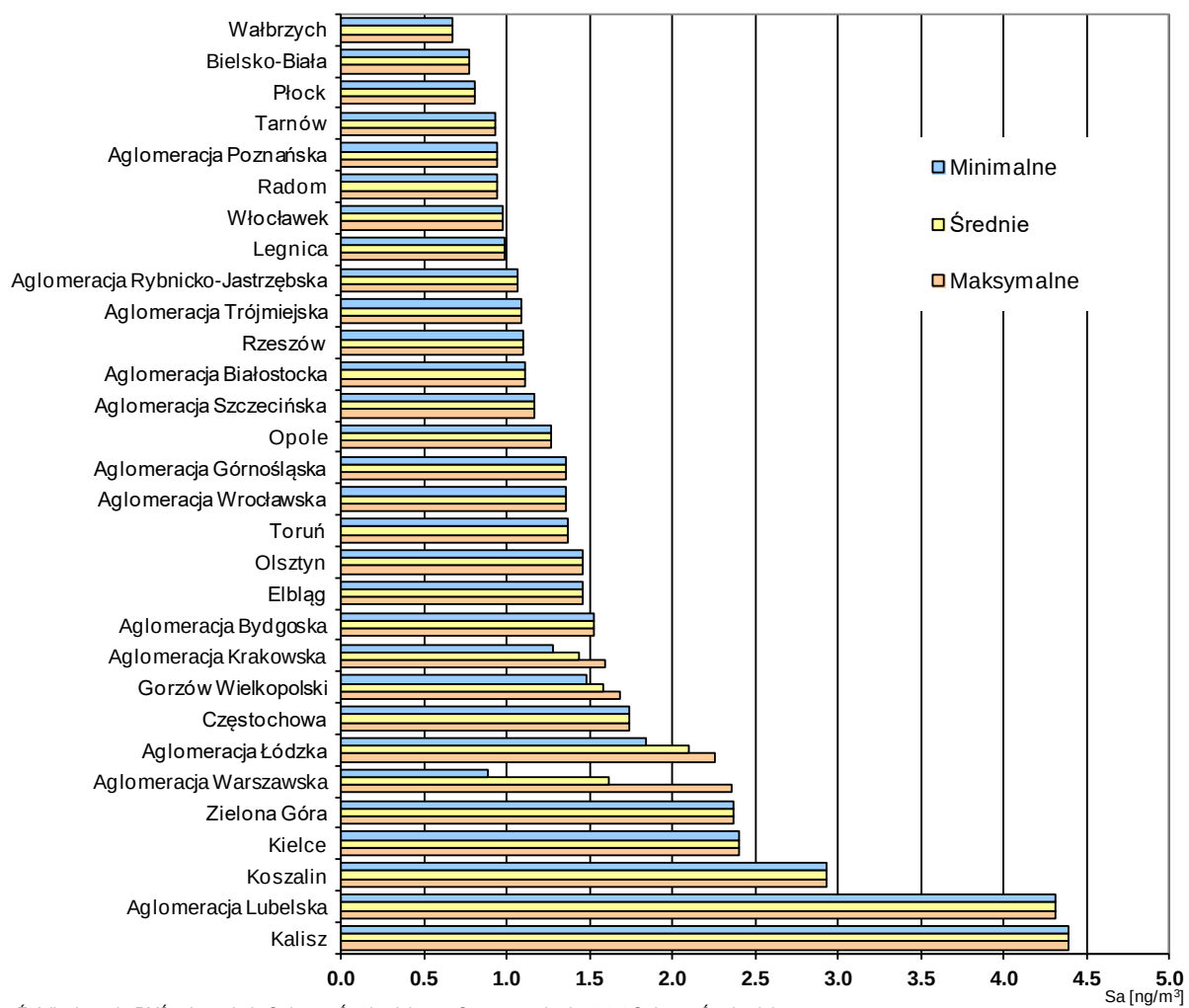
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Aglomeracja /miasto	Stężenie średnie roczne Ni			
		Liczba stanowisk ¹⁾	Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1	1.1	1.1	1.1
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1.5	1.5	1.5
3	Aglomeracja Górnośląska	1	1.4	1.4	1.4
4	Aglomeracja Krakowska	2	1.3	1.44	1.6
5	Aglomeracja Lubelska	1	4.3	4.3	4.3
6	Aglomeracja Łódzka	3	1.8	2.10	2.3
7	Aglomeracja Poznańska	1	0.9	0.9	0.9
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1.1	1.1	1.1
9	Aglomeracja Szczecińska	1	1.2	1.2	1.2
10	Aglomeracja Trójmiejska	1	1.1	1.1	1.1
11	Aglomeracja Warszawska	2	0.9	1.62	2.4
12	Aglomeracja Wrocławska	1	1.4	1.4	1.4
13	Bielsko-Biała	1	0.8	0.8	0.8
14	Częstochowa	1	1.7	1.7	1.7
15	Elbląg	1	1.5	1.5	1.5
16	Gorzów Wielkopolski	2	1.5	1.58	1.7
17	Kalisz	1	4.4	4.4	4.4
18	Kielce	1	2.4	2.4	2.4
19	Koszalin	1	2.9	2.9	2.9
20	Legnica	1	1.0	1.0	1.0
21	Olsztyn	1	1.5	1.5	1.5
22	Opole	1	1.3	1.3	1.3
23	Płock	1	0.8	0.8	0.8
24	Radom	1	0.9	0.9	0.9
25	Rzeszów	1	1.1	1.1	1.1
26	Tarnów	1	0.9	0.9	0.9
27	Toruń	1	1.4	1.4	1.4
28	Wałbrzych	1	0.7	0.7	0.7
29	Włocławek	1	1.0	1.0	1.0
30	Zielona Góra	1	2.4	2.4	2.4
Suma końcowa		35	0.7	1.60	4.4

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju



Rys. 3.10-1. Wartości średnich rocznych stężeń niklu (Ni) uzyskane w 2016 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* [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1**	Sa

* Całkowita zawartość B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀

**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 2016 rok została przeprowadzona na podstawie wyników pomiarów uzyskanych na 40 stanowiskach, znajdujących się w 12 aglomeracjach i w 18 dużych miastach (o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys.).

W 8 aglomeracjach/miastach podstawę oceny stanowiły stężenia z dwóch lub trzech stanowisk w mieście. 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 2016 roku na stanowiskach uwzględnionych w ocenie były wysokie - wynosiły od 1.13 ng/m³ do 13.36 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 1.61 ng/m³ w Aglomeracji Warszawskiej do 6.45 ng/m³ w Aglomeracji Łódzkiej.

Wartości nie przekraczające poziomu docelowego B(a)P w powietrzu, uzyskano jedynie z pomiarów na stanowisku w Aglomeracji Białostockiej (1.13 ng/m³), Olsztynie (1.28 ng/m³) i na jednej ze stacji w Warszawie (1.49 ng/m³). Na pozostałych stanowiskach (37 z 40) wartości stężenia średniego rocznego B(a)P były wyższe od poziomu docelowego.

Podobnie jak w poprzednich latach, najwyższe wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu uzyskano na stanowisku znajdującym się na terenie Aglomeracji Rybnicko-

Jastrzębskiej. Bardzo wysokie stężenia B(a)P, przekraczające więcej niż pięciokrotnie poziom docelowy, zanotowano także w Aglomeracji Łódzkiej, Aglomeracji Górnośląskiej, Aglomeracji Krakowskiej, Bielsku-Białej, Kielcach, Legnicy i w Wałbrzychu (tab. 3.11-2, rys. 3.11-1).

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 2014 roku emisja z procesów spalania poza przemysłem stanowiła ok. 86% całkowitej emisji krajowej B(a)P. 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 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Aglomeracja / miasto	Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	Aglomeracja Białostocka	1		1.1	1.1	1.1
2	Aglomeracja Bydgoska	1	1	4.9	4.9	4.9
3	Aglomeracja Górnośląska	2	2	5.8	5.99	6.2
4	Aglomeracja Krakowska	2	2	5.0	5.08	5.2
5	Aglomeracja Lubelska	1	1	1.8	1.8	1.8
6	Aglomeracja Łódzka	3	3	6.0	6.45	7.3
7	Aglomeracja Poznańska	1	1	2.3	2.3	2.3
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	13.4	13.4	13.4
9	Aglomeracja Szczecińska	2	2	1.8	1.97	2.2
10	Aglomeracja Trójmiejska	1	1	2.5	2.5	2.5
11	Aglomeracja Warszawska	3	2	1.5	1.61	1.7
12	Aglomeracja Wrocławska	2	2	3.8	4.03	4.3
13	Bielsko-Biała	1	1	6.1	6.1	6.1
14	Częstochowa	1	1	3.7	3.7	3.7
15	Elbląg	1	1	1.8	1.8	1.8

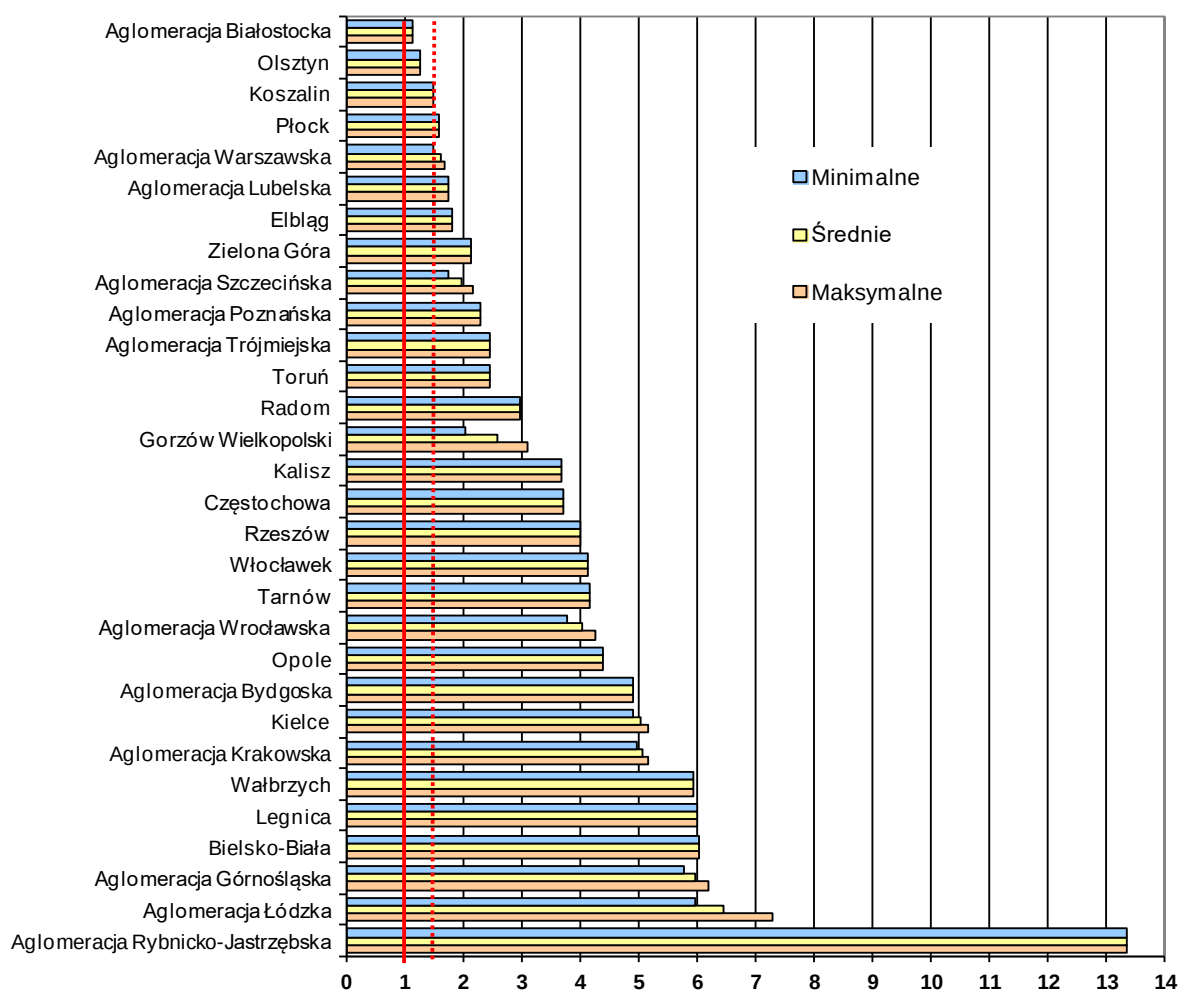
Lp.	Aglomeracja / miasto	Liczba stanowisk uwzględnionych ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
16	Gorzów Wielkopolski	2	2	2.0	2.58	3.1
17	Kalisz	1	1	3.7	3.7	3.7
18	Kielce	2	2	4.9	5.03	5.2
19	Koszalin	1	1	1.5	1.5	1.5
20	Legnica	1	1	6.0	6.0	6.0
21	Olsztyn	1		1.3	1.3	1.3
22	Opole	1	1	4.4	4.4	4.4
23	Płock	1	1	1.6	1.6	1.6
24	Radom	1	1	3.0	3.0	3.0
25	Rzeszów	1	1	4.0	4.0	4.0
26	Tarnów	1	1	4.2	4.2	4.2
27	Toruń	1	1	2.5	2.5	2.5
28	Wałbrzych	1	1	5.9	5.9	5.9
29	Włocławek	1	1	4.2	4.2	4.2
30	Zielona Góra	1	1	2.1	2.1	2.1
	Razem	40	37	1.1	3.88	13.4

Objaśnienia do tabeli 3.11-2:

¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

²⁾ liczba stanowisk, na których wartość stężenia średniego rocznego Sa 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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

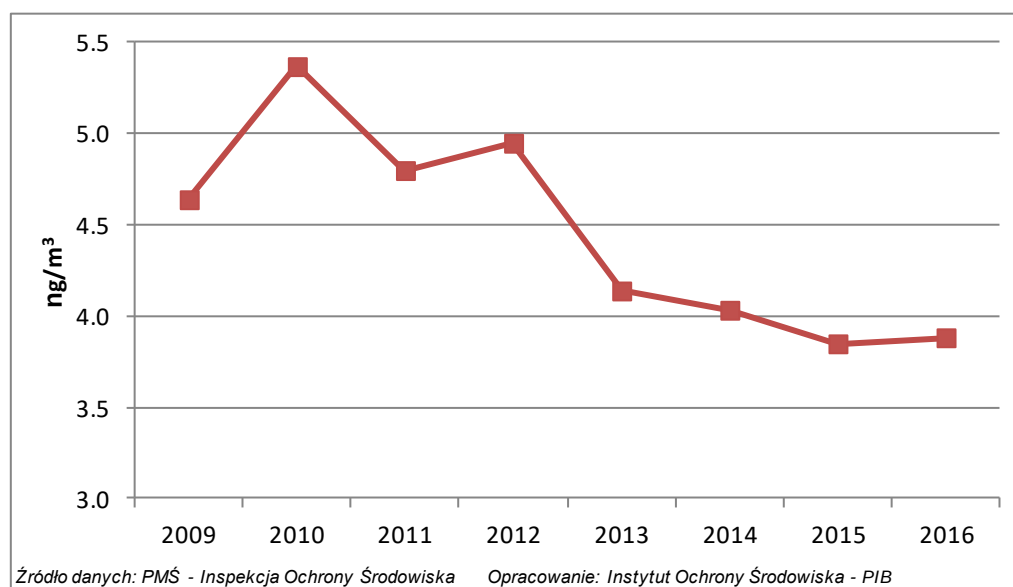


Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 3.11-1. Wartości średnich rocznych stężeń benzo(a)pirenu (BaP) uzyskane w 2016 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.3.11-2). Wartości wskaźnika dla lat 2009-2016 pokazują, że najwyższe stężenia B(a)P wystąpiły w 2010 r. W roku tym notowano wysokie stężenia również innych zanieczyszczeń, w tym PM10 i PM2.5. 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%). Stężenia w latach 2013 -2016 były niższe niż stężenia B(a)P w poprzednich 4 latach. W okresie 2010-2016 wartość wskaźnika spadła z 5.37 ng/m³ do 3.88 ng/m³, czyli o ok. 28% w stosunku do wartości z 2010 r.



Rys. 3.11-2. Stężenie średnie roczne B(a)P w latach 2009-2016, 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 2016 roku dokonano na podstawie wyników pomiarów z 50 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 2016 roku od $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (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 $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W aglomeracjach lub miastach, w których uwzględniono pojedyncze stanowiska, średnie roczne stężenia PM_{2.5} na tych stanowiskach wynosiły od $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Najniższe wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM_{2.5}, 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. 3.12-1).

Najwyższe wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM_{2.5}, uśrednionych w skali miasta, uzyskano w Aglomeracji Krakowskiej. Spośród miast i aglomeracji, gdzie w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z jednego stanowiska, najwyższe wartości uzyskano w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (rys. 3.12-1).

Stężenia średnie roczne na stanowiskach z najwyższymi stężeniami w danej aglomeracji lub mieście, mieściły się w granicach od $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenia Sa uzyskano na stanowisku „komunikacyjnym” znajdującym się na terenie Aglomeracji Krakowskiej. Spośród stanowisk tła miejskiego, najwyższe stężenie średnie roczne PM_{2.5} zanotowano również w Gliwicach w Aglomeracji Górnośląskiej ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

W 2016 r. przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych PM_{2.5} wystąpiły na 14 z 50 stanowisk. W 10 z 30 rozważanych aglomeracji i miast przekroczenia dopuszczalnych stężeń PM_{2.5} miały miejsce przynajmniej na jednym stanowisku. Spośród 13 miast i aglomeracji, dla których w ocenie wykorzystano wyniki pomiarów z więcej niż jednego stanowiska, w 2 aglomeracjach przekroczenia wystąpiły jednocześnie na wszystkich stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w ocenie (Aglomeracja Krakowska, Aglomeracja Górnośląska). Przekroczenia wystąpiły też w 3 z 17 miast i aglomeracji, w których oceny dokonano na podstawie wyników z jednego stanowiska (tab. 3.12-2, rys. 3.12-1).

Tabela 3.12-2. Wartości parametrów obliczonych na podstawie pomiarów stężeń PM_{2.5}, prowadzonych w 2016 r. w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Aglomeracja/miasto	Stężenie średnie roczne PM _{2.5}				
		Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami 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		17	18.2	19
2	Aglomeracja Bydgoska	2		15	18.8	23

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]
3	Aglomeracja Górnośląska	3	3	27	31.1	34
4	Aglomeracja Krakowska	3	3	29	32.4	38
5	Aglomeracja Lubelska	2	1	19	22.9	27
6	Aglomeracja Łódzka	4	1	19	22.4	27
7	Aglomeracja Poznańska	1		24	24	24
8	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	1	1	29	29	29
9	Aglomeracja Szczecińska	2		15	17.4	19
10	Aglomeracja Trójmiejska	2		10	11.5	13
11	Aglomeracja Warszawska	4	1	19	22.7	26
12	Aglomeracja Wrocławska	3	1	23	24.8	27
13	Bielsko-Biała	1	1	28	28	28
14	Częstochowa	1		25	25	25
15	Elbląg	1		16	16	16
16	Gorzów Wielkopolski	1		18	18	18
17	Kalisz	1	1	27	27	27
18	Kielce	2		19	21.2	24
19	Koszalin	1		13	13	13
20	Legnica	1		25	25	25
21	Olsztyn	1		16	16	16
22	Opole	1		23	23	23
23	Płock	2		20	21.1	22
24	Radom	2	1	23	24.3	26
25	Rzeszów	1		22	22	22
26	Tarnów	1		24	24	24
27	Toruń	1		18	18	18
28	Wałbrzych	1		19	19	19
29	Włocławek	1		21	21	21
30	Zielona Góra	1		19	19	19
	Razem	50	14	10	22.5	38

Objaśnienia do tabeli 3.12-2:

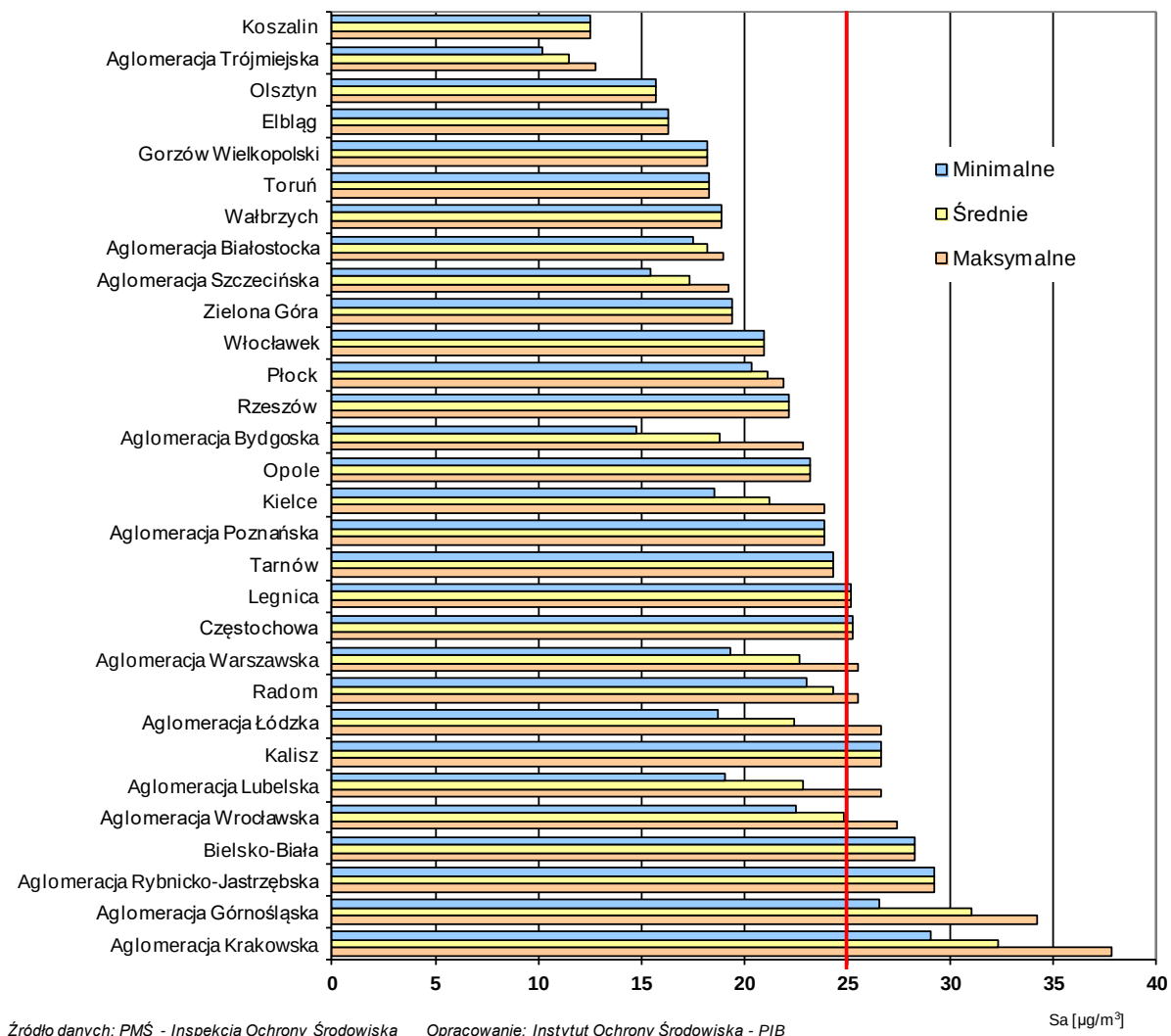
¹⁾ liczba stanowisk uwzględnionych w ocenie

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 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w aglomeracji/mieście/kraju

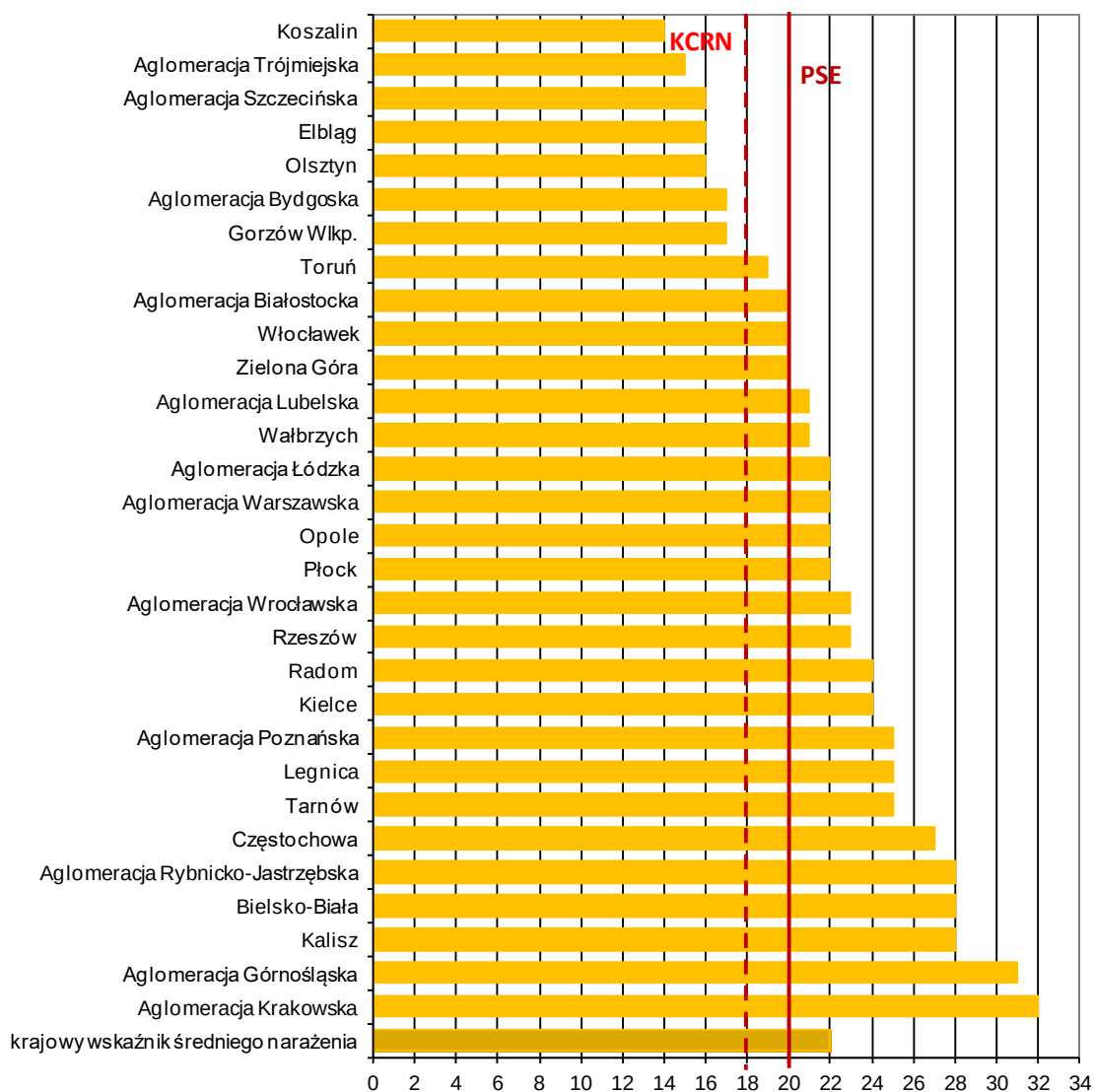
Głównym źródłem emisji pyłu PM2.5 w Polsce jest sektor bytowo-komunalny a także, w mniejszym stopniu, energetyka zawodowa i przemysłowa oraz środki transportu (ruch drogowy). W skład pyłu PM2.5 wchodzi także cząstki wtórnego aerozolu, powstającego

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. 3.12-1. Średnie roczne stężenia pyłu PM_{2.5} uzyskane z pomiarów prowadzonych w 2016 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 2016 oblicza się na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{2.5} z lat 2014, 2015 i 2016. Wartości wskaźników dla roku 2016 przedstawiono na rys. 3.12-2.



Rys. 3.12-2. Wskaźniki średniego narażenia WM i krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2016 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 $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Najniższą wartość wskaźnika uzyskano w Koszalinie ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$), najwyższą w Aglomeracji Krakowskiej ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

W większości rozważanych miast i aglomeracji wartości wskaźników przekraczały pułap stężenia ekspozycji (PSE) oraz poziom Krajowego Celu Redukcji Narażenia (KCRN). W 19 miastach i aglomeracjach wskaźnik średniego narażenia był w 2016 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji ($\text{PSE}=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w 11 niższy od lub równy tej wartości.

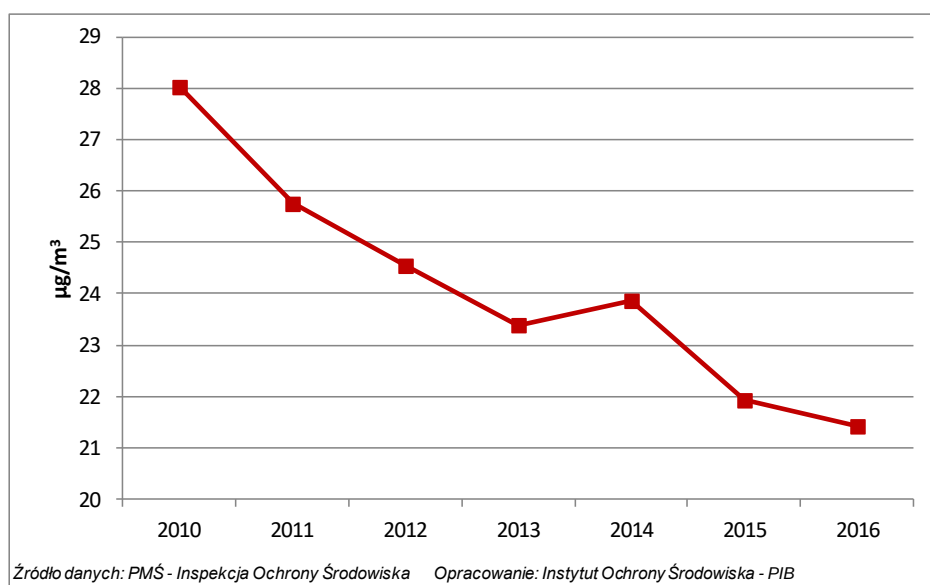
W miastach i aglomeracjach południowej części Polski wskaźniki są z reguły wyższe niż w centrum i na północy kraju. W dwóch aglomeracjach w tym rejonie Polski wartości wskaźnika WM przekraczają $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W pasie województw północnych, od woj.

zachodniopomorskiego do podlaskiego i dodatkowo w woj. kujawsko-pomorskim oraz lubuskim, wartości wskaźników WM nie przekraczają pułapu stężenia ekspozycji ($PSE=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2016 roku wynosił $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość wyższa zarówno od poziomu pułapu stężenia ekspozycji ($PSE=20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), jak i od poziomu krajowego celu redukcji narażenia ($KCRN=18 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Trendy zmian stężeń pyłu PM2.5

Trend zmian stężeń pyłu PM2.5 w dużych miastach i aglomeracjach zaprezentowano przy pomocy wskaźnika, którego wartość oblicza się dla każdego roku jako średnią arytmetyczną ze stężeń średnich rocznych PM2.5 uzyskanych ze stałego zbioru 32 stanowisk, z których wyniki pomiarów uwzględniane są przy obliczaniu krajowego wskaźnika średniego narażenia.



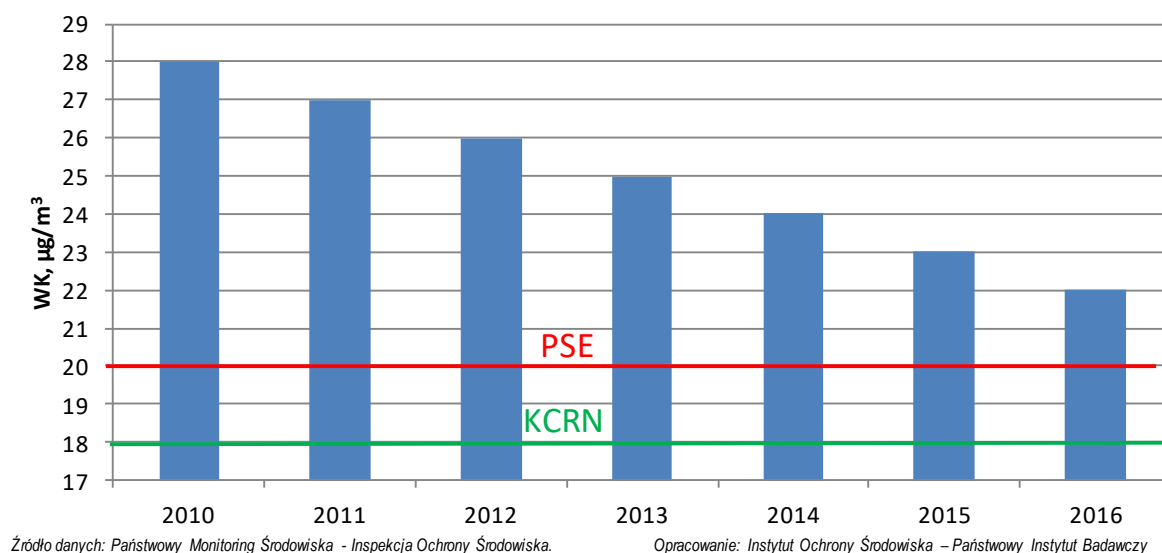
Rys. 3.12-3. Stężenie średnie roczne PM2.5 w latach 2010-2016, uśrednione dla zbioru 32 stanowisk znajdujących się na terenie aglomeracji i dużych miast, uwzględnianych przy obliczaniu wskaźnika średniego narażenia

Wartości wskaźnika dla lat 2010-2016 (rys. 3.12-3) pokazują, że najwyższe stężenia PM2.5 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 PM2.5 - 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 siedmiolecia objętego analizą, i niższe o 26% niż w 2010 r.

Spadkowy trend stężeń pyłu PM_{2.5} potwierdza też stały spadek wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia WK (o 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na rok), określonego na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5} prowadzonych na 32 wytypowanych stanowiskach tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach (rys. 3.12-4). 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 2010-2016 wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia (WK) obniżyły się z 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2010 r. do 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2016 r. W całym rozważanym okresie wskaźniki WK przewyższały wartość pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

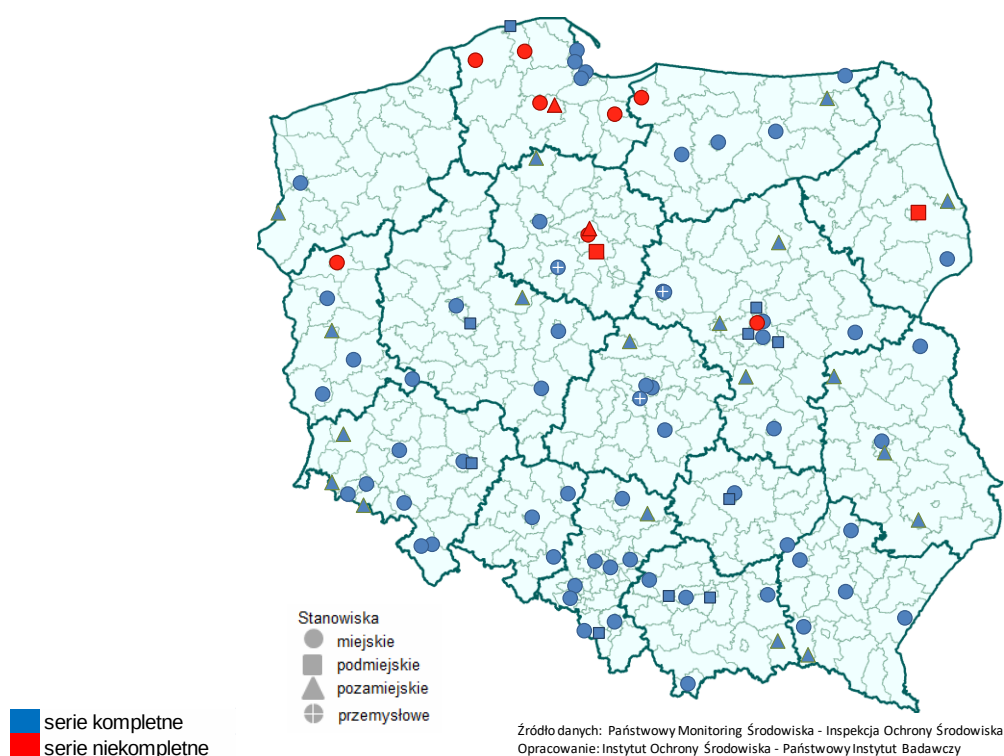


Rys. 3.12-4. Zmiany krajowego wskaźnika średniego narażenia PM_{2.5} w latach 2010-2016 w odniesieniu do wartości pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz krajowego celu redukcji narażenia (KCRN=18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

4. Ocena zanieczyszczenia powietrza ozonem w skali kraju

4.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń ozonu

Informacje o stężeniach ozonu w Polsce w 2016 r. uzyskano ze 101 stanowisk pomiarowych: 68 miejskich (w tym 20 zlokalizowanych na terenie aglomeracji), 12 podmiejskich oraz 21 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 2016 r. przedstawiono na rys. 4.1-1. Pomiary stężeń ozonu na wszystkich stanowiskach prowadzone były zgodnie z metodyką referencyjną (fotometria UV).

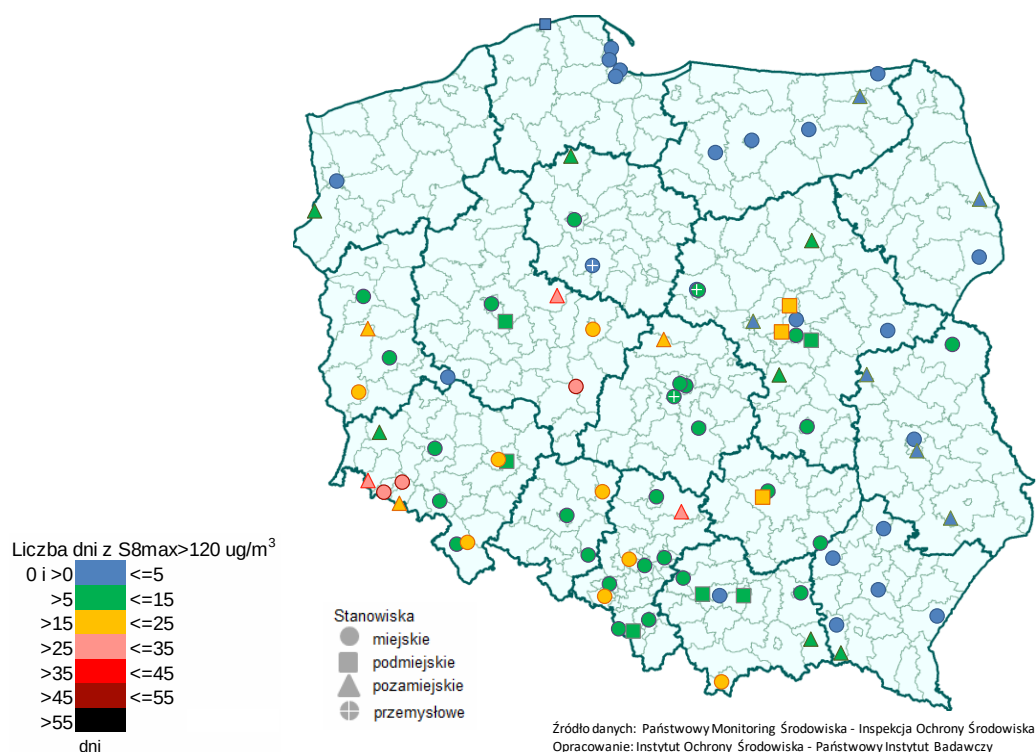


Rys. 4.1-1. Stanowiska pomiarowe stężeń ozonu, z których wyniki z 2016 r. wykorzystano w opracowaniu

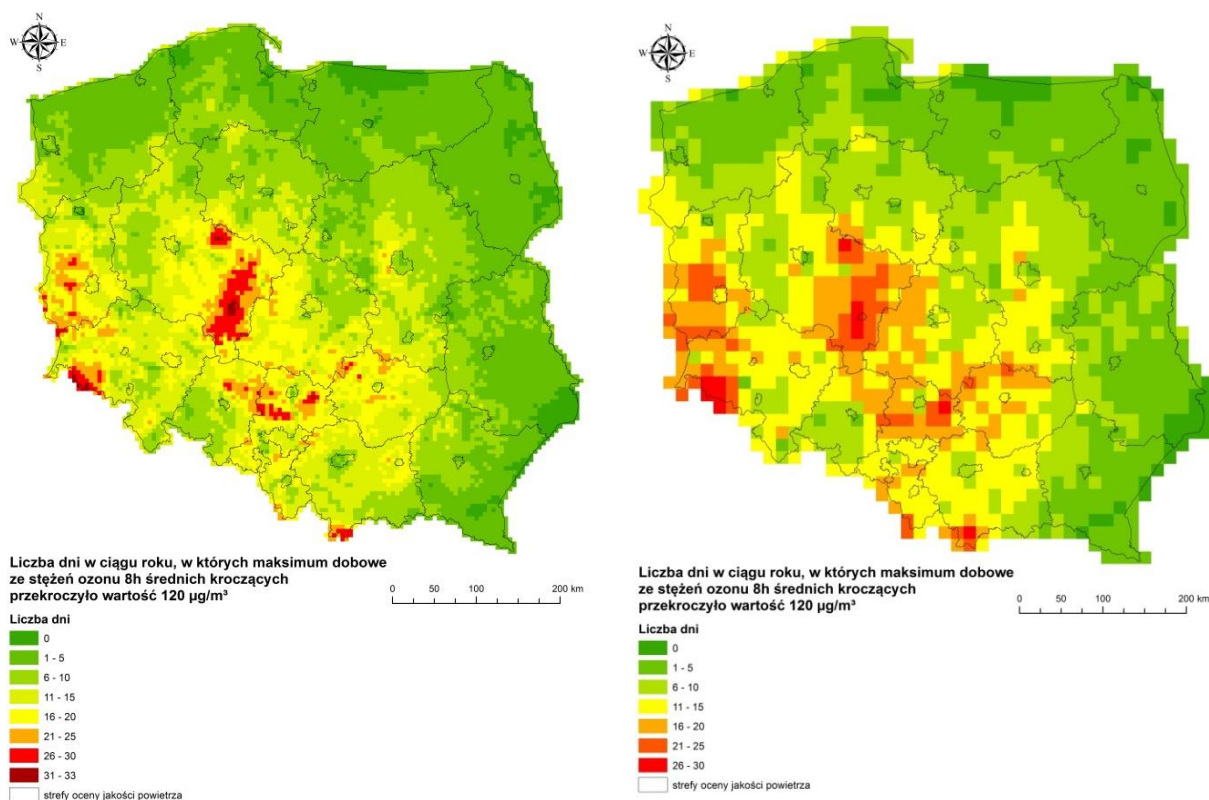
4.2. Informacje o stężeniach ozonu w 2016 roku

W 2016 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 84 z 85 stanowisk pomiarowych z kompletnymi seriami wyników oraz na 10 z 12 stanowisk niespełniających kryteriów kompletności (rys. 4.2-1). Najwięcej dni z przekroczeniem stężenia $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacjach w Szklarskiej Porębie, Kaliszu i w Krzyżówce w woj. wielkopolskim (po 31 dni). Na 6 stanowiskach stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w ciągu więcej niż 25 dni

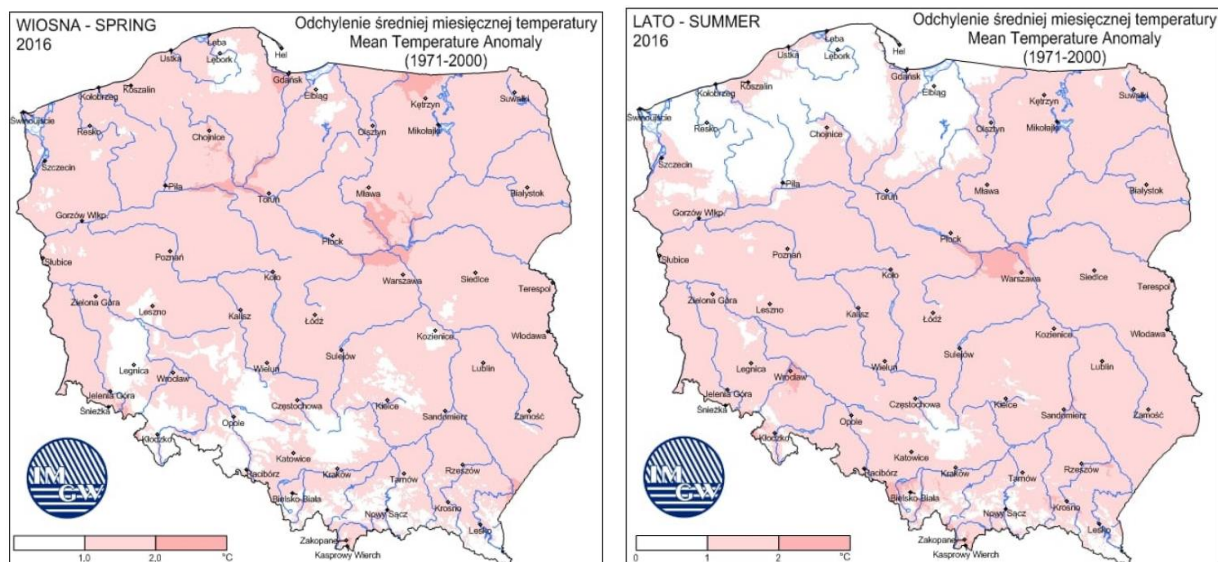
w 2016 r. Na północy i wschodzie Polski wystąpiło najmniej przypadków przekroczeń poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. Najwięcej przypadków przekroczeń wystąpiło w woj. dolnośląskim i wielkopolskim. Na rys. 4.2-2 przedstawiono liczbę dni z rozważanymi przekroczeniami uzyskaną na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości tego parametru są najwyższe w południowo-zachodniej ćwiartce terytorium Polski, najniższe na północy (z wyłączeniem strefy brzegowej Bałtyku) i wschodzie.



Rys. 4.2-1. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2016 r.

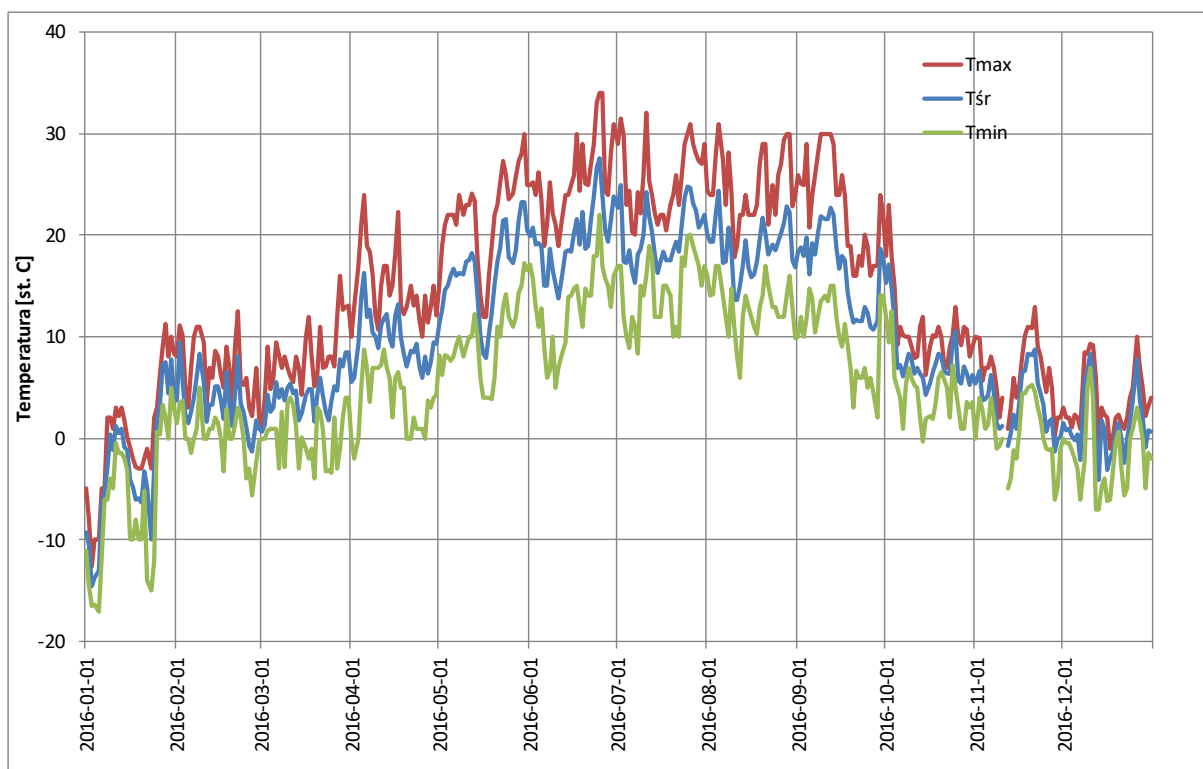


Rys. 4.2-2. Liczba dni z przekroczeniami wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2016 r. oszacowana na podstawie wyników modelowania (w węzłach siatki kwadratów o boku 5 km – lewy rysunek i 15 km – prawy rysunek) i pomiarów. Źródło: Wyniki modelowania stężeń ozonu troposferycznego na potrzeby rocznej oceny jakości powietrza dla roku 2016. Atmoterm 2017



Rys. 4.2-3. Odchylenie średniej temperatury powietrza wiosną i latem 2016 r. od średnich dla wielolecia 1971-2000. Źródło: IMGW-PIB, http://klimat.pogodynka.pl/pl/climate-maps/#Mean_Temperature/Seasonal/2016/1/Spring

W 2016 r. średnia temperatura powietrza wiosną i latem na przeważającym obszarze Polski była wyższa o od 1 do 2 stopni C od średniej dla wielolecia 1971-2000 (rys. 4.2-3) (źródło: IMGW-PIB). W 2015 r. temperatura średnia latem była wyższa od średniej dla wielolecia o 2-3 stopnie C. W 2016 r. warunki meteorologiczne były więc mniej sprzyjające powstawaniu wysokich stężeń ozonu niż w 2015 r.



Rys. 4.2-4. Temperatura średnia dobową, maksymalna i minimalna na stacji IMGW-PIB Warszawa Okęcie. Źródło: <http://www7.ncdc.noaa.gov/CDO/cdoselect.cmd?datasetabbv=GSOD&countryabbv=&georegionabbv=&resolution=40>

Na rys. 4.2-4 przedstawiono przebieg temperatury powietrza na stacji IMGW-PIB Warszawa Okęcie. W 2016 r. temperatura maksymalna przekraczała 30 st. C w ciągu 8 dni w czerwcu (24-26, 30), lipcu i sierpniu. Wysoka temperatura powietrza i duże nasłonecznienie sprzyjają powstawaniu i utrzymywaniu się w atmosferze wysokich stężeń ozonu.

W 2015 r. dni z temperaturą maksymalną wyższą od 30 st. C było znacznie więcej – 22 dni w roku, w tym 15 dni w sierpniu 2015 r. W rezultacie stężenia ozonu w 2015 r. były wyższe niż w 2016 r.

Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach przedstawiono na rysunku 4.2-5 (mozaika). Na rysunku, dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia

maksymalnego 8-godzinnego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2016 r. oraz liczbę dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

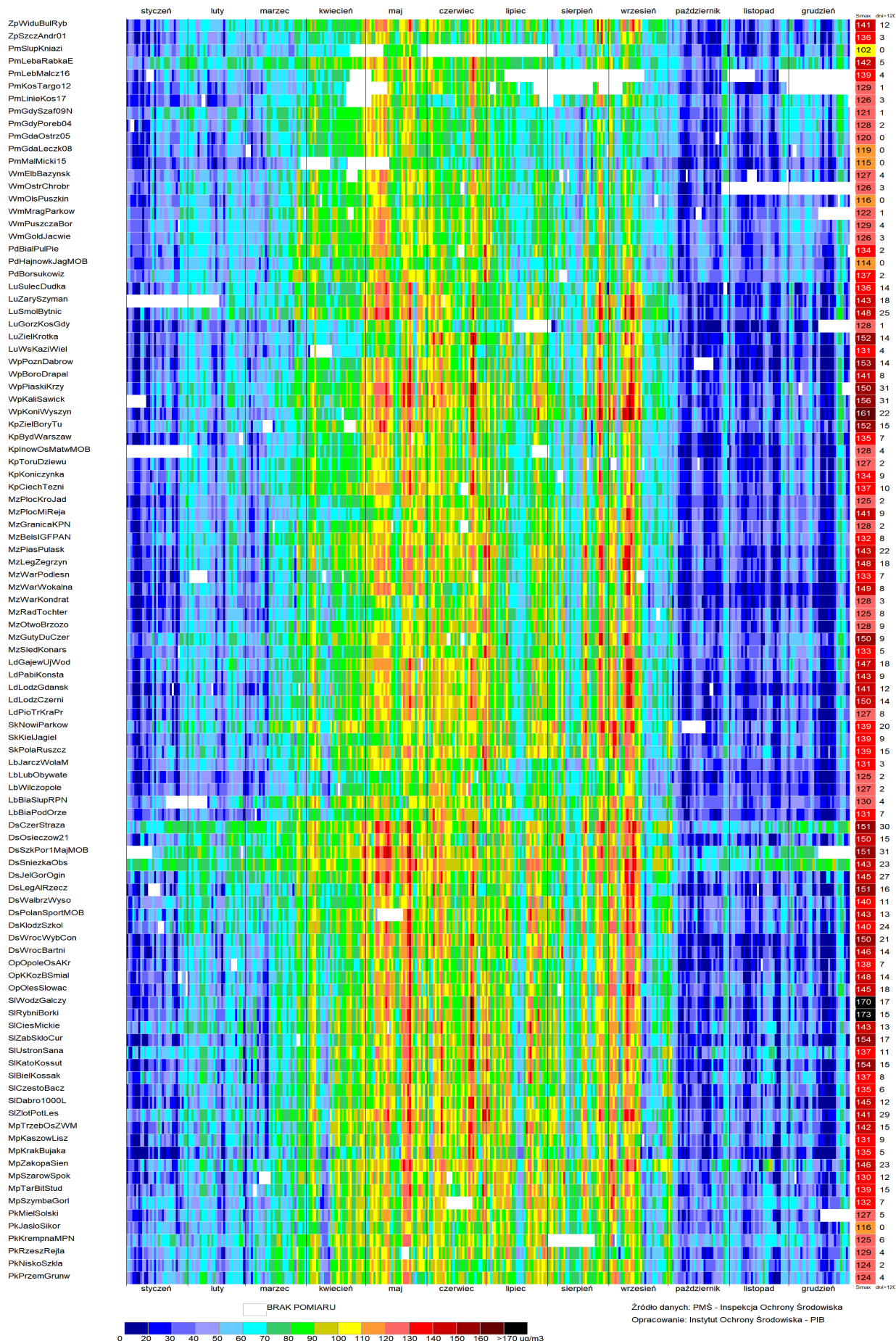
Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w większych stężeniach przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, w atmosferze zawierającej tzw. prekursory ozonu (tlenki azotu, węglowodory i inne substancje uczestniczące w procesie powstawania ozonu w troposferze). Poziom stężenia ozonu w danym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

W 2016 r. wysokie stężenia ozonu na większości stanowisk notowane były okresowo od kwietnia do września. W sezonie ciepłym 2016 r., podobnie jak w latach poprzednich, występowały kilkudniowe okresy z wysokimi stężeniami ozonu, rozdzielone okresami z niższymi stężeniami (rys. 4.2-5, 4.2-6, 4.2-7). Najczęściej podwyższone stężenia ozonu notowano jednocześnie na znacznej części obszaru Polski, a w wielu przypadkach, jednocześnie na znacznym obszarze Europy.

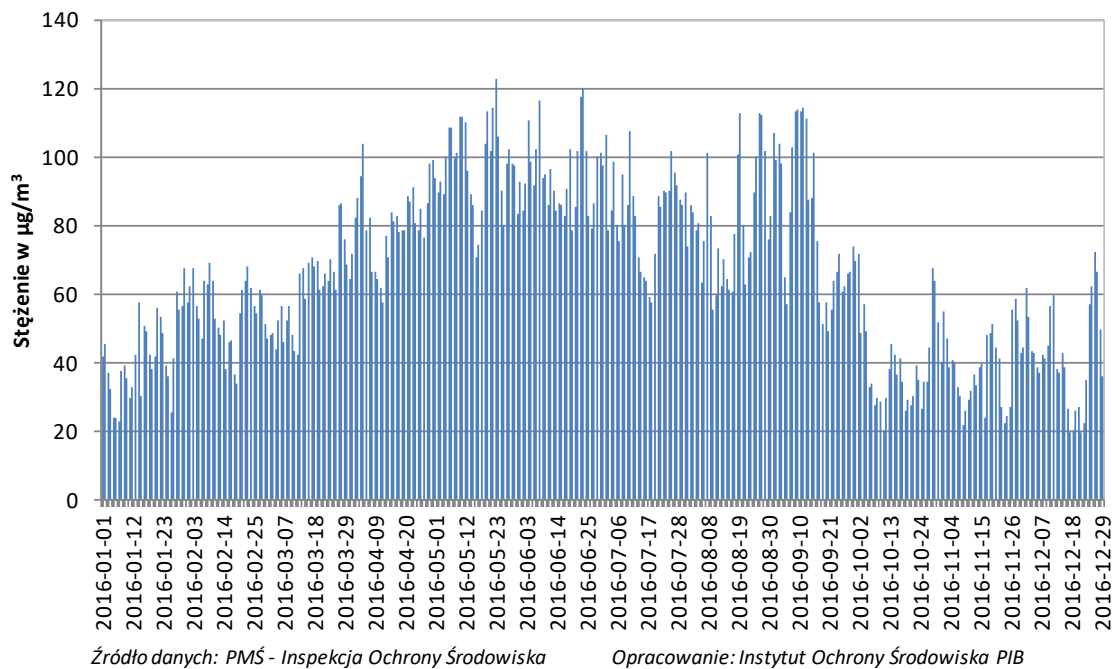
W 2016 r. wyraźnie wyższe stężenia niż w pozostałe dni wystąpiły na znacznej powierzchni kraju w okresach:

- 22-23.05.2016,
- 8.06.2016,
- 23-24.06.2016,
- 9-13.09.2016.

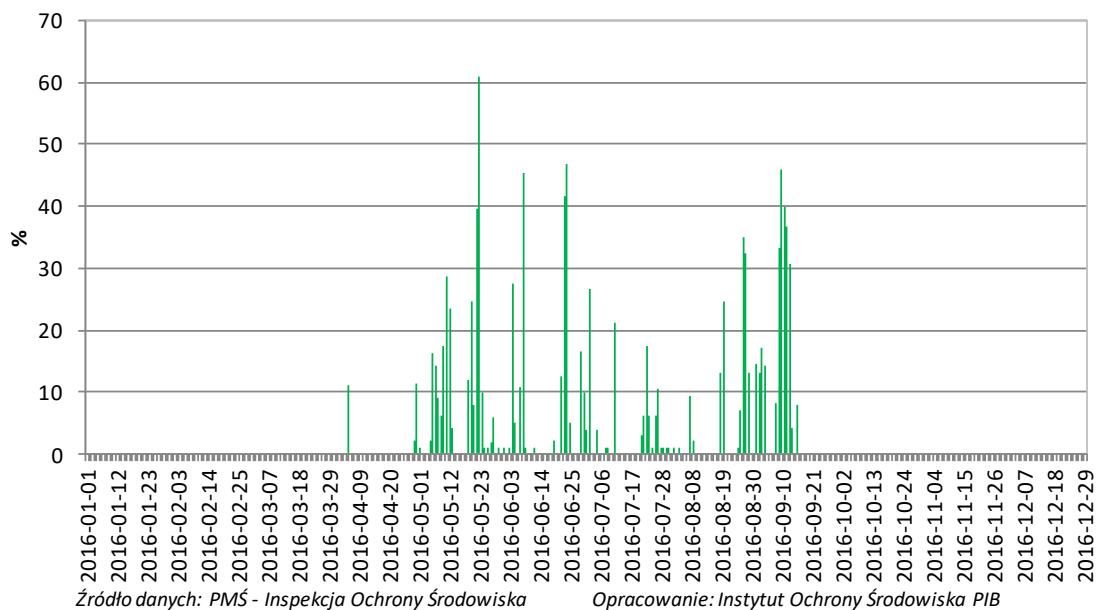
Stężenia ozonu w 2016 r. były niższe niż w 2015 r., przekroczenia poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. występowały rzadziej i na mniejszej liczbie stacji niż rok wcześniej.



Rys. 4.2-5. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 8-godz. ozonu w 2016 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz -mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)



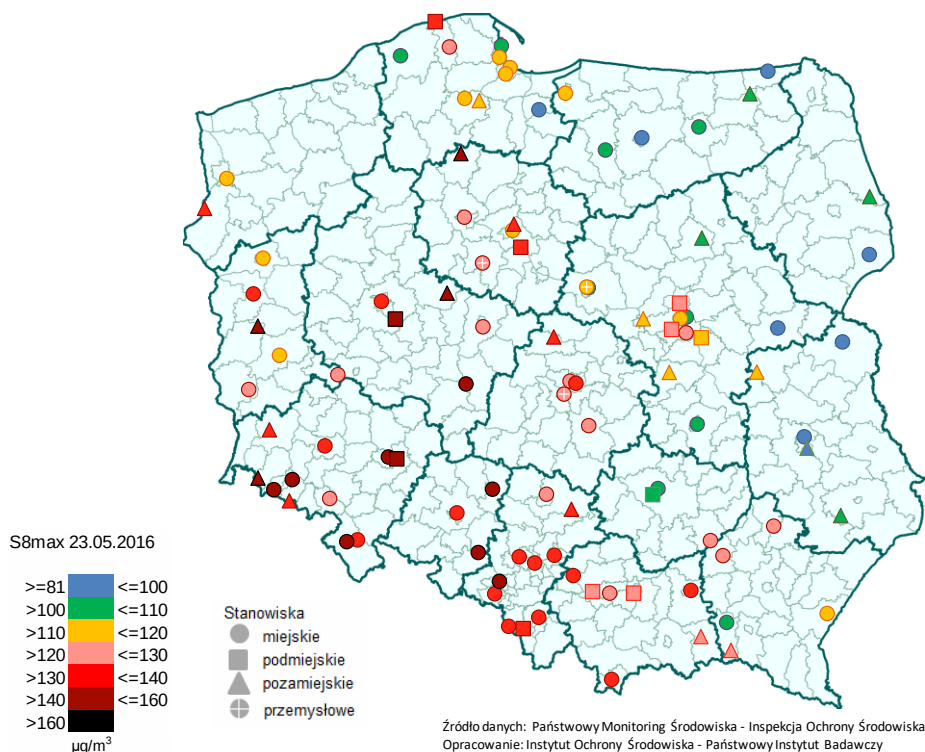
Rys. 4.2-6. Uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju maksima dobowe ze stężeń 8-godz. ozonu w 2016 r.



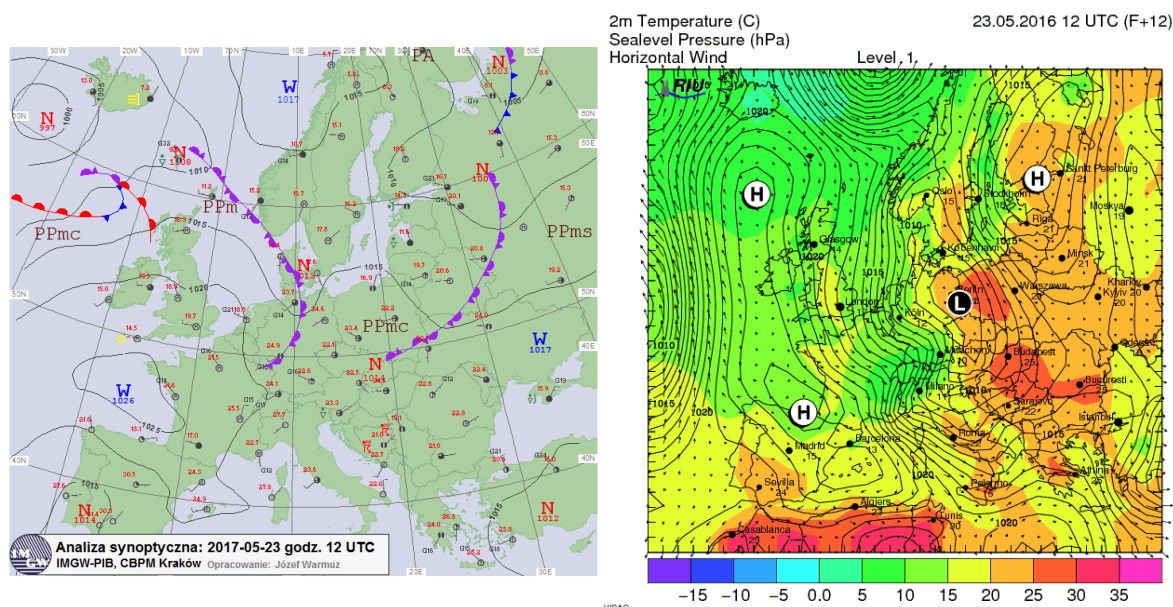
Rys. 4.2-7. Procent stanowisk, na których w danym dniu 2016 r. wystąpiło stężenie 8 godz. ozonu wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$

W pierwszym z wymienionych wyżej okresów z wysokimi stężeniami ozonu (22-23.05.2016 r.), kulminacja stężeń wystąpiła w dniu 23 maja (rys. 4.2-8). W tym dniu stężenia 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na 61% stanowisk w Polsce. Przekroczenia wystąpiły w 13 województwach. Polska znajdowała się wówczas w obszarze płytkiego niżu, w masie powietrza polarnego morskiego ciepłego (rys. 4.2-9). Było bardzo

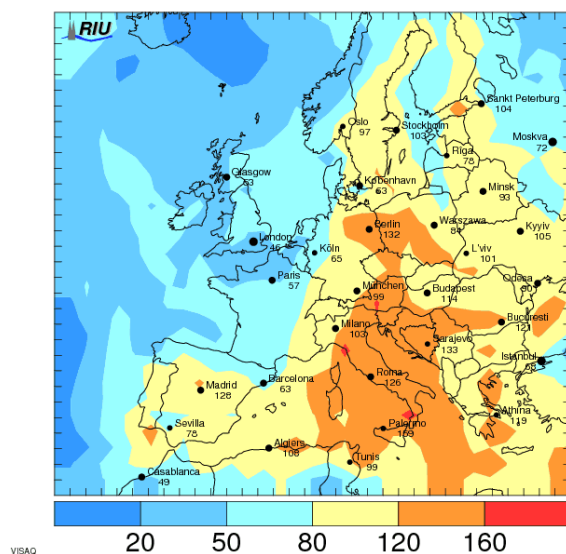
ciepło jak na maj, temperatura przekraczała 27 stopni C, było pogodnie. Były to warunki sprzyjające powstawaniu i utrzymywaniu się w powietrzu podwyższonych stężeń ozonu nie tylko na terenie Polski, ale również na znacznym obszarze Europy: od Włoch i Chorwacji poprzez Austrię, Czechy po Niemcy i Polskę (rys. 4.2-10).



Rys. 4.2-8. Maksima dzienne ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu w dniu 23.05.2016 r.

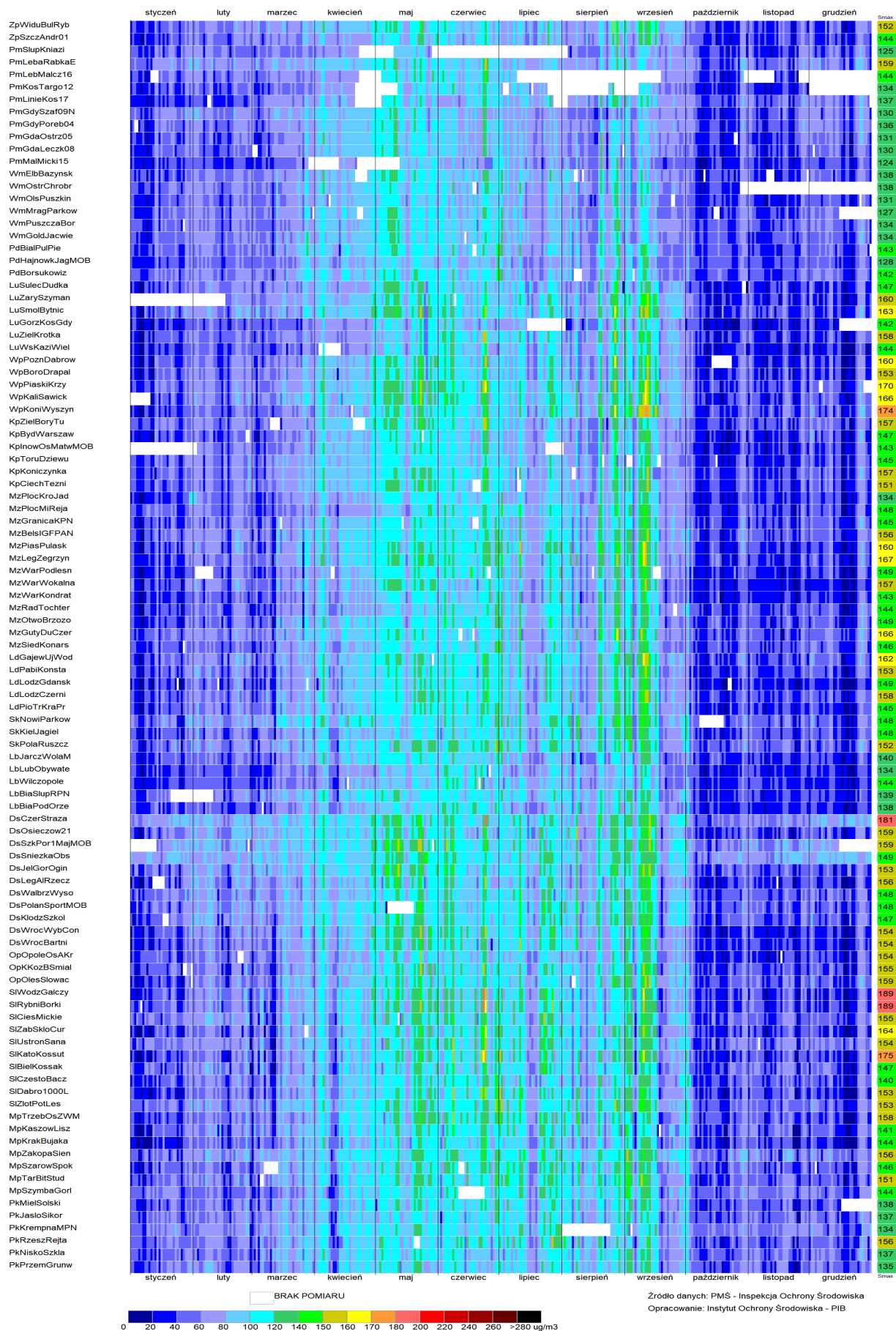


Rys. 4.2-9. Mapa synoptyczna na dzień 23.05.2016 r. g. 12 UTC (Źródło: IMGW-PIB) oraz prognoza sytuacji meteorologicznej w Europie na dzień 23.05.2016 r. Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html



Rys. 4.2-10. Prognoza dobowych stężeń maksymalnych 8-godz. ozonu w Europie na dzień 23.05.2016 r. Źródło: http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/geomet/eurad/index_e.html

W 2016 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 3 stanowiskach (2 w woj. śląskim i 1 w dolnośląskim). Przekroczenia te wystąpiły w dniach 23 i 24 czerwca. Na rysunku 4.2-11 przedstawiono przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2016 r. dla każdego dnia i stanowiska uwzględnionego w ocenie oraz maksimum roczne ze stężeń 1-godz. ozonu na każdym stanowisku.



Rys. 4.2-11. Przebieg maksimów dziennych ze stężeń 1-godz. ozonu w 2016 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)

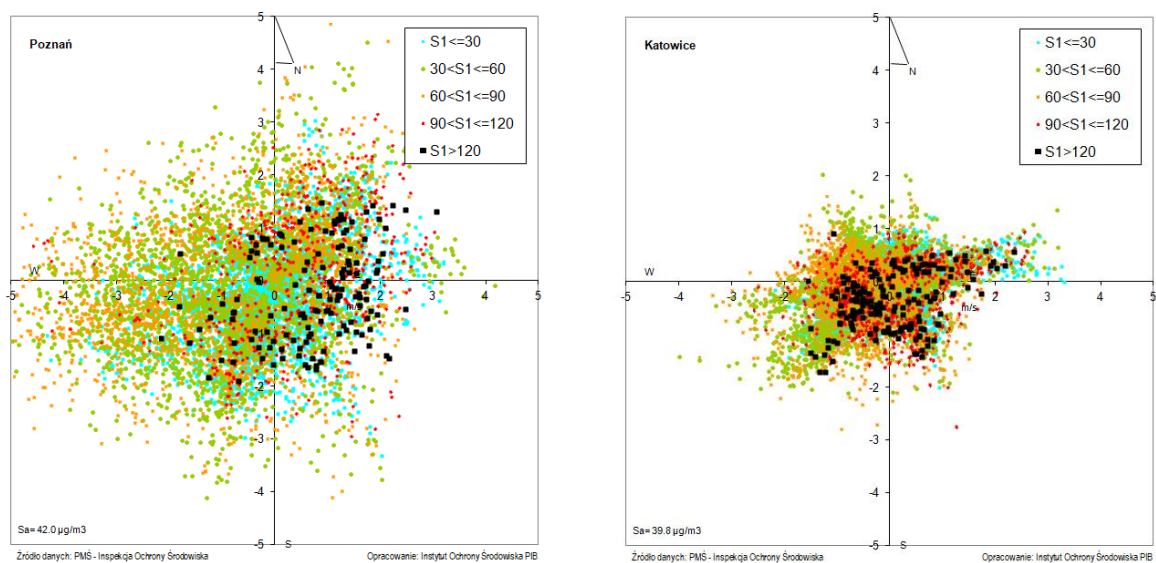
Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na rysunku 4.2-12 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. ozonu w 2016 r. w funkcji kierunku i prędkości wiatru na stacjach w Poznaniu i Katowicach. Każdy punkt na wykresie odpowiada jednej wartości pomiarowej stężenia 1-godz. ozonu. Kolor punktów dobierany jest odpowiednio do wartości stężenia. Najwyższe stężenia, powyżej $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, oznaczane są kolorem czarnym, nieco niższe, z zakresu $80\text{-}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolorem czerwonym, itd. Odległość punktu od środka układu współrzędnych (przecięcie czarnych linii na środku wykresu) odpowiada prędkości wiatru w czasie pomiaru, a kierunek wyznaczony linią punkt-środek wykresu odpowiada kierunkowi wiatru podczas pomiaru.

Z prowadzonych jednocześnie pomiarów stężeń ozonu oraz prędkości i kierunku wiatru na stacji w Poznaniu wynika, że wysokie stężenia ozonu w 2016 r. występowały tu przy wiatrach wiejących praktycznie z każdego kierunku (rys. 4.2-12), ale najwięcej przypadków wysokich stężeń ozonu wystąpiło przy słabych wiatrach z kierunków wschodnich. W przypadku innych stacji, z reguły najwyższe stężenia również występują przy wiatrach ze wszystkich kierunków, ale częstość ich występowania dla poszczególnych kierunków wiatru może być inna niż w rejonie Poznania. Częstość występowania wysokich stężeń w zależności od kierunku napływu powietrza może się zmieniać w kolejnych latach.

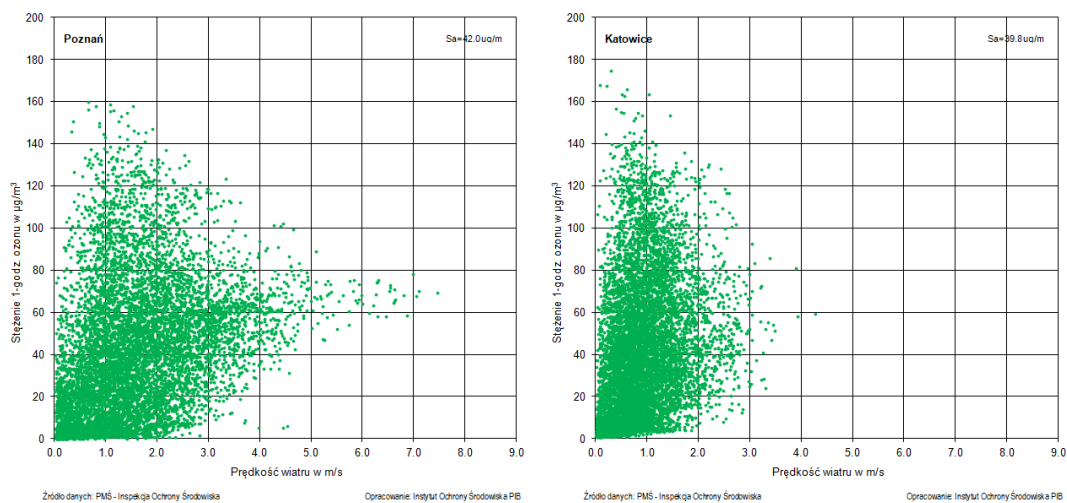
Na stacji w Poznaniu stężenia 1-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ najczęściej występowały przy wiatrach o prędkościach od 0.5 do 2 m/s (rys. 4.2-13). Przy wiatrach o prędkościach powyżej 5 m/s najczęściej występowały stężenia ozonu z zakresu $50\text{-}80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na rysunku 4.2-14 przedstawiono wartości maksimum dobowego stężenia 8-godz. ozonu w 2016 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.

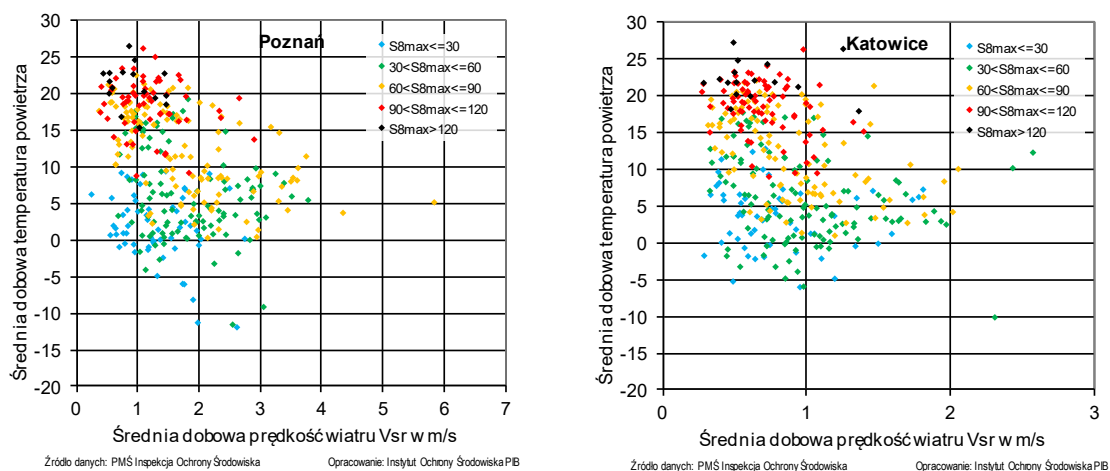
Stężenia 8-godz. przewyższające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały najczęściej w dni, w których średnia dobową temperatura powietrza przekraczała 20°C , a średnia prędkość wiatru nie przekraczała 1.5 m/s w Poznaniu i 1 m/s w Katowicach (rys. 4.2-14). W Poznaniu, w dniach ze średnią prędkością wiatru powyżej 3 m/s, maksymalne 8-godz. stężenia ozonu mieściły się najczęściej w zakresie od 60 do $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$, niezależnie od temperatury powietrza.



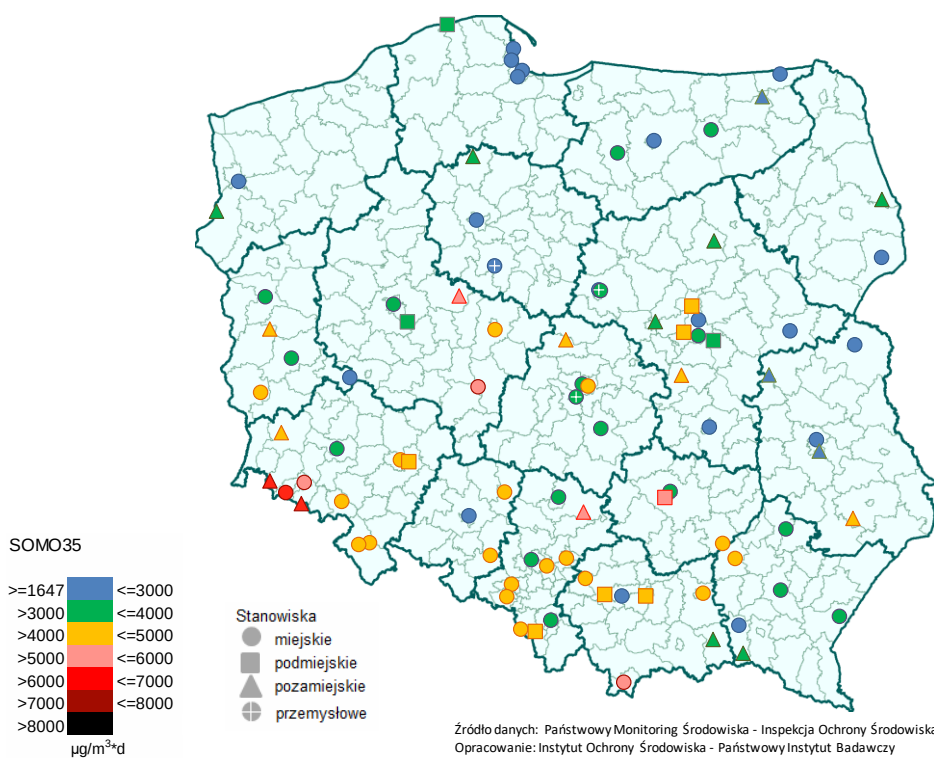
Rys. 4.2-12. Stężenia 1-godz. ozonu w 2016 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacjach w Poznaniu i Katowicach



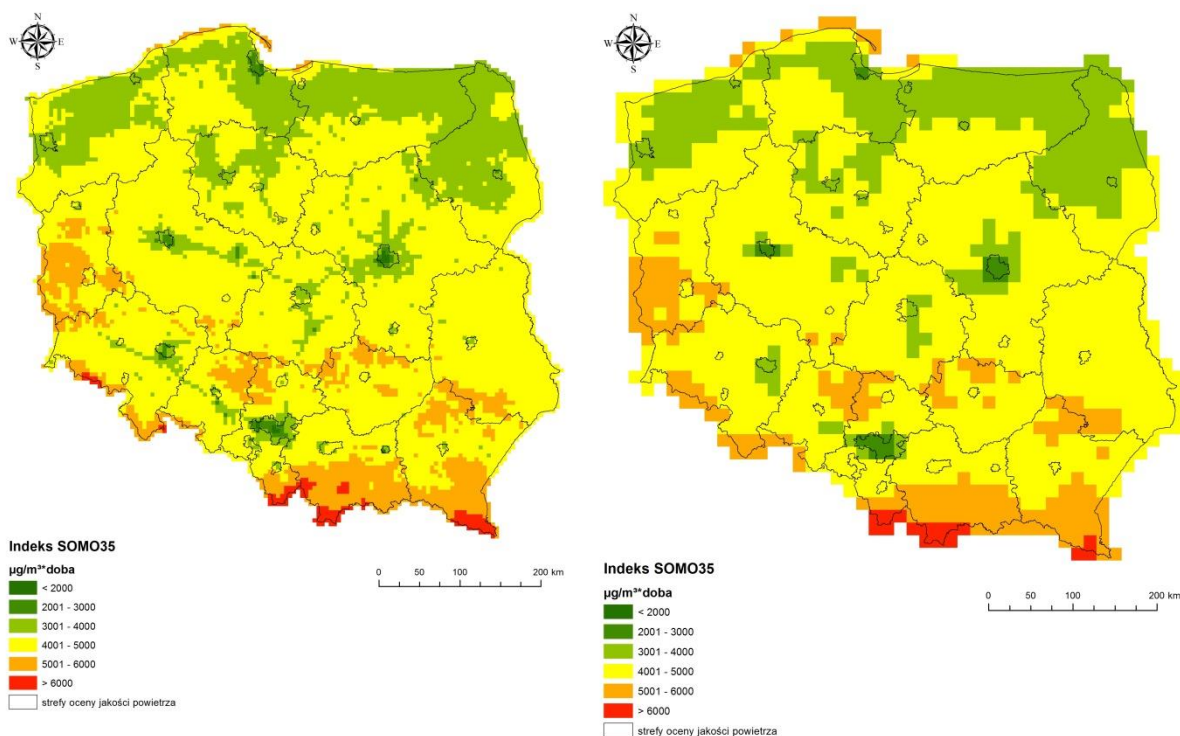
Rys. 4.2-13. Stężenia 1-godz. ozonu w 2016 r. w zależności od prędkości wiatru na stacjach w Poznaniu i Katowicach



Rys. 4.2-14. Maksyma dobowe stężeń 8-godz. ozonu w 2016 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza



Rys. 4.2-15. Wartości parametru SOMO35 w 2016 r. na stanowiskach pomiarowych



Rys. 4.2-16. Wartości parametru SOMO35 w 2016 r. oszacowana na podstawie wyników modelowania i pomiarów (w węzłach siatki kwadratów o boku 5 km – lewy rysunek i 15 km – prawy rysunek). Źródło: Wyniki modelowania stężeń ozonu troposferycznego na potrzeby rocznej oceny jakości powietrza dla roku 2016. *Atmoterm 2017*

Jednym ze wskaźników stosowanych do szacowania wpływu zanieczyszczenia powietrza ozonem na zdrowie jest parametr SOMO35⁵. Jego wartość oblicza się na podstawie maksimum dziennych ze stężeń 8-godz., jako sumę różnic pomiędzy wartością tego stężenia wyrażoną w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a wartością $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (35 ppb), dla każdego dnia w roku, w którym stężenie to jest większe od $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nie jest określona dopuszczalna wartość tego wskaźnika, lecz im większa jest jego wartość, tym zagrożenie zdrowia ludzi jest większe.

Na rys. 4.2-15 przedstawiono wartości wskaźnika SOMO35 obliczonego dla serii z 2016 roku dla poszczególnych stanowisk pomiarowych w kraju. Wartości SOMO35 wynosiły w miastach od $1647 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na stacji w Hajnówce do $6741 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ w Szklarskiej Porębie. Na stacjach podmiejskich i pozamiejskich wartości wskaźnika wynosiły od $2180 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na stacji Wilczopole k. Lublina do $6749 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ na Śnieżce i $6239 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$ w Czerniawie w woj. dolnośląskim. Na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich wartość SOMO35 jest zwykle wyższa niż na stanowiskach zlokalizowanych w miastach. W 2016 r. średnia wartość SOMO35 dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich

⁵ Sum of Ozone Means Over 35 ppb

(4183 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$) była o ok. 15% wyższa od wartości SOMO35 uśrednionej dla stanowisk miejskich i podmiejskich (3574 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{doba}$).

Rozkład przestrzenny parametru SOMO35 w 2016 r. uzyskanego na podstawie wyników modelowania i pomiarów (Atmoterm 2017) wskazuje, że najwyższych wartości tego parametru można oczekiwać w obszarach górskich wzdłuż południowej granicy Polski (rys. 4.2-16). W centralnej i północnej części Polski szacowana wartość parametru SOMO35 jest niższa niż na południu kraju, jedynie w wąskim pasie wybrzeża Bałtyku obliczenia wskazują na występowanie podwyższonych wartości SOMO35.

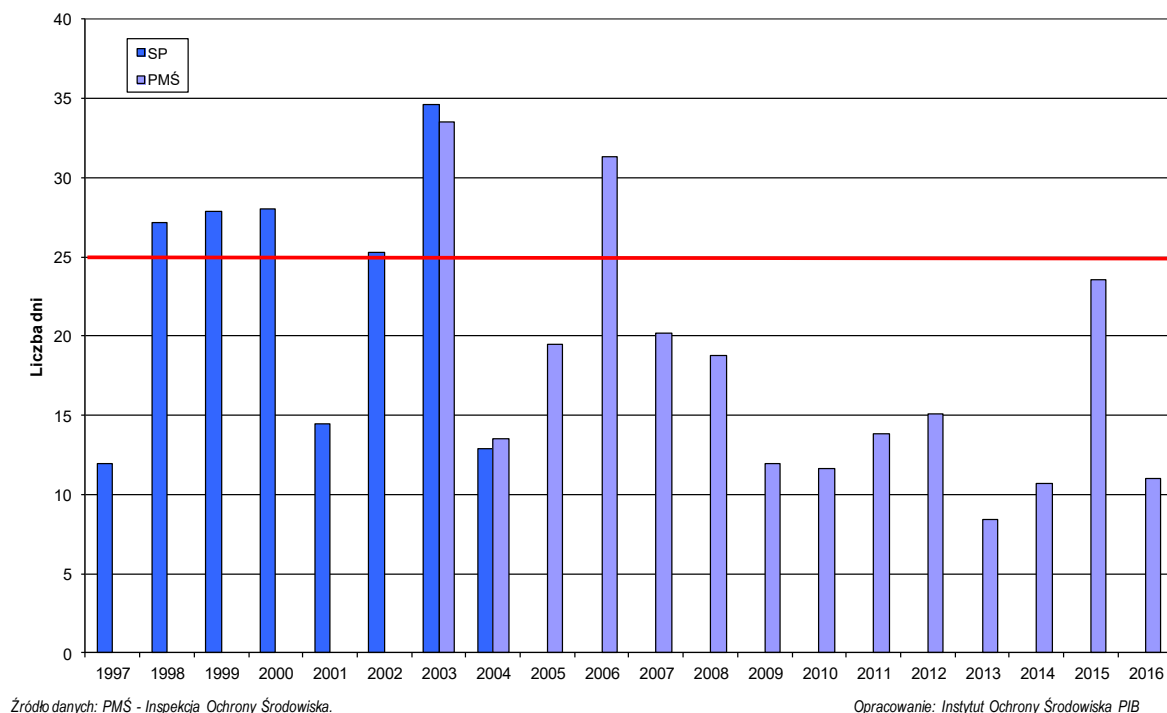
4.3. Trendy zmian stężeń ozonu

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.

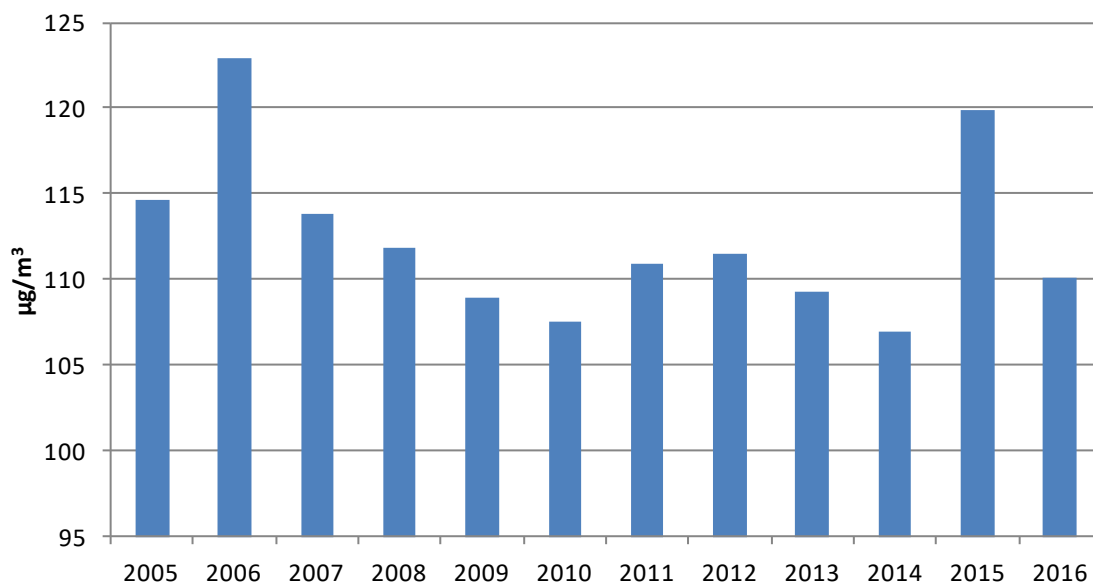
Do zobrazowania zmian stężeń ozonu w skali kraju w kolejnych latach, w odniesieniu do narażenia zdrowia ludzi, jako syntetyczny wskaźnik przyjęto uśrednioną dla wszystkich rozważanych stanowisk liczbę dni z przekroczeniami wartości 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu.

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. 4.3-1). 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, po znaczącym obniżeniu w stosunku do roku poprzedniego, wartość wskaźnika była najmniejsza dla całego okresu 1997-2016 – uśredniona dla wszystkich stanowisk z kompletnymi seriami pomiarowymi liczba dni w roku ze stężeniami 8-godz. wyższymi od 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wynosiła 8.4. 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 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.



Rys. 4.3-1. 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 2003-2016 dla wszystkich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) uwzględnionych w analizach



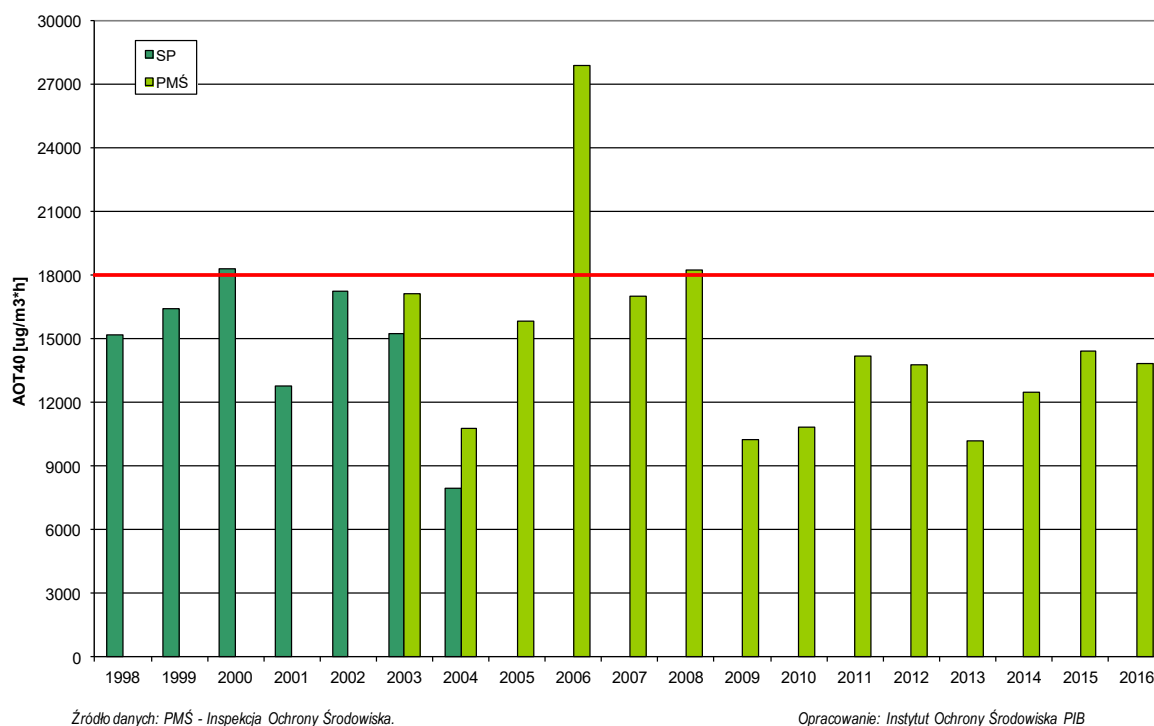
Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

Rys. 4.3-2. 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 2005-2016

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 2005-2016. W tych dwóch latach wskaźnik przekraczał o 7-9% wartość wskaźnika uśrednioną dla wielolecia. W pozostałych latach (w tym w 2016 r.) uśredniona wartość percentyla nie odbiegała o więcej niż 4% od średniej dla wielolecia (rys. 4.3-2). W 2016 r. wskaźnik był zbliżony do wartości z 2013 r. i niższy o 9% od wskaźnika z 2015 r.

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, 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. 4.3-3). 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 2003-2016. 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 2016. Wskaźnik dla 2016 r. był o 8% niższy od wskaźnika dla roku 2015.



Rys. 4.3-3. 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 2003-2016 r. dla wszystkich podmiejskich i pozamiejskich stanowisk włączonych do Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) uwzględnionych w analizach (PMŚ)

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

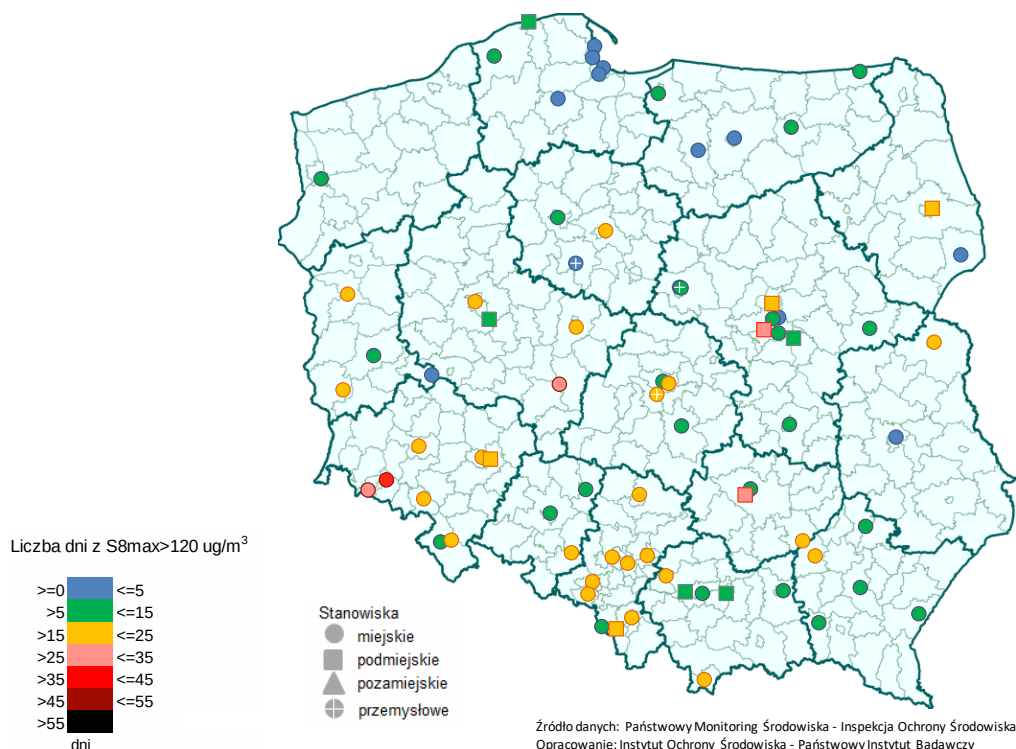
W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 76 stanowisk miejskich i podmiejskich, na których, przynajmniej w jednym z lat 2014-2016, uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania dotyczące kompletności serii podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska oraz, dodatkowo, wyniki z 4 stanowisk, które ww. warunków nie spełniały.

W 2016 r. poziom docelowy ozonu, określony ze względu na ochronę zdrowia, był przekroczony na 5 stanowiskach zlokalizowanych w miastach 4 województw (tab. 4.4-1, rys. 4.4-1). Największą liczbę dni z przekroczeniami poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz., uśrednioną dla lat 2014-2016, wykazały pomiary prowadzone w Jeleniej Górze - 36 dni (tab. 4.4-2).

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 29 stanowiskach w 13 województwach.

W samym 2016 r., na 65 z 70 miejskich i podmiejskich stanowisk z pełnymi seriami pomiarowymi i dodatkowo na 8 z 10 stanowisk z seriami niepełnymi, wystąpiły stężenia 8-godz. przekraczające $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 4.4-3, rys. 4.4-2). Oznacza to, że na 73 stanowiskach w 67 miastach przekroczony był poziom celu długoterminowego.

W 2016 r. stężenia 8-godz. wyższe od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły więcej niż 25 razy w roku na 3 stanowiskach – w Szklarskiej Porębie (31 dni), Kaliszu (31) i Jeleniej Górze (26 dni). 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 2016 r. wynosiła 11, to jest dwa razy mniej niż w 2015 r.



Rys. 4.4-1. 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 2014-2016¹⁾ liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi wartość 120 µg/m³ na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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	13	36
2	kujawsko-pomorskie	3	4	20
3	lubelskie	2	2	16
4	lubuskie	4	4	20
5	łódzkie	4	13	21
6	małopolskie	6	9	20
7	mazowieckie	10	4	26
8	opolskie	3	7	23
9	podkarpackie	5	7	17
10	podlaskie	2	0	17
11	pomorskie	7	1	10
12	śląskie	9	11	25
13	świętokrzyskie	3	13	33
14	warmińsko-mazurskie	5	5	13
15	wielkopolskie	4	13	32
16	zachodniopomorskie	1	8	8
Polska		76	0	36

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 wszystkich miejskich i podmiejskich stanowiskach pomiarowych⁶ maksymalne stężenia 1-godz. ozonu przekraczały 126 µg/m³. Wartość progu informowania – 180 µg/m³ dla stężeń 1-godz. – była przekroczona w 2016 r. na 2 stanowiskach miejskich – w Rybniku i Wodzisławiu Śląskim. Na obydwu tych stacjach maksymalne stężenie 1-godz. w 2016 r. wynosiło 189 µg/m³. Na żadnej ze stacji w Polsce nie stwierdzono przekroczeń poziomu alarmowego wynoszącego 240 µg/m³ dla stężeń 1-godz.

⁶ dla stanowisk, z których serie wyników pomiarów spełniały kryteria kompletności podane w dyrektywie 2008/50/WE

Tabela 4.4-2. Przekroczenia poziomu docelowego ozonu na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Miejscowość	Liczba dni z przekroczeniami stężenia 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz. w 2016 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} z przekroczeniami stężenia 120 µg/m ³ przez stężenia 8-godz.	Lata uwzględnione przy uśrednianiu ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2016 r.
			[-]			[µg/m ³]
1	dolnośląskie	Jelenia Góra	26	36.0	2015, 2016	145
2	dolnośląskie	Szklarska Poręba	31	31.0	2016	151
3	mazowieckie	Piastów	22	26.0	2015, 2016	143
4	świętokrzyskie	Nowiny	20	33.0	2015, 2016	139
5	wielkopolskie	Kalisz	31	32.0	2015, 2016	156

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

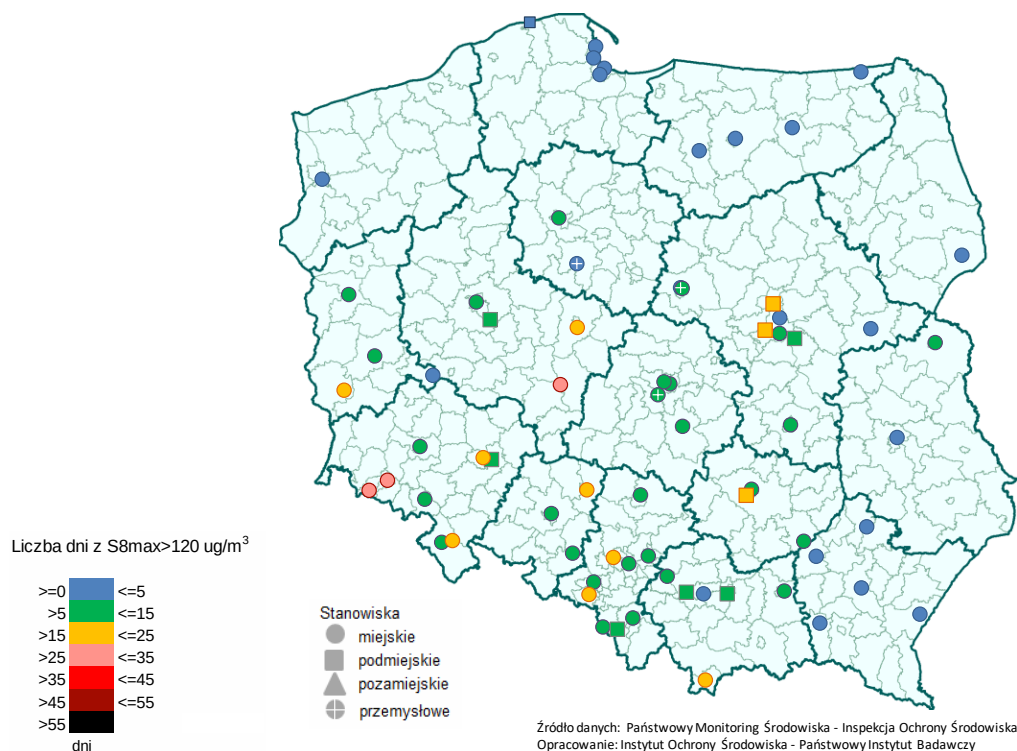
Tabela 4.4-3. Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi wartość 120 µg/m³ na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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 2016
			Wartość minimalna ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾	
1	dolnośląskie	8	11	31	2
2	kujawsko-pomorskie	2	4	7	
3	lubelskie	2	2	7	
4	lubuskie	4	4	18	
5	łódzkie	4	8	14	
6	małopolskie	6	5	23	
7	mazowieckie	9	2	22	
8	opolskie	3	7	17	
9	podkarpackie	5	0	5	
10	podlaskie	1	0	0	
11	pomorskie	5	0	5	
12	śląskie	9	6	17	
13	świętokrzyskie	3	9	20	
14	warmińsko-mazurskie	4	0	3	
15	wielkopolskie	4	8	31	1
16	zachodniopomorskie	1	3	3	
Polska		70	0	31	3

Objaśnienia do tabeli 4.4-3:

- ¹⁾ liczba stanowisk miejskich uwzględnionych w ocenie, z których zebrano kompletne serie wyników pomiarów spełniające wymagania kompletności wyników podane w dyrektywie 2008/50/WE i rozporządzeniu MŚ z dnia 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



Rys. 4.4-2. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2016 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Stężenia ozonu poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów z 21 stanowisk pozamiejskich, na których, przynajmniej w jednym z lat 2014-2016, uzyskano serie pomiarowe spełniające wymagania dotyczące kompletności serii podane w dyrektywie 2008/50/WE i w rozporządzeniu Ministra Środowiska.

W 2016 r. poziom docelowy ozonu określony ze względu na ochronę zdrowia przekroczony był na 5 stanowiskach pozamiejskich. Przekroczenia poziomu docelowego wystąpiły na stacjach położonych w południowo-zachodniej ćwiartce terytorium Polski. Na tych stacjach, średnia liczba dni ze stężeniami 8-godz. przewyższającymi $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla lat 2014-2016 przekraczała dopuszczalne 25 – tab. 4.4-4, rys. 4.4-3. Na pozostałych terenach kraju poziom docelowy ozonu nie był przekroczony.

Na rys. 4.4-4 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 wzdłuż południowo-zachodniej granicy Polski oraz w woj. świętokrzyskim, w północnych częściach woj. śląskiego i opolskiego, a także w części woj. lubuskiego. 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 2016 r.

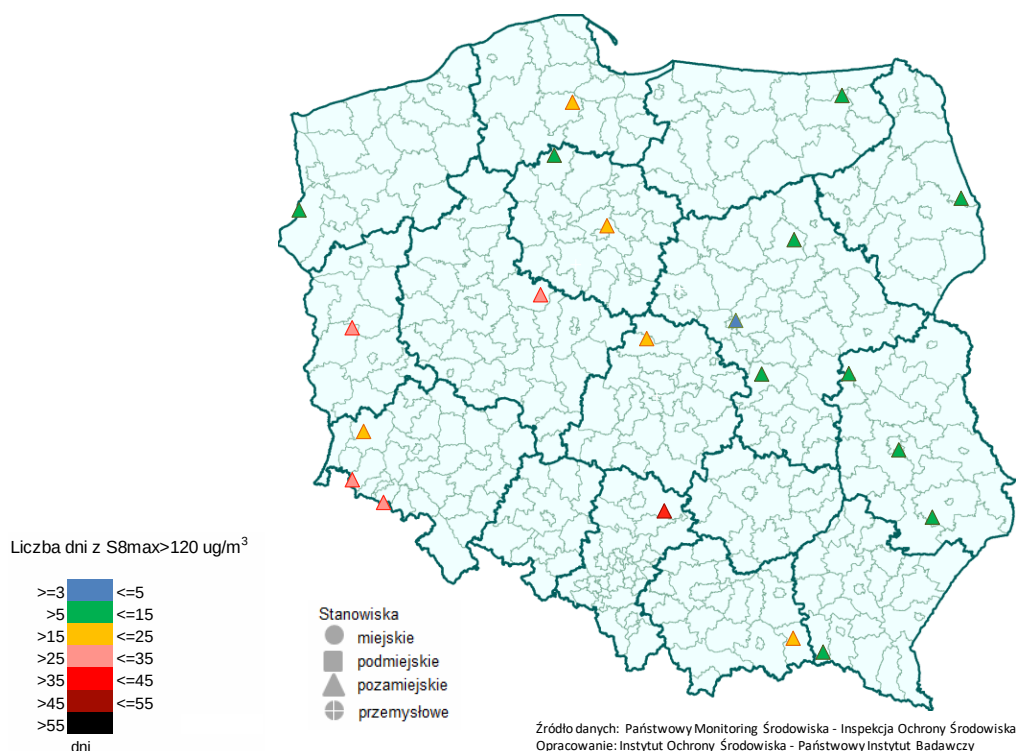
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Stacja (kod stacji)	Liczba dni ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2016 r.	Średnia liczba dni ^{1) 2)} ze stężeniami 8-godz. ozonu przewyższającymi 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Okres uśredniania ²⁾	Stężenie maksymalne 8-godz. w 2016 r.
			[-]			[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	dolnośląskie	DsCzerStraza	30	32.5	2015, 2016	151
2	dolnośląskie	DsSniezkaObs	23	33.0	2014-2016	143
3	lubuskie	LuSmolBytnic	25	28.0	2015, 2016	148
4	śląskie	SlZlotPotLes	29	45.0	2015, 2016	141
5	wielkopolskie	WpPiaskiKrzy	31	26.0	2014-2016	150

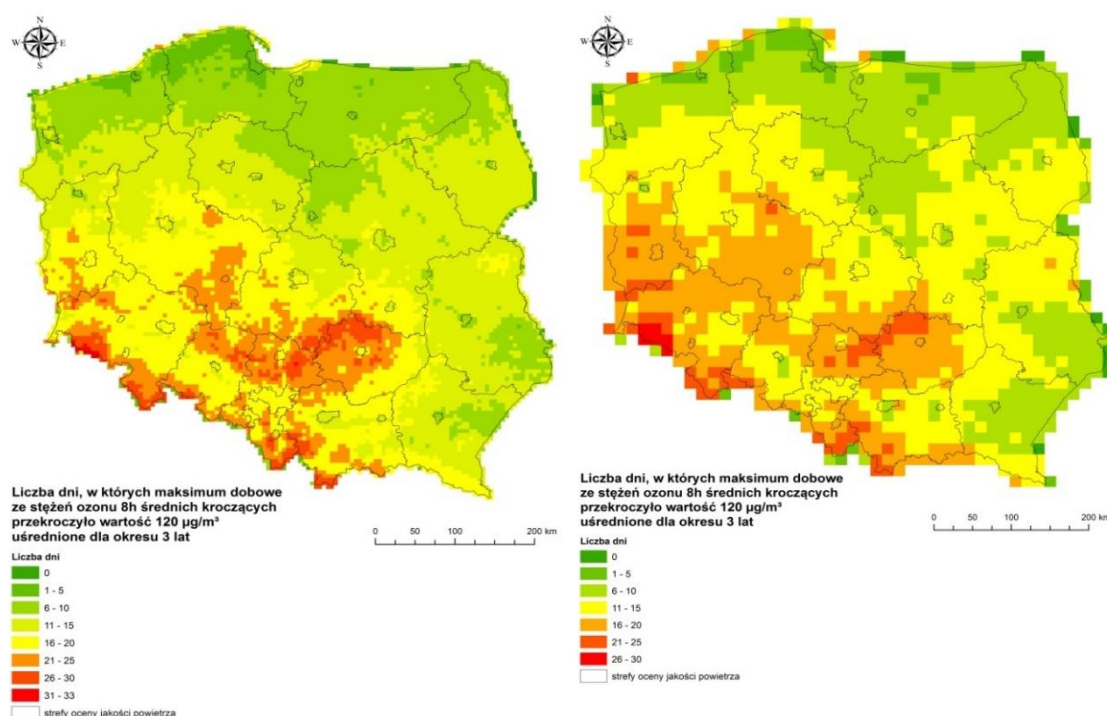
Objaśnienia do tabeli 4.4-4:

¹⁾ parametr normowany

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



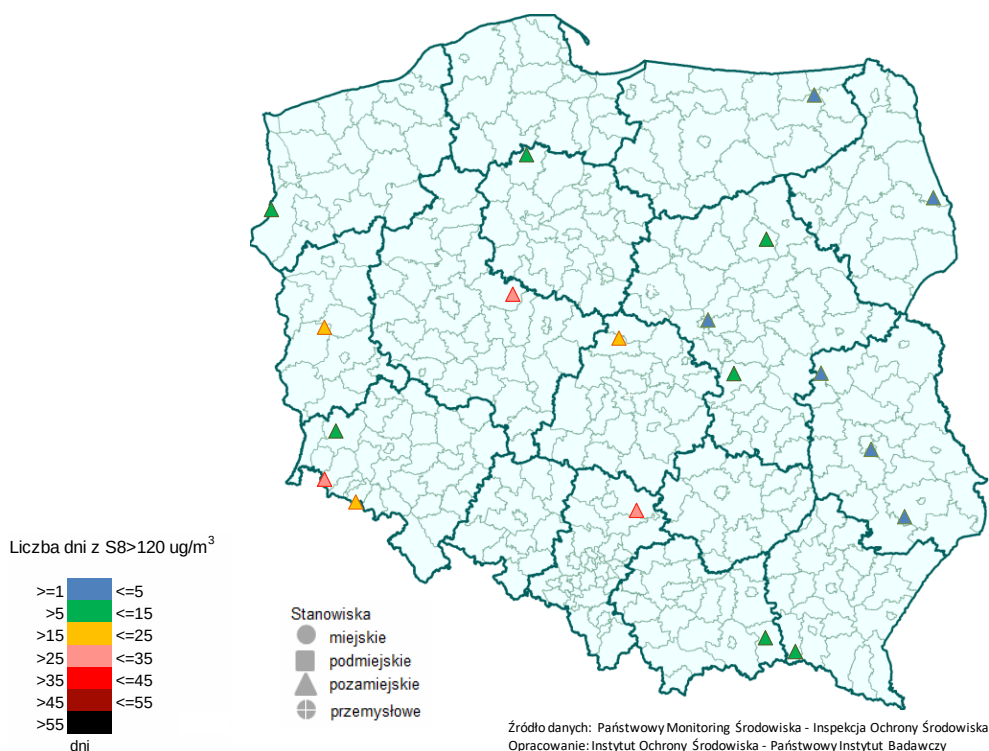
Rys. 4.4-3. Liczba dni z przekroczeniami wartości 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu, uśredniona dla 1-3 lat, na stanowiskach pozamiejskich (dopuszczalna l. dni z przekroczeniami: 25)



Rys. 4.4-4. Uśredniona liczba dni z przekroczeniami wartości 120 µg/m³ przez stężenia 8-godz. ozonu w latach 2014-2016 r. oszacowana na podstawie wyników modelowania (w węzłach siatki kwadratów o boku 5 km – lewy rysunek i 15 km – prawy rysunek) i pomiarów. Źródło: *Wyniki modelowania stężeń ozonu troposferycznego na potrzeby rocznej oceny jakości powietrza dla roku 2016. GIOŚ 2017a*

W 2016 r. najwięcej dni ze stężeniem 8-godz. przekraczającym 120 µg/m³ zanotowano na stacji Krzyżówce w woj. wielkopolskim (31 dni) oraz w Czerniawie (30 dni) w woj. dolnośląskim. Najmniej dni z przekroczeniami – 1 dzień⁷ – odnotowano na stacji w Wilczopolu k. Lublina (rys. 4.4-5). Na 3 (z 19) stanowiskach liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³ była większa niż dozwolone 25 dni w roku. Minimum ze stężeń maksymalnych 8-godz. na stanowiskach pozamiejskich to 125 µg/m³, a więc na wszystkich stanowiskach pozamiejskich stężenia maksymalne 8-godz. były wyższe od 120 µg/m³. Oznacza to, że na stanowiskach zlokalizowanych poza miastami na całym obszarze kraju stężenia ozonu były w 2016 r. wyższe od poziomu celu długoterminowego.

⁷ wartość minimalna odnosi się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z serii wyników pomiarów spełniających kryteria kompletności 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)



Rys. 4.4-5. Liczba dni z przekroczeniami wartości $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. ozonu w 2016 r. na stanowiskach pozamiejskich

W 2016 roku stężenia 1-godz. ozonu przekraczające wartość progu informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na 1 stanowisku pozamiejskim – w Czarniawie w woj. dolnośląskim. Najwyższe stężenie 1-godz. wynosiło $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 Puszczy Boreckiej w woj. warmińsko-mazurskim ($129 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabela 4.4-5. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń ozonu prowadzonych w 2016 r. na stanowiskach poza miastami

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni w 2016 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 2016
			wartość minimalna ²⁾	wartość maksymalna ²⁾	
1	dolnośląskie	3	15	30	1
2	kujawsko-pomorskie	1	15	15	
3	lubelskie	3	1	4	
4	lubuskie	1	25	25	
5	łódzkie	1	18	18	

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba dni w 2016 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 2016
			wartość minimalna ²⁾	wartość maksymalna ²⁾	
6	małopolskie	1	7	7	
7	mazowieckie	3	2	9	
8	podkarpackie	1	6	6	
9	podlaskie	1	2	2	
10	śląskie	1	29	29	1
11	warmińsko-mazurskie	1	4	4	
12	wielkopolskie	1	31	31	1
13	zachodniopomorskie	1	12	12	
Polska		19	1	31	3

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 2016 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 26 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 2016 roku uwzględniono wyniki z 32 stanowisk.

W 2016 roku przekroczenie poziomu docelowego - 18000 µg/m³·h (wartości uśrednione dla minimum 3 lat, do 5 lat) przez parametr AOT40, wystąpiło tylko na 1 stacji (rys. 4.5-1, tab. 4.5-2) – w Żłoty Potoku w województwie śląskim. Na stanowisku tym uśredniona dla lat 2012, 2014-2016 wartość AOT40 wynosiła 22472 µg/m³·h. Najniższa wartość AOT40 wystąpiła na stanowisku w Łebie (8295 µg/m³·h). Na 25 stanowiskach (z 26) uśredniona wartość parametru AOT40 była niższa od 18000 µg/m³·h. Wartości parametru AOT 40 były najniższe na północy Polski.

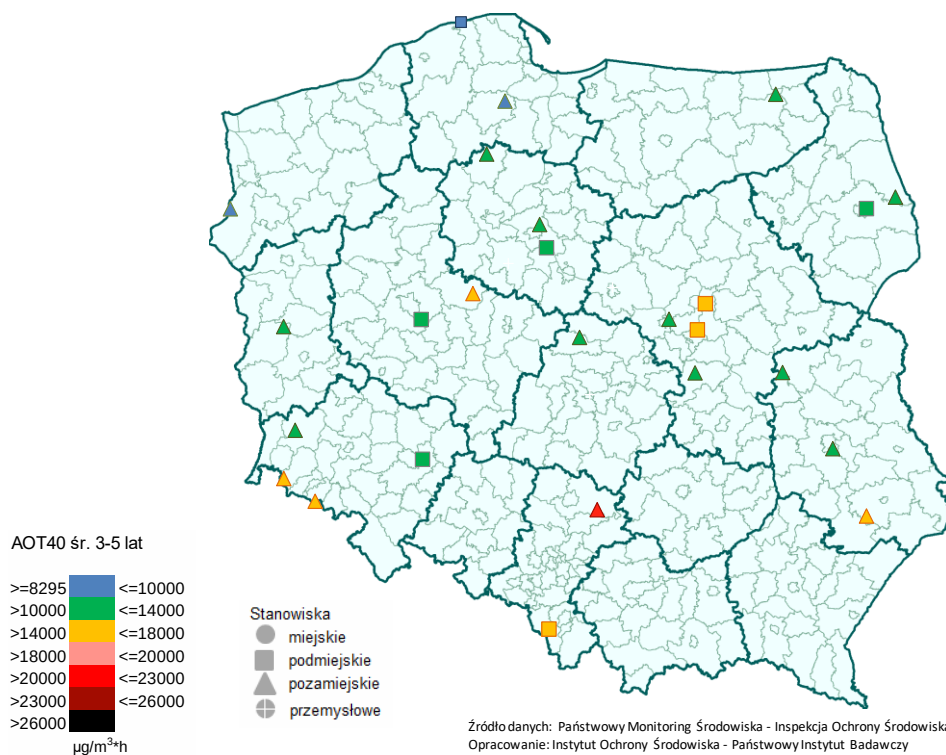
Tabela 4.5-2. Normowany uśredniony parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec z lat 2012-2016 na stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

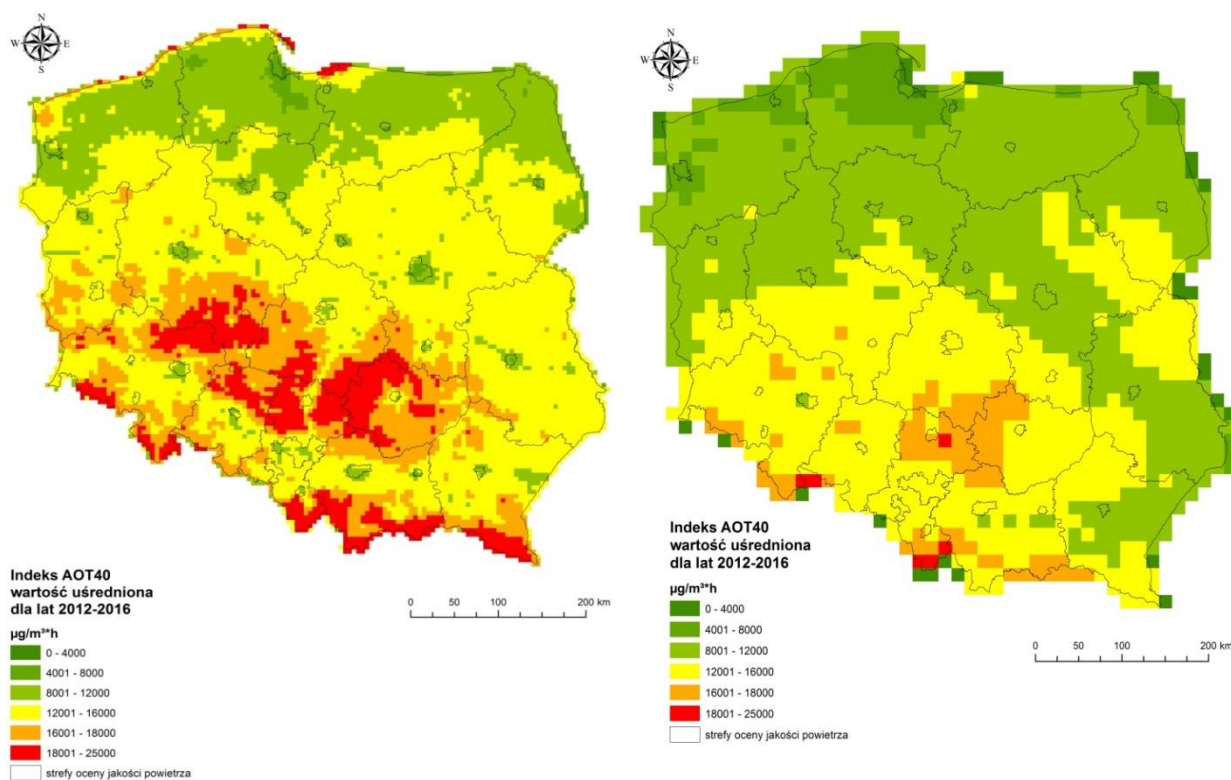
Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [µg/m ³ ·h]
		Nazwa	Kod	
1	dolnośląskie	Czerniawa	DsCzerStraza	16535
2	dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	11425
3	dolnośląskie	Karpacz	DsSniezkaObs	16822
4	dolnośląskie	Wrocław	DsWrocBartni	13805
5	kujawsko-pomorskie	Ciechocinek	KpCiechTezni	12052
6	kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	13639
7	kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu	12494
8	lubelskie	Biały Słup	LbBiaSlupRPN	14576
9	lubelskie	Jarczew	LbJarczWolaM	10058

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$]
		Nazwa	Kod	
10	lubelskie	Wilczopole	LbWilczopole	10435
11	łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	13723
12	lubuskie	Smolary Bytnickie	LuSmolBytnic	13281
13	mazowieckie	Belsk Duży	MzBelsIGFPAN	11148
14	mazowieckie	Granica	MzGranicaKPN	12140
15	mazowieckie	Legionowo	MzLegZegrzyn	14154
16	mazowieckie	Piastów	MzPiasPulask	16627
17	podlaskie	Białystok	PdBialPulPie	11611
18	podlaskie	Borsukowizna	PdBorsukowiz	11623
19	pomorskie	Łeba	PmLebaRabkaE	8295
20	pomorskie	Liniewko Kościerski	PmLinieKos17	9629
21	śląskie	Ustroń	SlUstronSana	16893
22	śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	22472
23	warmińsko-mazurskie	Diabla Góra	WmPuszczaBor	12546
24	wielkopolskie	Borówiec	WpBoroDrapal	12211
25	wielkopolskie	Krzyżówka	WpPiaskiKrzy	16137
26	zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	8592

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



Rys. 4.5-1. 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. 4.5-2. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec, uśredniony dla 5 lat 2012-2016 r., oszacowany na podstawie wyników modelowania (w węzłach siatki kwadratów o boku 5 km – lewy rysunek i 15 km – prawy rysunek) i pomiarów. Źródło: Wyniki modelowania stężeń ozonu troposferycznego na potrzeby rocznej oceny jakości powietrza dla roku 2016. *Atmoterm 2017*

Na rys. 4.5-2 przedstawiono wartości parametru AOT40 uśrednione dla lat 2012-2016 uzyskane na podstawie połączenia wyników modelowania matematycznego z wynikami pomiarów stężeń ozonu. Szacowane w ten sposób wartości parametru AOT40 przyjmują najwyższe wartości wzdłuż południowej granicy Polski oraz w woj. świętokrzyskim, w północnych częściach woj. śląskiego, opolskiego i dolnośląskiego, a także w południowych częściach woj. wielkopolskiego i łódzkiego. Najniższe wartości normowanego parametru uzyskano na północy kraju (z wyłączeniem strefy brzegowej Bałtyku).

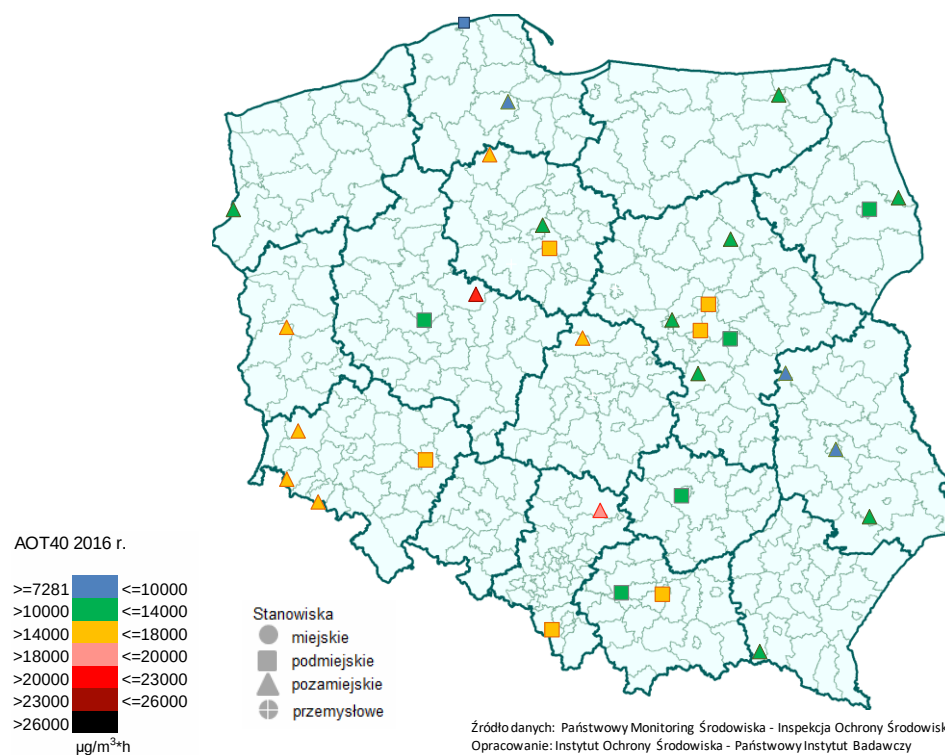
Wartości AOT40 obliczone dla okresu maj-lipiec 2016 roku przedstawiono na rys. 4.5-3. Parametr ten, w zależności od stanowiska, przyjmował wartości od 7281 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ w Liniewku Kościerskim w woj. pomorskim do 21294 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ w Krzyżówce w woj. wielkopolskim. Na 2 stanowiskach (Krzyżówka, Złoty Potok) wartość parametru AOT40 była wyższa od 18000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$, na 30 stanowiskach niższa od tej wartości. Na wszystkich stanowiskach przekroczony został poziom celu długoterminowego (6000 $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$).

Tabela 4.5-3. Parametr AOT40 obliczony dla okresu maj-lipiec 2016 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich¹⁾

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Województwo	Stanowisko		Normowany parametr AOT40 [µg/m ³ ·h]
		Nazwa	Kod	
1	dolnośląskie	Wrocław	DsWrocBartni	17 626
2	dolnośląskie	Czerniawa	DsCzerStraza	16 690
3	dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	14 146
4	dolnośląskie	Karpacz	DsSniezkaObs	14 871
5	kujawsko-pomorskie	Ciechocinek	KpCiechTezni	15 337
6	kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	13 521
7	kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu	15 197
8	lubelskie	Biały Słup	LbBiaSlupRPN	12 255
9	lubelskie	Jarczew	LbJarczWolaM	9 221
10	lubelskie	Wilczopole	LbWilczopole	8 109
11	lubuskie	Smolary Bytnickie	LuSmolBytnic	16 578
12	łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	16 450
13	małopolskie	Kaszów	MpKaszowLisz	13 927
14	małopolskie	Szarów	MpSzarowSpok	14 692
15	mazowieckie	Belsk Duży	MzBelsIGFPAN	13 999
16	mazowieckie	Granica	MzGranicaKPN	11 480
17	mazowieckie	Guty Duże 4	MzGutyDuCzer	12 315
18	mazowieckie	Legionowo	MzLegZegrzyn	16 102
19	mazowieckie	Otwock	MzOtwoBrzozo	12 883
20	mazowieckie	Piastów	MzPiasPulask	17 117
21	podkarpackie	Krempna	PkKrempnaMPN	12 916
22	podlaskie	Białystok	PdBialPulPie	11 748
23	podlaskie	Borsukowizna	PdBorsukowiz	11 384
24	pomorskie	Łeba	PmLebaRabkaE	9 679
25	pomorskie	Liniewko Kościerskie	PmLinieKos17	7 281
26	śląskie	Ustroń	SlUstronSana	15 948
27	śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	19 471
28	świętokrzyskie	Nowiny	SkNowiParkow	12 389
29	warmińsko-mazurskie	Diabla Góra	WmPuszczaBor	10 684
30	wielkopolskie	Borówiec	WpBoroDrapal	12 626
31	wielkopolskie	Krzyżówka	WpPiaskiKrzy	21 294
32	zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	11 444

¹⁾ dla stanowisk, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie parametru AOT40 dla 2016 r.



Rys. 4.5-3. Parametr AOT40 [$\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$] obliczony dla okresu maj-lipiec 2016 r. dla stanowisk pozamiejskich i podmiejskich

5. Ocena zanieczyszczenia powietrza pyłem PM10 w skali kraju

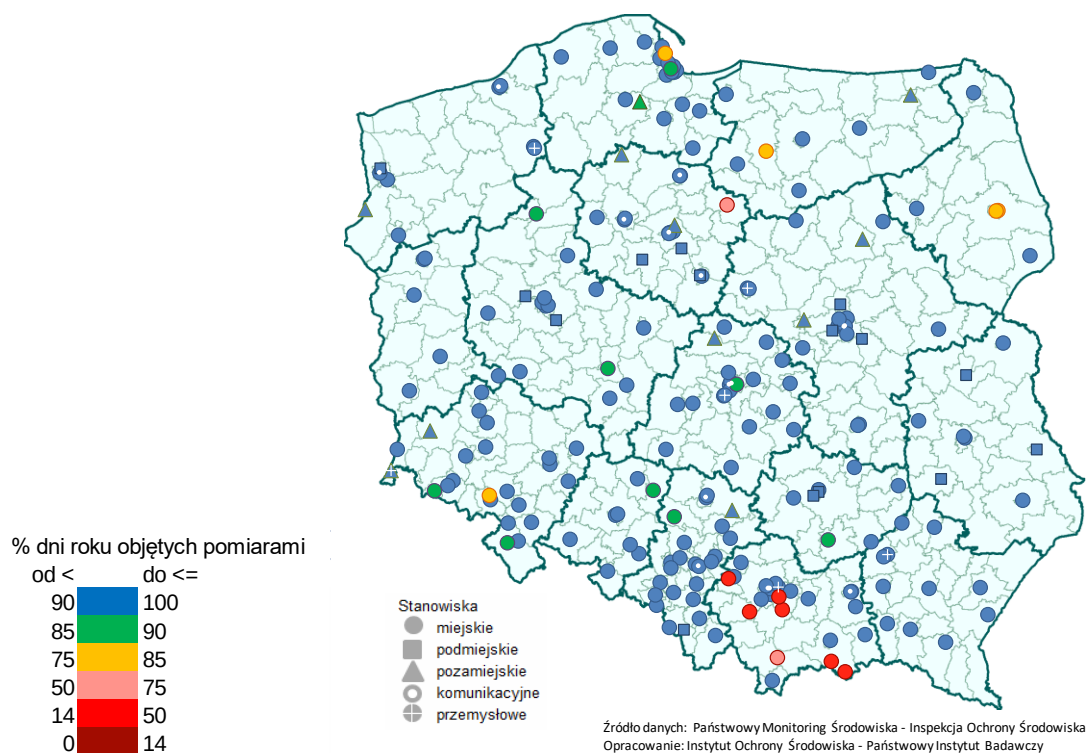
5.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM10

Informacje zawarte w niniejszym rozdziale przygotowano na podstawie serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 wykorzystanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska 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 JPOAT danych z 286 stanowisk pomiarowych PM10, na potrzeby rocznej oceny jakości powietrza w strefach za rok 2016 oraz w niniejszym opracowaniu wykorzystano dane z 224 stanowisk.

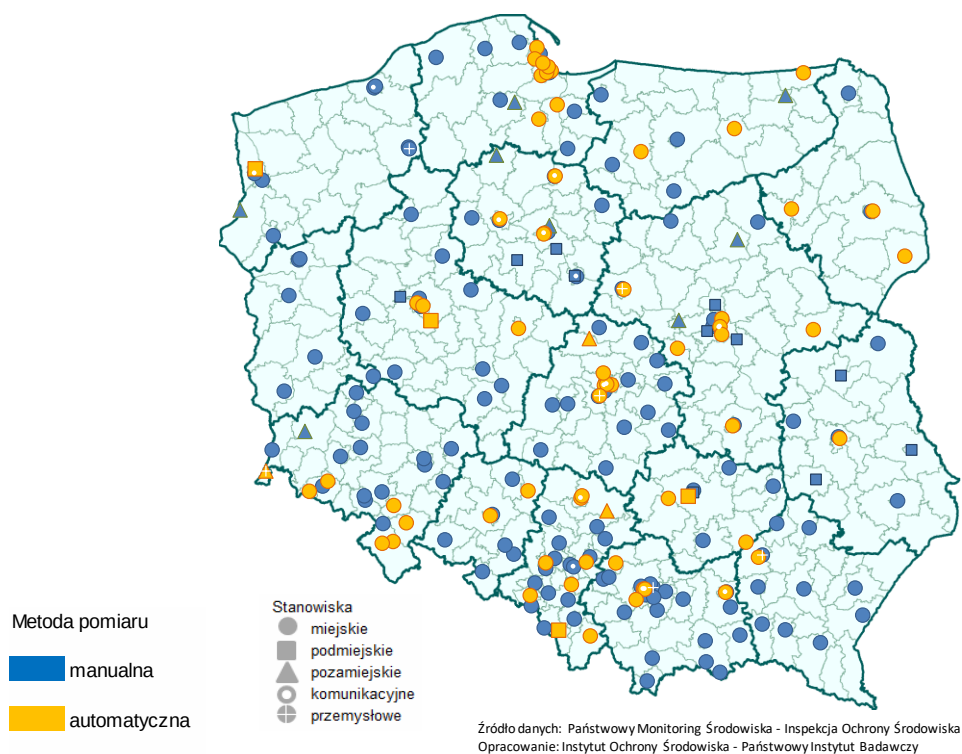
Na większości stanowisk prowadzone były pomiary codzienne lub ciągłe automatyczne. Na 6 stanowiskach w woj. małopolskim prowadzone były pomiary cykliczne (8 dwutygodniowych okresów pomiarowych rozłożonych równomiernie w ciągu roku). Spośród serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM10 uwzględnionych w opracowaniu, 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. 5.1-1). W 2016 r. na ok. 92% stanowisk (na 201 z 218) z pomiarami ciągłymi lub codziennymi uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, a na 97 procentach (211 z 218) kompletność nie mniejszą niż 85% (rys. 5.1-1). Niezbędną liczebność do prawidłowego obliczania percentyla S90.4 (oraz równomierne rozłożenie pomiarów w ciągu roku) miały 222 serie pomiarowe (99% serii). Dla 223 z 224 serii pomiarowych możliwe było obliczenie stężenia średniego rocznego. Wyniki z jednego stanowiska mogły być wykorzystane tylko w bardzo ograniczonym zakresie – wyłącznie w prezentacjach graficznych.

Zdecydowana większość stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10 znajduje się na terenie miast. W opracowaniu uwzględniono 198 stanowisk miejskich, 15 stanowisk podmiejskich i 11 pozamiejskich (rys. 5.1-1).

Biorąc pod uwagę typ stanowiska i obszar lokalizacji stacji, w 2016 r. najwięcej było stanowisk tzw. tła miejskiego (178 stanowisk). Piętnaście stanowisk określono jako stanowiska komunikacyjne (wszystkie tego typu stanowiska zlokalizowane były w miastach). Sześć stanowisk zlokalizowanych było w strefie oddziaływania zakładów przemysłowych, w tym jedno na terenach pozamiejskich. Dziesięć stanowisk PM10 sklasyfikowano jako stanowiska tła pozamiejskiego.



Rys. 5.1-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM10, z których dane wykorzystano w raporcie za 2016 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska i obszaru oraz liczebności serii pomiarowej. Na 6 stanowiskach w woj. małopolskim prowadzone były pomiary cykliczne (8 dwutygodniowych okresów pomiarowych rozłożonych równomiernie w ciągu roku).



Rys. 5.1-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM10 na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2016 rok

Z ogólnej liczby 224 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 66 prowadzony był pomiar metodami automatycznymi, na 158 wykorzystywano metody manualne. Lokalizację stanowisk wraz z metodyką pomiarów przedstawiono na rys 5.1-2.

5.2. Informacje o stężeniach PM10 w 2016 roku

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10, obok zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem i pyłem PM2.5, 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.

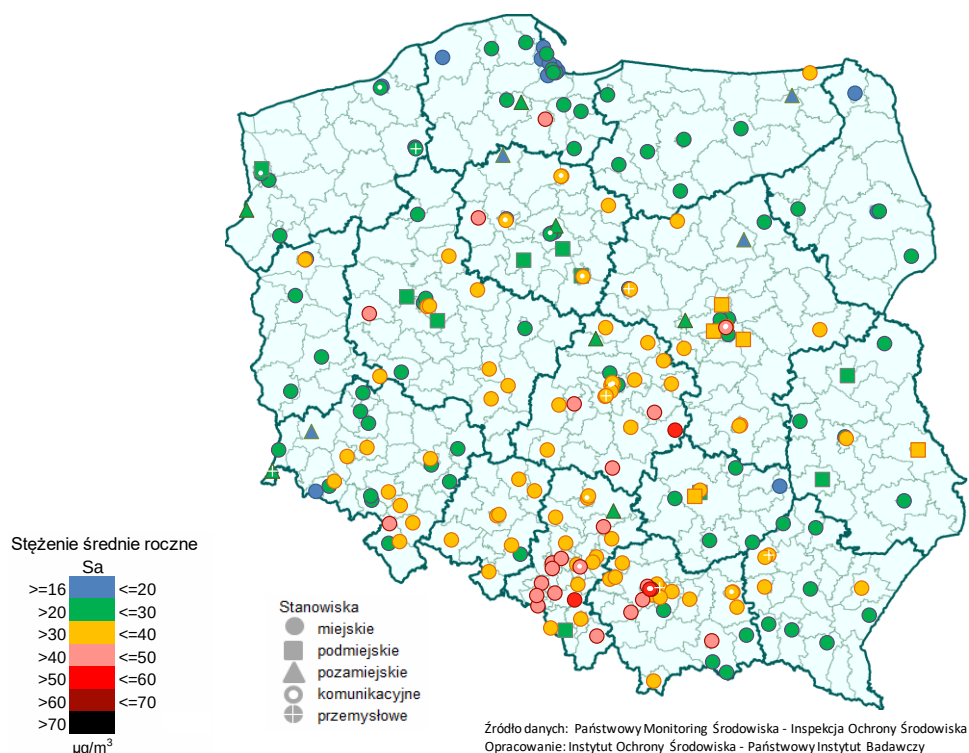
W 2016 r. spośród 223 stanowisk, dla których możliwe było obliczenie stężenia średniego rocznego (Sa), na 24 (11%) jego wartości przekraczały wartość poziomu dopuszczalnego ($Da=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - rys.5.2-1. Przekroczenia średniego rocznego poziomu dopuszczalnego pyłu PM10 występowały najczęściej na terenie woj. śląskiego, małopolskiego i łódzkiego.

Najwyższe stężenie średnie roczne w 2016 r. zanotowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie ($57 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Wysokie stężenia notowano też na stacjach tła miejskiego w Opocznie w woj. łódzkim ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Pszczynie w woj. śląskim ($51 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na 2 stanowiskach tła miejskiego oraz na jednym stanowisku komunikacyjnym stężenia Sa przekraczały wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Stężenia niskie, mniejsze od połowy wartości dopuszczalnej ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły jedynie na ok. 7% stanowisk, z których 12 znajduje się w miastach (głównie w północnej części Polski) i 4 na terenach pozamiejskich. Stężenia średnie roczne PM10 na stacjach pozamiejskich były zwykle niższe niż stężenia mierzone na większości stacji miejskich i podmiejskich w tym samym województwie.

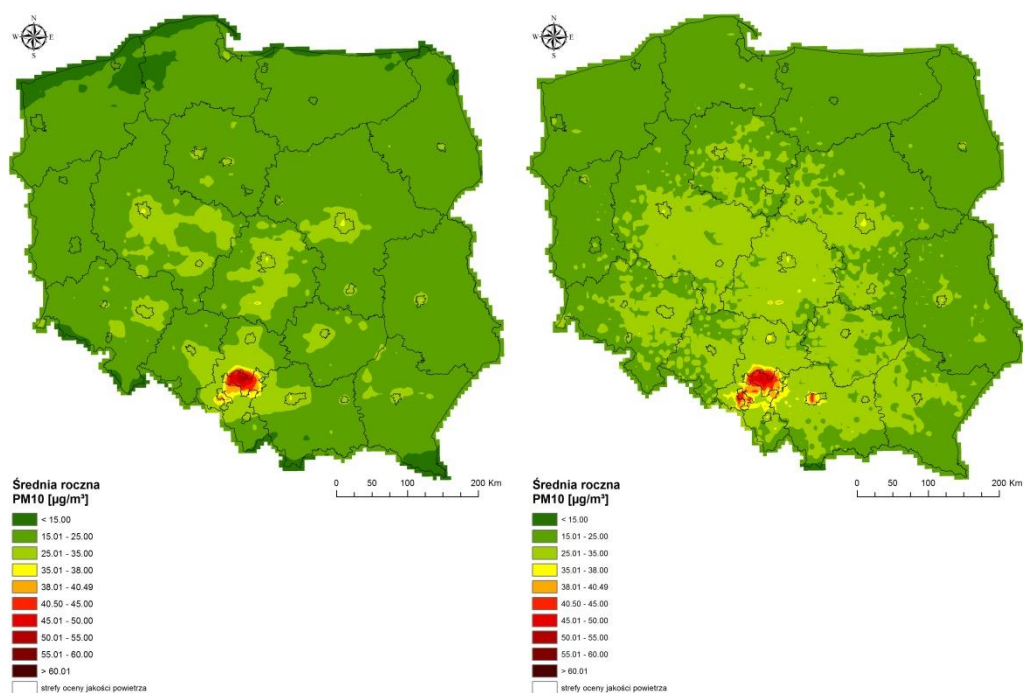
Obliczenia modelowe wskazują, iż najwyższe stężenia PM10 występowały w 2016 r. na obszarze woj. śląskiego i w Krakowie (rys.5.2-2).

W 2016 r. na 132 ze 222 stanowisk, percentyl S90.4 z rocznej serii stężeń dobowych (rys.5.2-3) przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co przy pełnej serii pomiarowej odpowiada przekroczeniu wartości $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. pyłu przez więcej niż dozwolone 35 dni w roku. Przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń dobowych PM10 w 2016 r. wystąpiły zatem na ok. 59% stanowisk pomiarowych, dla których możliwe było obliczenie percentyla S90.4. Często są to znaczne przekroczenia. Największe przekroczenia dozwolonej wartości percentyla 90.4 wystąpiły na stacji tła miejskiego w Pszczynie w woj. śląskim ($104 \mu\text{g}/\text{m}^3$), co stanowi przeszło dwukrotne przekroczenie wartości dopuszczalnej. Na 2 stanowiskach, po jednym w woj. śląskim i dolnośląskim, percentyl S90.4 przekraczał wartość $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a na stacji w Opocznie był równy $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wszystkie wymienione tu stanowiska z $S90.4 \geq 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ to stanowiska tła miejskiego. Stężenia PM10 na stacjach pozamiejskich były z reguły niższe niż stężenia mierzone

na stacjach miejskich i podmiejskich. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich parametr S90.4 nie przekroczył poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

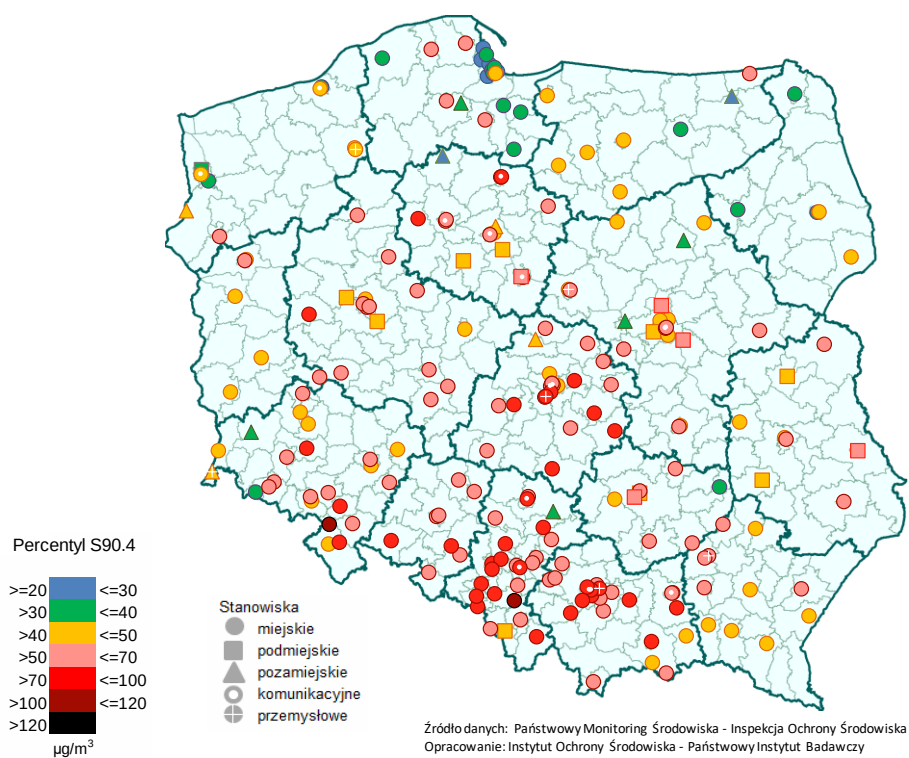


Rys. 5.2-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM₁₀ w 2016 r.

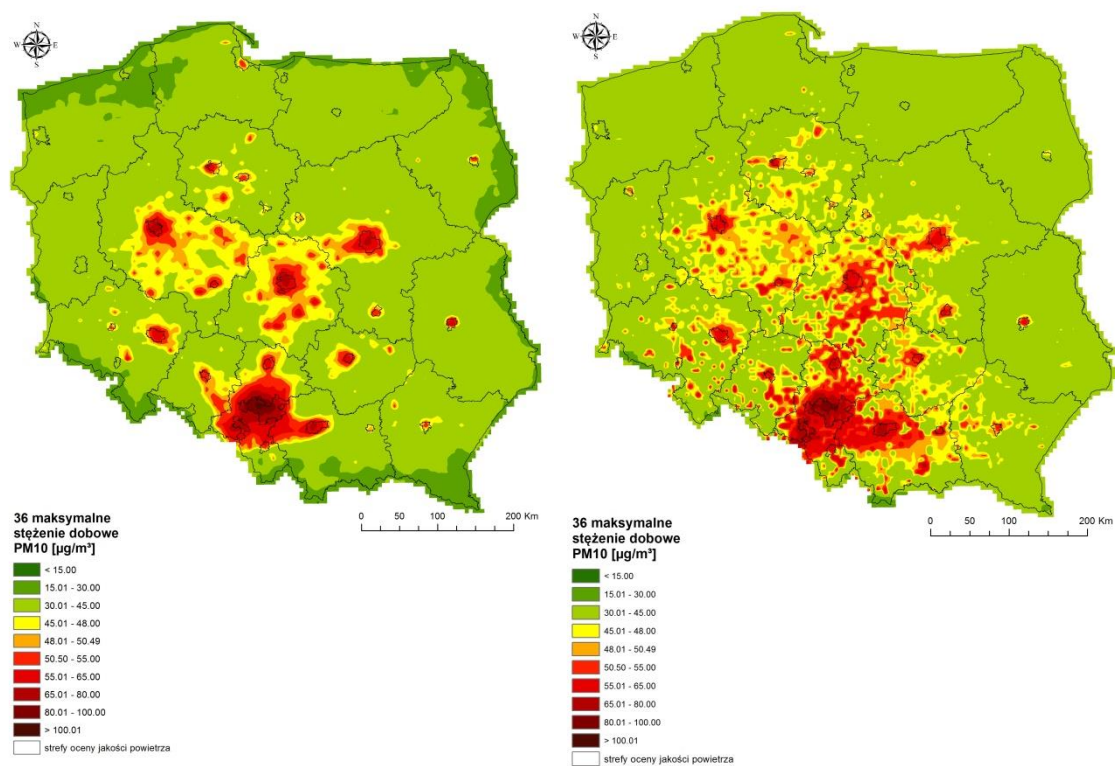


Rys. 5.2-2. Rozkład stężeń średniorocznych pyłu PM₁₀ w skali kraju - wynik modelowania CAMx w wariancie I (modelowanie) i II (połączenie modelowania i wyników pomiarów stężeń)

Źródło: GIOŚ 2017b



Rys. 5.2-3. Percentyl S90.4 z serii stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2016 r.

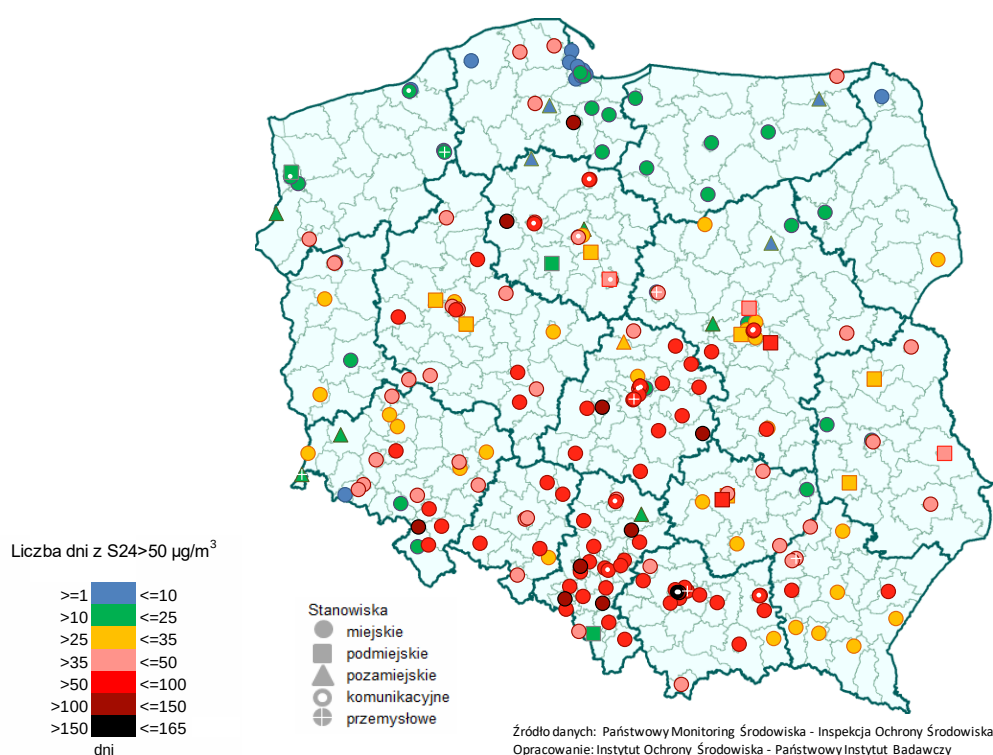


Rys. 5.2-4. Rozkład stężeń 24-godzinnych pyłu PM10 w skali kraju - wynik modelowania CAMx w wariancie I (modelowanie) i II (połączenie modelowania i wyników pomiarów stężeń)

Źródło: GIOŚ 2017b

Obliczenia modelowe wskazują, że najwyższe wartości 36-tego maksimum ze stężeń dobowych (odpowiadającego wartości percentyla S90.4) występowały w 2016 r. na obszarze woj. śląskiego i małopolskiego, a także na terenie i w otoczeniu dużych miast i aglomeracji w centralnej i południowej części Polski (rys.5.2-4).

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 (165) oraz na stanowisku tła miejskiego w Opocznie (150 dni - przeszło czterokrotne przekroczenie dozwolonej liczby dni z przekroczeniami w roku). Najwięcej przekroczeń rejestruje się na stanowiskach znajdujących się w centralnej i południowej Polsce, najmniej na północy kraju (rys. 5.2-5).

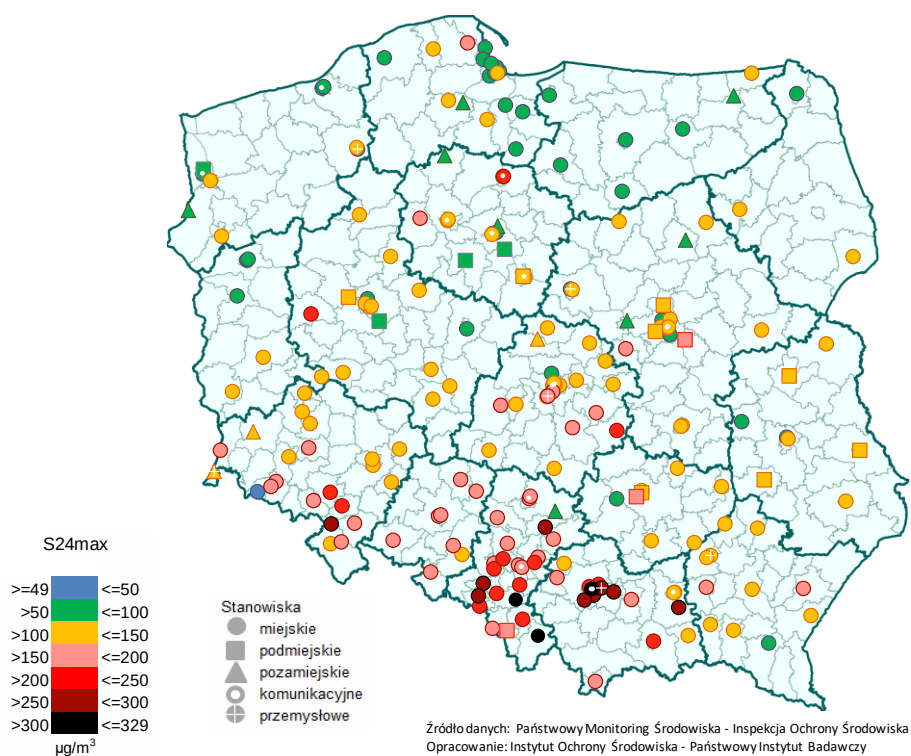


Rys. 5.2-5. Liczba dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. PM10 w 2016 r.

Dopuszczalny dobowy poziom pyłu PM10 przekraczany był w 2016 r. nie tylko na stacjach zlokalizowanych w miastach, ale również na stacjach podmiejskich. Przekroczenia dobowego poziomu dopuszczalnego wystąpiły na 5 z 15 stacji podmiejskich. Na żadnym ze stanowisk pozamiejskich nie zanotowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężenia średniego rocznego ani dla stężeń dobowych.

W 2016 r. wystąpiło 5 przypadków przekroczenia poziomu alarmowego ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.). Przekroczenia te (do $631 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Żywcu) zarejestrowano na 4 stanowiskach: dwóch komunikacyjnych w Krakowie i dwóch stanowiskach tła miejskiego w woj. śląskim (Pszczyna, Żywiec).

W 2016 roku wystąpiły 64 przypadki przekroczeń poziomu informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.). Przekroczenia te wystąpiły na 29 stanowiskach pomiarowych, w 6 województwach (rys. 5.2-6). Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu informowania (8) zanotowano na stanowisku w Pszczynie w woj. śląskim.



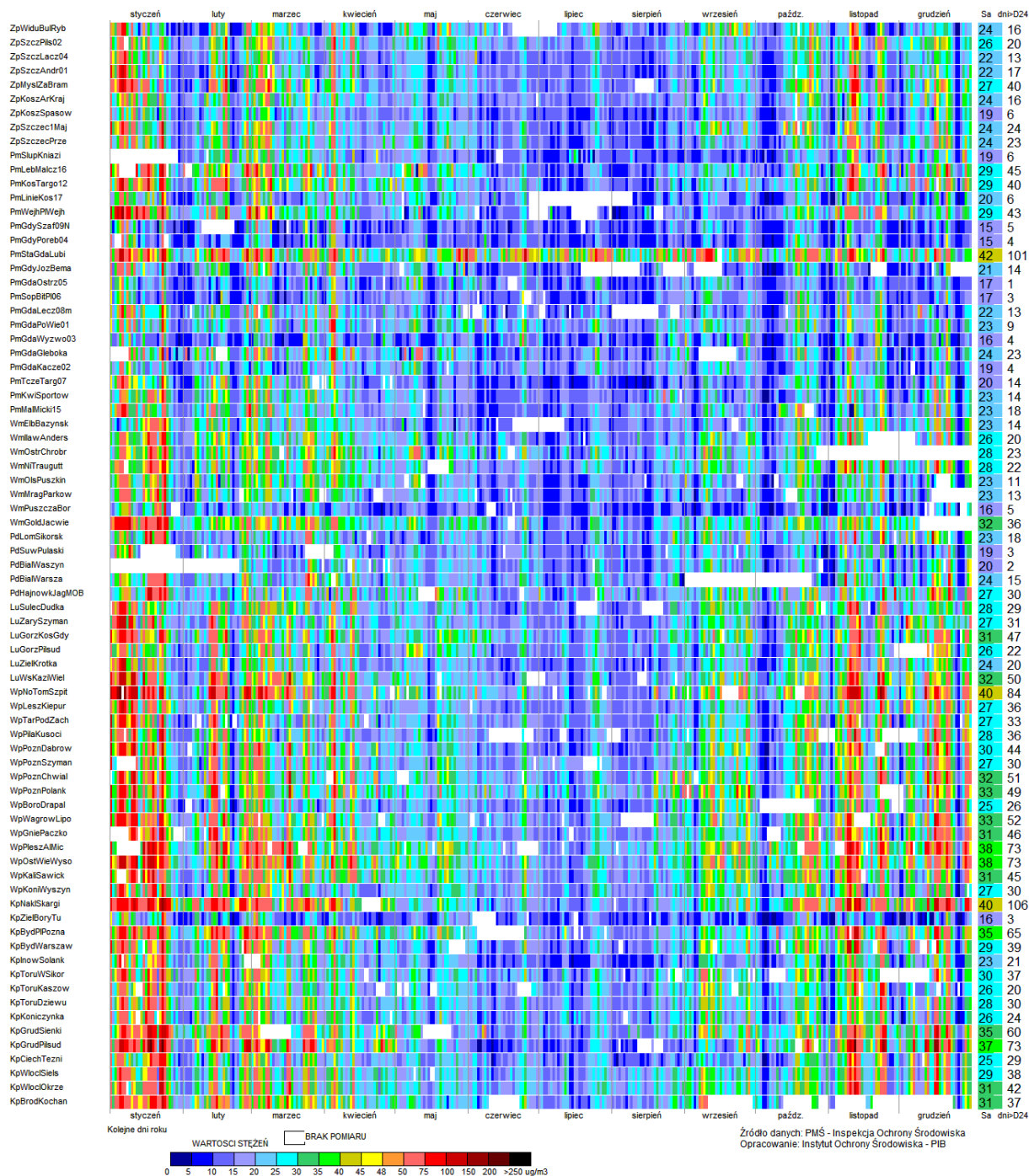
Rys. 5.2-6. Maksymalne stężenia 24-godz. PM10 (S24max) zarejestrowane w 2016 r.

Na rysunkach 5.2-7-A, 5.2-7-B i 5.2-7-C 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.

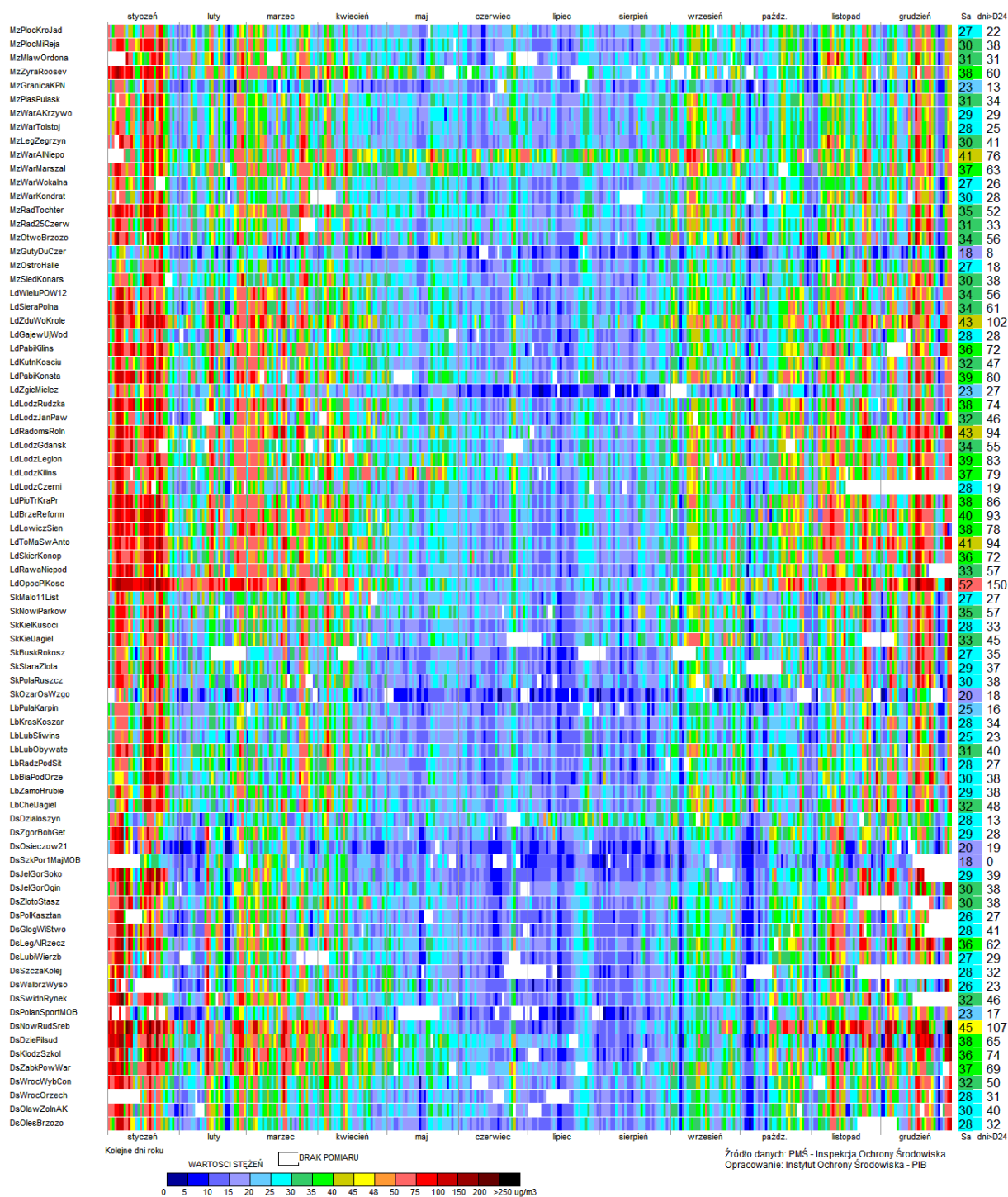
Na poziom stężenia pyłu w danym dniu istotny wpływ mają aktualne warunki meteorologiczne oraz warunki meteorologiczne w dniach poprzednich. Od warunków meteorologicznych zależy:

- 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) znad 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).

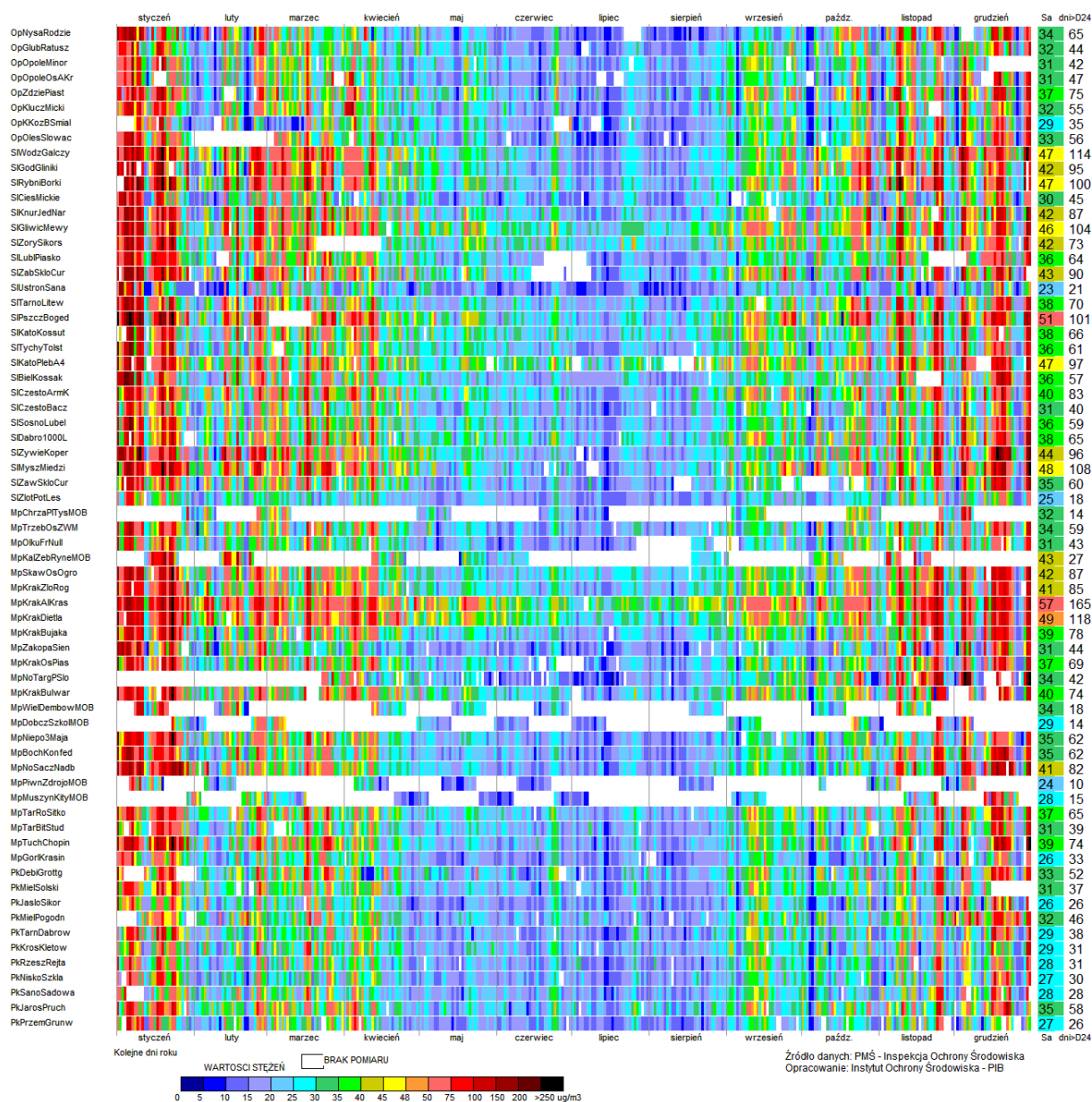
W efekcie nakładania się zmian warunków meteorologicznych i wywołanych przez nie zmian w emisji pyłu, na zmiany emisji zanieczyszczeń wynikające z innych przyczyn (np. dobowy i tygodniowy cykl zmienności emisji zanieczyszczeń z komunikacji; dobowy tygodniowy i roczny cykl zmienności emisji zanieczyszczeń 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. 5.2-7-A, 5.2-7-B, 5.2-7-C). 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. 5.2-8 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.



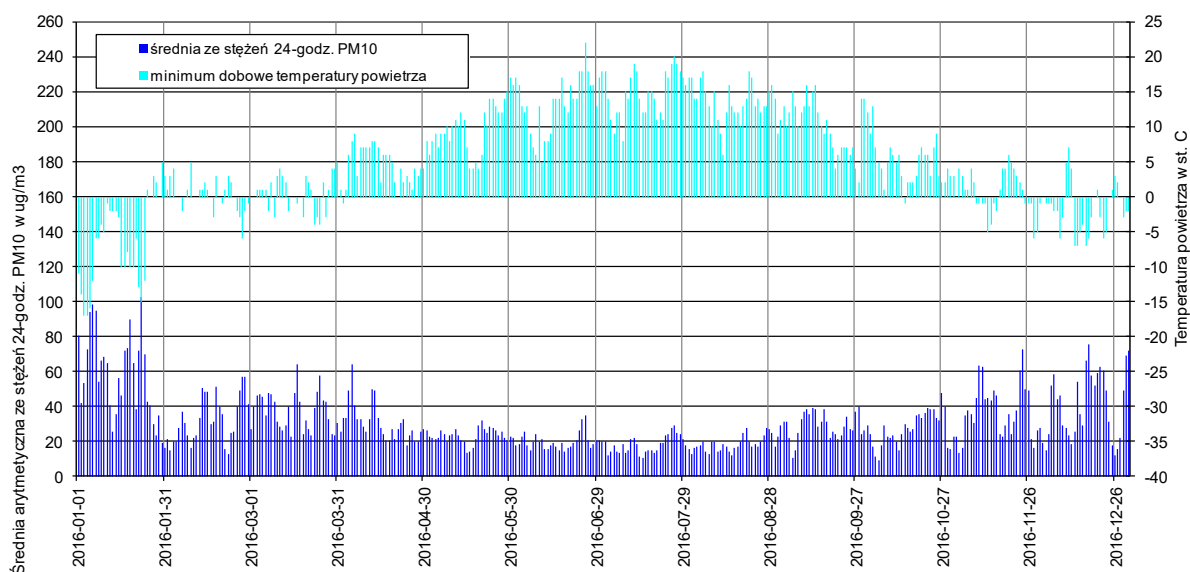
Rys. 5.2-7-A. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pd - podlaskie, Lu - lubuskie itd.)



Rys. 5.2-7-B. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2016 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, Ds - dolnośląskie itd.)



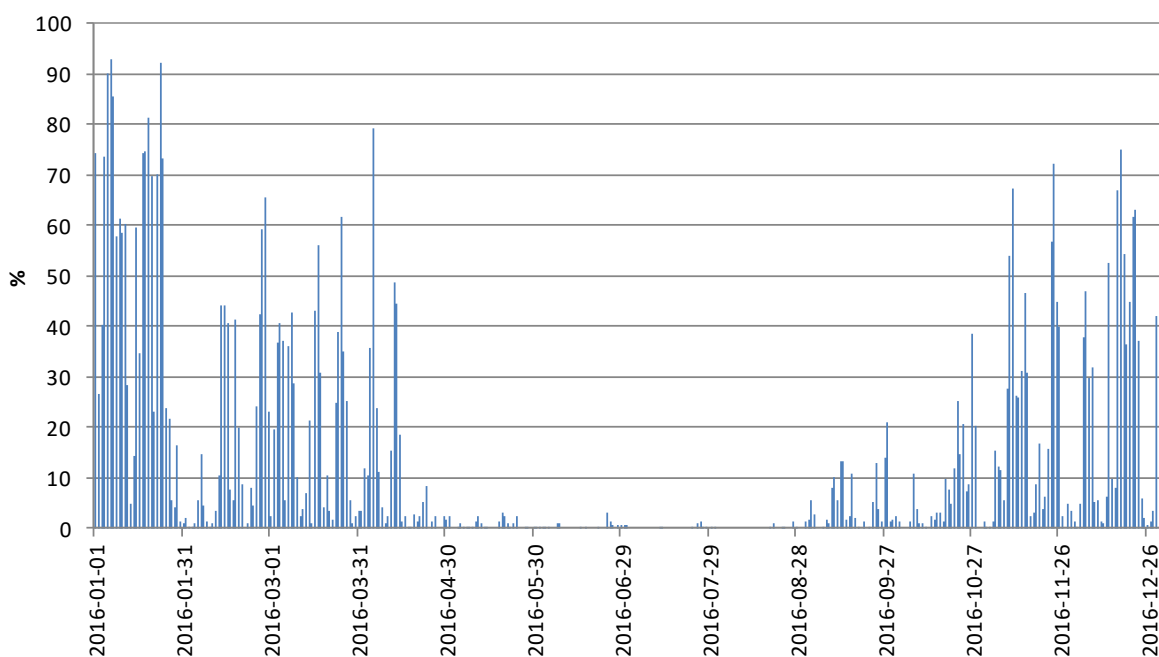
Rys. 5.2-7-C. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM10 w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Sl - śląskie, Mp - małopolskie itd.)



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

Rys. 5.2-8. Przebieg stężenia dobowego pyłu PM10 uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2016 r. oraz minimum dobowe temperatury powietrza w Warszawie



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

Rys. 5.2-9. Procent stanowisk pomiarowych stężeń pyłu PM10, na których stężenie 24-godz. w 2016 r. przekraczało wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)

W 2016 r., podobnie jak w latach poprzednich, wysokie stężenia pyłu PM10 notowane były w sezonie chłodnym. W roku tym, w sezonie chłodnym, niekorzystne warunki meteorologiczne nad Polską utrzymywały się przez wiele dni, szczególnie często w styczniu. W niektóre dni w styczniu 2016 r. poziom dopuszczalnego pyłu ($D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) przekraczany

był na przeszło 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. 5.2-9).

W 2016 r. najwyższe stężenie uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju ($103 \mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano w dniu 23 stycznia (rys. 5.2-8). W tym dniu stężenia dobowe przekraczały dozwolone $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na ok. 92% stanowisk pomiarowych w kraju (rys. 5.2-9). W dniu 6 stycznia wystąpiło przekroczenie poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na największej procentowo liczbie stacji w kraju (93%).

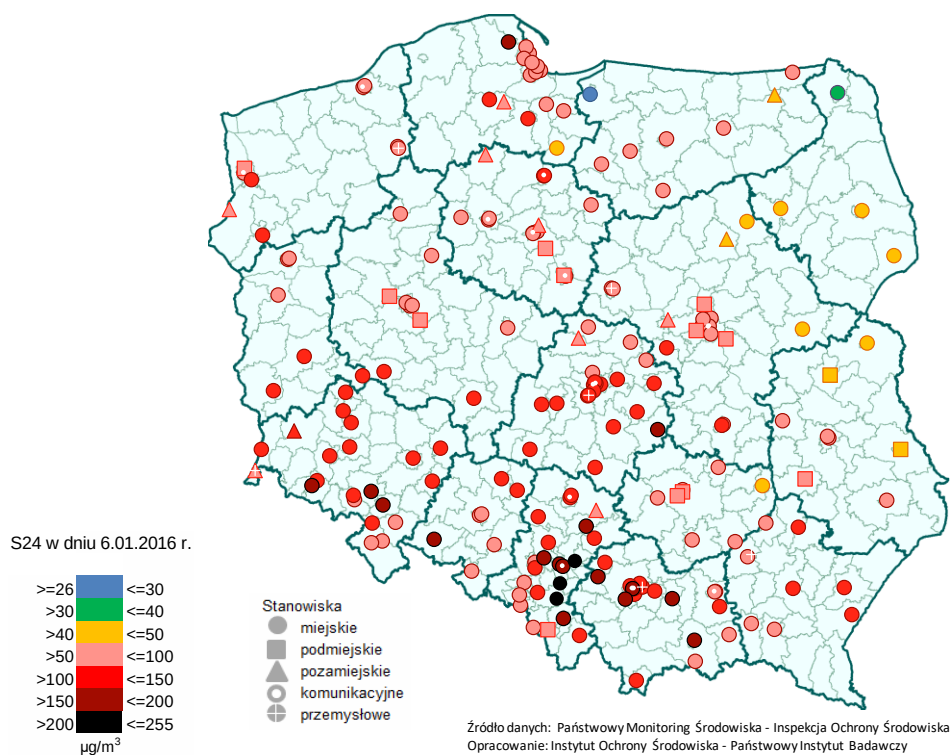
Okresy z wysokimi stężeniami pyłu rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami, np. od 28 stycznia do 5 lutego 2016 r. (rys. 5.2-7-A, 5.2-7-B, 5.2-7-C, 5.2-8 i 5.2-9).

W 2016 r. stężenia wyższe od $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (150% dobowej wartości dopuszczalnej D24) na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w dniach:

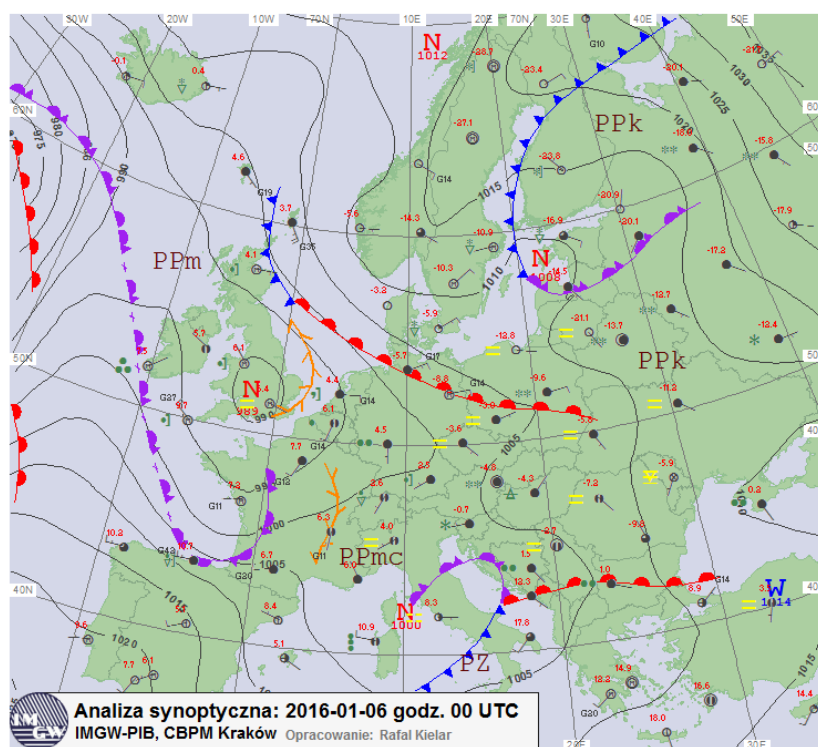
- 5-7.01.2016,
- 19.01.2016,
- 23.01.2016.

Jak już wspomniano, wysokie stężenia PM10 wystąpiły w kraju między innymi w dniach 5-7 stycznia, z kulminacją stężeń w dniu 6.01.2016 r. Od początku stycznia Polska znajdowała się pod wpływem układów wyżowych z centrum na wschód od Polski. Nocą występowały znaczące spadki temperatury powietrza (w Warszawie do -17 st. C. w dniach 3 i 4 stycznia). Powodowało to zwiększenie emisji pyłu i prekursorów pyłu ze źródeł związanych z ogrzewaniem budynków. W dniu 6 stycznia Polska znajdowała się pod słabnącym wpływem układu wyżowego z centrum nad północną Finlandią. Front ciepły wkraczający od południa na teren Polski spowodował wypieranie zimnych mas powietrza polarnego kontynentalnego na rzecz ciepłego powietrza polarnego i stopniowy wzrost temperatury. W wielu rejonach kraju utrzymywała się mgła, wystąpiły opady śniegu.

W dniu 6.01.2016 r. stężenia dobowe przekraczały dozwolone $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na ok. 93% stanowisk pomiarowych w kraju (rys. 5.2-10). Przekroczenia poziomu dopuszczalnego wystąpiły we wszystkich województwach z wyjątkiem woj. podlaskiego. Najwyższe stężenia notowano w woj. śląskim i w pozostałych województwach położonych wzdłuż południowej granicy Polski oraz w woj. łódzkim. Poziom $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekroczony był na 135 stanowiskach w Polsce. Poziom informowania przekroczony był na 3 stanowiskach w woj. śląskim. Maksymalne stężenie 24-godz. PM10 zarejestrowano w Pszczynie ($255 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W tym dniu wysokie stężenia PM10 notowane były również w Niemczech i w zachodniej części Czech.



Rys. 5.2-10. Stężenia 24-godz. PM10 w dniu 6.01.2016 r.

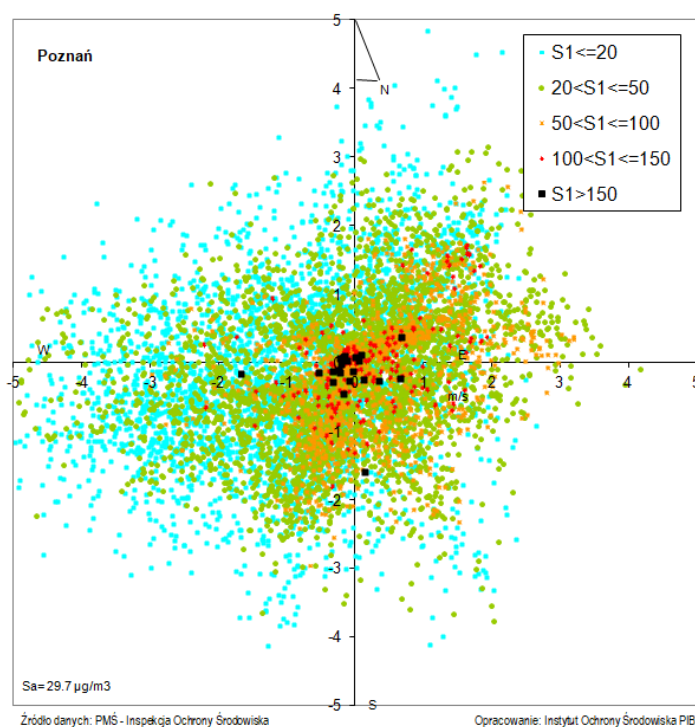


Rys. 5.2-11. Mapa synoptyczna na dzień 6.01.2016 g. 00 UTC. Źródło: IMGW-PIB

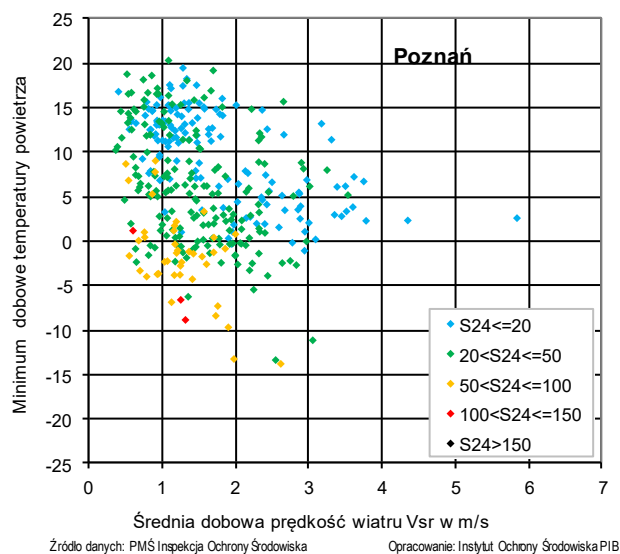
Dla zilustrowania zależności stężeń od warunków meteorologicznych występujących w czasie pomiarów, na rysunku 5.2-12 przedstawiono wartości stężenia 1-godz. pyłu PM10 na stacji w Poznaniu w funkcji kierunku i prędkości wiatru. Każdy punkt na wykresie

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.

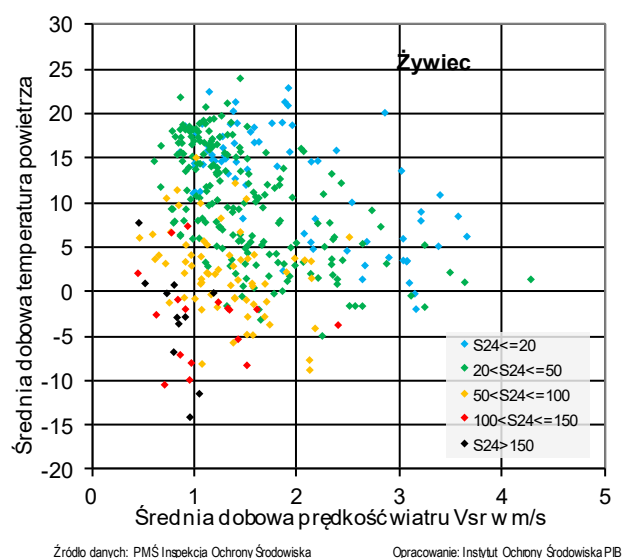
Analiza warunków występowania wysokich stężeń 1-godz. pyłu PM10, pozwala na stwierdzenie, że najwyższe stężenia pyłu notowane były najczęściej przy niskiej prędkości wiatru (do ok. 1 m/s). Najwyższe stężenia najczęściej występują zatem w warunkach meteorologicznych, które nie sprzyjają intensywnemu rozpraszaniu i wywiewaniu zanieczyszczeń. Można stąd wnioskować, że znaczący wkład w najwyższe stężenia PM10 notowane na stacjach miejskich może mieć emisja pyłu z niskich źródeł, związana z ogrzewaniem budynków i z ruchem drogowym.



Rys. 5.2-12. Stężenia 1-godz. pyłu PM10 w 2016 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Poznaniu (WpPoznDabrow)



Rys. 5.2-13. Stężenia 24-godz. pyłu PM10 w 2016 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji Poznaniu (WpPoznDabrow)



Rys. 5.2-14. Stężenia 24-godz. pyłu PM10 w 2016 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza na stacji w Żywcu (SlŻywieKoper)

Na rys. 5.2-13 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM10 w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacji tła miejskiego w Poznaniu. Wysokie i podwyższone stężenia dobowe PM10 notowane były najczęściej w warunkach słabego wiatru i przy minimum dobowym temperatury w zakresie od -9 st. C do +1 st. C. Przy większych spadkach temperatury, poniżej -10 st. C, ale przy silniejszym wietrze, stężenia PM10 były niższe. Dla średniej dobowej prędkości wiatru powyżej 3 m/s stężenia dobowe PM10, niezależnie od temperatury powietrza, były niższe od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, w tym najczęściej niższe od 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru i przy każdej temperaturze powietrza stężenia pyłu z reguły malały.

Na rys. 5.2-14 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM10 w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i średniej dobowej temperatury powietrza na stacji tła miejskiego w Żywcu. Wysokie stężenia dobowe notowane były najczęściej w warunkach słabego wiatru i przy średniej dobowej temperaturze powietrza poniżej 0 st. C. Dla średniej dobowej prędkości wiatru powyżej 2.5 m/s stężenia dobowe PM10, niezależnie od temperatury powietrza, były niższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

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 (krajowa emisja zanieczyszczeń, w tym PM10, z reguły nie zmienia się z roku na rok o więcej niż kilka procent). 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_{S_a} 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.

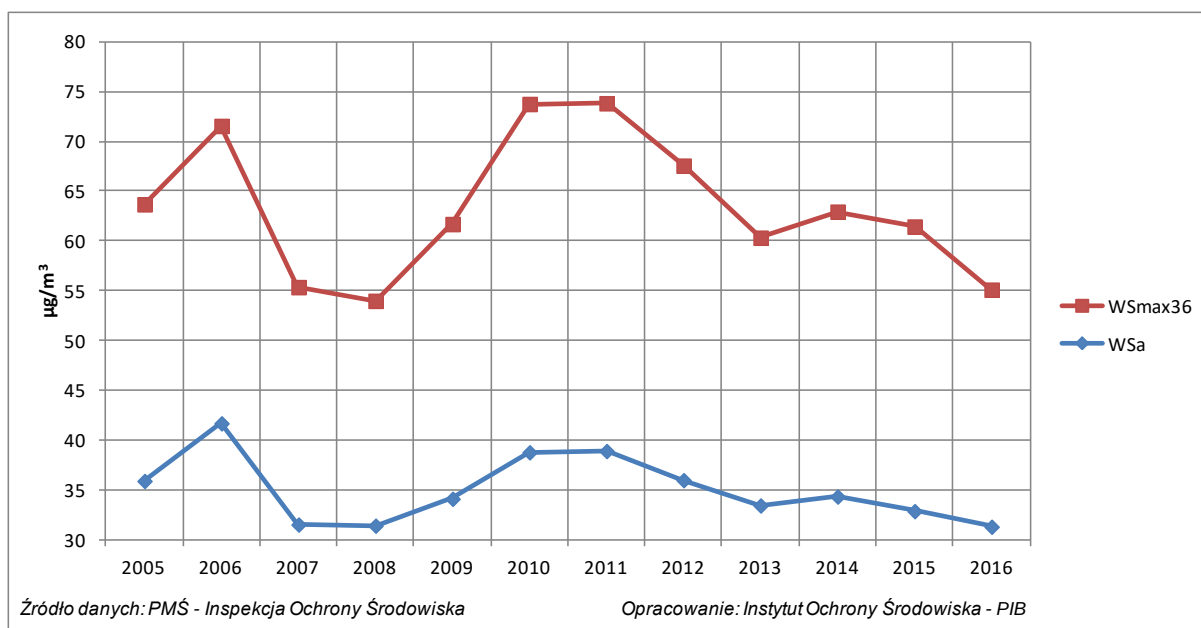
Na rysunku 5.3-1 przedstawiono wartości wskaźnika W_{S_a} obliczonego na podstawie stężeń średnich rocznych S_a , dla lat 2005-2016, dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego. Średnia wartość wskaźnika dla tego okresu wynosiła $35.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W okresie tym wartość wskaźnika zmieniała się w zakresie od -11% do +19% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia. Najwyższą wartość wskaźnika W_{S_a} uzyskano w 2006 r. W 2007 r. nastąpił znaczący spadek wartości wskaźnika dla stężeń średnich rocznych, a w 2008 spadek pogłębił się do najniższej wartości notowanej w wieloleciu. W latach 2009-2011 stężenia PM10 rosły, przy

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.

czym stężenia w 2010 r. i 2011 r. były bardzo zbliżone do siebie. W następnych dwóch latach stężenia średnie roczne spadały. W 2014 r. stężenia średnie roczne PM₁₀ (wyrażone w postaci wskaźnika *WSa*) były o ok. 3% wyższe niż w 2013 r. W 2015 r. ponownie nastąpił spadek stężeń, który pogłębił się w 2016 r. W tym roku wartość wskaźnika *WSa* była najniższa dla całego wielolecia 2005-2016. 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 PM₁₀ były 2006, 2010 i 2011, niższe stężenia notowano w latach 2007, 2008 i 2016.

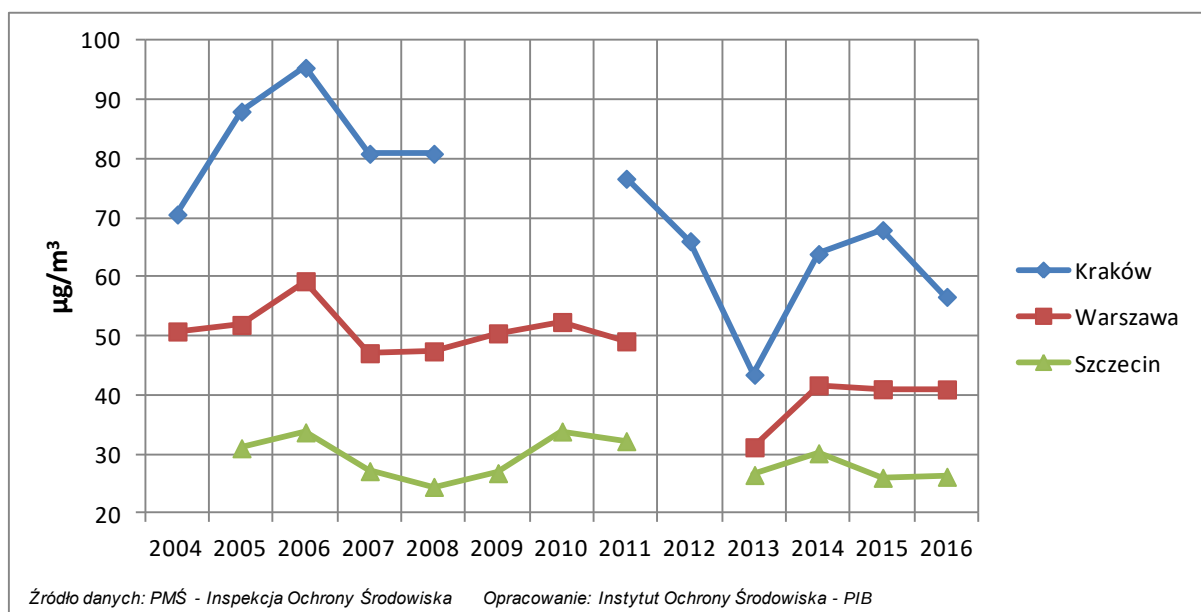
Charakter zmian w czasie wskaźnika określonego na podstawie stężeń dobowych *WSmax36* jest zbliżony do przebiegu wskaźnika *WSa*, aczkolwiek wartości wskaźnika *WSmax36* w latach 2010 i 2011 były wyższe niż w 2006 r. (inaczej niż w przypadku wskaźnika *WSa*). Wartość wskaźnika stężeń dobowych PM₁₀ zmieniała się w zakresie od -15% do +16% licząc od wartości średniej dla wielolecia ($63.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). 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 2013-2016 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 $D24 = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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).



Rys. 5.3-1. Zmiany stężeń średnich rocznych PM10 (wskaźnika WSa) oraz stężeń 24-godz. PM10 (wskaźnika WSmax36) na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce w latach 2005-2016

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 2004-2016 z trzech stanowisk komunikacyjnych, zlokalizowanych w Krakowie, w Warszawie i w Szczecinie (rys. 5.3-2).



Rys. 5.3-2. Stężenia średnie roczne PM10 w latach 2004-2016 na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie, w Warszawie i w Szczecinie

Stężenia średnie roczne S_a na tych stacjach zmieniały się w znacznym zakresie z roku na rok. W zależności od roku, odchylenie wartości S_a wynosiło maksymalnie od -39% do +33% 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 wszystkich stacjach stężenia notowane w latach 2013-2016 były niższe niż notowane w latach 2004-2011. W 2016 r. stężenia w Krakowie spadły o kilkanaście procent w stosunku do roku poprzedniego, na pozostałych stacjach pozostawały na tym samym poziomie co rok wcześniej. Linie trendu określone metodą najmniejszych kwadratów wskazują na trend malejący stężeń S_a w okresie 2004-2016 na każdej z trzech stacji, z których wyniki zaprezentowano na wykresie.

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 2016 r. poziom dopuszczalny pyłu PM₁₀ dla stężenia średniego rocznego ($D_a=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), określony ze względu na ochronę zdrowia, przekroczony był na 24 z 212 stanowisk miejskich i podmiejskich, zlokalizowanych na terenie 6 województw (tab. 5.4-1), w tym na 20 stanowiskach tła miejskiego (tab. 5.4-2). Najwięcej stanowisk z przekroczeniami D_a znajdowało się w województwach: śląskim, łódzkim i małopolskim (rys. 5.4-1). Najwyższą wartość stężenia średniego rocznego ($57 \mu\text{g}/\text{m}^3$), o 43% przewyższającą poziom dopuszczalny, zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie. Wśród stanowisk tła miejskiego, najwyższe stężenie S_a zarejestrowano na stanowiskach w Opocznie w woj. łódzkim ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Pszczynie w woj. śląskim ($51 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Stężenia w miastach w północnej części Polski były z reguły niższe niż w części południowej i centralnej. W miastach 10 województw nie notowano stężeń przewyższających roczny poziom dopuszczalny pyłu PM₁₀.

Na 4 z 15 stanowisk komunikacyjnych stężenia średnie roczne z 2016 r. przewyższały $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tab. 5.4-3). Średnia ze stężeń rocznych uzyskanych na 12 stanowiskach komunikacyjnych wynosiła $37.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i była o 20% wyższa od średniej ze stężeń S_a ze stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego (wynoszącej $30.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Percentyl S90.4 ze stężeń dobowych⁹ przekraczał wartość $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowiskach miejskich i podmiejskich w 15 z 16 województw – z wyjątkiem woj. podlaskiego (tab. 5.4-1), w sumie na 132 z 211 stanowisk (63%) uwzględnionych w ocenie (rys. 5.4-2). Parametr S90.4 przyjmował najwyższe wartości (powyżej $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) na 2 stanowiskach tła miejskiego: w Pszczynie w woj. śląskim ($104 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim ($101 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Najwięcej stanowisk z percentylem S90.4 wyższym od $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ znajdowało się w woj. śląskim (rys. 5.4-2).

W jednym województwie – opolskim - percentyl S90.4 przekraczał $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na wszystkich miejskich i podmiejskich stanowiskach pomiarowych.

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 2016 r.

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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	21	1	18	30.4	45	21	13	31	57.4	101	20	12	0	42.8	107
kujawsko-pomorskie	13		23	30.6	40	12	8	42	56.8	79	12	8	20	46.7	106
lubelskie	8		25	28.5	32	8	4	43	49.4	57	8	4	16	33.0	48
lubuskie	6		24	28.2	32	6	2	43	50.1	58	6	2	20	33.2	50
łódzkie	21	4	23	36.6	52	21	19	45	67.4	100	21	19	19	72.6	150
małopolskie	23	6	24	36.2	57	23	21	45	68.5	98	17	16	33	72.9	165
mazowieckie	17	1	27	31.5	41	17	8	43	52.3	68	17	8	18	39.4	76
opolskie	8		29	32.4	37	8	8	52	61.0	75	8	7	35	52.4	75
podkarpackie	11		26	29.6	35	11	5	46	51.2	59	11	5	26	36.6	58
podlaskie	5		19	22.8	27	5		31	37.8	47	3		3	17.0	30
pomorskie	18	1	15	22.4	42	18	4	26	39.7	68	17	4	1	20.4	101
śląskie	23	11	23	39.8	51	23	22	41	74.7	104	23	22	21	76.3	114
świętokrzyskie	8		20	28.6	35	8	5	39	51.7	62	8	4	18	36.3	57
warmińsko-mazurskie	7		23	26.1	32	7	1	39	44.2	51	6	1	11	19.3	36
wielkopolskie	15		25	31.1	40	15	11	48	57.2	81	15	11	26	47.2	84
zachodniopomorskie	8		19	23.6	27	8	1	32	42.2	54	8	1	6	19.9	40
Razem	212	24	15	31.4	57	211	132	26	57.1	104	200	124	0	47.8	165

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 2016 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 2016 r.

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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	21	1	18	30.4	45	21	13	31	57.4	101	20	12	0	42.8	107
kujawsko-pomorskie	9		23	29.9	40	8	6	42	54.7	79	8	5	21	45.0	106
lubelskie	8		25	28.5	32	8	4	43	49.4	57	8	4	16	33.0	48
lubuskie	6		24	28.2	32	6	2	43	50.1	58	6	2	20	33.2	50
łódzkie	18	4	23	36.7	52	18	16	45	67.9	100	19	17	19	73.7	150
małopolskie	19	4	24	34.2	43	19	17	45	65.9	92	14	13	33	63.6	87
mazowieckie	14		27	30.8	38	14	6	43	51.7	68	15	6	18	35.4	60
opolskie	8		29	32.4	37	8	8	52	61.0	75	8	7	35	52.4	75
podkarpackie	10		26	29.3	35	10	4	46	50.6	59	11	5	26	36.6	58
podlaskie	5		19	22.8	27	5		31	37.8	47	3		3	17.0	30
pomorskie	18	1	15	22.4	42	18	4	26	39.7	68	17	4	1	20.4	101
śląskie	21	10	23	39.5	51	21	20	41	74.5	104	21	20	21	75.0	114
świętokrzyskie	8		20	28.6	35	8	5	39	51.7	62	8	4	18	36.3	57
warmińsko-mazurskie	7		23	26.1	32	7	1	39	44.2	51	6	1	11	19.3	36
wielkopolskie	15		25	31.1	40	15	11	48	57.2	81	15	11	26	47.2	84
zachodniopomorskie	5		19	23.0	27	5	1	32	41.7	54	6	1	6	20.5	40
Razem	192	20	15	30.9	52	191	118	26	56.5	104	185	112	0	46.1	150

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 2016 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 2016 r.

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

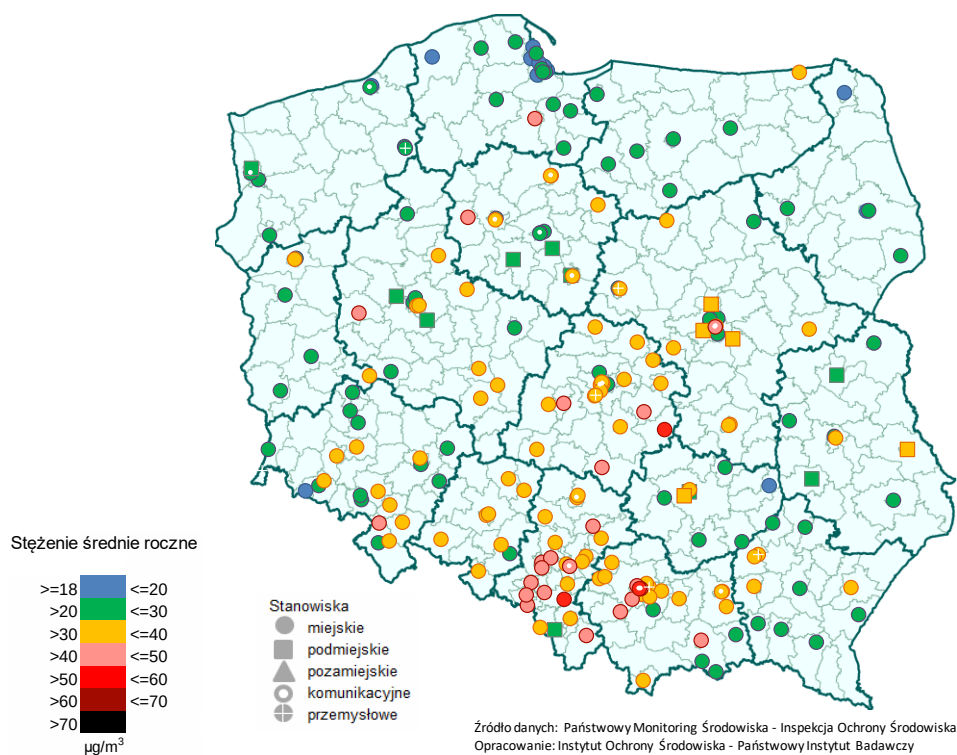
Województwo	Stężenie średnie roczne PM10					Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10					Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 µg/m ³				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk z przekroczeniami ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾	Liczba stanowisk ¹⁾	Liczba stanowisk 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	4		26	32.2	37	4	3	46	60.8	78	4	3	20	50.0	73
łódzkie	2		32	34.7	37	2	2	57	60.6	65	2	2	46	62.5	79
małopolskie	3	2	37	47.4	57	3	3	69	83.9	98	3	3	65	116.0	165
mazowieckie	2	1	37	39.0	41	2	2	58	60.3	63	2	2	63	69.5	76
śląskie	2	1	40	43.3	47	2	2	74	77.8	81	2	2	83	90.0	97
zachodniopomorskie	2		24	24.9	26	2		41	43.2	45	2		16	18.0	20
Razem	15	4	24	37.0	57	15	12	41	65.2	98	15	12	16	68.5	165

Objaśnienia do tabeli 5.4-3:

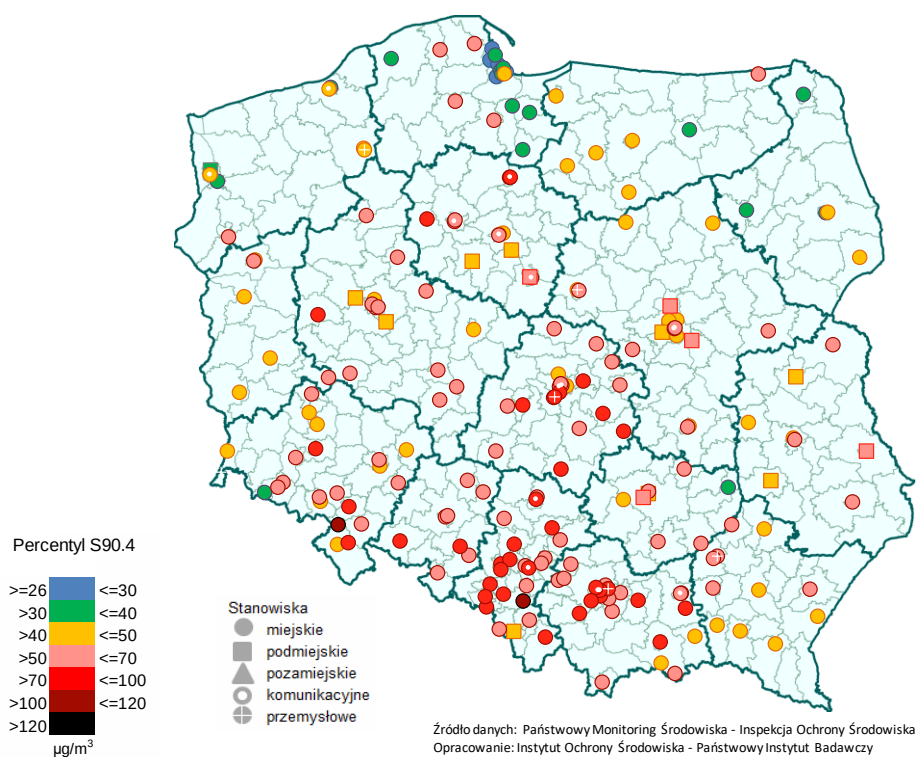
¹⁾ liczba stanowisk komunikacyjnych uwzględnionych w ocenie dla określonego czasu uśredniania stężeń

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 2016 roku na wszystkich stanowiskach komunikacyjnych uwzględnionych w ocenie



Rys. 5.4-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2016 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

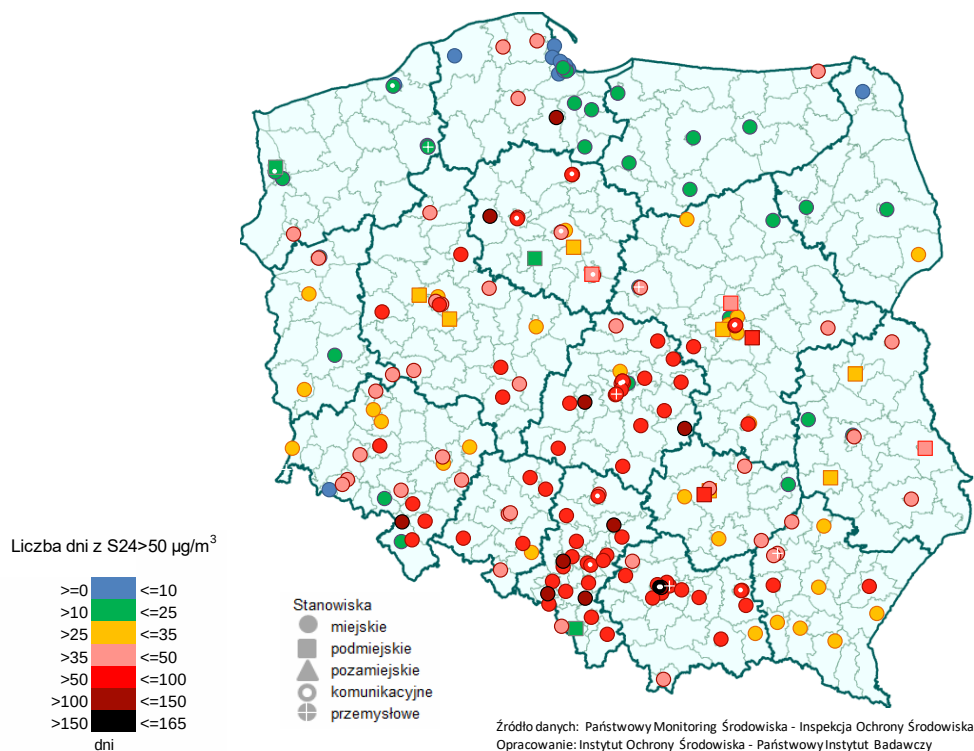


Rys. 5.4-2. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2016 r. na stanowiskach miejskich i podmiejskich

Spośród 200 stanowisk miejskich i podmiejskich, z których serie pomiarowe obejmowały co najmniej 85% dni w roku, najwięcej dni z przekroczeniami poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 165 dni - wystąpiło na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie (tab. 5.4-1, rys. 5.4-3), a spośród

stanowisk tła miejskiego - na stacji w Opocznie (150). Ogółem wśród stanowisk z kompletnymi seriami pomiarowymi, więcej niż 35 przypadków przekroczeń poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiło na 124 z 200 stanowisk (62%). Przekroczenia takie wystąpiły przynajmniej na jednym stanowisku w 15 z 16 województw. Powyżej 100 dni z przekroczeniami zanotowano na 10 stanowiskach w 5 województwach (najwięcej w woj. śląskim).

Na 12 spośród 15 stanowisk komunikacyjnych przekroczenia wystąpiły więcej niż 35 razy w roku (tab. 5.4-3).



Rys. 5.4-3. Liczba dni w 2016 r. 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

Stężenia pyłu PM10 poza miastami

W ocenie uwzględniono wyniki pomiarów stężeń pyłu PM10 z 11 stanowisk pozamiejskich z 8 województw. Wśród nich 10 to stanowiska pomiarów tła oraz jedno zlokalizowane w obszarze oddziaływania zakładów przemysłowych (tab. 5.4-4).

Stężenia pyłu PM10 na obszarach pozamiejskich w 2016 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. 5.4-4, tab. 5.4-4). Wartości stężeń S_a wynosiły od $15.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Zielonka w Borach Tucholskich w woj. kujawsko-pomorskim) i $15.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Puszczy Boreckiej w woj. warmińsko-mazurskim do $27.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji w Działoszynie w woj. dolnośląskim (stacja pod wpływem emisji z przemysłu) oraz $27.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stacji w Gajewie w woj. łódzkim. Średnia ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk pozamiejskich wynosiła w 2016 roku $22.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość znacznie niższa od średniej obliczonej dla stacji tła miejskiego i podmiejskiego (wynoszącej $31.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Wartość percentyla S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10 (rys. 5.4-5) nie przekroczyła $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na żadnym spośród 11 stanowisk. Najwyższą wartość tego parametru – $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zanotowano na stacjach w Koniczynie k. Torunia i w Gajewie, najniższą w Zielonce i Puszczy Boreckiej ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na żadnej ze stacji pozamiejskich nie zanotowano więcej niż 35 przypadków przekroczeń poziomu $D_{24}=50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 24-godz. (rys. 5.4-6). Najwięcej dni z przekroczeniami D_{24} (28) wystąpiło w Gajewie, najmniej w Zielonce (3).

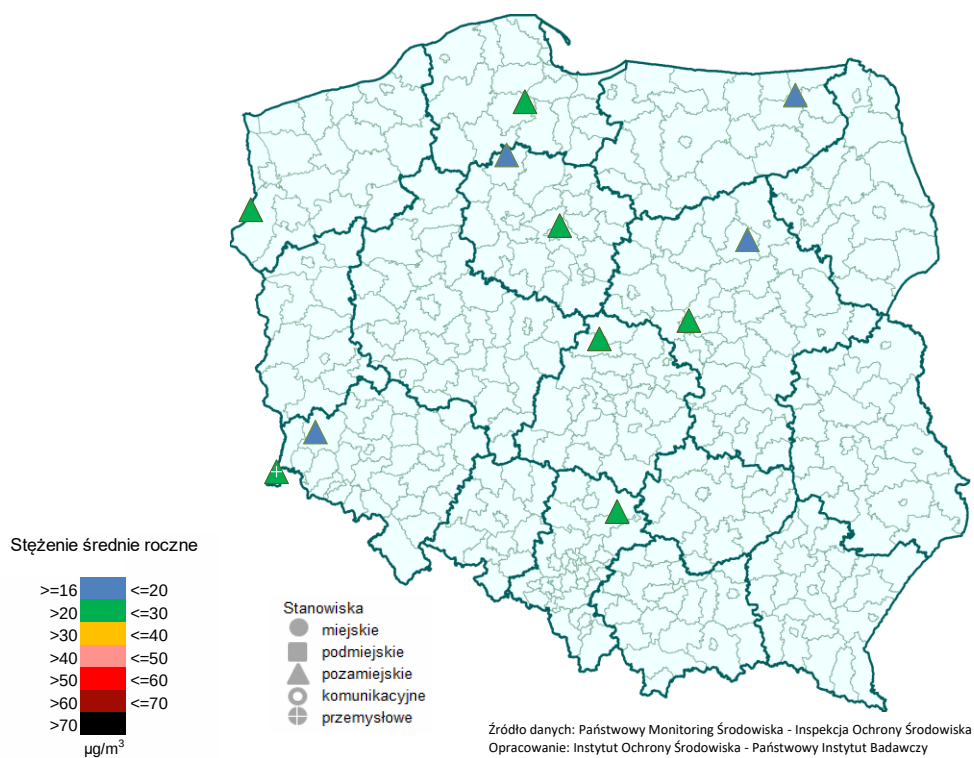
Omówione wyżej wyniki pomiarów wskazują, że na wszystkich stacjach pozamiejskich w 2016 r. dotrzymane były stężenia dopuszczalne określone dla stężeń średnich rocznych jak i dobowych.

Tabela 5.4-4. Wartości parametrów obliczonych na podstawie serii pomiarów stężeń pyłu PM10 na stanowiskach pozamiejskich w 2016 r.

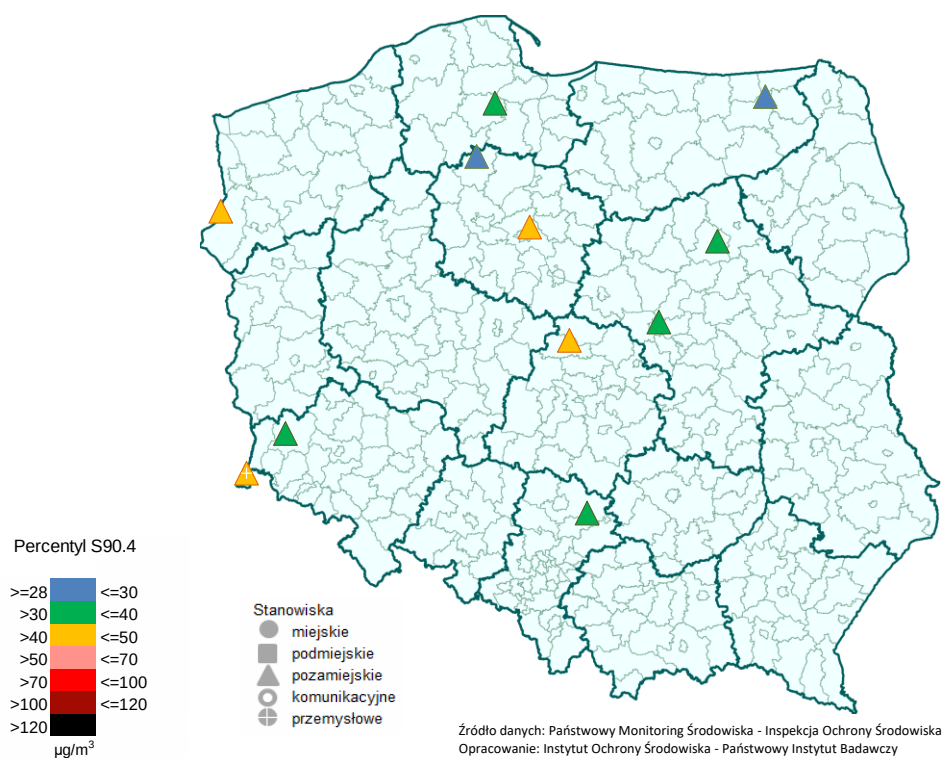
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
dolnośląskie	Działoszyn	DsDziałoszyn	przemysłowa	27.9	42	13
dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21	tło	19.6	36	19
kujawsko-pomorskie	Koniczynka	KpKoniczynka	tło	25.7	47	24
kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu	tło	15.6	28	3
łódzkie	Gajew	LdGajewUjWod	tło	27.6	47	28
mazowieckie	Granica-KPN	MzGranicaKPN	tło	22.6	38	13
mazowieckie	Guty Duże	MzGutyDuCzer	tło	18.5	31	8
pomorskie	Liniewko Kościerskie	PmLinieKos17	tło	20.2	35	6
śląskie	Złoty Potok	SlZlotPotLes	tło	24.7	39	18

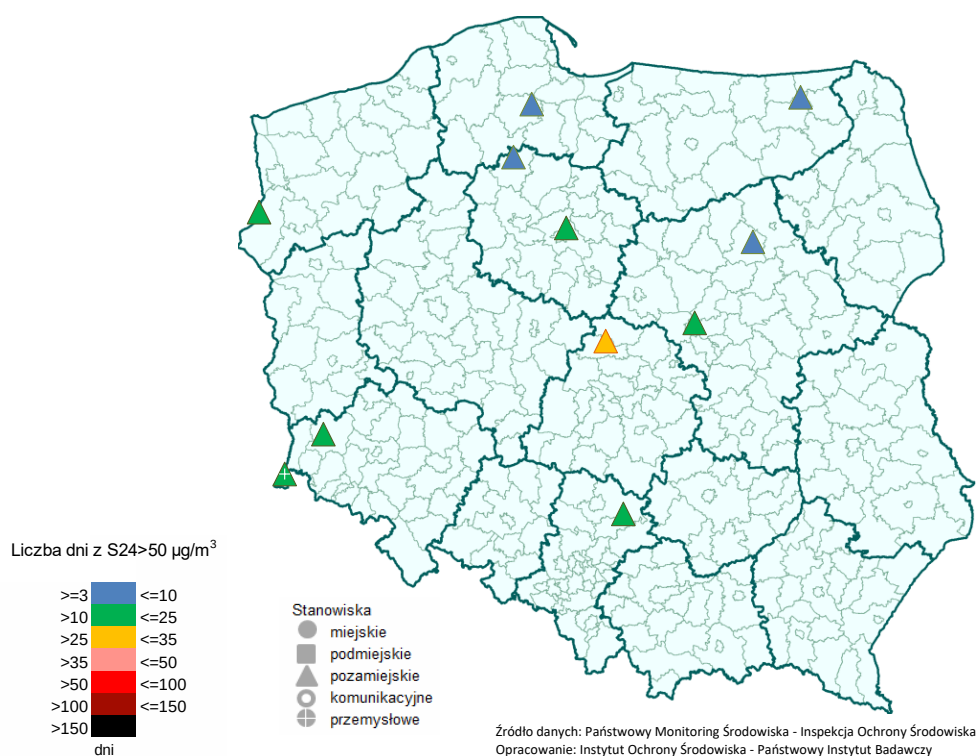
Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Typ stanowiska	Stężenie średnie roczne PM10	Percentyl S90.4 ze stężeń 24-godz. PM10	Liczba dni ze stężeniem 24-godz. PM10 wyższym od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
				$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	-
warmińsko-mazurskie	Puszcza Borecka	WmPuszczaBor	tło	15.7	28	5
zachodniopomorskie	Widuchowa	ZpWiduBulRyb	tło	23.5	43	16



Rys. 5.4-4. Stężenia średnie roczne pyłu PM10 w 2016 r. na stanowiskach pozamiejskich



Rys. 5.4-5. Percentyl S90.4 z serii pomiarów 24-godz. stężeń pyłu PM10 w 2016 r. na stanowiskach pozamiejskich



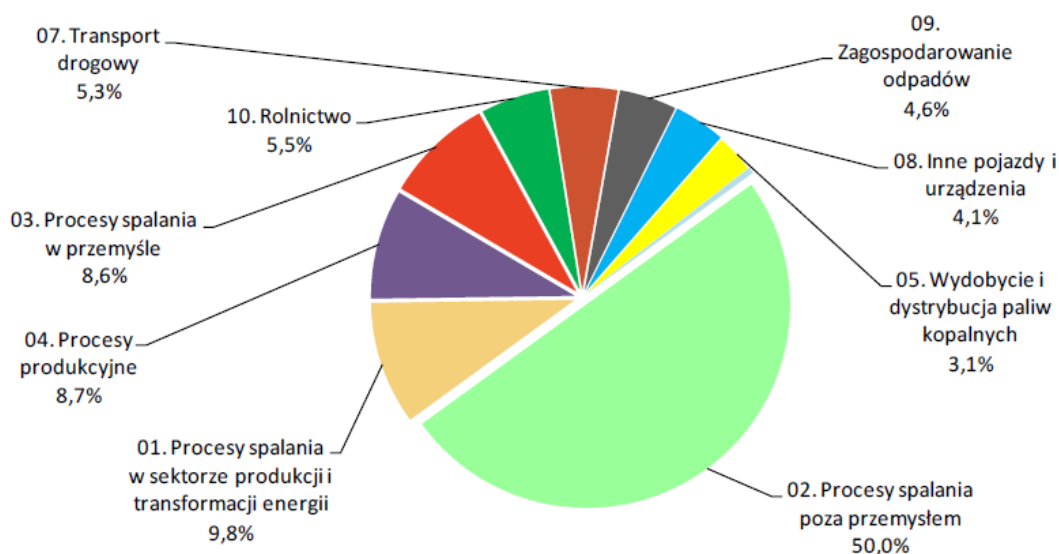
Rys. 5.4-6. Liczba dni w 2016 r. ze stężeniem 24-godz. pyłu PM10 wyższym od 50 µg/m³ określona na podstawie pomiarów na stanowiskach pozamiejskich

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

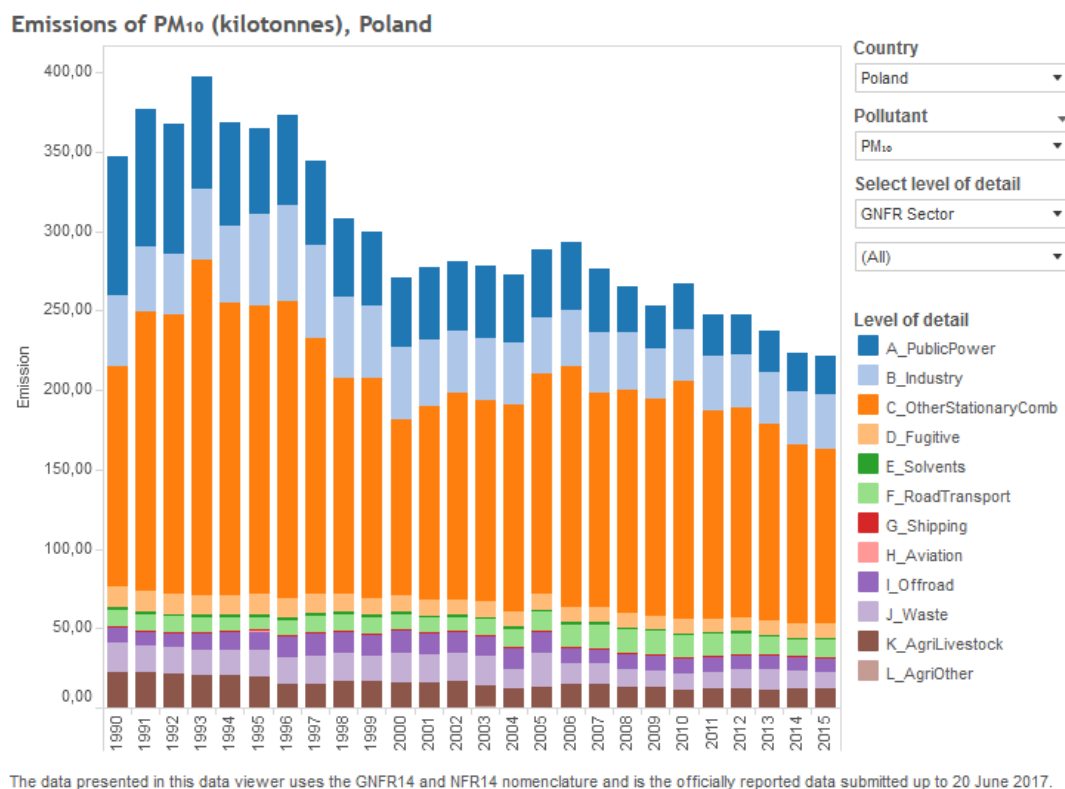
Zgodnie z danymi Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), głównym źródłem emisji pyłu PM10 do atmosfery w Polsce są procesy spalania paliw poza przemysłem (rys. 5.5-1). Emisja z tych procesów stanowi ok. 50% całkowitej emisji pyłu z terenu kraju. W tej kategorii największy udział ma emisja z sektora komunalno-bytowego, w tym związana z ogrzewaniem budynków. Emisja zanieczyszczeń związana z ogrzewaniem to głównie emisja z niskich emitorów zlokalizowanych w obszarach z zabudową mieszkaniową. W rezultacie ma ona często decydujący wpływ na występowanie przekroczeń wartości kryterialnych stężeń pyłu PM10 na wielu takich obszarach.

Transport drogowy odpowiedzialny jest za ok. 5% krajowej emisji pyłu. W połączeniu z miejscem i sposobem wprowadzania zanieczyszczeń pochodzących z ruchu drogowego do powietrza, powoduje to, że 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 PM10 (również PM2.5 i NO₂).

Emisja pyłu PM10 z sektora produkcji i transformacji energii (10% emisji krajowej), procesów produkcyjnych (8.7%) oraz procesów spalania w przemyśle (8.6%), 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), mają mniejszy wpływ na występowanie przekroczeń wartości dopuszczalnych pyłu PM10 niż wymienione wcześniej emisje związane z ogrzewaniem budynków i transportem samochodowym.



Rys. 5.5-1. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM10 w Polsce w roku 2015. Źródło: IOŚ-PIB KOBIZE 2017



Rys. 5.5-2. Emisja pyłu PM₁₀ z Polski w latach 1990-2015.

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

Emisja pierwotnego pyłu PM₁₀ w 2015 r. w Polsce wynosiła 221 tys. Mg/rok (KOBIZE 2017). Jak wspomniano wyżej, największy udział w emisji pyłu PM₁₀ (50%) mają procesy spalania paliw poza przemysłem (rys. 5.5-1). 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, między innymi ze względu na warunki meteorologiczne w sezonie chłodnym, była większa niż w innych latach okresu 2000-2015. W rezultacie całkowita emisja roczna PM₁₀ w 2006 r. była najwyższa spośród emisji rocznych z lat 2000-2015 (rys. 5.5-2). Emisja pyłu PM₁₀ z terenu Polski w latach 2014 i 2015 była znacząco niższa niż w ostatnim dziesięcioleciu XX wieku. Zauważalny jest trend spadkowy emisji PM₁₀, zaburzony przez wzrosty emisji w latach z ostrzejszymi zimami (2006 r., 2010 r.)

Zgodnie z analizami wojewódzkich inspektoratów ochrony środowiska zawartymi w wykonywanych co roku ocenach jakości powietrza oraz na podstawie innych analiz można przyjąć, że w miejscach z najwyższymi stężeniami PM₁₀ w Polsce, na poziom zanieczyszczenia powietrza największy wpływ ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich źródeł, związana ze spalaniem paliw stałych w celach grzewczych i bytowych. Drugą kategorią

źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM10 jest transport drogowy. Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są 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 niskiej emisji komunalno-bytowej (kategoria: procesy spalania paliw poza przemysłem) może prowadzić szereg działań o charakterze edukacyjnym, administracyjnym, organizacyjnym, podatkowym itp., w tym:

1. podniesienie poziomu wiedzy ekologicznej ludności, promowanie zachowań proekologicznych;
2. 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), poprzez popularyzację wiedzy na ten temat i wsparcie finansowe;
3. promowanie modernizacji indywidualnych systemów grzewczych - zastępowania starych mało sprawnych kotłów i pieców przez niskoemisyjne nowe kotły na paliwo dobrej jakości;
4. wprowadzenie standardów jakościowych na paliwa stałe;
5. rozwój technologii nowych paliw niskoemisyjnych i bezemisyjnych;
6. zakaz dystrybucji paliw stałych nie spełniających wymagań jakościowych;
7. wprowadzenie standardów emisyjnych dla kotłów stosowanych w indywidualnym ogrzewaniu budynków;
8. stopniowa likwidacja nieefektywnych źródeł ciepła (piece, kotły, paleniska, kominki);
9. wprowadzenie zakazu sprzedaży pieców i kotłów nie spełniających standardów emisyjnych;
10. wspieranie termoizolacji budynków, między innymi poprzez wsparcie finansowe;
11. promowanie budownictwa energooszczędnego i pasywnego;
12. promowanie budowy i stosowania odnawialnych źródeł energii;
13. rozwój i modernizacja systemów zaopatrzenia w ciepło sieciowe;

14. wprowadzanie zakazu stosowania paliw stałych do ogrzewania budynków i podgrzewania wody na wybranych obszarach (np. w miejscach gdzie jest sieć ciepłownicza lub dostępny jest gaz ziemny sieciowy); z jednoczesnym wdrożeniem systemu wsparcia finansowego przebudowy instalacji grzewczej;
15. wprowadzenie zakazu palenia drewnem i innymi paliwami stałymi w kominkach na wybranych obszarach;
16. wprowadzenie do regulaminów porządku publicznego zakazu spalania odpadów roślinnych (ścięta trawa, liście, chwasty, gałęzie drzew itp.) z przydomowych ogródków i z ogródków działkowych oraz zorganizowanie systemu odbioru odpadów zielonych;
17. egzekwowanie zakazu spalania odpadów w paleniskach domowych, kotłach, piecach, ogniskach;
18. rozbudowa systemów dystrybucji sieciowego gazu ziemnego;
19. prowadzenie odpowiedniej polityki podatkowej zachęcającej do stosowania mniej szkodliwych paliw (gaz ziemny, gaz płynny, lekki olej opałowy) lub źródeł energii odnawialnej w miejsce paliw uciążliwych dla środowiska;
20. wprowadzenie zakazu spalania resztek roślinnych na polach.

Emisje pyłu PM10 związane z transportem drogowym można ograniczyć między innymi poprzez:

1. rozwój i wspieranie systemów transportu publicznego (w tym z taboru niskoemisyjnym) w celu ograniczenia intensywności ruchu pojazdów indywidualnych;
2. wdrażanie systemów organizacji ruchu prowadzących do ograniczenia emisji zanieczyszczeń z pojazdów drogowych;
3. wydzielanie w miastach stref dla ruchu pieszego z ograniczonym dostępem pojazdów samochodowych;
4. organizację stref płatnego parkowania z dostateczną liczbą miejsc parkingowych;
5. wprowadzanie opłat za wjazd do wydzielonych części centralnych miast, opłat uzależnionych od klasy uciążliwości pojazdu;
6. eliminowanie z ruchu pojazdów nie spełniających norm emisyjnych (okresowe badania techniczne, kontrole drogowe);
7. opracowanie systemu zachęt do wymiany samochodów na nowe pojazdy niskoemisyjne (np. hybrydowe, wodorowe, elektryczne);
8. rozwój infrastruktury niezbędnej do upowszechnienia samochodów z napędem elektrycznym lub wodorowym;

9. opracowanie instrumentów skłaniających do ograniczania przewozu ładunków transportem samochodowym na rzecz kolei i transportu wodnego;
10. rozwój infrastruktury kolejowej i sieci połączeń kolejowych oraz odpowiednie kształtowanie taryf biletowych w celu zachęty do podróżowania koleją zamiast samochodami osobowymi i autobusami;
11. budowa parkingów typu park&ride oraz park&bike na obrzeżach miast;
12. rozbudowa systemu ścieżek rowerowych i wprowadzanie ułatwień ruchu dla rowerzystów;
13. budowa obwodnic miast i miejscowości;
14. modernizacja i przebudowa dróg, w tym z zastosowaniem technologii ograniczających emisję ze ścierania nawierzchni drogi.

Część wymienionych wyżej działań jest sukcesywnie wprowadzana. Wdrażane są też przepisy krajowe, jak i regionalne mające na celu ograniczenie emisji pyłu do powietrza.

Na poziom stężeń pyłu w Polsce pewien wpływ mają emisje pyłu i prekursorów pyłu wtórnego ze źródeł emisji położonych poza granicami kraju. Wpływ ten jest największy w województwach południowych i zachodnich i maleje wraz z oddalaniem się od granicy. Za przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu PM₁₀ odpowiedzialne są przede wszystkim krajowe źródła emisji. Jednakże na niektórych ograniczonych obszarach (np. w rejonie Bramy Morawskiej) napływ zanieczyszczeń z Czech (głównie ze Śląska Morawskiego, w tym z przemysłowego rejonu Ostrawy) może, obok źródeł krajowych, przyczyniać się do wzrostu stężeń PM₁₀ ponad poziom dopuszczalny. Podobnie, emisje z polskich źródeł mogą przyczyniać się do występowania przekroczeń wartości dopuszczalnych PM₁₀ i PM_{2.5} w przygranicznych rejonach Czech.

Największy procentowy udział emisji ze źródeł zagranicznych w stężeniach PM₁₀ w Polsce ma miejsce w województwie podkarpackim (powiat bieszczadzki), gdzie, zgodnie z obliczeniami modelowymi (GIOŚ 2017), emisja spoza granic Polski odpowiedzialna jest nawet za przeszło 40% stężenia średniego rocznego PM₁₀. Wysoki udział oddziaływania emisji zagranicznych w stężeniach notowanych na niektórych fragmentach terytorium Polski dotyczy obszarów, gdzie generalnie stężenia PM₁₀ są niskie. Przy niskich stężeniach pyłu na tym terenie, nawet wzrost stężeń powodowany przez źródła zagraniczne nie powoduje z reguły powstawania przekroczeń wartości dopuszczalnych.

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

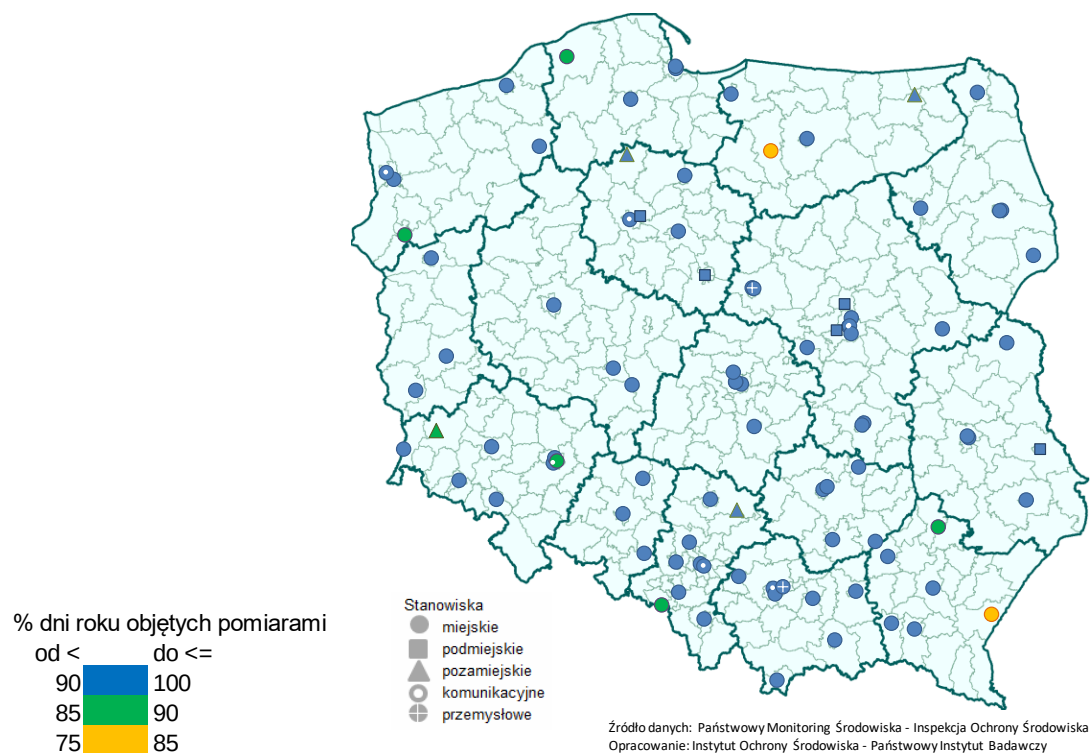
6.1. Informacje o systemie pomiarowym stężeń PM2.5

Raport opracowano na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 wykorzystanych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska do opracowania ocen jakości powietrza za 2016 rok na terenie poszczególnych województw, zatwierdzonych w dodatkowym przeglądzie serii danych na poziomie krajowym w Instytucie Ochrony Środowiska - PIB. Spośród zgromadzonych w bazie JPOAT danych ze 110 stanowisk pomiarowych PM2.5, w rocznej ocenie jakości powietrza w strefach, wykonywanej przez WIOŚ, wykorzystano wyniki z 91 stanowisk. Wyniki tylko z tych stanowisk uwzględniono przy opracowywaniu niniejszego raportu.

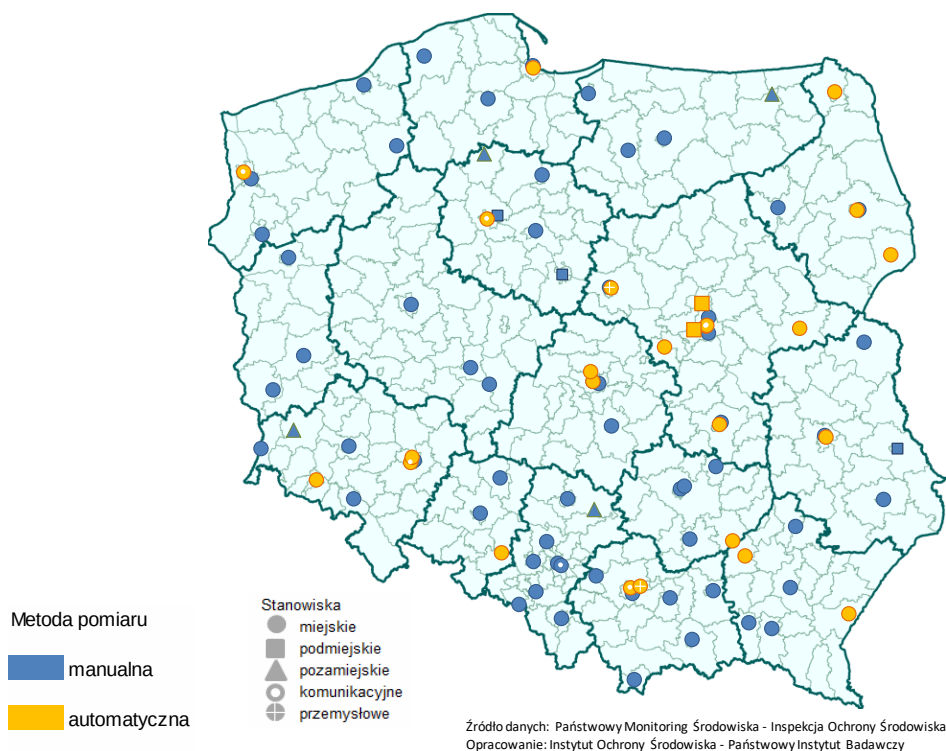
Przeważająca większość serii wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 uwzględnionych w opracowaniu spełniała wymagania dotyczące kompletności serii pomiarowych, pozwalające na prawidłowe obliczanie odpowiednich parametrów statystycznych (rys. 6.1-1). Na wszystkich stanowiskach prowadzone były pomiary codzienne lub ciągłe automatyczne. W 2016 r. na ok. 91% stanowisk (tj. na 83 z 91 stanowisk) uzyskano pokrycie roku pomiarami przekraczające 90%, zaś na 98% stanowisk pokrycie nie mniejsze niż 85%. Na wszystkich 91 stanowiskach kompletność serii przekraczała 75%.

Wśród stanowisk pomiarowych przeważały zlokalizowane na obszarach miast – 82 stanowiska, w tym 73 tła miejskiego, 7 komunikacyjnych i 2 zlokalizowane w strefie oddziaływania przemysłu. Na obszarach pozamiejskich zlokalizowane były 4 stanowiska, 5 stanowisk zaklasyfikowano jako podmiejskie (rys. 6.1-1).

Z ogólnej liczby 91 stanowisk, z których wyniki wykorzystano w raporcie, na 65 z nich wykorzystywano metody manualne, na pozostałych 26 pomiar stężeń PM2.5 prowadzony był metodami automatycznymi (rys. 6.1-2).



Rys. 6.1-1. Lokalizacja stanowisk pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5}, z których dane wykorzystano w raporcie za 2016 rok, z uwzględnieniem typu stanowiska, rodzaju obszaru lokalizacji i kompletności serii pomiarowej

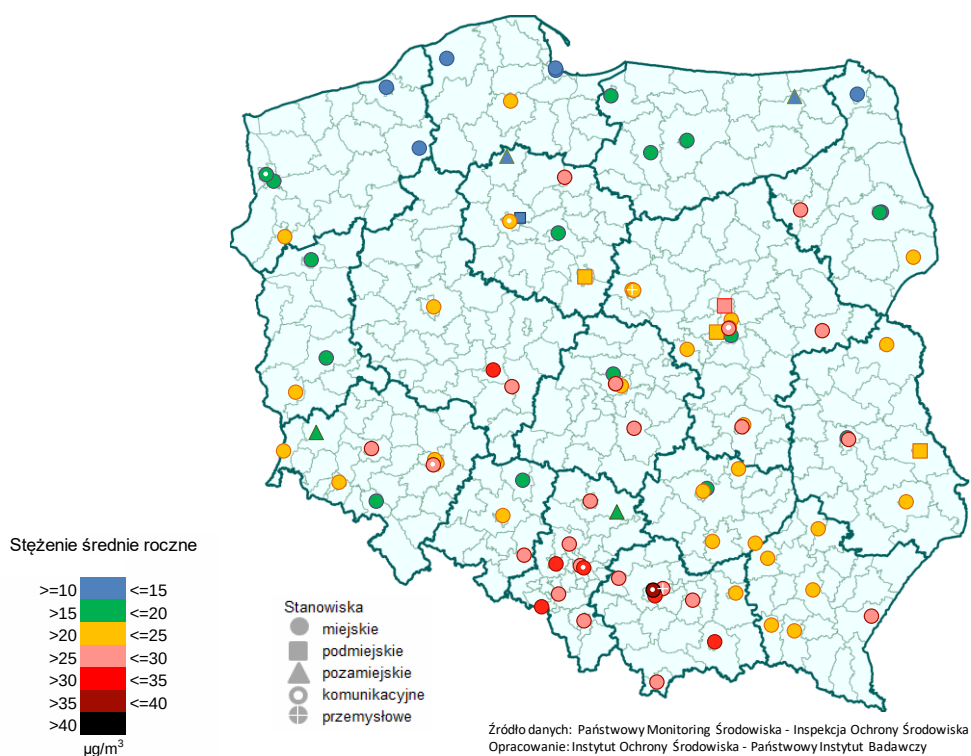


Rys. 6.1-2. Metoda pomiarów stężeń pyłu PM_{2.5} na stanowiskach, z których dane wykorzystano w raporcie za 2016 rok

6.2. Informacje o stężeniach PM_{2.5} w 2016 roku

Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2016 r., obliczone na podstawie wyników pomiarów na 91 stanowiskach, zawierały się w granicach od 10 do 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rys. 6.2-1).

Najwyższe stężenia średnie roczne zanotowano na stacjach komunikacyjnych w Krakowie (38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i Katowicach (34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) oraz na stacjach tła miejskiego w Pleszewie w woj. wielkopolskim (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) i w Godowie w woj. śląskim (33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Są to stężenia przewyższające poziom dopuszczalny o 30% 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 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najwyższe stężenie średnie roczne na stacji pozamiejskiej wynosiło 18.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Złoty Potok w woj. śląskim).



Rys. 6.2-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2016 r.

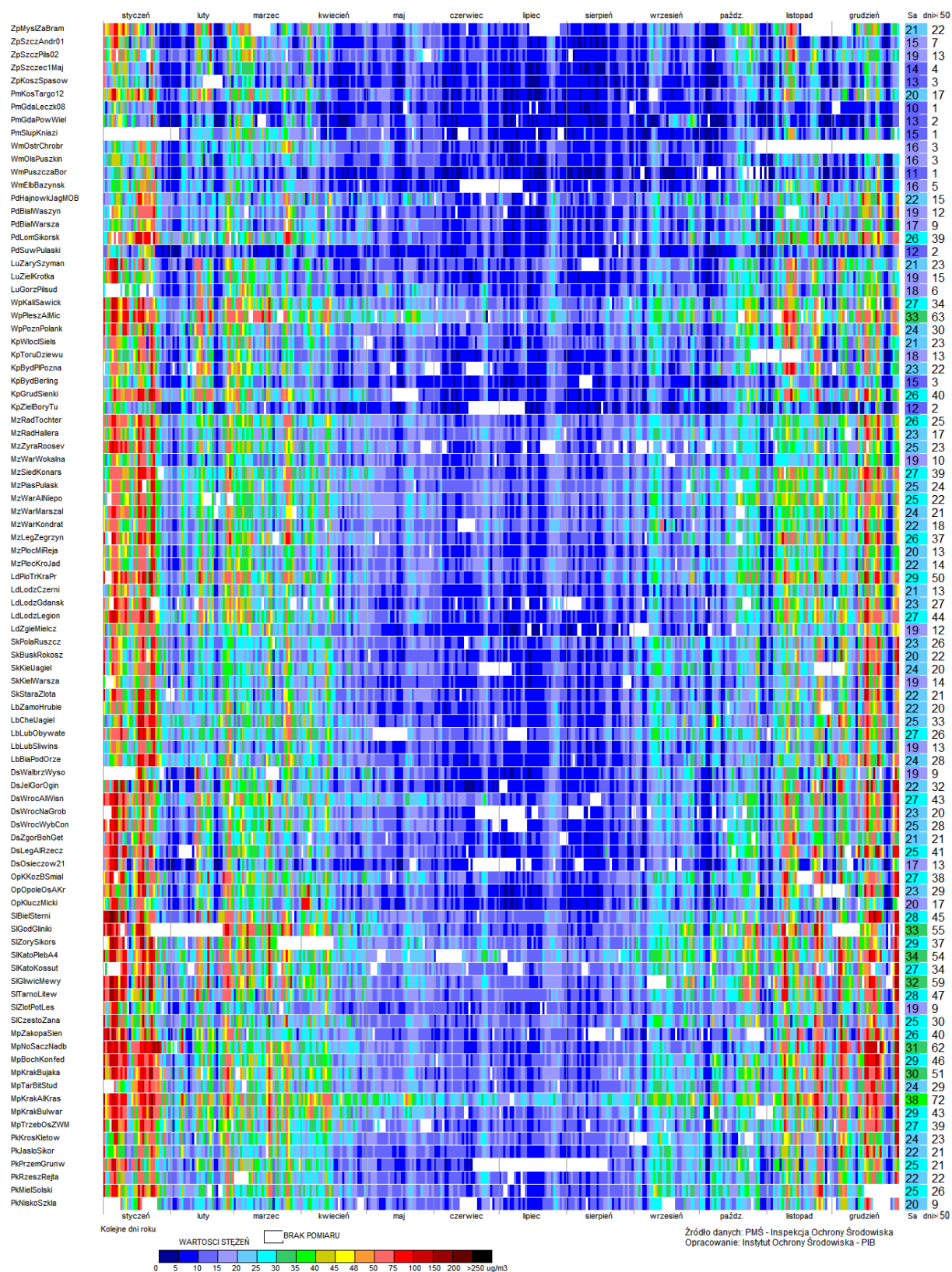
Na rysunku 6.2-2 (mozaika) przedstawiono przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2016 r. na poszczególnych stanowiskach uwzględnionych w analizach. Na rysunku, dla każdego stanowiska każdy wynik pomiaru stężenia dobowego oznaczony jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń dobowych (parametr nienormowany) przekraczające 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. 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 – SO_2 i NO_2), 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 $\text{PM}_{2.5}$ na każdej stacji zmieniają się w dużym zakresie (rys. 6.2–2). 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. 6.2-3 przedstawiono roczny przebieg dobowego stężenia pyłu $\text{PM}_{2.5}$ w 2016 r. uśrednionego dla wszystkich stanowisk pomiarowych w Polsce, obrazujący roczną zmienność stężeń pyłu $\text{PM}_{2.5}$ w skali kraju, na tle zmienności temperatury powietrza, czynnika mającego istotny wpływ na stężenia pyłu.

W 2016 r., podobnie jak w latach poprzednich, wysokie stężenia pyłu, w tym pyłu $\text{PM}_{2.5}$, na większości stanowisk notowane były w sezonie chłodnym (pokrywającym się z sezonem grzewczym). W 2016 roku, w sezonie chłodnym, niekorzystne warunki meteorologiczne nad Polską utrzymywały się przez wiele dni, szczególnie często w styczniu (rys. 6.2-2).

W sezonie grzewczym, w niektóre dni, stężenia $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczane były nawet na przeszło 70% stanowisk pomiarowych w kraju, podczas gdy w okresie od 15 kwietnia do 30 września przekroczenia takie występowały sporadycznie (w sumie 5 przypadków) i na nie więcej niż na jednej stacji w danym dniu (rys. 6.2-4). W pierwszym i czwartym kwartale wystąpiło 2220 przypadków przekroczeń poziomu $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na stanowiskach pomiarowych w kraju, w drugim i trzecim łącznie 52 przypadki. Uśrednione stężenie dla wszystkich stanowisk wynosiło w sezonie chłodnym $30.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, podczas gdy średnia dla sezonu ciepłego (II i III kwartał) to $14.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



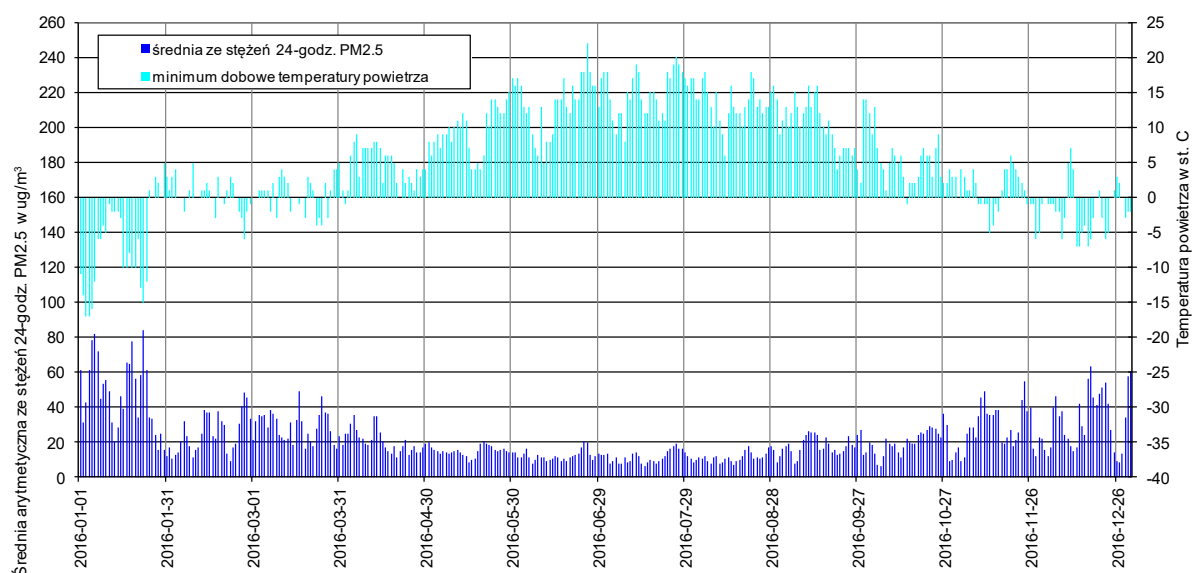
Rys. 6.2-2. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.)

W 2016 r. najwyższe stężenia uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju ($84 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wystąpiły w dniu 23 stycznia (rys. 6.2-2, rys. 6.2-3, rys. 6.2-5). Okresy z wysokimi stężeniami pyłu rozdzielone były okresami z niższymi stężeniami.

Stężenia wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na więcej niż połowie stacji w kraju wystąpiły w 2016 r. w ciągu 11 dni w styczniu, w jednym dniu w listopadzie i w 3 dniach w grudniu (w sumie 15 dni w roku).

Stężenia 24-godz. $\text{PM}_{2.5}$ wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na więcej niż 60% stacji w kraju wystąpiły wyłącznie w styczniu 2016 r., w dniach:

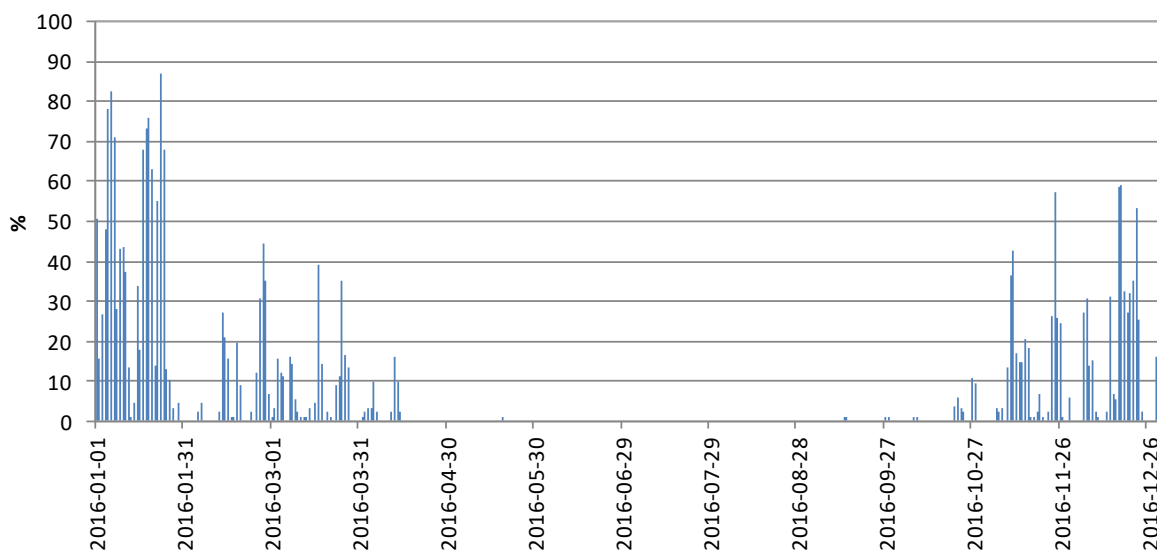
- 5-7.1.2016,
- 17-20.01.2016,
- 23-24.1.2016.



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska

Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

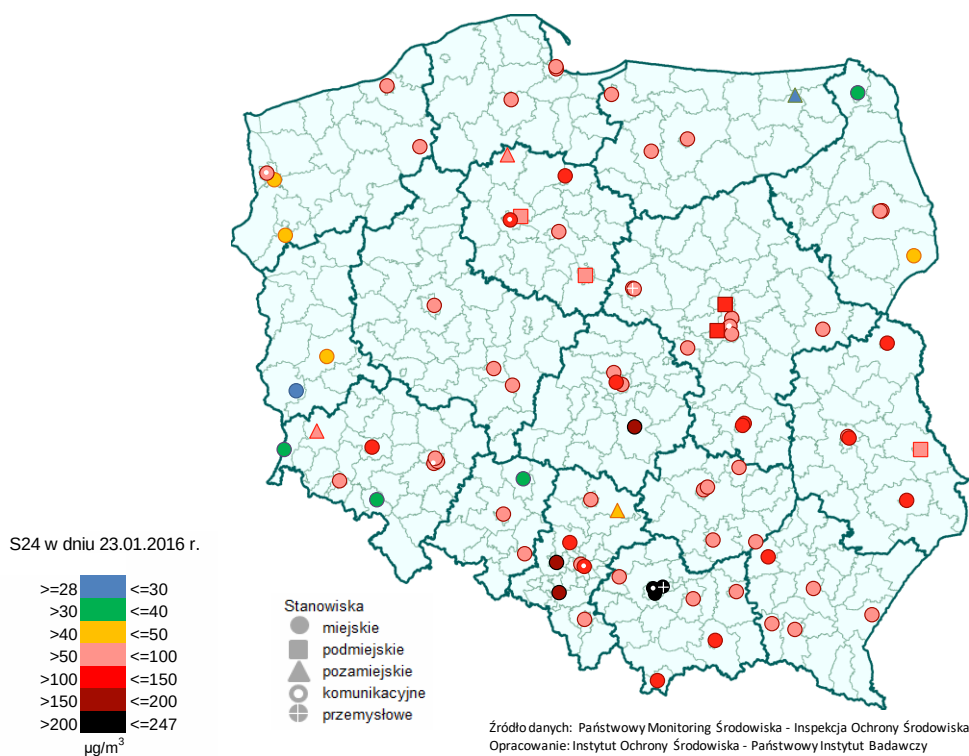
Rys. 6.2-3. Przebieg stężenia dobowego pyłu $\text{PM}_{2.5}$ uśrednionego dla wszystkich stanowisk w Polsce w 2016 r. oraz minimum dobowe 1-godz. temperatury powietrza na stacji w Warszawie



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska

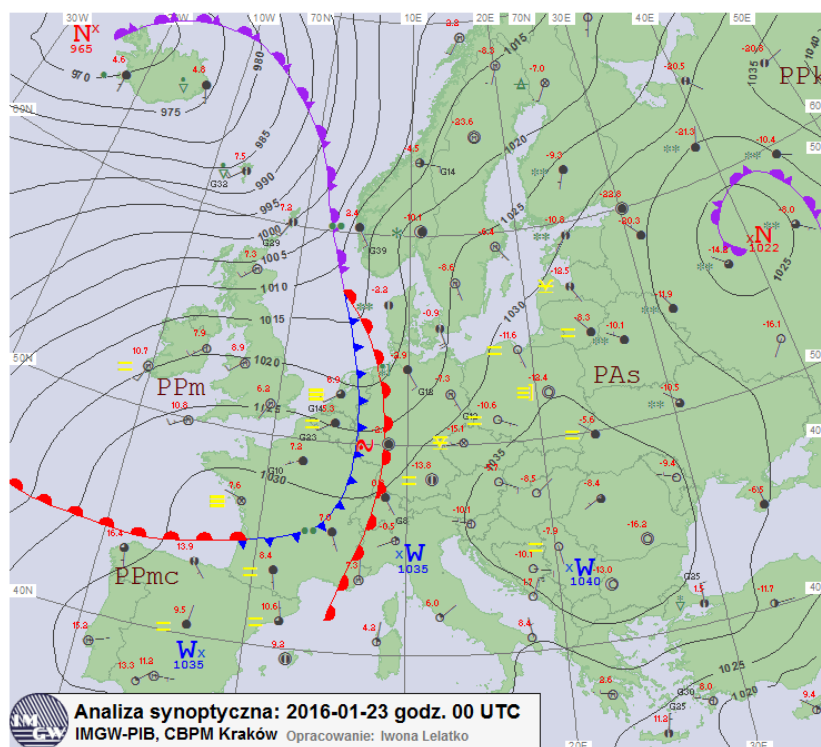
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska PIB

Rys. 6.2-4. Procent stanowisk pomiarowych pyłu PM_{2.5}, na których stężenie 24-godz. pyłu PM_{2.5} przekraczało wartość 50 µg/m³ w poszczególnych dniach 2016 r. (spośród wszystkich stanowisk, na których w danym dniu pomiary były prowadzone)



Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - Inspekcja Ochrony Środowiska
Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - Państwowy Instytut Badawczy

Rys. 6.2-5. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w dniu 23.01.2016 r.

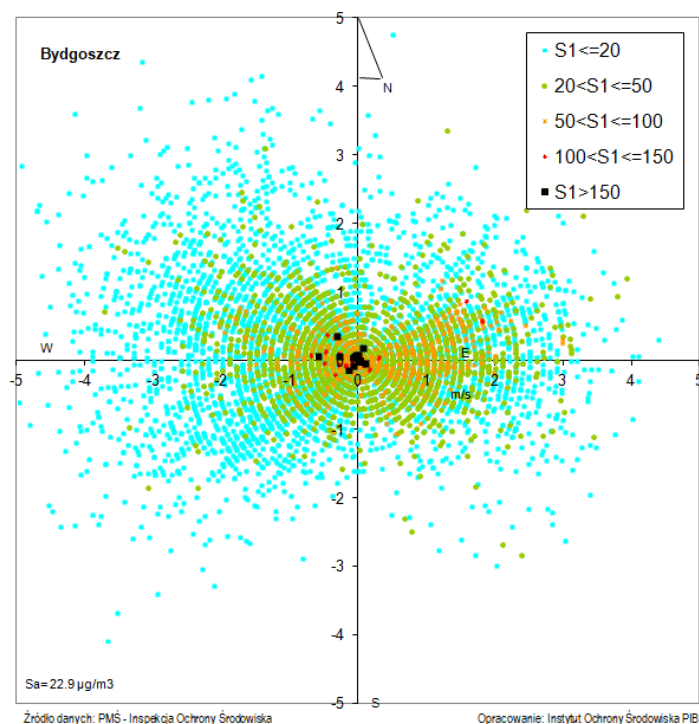


Rys. 6.2-6. Mapa synoptyczna na dzień 23.01.2016 g. 00 UTC. Źródło: IMGW-PIB

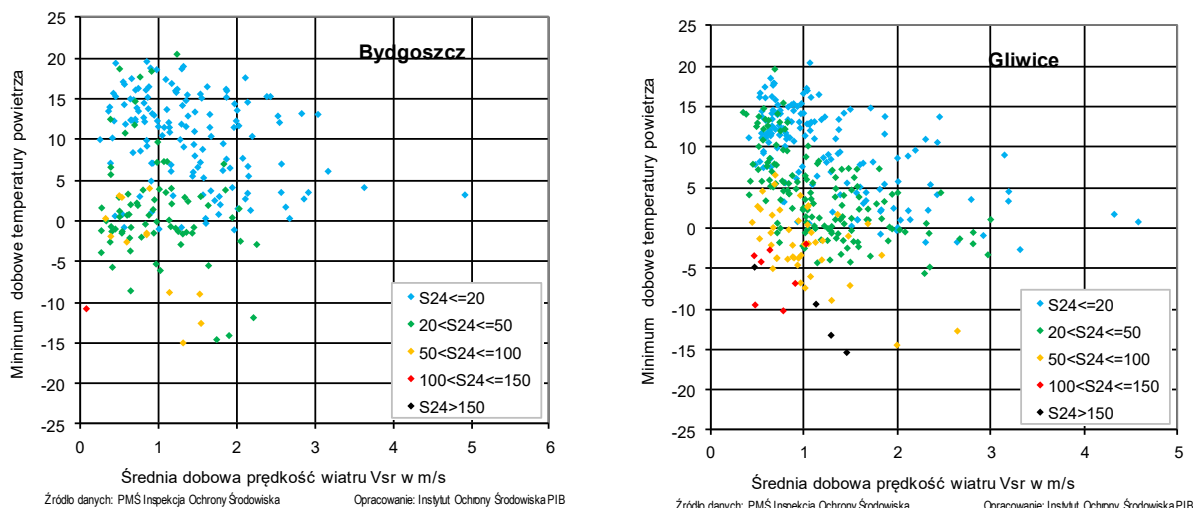
Jak wspomniano wcześniej, najwyższe stężenie dobowe uśrednione dla wszystkich stanowisk w kraju wystąpiło w dniu 23.01.2016 r. ($84 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na rysunku 6.2-5 przedstawiono zanieczyszczenie powietrza pyłem $\text{PM}_{2.5}$ w tym dniu, a na rys. 6.2-6 mapę synoptyczną IMGW-PIB dla tego dnia. Najwyższe stężenia $\text{PM}_{2.5}$ wystąpiły w Krakowie, miastach w województwach śląskim i łódzkim. Stężenia wyższe od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły we wszystkich województwach za wyjątkiem woj. lubuskiego. W tym czasie południowa część Polski znajdowała się w centrum układu wyżowego. Nocą niebo było bezchmurne, temperatura spadała poniżej -10 st. C, wiatr był słaby (rys. 6.2-6).

Na przykładzie wyników pomiarów ze stacji w Bydgoszczy (kod stacji: KpBydPlPozna), na rysunku 6.2-7 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 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 PM_{2.5} notowane na stacjach miejskich mogą mieć emisje z niskich źródeł emisji i z pojazdów samochodowych poruszających się po ulicach miasta. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru, stężenia 1-godz. PM_{2.5} zmniejszają się.



Rys. 6.2-7. Stężenia 1-godz. PM_{2.5} w 2016 r. w zależności od prędkości i kierunku wiatru na stacji w Bydgoszczy (kod stacji: KpBydPlPozna)



Rys. 6.2-8. Stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w 2016 r. w zależności od średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza na stacjach w Bydgoszczy i Gliwicach

Na rys. 6.2-8 przedstawiono stężenia 24-godz. pyłu PM_{2.5} w funkcji średniej dobowej prędkości wiatru i minimum dobowego temperatury powietrza. Podwyższone stężenia dobowe notowane były najczęściej w warunkach jednoczesnego wystąpienia słabego wiatru (lub ciszy) i przy spadkach temperatury powietrza poniżej 0 st. C. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru (intensyfikującym transport i dyspersję zanieczyszczeń) stężenia pyłu malały. Na stacji w Gliwicach stężenia dobowe wyższe od 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ występowały przy spadkach temperatury powietrza poniżej -5 st. C. 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 ze źródeł związanych z ogrzewaniem budynków.

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. 6.3-1), 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} zmieniała się w zakresie od -12% do +15% w stosunku do wartości średniej dla wielolecia (26.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). W 2015 r. wartość wskaźnika dla stężeń średnich rocznych PM_{2.5} była o ok. 8% niższa niż w 2014 r. W 2016 r. nastąpił dalszy spadek wskaźnika do wartości najniższej dla całego okresu 2009-2016. Linia trendu, określona metodą najmniejszych kwadratów dla okresu 2009-2016 wskazuje na trend malejący wskaźnika w rozważanym okresie. W 2015 i 2016 r. wartość wskaźnika obliczonego dla kraju była niższa od poziomu dopuszczalnego $\text{Da}=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (w 2013 była równa tej wartości). Latami z podwyższonymi wartościami wskaźnika były 2010 i 2011 r.



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 6.3-1. Zmiany średnich rocznych stężeń PM2.5 (wyrażonych w postaci wskaźnika WŚa) w latach 2009-2016

Spadkowy trend stężeń pyłu PM2.5 w miastach potwierdza też stały spadek wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia WK (o 1 µg/m³ na rok), określonego na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 prowadzonych na 32 stanowiskach tła miejskiego, zlokalizowanych w 30 miastach i aglomeracjach (patrz rozdział 3.12). Mimo trendu spadkowego stężeń PM2.5, w każdym z lat 2009-2016 wartość krajowego wskaźnika WK przekraczała poziom pułapu stężenia ekspozycji PSE=20 µg/m³.

6.4. Ocena stężeń pyłu PM2.5 w świetle kryteriów odniesionych do ochrony zdrowia

Kryteria oceny

Poziom dopuszczalny stężenia pyłu PM2.5 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.

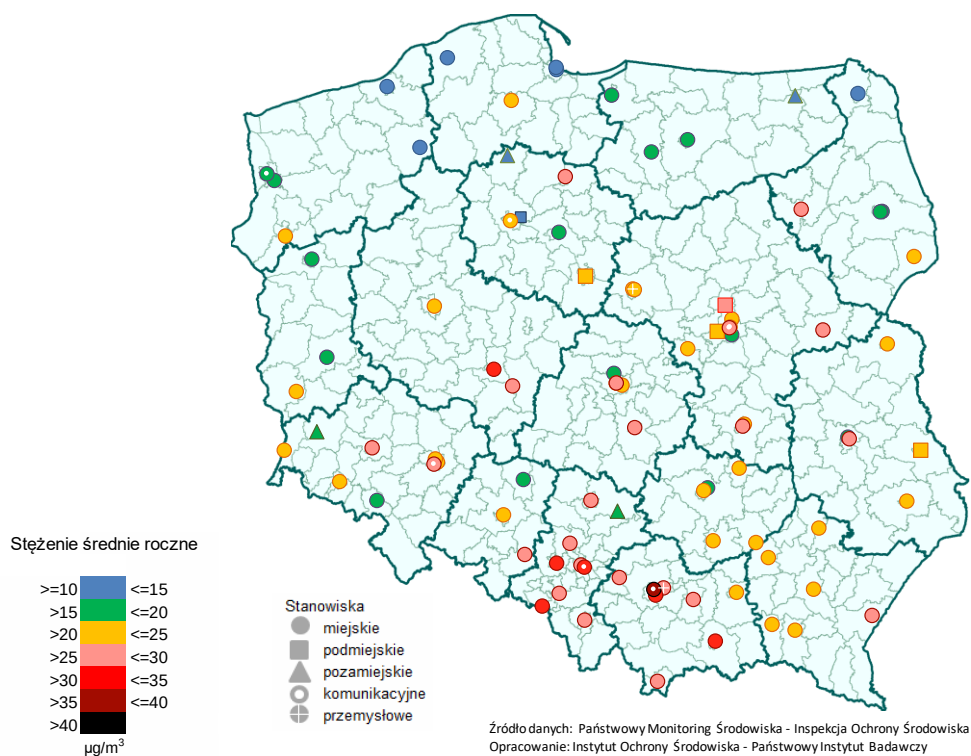
Stężenia PM_{2.5} w odniesieniu do poziomu dopuszczalnego

W 2016 r. na 27 z 91 (30%) stanowisk stężenie średnie roczne przekroczyło wartość poziomu dopuszczalnego ($\text{Da}=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia te wystąpiły na terenie 10 województw (rys. 6.4-1, tab.6.4-1). W województwach: lubuskim, podkarpackim, zachodniopomorskim, pomorskim, świętokrzyskim i warmińsko-mazurskim, na żadnej ze stacji pomiarowych poziom dopuszczalny nie był przekroczony. W 2016 r. stężenia PM_{2.5} były niższe niż rok wcześniej.

Przekroczenia wystąpiły na 28% stanowisk tła miejskiego i na 20% stanowisk tła podmiejskiego (1 z 5) oraz na 57% stanowisk komunikacyjnych (4 z 7) – tab. 6.4-2, tab. 6.4-3. Na stacjach pozamiejskich w 2016 r. stężenia PM_{2.5} nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2016 roku, określony na podstawie danych z lat 2014-2016 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.



Rys. 6.4-1. Stężenia średnie roczne pyłu PM_{2.5} w 2016 r.

Tabela 6.4-1. Wartości parametrów obliczonych na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM2.5 dla poszczególnych województw w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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	8	1	17	22.3	27
kujawsko-pomorskie	6	1	12	19.1	26
lubelskie	5	1	19	23.1	27
lubuskie	3		18	19.6	21
łódzkie	5	2	19	23.7	29
małopolskie	8	7	24	29.4	38
mazowieckie	12	4	19	23.7	27
opolskie	3	1	20	23.3	27
podkarpackie	6		20	23.2	25
podlaskie	5	1	12	19.1	26
pomorskie	4		10	14.5	20
śląskie	9	7	19	28.4	34
świętokrzyskie	5		19	21.6	24
warmińsko-mazurskie	4		11	14.9	16
wielkopolskie	3	2	24	27.9	33
zachodniopomorskie	5		13	16.6	21
Razem	91	27	10	22.6	38

Objaśnienia do tabeli 6.4-1:

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 2016 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 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

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		19	22.4	25
kujawsko-pomorskie	4	1	15	19.9	26
lubelskie	5	1	19	23.1	27
lubuskie	3		18	19.6	21
łódzkie	5	2	19	23.7	29
małopolskie	6	5	24	28.0	31
mazowieckie	9	3	19	23.6	27
opolskie	3	1	20	23.3	27
podkarpackie	6		20	23.2	25
podlaskie	5	1	12	19.1	26
pomorskie	4		10	14.5	20
śląskie	7	6	25	29.0	33

Województwo	Stężenie średnie roczne PM2.5				
	Liczba stanowisk ¹⁾	Stanowiska z przekroczeniem ²⁾	Wartość minimalna ³⁾	Wartość średnia ³⁾	Wartość maksymalna ³⁾
	[-]	[-]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
świętokrzyskie	5		19	21.6	24
warmińsko-mazurskie	3		16	16.1	16
wielkopolskie	3	2	24	27.9	33
zachodniopomorskie	4		13	15.9	21
Razem	78	22	10	22.5	33

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 2016 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 2016 r.

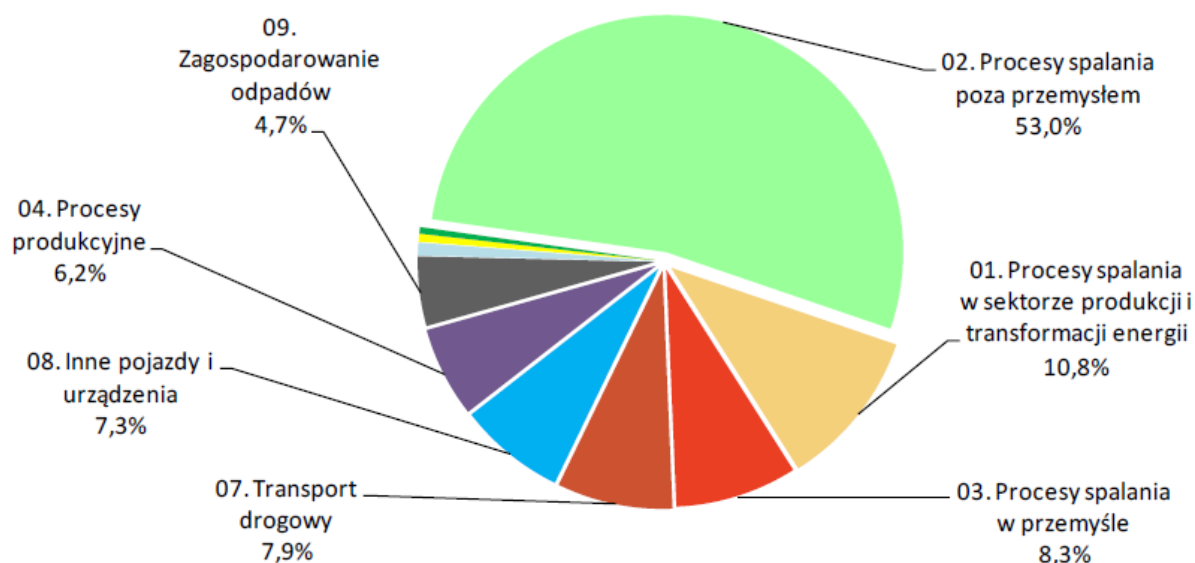
Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Województwo	Miejscowość	Kod stacji	Stężenie średnie roczne PM10
			µg/m³
dolnośląskie	Wrocław	DsWrocAlWisn	27
kujawsko-pomorskie	Bydgoszcz	KpBydPIPozna	23
małopolskie	Kraków	MpKrakAlKras	38
mazowieckie	Warszawa	MzWarAlNiepo	26
mazowieckie	Warszawa	MzWarMarszał	24
śląskie	Katowice	SlKatoPlebA4	34
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzczPils02	19

6.5. Przyczyny występowania wysokich stężeń pyłu PM2.5 w Polsce oraz możliwe środki zaradcze

Pył PM2.5 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 PM2.5 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 PM2.5 i jego prekursory mogą być transportowane na dalekie odległości - tym samym emisje z odległych emitorów (obok emisji lokalnych) mogą mieć wpływ na poziom stężeń PM2.5 w powietrzu w rejonach oddalonych od źródeł emisji.



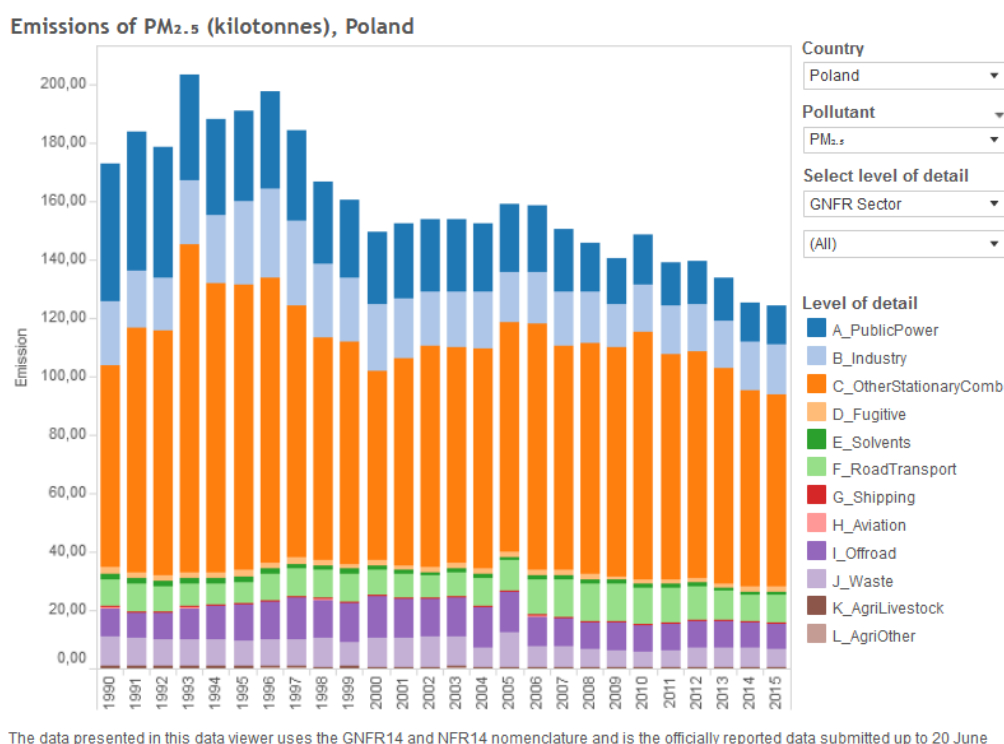
Rys. 6.5-1. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM2.5 w Polsce w roku 2015

Źródło: IOS-PIB – KOBIZE 2017

Emisja pierwotnego pyłu PM2.5 w 2015 r. w Polsce wynosiła 125 tys. Mg/rok. Największy udział w jego emisji (ok. 53%) mają procesy spalania paliw poza przemysłem (rys. 6.5-1, rys. 6.5-2). 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 PM2.5 z terenu Polski, między innymi z uwagi na panujące wówczas warunki meteorologiczne w sezonie chłodnym, była większa niż w innych latach okresu 2007-

2015 (rys. 6.5-2). 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 na wielu obszarach decydujący wpływ na występowanie tam przekroczeń wartości kryterialnych.

Emisja pyłu PM_{2.5} z terenu Polski w latach 2014 i 2015 była znacząco niższa niż w ostatnim dziesięcioleciu XX wieku. Zauważalny jest trend spadkowy emisji PM_{2.5} (podobnie jak PM₁₀), zaburzony przez wzrosty emisji w latach z ostrzejszymi zimami (2006 r., 2010 r.).



Rys. 6.5-2. Emisja pyłu PM_{2.5} w Polsce w latach 1990-2015 r.

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

Transport drogowy w 2015 r. odpowiedzialny był za ok. 8% 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} (PM₁₀ i NO₂ również).

Z procesów spalania w sektorze produkcji i transformacji energii emitowane jest 11% PM_{2.5}, a z procesów spalania w przemyśle ok. 8%. Emisja ta, 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.

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 2016 r., oznaczane na 5 stanowiskach tła w Polsce, wynosiły od 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ do 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Na podstawie wyników analiz prowadzonych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska 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. Wpływ ten jest największy w województwach zachodnich, a także w woj. śląskim oraz podkarpackim. Wpływ ten maleje wraz z oddalaniem się od granicy. Za przekroczenia poziomów dopuszczalnych pyłu PM₁₀ i PM_{2.5} odpowiedzialne są przede wszystkim krajowe źródła emisji - niemniej jednak na niektórych, ograniczonych obszarach (np. w rejonie Bramy Morawskiej) obok źródeł krajowych do wzrostu stężeń PM_{2.5} i PM₁₀ ponad poziom dopuszczalny może przyczyniać się napływ zanieczyszczeń z Czech (głównie ze Śląska Morawskiego, w tym z przemysłowego rejonu Ostrawy). Zgodnie z obliczeniami modelowymi (GIOŚ 2017), w powiecie wodzisławskim w woj. śląskim, zagraniczne źródła emisji powodują wzrost stężenia średniego rocznego PM_{2.5} o ok. 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Podobnie - emisje z polskich źródeł mogą przyczyniać się do wzrostu stężeń i występowania przekroczeń wartości dopuszczalnych PM₁₀ i PM_{2.5} w przygranicznych rejonach Czech.

7. Podsumowanie

Zanieczyszczenie powietrza na terenie aglomeracji oraz miast powyżej 100 tys. mieszkańców w 2016 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 2016 na terenie aglomeracji i dużych miast, na żadnym z rozważanych w ocenie 54 stanowisk pomiarów stężeń dwutlenku siarki, nie została przekroczona dopuszczalna wartość stężenia 24-godzinnego SO₂ (125 µg/m³). Na 51 z 54 stanowisk wartość percentyla S99.18 (odpowiadającego wartości normatywnej dla stężeń dobowych) była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego. Wartości tego parametru mieściły się w granicach od 7 do 74 µg/m³. 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 36% poziomu dopuszczalnego i zawierały się w przedziale od 12 do 127 µg/m³. Na 87% stanowisk stężenia te były niższe od 25% poziomu dopuszczalnego.
2. Stężenia średnie roczne dwutlenku azotu NO₂ mieściły się w granicach od 9 do 59 µg/m³. Na 5 z 62 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 żadnym spośród 62 stanowisk uwzględnionych w ocenie w 2016 roku (podobnie jak w latach poprzednich) nie została przekroczona wartość normatywna określona dla stężeń 1-godz. (D1=200 µg/m³). Wartość odpowiadającego jej percentyla S99.8 zawierała się w granicach od 47 do 178 µg/m³ i na 73% stanowisk była niższa od połowy poziomu dopuszczalnego.
3. Maksymalne stężenia 8-godz. tlenku węgla zawierały się w granicach od 1.18 do 5.31 mg/m³ (53% poziomu dopuszczalnego D8). W 2016 r. dotrzymany był zatem (podobnie jak w latach poprzednich) poziom dopuszczalny CO (D8=10 mg/m³). Na 46 z 47 stanowisk pomiarowych stężenie S8max nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego określonego dla tlenku węgla.

4. Średnie roczne stężenia benzenu w 2016 roku mieściły się w przedziale od 0.5 do 4.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Oznacza to, że poziom dopuszczalny ($\text{Da}=5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) był dotrzymany na wszystkich stanowiskach pomiarowych w 22 aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys., dla których były dostępne wyniki pomiarów. Na 24 spośród 25 stanowisk (96%) stężenie średnie roczne nie przekroczyło połowy poziomu dopuszczalnego.
5. Poziom docelowy określony dla stężeń ozonu ze względu na zdrowie ludzi przekroczony był w jednym spośród 24 miast i aglomeracji uwzględnionych w ocenie – w Kaliszu. W pozostałych 23 miastach i aglomeracjach poziom docelowy ozonu był dotrzymany. Uśredniona dla 1-3 lat liczba dni z przekroczeniami wynosiła od 2 do 32 dni. W 2016 r. przekroczenia wartości 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia 8-godz. notowano na 32 z 34 stacji w ciągu maksymalnie 31 dni. Tylko w jednym mieście – w Kaliszu - przekroczenia te zarejestrowano w ciągu więcej niż 25 dni 2016 r.
6. W 2016 roku, w 21 spośród 30 aglomeracji i dużych miast uwzględnionych w ocenie dla PM10, przynajmniej na 1 stanowisku miały miejsce przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń pyłu PM10. W przypadku niektórych aglomeracji/miast, przekroczenia odnotowano na wszystkich lub na większości zlokalizowanych tam stanowisk. Przekroczenia poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. zarejestrowano na 47 spośród 84 stanowisk (ok. 56% stanowisk w miastach). W wielu miastach liczba dni z przekroczeniami 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia dobowe znacznie przekraczała dozwolone 35 dni w roku. Najwięcej przekroczeń zarejestrowano na stanowisku komunikacyjnym w Krakowie – 165 dni, a spośród stacji tła miejskiego – w Gliwicach (105 dni). Poziom dopuszczalny określony dla stężeń dobowych (D24) przekraczany był znacznie częściej niż poziom dopuszczalny określony dla stężenia średniego rocznego ($\text{Da}=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W 2016 r. przekroczenie Da wystąpiło na 9 z 84 stanowisk, w 4 aglomeracjach.
7. Stężenia ołowiu (zawartego w pyłe PM10) w 2016 r. były niskie, podobnie jak w latach ubiegłych. Na żadnym z 35 stanowisk pomiarów stężeń ołowiu, znajdujących się w 12 aglomeracjach i w 18 dużych miastach, w 2016 roku nie została przekroczona wartość poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń średnich rocznych ołowiu w powietrzu, wynoszącego 0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na stanowiskach uwzględnionych w ocenie stężenia średnie roczne ołowiu nie przekroczyły 12% poziomu dopuszczalnego.
8. Średnie roczne stężenie arsenu w powietrzu (oznaczanego w pyłe PM10) na 35 z 36 stanowisk było niższe od poziomu docelowego określonego dla arsenu ($\text{Da}=6 \text{ ng}/\text{m}^3$). Przekroczenie poziomu docelowego w 2016 r. wystąpiło na jednym stanowisku – w Legnicy, przy czym było to znaczące przekroczenie – stężenie średnie roczne było ok. 3 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 2016 r. w 12 aglomeracjach i w 18 miastach powyżej 100 tys. mieszkańców, na żadnym z 35 stanowisk uwzględnionych w ocenie nie przekroczyły 37% wartości poziomu docelowego, wynoszącego 5 ng/m³.
10. Stężenia niklu (zawartego w pyłe PM₁₀) w 2016 r. były niskie, podobnie jak w latach ubiegłych. Na żadnym stanowisku, spośród 35 uwzględnionych w ocenie, średnie roczne stężenie niklu nie przekroczyło jednej czwartej poziomu docelowego określonego dla stężeń średnich rocznych (Da= 20 ng/m³).
11. W 2016 roku w większości miast utrzymywały się w dalszym ciągu wysokie stężenia benzo(a)pirenu. Stężenia średnie roczne B(a)P w 30 rozważanych aglomeracjach i miastach o liczbie mieszkańców wyższej od 100 tys. mieściły się w zakresie od 1.1 do 13.4 ng/m³. Poziom docelowy (Da= 1 ng/m³) był w Polsce przekroczony na 37 z 40 stanowisk, w 28 z 30 aglomeracji i dużych miast. Najwyższe stężenie średnie roczne wystąpiło w Aglomeracji Rybnicko-Jastrzębskiej (13.4 ng/m³), najniższe w Aglomeracji Białostockiej (1.1 ng/m³). Pomiaru stężeń B(a)P w Polsce od wielu lat wykazują występowanie przekroczeń wartości normatywnych stężeń tego zanieczyszczenia, niekiedy bardzo znacznych, na dużej liczbie stanowisk i w różnych rejonach kraju. Występowanie przekroczeń poziomu docelowego wiąże się z istotnym wzrostem stężeń B(a)P w okresie zimowym. W wielu rejonach kraju znaczna część budynków mieszkalnych jest ogrzewana indywidualnie, z wykorzystaniem węgla kamiennego, drewna a niekiedy także palnych odpadów. W dalszym ciągu stosowane są piece, kotły, paleniska o niskiej sprawności energetycznej, nie gwarantujące właściwych warunków spalania paliw. W rezultacie, w takich rejonach benzo(a)piren jest zanieczyszczeniem powszechnie występującym i jego stężenia są wysokie, w wielu miejscach wyższe od poziomu docelowego.
12. W 2016 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 50 stanowisk uwzględnionych w ocenie. Przekroczenia (przynajmniej na jednym stanowisku) odnotowano w 10 z 30 rozważanych aglomeracji i miast. Stężenia średnie roczne PM_{2.5} mieściły się w granicach od 10 do 38 µg/m³.
Wskaźnik średniego narażenia (obliczany na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{2.5} z 32 wybranych stacji w 30 miastach i aglomeracjach) był w 2016 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji (PSE=20 µg/m³) w 19 miastach i aglomeracjach, w 11 niższy od lub równy tej wartości. Krajowy wskaźnik średniego narażenia WK dla 2016 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 oraz, w mniejszym stopniu, środki transportu (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 2016 r. przekroczenia poziomu docelowego ozonu, ustanowionego ze względu na ochronę zdrowia ludzi (określanego z uwzględnieniem stężeń z okresu 1-3 lat) , wystąpiły na 3 stanowiskach pomiarowych w miastach, 2 stanowiskach podmiejskich i 5 pozamiejskich (spośród 97 stanowisk, dla których możliwe było określenie tego normowanego parametru). Na wyniki oceny dotrzymania wartości normatywnych stężeń ozonu w 2016 r. wpływ miały wysokie stężenia notowane w 2015 r. w Polsce (uwzględniane przy obliczaniu średniej dla 3 lat).
2. W 2016 r. na 6 stanowiskach przekroczenia poziomu $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły w ciągu więcej niż 25 dni.
3. Przekroczenie poziomu celu długoterminowego określonego dla stężeń ozonu ze względu na ochronę zdrowia ludzi zarejestrowano na 84 z 89 stanowisk pomiarowych z kompletnymi seriami pomiarowymi oraz na 10 z 12 stanowisk niespełniających kryteriów kompletności.
4. W 2016 r. na żadnym stanowisku nie wystąpiło przekroczenie poziomu alarmowego - $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz. ozonu. Próg informowania – $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 1-godz.- był przekroczony na 3 stanowiskach (w woj. śląskim i dolnośląskim), czyli znacznie rzadziej niż w 2015 r., w którym przekroczenia poziomu informowania wystąpiły na 28 stanowiskach w 8 województwach.
5. Z oceny stężeń ozonu pod kątem kryterium ustalonego w celu ochrony roślin (parametru AOT40), dokonanej na podstawie pomiarów stężeń na 25 stanowiskach pozamiejskich i podmiejskich, wynika, że przekroczenie poziomu docelowego miało miejsce tylko na jednej stacji – w Złotym Potoku w woj. śląskim (wartość średnia AOT40 z okresu 3-5 lat). Wartość parametru AOT40 obliczona dla okresu maj-lipiec 2016 przekroczyła wartość $18000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ na 2 stanowiskach pozamiejskich.
Poziom celu długoterminowego dla ozonu ustalony w celu ochrony roślin przekroczony był na wszystkich stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w ocenie.

Zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10 w skali kraju

1. W roku 2016, podobnie jak w latach poprzednich, w wielu miastach w Polsce notowane były wysokie stężenia pyłu PM10, aczkolwiek skala przekroczeń poziomów dopuszczalnych była mniejsza niż rok wcześniej. Stężenia średnie roczne PM10 zawierały się w granicach od 15 do 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Na 24 z 223 stanowisk pomiarowych (11%) stężenie średnie roczne pyłu PM10 przekroczyło roczną wartość dopuszczalną ($\text{Da}=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na 132 z 222 stanowisk (59%) percentyl S90.4 z rocznej serii stężeń dobowych był wyższy od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, co w przypadku pełnej serii pomiarowej odpowiada przekroczeniu poziomu dopuszczalnego (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) w ciągu więcej niż dozwolone 35 dni w roku. Przekroczenia rocznego poziomu dopuszczalnego wystąpiły przynajmniej na jednej stacji w 6 województwach, a poziomu dopuszczalnego 24-godz. w 15 województwach (z wyjątkiem woj. podlaskiego).
2. Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu PM10 notowane są w województwach: małopolskim, śląskim i łódzkim. W tych województwach, na niektórych stanowiskach stężenie średnie roczne pyłu przekracza 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 większości stanowisk w województwach północnych i zachodnich.
3. Najwyższą wartość percentyla S90.4 (104 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) uzyskano z pomiarów na stacji tła miejskiego w Pszczynie w woj. śląskim. Wartości tego parametru przekraczające 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ wystąpiły na wielu stanowiskach zlokalizowanych na terenie woj. śląskiego, dolnośląskiego, małopolskiego i łódzkiego. Największą liczbę dni z przekroczeniami poziomu dopuszczalnego PM10 – 165 dni - zarejestrowano na stacji komunikacyjnej w Krakowie oraz na stanowisku tła miejskiego w Opocznie w woj. łódzkim (150 dni). Powyżej 100 dni z przekroczeniami na stanowiskach tła wystąpiło w miastach 6 województw: łódzkiego, małopolskiego, śląskiego, dolnośląskiego, pomorskiego i kujawsko-pomorskiego.
4. Stężenia dopuszczalne 24-godz. pyłu PM10 przekraczane były na 63% stanowisk miejskich i podmiejskich. Poziom dopuszczalny określony dla stężeń średnich rocznych przekroczony był na 11% stanowisk miejskich i podmiejskich. Na stanowiskach pozamiejskich stężenia pyłu PM10 były niższe od obu poziomów dopuszczalnych.
5. Wysokie stężenia pyłu PM10 notowane były przez wiele dni stycznia 2016 roku. 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 2016 r. wystąpiło 5 przypadków przekroczenia poziomu alarmowego stężeń pyłu PM10 (300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dla stężeń 24-godz.). Przekroczenia te (do 631 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Żywcu) zarejestrowano

na 4 stanowiskach: dwóch komunikacyjnych w Krakowie i dwóch stanowiskach tła miejskiego w woj. śląskim (Pszczyna, Żywiec).

7. W 2016 roku odnotowano 64 przypadki przekroczeń poziomu informowania ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dla 24-godz. stężeń PM_{10}). Przekroczenia te wystąpiły na 29 stanowiskach pomiarowych, w 6 województwach. Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu informowania (8) zanotowano na stanowisku w Pszczynie w woj. śląskim.
8. W rejonach występowania najwyższych stężeń pyłu PM_{10} (i $\text{PM}_{2.5}$) w Polsce największy wpływ na poziom zanieczyszczenia powietrza ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich emitorów, związana ze spalaniem paliw stałych na potrzeby grzewcze i bytowe. Emisje PM_{10} z tej kategorii źródeł mają największy udział w emisji krajowej (50% PM_{10} , 53% $\text{PM}_{2.5}$). Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń PM_{10} jest transport drogowy. Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM_{10} (i $\text{PM}_{2.5}$) można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych dwóch kategorii źródeł, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych energetyki zawodowej i przemysłowej, będących znaczącymi emitentami zarówno pyłu, jak i prekursorów pyłu PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$.
9. Na poziom stężeń pyłu ma wpływ (obok warunków meteorologicznych) wielkość emisji do powietrza pyłu i prekursorów pyłu. Emisja pyłu PM_{10} i $\text{PM}_{2.5}$ w Polsce w latach 2014 i 2015 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. i 2010 r.).

Zanieczyszczenie powietrza pyłem $\text{PM}_{2.5}$ w skali kraju

1. W 2016 r. na 27 z 91 stanowisk pomiarowych (30%), zlokalizowanych na terenie 10 województw, stężenie średnie roczne pyłu $\text{PM}_{2.5}$ przekraczało poziom dopuszczalny ($\text{Da}=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia wystąpiły na 36% stanowisk tła miejskiego i na jednym z 5 stanowisk tła podmiejskiego oraz na 4 z 7 stanowisk komunikacyjnych (57%). Na stacjach pozamiejskich w 2016 r. stężenia $\text{PM}_{2.5}$ nie przekraczały poziomu dopuszczalnego.
2. Najwyższe stężenia średnie roczne pyłu $\text{PM}_{2.5}$ wystąpiły na stanowiskach komunikacyjnych w Krakowie i Katowicach. Na tych stanowiskach średnie roczne stężenie pyłu przekraczało poziom dopuszczalny o przeszło 35%.
3. Najwyższe stężenia pyłu $\text{PM}_{2.5}$ notowane są w sezonie chłodnym, podobnie jak w przypadku PM_{10} . W 2016 r. najwyższe stężenia dobowe $\text{PM}_{2.5}$ na większości stacji w Polsce notowane były w styczniu.

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 18 września 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 XX czasie uśredniania, pomierzonego na danym stanowisku w rozważanym okresie [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] (np. S8max, S24max).

Dokumenty i opracowania wykorzystane w pracy

1. GIOŚ 2016, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2015 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 2016
2. GIOŚ 2017a, „Raport z modelowania stężeń ozonu w skali kraju. Rok 2016”, opracowanie wykonane przez Atmoterm S.A. na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w ramach pracy pt. „Wspomaganie systemu oceny jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie ozonu troposferycznego dla lat 2016-2018”, Opole 2017

3. GIOŚ 2017b, „Raport z modelowania stężeń PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, B(a)P w skali kraju. Rok 2016”, opracowanie wykonane przez Atmoterm S.A. na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, Opole 2017
4. GIOŚ 2017c, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2016”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Mitosek G., Warszawa 2017
5. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014 – 2015 w układzie klasyfikacji SNAP Raport syntetyczny, KOBIZE- IOŚ- PIB, Warszawa 2017
6. 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)
7. Mapa synoptyczna IMGW-PIB: http://pogodynka.pl/polska/mapa_synoptyczna/
8. IMGW-PIB. Klasyfikacja termiczna miesięcy wg H. Lorenc
9. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1031)
10. 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).
11. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 18 września 2012 r. poz. 1032)
12. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L. 152 z 11.06.2008, str.1)
13. 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)