



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Raport problemowy na temat jakości powietrza w uzdrowiskach w Polsce w roku 2018



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

Warszawa, 2019

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

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

Spis treści

1. Wstęp.....	5
2. Uzdrowiska w Polsce	6
2.1. Typy uzdrowisk	8
2.2. Kierunki lecznicze uzdrowisk	10
3. Monitoring jakości powietrza na obszarze uzdrowisk	15
4. Jakość powietrza w uzdrowiskach na podstawie wyników pomiarów	19
4.1. Stężenia PM ₁₀	20
4.2. Stężenia pyłu PM _{2,5}	27
4.3. Stężenia benzo(a)pirenu	31
4.4. Stężenia NO ₂	35
4.5. Stężenia SO ₂	41
4.6. Stężenia ozonu.....	47
4.7. Stężenia tlenku węgla CO	52
4.8. Stężenia benzenu C ₆ H ₆	56
4.9. Stężenia ołowiu Pb	59
4.10. Stężenia arsenu As	62
4.11. Stężenia kadmu Cd.....	65
4.12. Stężenia niklu Ni	67
5. Jakość powietrza w uzdrowiskach na podstawie wyników modelowania.....	71
5.1. Stężenia pyłu PM ₁₀ (średnie roczne).....	72
5.2. Stężenia pyłu PM ₁₀ (36 maksimum dobowe).....	76
5.3. Stężenia pyłu PM _{2,5} (średnie roczne).....	80
5.4. Stężenia benzo(a)pirenu (średnie roczne)	84
6. Obszary przekroczeń wartości kryterialnych w uzdrowiskach	89
6.1. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego pyłu PM ₁₀	90
6.2. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego pyłu PM _{2,5}	93
6.3. Obszary przekroczeń poziomu docelowego benzo(a)pirenu.....	94
7. Działania na rzecz poprawy jakości powietrza w uzdrowiskach	98
8. Podsumowanie	101
9. Symbole i skróty użyte w opracowaniu	103

1. Wstęp

Badania i oceny jakości powietrza wykonywane w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ)¹ wskazują na istnienie w wielu rejonach Polski problemu wysokiego stężenia wybranych zanieczyszczeń powietrza, zwłaszcza pyłu zawieszonego oraz zawartego w nim benzo(a)pirenu, należącego do grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Oceny te uwzględniają kryteria określone w prawie Unii Europejskiej i implementowane do prawodawstwa krajowego, między innymi, ze względu na potrzeby ochrony zdrowia ludzi. Problem niedostatecznej jakości powietrza dotyczy również części obszarów objętych ochroną uzdrowiskową, co pokazują analizy prowadzone przez Inspekcję Ochrony Środowiska, ale również innych organów administracji państwowej, jak np. Najwyższą Izbę Kontroli².

Celem niniejszego raportu jest przedstawienie informacji dotyczących stanu jakości powietrza na obszarze uzdrowisk w Polsce. Zasadniczym przedmiotem raportu jest sytuacja w roku 2018, jednak obejmuje on również lata wcześniejsze (od 2007). Szczególną uwagę poświęcono zanieczyszczeniom powietrza najbardziej problematycznym w polskich warunkach, czyli pyłowi zawieszonemu (frakcje PM₁₀ oraz PM_{2,5}), jak również oznaczanemu w nim benzo(a)pirenowi. Przedstawiono również informacje odnoszące się do pozostałych substancji, dla których w prawie krajowym określone zostały poziomy dopuszczalne, docelowe i poziom celu długoterminowego pod kątem ochrony zdrowia. Na potrzeby opracowania przeanalizowano dostępne dane i informacje, utworzone w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska od 2019 r. realizowanego przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, a wcześniej przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska. Przedmiotem analiz były przede wszystkim wyniki pomiarów prowadzonych na stacjach PMŚ, zgromadzone w krajowej bazie danych monitoringu jakości powietrza JPOAT2,0, będącej elementem systemu informatycznego Inspekcji Ochrony Środowiska EKOINFONET. Dodatkowo przetworzono i poddano analizom wyniki matematycznego modelowania przemian i transportu zanieczyszczeń powietrza, wykorzystywane na potrzeby ocen jakości powietrza za lata 2015-2018, a także określone w ramach tych ocen zasięgi obszarów przekroczeń wartości kryterialnych.

W celu zilustrowania wybranych informacji w raporcie wykorzystano również dane pozyskane z Bazy Danych Obiektów Ogólnogeograficznych udostępnianej przez Centralny

¹ np. *Jakość powietrza w Polsce w roku 2017 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska*, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2018

Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2017; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, Warszawa 2018

² *Spełnianie wymogów określonych dla uzdrowisk*, Najwyższa Izba Kontroli, Nr ewid.179/2016/P/16/091/LSZ LSZ.430.003.2016, Warszawa 2016

Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej, a także usługi WMS (mapa topograficzna) dostarczane przez serwis geoportal.gov.pl.

Jednym z elementów opracowania jest zestawienie kierunków działań prowadzących do poprawy jakości powietrza na obszarze uzdrowisk, podejmowanych przez lokalne samorządy. Zostało ono opracowane na podstawie odpowiedzi udzielonych przez właściwe jednostki samorządu terytorialnego w ramach ankietyzacji przeprowadzonej na potrzeby niniejszego raportu.

2. Uzdrowiska w Polsce

Zgodnie z zapisami ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych³ jest obszar, na terenie którego prowadzone jest lecznictwo uzdrowiskowe, wydzielony w celu wykorzystania i ochrony znajdujących się na jego obszarze naturalnych surowców leczniczych. W przypadku spełnienia tych wymogów, określone mu obszarowi w danej gminie/miejscowości nadawany jest status uzdrowiska. Uznanie miejscowości za uzdrowisko wymaga wystąpienia przez gminę do Ministra właściwego do spraw zdrowia wraz z opracowanym operatem uzdrowiskowym, pozwalającym stwierdzić posiadanie wymagań i warunków zawartych w ustawie uzdrowiskowej. Operat taki zawiera m.in. świadectwa potwierdzające właściwości lecznicze naturalnych surowców leczniczych i właściwości lecznicze klimatu oraz informacje o stanie czystości powietrza opracowane zgodnie z przepisami prawnymi dotyczącymi ocena jakości powietrza.

Lecznictwo uzdrowiskowe stanowi zorganizowaną działalność polegającą na udzielaniu świadczeń opieki zdrowotnej z zakresu leczenia albo rehabilitacji, prowadzoną w uzdrowisku przez zakłady lecznictwa uzdrowiskowego albo poza uzdrowiskiem w przeznaczonych do tego celu szpitalach i sanatoriach. Istotną rolę w lecznictwie uzdrowiskowym, poza stosowanymi zabiegami, ogrywają zarówno właściwości naturalne stosowanych surowców leczniczych, jak i właściwości lecznicze klimatu i lecznicze mikroklimatu. Stąd od obszarów uzdrowiska lub ochrony uzdrowiskowej wymaga się posiadania udokumentowanego operatem:

- klimatu lokalnego o walorach leczniczych,
- unikalnego, naturalnego złoża surowców uzdrowiskowych,
- funkcjonowania zakładów opieki zdrowotnej udzielających specjalistycznych świadczeń z zakresu lecznictwa uzdrowiskowego przez wysoko wykwalifikowane kadry medyczne,
- wysokich standardów zaplecza obiektów szpitalnych i sanatoryjnych,

³ Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych ustawy z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych (tekst jedn. Dz. U. z 2017 r., poz. 651)

- urządzeń przeznaczonych do korzystania z uzdrowiskowych zasobów naturalnych,
- wyznaczenia obszarów pozwalający na wyodrębnienie stref ochrony uzdrowiskowej.

Strefy uzdrowiskowe dzielące się na trzy kategorie: „A”, „B” i „C”, stanowią część obszaru uzdrowiska albo obszaru ochrony uzdrowiskowej, określone w statucie uzdrowiska, wydzielone w celu ochrony czynników leczniczych i naturalnych surowców leczniczych, walorów środowiska i urządzeń uzdrowiskowych.

W strefie „A” ochrony uzdrowiskowej zlokalizowane są zakłady lecznictwa uzdrowiskowego w których prowadzi się lecznictwo uzdrowiskowe (przy wykorzystaniu urządzeń lecznictwa uzdrowiskowego, m.in. pijalni uzdrowiskowych, tężni, parków, ścieżek ruchowych, urządzonych odcinków wybrzeża morskiego oraz leczniczych i rehabilitacyjnych basenów uzdrowiskowych). W tej strefie istnieją ścisłe zakazy prowadzenia działalności mogących zakłócić lub mieć negatywny wpływ na stan zdrowia pacjentów, w tym funkcjonowania zakładów przemysłowych, istnienia budynków mieszkalnych, parkingów, stacji paliw oraz punktów dystrybucji produktów naftowych, autostrad i dróg ekspresowych, stacji bazowych telefonii komórkowych, radiowych i telewizyjnych oraz stacji radiolokacyjnych i innych emitujących fale elektromagnetyczne, składowisk odpadów itp. W tej strefie funkcjonuje również zakaz organizowania jakichkolwiek imprez masowych oraz uruchamiania pól biwakowych i campingowych.

Strefa „B” obejmuje obszar przeznaczony dla obiektów usługowych i turystycznych (m.in. hoteli, rekreacyjnych, sportowych i komunalnych, budownictwa mieszkaniowego oraz innych związanych z zaspokajaniem potrzeb osób przebywających na tym obszarze). Warunkiem jest, by te obiekty nie miały negatywnego wpływu na właściwości lecznicze uzdrowiska lub obszaru ochrony uzdrowiskowej oraz nie były nieuciążliwe dla pacjentów leczniczych w uzdrowisku.

Strefa „C” stanowi granicę obszaru, któremu został nadany status uzdrowiska albo status obszaru ochrony uzdrowiskowej zapewniając przede wszystkim odpowiednie otoczenie poprzez zachowanie walorów krajobrazowych, klimatycznych oraz ochronę złóż naturalnych surowców leczniczych.

W związku z powyższym, ze względu na pacjentów i kuracjuszy, istotnego znaczenia z punktu widzenia jakości powietrza nabiera strefa „A”. Z punktu widzenia mieszkańców gminy (miejscowości) uzdrowiskowej, jakość powietrza należy analizować dla wszystkich stref.

Istotną kwestią decyzji Ministra Zdrowia o nadaniu danej miejscowości statusu uzdrowiska, a więc możliwości prowadzenia lecznictwa uzdrowiskowego, jest ustalenie kierunków lecznicze dla danego uzdrowiska. Decyzję tę Minister Zdrowia podejmuje na podstawie:

- świadectwa, które potwierdza lecznicze właściwości naturalnych surowców i klimatu;
- opinii konsultanta krajowego do spraw balneologii i medycyny fizykalnej,
- informacji o kwalifikacjach pracowników, udzielających świadczeń zdrowotnych oraz rodzajach zakładów lecznictwa uzdrowiskowego w danym uzdrowisku.

2.1. Typy uzdrowisk

Z poddanych w opracowaniu analizie 45 uzdrowisk, 37% z nich to uzdrowiska położone na obszarze nizinnym, 13,3% to uzdrowiska nadmorskie, zaś 31,1% położonych jest na obszarze podgórskim. Pozostałe 17,8% to uzdrowiska górskie (tab. 2.1). Znaczna część uzdrowisk jest zlokalizowana na terenie województw południowych (rys. 2.1).

Tabela 2.1. Lista uzdrowisk w Polsce z uwzględnieniem podziału na typ

Źródło danych: Ministerstwo Zdrowia

Województwo	Nazwa uzdrowiska	Typ uzdrowiska			
		górskie	podgórskie	nizinne	nadmorskie
woj. dolnośląskie	Cieplice				
woj. dolnośląskie	Czerniawa-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Długopole-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Duszniki-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Jedlina-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Kudowa-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Lądek-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Polanica-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Przerzeczyn-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Szczawno-Zdrój				
woj. dolnośląskie	Świeradów-Zdrój				
woj. kujawsko-pomorskie	Ciechocinek				
woj. kujawsko-pomorskie	Inowrocław				
woj. kujawsko-pomorskie	Wieniec-Zdrój				
woj. lubelskie	Krasnobród				
woj. lubelskie	Nałęczów				
woj. łódzkie	Uniejów				
woj. małopolskie	Krynica-Zdrój				
woj. małopolskie	Muszyňa				
woj. małopolskie	Piwniczna-Zdrój				
woj. małopolskie	Rabka-Zdrój				
woj. małopolskie	Swoszowice				
woj. małopolskie	Szczawnica				
woj. małopolskie	Wapienne				
woj. małopolskie	Wysowa-Zdrój				
woj. małopolskie	Żegiestów				
woj. mazowieckie	Konstancin-Jeziorna				
woj. podkarpackie	Horyniec-Zdrój				
woj. podkarpackie	Iwonicz-Zdrój				
woj. podkarpackie	Polańczyk				
woj. podkarpackie	Rymanów-Zdrój				
woj. podlaskie	Augustów				
woj. podlaskie	Supraśl				
woj. pomorskie	Sopot				
woj. pomorskie	Ustka				
woj. śląskie	Goczałkowice-Zdrój				

Województwo	Nazwa uzdrowiska	Typ uzdrowiska			
		górskie	podgórskie	nizinne	nadmorskie
woj. śląskie	Ustroń				
woj. świętokrzyskie	Busko-Zdrój				
woj. świętokrzyskie	Solec-Zdrój				
woj. warmińsko-mazurskie	Gołdap				
woj. zachodniopomorskie	Dąbki				
woj. zachodniopomorskie	Kamień Pomorski				
woj. zachodniopomorskie	Kołobrzeg				
woj. zachodniopomorskie	Połczyn-Zdrój				
woj. zachodniopomorskie	Świnoujście				
Łącznie		8	14	17	6



Rysunek 2.1. Położenie uzdrowisk na obszarze Polski

Źródło danych: uchwały rad miast / gmin w sprawie uchwalenia statutu uzdrowiska, Baza Danych Obiektów Ogólnogeograficznych

2.2. Kierunki lecznicze uzdrowisk

Decyzja odnośnie kierunków leczniczych uzdrowisk ma kluczowe znaczenie ze względu na pacjentów, którzy w rozumieniu szkodliwego oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, mogą stanowić tzw. grupę wrażliwą (znacznie bardziej podatną na negatywne skutki niż ogół populacji). Dotyczy to przede wszystkim dzieci i osób ze zdiagnozowanymi chorobami układu oddechowego oraz krążenia. Z tego powodu, w przeprowadzonych analizach w niniejszym raporcie, uzdrowiskom ze zidentyfikowanymi kierunkami leczniczymi w zakresie chorób kardiologicznych i nadciśnienia oraz chorób górnych i dolnych dróg oddechowych poświęcono więcej uwagi.

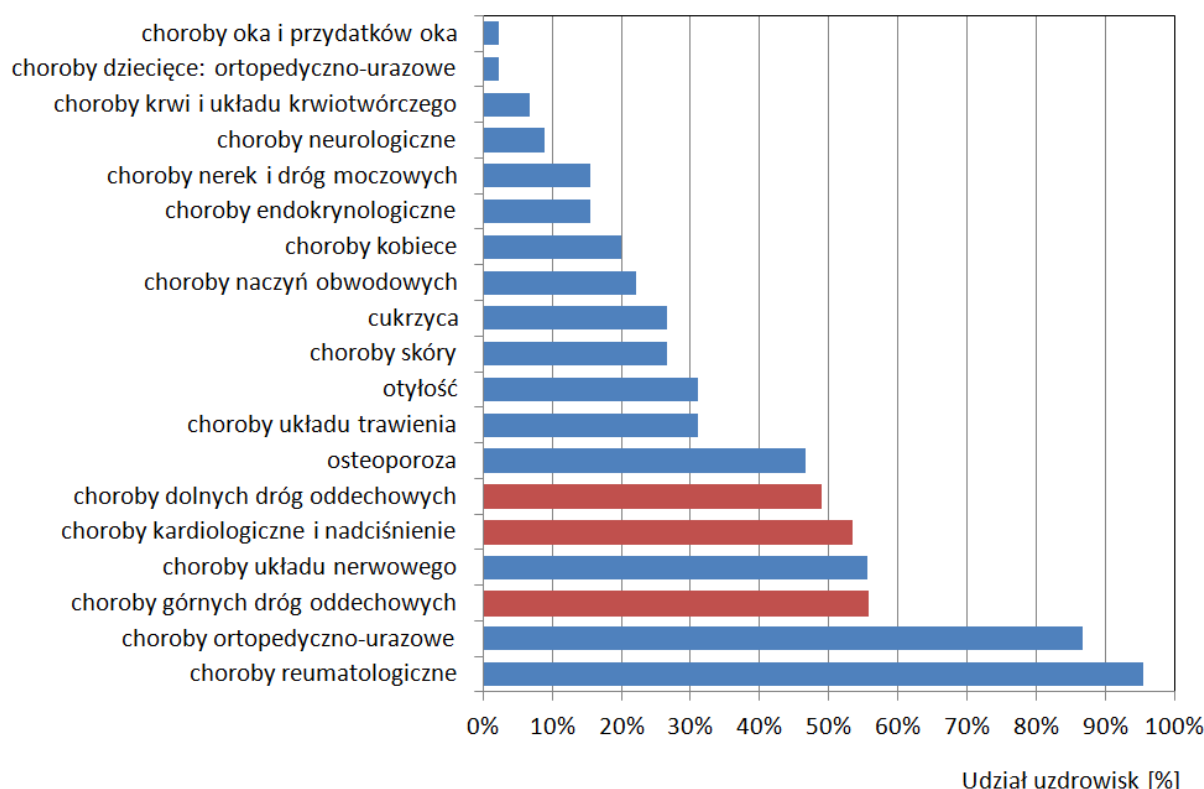
Tabela 2.2. Lista uzdrowisk w Polsce ze wskazaniem kierunków leczniczych uzdrowisk

Źródło danych: uchwały Rad Miast / Gmin w sprawie uchwalenia statutu uzdrowiska.

Województwo	Nazwa uzdrowiska z uchwały	choroby dolnych dróg oddechowych	choroby górnych dróg oddechowych	choroby kardiologiczne i nadciśnienie	choroby dziecięce: ortopedyczno-urazowe	choroby endokrynologiczne	choroby kobiece	choroby krwi i układu krwiotwórczego	choroby naczyń obwodowych	choroby nerek i dróg moczowych	choroby neurologiczne	choroby oka i przydatków oka	choroby ortopedyczno-urazowe	choroby reumatologiczne	choroby skóry	choroby układu nerwowego	choroby układu trawienia	cukrzyca	osteoporoza	otyłość
woj. dolnośląskie	Długopole-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Duszniki-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Jedlina-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Cieplice																			
woj. dolnośląskie	Kudowa-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Lądek-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Przerzeczyn-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Polanica-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Szczawno-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Czarniawa-Zdrój																			
woj. dolnośląskie	Świeradów-Zdrój																			
woj. kujawsko-pomorskie	Wieniec-Zdrój																			
woj. kujawsko-pomorskie	Ciechocinek																			
woj. kujawsko-pomorskie	Inowrocław																			
woj. lubelskie	Krasnobród																			
woj. lubelskie	Nałęczów																			
woj. łódzkie	Uniejów																			
woj. małopolskie	Swoszowice																			
woj. małopolskie	Krynica-Zdrój																			
woj. małopolskie	Muszyń																			
woj. małopolskie	Żegiestów-Zdrój																			
woj. małopolskie	Piwniczna-Zdrój																			

Województwo	Nazwa uzdrowiska z uchwały	choroby dolnych dróg oddechowych	choroby górnych dróg oddechowych	choroby kardiologiczne i nadciśnienie	choroby dziecięce: ortopedyczno-urazowe	choroby endokrynologiczne	choroby kobiece	choroby krwi i układu krwiotwórczego	choroby naczyń obwodowych	choroby nerek i dróg moczowych	choroby neurologiczne	choroby oka i przydatków oka	choroby ortopedyczno-urazowe	choroby reumatologiczne	choroby skóry	choroby układu nerwowego	choroby układu trawienia	cukrzyca	osteoporoza	otyłość
woj. małopolskie	Rabka-Zdrój																			
woj. małopolskie	Wapienne																			
woj. małopolskie	Szczawnica																			
woj. małopolskie	Wysowa-Zdrój																			
woj. mazowieckie	Konstancin-Jeziorna																			
woj. podkarpackie	Horyniec-Zdrój																			
woj. podkarpackie	Iwonicz-Zdrój																			
woj. podkarpackie	Rymanów-Zdrój																			
woj. podkarpackie	Polańczyk																			
woj. podlaskie	Augustów																			
woj. podlaskie	Supraśl																			
woj. pomorskie	Sopot																			
woj. pomorskie	Ustka																			
woj. śląskie	Goczałkowice-Zdrój																			
woj. śląskie	Ustroń																			
woj. świętokrzyskie	Busko-Zdrój																			
woj. świętokrzyskie	Solec-Zdrój																			
woj. warmińsko-mazurskie	Gołdap																			
woj. zachodniopomorskie	Dąbki																			
woj. zachodniopomorskie	Kamień Pomorski																			
woj. zachodniopomorskie	Kołobrzeg																			
woj. zachodniopomorskie	Połczyn-Zdrój																			
woj. zachodniopomorskie	Świnoujście																			
Łącznie		22	25	24	1	7	9	3	10	7	4	1	39	43	12	25	14	12	21	14

Na podstawie zapisów zawartych w uchwałach Rad Miast / Gmin w sprawie uchwalenia statutu uzdrowiska, wśród 45 rozważanych w opracowaniu uzdrowisk, w 25 prowadzono leczenie ze względu na choroby górnych dróg oddechowych (55,6%), 24 ze względu na choroby kardiologiczne i nadciśnienie (53,9%) oraz 22 ze względu na choroby dolnych dróg oddechowych (48,9%) – rys. 2.2., tab. 2.2. Niemal w każdy uzdrowisku (95,6% rozważanych) prowadzono leczenie w ramach reumatologicznych oraz ortopedyczno-urazowych. Choroby neurologiczne, krwi i układu krwiotwórczego, dziecięce: ortopedyczno-urazowe oraz choroby oka i przydatków oka leczone są w pojedynczych uzdrowiskach (takie leczenie prowadzi mniej niż 10% uzdrowisk w Polsce).



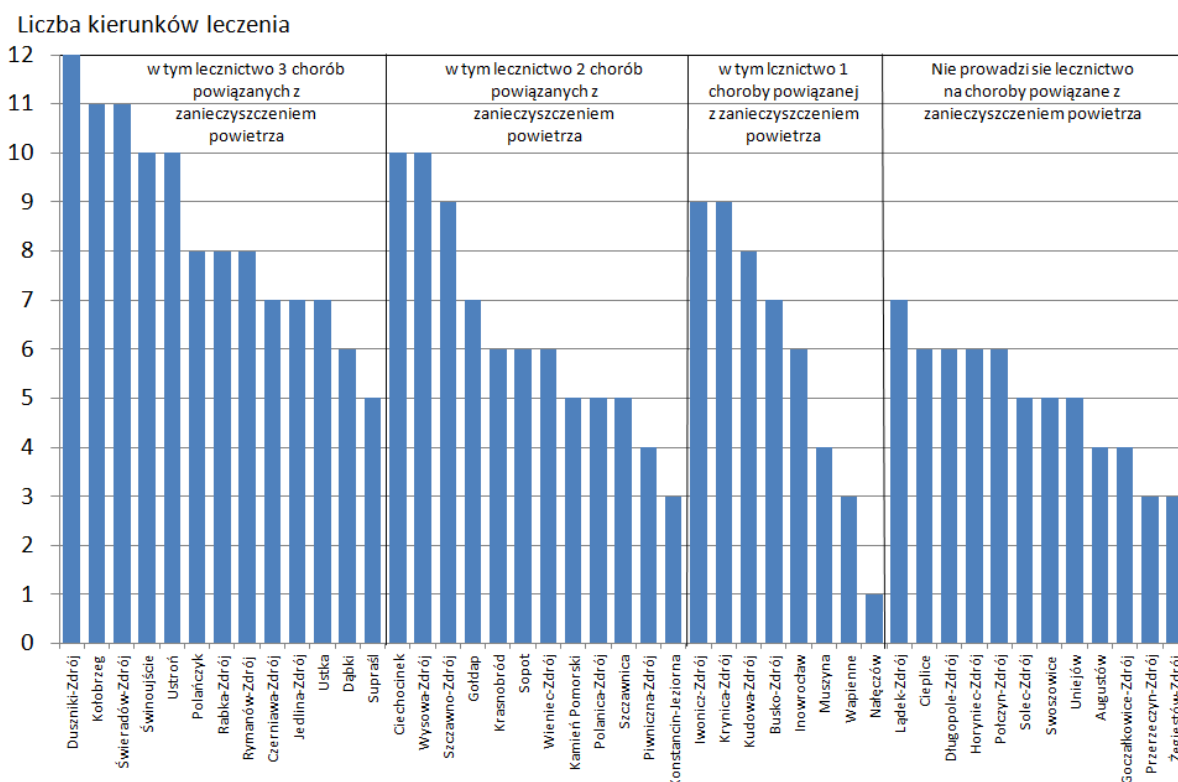
Rys. 2.2. Udział uzdrowisk w ramach poszczególnych kierunków leczniczych uzdrowisk (kolorem czerwonym oznaczono kierunki leczenia istotne z punktu widzenia wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie)

Źródło danych: uchwały Rad Miast / Gmin w sprawie uchwalenia statutu uzdrowiska

Wśród 45 uzdrowisk poddanych analizie, w 12 (Augustów, Cieplice, Długopole-Zdrój, Goczałkowice-Zdrój, Horyniec-Zdrój, Łądek-Zdrój, Polczyn-Zdrój, Przerzeczn-Zdrój, Solec-Zdrój, Swoszowice, Uniejów i Żegiestów-Zdrój) nie prowadzi się leczenia z punktu widzenia chorób kardiologicznych i nadciśnienia oraz chorób górnych i dolnych dróg oddechowych.

By skorzystać z leczenia uzdrowiskowego albo rehabilitacji uzdrowiskowej, lekarz ubezpieczenia zdrowotnego powinien stwierdzić, że dany pacjent powinien skorzystać z takiej usługi. Przy kwalifikacji bierze się pod uwagę m.in. stan zdrowia pacjenta, przebieg choroby (która jest wskazaniem do leczenia uzdrowiskowego w ramach kierunków leczniczych uzdrowisk) oraz efekty przebytego w przeszłości leczenia uzdrowiskowego.

W 34 uzdrowiskach w Polsce prowadzi się leczenie co najmniej jednej z trzech grup chorób związanych z zanieczyszczeniem powietrza (kardiologicznych i nadciśnienia oraz chorób górnych i dolnych dróg oddechowych), w 13 (Czerniawa-Zdrój, Dąbki, Duszniki-Zdrój, Jędrzejów, Kołobrzeg, Polanica-Zdrój, Rabka-Zdrój, Rymanów-Zdrój, Supraśl, Świeradów-Zdrój, Świnoujście, Ustka i Ustroń) prowadzi się leczenie trzech wymienionych grup chorób, w 12 (Ciechocinek, Gołdap, Kamień Pomorski, Konstancin-Jeziorna, Krasnobród, Piwniczna-Zdrój, Polanica-Zdrój, Sopot, Szczawnica, Szczawnio-Zdrój, Wągrowiec-Zdrój, Wysowa-Zdrój) prowadzi się leczenie dwóch wymienionych grup chorób, zaś 8 (Busko-Zdrój, Inowrocław, Iwonicz-Zdrój, Krynica-Zdrój, Kudowa-Zdrój, Muszyna, Nałęczów i Wapienne) prowadzi się leczenie jednej z wymienionych grup chorób (tab. 2.2, rys. 2.3).



Rys. 2.3. Liczba kierunków leczniczych w poszczególnych uzdrowiskach w Polsce

Źródło danych: uchwały Rad Miast / Gmin w sprawie uchwalenia statutu uzdrowiska

Warto zauważyć, że z punktu widzenia kuracjuszy, większego znaczenia nabiera ryzyko związane z krótkookresowym narażeniem na zanieczyszczenie powietrza (podczas trwającego 21 dni turnusu). Dotyczy to przede wszystkim osób leczących się na choroby układu oddechowego.

3. Monitoring jakości powietrza na obszarze uzdrowisk

Ocena jakości powietrza w Polsce, w tym na obszarze uzdrowisk, jest wykonywana zgodnie z obowiązującymi regulacjami prawnymi, takimi jak ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska⁴, czy Rozporządzenia Ministra Środowiska - z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu⁵ oraz z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu⁶. Przepisy te są adoptowane i zgodne z określonymi w dokumentach na poziomie Unii Europejskiej, przede wszystkim w dyrektywach 2008/50/WE⁷ oraz 2004/107/WE⁸. Analizy jakości powietrza dokonuje się w ramach, nadzorowanego przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, (GIOŚ) Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ)⁹. PMŚ jest źródłem informacji o środowisku będących wynikiem pomiarów i ocen jego stanu, jak i analizą wpływu różnych czynników, w tym presji będących głównie wynikiem działalności człowieka. W przypadku jakości powietrza ocenę dokonuje się przy pomocy sieci pomiarów stężeń wybranych zanieczyszczeń powietrza, uzupełnianych technikami modelowania matematycznego oraz obiektywnego szacowania. Badania monitoringowe prowadzi się w sposób cykliczny, stosując ujednolicone metody zbierania, gromadzenia i przetwarzania danych. Istotną cechą sieci pomiarowej PMŚ jest stosowanie referencyjnych metod pomiarowych lub równoważnych, a także wdrożenie i utrzymanie systemu kontroli i zapewnienia jakości pomiarów.

Poza kontrolą dotrzymania standardów jakości powietrza, pomiary wykorzystywane są też do analizy zmian stopnia zanieczyszczenia, skuteczności działań naprawczych, a także informowania i ostrzegania społeczeństwa, szczególnie w przypadku zwiększonego zagrożenia zdrowotnego, które występuje podczas tzw. epizodów smogowych. Ostrzeżenia przekazane społeczeństwu umożliwiają podejmowanie określonych działań ograniczających niekorzystne skutki zdrowotne, zwłaszcza w odniesieniu do wrażliwych grup ludności. Na potrzeby

⁴ Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 lipca 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo ochrony środowiska Dz. U. 2019 r., poz. 1396 z późniejszymi zmianami)

⁵ Rozporządzenie Ministra Środowiska RMŚ z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. 2018 r., poz. 1119)

⁶ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. 2012 r., poz. 1031)

⁷ 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)

⁸ Dyrektywa 2004/107/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, rtęci, niklu i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. UE L 23 z 26.01.2005, str. 3)

⁹ Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2016-2020. Główny Inspektor Ochrony Środowiska. Warszawa, 2015

bieżącego informowania wykorzystuje się Portal Jakości Powietrza GIOŚ¹⁰, gdzie publikowane są aktualne wyniki pomiarów wykonywanych metodami automatycznymi, w połączeniu z prognozami krótkoterminowymi opartymi na modelowaniu matematycznym.

Warunkiem uzyskiwania prawidłowych i użytecznych wyników pomiarów stanu zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego jest prowadzenie pomiarów stężenia na właściwie zlokalizowanych stanowiskach. Wybór lokalizacji stanowiska musi odpowiadać założonemu celowi pomiarów oraz umożliwiać prawidłową interpretację uzyskiwanych rezultatów. Istotne jest np. zidentyfikowanie i unikanie ewentualnych niepożądanych oddziaływań lokalnych, sprawiających, że stężenia mierzone w danym miejscu nie mogą być uznane za typowe dla obszaru reprezentowanego przez stację pomiarową. Szczegółowe umiejscowienie wlotu czerpni powietrza do układu pomiarowego stacji również musi spełniać szereg wymagań z uwagi na konieczność zapewnienia realizacji zakładanych celów pomiarów i uzyskania wymaganej reprezentatywności przestrzennej stanowiska.

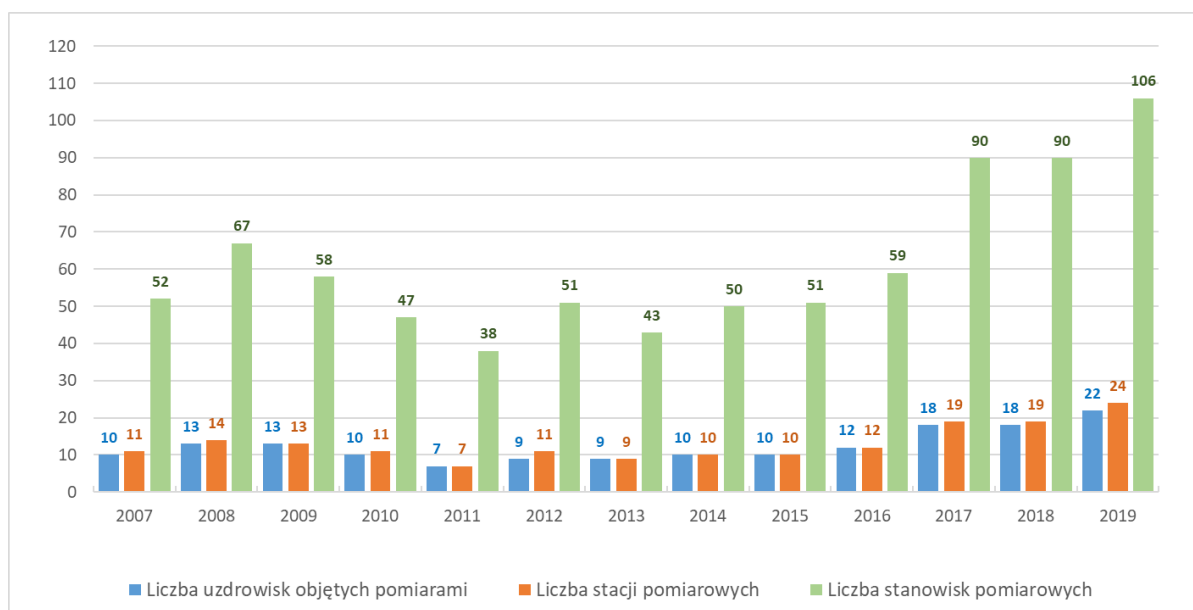
Przedstawione analizy uwzględniają stacje położone na obszarze uzdrowisk oraz, w jednym przypadku (Cieplice Śląskie – Zdrój) stację, która jest zlokalizowana w bezpośredniej bliskości granicy uzdrowiska (ok. 200 m) i obejmuje swą reprezentatywnością część jego obszaru. Zestawienia uwzględniają stanowiska, na których zostały zrealizowane pomiary, spełniające przyjęte warunki kompletności – minimum 14% w stosunku rocznym (aby można było dane wykorzystać przynajmniej jako wskaźnikowe) oraz odpowiednio równomierne rozłożenie liczby wyników pomiarów w różnych sezonach roku. W związku z tym włączone zostały tu również stanowiska, które działały tylko przez część określonego roku. W przypadku roku 2019 (aktualnego na czas opracowywania raportu) uwzględniono wszystkie funkcjonujące w uzdrowiskach stacje i stanowiska pomiarowe. Stacje położone są w różnych strefach ochrony uzdrowiskowej: A, B lub C i posiadają zróżnicowany program badawczy.

Stacje pomiarowe w ramach PMS mają z reguły ustaloną lokalizację, w której badania są wykonywane w długoletnich okresach, co pozwala m.in. na ocenę zmienności poziomów zanieczyszczeń w czasie. Funkcjonują również na obszarze polskich uzdrowisk stacje mobilne, prowadzące pomiary w danym miejscu np. przez okres roku kalendarzowego, w celu rozpoznania występującego w nim problemu jakości powietrza.

Liczba stacji pomiarowych położonych na obszarze uzdrowisk w okresie 2007 – 2019 systematycznie wzrastała (rys. 3.1) – od 11 w roku 2007 do 24 w roku 2019. Wzrastała również tym samym liczba uzdrowisk objętych pomiarami – obecnie wynosi ona 22 czyli ok. 49% ogólnej liczby uzdrowisk. Funkcjonują na nich obecnie łącznie 124 stanowiska pomiarowe (licząc równoległe pomiary pyłu PM₁₀ lub PM_{2,5} prowadzone za pomocą różnych metod, jako jedno stanowisko). W zaprezentowanym na ilustracji zestawieniu uwzględniono stanowiska pomiarów zanieczyszczeń, dla których zostały określone normy ze względu na ochronę zdrowia

¹⁰ <http://powietrze.gios.gov.pl>

ludzi, czyli z wyłączeniem pomiarów stężenia NO_x oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych innych, niż benzo(a)piren, co daje np. dla roku 2019 liczbę 106 stanowisk.



Rysunek 3.1. Zmienność liczebności stacji i stanowisk pomiarowych na obszarze uzdrowisk w latach 2007-2018
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

W rozpatrywanym okresie wzrastała również liczba stanowisk pomiarów stężenia ozonu oraz pyłu PM₁₀ wykonywanych za pomocą metod automatycznych, które mogą być wykorzystywane na potrzeby bieżącego informowania społeczeństwa i organów administracji publicznej, np. w przypadku występowania przekroczeń poziomów informowania lub alarmowych (tab. 3.1).

Tabela 3.1. Zestawienie liczby stanowisk automatycznych pomiarów stężenia ozonu i pyłu PM₁₀ w uzdrowiskach w latach 2007-2019

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

Rok	O3	PM10
2007	5	4
2008	5	4
2009	5	6
2010	2	3
2011	3	3
2012	5	4
2013	5	3
2014	3	4
2015	4	4
2016	5	5
2017	7	8
2018	8	8
2019	7	14

Liczba stanowisk pomiarowych funkcjonujących w roku 2018, z których dane zostały wykorzystane na potrzeby analiz poziomu stężenia poszczególnych zanieczyszczeń powietrza prezentowanych w niniejszym raporcie, została zamieszczona w rozdziale 4. Tabela 3.2 prezentuje liczbę aktualnie (w roku 2019) funkcjonujących stanowisk w poszczególnych uzdrowiskach.

Tabela 3.2. Zestawienie liczby stanowisk pomiarowych w uzdrowiskach w roku 2019

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

Województwo	Uzdrowisko	PM10		PM10 Suma	PM2.5		PM2.5 Suma	BaP(PM10)		Pb / As / Cd / Ni	SO ₂	NO ₂ / NO _x	C ₆ H ₆	CO	O ₃	WWA
		aut.	man.		aut.	man.		man.	man.							
dolnośląskie	Cieplice Śląskie-Zdrój		1	1				1	1							
dolnośląskie	Duszniki-Zdrój	1	1	2	1		1	1			1	1				
dolnośląskie	Szczawno-Zdrój		1	1				1								
kujawsko-pomorskie	Ciechocinek		1	1				1	1			1	1		1	1
kujawsko-pomorskie	Inowrocław	1	1	2				1	1	1	1	1				
kujawsko-pomorskie	Wieniec-Zdrój		1	1				1	1	1	1	1		1	1	
lubelskie	Nałęczów	1	1	2	1		1				1	1	1			
łódzkie	Uniejów		1	1				1								
małopolskie	Krynica-Zdrój	1	1	2				1								
małopolskie	Swoszowice	1	1	2				1								
mazowieckie	Konstancin-Jeziorna	1	1	2	1		1	1	1	1	1	1		1	1	
podkarpackie	Horyniec-Zdrój	1	1	2	1		1	1								
podkarpackie	Iwonicz-Zdrój		1	1				1								
podkarpackie	Rymanów-Zdrój	1	1	2	1		1	1	1							
podlaskie	Augustów	1		1							1	1			1	
pomorskie	Sopot	1		1							1	1		1		
śląskie	Goczałkowice-Zdrój	1		1	1		1					1	1		1	
śląskie	Ustroń	1		1							1	1			1	
świętokrzyskie	Busko-Zdrój		1	1		1	1	1								
świętokrzyskie	Solec-Zdrój		1	1				1								
warmińsko-mazurskie	Gołdap	2	1	3	1		1	1			1	2		1	1	
zachodniopomorskie	Kołobrzeg		1	1				1								
Suma		14	18	32	7	1	8	17	6	8	12	3	4	7	1	

aut. – pomiary wykonywane metodą automatyczną, man. – pomiary wykonywane metodą manualną laboratoryjną

W zestawieniu uwzględniono wykorzystywaną metodę pomiarową (manualną lub automatyczną), przy czym należy pamiętać, iż pomiary takie mogą być prowadzone równolegle w ramach jednej stacji. Stanowiska pomiarów stężenia metali ciężkich (Pb, As, Cd, Ni), oznaczanych w pyłe PM10, zaprezentowano łącznie. Podobnie zaprezentowano stanowiska pomiarów stężenia sześciu wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych uwzględnionych w dyrektywie 2004/107/WE, które są realizowane na stacji w Ciechocinku.

4. Jakość powietrza w uzdrowiskach na podstawie wyników pomiarów

W rozdziale przedstawiono analizy oparte na wynikach pomiarów stężenia zanieczyszczeń powietrza, prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na terenie uzdrowisk lub w pobliżu granic uzdrowisk. W sposób obszerny zaprezentowano wyniki pomiarów z 2018 r. i 2017 r. (najbardziej aktualne informacje, największy zasób danych, odpowiednia jakość pomiarów), natomiast z lat poprzednich przedstawiono wybrane parametry statystyczne z serii rocznych, w celu pokazania charakteru zmienności zanieczyszczenia powietrza w kolejnych latach.

Zgodnie z informacjami zgromadzonymi w bazie danych JPOAT2.0 w latach 2007-2019 na terenie 33 (z 45) uzdrowisk funkcjonowało łącznie 246 stanowisk pomiarowych stężeń zanieczyszczeń powietrza na 52 stacjach. Dla uzdrowisk Cieplice Śląskie oraz Swoszowice informacje o stężeniach zanieczyszczeń można uzyskać na podstawie wyników pomiarów uzyskanych ze stacji położonych w pobliżu granic uzdrowisk (stacje w Jeleniej Górze i w Krakowie).

Liczba stacji i stanowisk pomiarowych w uzdrowiskach ulegała zmianie na przestrzeni ostatnich lat (bardziej szczegółowe informacje na ten temat można znaleźć w rozdziale 3). W 2018 r. system pomiarowy stężeń zanieczyszczeń w uzdrowiskach obejmował 116 stanowisk na 22 stacjach w 21 uzdrowiskach (lub w pobliżu). Zestawienie stacji i stanowisk pomiarowych funkcjonujących w 2018 r. na terenie uzdrowisk lub w pobliżu ich granic zamieszczono w tabeli 4.1. W zestawieniu uwzględniono wszystkie stanowiska, które funkcjonowały w 2018 r., w tym również stanowiska uruchomione w drugiej połowie roku. Wszystkie pomiary stężeń zanieczyszczeń powietrza prowadzone były z wykorzystaniem metodyk referencyjnych lub równoważnych do referencyjnych. W przypadku prowadzenia na określonej stacji równoległych pomiarów stężenia pyłu PM₁₀ lub PM_{2,5} na dwóch stanowiskach - metodą manualną grawimetryczną oraz z wykorzystaniem metody automatycznej, w zestawieniu uwzględniono oba stanowiska (np. w uzdrowisku Konstancin-Jeziorna pomiar pyłu PM₁₀ na dwóch stanowiskach w ramach jednej stacji MzKonJezMos).

W tabelach zamieszczonych w rozdziale przedstawiono parametry statystyczne wyłącznie z rocznych serii pomiarowych stężeń zanieczyszczeń spełniających wymagania dotyczące minimalnego pokrycia czasu roku pomiarami określone w przepisach polskich i UE. Za pomocą pogrubienia czcionki wyróżniono wartości przekraczające obowiązującą dla danego parametru normę. Należy zaznaczyć, iż przy obliczaniu parametrów statystycznych i ich porównywaniu z normą stosowano zaokrąglanie wyniku na ostatnim etapie, zgodnie z zasadami przyjętymi w ramach ocen jakości powietrza w Polsce oraz innych krajach Unii Europejskiej¹¹.

¹¹ Wytyczne Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE (Guidance on the Commission Implementing Decision laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air - Decision 2011/850/EU); <https://aqportal.discomap.eea.europa.eu/toolbox-for-e-reporting/guidance-on-the-commission-ipr-decision/>.

W tabelach i na rysunkach oprócz nazwy uzdrowiska, którego dotyczą prezentowane wyniki pomiarów stężeń, podana jest informacja, w której strefie uzdrowiska zlokalizowana była stacja pomiarowa (A, B, C lub poza granicą uzdrowiska) oraz (na większości prezentacji) kod krajowy stacji pomiarowej, na której uzyskano prezentowane wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza.

Tabela 4.1. Zestawienie stacji i stanowisk pomiarowych funkcjonujących w 2018 r. w uzdrowiskach

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

Uzdrowisko	Strefa	Kod stacji	Zanieczyszczenie												Razem
			PM10	PM2,5	BaP(PM10)	NO ₂	O ₃	SO ₂	Pb(PM10)	As(PM10)	Cd(PM10)	Ni(PM10)	CO	C ₆ H ₆	
Czerniawa-Zdrój	B	DsCzerStraza				1	1	1							3
Duszniki-Zdrój	B	DsDusznikMOB	1	1		1		1							4
Cieplice Śląskie-Zdrój	-	DsJelGorSoko	1		1				1	1	1	1			6
Kudowa-Zdrój	A	DsKudowaMOB	1			1	1	1					1		5
Lądek-Zdrój	A	DsLadekMOB	1			1	1	1					1		5
Szczawno-Zdrój	B	DsSzczMagMob	1		1										2
Ciechocinek	A	KpCiechTezni	1		1	1	1		1	1	1	1		1	9
Inowrocław	A	KpInowSolank	2		1	1		1	1	1	1	1			9
Wieniec-Zdrój	A	KpWieniecZdrMOB, KpWieniZdroj	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1		10
Uniejów	A	LdUniejTermy	1		1										2
Swoszowice	-	MpKrakBujaka	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1		1	13
Muszyna	A	MpMuszynZloc	1		1										2
Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		12
Augustów	A	PdAugustoZdrMOB	1	1		1	1	1					1		6
Iwonicz-Zdrój	B	PkIwonZdrRab	1		1										2
Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	2	1	1				1	1	1	1			8
Sopot	A	PmSopBitPl06	1			1		1					1		4
Busko-Zdrój	A	SkBuskRokosz	1	1	1										3
Ustroń	A	SlUstronSana	1			1	1	1							4
Gołdap	A	WmGoldJacwie	1			1	1	1					1		5
Kołobrzeg	B	ZpKolZolkiew	1		1										2
Razem		21	24	7	13	13	10	12	7	7	7	7	7	2	116

4.1. Stężenia PM10

W 2018 r. pomiary stężeń PM10 prowadzone były w 20 uzdrowiskach (w tym na dwóch stacjach w pobliżu ich granic). Kompletne roczne serie wyników pomiarów stężeń PM10 uzyskano z pomiarów w 17 uzdrowiskach.

Stężenia PM10 w uzdrowiskach, w których prowadzone były badania, w wielu miejscach były wyższe od poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń dobowych (tab. 4.2, tab. 4.3, rys. 4.1).

Tabela 4.2. Poziomy dopuszczalny pyłu PM10 określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. 2012 r., poz. 1031)

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 średnie roczne Sa PM10 wynosiły od 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Muszynie do 43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice (tab. 4.3, rys. 4.1). Średnia dla wszystkich rozważanych stacji wynosiła 26.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Jest to wartość o 18% niższa niż średnia ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stacji tła miejskiego i podmiejskiego w kraju.

W 2018 na jednej stacji (w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice) stężenie średnie roczne przekraczało poziom dopuszczalny $\text{Da}=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W pozostałych uzdrowiskach stężenia Sa były niższe od poziomu dopuszczalnego.

Zalecana przez Światową Organizację Zdrowia (WHO)^{12,13} wartość dla stężenia średniego rocznego wynosząca 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przekroczona była w 2018 r. wszystkich uzdrowiskach z wyjątkiem Muszyny (w 2017 r. za wyjątkiem uzdrowiska Sopot).

Poziom dopuszczalny dla stężeń dobowych PM10, określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, przekroczony był w 7 z 17 uzdrowisk objętych pomiarami. Najwięcej dni z przekroczeniami poziomu 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przez stężenia dobowe i najwyższą wartość percentyla S90.4 zanotowano na stacji w Krakowie – uzdrowisko Swoszowice (97 dni, $\text{S90.4}=83 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Przekroczenia poziomu dopuszczalnego w 2018 r. wystąpiły też w uzdrowiskach: Szczawno-Zdrój, Ciechocinek, Inowrocław, Uniejów, Swoszowice, Busko-Zdrój, Gołdap.

Zalecana przez WHO wartość dla stężeń dobowych 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczana była we wszystkich uzdrowiskach i w każdym roku objętym pomiarami stężeń.

Stężenia pyłu PM10 w uzdrowiskach, podobnie jak na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce, wykazują typową sezonową zmienność i zależność od warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji pyłu PM10 i jego prekursorów, kategorią o największym znaczeniu dla okresowego występowania wysokich stężeń PM10 ma przede

¹² Air quality guidelines – global update 2005, WHO 2005

¹³ Ambient (outdoor) air quality and health. WHO, [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

wszystkich tzw. niska emisja związana ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków i zaspokojenia innych potrzeb bytowych (np. ciepła woda użytkowa). Emisja ta zmienia się w zależności od zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków – zimą jest znacznie większa niż w innych porach roku. Dodatkowo, często w sezonie zimowych przy dużych spadkach temperatury utrzymują się niekorzystne warunki meteorologiczne (słaby wiatr, inwersja temperatury) prowadzące do kumulacji zanieczyszczeń pochodzących z niskiej emisji w przyziemnej warstwie atmosfery.

W efekcie stężenia pyłu PM₁₀ (również PM_{2,5} i benzo(a)pirenu) na stacjach tła w sezonie chłodnym, szczególnie przy spadkach temperatur są znacznie wyższe niż w sezonie letnim (rys. 4.2, rys. 4.3, rys. 4.4.)

Na rysunku 4.2, dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. PM₁₀ oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Różnymi odcieniami koloru czerwonego zaznaczono wartości stężeń przekraczające 50 µg/m³. Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r. oraz liczbę dni ze stężeniem 24-godz. wyższym od 50 µg/m³.

Na rysunkach 4.3 oraz 4.4 każdy wynik pomiaru stężenia 1-godz. PM₁₀ reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Miejsce puste – bez kolorowego paska - oznacza, że dla tego terminu pomiarowego nie ma wyniku. W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24 prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są stężenia 1-godz. PM₁₀ z kolejnych dni roku.

W sezonie chłodnym najczęściej rano i wieczorem występują wzrosty stężeń 1-godz. pyłu (rys. 4.3, rys.4.4). Należy je łączyć z okresowym wzrostem emisji z pieców na paliwo stałe a także z dobową cykliczną zmianą warunków meteorologicznych. Około południa i nad ranem stężenia PM₁₀ są niższe.

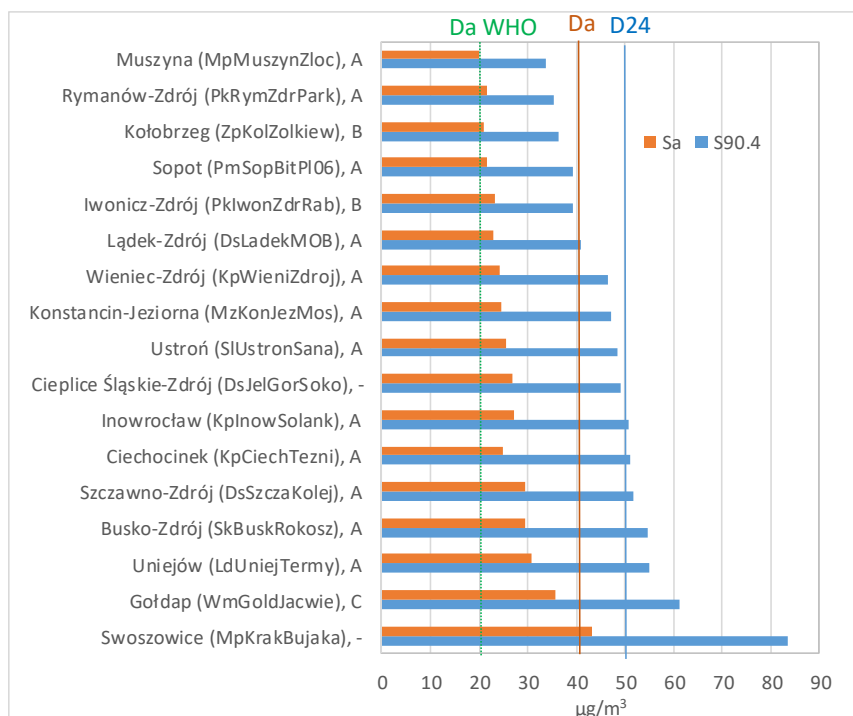
W miejscach narażonych na silne oddziaływanie emisji związanych z ruchem samochodów, podwyższone stężenia PM₁₀ (w stosunku do wartości tłowych) mogą wystąpić również poza sezonem grzewczym.

Tabela 4.3. Wybrane parametry statystyczne z serii pomiarów stężeń PM₁₀ z 2017 i 2018 ze stanowisk położonych na terenie uzdrowisk lub w pobliżu ich granic

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

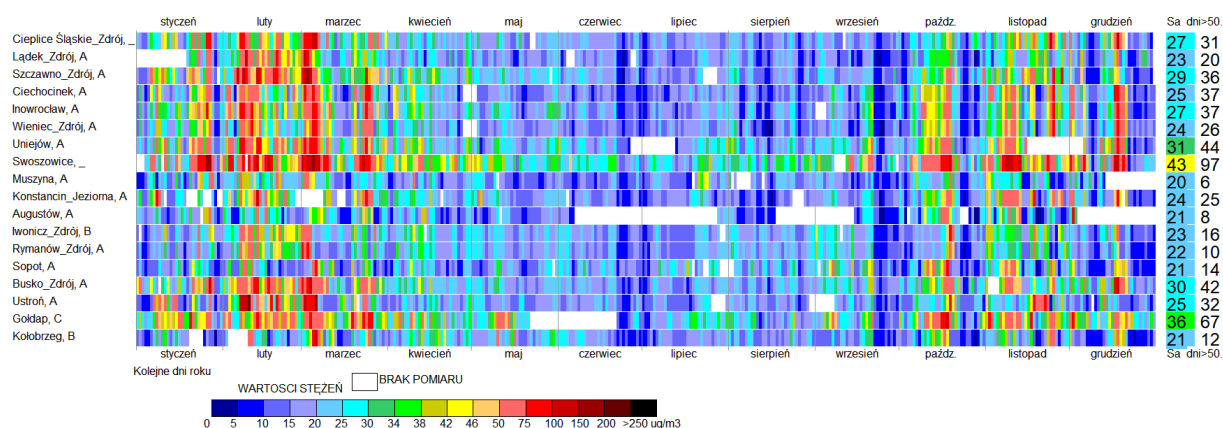
Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne µg/m ³		Liczba dni z S ₂₄ >50 µg/m ³		Percentyl S _{90.4} µg/m ³	
				2017	2018	2017	2018	2017	2018
1.	Cieplice Śląskie-Zdrój	-	DsJelGorSoko	29.3	26.8	40	31	53.8	49.2
2.	Kudowa-Zdrój	A	DsKudowaMOB	25.5		26		46.0	

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne $\mu\text{g}/\text{m}^3$		Liczba dni z $\text{S}_{24} > 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$		Percentyl $\text{S}_{90.4} \mu\text{g}/\text{m}^3$	
				2017	2018	2017	2018	2017	2018
3.	Lądek-Zdrój	A	DsLadekMOB		22.8		20		40.9
4.	Szczawno-Zdrój	A	DsSzczakolej	28.0	29.4	40	36	51.8	51.8
5.	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	24.6	24.9	26	37	44.3	50.9
6.	Inowrocław	A	KpInowSolank	26.6	27.2	27	37	45.6	50.7
7.	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniZdroj		24.1		26		46.4
8.	Uniejów	A	LdUniejTermy	27.1	30.9	27	44	45.0	55.0
9.	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	42.1	43.2	72	97	81.6	83.4
10.	Muszyna	B	MpMuszynKity	29.4		45		64.5	
11.	Muszyna	A	MpMuszynZloc		20.0		6		33.8
12.	Rabka-Zdrój	A	MpRabkaOrkan	34.8		66		82.2	
13.	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	27.4	24.5	31	25	53.0	47.0
14.	Iwonicz-Zdrój	B	PkIwonZdrRab	22.7	23.2	21	16	40.0	39.3
15.	Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	20.6	21.6	20	10	37.2	35.2
16.	Sopot	A	PmSopBitPI06	16.8	21.5	12	14	26.8	39.2
17.	Busko-Zdrój	A	SkBuskRokosz	30.9	29.5	58	42	62.2	54.5
18.	Solec-Zdrój	B	SkSolecZdroj	26.5		33		50.0	
19.	Ustroń	A	SIUstronSana	25.1	25.5	31	32	49.4	48.4
20.	Gołdap	C	WmGoldJacwie	28.5	35.7	28	67	48.6	61.2
21.	Kołobrzeg	B	ZpKolZolkiew		20.8		12		36.5



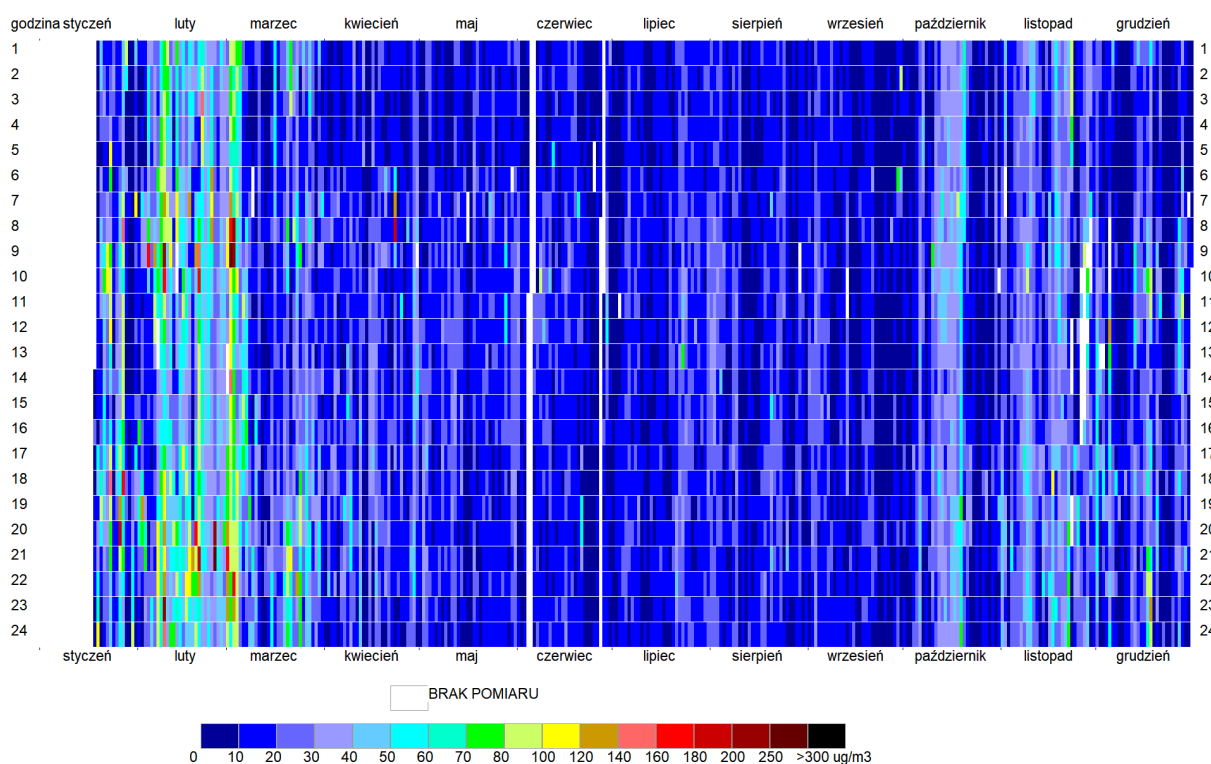
Rysunek 4.1. Stężenia średnie roczne i percentyle $\text{S}_{90.4}$ PM_{10} w 2018 r. w odniesieniu do wartości określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Da, D24) i wytycznych WHO (Da WHO)

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



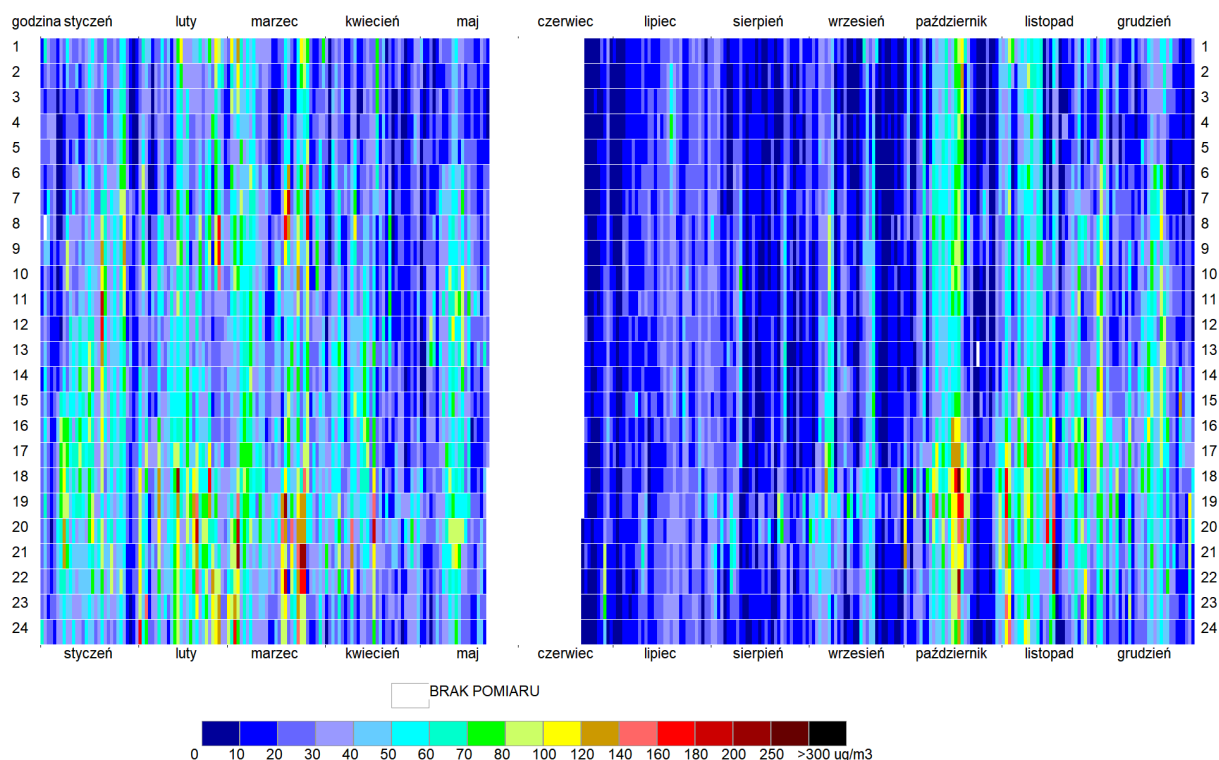
Rysunek 4.2. Stężenia 24-godz. PM10 w 2018 r.

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



Rysunek 4.3. Stężenia 1-godz. PM10 w 2018 r. w uzdrowisku Lądek-Zdrój

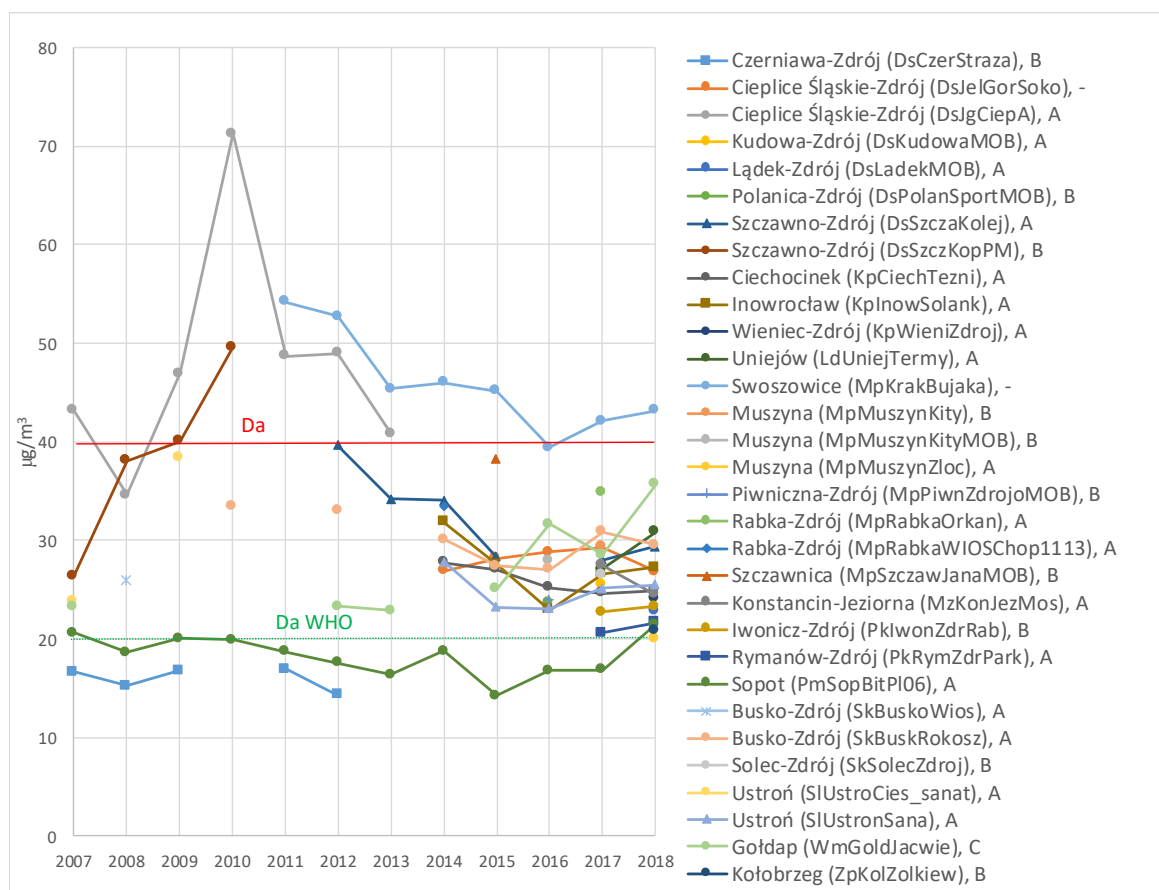
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB



Rysunek 4.4. Stężenia 1-godz. PM₁₀ w 2018 r. w uzdrowisku Gołdap

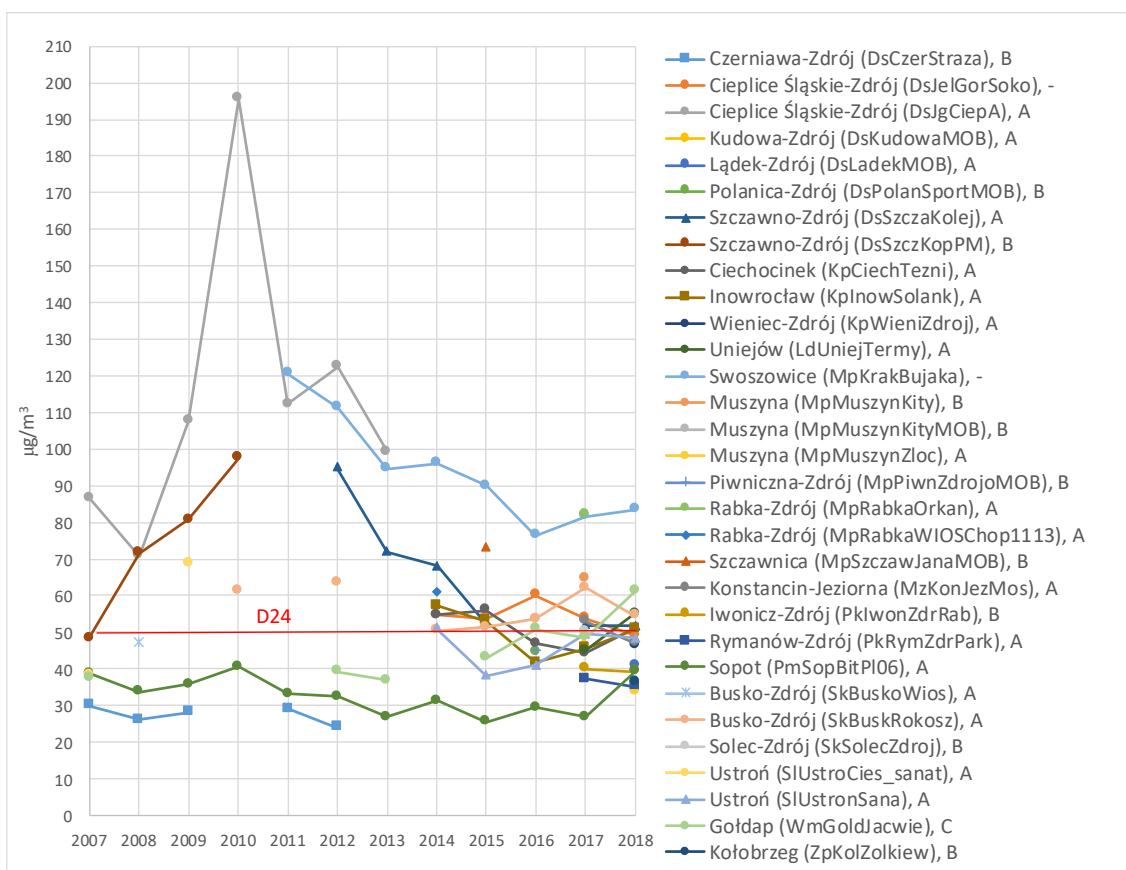
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Stężenia pyłu PM₁₀ w uzdrowiskach na przestrzeni lat 2007-2018 zmieniały się podobnie jak stężenia na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce (rys. 4.5, rys. 4.6). Wysokość stężeń w kolejnych latach ulegała zmianom - zależała między innymi od warunków pogodowych w danym roku warunkujących zarówno wielkość emisji pyłu i jego prekursorów jak i warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń. Z uwagi na niekorzystne warunki meteorologiczne występujące w 2010 r. częściej niż przeciętnie, właśnie w tym roku w wielu miejscach w Polsce, także w uzdrowiskach, normowane parametry z serii pomiarowych przyjmowały najwyższe wartości spośród wielolecia 2007-2018. W latach 2014-2018 stężenia były niższe niż w rekordowym 2010 r. W latach 2017 i 2018 stężenia S_a i $S_{90.4}$ na wielu stacjach w uzdrowiskach były wyższe niż w 2016 r.



Rysunek 4.5. Stężenia średnie roczne S_a PM₁₀ w latach 2007-2018 w odniesieniu do wartości określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Da) i wytycznych WHO (Da WHO)

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



Rysunek 4.6. Percentyl S90.4 z serii stężeń dobowych PM10 w latach 2007-2018 w odniesieniu do poziomu dopuszczalnego określonego w rozporządzeniu Ministra Środowiska (D24)

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

4.2. Stężenia pyłu PM2,5

W 2018 r. pomiary stężeń PM10 prowadzone były w 6 uzdrowiskach (w tym w jednym przypadku w pobliżu granic uzdrowiska Swoszowice). Kompletne roczne serie wyników pomiarów uzyskano w 4 uzdrowiskach (w 2017 r. w 6 uzdrowiskach).

Stężenia PM2,5 w większości uzdrowisk, w których prowadzone były badania jakości powietrza, były niższe od poziomu dopuszczalnego Da obowiązującego w latach 2015-2020 (tab. 4.4, tab. 4.5). Przekroczenia Da wystąpiły w jednym uzdrowisku.

Tabela 4.4. Poziomy dopuszczalne PM2,5 określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom PM2,5 w powietrzu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	25 ¹⁾	Sa
rok kalendarzowy	20 ²⁾	Sa

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

²⁾ poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2,5 do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2020 r.

Stężenia średnie roczne S_a PM_{2,5} wynosiły od 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Rymanowie do 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice (tab. 4.5, rys. 4.7). W 2018 na jednej stacji (w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice) stężenie średnie roczne przekraczało poziom dopuszczalny $D_a=25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W pozostałych uzdrowiskach stężenia S_a były niższe od poziomu dopuszczalnego obowiązującego w latach 2015-2019.

W 2018 r. tylko w jednym uzdrowisku – w Rymanowie-Zdroju (z 4 objętych pomiarami), stężenie średnie roczne było niższe od 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (poziom dopuszczalny od 2020 r.).

Określona w wytycznych WHO zalecana wartość dla stężenia średniego rocznego 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przekroczona była we wszystkich uzdrowiskach i w każdym roku objętym pomiarami.

W prawodawstwie polskim i UE dla stężeń dobowych PM_{2,5} nie jest określony poziom dopuszczalny. Zalecana przez WHO wartość dla stężeń dobowych 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ przekraczana była we wszystkich uzdrowiskach i w każdym roku objętym pomiarami stężeń. W 2018 r. liczba dni z przekroczeniami wartości WHO wynosiła od 91 w Rymanowie do 153 dni w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice.

Stężenia pyłu PM_{2,5} w uzdrowiskach (tak jak stężenia pyłu PM₁₀) wykazują typową sezonową zmienność i zależność od warunków meteorologicznych (podobnie jak stężenia na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce). Wśród źródeł emisji pyłu PM_{2,5} i jego prekursorów, kategorią o największym znaczeniu dla okresowego występowania wysokich stężeń PM_{2,5} ma przede wszystkich tzw. niska emisja związana ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków i zaspokojenia innych potrzeb bytowych (np. ciepła woda użytkowa). Emisja ta zmienia się w zależności od zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków – zimą jest znacznie większa niż w innych porach roku. Dodatkowo, często w sezonie zimowych przy dużych spadkach temperatury utrzymują się niekorzystne warunki meteorologiczne (słaby wiatr, inwersja temperatury) prowadzące do kumulacji zanieczyszczeń pochodzących z niskiej emisji w przyziemnej warstwie atmosfery.

W efekcie stężenia pyłu PM_{2,5} (również PM₁₀ i benzo(a)pirenu) na stacjach tła w sezonie chłodnym, szczególnie przy dużych spadkach temperatury powietrza, są znacznie wyższe niż w sezonie letnim (rys. 4.8).

Na rysunku 4.8, dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godzinne PM_{2,5} oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r. (obliczane jako średnia arytmetyczna z dostępnych wyników pomiarów) oraz liczbę dni ze stężeniem 24-godz. wyższym od 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (zalecana wartość WHO).

Na rysunku 4.9 każdy wynik pomiaru stężenia 1-godz. PM_{2,5} z 2018 r. z uzdrowiska Rymanów-Zdrój reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Miejsce puste – bez kolorowego paska - oznacza, że dla tego terminu pomiarowego nie ma wyniku. W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24 prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny

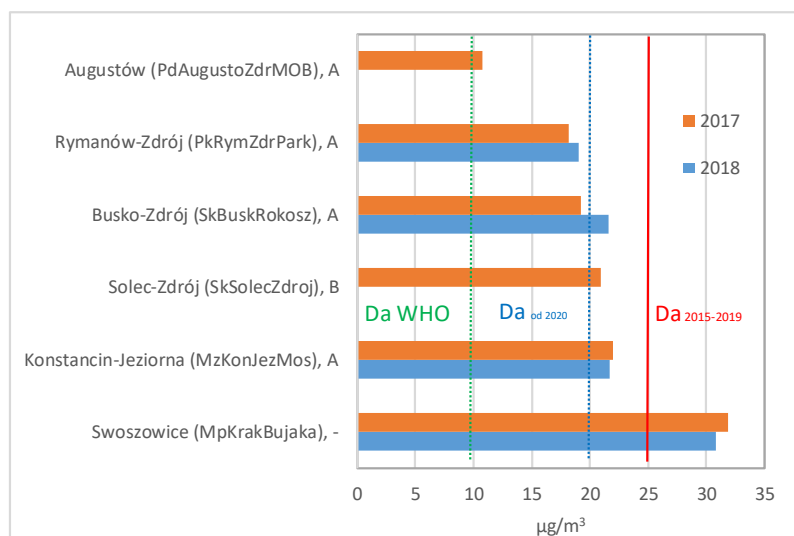
pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są stężenia 1-godzinne PM_{2,5} z kolejnych dni roku.

W sezonie chłodnym najczęściej rano i wieczorem występują wzrosty stężeń 1-godz. pyłu (rys. 4.9). Należy je łączyć z okresowym wzrostem emisji z pieców na paliwo stałe a także z dobową cykliczną zmianą warunków meteorologicznych. Około południa i nad ranem stężenia PM_{2,5} są niższe.

Tabela 4.5. Wybrane parametry statystyczne z serii pomiarów stężeń PM_{2,5} z 2017 i 2018 ze stanowisk położonych na terenie uzdrowisk lub w pobliżu ich granic

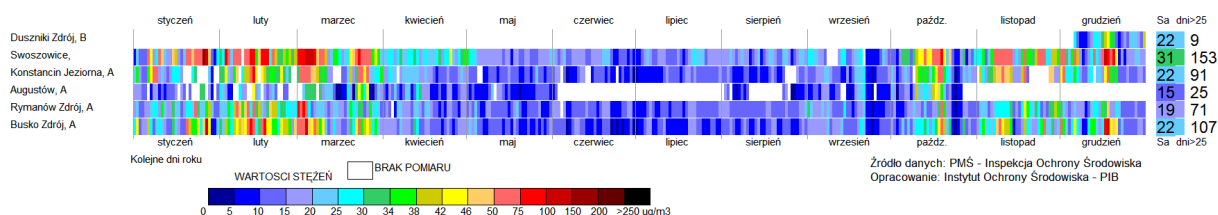
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: IOŚ-PIB

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
				2017	2018
1	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	31.9	30.8
2	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	21.9	21.7
3	Augustów	A	PdAugustoZdrMOB	10.8	
4	Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	18.2	19.1
5	Busko-Zdrój	A	SkBuskRokosz	19.2	21.6
6	Solec-Zdrój	B	SkSolecZdroj	21.0	



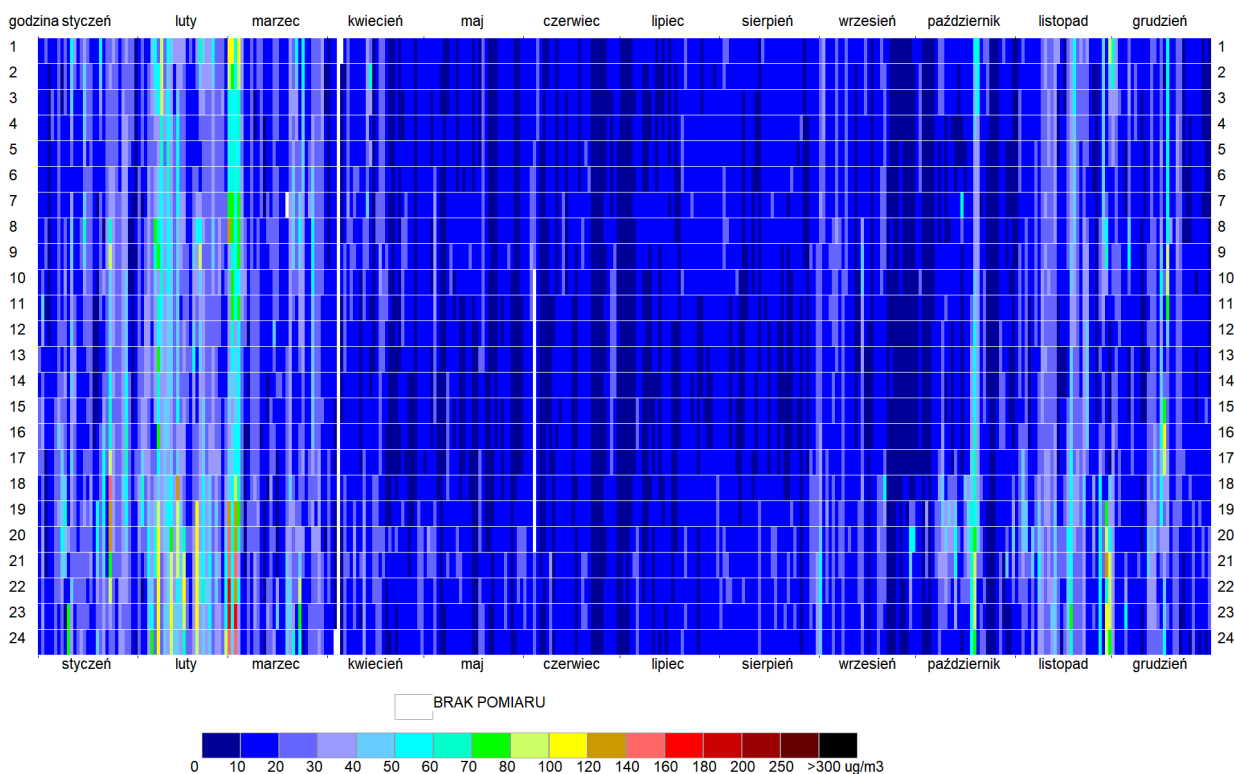
Rysunek 4.7. Stężenia średnie roczne PM_{2,5} w 2017 i 2018 r. w odniesieniu do wartości określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Da) i wytycznych WHO (Da WHO)

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



Rysunek 4.8. Stężenia 24-godz. PM2,5 w 2018 r.

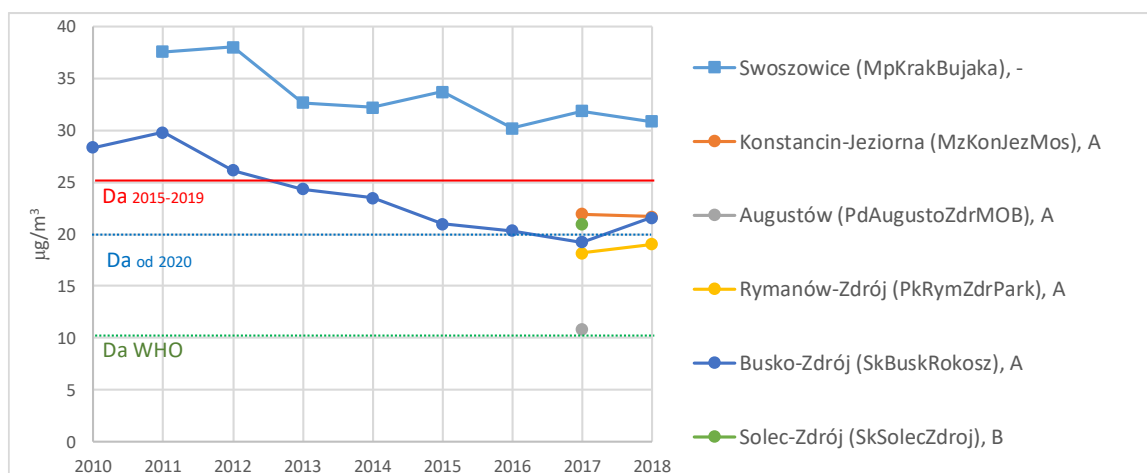
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB



Rysunek 4.9. Stężenia 1-godz. PM2,5 w 2018 r. w uzdrowisku Rymanów-Zdrój

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

Zakres dostępnych wyników pomiarów pozwala na prezentację trendów stężeń PM2,5 jedynie dla dwóch stanowisk w funkcjonujących więcej niż dwa lata (rys. 4.10). Są to stanowiska w Busku-Zdroju i w Krakowie (położone w pobliżu uzdrowiska Swoszowice). W obu tych przypadkach w latach 2011-2016 zauważalna jest tendencja spadkowa stężeń PM2,5. W latach 2017 i 2018 stężenia średnie roczne podlegały niewielkim wahaniom.



Rysunek 4.10. Stężenia średnie roczne Sa PM_{2,5} w latach 2010-2018 w odniesieniu do wartości określonych w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Da) i wytycznych WHO (Da WHO)

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

4.3. Stężenia benzo(a)pirenu

W 2018 r. pomiary benzo(a)pirenu (B(a)P) oznaczanego w pyłe PM₁₀ prowadzone były w 13 uzdrowiskach (w dwóch przypadkach w pobliżu granic uzdrowisk). W każdym z tych uzdrowisk uzyskano kompletne serie wyników pomiarów stężeń pozwalające na poprawne obliczenia wartości normowanej – stężenia średniego rocznego B(a)P.

Stężenia B(a)P w uzdrowiskach, w których prowadzone były badania, podobnie jak na większości terytorium Polski były wysokie, z reguły znacznie wyższe od poziomu docelowego (tab. 4.6, tab. 4.7, rys. 4.11).

Tabela 4.6. Poziom docelowy benzo(a)pirenu B(a)P określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

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

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

Stężenia średnie roczne Sa B(a)P wynosiły od 1.2 ng/m³ w Kołobrzegu do 6.1 ng/m³ w Szczawnie-Zdroju (tab. 4.7, rys. 4.11).

W 2018 na wszystkich stacjach w uzdrowiskach stężenie średnie roczne przekraczało 1 ng/m³. Tylko na jednej stacji (w Kołobrzegu) nie był przekroczony poziom docelowy

określony dla B(a)P¹⁴. W pozostałych uzdrowiskach, w których prowadzone były pomiary, stężenie średnie roczne przekraczało poziom docelowy. Poziom docelowy przekraczany był w wielu uzdrowiskach w stopniu znaczącym – nawet o 500%.

Stężenia B(a)P w uzdrowiskach (tak jak stężenia pyłu PM₁₀ i PM_{2,5}) wykazują sezonową zmienność i zależność od warunków meteorologicznych (podobnie jak stężenia na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce). Wśród źródeł emisji pyłu i jego prekursorów, kategorią o największym znaczeniu dla okresowego występowania wysokich stężeń B(a)P jest tzw. niska emisja związana ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków i zaspokojenia innych potrzeb bytowych (np. ciepła woda użytkowa). Szacuje się, że w 2017 r. ta kategoria źródeł emisji odpowiedzialna była za 81% całkowitej emisji B(a)P w Polsce do powietrza¹⁵. Emisja ta zmienia się czasie w zależności od zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania budynków – zimą jest znacznie większa niż w innych porach roku. W sezonie zimowym, przy dużych spadkach temperatury często utrzymują się niekorzystne warunki meteorologiczne (słaby wiatr, inwersja temperatury) prowadzące do kumulacji zanieczyszczeń pochodzących z niskiej emisji w przyziemnej warstwie atmosfery.

W efekcie stężenia B(a)P (również stężenia pyłu PM₁₀ i PM_{2,5}) na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w sezonie chłodnym, szczególnie przy spadkach temperatury powietrza, są znacznie wyższe niż w sezonie letnim. Średnie stężenie B(a)P w okresie kwiecień-wrzesień w 2018 r. w uzdrowiskach, gdzie prowadzone były pomiary, było od 8 do 23 razy niższe niż stężenie średnie dla pozostałych sześciu miesięcy. Średnie stężenie w okresie kwiecień-wrzesień tylko w jednym uzdrowisku (w Szczawnie-Zdroju) przewyższało 1 ng/m³, podczas gdy średnie stężenie w sezonie chłodnym w 2018 r. w uzdrowiskach wynosiło od 2.3 ng/m³ do 10.7 ng/m³.

Na rysunku 4.12 dla każdego stanowiska kolejne wartości stężenia 24-godz. B(a)P oznaczone są kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r. (obliczane jako średnia arytmetyczna z dostępnych wyników pomiarów) oraz liczbę dni ze stężeniem 24-godz. wyższym od 1 ng/m³.

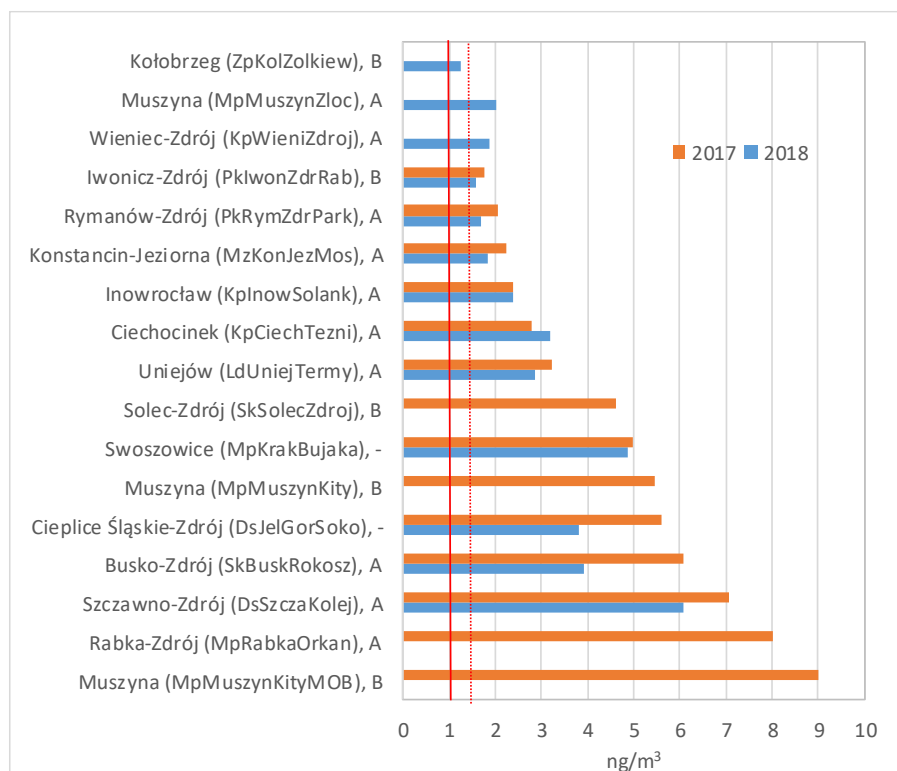
¹⁴ zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, poziom docelowy uznaje się za przekroczony, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m³.

¹⁵ Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO w układzie klasyfikacji SNAP, Raport syntetyczny, KOBIZE- IOŚ-PIB, 2019

Tabela 4.7. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu z 2017 i 2018 ze stacji położonych na terenie uzdrowisk lub w pobliżu ich granic

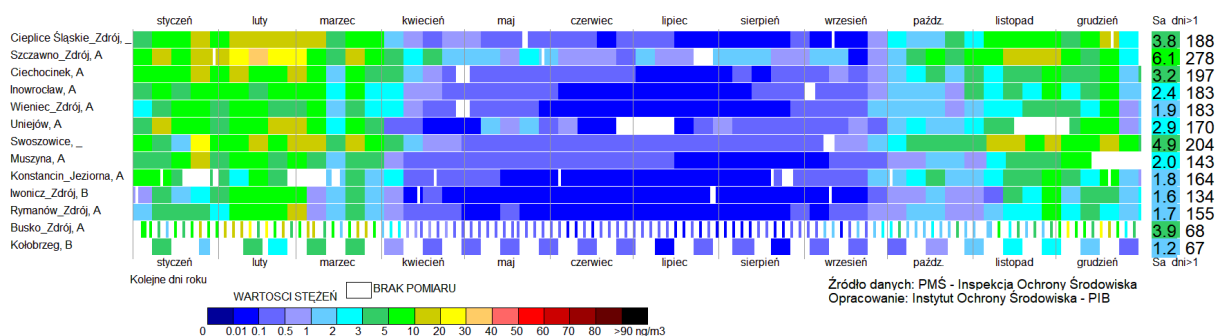
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: IOŚ-PIB

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
				2017	2018
1	Cieplice Śląskie-Zdrój	-	DsJelGorSoko	5.6	3.8
2	Szczawno-Zdrój	A	DsSzczKolej	7.1	6.1
3	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	2.8	3.2
4	Inowrocław	A	KpInowSolank	2.4	2.4
5	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniZdroj		1.9
6	Uniejów	A	LdUniejTermy	3.2	2.9
7	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	5.0	4.9
8	Muszyzna	B	MpMuszynKity	5.5	
9	Muszyzna	B	MpMuszynKityMOB	9.0	
10	Muszyzna	A	MpMuszynZloc		2.0
11	Rabka-Zdrój	A	MpRabkaOrkan	8.0	
12	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	2.2	1.8
13	Iwonicz-Zdrój	B	PkIwonZdrRab	1.8	1.6
14	Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	2.1	1.7
15	Busko-Zdrój	A	SkBuskRokosz	6.1	3.9
16	Solec-Zdrój	B	SkSolecZdroj	4.6	
17	Kołobrzeg	B	ZpKolZolkiew		1.2



Rysunek 4.11. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w 2017 i 2018 r. w odniesieniu do poziomu docelowego określonego w rozporządzeniu Ministra Środowiska ($\text{Da}=1 \text{ ng}/\text{m}^3$) oraz do poziomem $1.5 \text{ ng}/\text{m}^3$

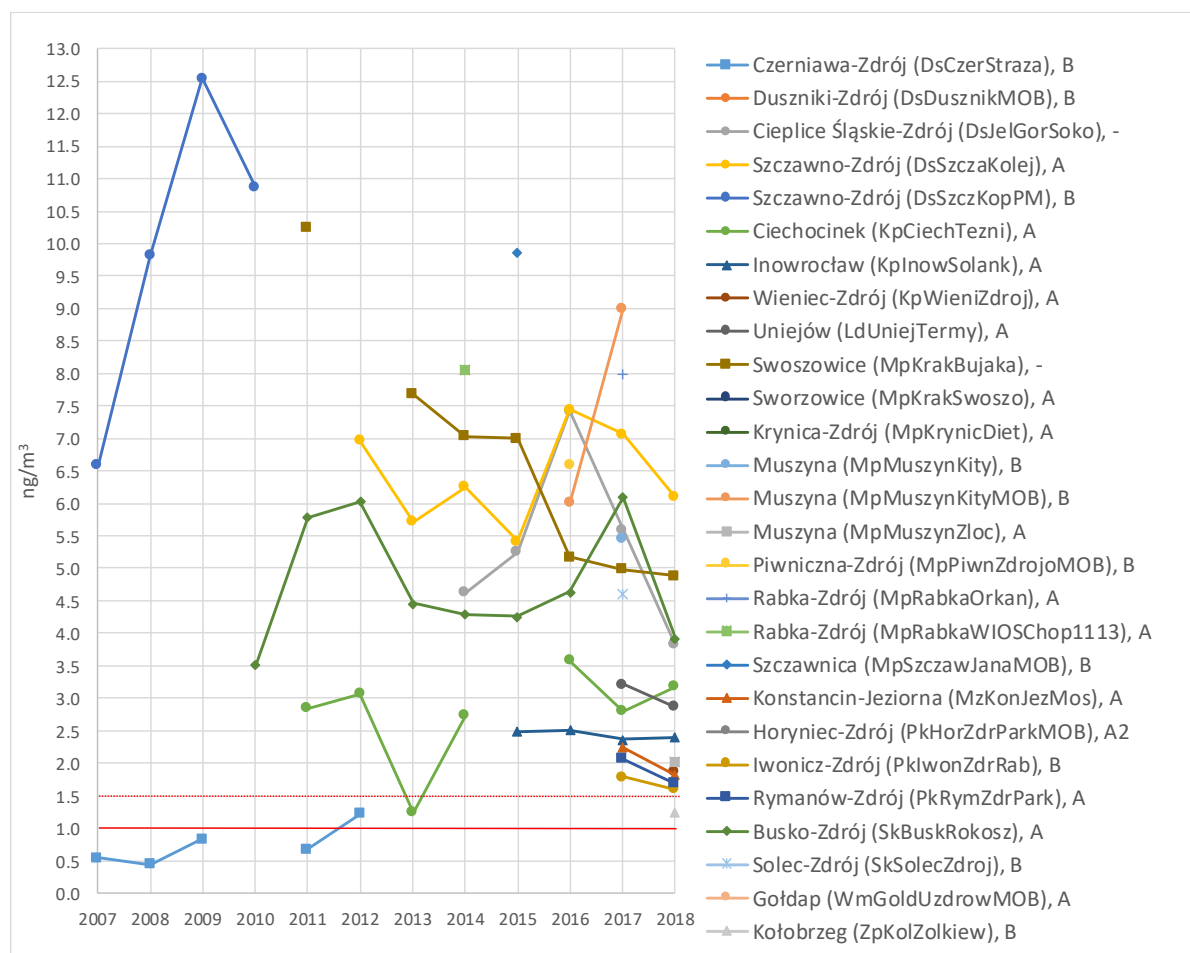
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB



Rysunek 4.12. Stężenia 24-godz. benzo(a)pirenu w 2018 r.

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

Wyniki pomiarów stężeń B(a)P w uzdrowiskach nie wykazują jednego dominującego trendu zmian stężeń średnich rocznych S_a . Wzrostom stężeń w danym roku w części uzdrowisk towarzyszą spadki stężeń w innych uzdrowiskach, aczkolwiek w 2018 r. na większości stacji w uzdrowiskach stężenia średnie roczne B(a)P były niższe niż rok wcześniej (rys. 4.13). Wyraźny trend spadkowy stężeń widoczny jest dla jednego uzdrowiska – dla Swoszowic.



Rysunek 4.13. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w latach 2007-2018 w odniesieniu do wartości docelowej określonej w rozporządzeniu Ministra Środowiska ($Da=1 \text{ ng/m}^3$) oraz do poziomu 1.5 ng/m^3

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

4.4. Stężenia NO₂

W 2018 r. pomiary stężeń dwutlenku azotu NO₂ prowadzone były w 13 uzdrowiskach (w jednym przypadku w pobliżu granicy uzdrowiska). Kompletne roczne serie wyników pomiarów uzyskano w 10 uzdrowiskach

Stężenia NO₂ w uzdrowiskach, w których prowadzone były badania jakości powietrza, nie przekraczały poziomów dopuszczalnych (tab. 4.8, tab. 4.9, rys. 14).

Tabela 4.8. Poziomy dopuszczalne NO₂ określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

Stężenia średnie roczne Sa NO₂ wynosiły od 6 µg/m³ w Czarniawie-Zdroju do 32 µg/m³ w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice (tab. 4.9, rys. 14).

W 2018, ani w żadnym z lat okresu 2007-2017, stężenie średnie roczne na żadnej stacji w uzdrowisku nie przekroczyło poziomu dopuszczalnego Da=40 µg/m³. Z wyjątkiem stacji w Krakowie, w pobliżu uzdrowiska Swoszowice, gdzie stężenia Sa NO₂ były najczęściej wyższe od 30 µg/m³, stężenia średnie roczne NO₂ w innych uzdrowiskach nie przekraczały 20 µg/m³ (50% Da).

Poziom dopuszczalny określony dla stężeń 1-godz. NO₂ nie był przekroczony w 2018 r., ani w żadnym z lat 2007-2017, na żadnej ze stacji reprezentatywnych dla uzdrowisk. Na żadnej z analizowanych stacji stężenia 1-godz. nie przekraczały poziomu 200 µg/m³, a odpowiadający dozwolonej częstości przekroczeń (18 razy w roku) percentyl S99.8 ze stężeń dobowych nie przekroczył 140 µg/m³ (dozwolone jest 200 µg/m³). W 2018 r. na 9 z 10 rozważanych stanowisk percentyl S99.8 był niższy od 100 µg/m³ (50% D1=200 µg/m³).

Stężenia NO₂ w uzdrowiskach, podobnie jak na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce, wykazują cykliczną zmienność i zależność od warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji tlenków azotu znaczące znaczenie mają emisja z transportu drogowego oraz z energetyki zawodowej i przemysłowej, a także niska emisja komunalno-bytowa. W rezultacie nakładania się zmian w intensywności emisji tlenków azotu z poszczególnych sektorów na zmiany warunków meteorologicznych warunkujących dyspersję i przemiany zanieczyszczeń w atmosferze, stężenia NO₂ wykazują cykliczną zmienność w skali roku, tygodnia i doby (rysunki: 4.15 – 4.20). W miejscach pod bezpośrednim wpływem emisji z transportu drogowego z reguły cykl roczny jest mniej wyraźnie zaznaczony niż na stacjach tła miejskiego i podmiejskiego (rys. 4.18). W takich rejonach, podwyższone stężenia NO₂ (w stosunku do wartości tłowych) mogą wystąpić również poza sezonem grzewczym.

Na rysunku 4.15 dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. NO₂ oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 24-godz. zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r. Rysunek 4.16 dotyczy maksimów dobowych ze stężeń 1-godz. NO₂.

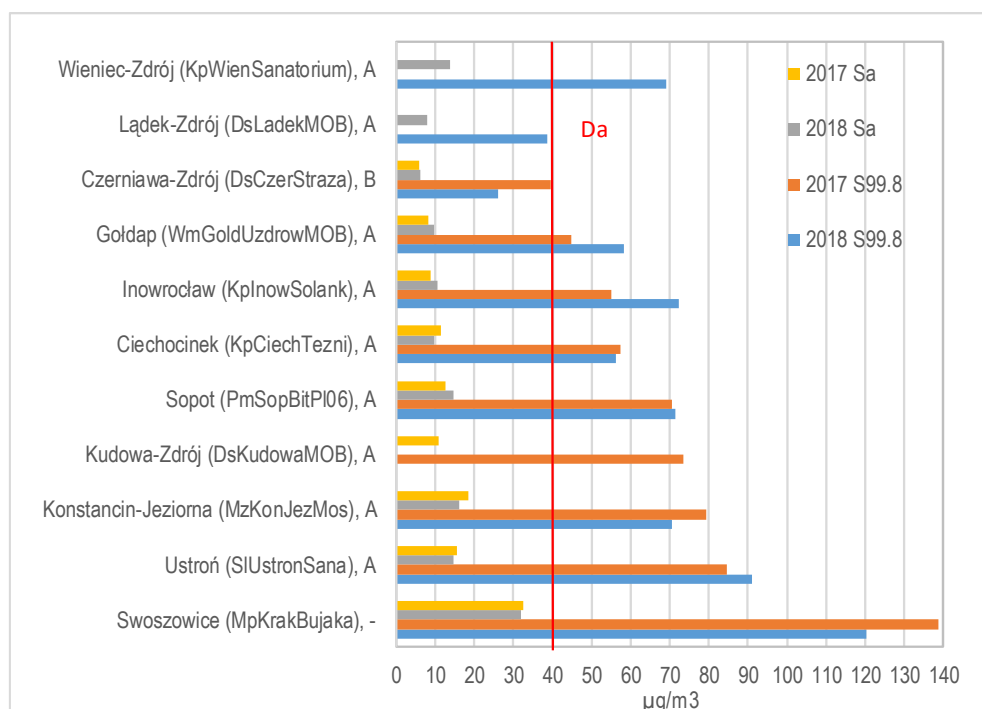
Na rysunkach 4.17 – 4.20 każdy wynik pomiaru stężenia 1-godz. NO₂ reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Miejsce puste – bez kolorowego paska - oznacza, że dla tego terminu pomiarowego nie ma wyniku. W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24 prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są stężenia 1-godz. NO₂ z kolejnych dni roku.

Na stacjach zlokalizowanych w miastach najczęściej rano i wieczorem występują wzrosty stężeń 1-godz. NO₂ (rys. 4.17, rys. 4.18). Należy je łączyć z okresowym wzrostem emisji z transportu drogowego, w sezonie chłodnym z wzrostem niskiej emisji komunalno-bytowej a także z dobową cykliczną zmianą warunków meteorologicznych. Około południa i nad ranem stężenia NO₂ są niższe.

Tabela 4.9. Wybrane parametry statystyczne z serii pomiarów stężeń NO₂ z 2017 i 2018 ze stacji położonych na terenie uzdrowisk lub w pobliżu ich granic

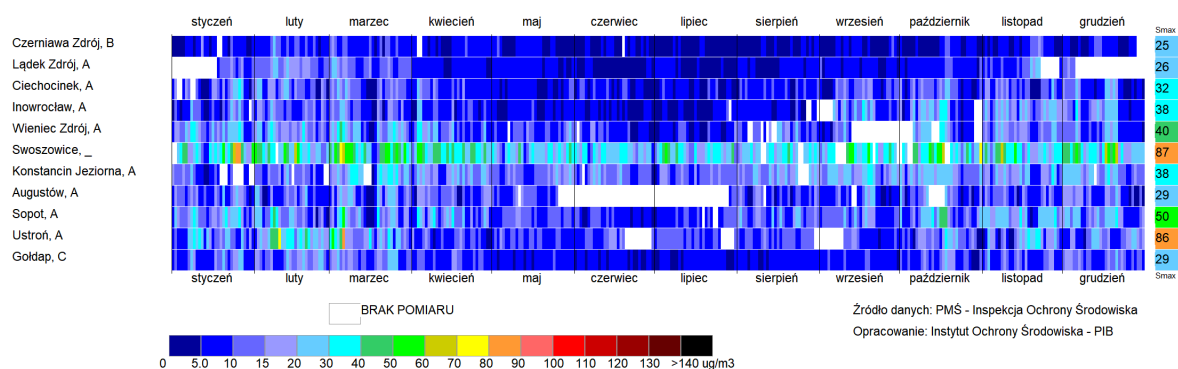
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: IOŚ-PIB

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne, µg/m ³		Percentyl S99.8 ze stężeń 1-godz., µg/m ³	
				2017	2018	2017	2018
1	Czerniawa-Zdrój	B	DsCzerStraza	5.9	6.1	39.5	26.1
2	Kudowa-Zdrój	A	DsKudowaMOB	10.8		73.4	
3	Lądek-Zdrój	A	DsLadekMOB		8.0		38.5
4	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	11.3	9.8	57.3	56.2
5	Inowrocław	A	KpInowSolank	8.9	10.5	54.9	72.2
6	Wieniec-Zdrój	A	KpWienSanatorium		13.7		69.1
7	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	32.5	31.9	138.8	120.4
8	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	18.4	16.2	79.3	70.4
9	Sopot	A	PmSopBitPl06	12.7	14.7	70.6	71.3
10	Ustroń	A	SIUstronSana	15.4	14.5	84.7	90.9
11	Gołdap	A	WmGoldJacwie	8.2	9.6	44.7	58.2



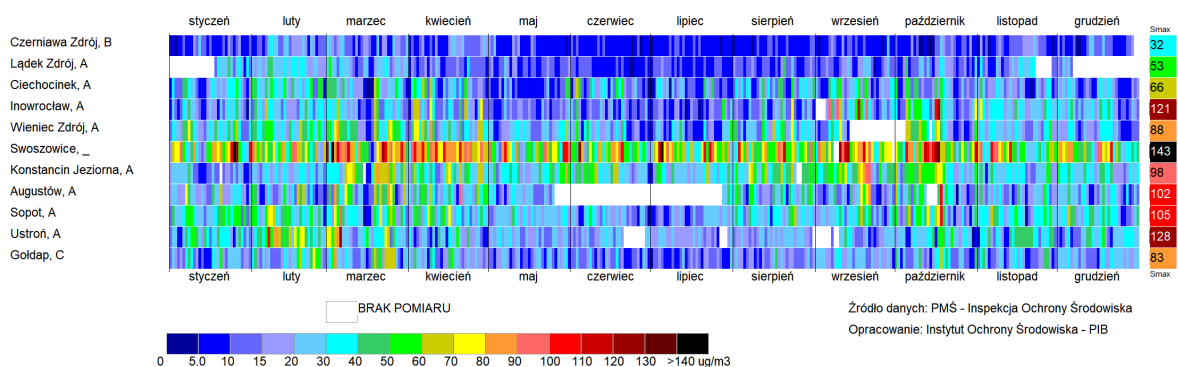
Rysunek 4.14. Stężenia średnie roczne i percentyle S99.8 ze stężeń 1-godz. NO₂ w 2017 i 2018 r. w odniesieniu do poziomu dopuszczalnego dla Sa określonego w rozporządzeniu Ministra Środowiska (Da=40 µg/m³)

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



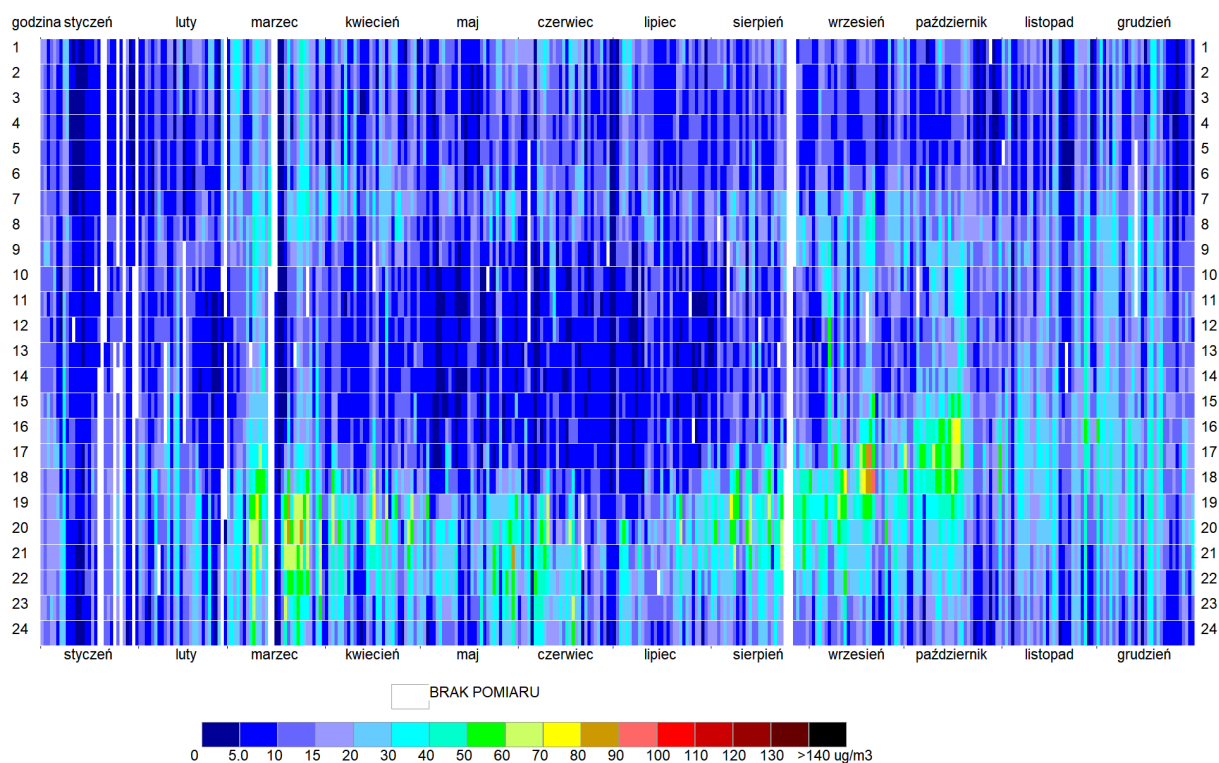
Rysunek 4.15. Stężenia 24-godz. NO₂ w 2018 r.

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



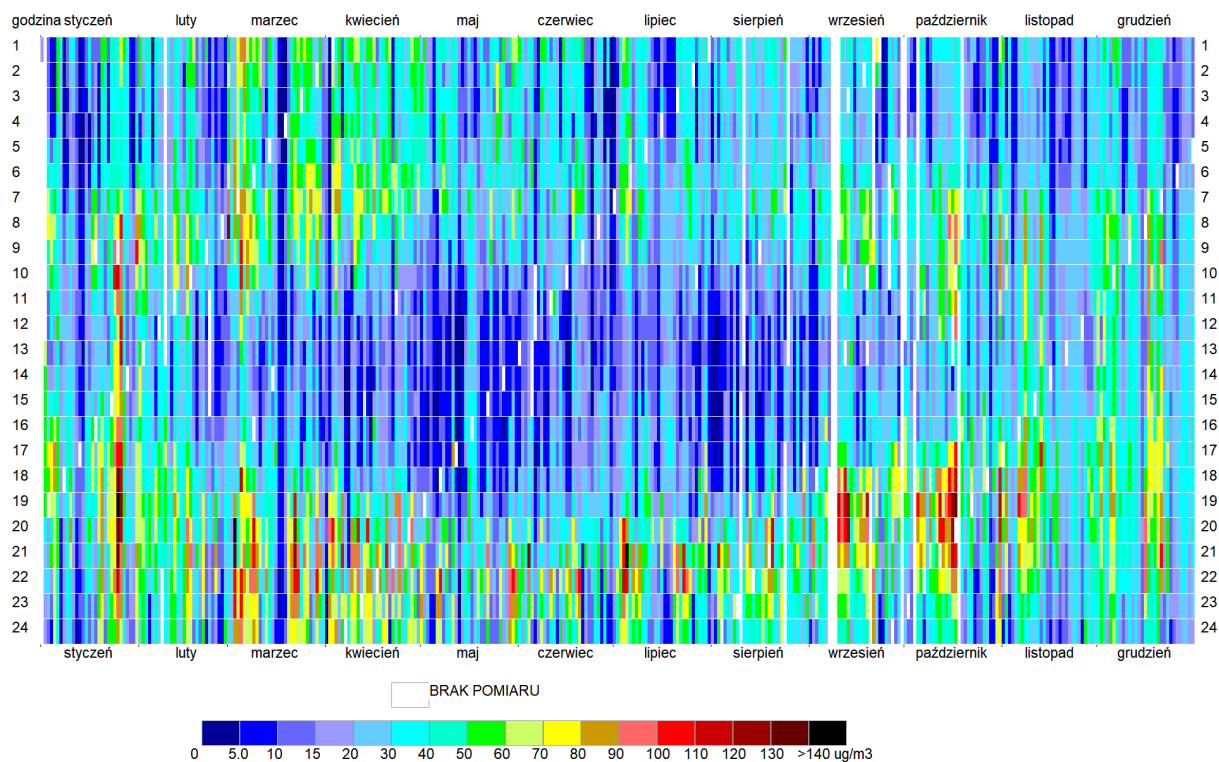
Rysunek 4.16. Maksyma dobowe ze stężeń 1-godz. NO₂ w 2018 r.

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



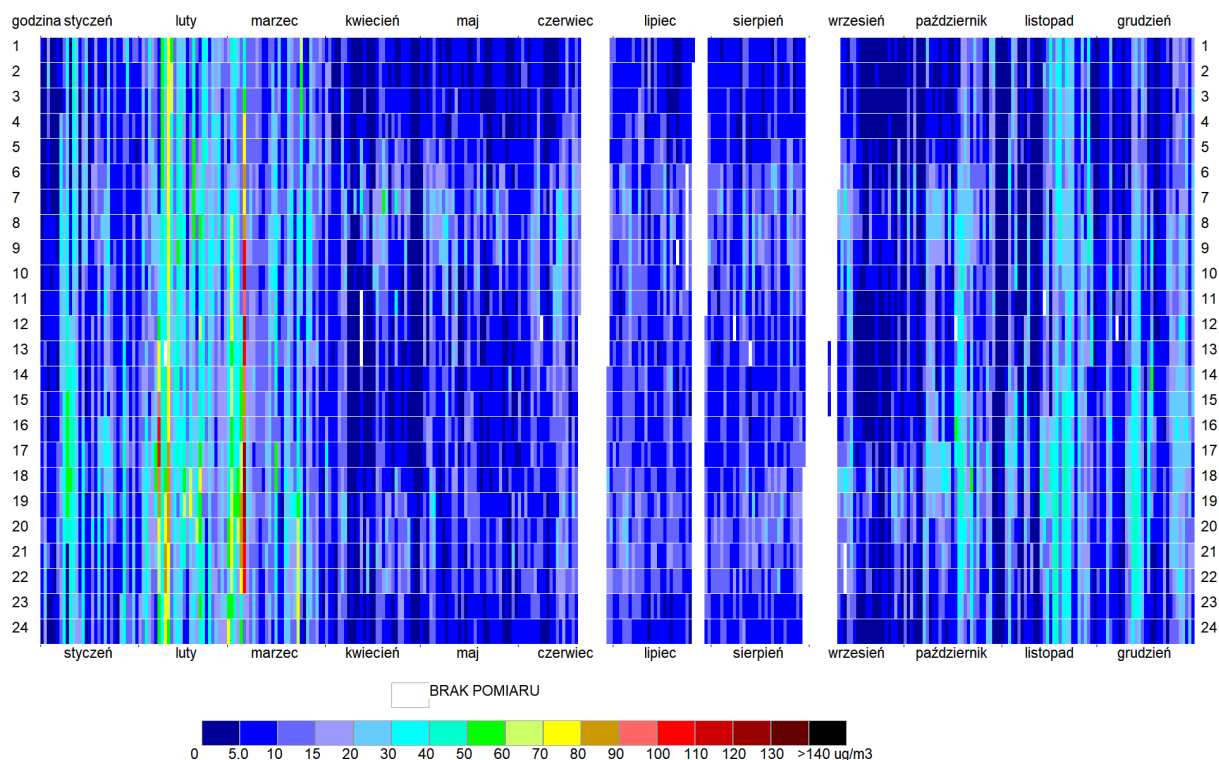
Rysunek 4.17. Stężenia 1-godz. NO₂ w 2018 r. w uzdrowisku Konstancin-Jeziorna

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



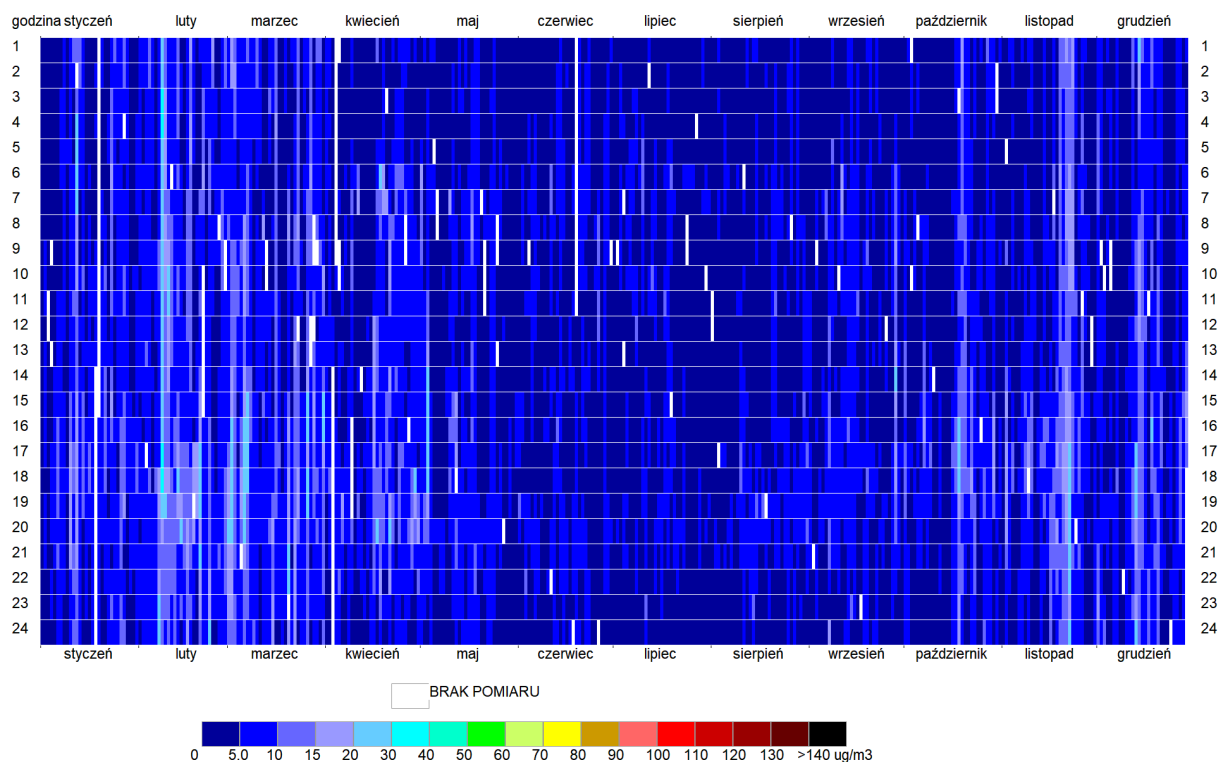
Rysunek 4.18. Stężenia 1-godz. NO₂ w 2018 r. w pobliżu uzdrowiska Swoszowice (stacja MpKrakBujaka)

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



Rysunek 4.19. Stężenia 1-godz. NO₂ w 2018 r. w uzdrowisku Ustroń-Zdrój

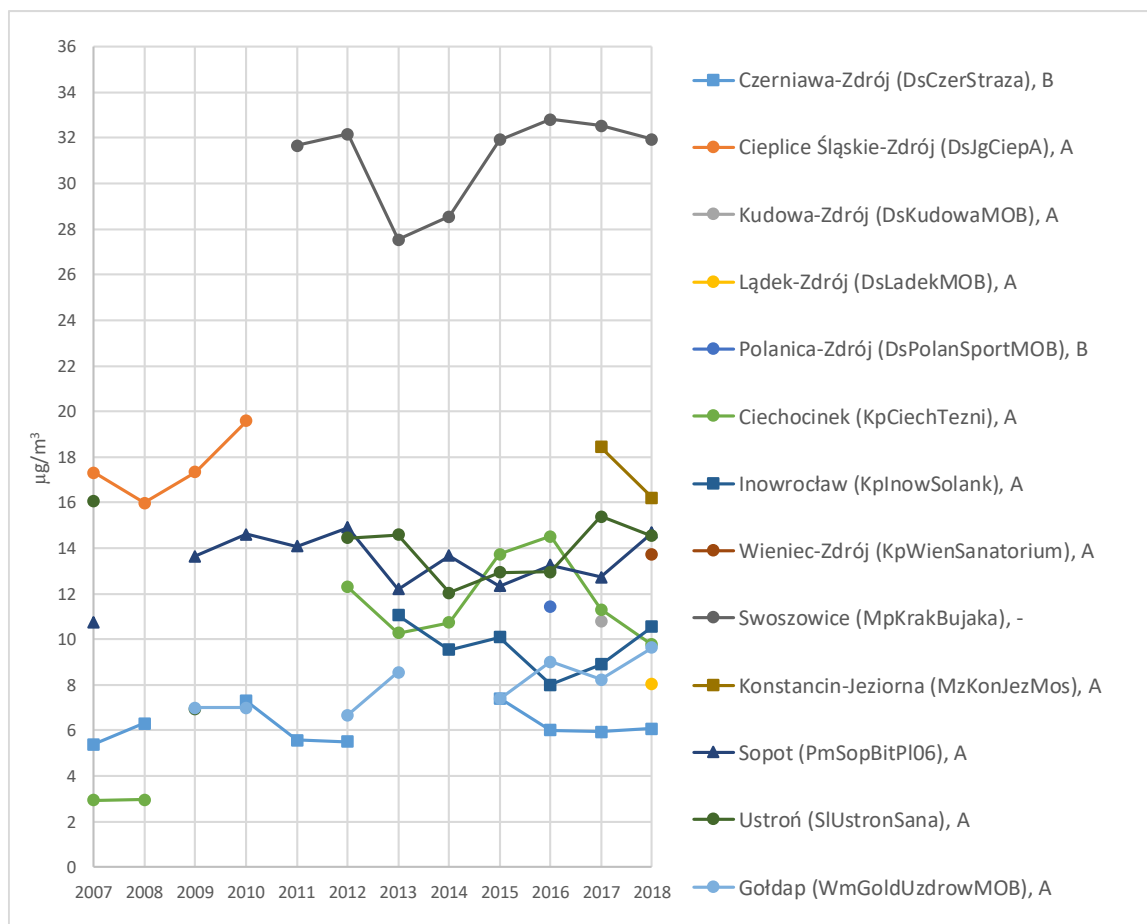
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB



Rysunek 4.20. Stężenia 1-godz. NO₂ w 2018 r. w uzdrowisku Czerniawa-Zdrój

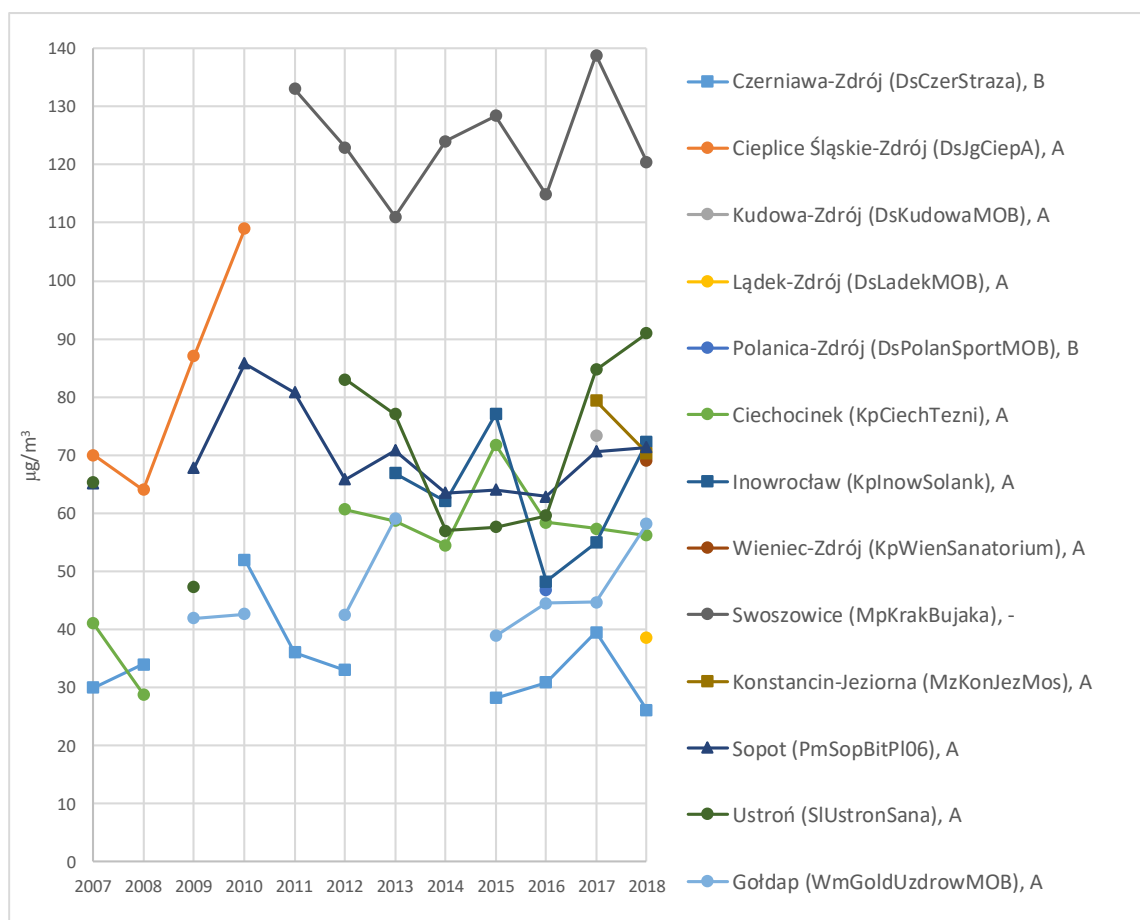
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Wyniki pomiarów stężeń NO_2 w uzdrowiskach nie wykazują jednego dominującego trendu zmian stężeń średnich rocznych S_a ani percentyla $S_{99.8}$ ze stężeń dobowych (rys. 4.21, rys. 4.22). Wzrostom stężeń w danym roku w części uzdrowisk towarzyszą spadki stężeń w innych uzdrowiskach. Pomijając fluktuacje stężeń z roku na rok, w dłuższym okresie czasu stężenia NO_2 utrzymują się w większości uzdrowisk na podobnym poziomie.



Rysunek 4.21. Stężenia średnie roczne S_a NO_2 w latach 2007-2018

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



Rysunek 4.22. Percentyl S99.8 z serii stężeń 1-godz. NO₂ w latach 2007-2018

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

4.5. Stężenia SO₂

Kompletne serie wyników pomiarów stężeń dwutlenku siarki SO₂ z 2018 r. uzyskano z pomiarów w 9 uzdrowiskach (w jednym przypadku w pobliżu granicy uzdrowiska).

Stężenia SO₂ w uzdrowiskach, w których prowadzone były badania jakości powietrza, podobnie jak na większości terytorium Polski były niskie, znacznie niższe od poziomów dopuszczalnych (tab. 4.11, tab. 4.12, rys. 4.23).

Tabela 4.10. Poziomy dopuszczalne SO₂ określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

Nienormowane stężenia średnie roczne S_a SO_2 wynosiły od $1.7 \mu g/m^3$ w Sopocie do $6.7 \mu g/m^3$ w Ustroniu-Zdroju.

Stężenia dobowe w uzdrowiskach, dla których dostępne są wyniki pomiarów, w 2018 r. nie przekraczały $51 \mu g/m^3$. Percentyl S99.2¹⁶ ze stężeń dobowych wynosił od $8.0 \mu g/m^3$ (6.4 % D24) w Inowrocławiu do $37.6 \mu g/m^3$ (30.1% D24) w Ustroniu-Zdroju. W każdym z lat okresu 2007-2018, stężenia dobowe uzyskane z pomiarów były niższe od poziomu dopuszczalnego.

Poziom dopuszczalny określony dla stężeń 1-godz. SO_2 nie był przekroczony w 2018 r., ani w żadnym z lat 2007-2017, na żadnej ze stacji reprezentatywnych dla uzdrowisk. Na żadnej z analizowanych stacji stężenia 1-godz. nie przekraczały poziomu $81 \mu g/m^3$ ($D1=350 \mu g/m^3$), a odpowiadający dozwolonej częstości przekroczeń (24 razy w roku) percentyl S99.7 ze stężeń dobowych nie przekroczył $57 \mu g/m^3$ (dozwolone $350 \mu g/m^3$). W 2018 r. na każdym z rozważanych stanowisk percentyl S99.7 był niższy od $70 \mu g/m^3$ (20% $D1=350 \mu g/m^3$).

Stężenia SO_2 w uzdrowiskach, podobnie jak na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce, wykazują cykliczną zmienność i zależność od warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji dwutlenku siarki znaczące znaczenie mają emisje ze spalania paliw kopalnych w energetyce zawodowej, sektorze komunalno-bytowym i energetyce przemysłowej. W rezultacie nakładania się zmian w natężeniu spalania paliw – zatem i emisji SO_2 – na zmiany warunków meteorologicznych warunkujących dyspersję i przemiany zanieczyszczeń w atmosferze, stężenia SO_2 wykazują cykliczną zmienność w skali roku i (w mniejszym stopniu) doby (rysunki 4.24 - 4.28).

Na rysunku 4.24 dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. SO_2 oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 24-godz. zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r. Rysunek 4.25 dotyczy maksimów dobowych ze stężeń 1-godz. SO_2 .

Na rysunkach 4.26 – 4.28 każdy wynik pomiaru stężenia 1-godz. SO_2 reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24 prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są stężenia 1-godz. SO_2 z kolejnych dni roku.

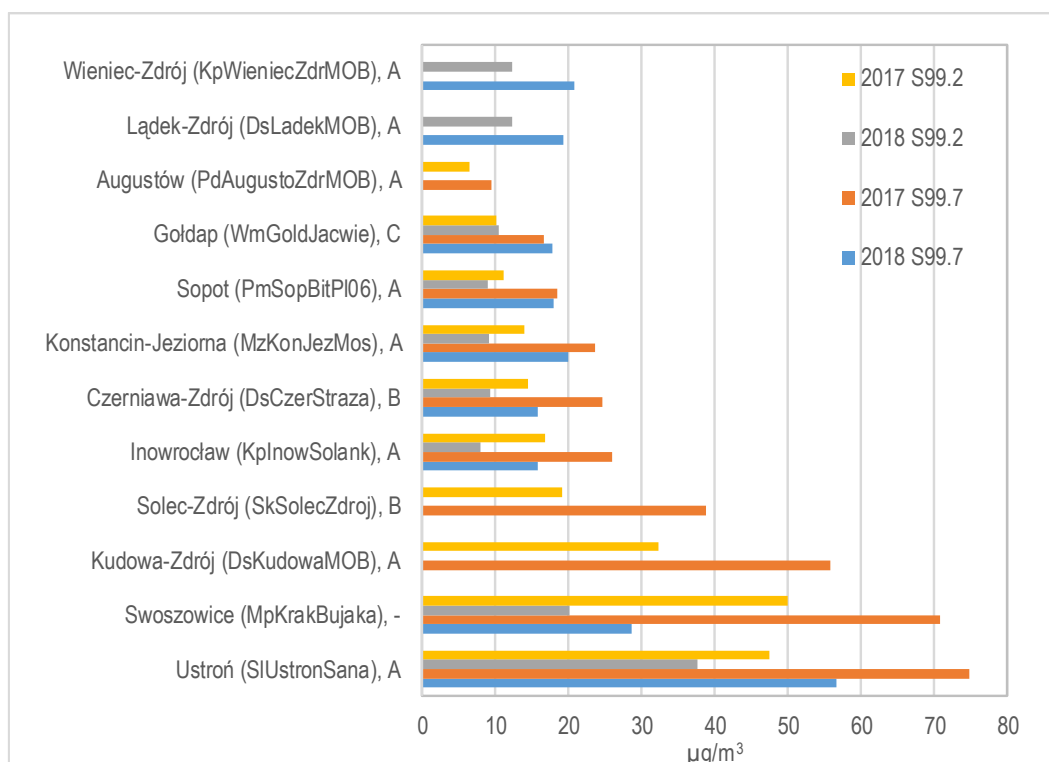
W sezonie chłodnym na niektórych stacjach zauważalny jest wzrost stężeń SO_2 rano i wieczorem (rys. 4.26, rys. 4.27). Można to łączyć z okresowym wzrostem niskiej emisji komunalno-bytowej a także z dobową cykliczną zmianą warunków meteorologicznych.

¹⁶ w przypadku pełnej serii wyników pomiarów 24-godz. stężeń SO_2 percentyl S99.2 przekracza wartość $125 \mu g/m^3$, gdy w serii jest więcej niż dozwolone 3 przypadki przekroczeń wartości dopuszczalnej $125 \mu g/m^3$. Przekroczenie wartości $125 \mu g/m^3$ przez percentyl S99.2 z pełnej serii wyników pomiarów stężeń dobowych SO_2 jest równoznaczne z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego określonego dla stężeń 24-godz. SO_2 .

Tabela 4.11. Wybrane parametry statystyczne z serii pomiarów stężeń SO₂ z 2017 i 2018 ze stanowisk położonych na terenie uzdrowisk lub w pobliżu ich granic

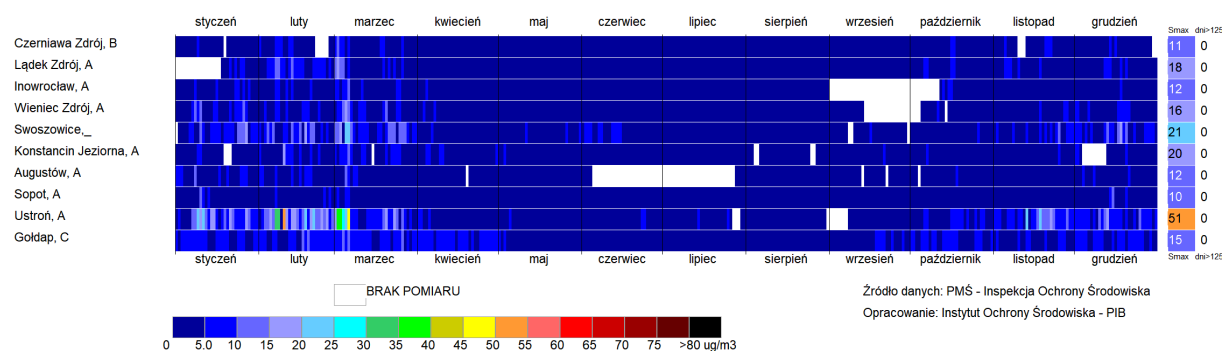
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: IOŚ-PIB

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Percentyl S99.2 ze stężeń 24-godz., ug/m ³		Percentyl S99.7 ze stężeń 1-godz., ug/m ³	
				2017	2018	2017	2018
1	Czerniawa-Zdrój	B	DsCzerStraza	14	9	25	16
2	Kudowa-Zdrój	A	DsKudowaMOB	32		56	
3	Lądek-Zdrój	A	DsLadekMOB		12		19
4	Inowrocław	A	KpInowSolank	17	8	26	16
5	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniecZdrMOB		12		21
6	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	50	20	71	29
7	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	14	9	24	20
8	Augustów	A	PdAugustoZdrMOB	6		10	
9	Sopot	A	PmSopBitPI06	11	9	18	18
10	Solec-Zdrój	B	SkSolecZdroj	19		39	
11	Ustroń	A	SIUstronSana	47	38	75	57
12	Gołdap	C	WmGoldJacwie	10	10	17	18



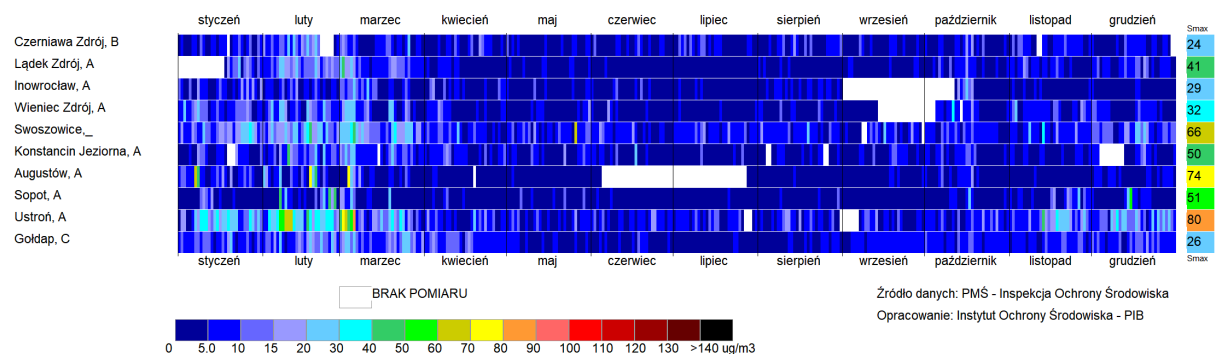
Rysunek 4.23. Percentyle S99.2 ze stężeń dobowych i percentyle S99.7 ze stężeń 1-godz. SO₂ w 2017 i 2018 r.

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



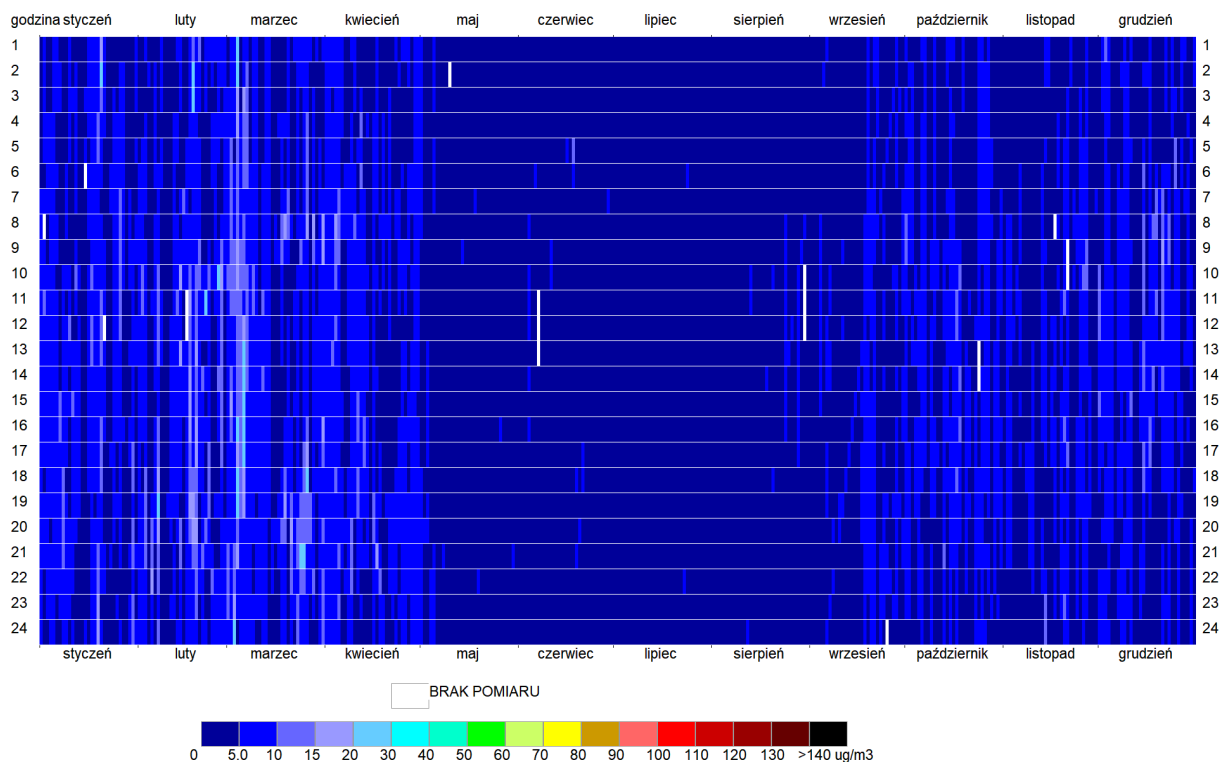
Rysunek 4.24. Stężenia 24-godz. SO_2 w 2018 r.

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



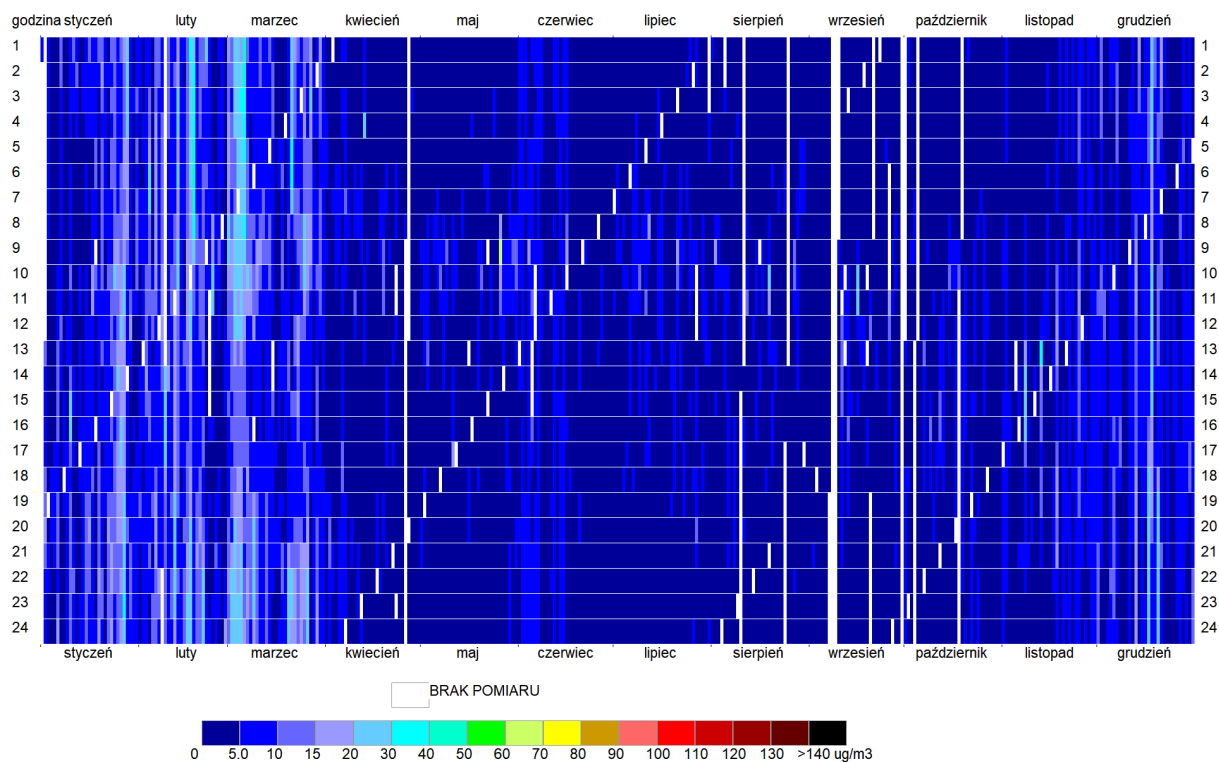
Rysunek 4.25. Maksima dobowe ze stężeń 1-godz. SO_2 w 2018 r.

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

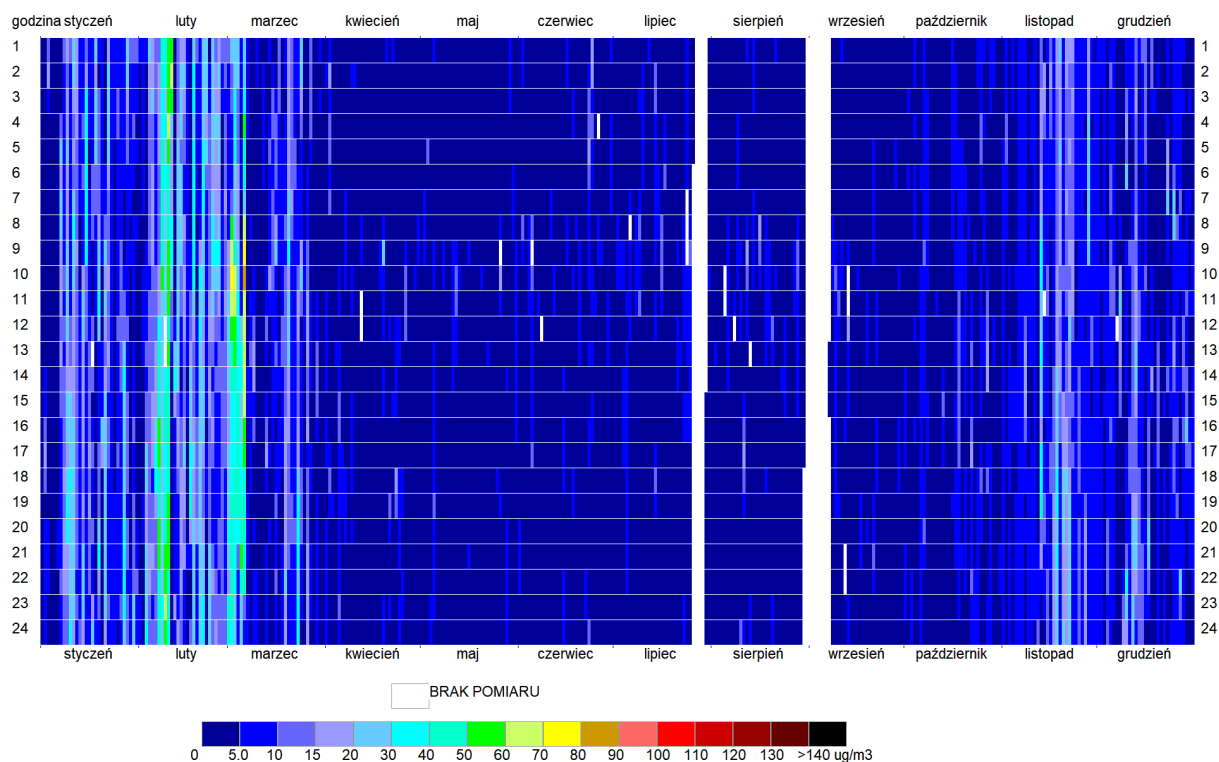


Rysunek 4.26. Stężenia 1-godz. SO_2 w 2018 r. w uzdrowisku Gołdap

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

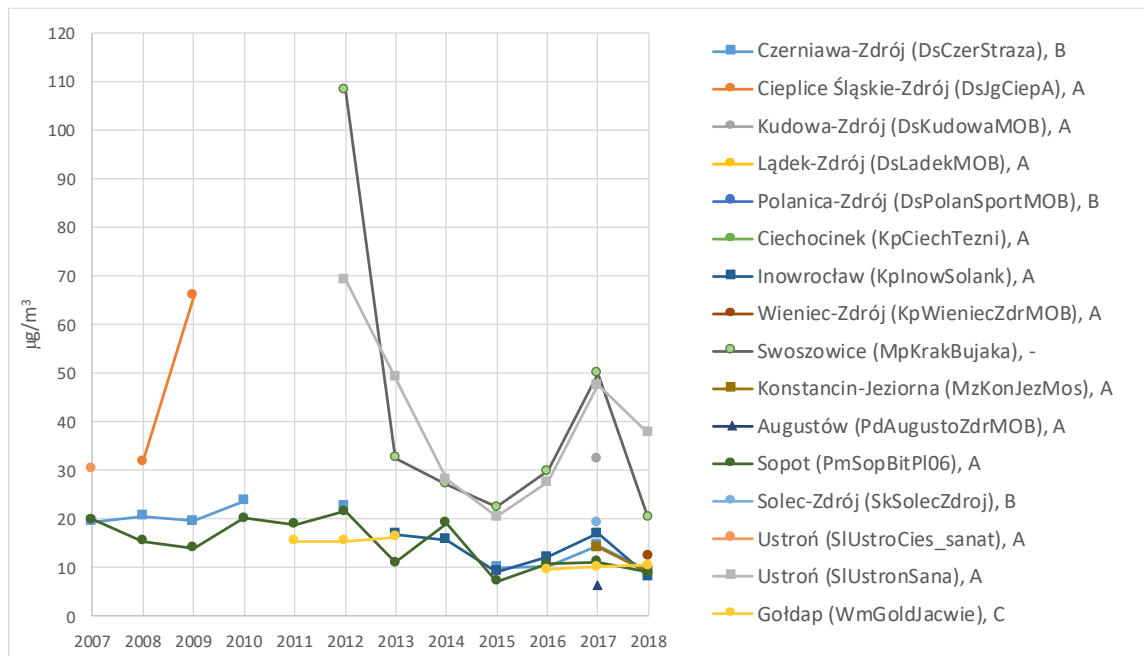


Rysunek 4.27. Stężenia 1-godz. SO₂ w 2018 r. w pobliżu uzdrowiska Swoszowice (stacja MpKrakBujaka)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB



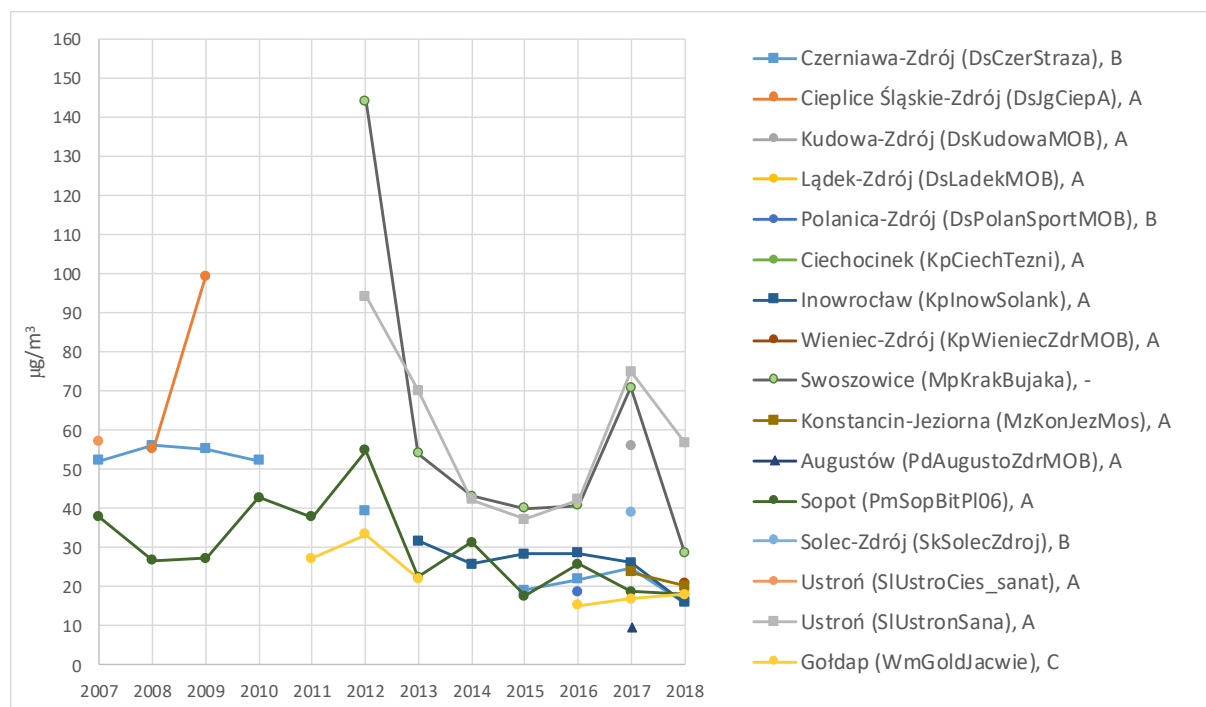
Rysunek 4.28. Stężenia 1-godz. SO₂ w 2018 r. w uzdrowisku Ustroń-Zdrój
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Stężenia SO_2 w uzdrowiskach podlegają wahaniom z roku na rok (rys. 4.29, rys. 4.30), przy czym wzrostom stężeń w danym roku w części uzdrowisk towarzyszą spadki stężeń w innych uzdrowiskach. Pomijając fluktuacje stężeń z roku na rok, w dłuższym okresie czasu stężenia SO_2 najczęściej wykazują trend spadkowy.



Rysunek 4.29. Percentyle S99.2 ze stężeń dobowych SO_2 w latach 2007-2018

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



Rysunek 4.30. Percentyle S99.7 z serii stężeń 1-godz. SO_2 w latach 2007-2018

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

4.6. Stężenia ozonu

W 2018 r. pomiary stężeń ozonu O₃ prowadzone były w 10 uzdrowiskach (w jednym przypadku w pobliżu granicy uzdrowiska). Kompletne serie wyników pomiarów stężeń ozonu uzyskano z pomiarów w 6 uzdrowiskach, a dotrzymanie poziomu docelowego można było określić na podstawie pomiarów w 8 uzdrowiskach.

Stężenia ozonu w dwóch uzdrowiskach zlokalizowanych w południowo-zachodniej części Polski przekraczały poziom docelowy. Stężenia ozonu w uzdrowiskach położonych w innych częściach Polski były niższe – nie przekraczały poziomu docelowego. Poziom celu długoterminowego przekroczony był na wszystkich stacjach zlokalizowanych w uzdrowiskach (tab. 4.12, tab. 4.13, rys. 4.31).

Tabela 4.12. Poziomy docelowy i celu długoterminowego ozonu określone w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

Kryterium	Okres uśredniania stężeń	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 S93.2
poziom celu długoterminowego	8 godzin ⁴⁾	120 ⁴⁾	0 (normowana jest wartość maksymalna)	S8max

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.

Normowana liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³ w roku średnio dla trzech lat wynosiła od 3 dni w Gołdapi do 38 dni w Czerniawie-Zdroju i 36 dni w Łądku-Zdroju. W 2018 r. warunki pogodowe sprzyjały powstawaniu wysokich stężeń ozonu w atmosferze. W tym roku liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od 120 µg/m³ wynosiła od 6 w Gołdapi do 63 w Czerniawie-Zdroju. Poziom celu długoterminowego dla ozonu został w 2018 r. przekroczony na wszystkich stacjach pomiarowych zlokalizowanych w uzdrowiskach.

W 2018 r. poziom informowania o wysokich stężeniach ozonu (180 µg/m³ dla stężeń 1-godz.) został przekroczony na jednej stacji w uzdrowiskach – w Konstancinie-Jeziornej. Poziom alarmowy nie został przekroczony na żadnej stacji pomiarowej w Polsce.

Ozon jest zanieczyszczeniem wtórnym, powstającym w większych stężeniach przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, w atmosferze zawierającej tzw. prekursorzy ozonu (tlenki azotu, węglowodory i inne substancje uczestniczące w procesie powstawania ozonu w troposferze). Stężenie 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.

Stężenia ozonu w Polsce wykazują cykliczną zmienność i silną zależność od warunków meteorologicznych. W rezultacie cyklicznych zmian warunków meteorologicznych warunkujących reakcje powstawania i zaniku ozonu w atmosferze, stężenia ozonu wykazują cykliczną zmienność w skali roku i doby (rysunki 4.32 – 4.36). Stężenia ozonu przyjmują najwyższe wartości w sezonie ciepłym, w ciągu dnia, najczęściej pomiędzy godziną 11 a 17.

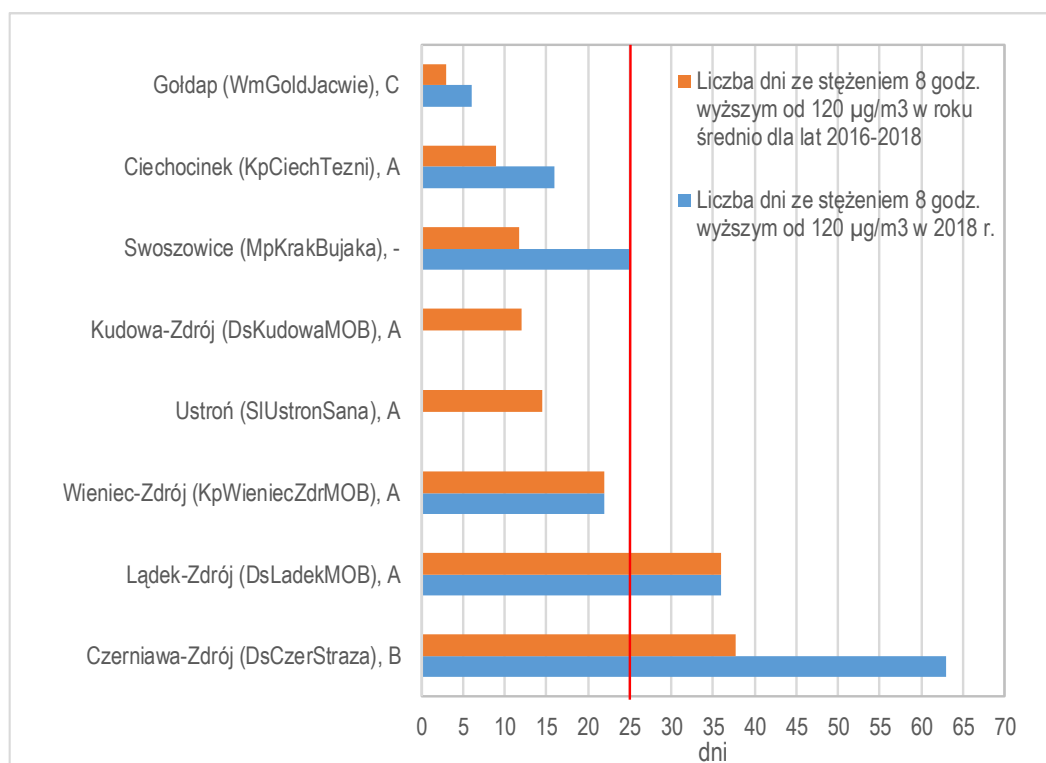
Na rysunku 4.32 dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 8-godz. zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r. oraz liczbę dni ze stężeniem 8-godz. ozonu wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rysunek 4.33 dotyczy maksimum dobowych ze stężeń 1-godz. ozonu.

Na rysunkach 4.34 – 4.36 każdy wynik pomiaru stężenia 1-godz. ozonu reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24 prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są stężenia 1-godz. ozonu z kolejnych dni roku.

Tabela 4.13. Wybrane parametry statystyczne z serii pomiarów stężeń ozonu z 2018 r. ze stanowisk położonych na terenie uzdrowisk lub w pobliżu ich granic

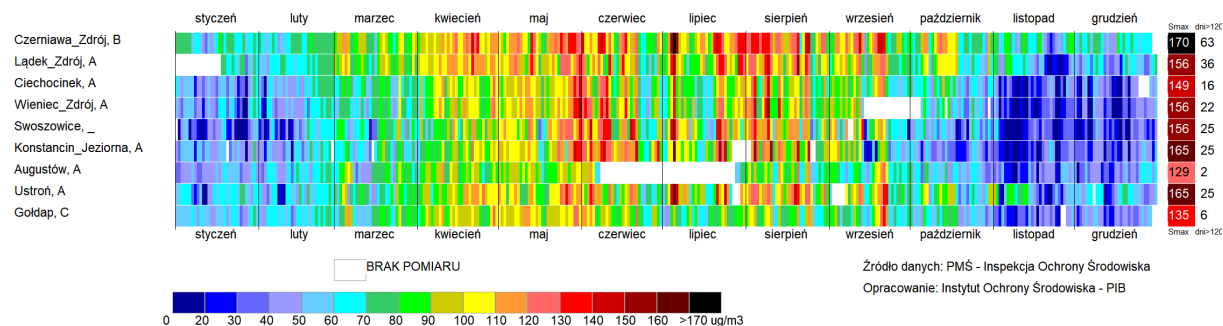
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdrowiskowej	Kod stacji	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w roku średnio dla lat 2016-2018, dni	Liczba dni ze stężeniem 8-godz. wyższym od $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w 2018 r., dni	percentyl S93.2 z maksimum dziennego stężeń 8-godz. kroczących ozonu w 2018 r., $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimum ze stężeń 8-godz. kroczących, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maksimum ze stężeń 1-godz., $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	Czerniawa-Zdrój	B	DsCzerStraza	38	63	135	170	176
2	Kudowa-Zdrój	A	DsKudowaMOB	12				
3	Lądek-Zdrój	A	DsLadekMOB	36	36	123	156	165
4	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	9	16	117	149	163
5	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniecZdrMOB	22	22	116	156	174
6	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	12	25	122	156	165
7	Ustroń	A	SIUstronSana	15				
8	Gołdap	C	WmGoldJacwie	3	6	107	135	145



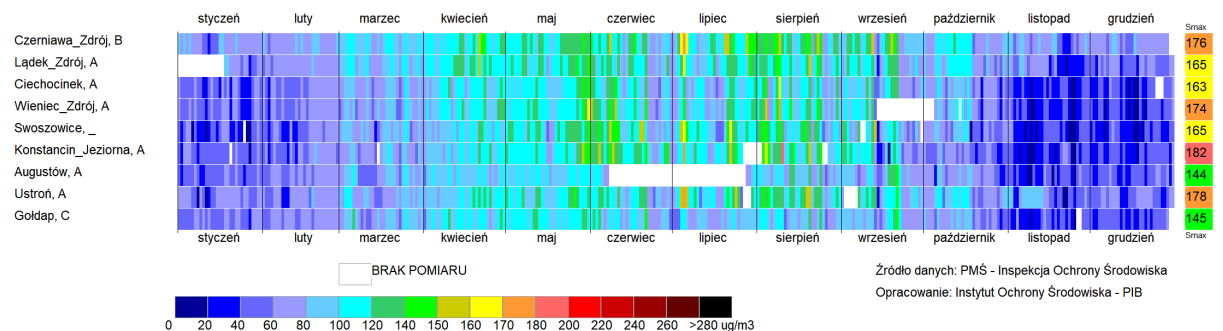
Rysunek 4.31. Liczba dni ze stężeniem 8-godz. ozonu wyższym od 120 µg/m³ w roku średnio dla lat 2016-2018 oraz w samym 2018 r.

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



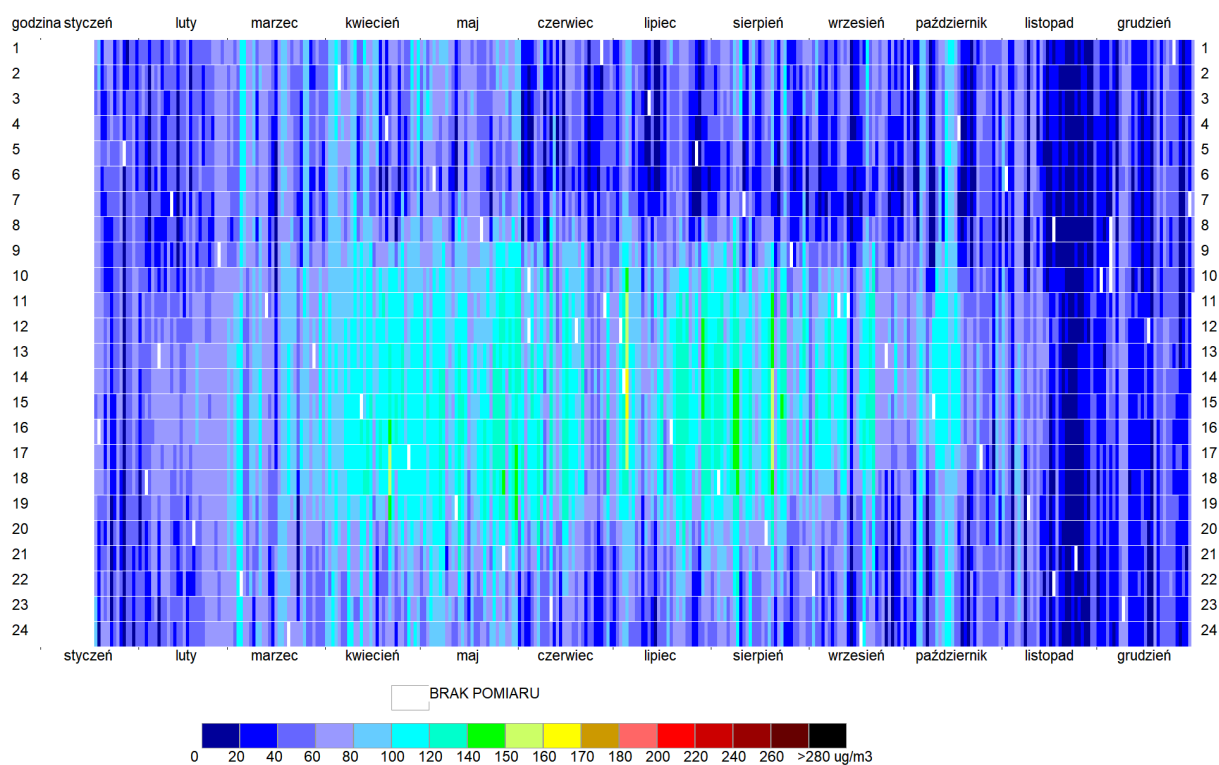
Rysunek 4.32. Maksymalne dobowe ze stężeń 8-godz. kroczących ozonu w 2018 r.

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



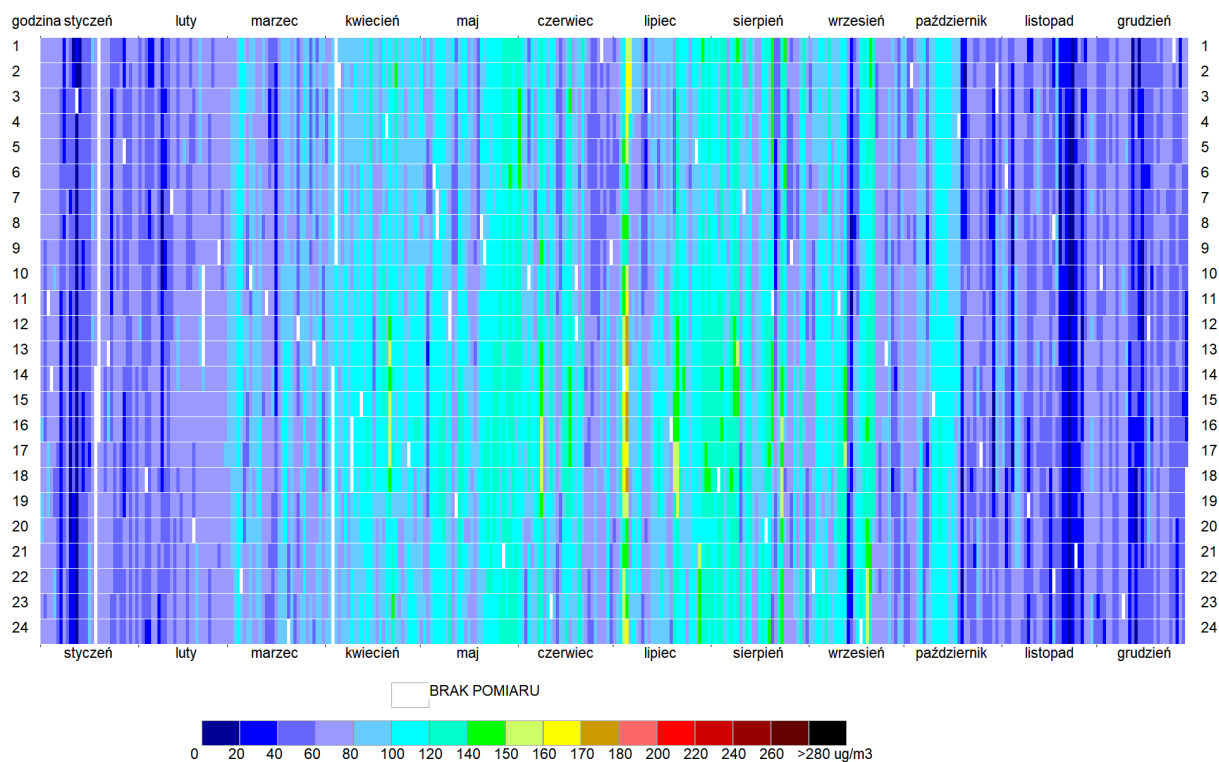
Rysunek 4.33. Maksymalne dobowe ze stężeń 1-godz. ozonu w 2018 r.

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



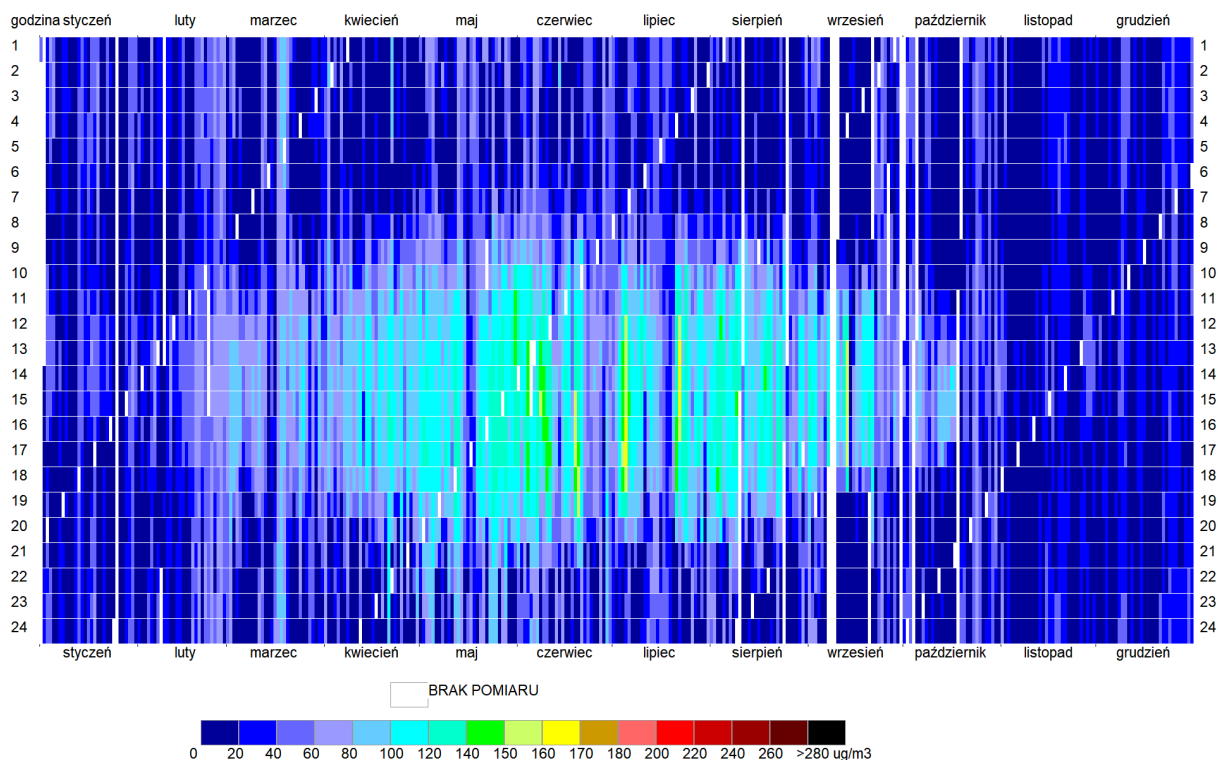
Rysunek 4.34. Stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w uzdrowisku Lądek-Zdrój

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



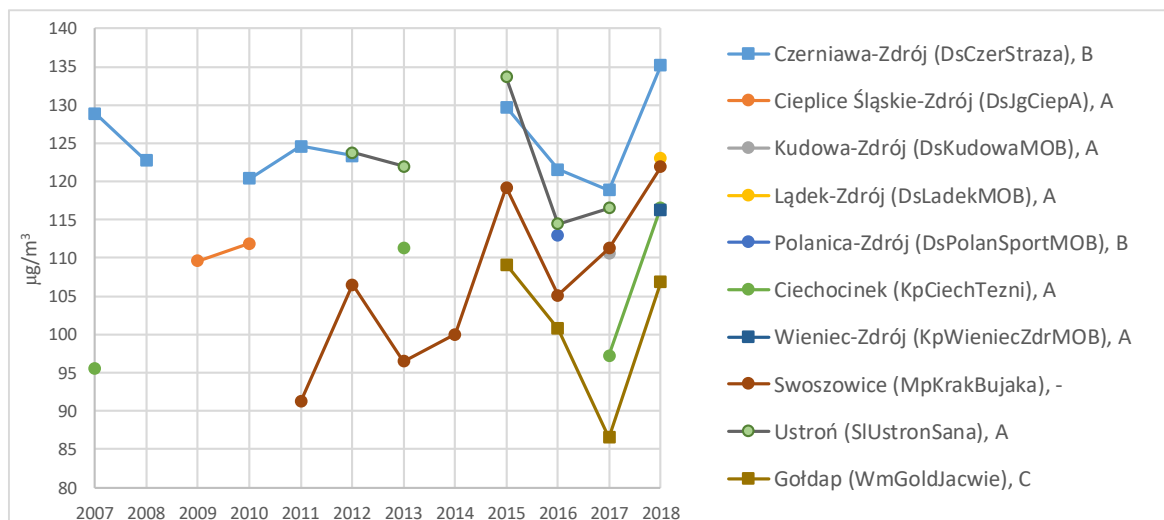
Rysunek 4.35. Stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w uzdrowisku Czerniawa-Zdrój

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



Rysunek 4.36. Stężenia 1-godz. ozonu w 2018 r. w pobliżu uzdrowiska Swoszowice (stacja MpKrakBujaka)
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Stężenia ozonu w uzdrowiskach, podobnie jak i na innych stacjach w Polsce, podlegają wahaniom z roku na rok (rys. 4.37). Wysokość stężeń w danym roku (przy podobnej wysokości emisji prekursorów ozonu) zależy przede wszystkim od warunków meteorologicznych w sezonie ciepłym danego roku. Latami z często występującymi warunkami sprzyjającymi powstawaniu ozonu były między innymi 2015 i 2018 r. W tych latach stężenia ozonu były wyraźnie wyższe niż np. w 2014 i 2017 r.



Rysunek 4.37. Percentyle S93.2 z maksymalnych dobowych stężeń 8-godzinnych ozonu w latach 2007-2018
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

4.7. Stężenia tlenku węgla CO

W 2018 r. pomiary stężeń tlenku węgla CO prowadzone były w 7 uzdrowiskach. Kompletne serie wyników pomiarów stężeń ozonu uzyskano z pomiarów w 5 uzdrowiskach.

Stężenia tlenku węgla nie przekraczały poziomu dopuszczalnego (tab. 4.14, tab. 4.15, rys. 4.38).

Tabela 4.14. Poziom dopuszczalny tlenku węgla CO określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

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

Normowane maksymalne stężenie 8-godz. CO S8max w 2018 r. wynosiło od 1.14 mg/m³ w Łądku-Zdroju do 3.40 mg/m³ w Wińcu-Zdroju.

Stężenia CO w uzdrowiskach, podobnie jak na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce, wykazują cykliczną zmienność i zależność od intensywności emisji i warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji tlenku węgla znaczące znaczenie ma emisja z transportu drogowego oraz z niskiej emisji komunalno-bytowej. W rezultacie nakładania się zmian w intensywności CO z poszczególnych sektorów na zmiany warunków meteorologicznych warunkujących dyspersję i przemiany zanieczyszczeń w atmosferze, stężenia CO wykazują cykliczną zmienność w skali roku, tygodnia i doby (rysunki 4.39 – 4.41).

Na rysunku 4.39 dla każdego stanowiska każda wartość maksimum dobowego ze stężeń 8-godz. kroczących CO oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia maksymalnego 8-godz. zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r.

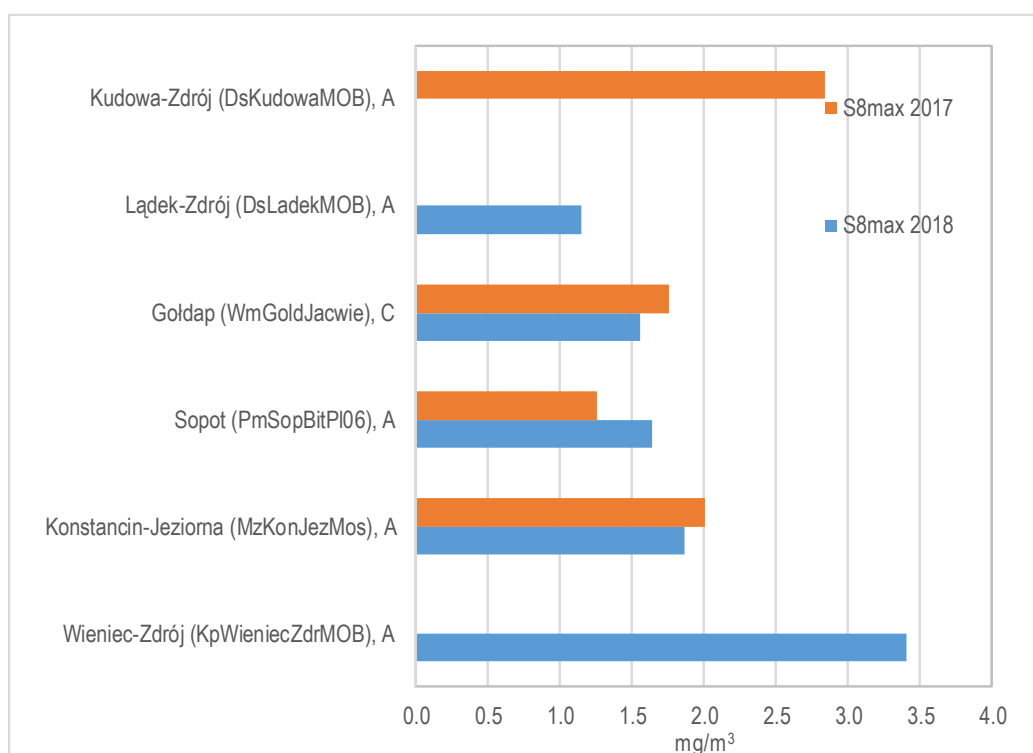
Na rysunkach 4.40 i 4.41 każdy wynik pomiaru stężenia 1-godz. CO reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Miejsce puste – bez kolorowego paska - oznacza, że dla tego terminu pomiarowego nie ma wyniku. W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24 prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są stężenia 1-godz. CO z kolejnych dni roku.

Na stacjach zlokalizowanych w miastach najczęściej rano i wieczorem występują niewielkie wzrosty stężeń 1-godz. CO. Należy je łączyć z okresowym wzrostem emisji z transportu drogowego, w sezonie chłodnym wzrostem niskiej emisji komunalno-bytowej, a także z dobową cykliczną zmianą warunków meteorologicznych warunkujących rozpraszanie zanieczyszczeń. Około południa i nad ranem stężenia CO są z reguły niższe.

Tabela 4.15. Maksymalne stężenia 8-godz. kroczące tlenku węgla CO

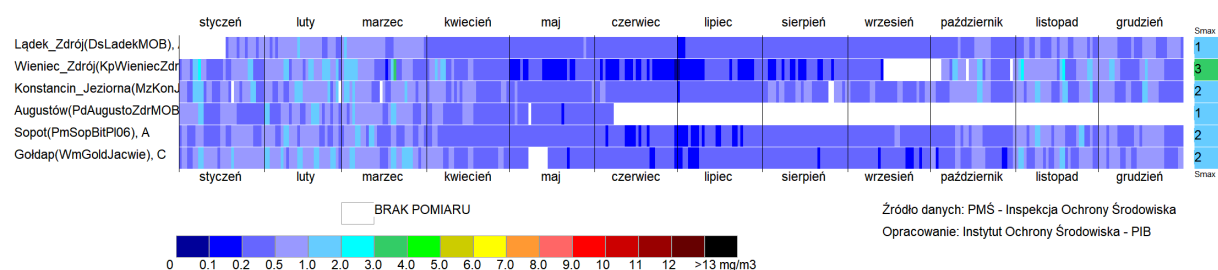
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Maksymalne stężenie 8-godz. kroczące, mg/m ³	
				2017	2018
1	Kudowa-Zdrój	A	DsKudowaMOB	2.84	
2	Lądek-Zdrój	A	DsLadekMOB		1.14
3	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniecZdrMOB		3.40
4	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	2.00	1.87
5	Sopot	A	PmSopBitPl06	1.25	1.64
6	Gołdap	C	WmGoldJacwie	1.76	1.56



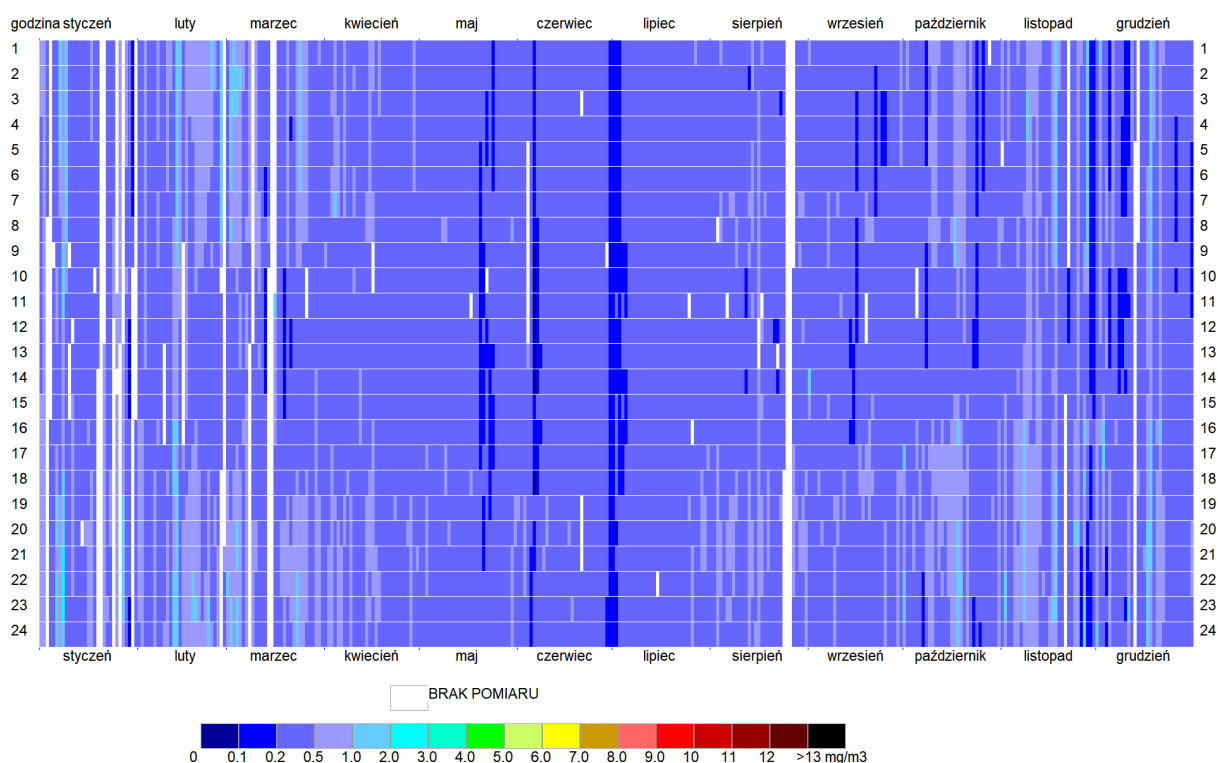
Rysunek 4.38. Stężenia maksymalne 8-godz tlenku węgla CO w 2017 i 2018 r.

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



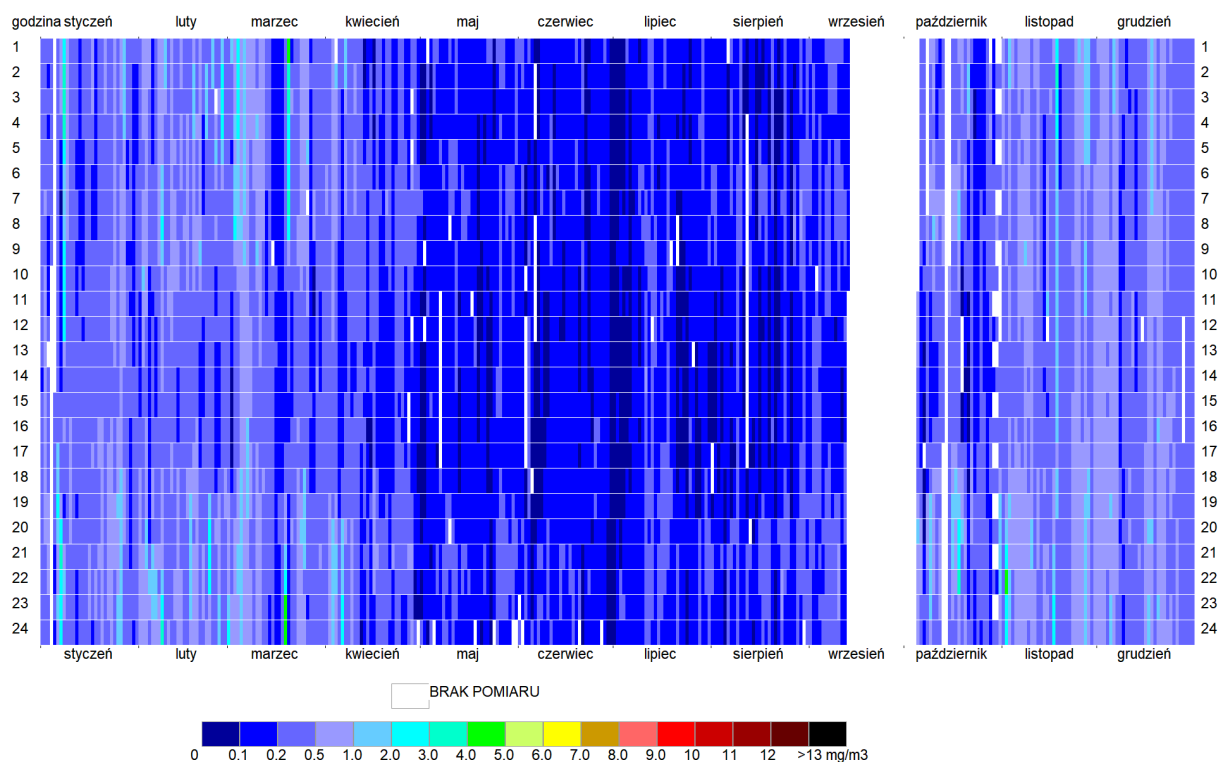
Rysunek 4.39. Maksymalne dobowe stężenia 8-godzinne tlenku węgla CO w 2018 r.

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



Rysunek 4.40. Stężenia 1-godzinne tlenku węgla CO w 2018 r. w uzdrowisku Konstancin-Jeziorna

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

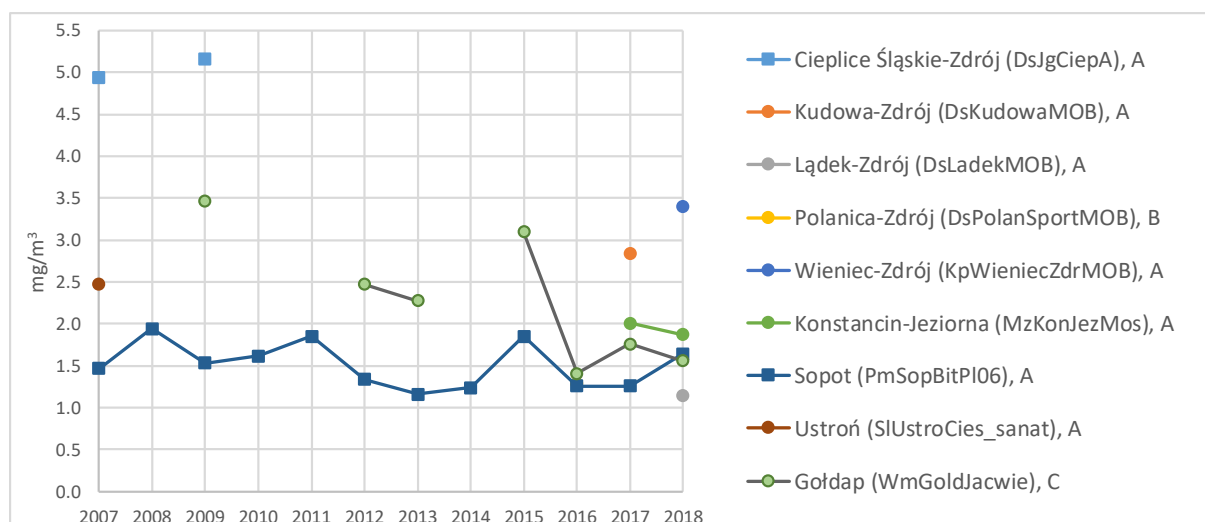


Rysunek 4.41. Stężenia 1-godz. tlenku węgla CO w 2018 r. w uzdrowisku Wiśniew-Zdrój

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

Stężenia maksymalne 8-godz. S8max CO w uzdrowiskach, podobnie jak i na innych stacjach w Polsce, podlegają znacznym względnym wahaniom z roku na rok (rys. 4.42). Wysokość stężenia S8max w danym roku (przy podobnej wielkości emisji CO w roku) zależy przede wszystkim od krótkotrwałej (np. trwającej 24 godziny) kombinacji najgorszych warunków meteorologicznych występujących w danym roku i zwiększonej okresowo emisji CO. Z tego względu wartości S8max mogą z roku na rok zmieniać się w dużym zakresie, nawet o 50% i więcej. Na stanowiskach z wieloletnimi ciągami pomiarowymi (Sopot, Gołdap), linie trendu wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, wskazują na trend malejący.

Mimo znaczących względnych zmian S8max, maksymalne stężenia 8-godz. CO zmierzone w uzdrowiskach najczęściej nie przekraczają 40% poziomu dopuszczalnego.



Rysunek 4.42. Maksymalne stężenia 8-godz. tlenku węgla S8max w latach 2007-2018

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

4.8. Stężenia benzenu C₆H₆

W 2018 r. pomiary stężeń benzenu prowadzone były w 2 uzdrowiskach. Kompletne serie wyników pomiarów stężeń benzenu uzyskano z pomiarów z jednej stacji – położonej w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice.

Stężenia benzenu w 2018 r. ani w innych latach objętych pomiarami w uzdrowiskach z okresu 2007-2018, nie przekraczały poziomu dopuszczalnego (tab. 4.16, tab. 4.17).

Tabela 4.16. Poziom dopuszczalny Da benzenu C₆H₆ określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

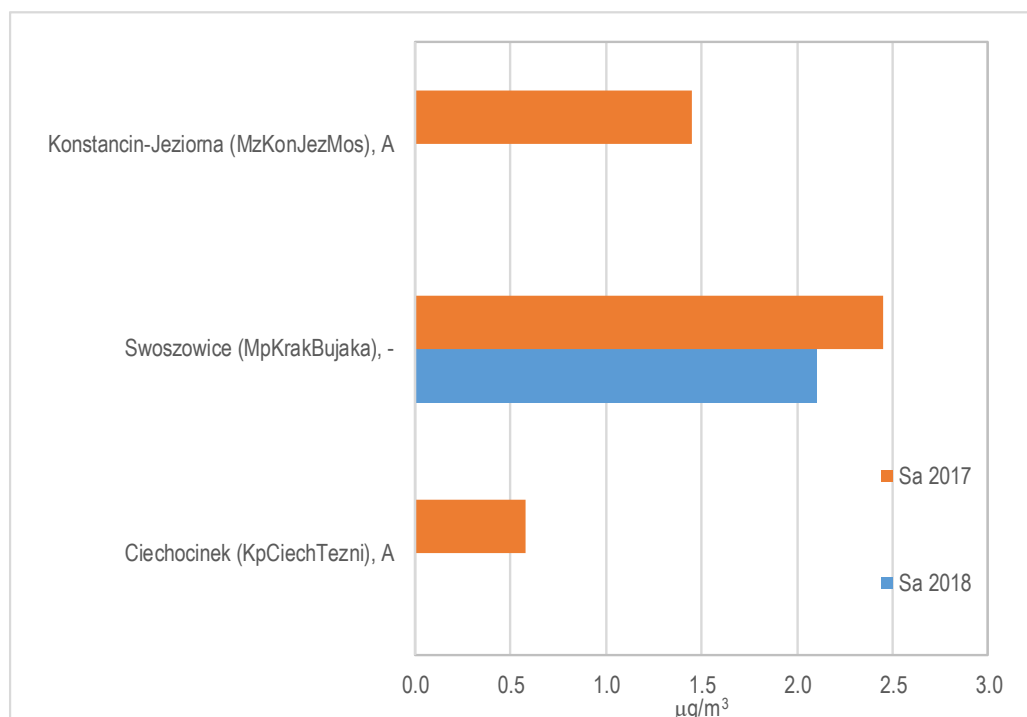
Okres uśredniania stężeń	Dopuszczalny poziom C ₆ H ₆ w powietrzu [µg/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	5	Sa

Normowane stężenie średnie roczne Sa benzenu w 2018 r. w pobliżu uzdrowiska Swoszowice wynosiło 2.1 µg/m³ (43% Da). W 2017 r. stężenia średnie roczne benzenu wynosiły od 0.58 µg/m³ w Ciechocinku do 2.45 µg/m³ w Krakowie koło uzdrowiska Swoszowice.

Tabela 4.17. Stężenia średnie roczne benzenu

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

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne Sa, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
				2017	2018
1	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	0.58	
2	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	2.45	2.10
3	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	1.45	



Rysunek 4.43. Stężenia średnie roczne Sa benzenu w 2017 i 2018 r.

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

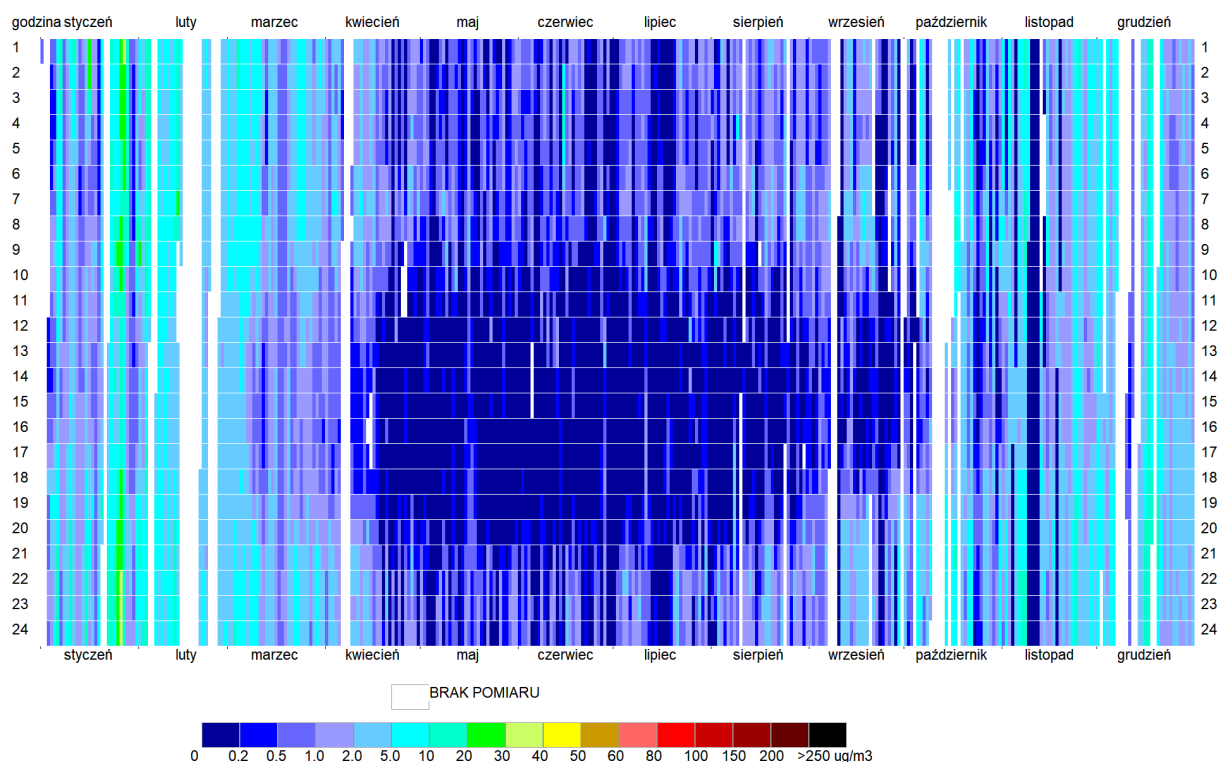
Stężenia benzenu w uzdrowiskach, podobnie jak na innych stacjach tła miejskiego i podmiejskiego w Polsce, wykazują cykliczną zmienność i zależność od intensywności emisji i warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji benzenu, oprócz procesów z użyciem rozpuszczalników, znaczące znaczenie ma emisja benzenu z sektora komunalno-bytowego (procesy spalania poza przemysłem wg klasyfikacji SNAP) oraz z transportu drogowego. W rezultacie nakładania się zmian w intensywności emisji C_6H_6 z poszczególnych sektorów na zmiany warunków meteorologicznych warunkujących dyspersję i przemiany zanieczyszczeń w atmosferze, stężenia benzenu wykazują cykliczną zmienność w skali roku i doby (rys. 4.44).

Na rysunku 4.44 każdy wynik pomiaru stężenia 1-godz. benzenu reprezentowany jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunku). Miejsce puste – bez kolorowego paska - oznacza, że dla tego terminu pomiarowego nie ma wyniku. W kolejnych wierszach oznaczonych od 1 do 24

prezentowane są stężenia z odpowiadającej numerowi wiersza godziny pomiarowej w ciągu doby. W kolejnych kolumnach (od 1 do 365) prezentowane są stężenia 1-godz. C_6H_6 z kolejnych dni roku.

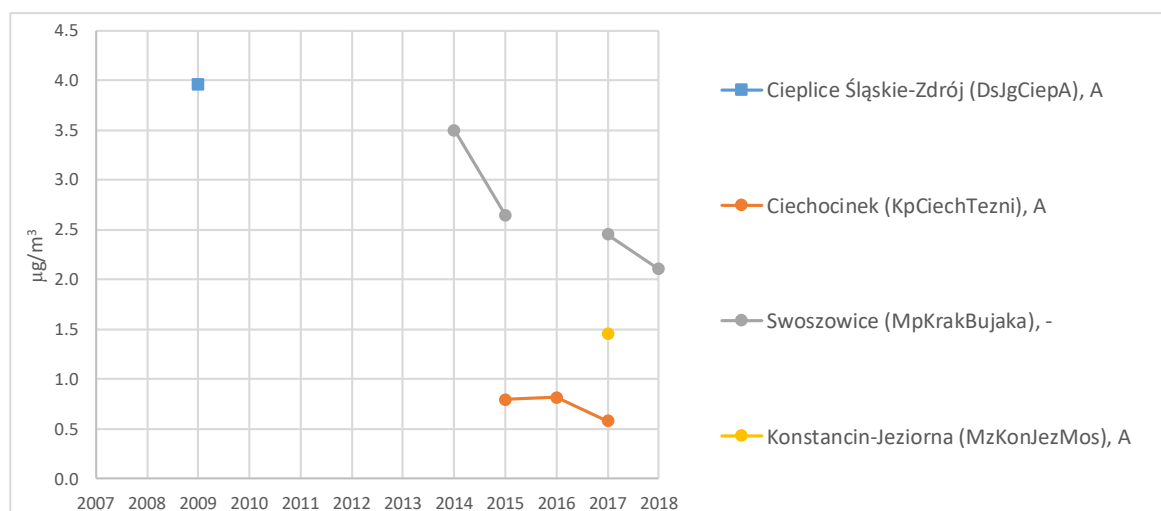
Na stacjach zlokalizowanych w miastach najczęściej rano i wieczorem występują wzrosty stężeń 1-godz. benzenu (rys. 4.44). Należy je łączyć z okresowym wzrostem emisji z transportu drogowego, w sezonie chłodnym wzrostem niskiej emisji komunalno-bytowej, a także z dobową cykliczną zmianą warunków meteorologicznych warunkujących rozpraszanie zanieczyszczeń. Około południa i nad ranem stężenia benzenu są z reguły niższe.

W sezonie ciepłym stężenia benzenu są znacznie niższe niż w sezonie chłodnym, w którym ma miejsce znacząca emisja benzenu związana z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań z wykorzystaniem paliw stałych, a intensywność rozpraszania zanieczyszczeń jest mniejsza niż latem.



Rysunek 4.44. Stężenia 1-godz. benzenu C_6H_6 w 2018 r. w Krakowie w pobliżu granic uzdrowiska Swoszowice
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Stężenia średnie roczne S_a benzenu w uzdrowiskach w latach objętych pomiarami były niższe od poziomu dopuszczalnego (rys. 4.45). Na nielicznych stanowiskach z kilkuletnimi ciągami pomiarowymi (Swoszowice, Ciechocinek), linie trendu wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, wskazują na trend malejący stężeń.



Rysunek 4.45. Stężenia średnie roczne S_a benzenu C_6H_6 w latach 2009-2018

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

4.9. Stężenia ołowiu Pb

W 2018 r. pomiary stężeń ołowiu oznaczanego w pyłe PM₁₀ prowadzone były w 7 uzdrowiskach (w tym na dwóch stacjach w pobliżu granic uzdrowiska). Na wszystkich tych stacjach uzyskano kompletne serie wyników pomiarów pozwalające na poprawne obliczenie normowanych parametrów statystycznych (stężenia średniego rocznego S_a).

Stężenia ołowiu w 2018 r. i w innych latach objętych pomiarami w uzdrowiskach były niskie, znacznie niższe od poziomu dopuszczalnego. Stężenia średnie roczne ołowiu nie przekraczały w żadnym z uzdrowisk 15% poziomu dopuszczalnego (tab. 4.18, tab. 4.19, rys. 4.46).

Tabela 4.18. Poziom dopuszczalny Da ołowiu Pb określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

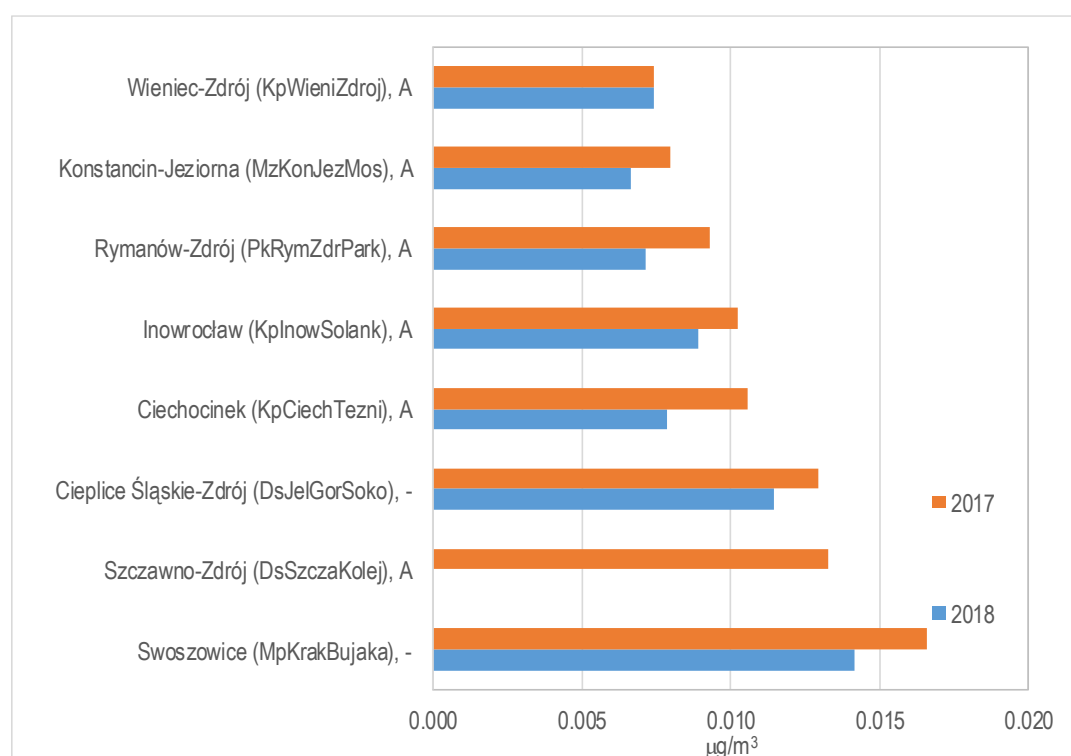
Ołów – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

Normowane stężenie średnie roczne S_a ołowiu w 2018 r. uzyskane z pomiarów w uzdrowiskach wynosiły od $0.007 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (1.4% Da) w trzech uzdrowiskach do $0.014 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (2.8% Da) w Krakowie w pobliżu uzdrowiska Swoszowice.

Tabela 4.19. Stężenia średnie roczne S_a ołowiu Pb

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

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne S_a , $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
				2017	2018
1	Cieplice Śląskie-Zdrój	-	DsJelGorSoko	0.013	0.011
2	Szczawno-Zdrój	A	DsSzczKolej	0.013	
3	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	0.011	0.008
4	Inowrocław	A	KpInowSolank	0.010	0.009
5	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniZdroj		0.007
6	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	0.017	0.014
7	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	0.008	0.007
8	Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	0.009	0.007



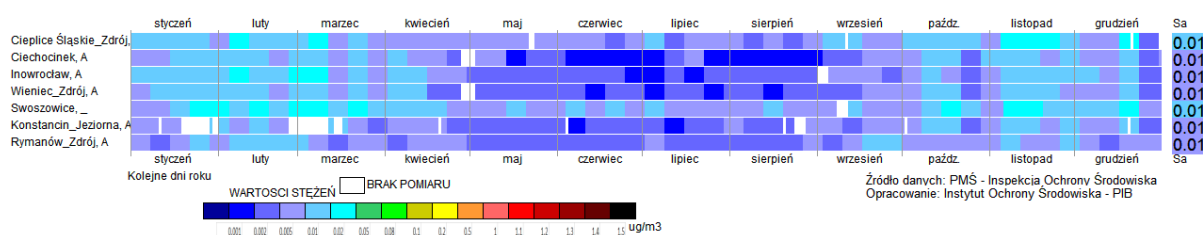
Rysunek 4.46. Stężenia średnie roczne S_a ołowiu w 2017 i 2018 r.

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

Stężenia ołowiu wykazują cykliczną zmienność i zależność od intensywności emisji i warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji ołowiu, oprócz procesów produkcyjnych, znaczące znaczenie ma emisja Pb z sektora komunalno-bytowego (procesy spalania poza przemysłem wg klasyfikacji SNAP). W rezultacie nakładania się zmian w intensywności emisji Pb z poszczególnych sektorów na zmiany warunków meteorologicznych warunkujących dyspersję i przemiany zanieczyszczeń w atmosferze, stężenia ołowiu wykazują cykliczną zmienność w skali roku i doby (rys. 4.47).

Na rysunku 4.47 dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. ołowiu oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r.

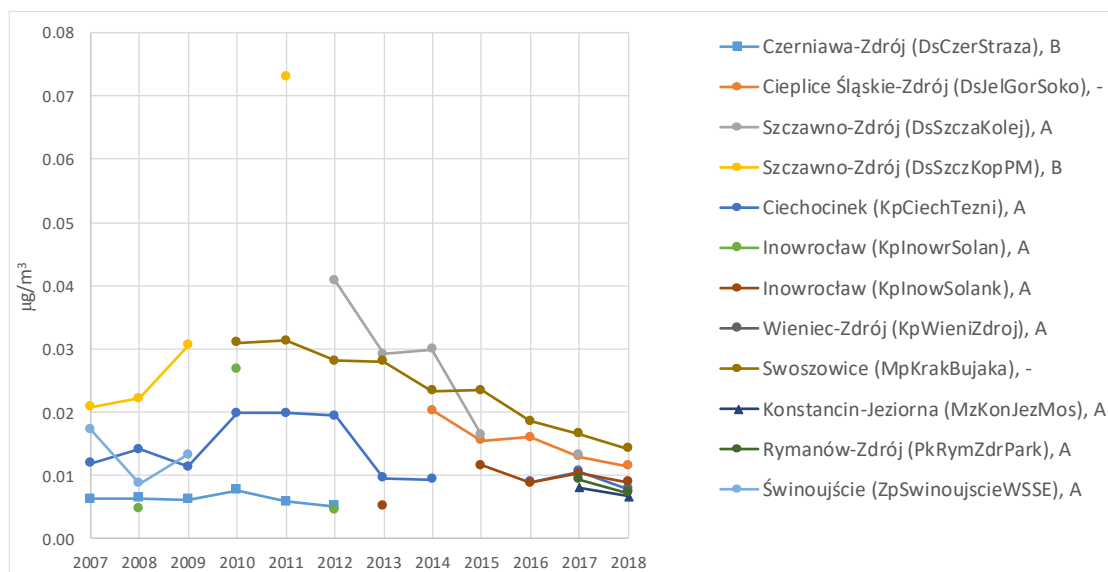
Stężenia ołowiu mierzone w uzdrowiskach są niskie. W sezonie ciepłym stężenia ołowiu w uzdrowiskach są znacznie niższe niż w sezonie chłodnym, w którym ma miejsce emisja ołowiu związana z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań z wykorzystaniem paliw kopalnych, a intensywność rozpraszania zanieczyszczeń jest mniejsza niż latem.



Rysunek 4.47. Stężenia 24-godz. ołowiu Pb w 2018 r.

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

Stężenia średnie roczne Sa ołowiu w uzdrowiskach w latach objętych pomiarami były niskie (od 0.004 µg/m³ do 0.073 µg/m³), znacznie niższe od poziomu dopuszczalnego Da=0.5 µg/m³ (rys. 4.48). Na większości stanowisk w uzdrowiskach z kilkuletnimi ciągami pomiarowymi, linie trendu wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, wskazują na trend malejący.



Rysunek 4.48. Stężenia średnie roczne Sa ołowiu Pb w latach 2007-2018

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

4.10. Stężenia arsenu As

W 2018 r. pomiary stężeń arsenu oznaczanego w pyłe PM₁₀ prowadzone były w 7 uzdrowiskach (w tym na dwóch stacjach zlokalizowanych w pobliżu granic uzdrowiska). Na wszystkich tych stacjach uzyskano kompletne serie wyników pomiarów pozwalające na poprawne obliczenie normowanych parametrów statystycznych (stężenia średniego rocznego Sa).

Stężenia arsenu w 2018 r. i w innych latach objętych pomiarami w uzdrowiskach były niższe od poziomu docelowego. Spośród dostępnych 49 wartości średnich rocznych stężeń uzyskanych z pomiarów w uzdrowiskach w latach 2007-2018, tylko w jednym przypadku stężenie Sa przewyższyło połowę wartości poziomu docelowego (tab. 4.20, tab. 4.21, rys. 4.49).

Tabela 4.20. Poziom docelowy Da arsenu As określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

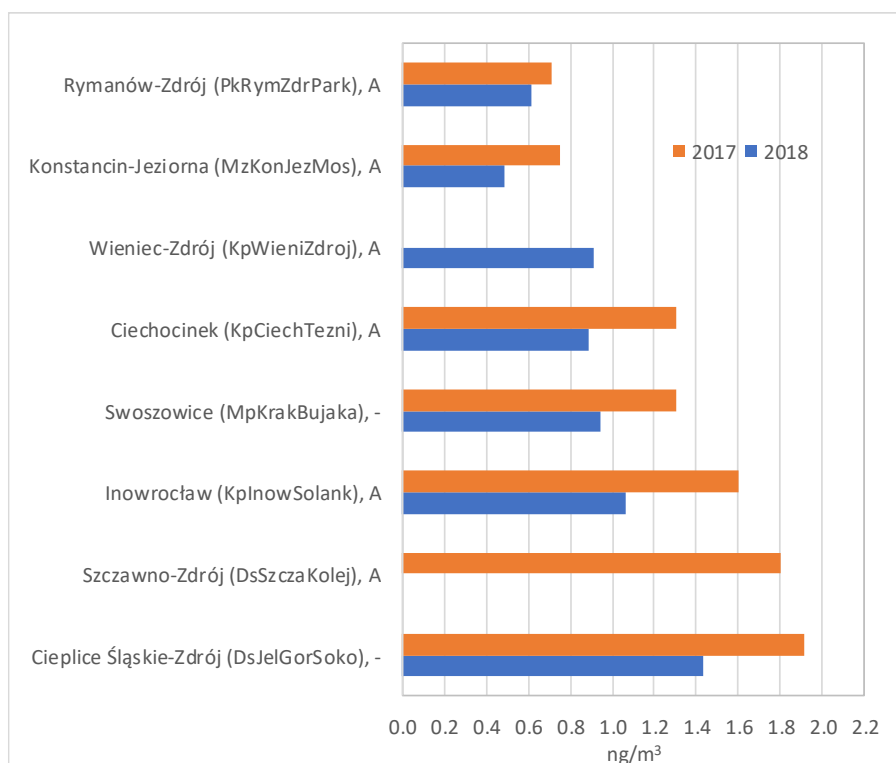
Arsen – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

Normowane stężenie średnie roczne Sa arsenu w 2018 r. uzyskane na podstawie wyników pomiarów w uzdrowiskach wynosiły od 0.48 ng/m³ (8% Da) w Konstancinie-Jeziornej do 1.44 ng/m³ (24% Da) w uzdrowisku Cieplice Śląskie-Zdrój.

Tabela 4.21. Stężenia średnie roczne Sa arsenu As

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

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne Sa, ng/m ³	
				2017	2018
1	Cieplice Śląskie-Zdrój	-	DsJelGorSoko	1.92	1.44
2	Szczawno-Zdrój	A	DsSzczKolej	1.80	
3	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	1.30	0.89
4	Inowrocław	A	KpInowSolank	1.60	1.06
5	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniZdroj		0.91
6	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	1.31	0.94
7	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	0.75	0.48
8	Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	0.71	0.62



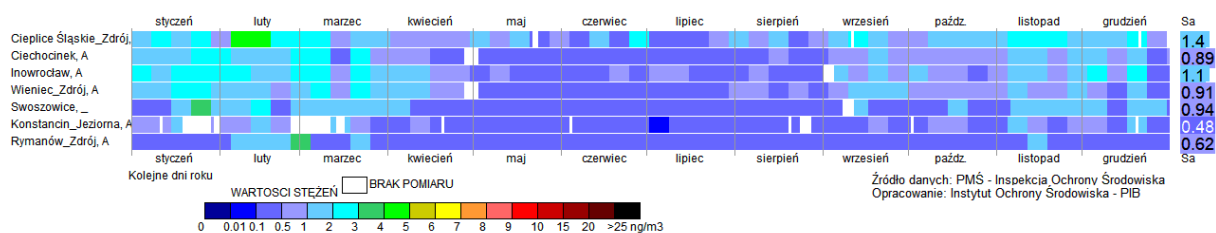
Rysunek 4.49. Stężenia średnie roczne Sa arsenu As w 2017 i 2018 r.

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

Stężenia arsenu wykazują cykliczną zmienność i zależność od intensywności emisji i warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji arsenu, oprócz procesów produkcyjnych oraz energetyki zawodowej i przemysłowej, znaczący wkład w mierzone stężenia As w powietrzu ma emisja arsenu z sektora komunalno-bytowego (procesy spalania poza przemysłem wg klasyfikacji SNAP). W rezultacie nakładania się zmian w intensywności emisji As na zmiany warunków meteorologicznych warunkujących dyspersję i przemiany zanieczyszczeń w atmosferze, stężenia arsenu wykazują cykliczną zmienność w skali roku i doby (rys. 4.50).

Na rysunku 4.50 dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. arsenu oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r.

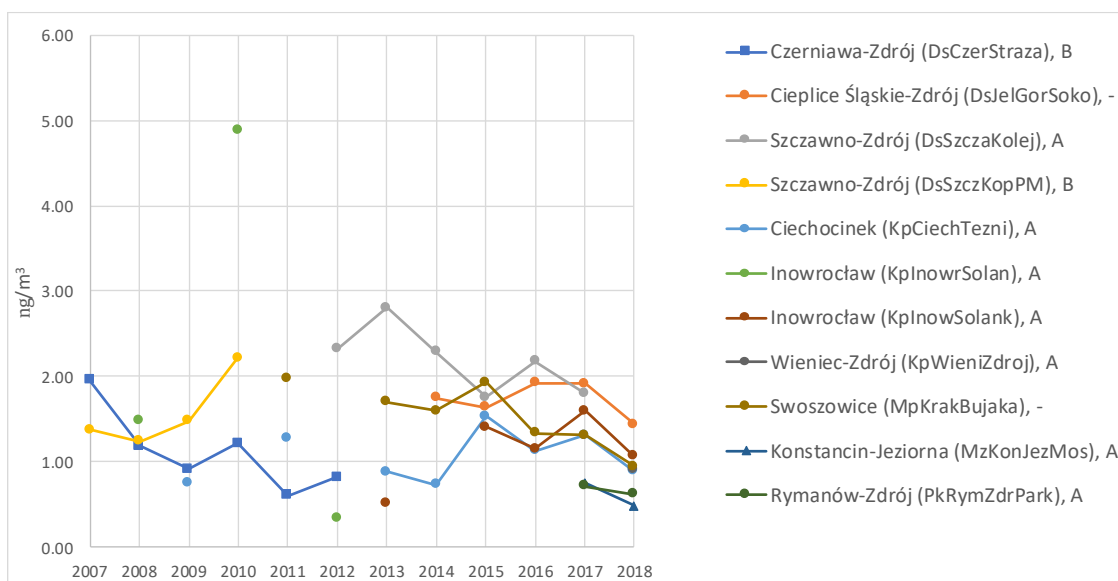
Stężenia arsenu mierzone w uzdrowiskach są niskie. W sezonie ciepłym stężenia As są znacznie niższe niż w sezonie chłodnym, w którym ma miejsce emisja arsenu związana z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań z wykorzystaniem paliw kopalnych, a intensywność rozpraszania zanieczyszczeń jest mniejsza niż latem.



Rysunek 4.50. Stężenia 24-godz. arsenu As w 2018 r.

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

Stężenia średnie roczne Sa arsenu w uzdrowiskach w latach objętych pomiarami były najczęściej dość niskie, w każdym przypadku niższe od poziomu docelowego $Da=6 \text{ ng/m}^3$ (rys. 4.51). Na części stanowisk w uzdrowiskach z kilkuletnimi ciągami pomiarowymi, linie trendu wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, wskazują na trend malejący (np. Szczawno-Zdrój), na innych trend rosnący (np. Inowrocław i Ciechocinek). Nawet jeżeli na pewnych stacjach rejestrowany jest trend rosnący, to stężenia As od 2010 r. na wszystkich stacjach w uzdrowiskach utrzymywały się poniżej wartości 3 ng/m^3 , to jest poniżej połowy poziomu docelowego $Da=6 \text{ ng/m}^3$.



Rysunek 4.51. Stężenia średnie roczne Sa arsenu As w latach 2007-2018

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

4.11. Stężenia kadmu Cd

W 2018 r. pomiary stężeń kadmu oznaczanego w pyłe PM₁₀ prowadzone były w 7 uzdrowiskach (w tym na dwóch stacjach w pobliżu granic uzdrowiska). Na wszystkich tych stacjach uzyskano kompletne serie wyników pomiarów pozwalające na poprawne obliczenie normowanych parametrów statystycznych (stężenia średniego rocznego Sa).

Stężenia kadmu w 2018 r. i w innych latach objętych pomiarami w uzdrowiskach były niskie, znacznie niższe od poziomu docelowego. Stężenia średnie roczne kadmu nie przekraczały w latach 2007-2018 w żadnym z uzdrowisk 25% poziomu docelowego (tab. 4.22, tab. 4.23, rys. 4.52, rys. 4.54).

Tabela 4.22. Poziom docelowy Da kadmu Cd określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

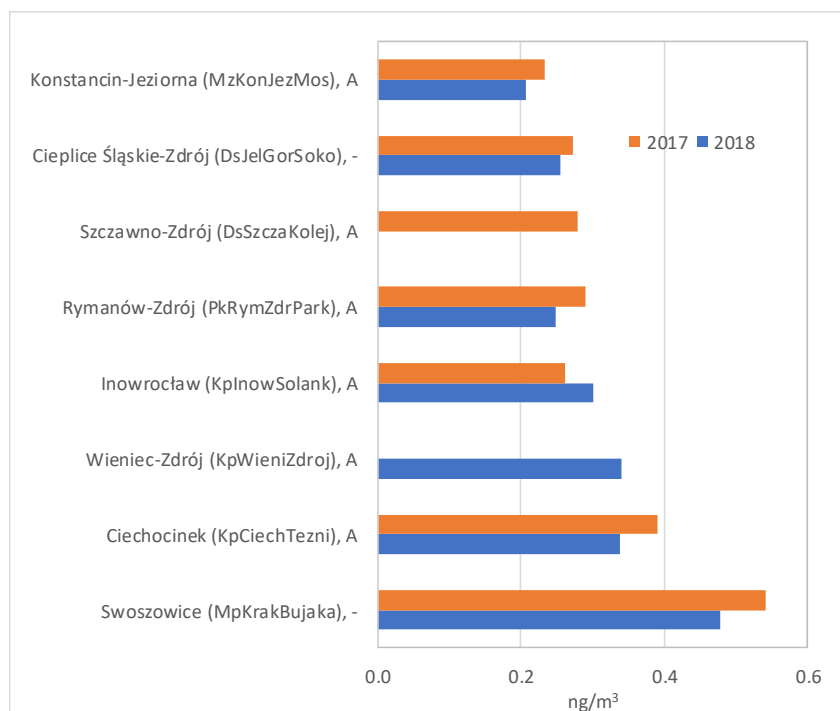
Kadm – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

W 2018 r. normowane stężenie średnie roczne Sa kadmu uzyskane na podstawie wyników pomiarów w uzdrowiskach wynosiły od 0.207 ng/m³ (4% Da) w Konstancinie-Jeziornej do 0.479 ng/m³ (10% Da) w Krakowie w pobliżu granic uzdrowiska Swoszowice.

Tabela 4.23. Stężenia średnie roczne Sa kadmu Cd

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

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne Sa, ng/m ³	
				2017	2018
1	Cieplice Śląskie-Zdrój	-	DsJelGorSoko	0.272	0.256
2	Szczawno-Zdrój	A	DsSzczKolej	0.279	
3	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	0.390	0.339
4	Inowrocław	A	KpInowSolank	0.262	0.301
5	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniZdroj		0.341
6	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	0.541	0.479
7	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	0.233	0.207
8	Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	0.290	0.249



Rysunek 4.52. Stężenia średnie roczne Sa kadmu Cd w 2017 i 2018 r.

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

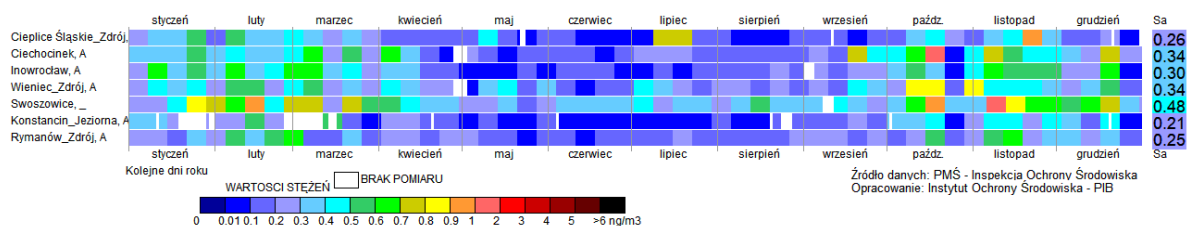
Stężenia kadmu wykazują cykliczną zmienność i zależność od intensywności emisji i warunków meteorologicznych. Wśród źródeł emisji kadmu, oprócz procesów produkcyjnych oraz energetyki zawodowej i przemysłowej, pewien wkład w mierzone stężenia Cd w powietrzu ma emisja kadmu z sektora komunalno-bytowego. Procesy spalania poza przemysłem (wg klasyfikacji SNAP) odpowiedzialne są za ok. 10% całkowitej emisji kadmu z terenu Polski¹⁷. W rezultacie nakładania się zmian w intensywności emisji kadmu z poszczególnych sektorów na zmiany warunków meteorologicznych warunkujących dyspersję, wmywanie i przemiany zanieczyszczeń w atmosferze, stężenia kadmu wykazują cykliczną zmienność w skali roku i doby (rys. 4.53).

Na rysunku 4.53 dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. kadmu oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r.

Stężenia kadmu mierzone w uzdrowiskach są niskie. W sezonie ciepłym stężenia Cd są zazwyczaj znacznie niższe niż w sezonie chłodnym, w którym ma miejsce emisja kadmu wraz

¹⁷ Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO w układzie klasyfikacji SNAP, Raport syntetyczny, KOBIZE- IOŚ-PIB, 2019

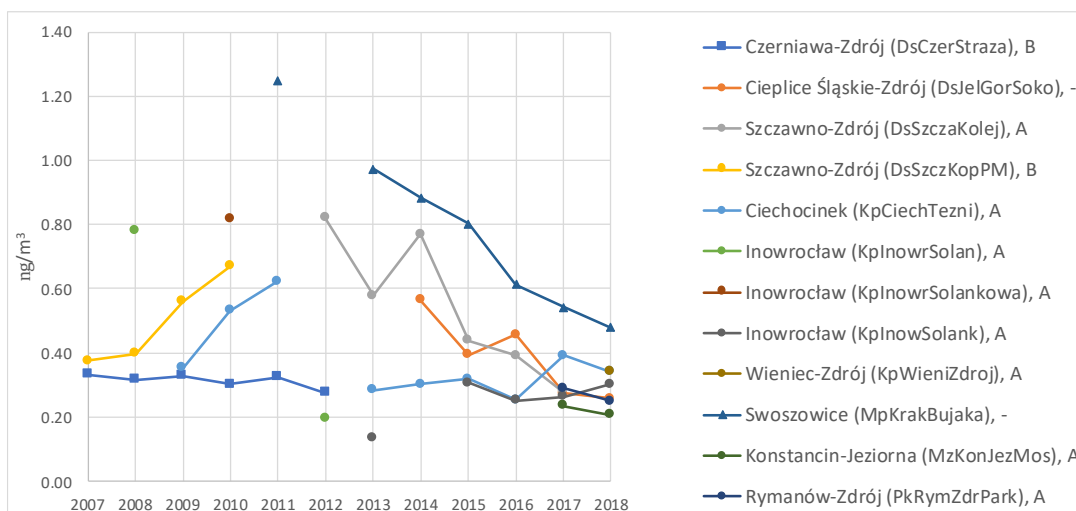
z pyłem powstającym przy spalaniu paliw kopalnych w celu ogrzewania mieszkań. Jednocześnie intensywność rozpraszania zanieczyszczeń zimą jest często mniejsza niż latem.



Rysunek 4.53. Stężenia 24-godz. kadmu Cd w 2018 r.

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

Stężenia średnie roczne S_a kadmu w uzdrowiskach w latach objętych pomiarami były najczęściej niskie, w każdym roku i uzdrowisku niższe od 1.5 ng/m^3 (rys. 4.54). Na większości stanowisk w uzdrowiskach z kilkuletnimi ciągami pomiarowymi, linie trendu wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, wskazują na trend malejący (np. Szczawno-Zdrój, Swoszowice), na części innych stanowisk trend rosnący (np. Inowrocław). Na wszystkich stacjach pomiarowych funkcjonujących w uzdrowiskach, niezależnie od trendu zmian, stężenia kadmu w całym okresie objętym analizą utrzymywały się poniżej jednej czwartej poziomu docelowego $D_a=5 \text{ ng/m}^3$.



Rysunek 4.54. Stężenia średnie roczne S_a kadmu Cd w latach 2007-2018

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

4.12. Stężenia niklu Ni

W 2018 r. pomiary stężeń niklu oznaczanego w pyłe PM_{10} prowadzone były w 7 uzdrowiskach (w tym na dwóch stacjach w pobliżu granic uzdrowiska). Na wszystkich tych

stacjach uzyskano kompletne serie wyników pomiarów pozwalające na poprawne obliczenie normowanych parametrów statystycznych (stężenia średniego rocznego S_a).

Stężenia niklu w 2018 r. i w innych latach objętych pomiarami w uzdrowiskach były niskie, znacznie niższe od poziomu docelowego. Stężenia średnie roczne kadmu nie przekraczały w latach 2007-2018 w żadnym z uzdrowisk 25% poziomu docelowego (tab. 4.24, tab. 4.25, rys. 4.55, rys. 4.57).

Tabela 4.24. Poziom docelowy S_a niklu Ni określony w rozporządzeniu Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu

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

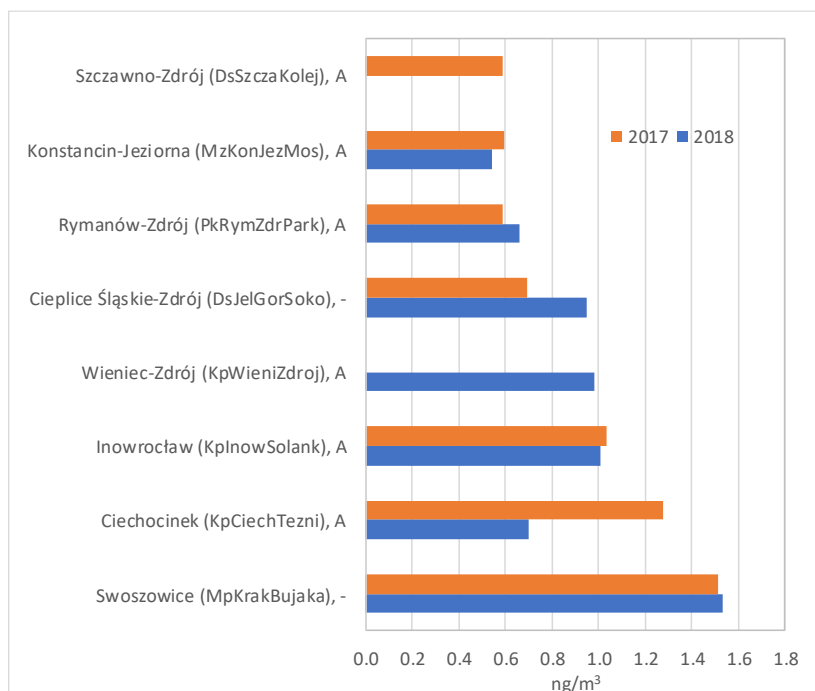
Nikiel – oznacza całkowitą zawartość pierwiastka w pyłe PM₁₀

W 2018 r. normowane stężenie średnie roczne S_a kadmu uzyskane na podstawie wyników pomiarów w uzdrowiskach wynosiły od 0.54 ng/m³ (3% S_a) w Konstancinie-Jeziornej do 1.53 ng/m³ (8% S_a) w Krakowie w pobliżu granic uzdrowiska Swoszowice.

Tabela 4.25. Stężenia średnie roczne S_a niklu Ni

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

Lp.	Uzdrowisko	Strefa ochrony uzdr.	Kod stacji	Stężenie średnie roczne S_a , µg/m ³	
				2017	2018
1	Cieplice Śląskie-Zdrój	-	DsJelGorSoko	0.70	0.95
2	Szczawno-Zdrój	A	DsSzczKolej	0.59	
3	Ciechocinek	A	KpCiechTezni	1.28	0.70
4	Inowrocław	A	KpInowSolank	1.04	1.01
5	Wieniec-Zdrój	A	KpWieniZdroj		0.98
6	Swoszowice	-	MpKrakBujaka	1.51	1.53
7	Konstancin-Jeziorna	A	MzKonJezMos	0.60	0.54
8	Rymanów-Zdrój	A	PkRymZdrPark	0.59	0.66



Rysunek 4.55. Stężenia średnie roczne Sa niklu Ni w 2017 i 2018 r.

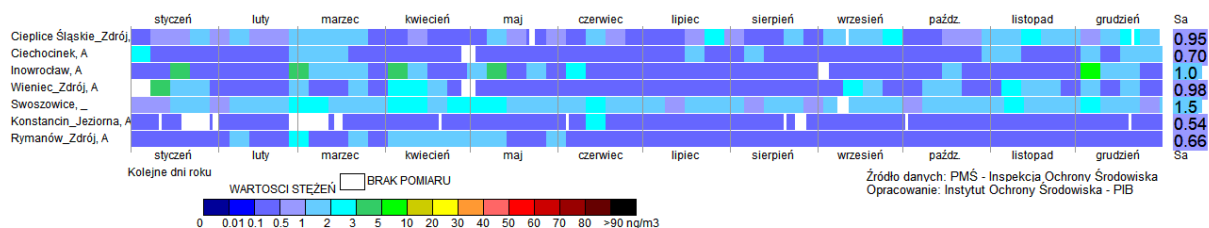
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Stężenia niklu, w odróżnieniu od pozostałych normowanych zanieczyszczeń, nie wykazują wyraźnej cyklicznej sezonowej zmienności stężeń. Wśród źródeł emisji niklu, oprócz procesów produkcyjnych oraz energetyki zawodowej i przemysłowej, pewien wkład w mierzone stężenia Ni w powietrzu ma emisja niklu z sektora komunalno-bytowego. Procesy spalania poza przemysłem (wg klasyfikacji SNAP) odpowiedzialne są za ok. 19% całkowitej emisji niklu z terenu Polski¹⁸. Mimo to, przebieg stężeń dobowych niklu w ciągu roku na większości stacji nie wykazuje typowej dla innych zanieczyszczeń sezonowej zmienności wysokości stężeń (rys. 4.56).

Na rysunku 4.56, dla każdego stanowiska każda wartość stężenia 24-godz. niklu oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Po prawej stronie rysunku przedstawiono wartości stężenia średniego rocznego zmierzone na każdym ze stanowisk w całym 2018 r.

Stężenia kadmu mierzone w uzdrowiskach są niskie, zarówno w sezonie ciepłym, jak i zimą. Stężenia średnie roczne niklu w 2018 r. w żadnym uzdrowisku nie przekroczyło 8% poziomu docelowego.

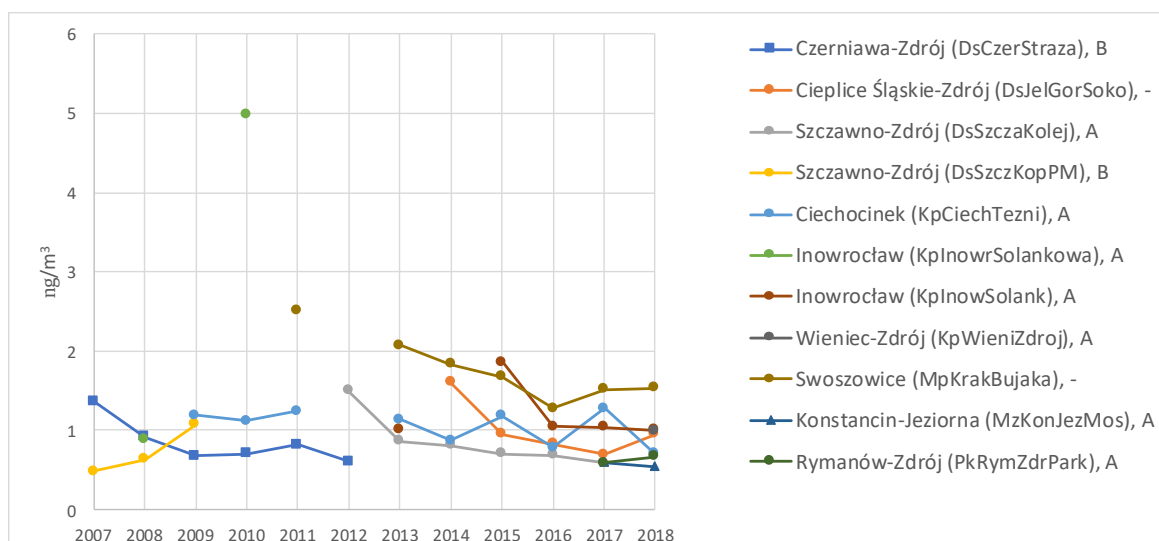
¹⁸ Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO w układzie klasyfikacji SNAP, Raport syntetyczny, KOBIZE- IOŚ-PIB, 2019



Rysunek 4.56. Stężenia 24-godz. niklu Ni w 2018 r.

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

Stężenia średnie roczne Sa niklu w uzdrowiskach w latach objętych pomiarami były najczęściej niskie (w odniesieniu do poziomu docelowego), w każdym roku i uzdrowisku niższe od 5 ng/m^3 (rys. 4.57). Na większości stanowisk w uzdrowiskach z kilkuletnimi ciągami pomiarowymi, linie trendu wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów, wskazują na trend malejący (np. Szczawno-Zdrój, Swoszowice), na części innych stanowisk (z krótszym okresem pomiarowym) trend rosnący (np. Rymanów-Zdrój). Na wszystkich stacjach pomiarowych funkcjonujących w uzdrowiskach, niezależnie od trendu zmian, stężenia niklu od 2012 r. utrzymywały się poniżej 11% poziomu docelowego $\text{Da}=20 \text{ ng/m}^3$.



Rysunek 4.57. Stężenia średnie roczne Sa niklu Ni w latach 2007-2018

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

5. Jakość powietrza w uzdrowiskach na podstawie wyników modelowania

W przedstawionych w raporcie analizach wykorzystano wyniki matematycznego modelowania przemian i transportu zanieczyszczeń, które było wykonane dla obszaru kraju na potrzeby rocznych ocen jakości powietrza za lata 2015 – 2018. Z uwagi na specyfikę problemów zanieczyszczenia powietrza w polskich warunkach, w tym na obszarze uzdrowisk, uwzględniono informacje dotyczące określonego za pomocą modelowania stężenia pyłu zawieszonego (PM₁₀ i PM_{2,5}) oraz benzo(a)pirenu.

Na potrzeby analiz dotyczących lat 2015 – 2017 wzięto pod uwagę wyniki modelowania wykonanego na zamówienie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez firmę Atmoterm S.A. za pomocą wysokorozdzielczego modelu CALPUFF, przetworzone z zastosowaniem przyjętej na potrzeby ocen rocznych metody łączenia wyników obliczeń modelowych z wynikami pomiarów¹⁹. Rozdzielczość przestrzenna tego modelowania wynosiła:

- na terenie aglomeracji i miast powyżej 100 tys. mieszkańców, a także dla dodatkowo wyznaczonych miast o liczbie ludności pomiędzy 50 tys. a 100 tys., siatka receptorów rozmieszczona była co 0,5 km,
- na terenie pozostałych stref modelowanie dostarczyło informacji w siatce 1 km.

CALPUFF jest modelem zaprojektowanym przez Sigma Research Corporation (SRC) dystrybuowanym obecnie przez Atmospheric Studies Group at TRC Solutions, zapewniającym modelowanie rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń w szerokim zakresie skal przestrzennych: od dziesiątek metrów do setek kilometrów. Model współpracuje z dwoma modułami pomocniczymi: CALMET (preprocesor meteorologiczny) i CALPOST (obróbka i prezentacja wyników) oraz zestawem narzędzi dodatkowych, tworząc spójny system modelowania (GIOŚ 2018b). Do przygotowania danych dla modułu warunków brzegowych zostały wykorzystane wyniki obliczeń z modelu eulerowskiego CAMx. Obliczenia w skali kraju realizowano w siatce o rozdzielczości 5 km. Wartości stężeń dla poszczególnych substancji, będące wynikiem modelowania, stanowią dane wejściowe dla modułu warunków brzegowych modelu CALPUFF.

W analizach dotyczących roku 2018 wykorzystano wyniki modelowania wykonanego przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy (IOŚ-PIB) w ramach zadań ustawowych, które były wykorzystane przez GIOŚ na potrzeby analiz i szacunków w rocznej ocenie jakości powietrza. Do obliczeń stężeń zanieczyszczeń przy powierzchni ziemi zastosowano tu model jakości powietrza GEM-AQ. Został on opracowany na bazie

¹⁹ GIOŚ 2018, „Raport z modelowania stężeń PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, B(a)P w skali kraju. Rok 2017”, opracowanie wykonane przez Atmoterm S. A. na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w ramach pracy pt. „Wspomaganie ocen jakości powietrza z użyciem modelowania w zakresie PM₁₀, PM_{2,5}, SO₂, NO₂, B(a)P dla lat 2015, 2016 i 2017”, Opole 2018

numerycznego modelu prognoz pogody GEM (*Global Environmental Multiscale*), rozwijanego i eksploatowanego operacyjnie przez Kanadyjskie Centrum Meteorologiczne. W ramach projektu MAQNet model meteorologiczny został rozbudowany przez wprowadzenie kompleksowego modułu chemii troposfery²⁰. Model GEM-AQ może być stosowany w szerokim zakresie skal przestrzennych: od globalnej przez skalę meso- γ do skali aglomeracji.

Obliczenia modelem GEM-AQ oraz przeprowadzone analizy na potrzeby wsparcia rocznej oceny jakości powietrza w Polsce były wykonywane w dwóch etapach na siatce globalnej o zmiennej rozdzielczości, przy czym rozdzielczość nad Polską z szerokim marginesem wynosiła 2.5 km, zaś rozdzielczość zastosowana dla 30 aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców powyżej 100 tys. wyniosła 0.5 km. Modelowanie wykonano z wykorzystaniem Centralnej Bazy Emisyjnej dla Polski przygotowanej przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami IOŚ-PIB.

W celu dokonania oceny zanieczyszczenia powietrza w uzdrowiskach na podstawie wyników modelowania, na podstawie pozyskanych informacji z jednostek samorządowych na terenie których ustanowione są uzdrowiskowa dokonano digitalizacji obszarów uzdrowiska z podziałem na strefy uzdrowiskowe „A”, „B” i „C”. Na podstawie wyników modelowania z lat 2015-2018, obliczono stężenia w granicach każdej strefy jako średnie ważone obszarowo.

Przy interpretacji przedstawionych w niniejszym rozdziale wyników należy zachować szczególną ostrożność ze względu na odmienny sposób inwentaryzacji emisji oraz zastosowany model w okresie 2015-2017 oraz w roku 2018.

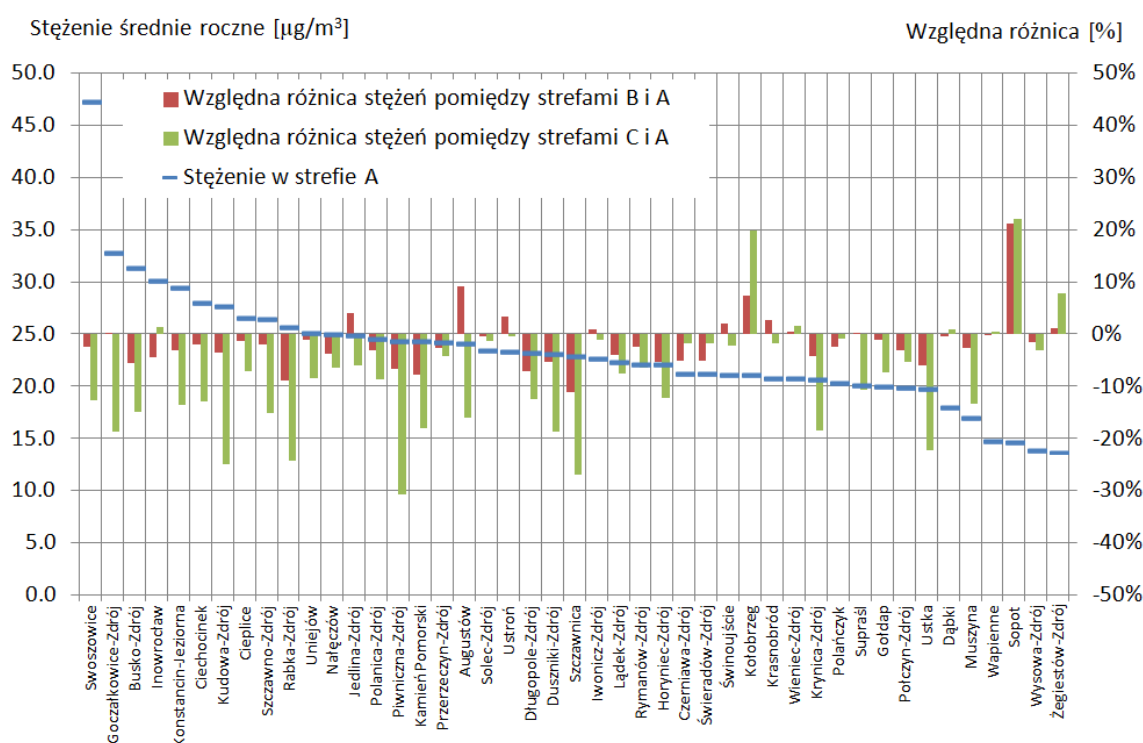
5.1. Stężenia pyłu PM₁₀ (średnie roczne)

Wyniki modelowania w latach 2015-2018 wskazują, że najwyższe stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM₁₀ w strefie „A” obserwowano w uzdrowisku Swoszowice (najwyższe stężenia w latach 2015, 2016 i 2017 oraz drugie maksimum w 2018 wśród wszystkich analizowanych uzdrowisk) oraz w uzdrowisku Goczałkowice-Zdrój (maksimum w 2018 oraz drugie maksimum w 2015 i 2016 roku i 4-te w 2017). Tylko w tych dwóch uzdrowiskach wyniki modelowania wskazały na przekroczenie rocznego poziomu dopuszczalnego (Swoszowice w 2015 i Goczałkowice-Zdrój w 2018). Wysokie średnie roczne stężenia pyłu PM₁₀ obserwowano również w uzdrowiskach Busko-Zdrój i Inowrocław w latach 2015-2017. W 2018 roku w tych uzdrowiskach wyniki modelowania nie wykazały wysokich stężeń, natomiast wskazały na Rabę-Zdrój oraz Kudowę-Zdrój lokując je wśród 5 najwyższych wartości. Najniższe stężenie średnie roczne w okresie 2015-2017 obserwowano dla uzdrowisk Dąbki i Ustka zaś w roku 2018 dla Kołobrzegu i Augustowa (rys. 5.1 – 5.4).

²⁰ IOŚ-PIB 2019, „Analiza wyników modelowania na potrzeby oceny jakości powietrza w Polsce w roku 2018”, opracowanie wykonane przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, analiza wykonana w ramach zadań ustawowych zapisanych w ustawie - Prawo ochrony środowiska, Warszawa 2019

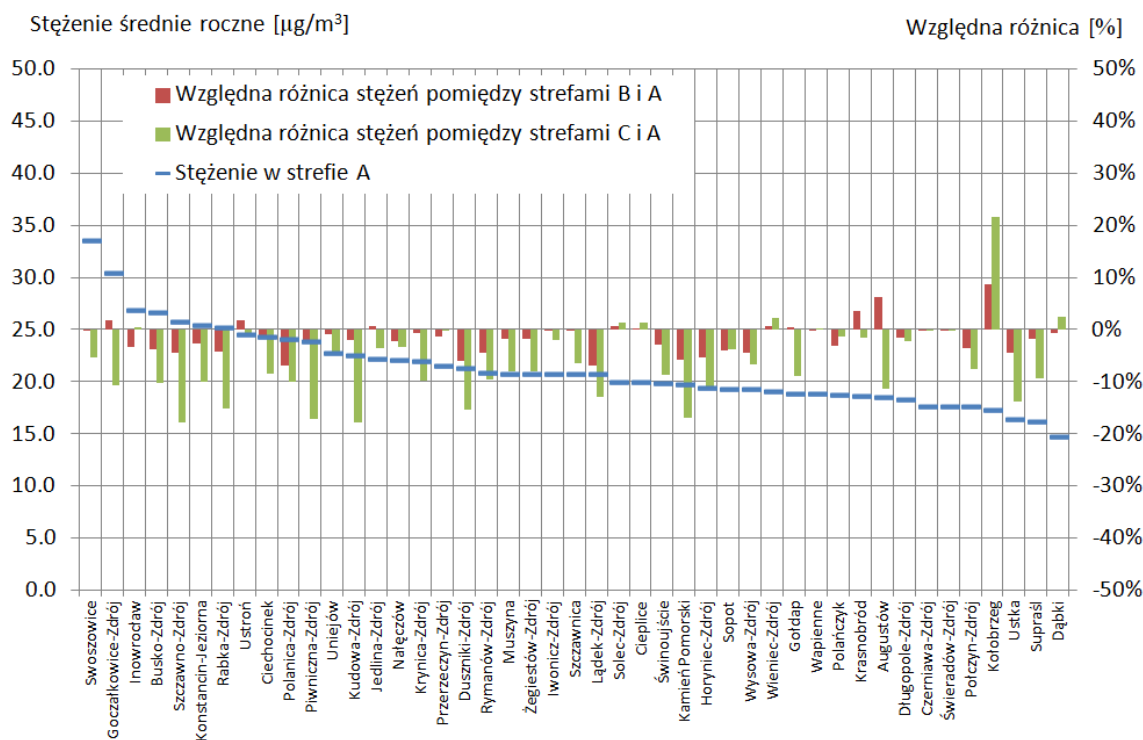
Warto zwrócić uwagę na względne różnice w poziomach stężeń pomiędzy strefami uzdrowiskowymi, które wahają się w zależności od roku od plus do minus kilkudziesięciu procent obserwowanego stężenia w strefie uzdrowiskowej „A” (przeciętnie nie przekroczyły 9%). Tylko dla uzdrowisk Kołobrzeg i Sopot obserwowano w latach 2015-2017 stężenia średnie roczne wyższe w strefie uzdrowiskowej „B” i „C” w stosunku do strefy „A”, co wskazywałoby na poprawne wyznaczenie strefy „A” i najniżej dla niej ryzyko zdrowotne związane z jakością powietrza. Niestety, niemal dla wszystkich pozostałych uzdrowisk, stężenia średnie roczne obserwowane w strefie „A” były wyższe niż w strefach „B” i „C”, co może wskazywać na istotny problem dla kuracjuszy, przebywających głównie w strefie „A”. Przy wykorzystaniu wyników modelowania należy również mieć na uwadze niepewność wyników modelowania, co w praktyce przy poziomie różnic stężeń obserwowanych pomiędzy strefami może mieć istotne znaczenie przy interpretacji wyników.

Wyniki modelowania z roku 2018 w praktyce nie wskazały na znaczące względne różnice (różnice sięgały zaledwie kilku procent) pomiędzy strefami „A”, „B” i „C w żadnym uzdrowisku, co biorąc pod uwagę rolę wyznaczonych stref oraz dopuszczalne na nich usługi, wydaje się mało realne (rys. 5.1 – 5.4).



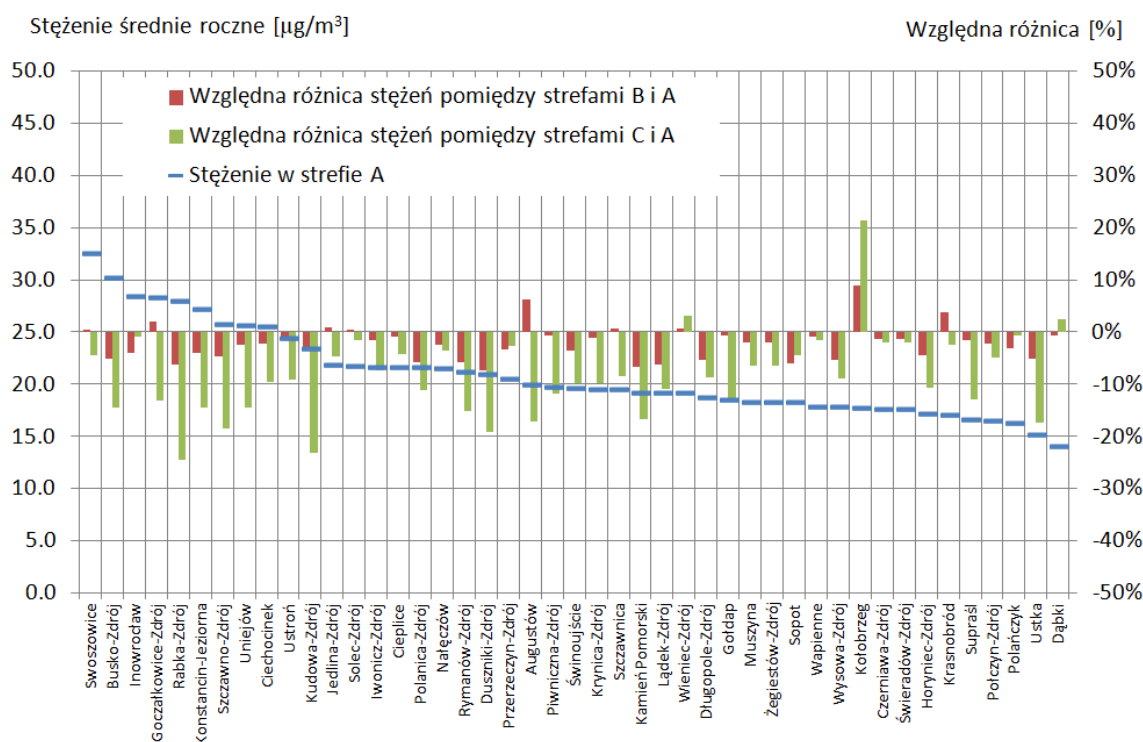
Rysunek 5.1. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2015

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2015



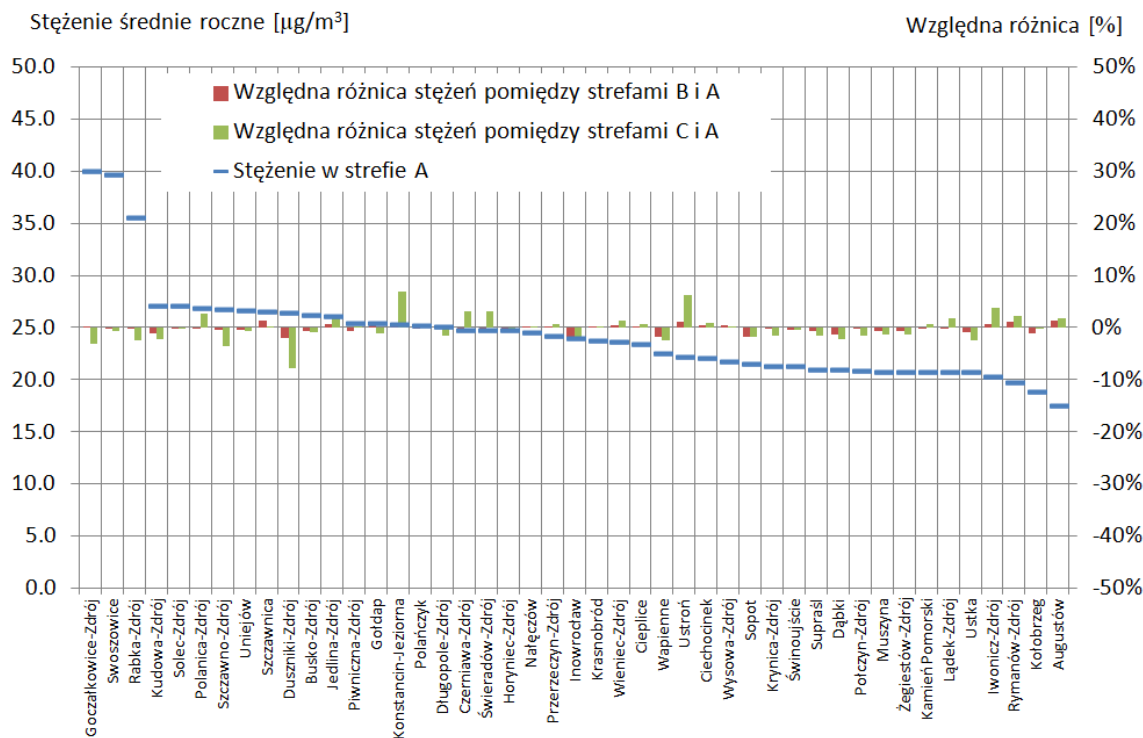
Rysunek 5.2. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2016

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2016



Rysunek 5.3. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2017

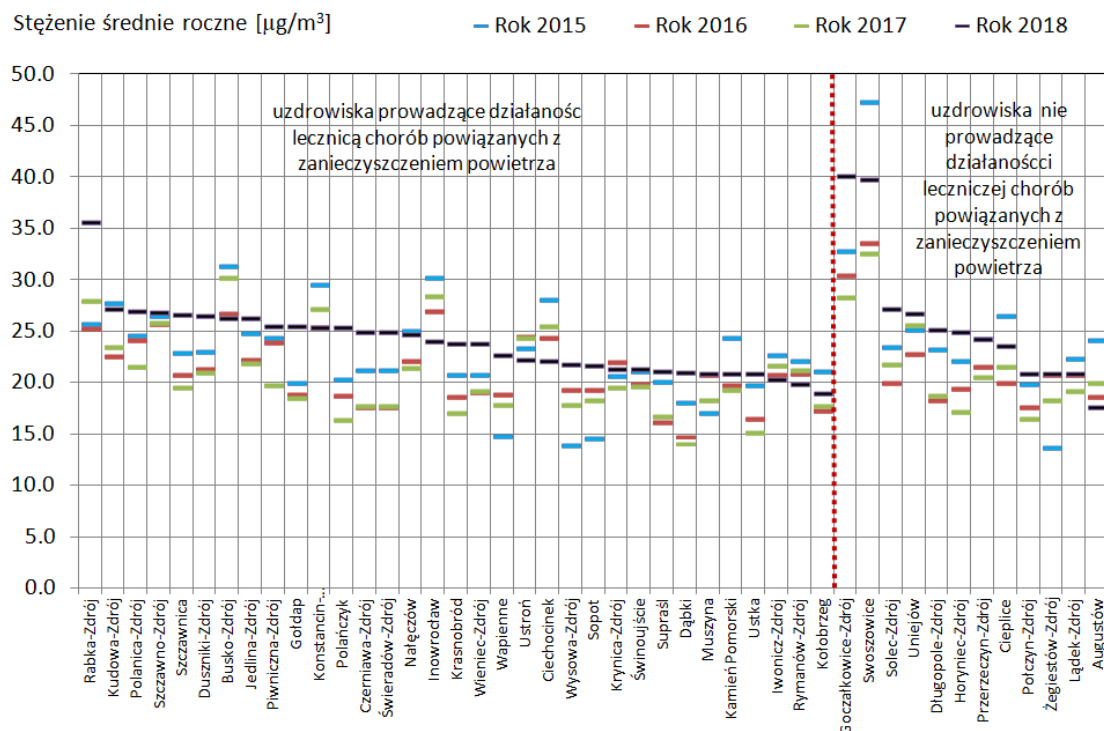
Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2017



Rysunek 5.4. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2018

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2018

Analiza zmian stężeń średnich rocznych pyłu PM10 w uzdrowiskach w latach 2015-2018 nie wykazuje wyraźnych tendencji. Warto jednak zauważyć, że wśród uzdrowisk z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi znalazły się uzdrowiska Goczałkowice-Zdrój czy Swoszowice, które nie prowadzą działalności leczniczej związanej z chorobami układu krążenia oraz oddechowego. Dla uzdrowisk które taką działalność prowadzą, wartości stężeń średnich rocznych pyłu PM10 są zbliżone i poniżej poziomu dopuszczalnego. Na większości obszarów przekraczane są jednak zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia (rys. 5.5).



Rysunek 5.5. Stężenie średnie roczne pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” dla uzdrowisk w latach 2015-2018

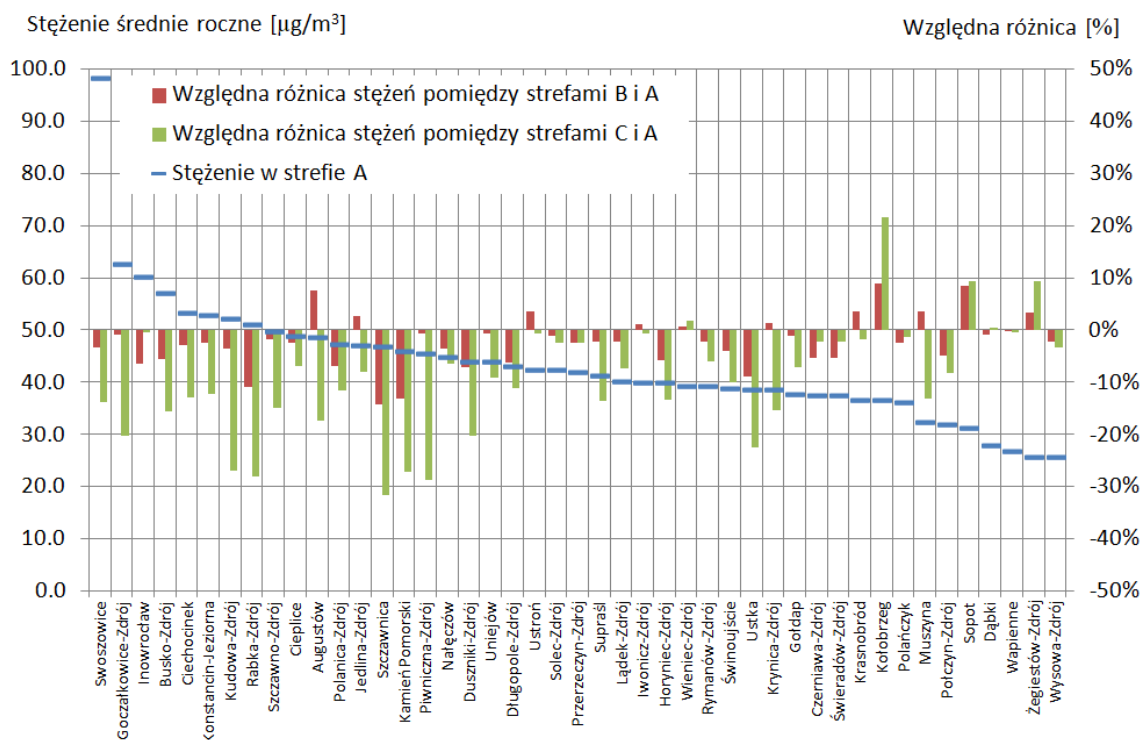
Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla lat 2015 – 2018

5.2. Stężenia pyłu PM10 (36 maksimum dobowe)

Analiza wyników modelowania 36 maksimum dobowego dla obszarów uzdrowisk w latach 2015-2018 w zakresie krótkookresowej ekspozycji na pył PM10 wskazują na podobne zależności jak w przypadku stężeń średnich rocznych pyłu PM10. Najwyższe wartości w strefie „A” obserwowano w uzdrowiskach Swoszowice, Goczałkowice-Zdrój Inowrocław i Busko-Zdrój w całym analizowanym okresie 2015-2018. Przekroczenia dobowych stężeń dopuszczalnych obserwowano również dla uzdrowisk Rabka-Zdrój oraz dodatkowo w 2016 roku dla Ciechocinek, Konstancin-Jeziorna, Kudowa-Zdrój i Szczawno-Zdrój. Różnice pomiędzy strefami uzdrowiskowymi „B” i C” w stosunku do strefy „A” były nieznacznie niższe niż w przypadku stężeń średnich rocznych, wskazując generalnie na wyższe stężenia w strefie „A” (z wyjątkiem Kołobrzegu).

Również w przypadku tego wskaźnika, najniższe stężenie średnie roczne w okresie 2015-2017 obserwowano dla uzdrowisk Dąbki i Ustka zaś w roku 2018 dla Kołobrzegu i Augustowa (rys. 5.6 - 5.9).

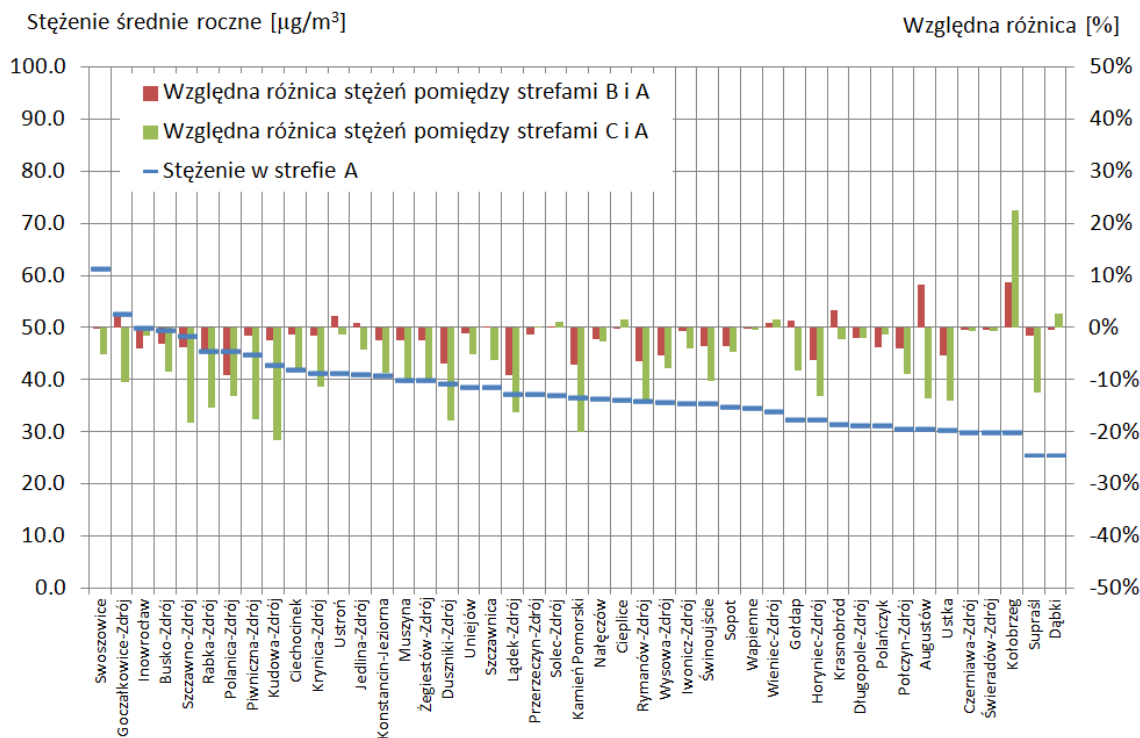
Różnice w poziomach stężeń 36 maksimum dobowego pyłu PM₁₀ pomiędzy strefami uzdrowiskowymi wahały się w zależności od roku od plus do minus kilkunastu procent obserwowanego stężenia w strefie uzdrowiskowej „A” i są nieznacznie wyższe niż w przypadku stężeń średnich rocznych. W praktyce tylko dla uzdrowiska w Kołobrzegu obserwowano w latach 2015-2017 stężenia średnie roczne wyższe w strefie uzdrowiskowej „B” i „C” w stosunku do strefy „A”. Wyniki modelowania dla roku 2018 wskazały na taką prawidłowość dla Szczawnicy, Konstancina-Jeziorna oraz Ustronia i Łądko-Zdroju.



Rysunek 5.6. Stężenie 36tgo maksimum dobowego pyłu PM₁₀ w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2015

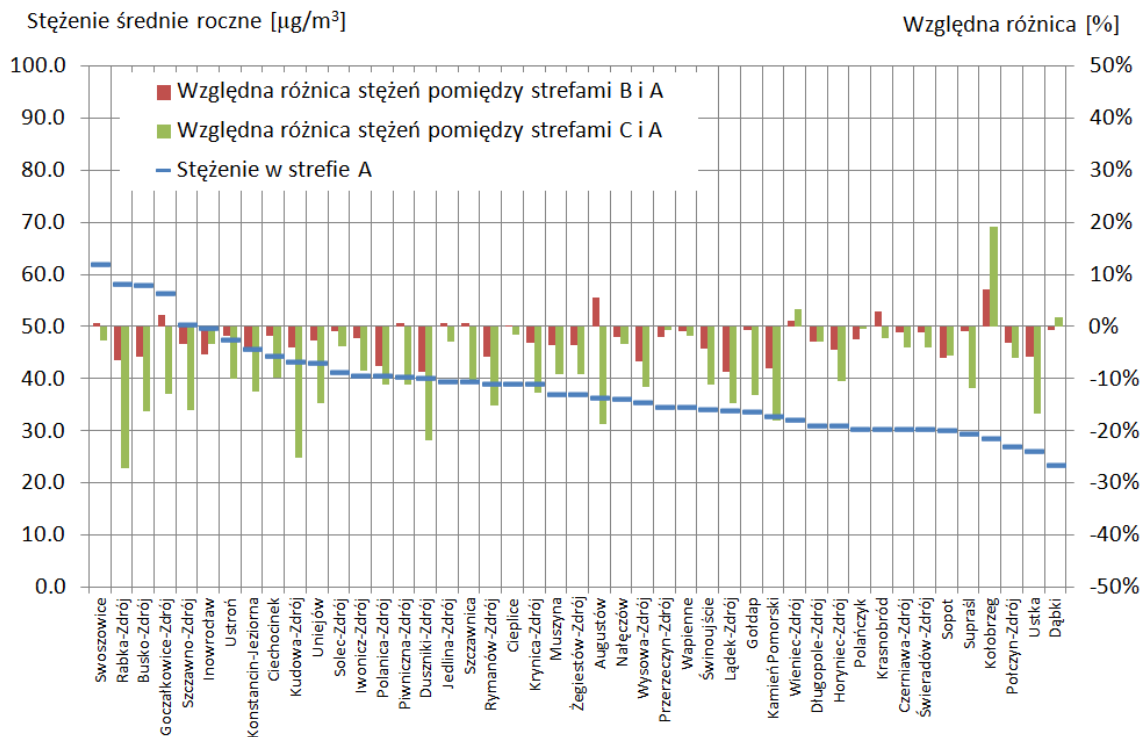
Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2015

W stosunku do poprzednich lat, wyniki modelowania z roku 2018 również w tym przypadku nie wskazały na istotne różnice pomiędzy strefami „A”, „B” i „C” w żadnym uzdrowisku (średnio wyniosły od -0,1 do +0,4%) - rys.5.6 - 5.9



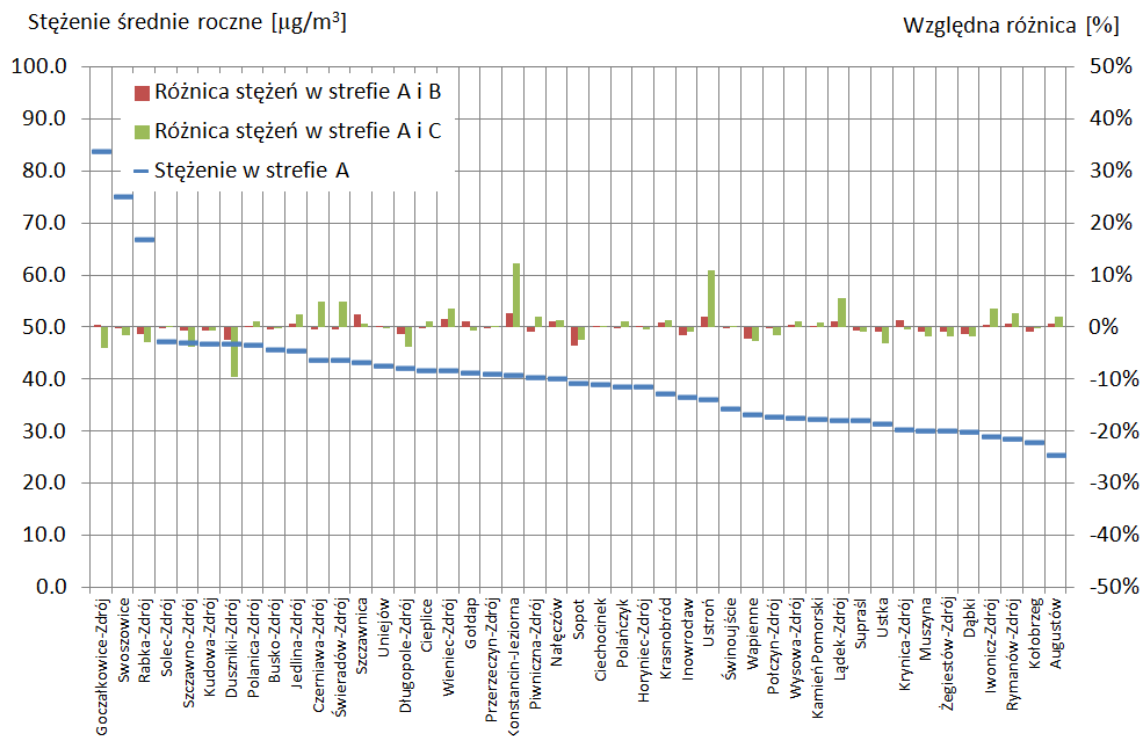
Rysunek 5.7. Stężenie 36tgo maksimum dobowego pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2016

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2016



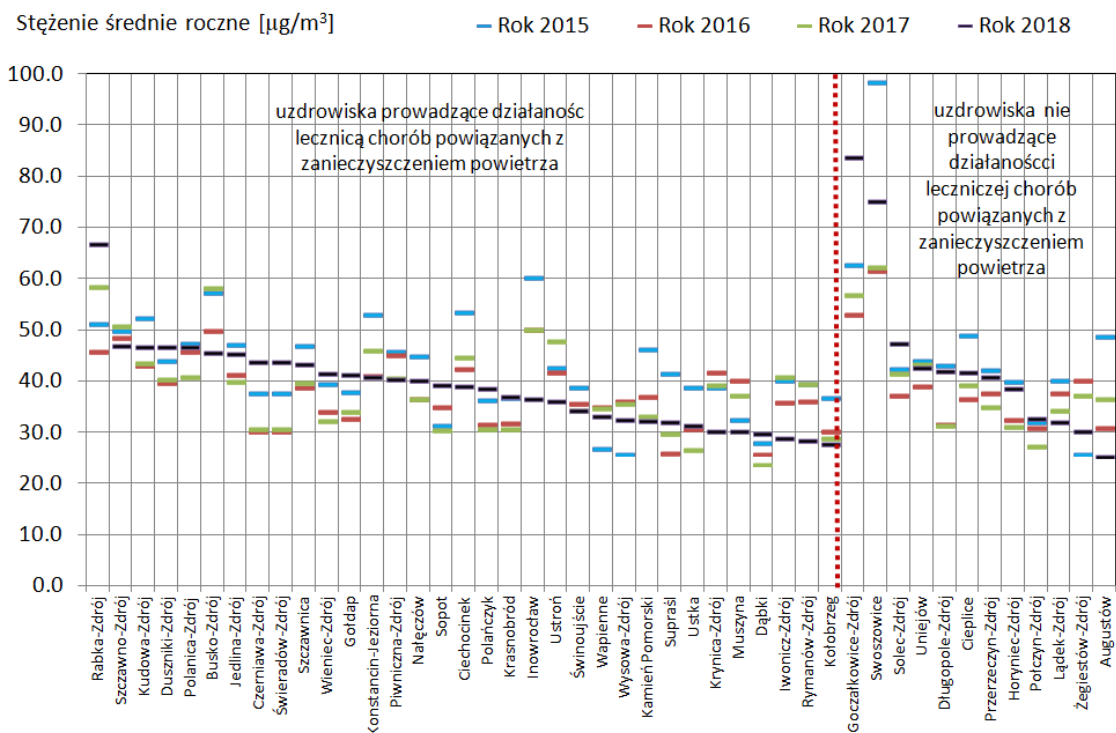
Rysunek 5.8. Stężenie 36tgo maksimum dobowego pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2017

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2017



Rysunek 5.9. Stężenie 36tgo maksimum dobowego pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2018

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2018



Rysunek 5.10. Stężenie 36tgo maksimum dobowego pyłu PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” dla uzdrowisk w latach 2015-2018

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla lat 2015 - 2018

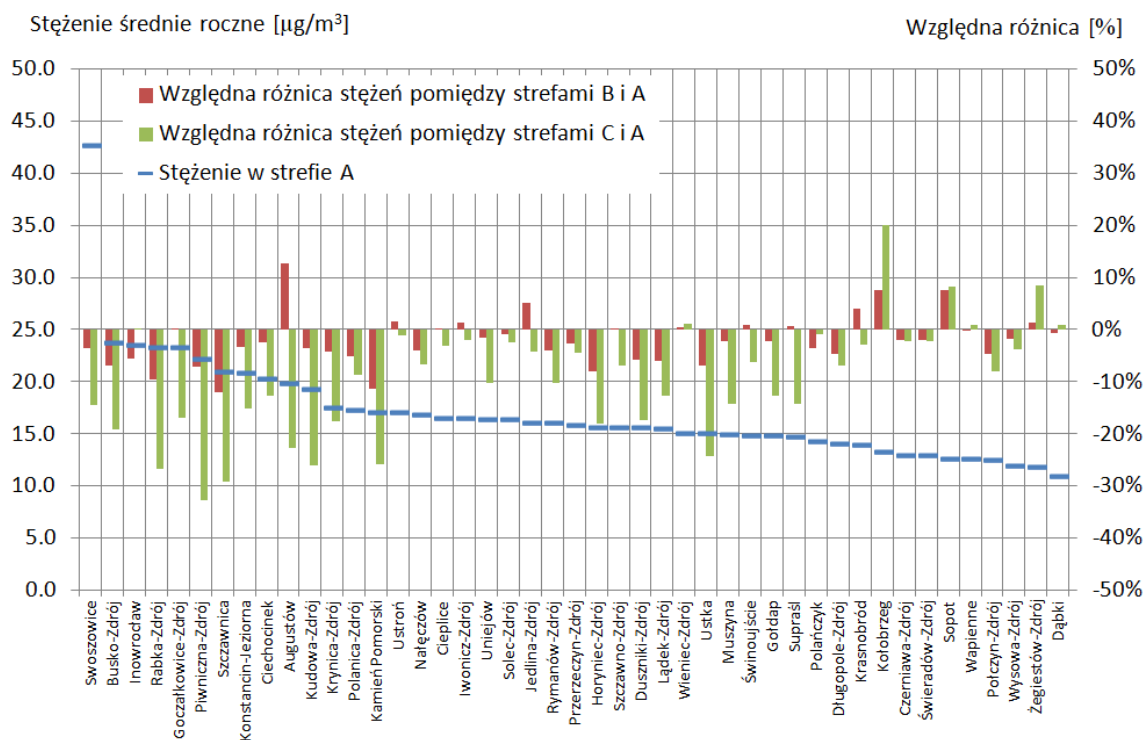
Również dla stężeń 36 maksimum dobowego pyłu PM10 w uzdrowiskach w latach 2015-2018 wyniki nie wskazują na żadne tendencje zmian.

Dla stężeń dobowych wyraźnie wyższe wartości dla całego rozważanego okresu 2015-2018 obserwuje się dla uzdrowisk Goczałkowice-Zdrój i Swoszowice, które nie prowadzą działalności leczniczej związanej z chorobami układu krążenia oraz oddechowego. Dla pozostałych wszystkich uzdrowisk bez względu prowadzoną działalność leczniczą, wartości 36 maksimum zawierają się w granicach 30-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (rys. 5.10).

5.3. Stężenia pyłu PM2,5 (średnie roczne)

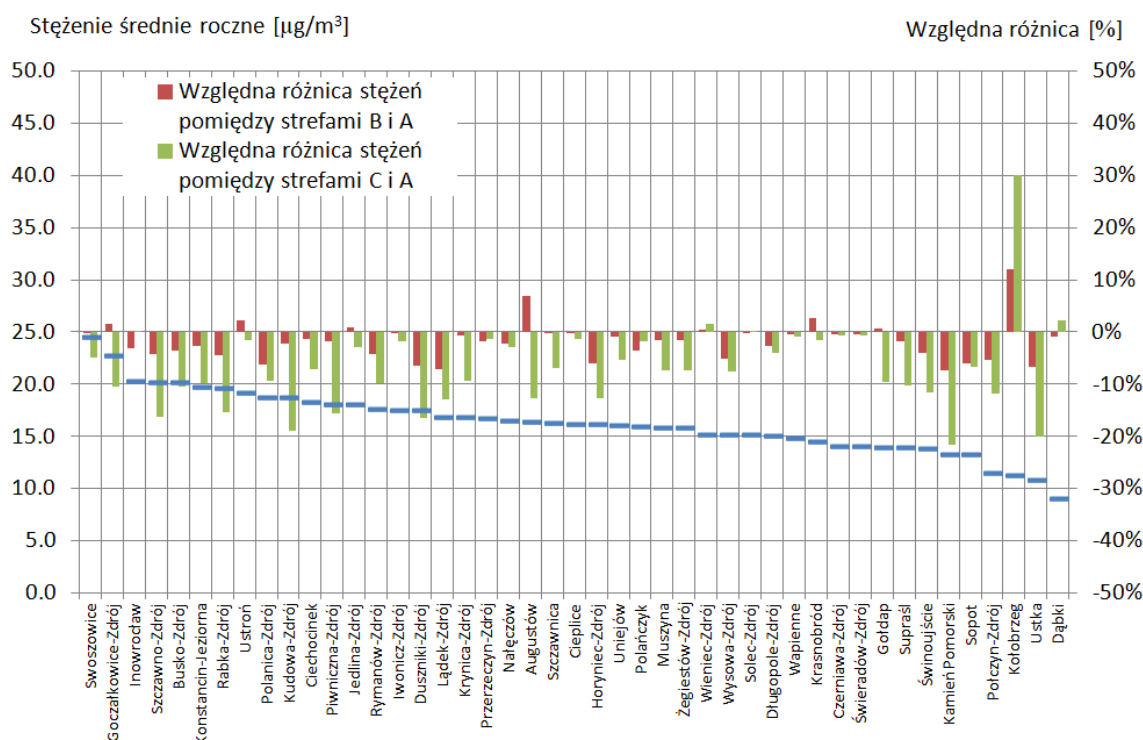
Wyniki modelowania zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM2,5 w latach 2015-2018, wyglądają podobnie jak te dla pyłu zawieszonego PM10. Na obszarach wszystkich uzdrowisk przekraczane są zalecenia Światowej Organizacji Zdrowia określone dla pyłu PM2,5. Co więcej, stężenie średnie roczne pokazuje wyższe stężenia w strefie „A” dla wszystkich uzdrowisk z wyjątkiem Kołobrzegu. Wyniki modelowania dla roku 2018 wskazują tę zależność dla uzdrowiska Konstancin- Jeziorna oraz Wieniec-Zdrój. Podobnie jak w przypadku pyłu PM10, najwyższe stężenia średnie roczne pyłu PM2,5 uzyskano dla uzdrowiska Swoszowice (dla całego analizowanego okresu 2015-2018). Wysokie stężenia uzyskano również dla uzdrowiska Busko-Zdrój, Inowrocław, Goczałkowice-Zdrój i Rabka-Zdrój.

Najniższe stężenie średnie roczne pyłu PM2,5 w okresie 2015-2018 obserwowano dla uzdrowisk Dąbki (lata 2015-2017) oraz Gołdap (2018) (rys. 5.11 - 5.14).



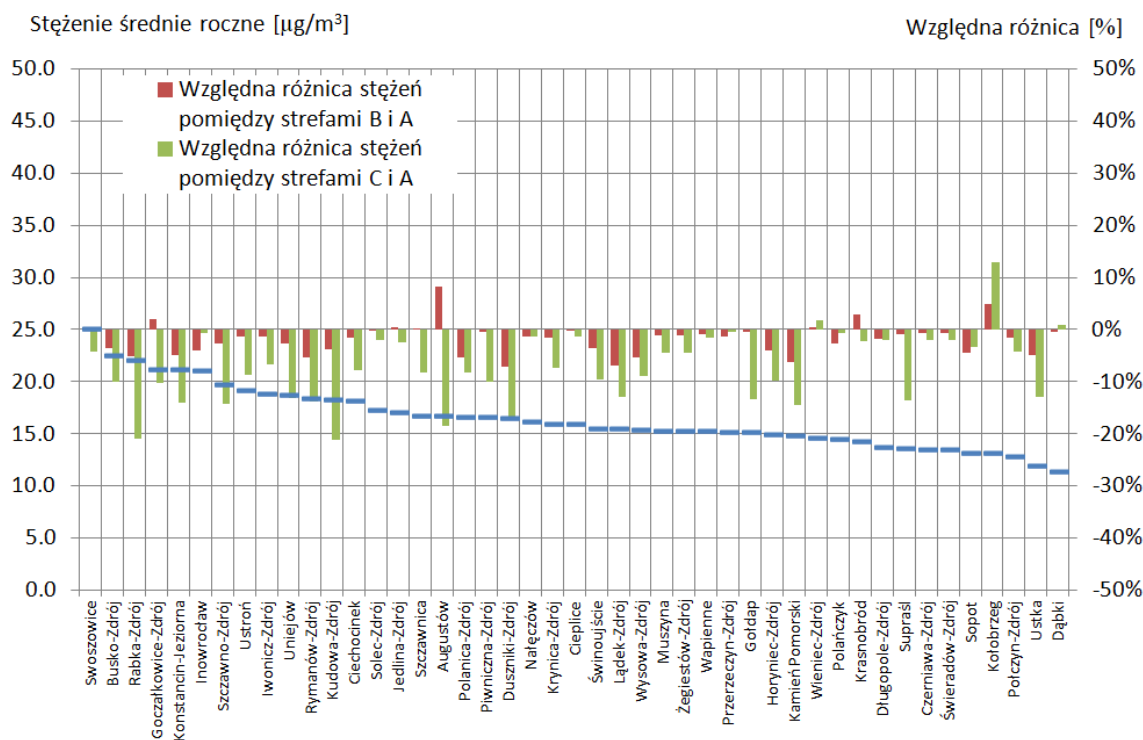
Rysunek 5.11. Stężenie średnie roczne pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2015

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2015



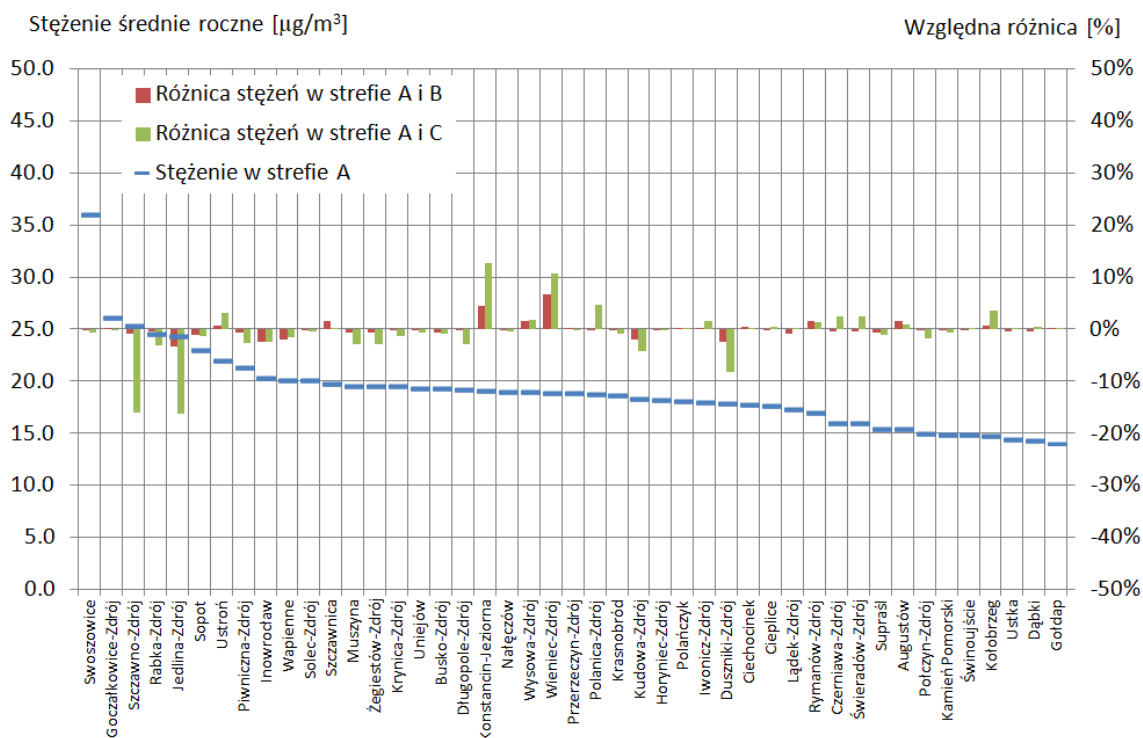
Rysunek 5.12. Stężenie średnie roczne pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2016

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2016



Rysunek 5.13. Stężenie średnie roczne pyłu PM_{2,5} w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2017

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2017

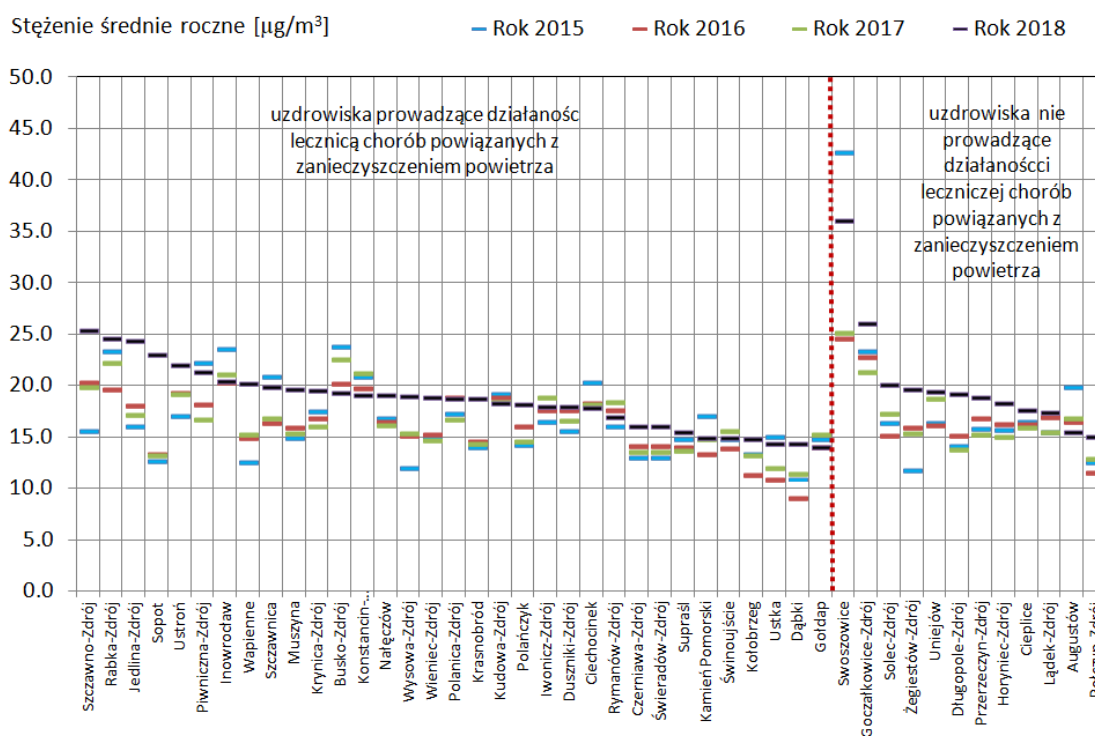


Rysunek 5.14. Stężenie średnie roczne pyłu PM_{2,5} w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2018

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2018

Różnice w poziomach stężeń pomiędzy strefami uzdrowiskowymi zawierają się dla analizowanego okresu od +12 do -33%. w zależności od roku. Podobnie jak dla wcześniej omawianych wskaźników jakości powietrza dla pyłu PM₁₀, wyniki modelowania z roku 2018 w praktyce nie wskazały na aż tak istotne jak w przypadku lat poprzednich różnice pomiędzy strefą „A” oraz strefami „B” i „C”. Wyjątek stanowiły Szczawno-Zdrój, Jędrzejka-Zdrój oraz Konstancin-Jeziorna i Wieniec-Zdrój (rys. 5.11 - 5.14).

Podobnie jak dla pyłu PM₁₀. analiza zmian stężeń średnich rocznych pyłu PM_{2,5} w uzdrowiskach w latach 2015-2018 nie wykazuje wyraźnych tendencji. Dla tego zanieczyszczenia, wśród uzdrowisk ze stężeniem średnim rocznym PM_{2,5} wyraźnie odbiegającym od pozostałych uzdrowisk znalazły się Swoszowice. To uzdrowisko nie prowadzi działalności leczniczej związanej z chorobami układu krążenia oraz oddechowego, stąd ryzyko dla grupy wrażliwej jakim są kuracjusze cierpiący na te choroby nie dotyczy tego obszaru. Nie oznacza to jednak braku ryzyka dla zdrowia mieszkańców uzdrowiska (rys. 5.15).



Rysunek 5.15. Stężenie średnie roczne pyłu PM_{2,5} w strefach uzdrowiskowych „A” dla uzdrowisk w latach 2015-2018

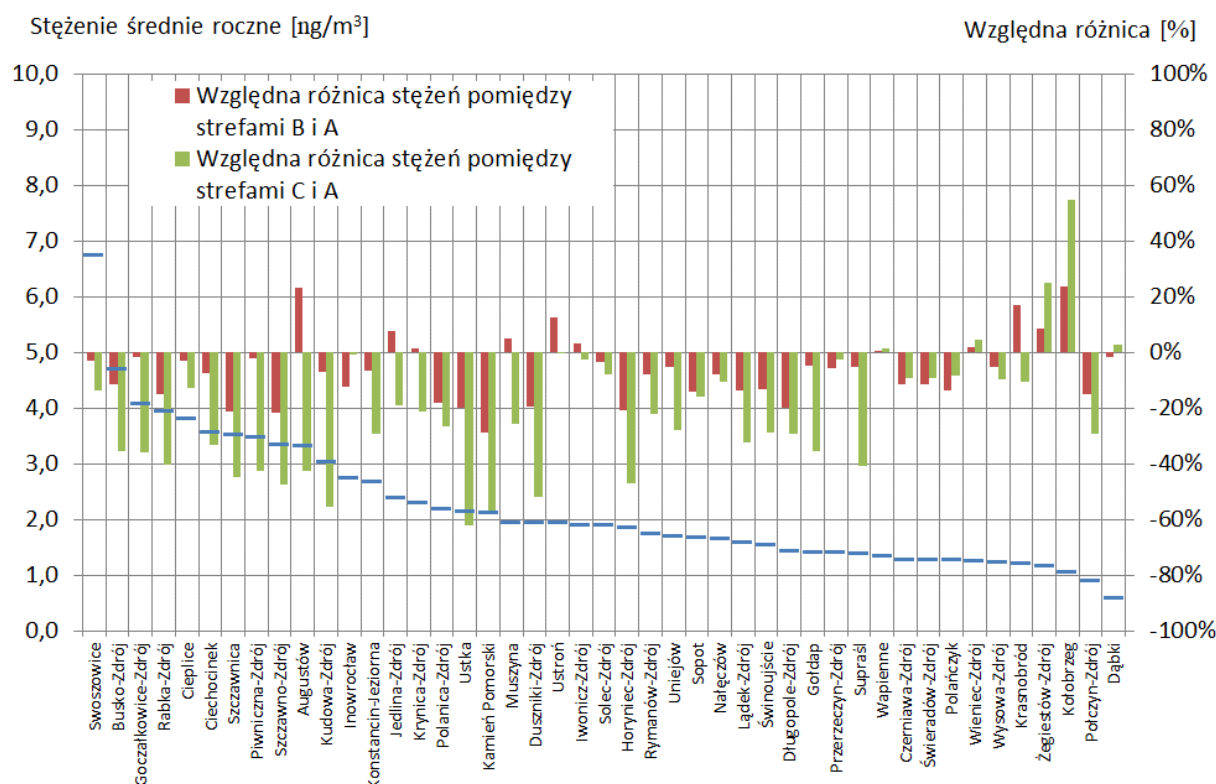
Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla lat 2015 - 2018

5.4. Stężenia benzo(a)pirenu (średnie roczne)

W analizowanym okresie 2015-2017, niemal na obszarze każdego uzdrowiska zaobserwowano przekroczenie poziomu docelowego. Wyjątek stanowiły uzdrowiska Połczyn-Zdrój (2015), Dąbki (2015, 2016, 2017), Supraśl (2016), Czarniawa-Zdrój (2016, 2017) i Świeradów-Zdrój (2016, 2017). Wyniki modelowania dla roku 2018 pokazują, że jedynym uzdrowiskiem gdzie nie zanotowano przekroczenia było uzdrowisko Gołdap (rys. 5.16 - 5.19). Zdecydowanie najwyższe różnice pomiędzy uzdrowiskami wykazują wyniki modelowania zanieczyszczenia powietrza benzo(a)piranem zawartym w pyłe zawieszonym PM₁₀ niż dla omawianych wcześniej zanieczyszczeń pyłem PN₁₀ i PM_{2,5}.

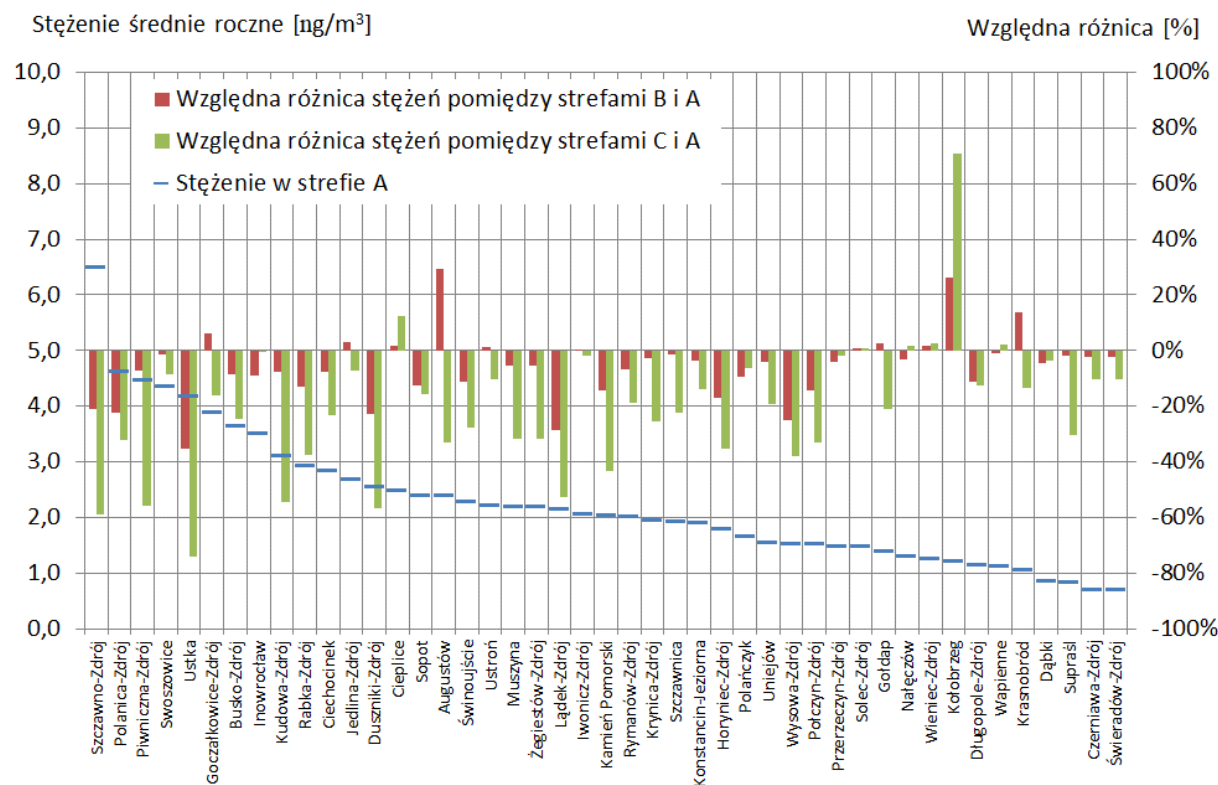
W przypadku porównania wartości średnich rocznych B(a)P w strefach uzdrowiskowych, wyniki wskazują na niższe stężenia w strefie „A” niż w obu pozostałych strefach „B” i „C” dla uzdrowisk Kołobrzeg (2015, 2016, 2017, 2018), Żegiestów-Zdrój (2015) oraz Jedlina-Zdrój, Ustroń, Przerzeczn-Zdrój, Sopot, Szczawnica, Ciechocinek, Augustów, Wysowa-Zdrój, Rymanów-Zdrój i Gołdap (wszystkie 2018).

W zależności od roku, najwyższe stężenia B(a)P wystąpiły w uzdrowiskach Swoszowice, Busko-Zdrój, Goczałkowice-Zdrój, Szczawn-Zdrój, Polanica-Zdrój, Piwniczna-Zdrój, Ustka, Rabka-Zdrój, Kudowa-Zdrój, Inowrocław, Duszniki-Zdrój i Polanica-Zdrój (powyżej 4 ng/m³) - rys. 5.16 - 5.19.



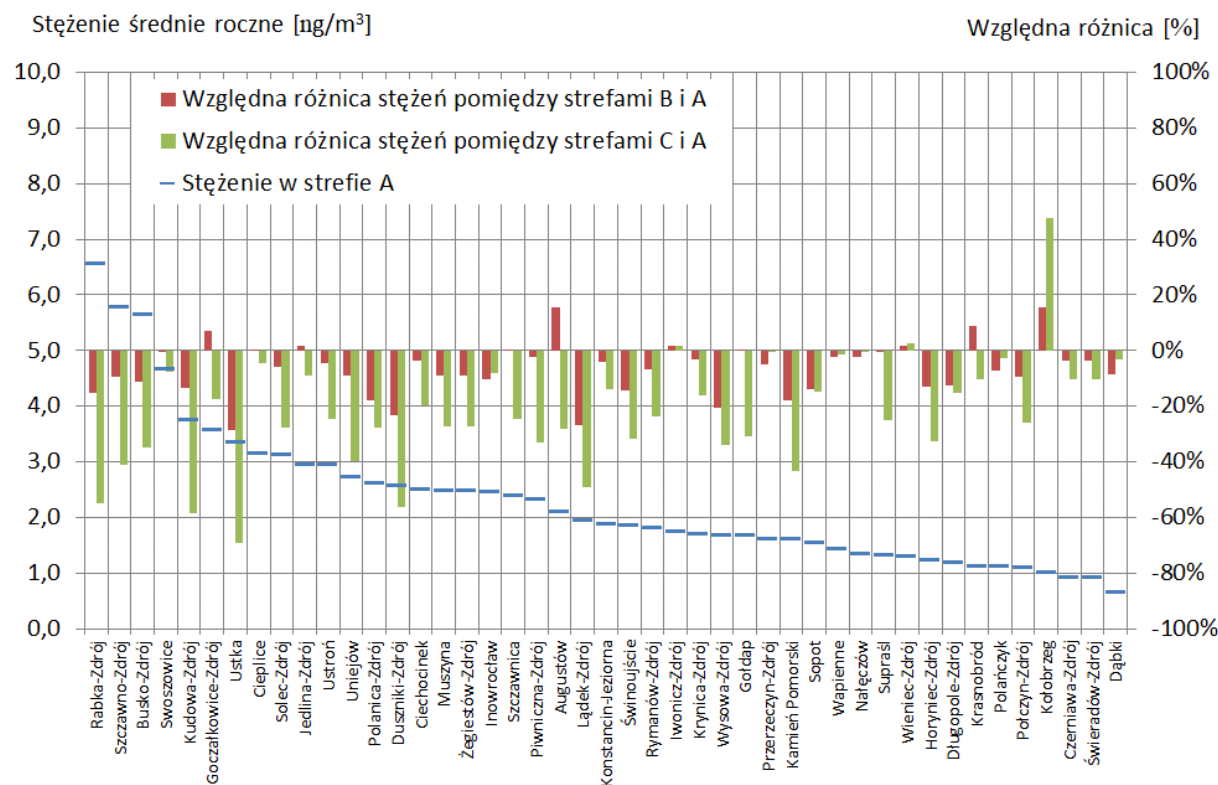
Rysunek 5.16. Stężenie średnie roczne benzo(a)pirenu zawartego w pyłe PM₁₀ w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2015

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2015



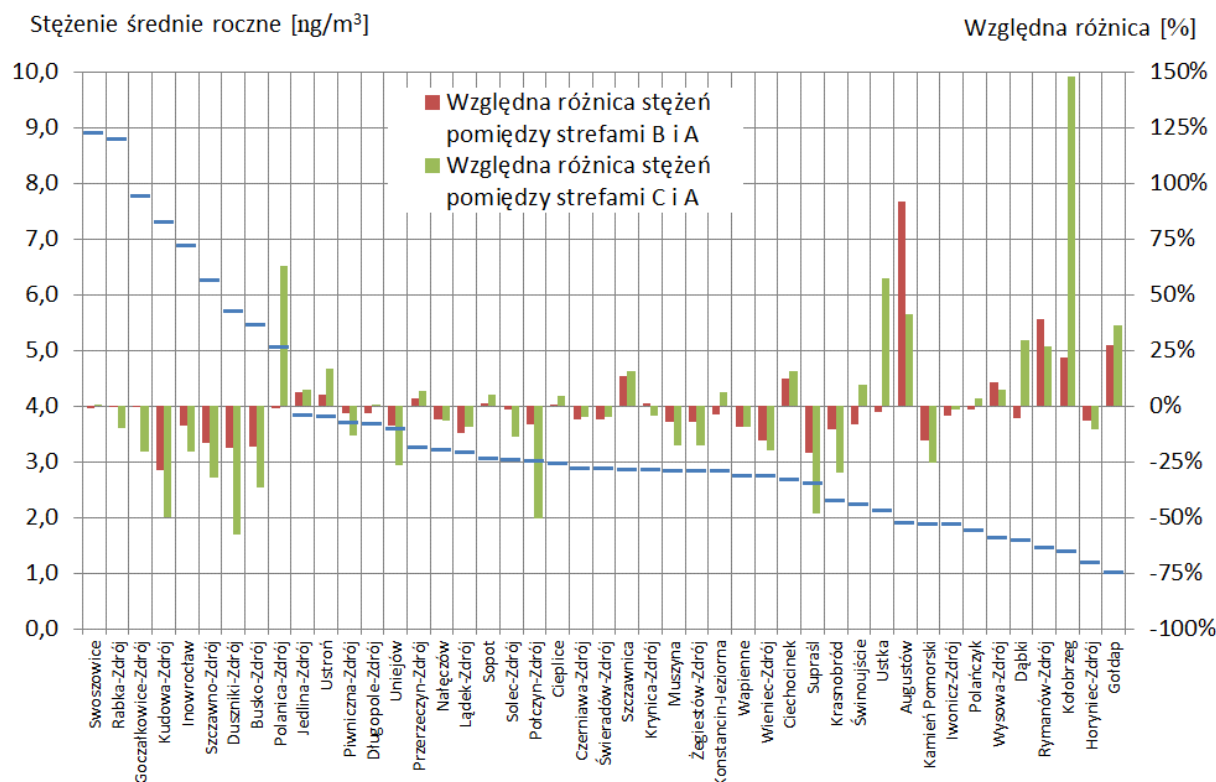
Rysunek 5.17. Stężenie średnie roczne benzo(a)pirenu zawartego w pyłe PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2016

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2016



Rysunek 5.18. Stężenie średnie roczne benzo(a)pirenu zawartego w pyłe PM10 w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2017

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2017



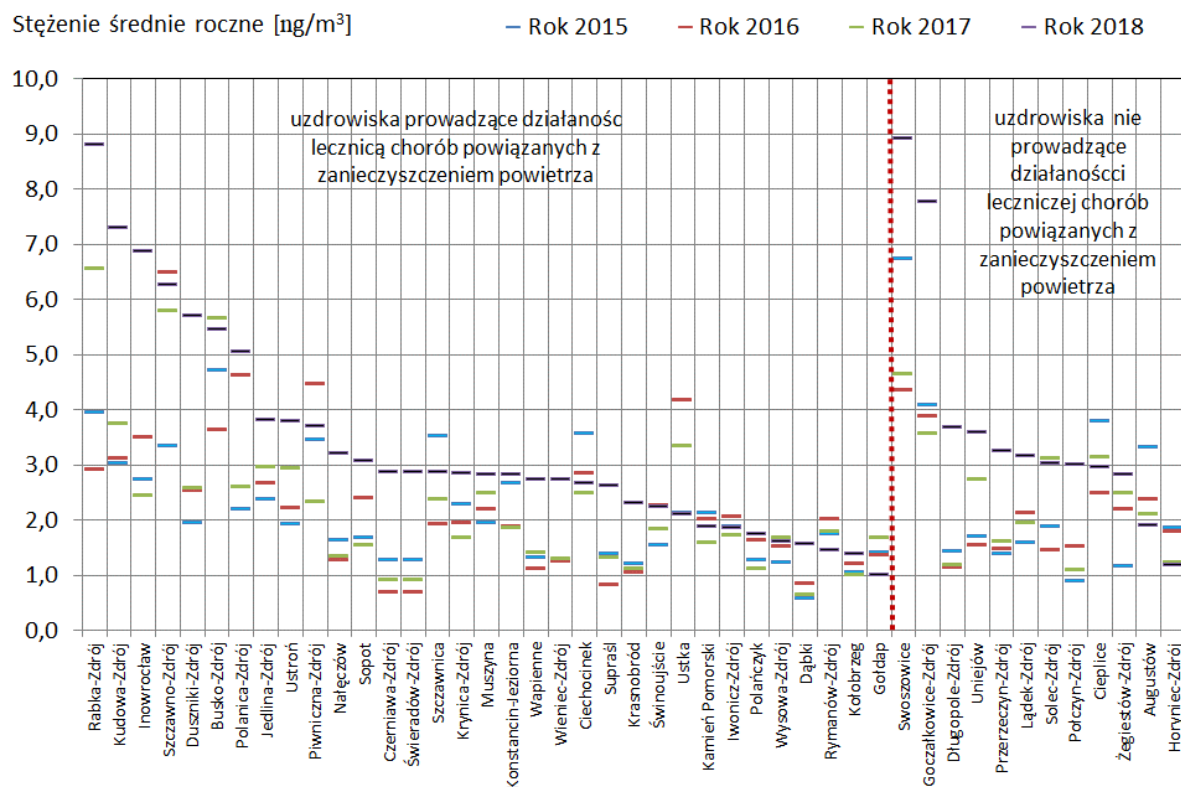
Rysunek 5.19. Stężenie średnie roczne benzo(a)pirenu zawartego w pyłe PM₁₀ w strefach uzdrowiskowych „A” na tle względnych różnic pomiędzy strefami „A” oraz „B” i „C” dla uzdrowisk w roku 2018

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla roku 2018

Dla oznaczanego w pyłe B(a)P różnice w poziomach stężeń pomiędzy strefami uzdrowiskowymi są najwyższe i zawierają się dla analizowanego okresu w granicach od +148 do -75%. w zależności od roku. Różnice te są znaczące ze względu na rok modelowania (zastosowany model) - rys. 5.16 - 5.19.

Analiza zmienności stężeń rocznych B(a)P w analizowanym okresie 2015-2018 wykazuje znaczne różnice w wysokości stężeń pomiędzy uzdrowiskami w latach. Zauważalne nieznaczne tendencje spadkowe stężeń B(a)P w latach 2015-2017 zostały zatrzymane znacznymi wzrostami w roku 2018 (rys. 5.20). Na taki stan rzeczy mogły mieć nie faktyczne zmiany obserwowanych poziomów w powietrzu, a zastosowanie innego modelu do analiz jakości powietrza niż w okresie 2015-2017, na co wskazują wyniki pomiarów w wybranych uzdrowiskach omówione we wcześniejszych rozdziałach.

Na uwagę zasługuje fakt wysokich stężeń B(a)P w uzdrowiskach prowadzących leczenie w zakresie chorób związanych z zanieczyszczeniem powietrza atmosferycznego.



Rysunek 5.20. Stężenie średnie roczne benzo(a)pirenu zawartego w pyłe PM₁₀ w strefach uzdrowiskowych „A” dla uzdrowisk w latach 2015-2018

Źródło danych: wyniki modelowania matematycznego dla lat 2015 – 2018

6. Obszary przekroczeń wartości kryterialnych w uzdrowiskach

Jednym z celów wykonywania przez Inspekcję Ochrony Środowiska rocznych ocen jakości powietrza, obok dokonania klasyfikacji stref uwzględniającej kryteria dotrzymania norm obowiązujących dla stężenia poszczególnych ocenianych zanieczyszczeń, jest oszacowanie zasięgu obszarów na których wystąpiło przekroczenie tych norm. Na potrzeby tych analiz wykorzystuje się wyniki pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska wraz z dostępnymi informacjami na temat reprezentatywności stanowisk pomiarowych, rezultaty matematycznego modelowania pokazujące przestrzenny rozkład wartości stężenia substancji w powietrzu, jak również uzupełniające metody tzw. obiektywnego szacowania. Mogą być one oparte np. na wykorzystaniu technik geostatystycznych, analizie rozkładu i aktywności źródeł emisji czy informacji o zagospodarowaniu terenu i warunkach topograficznych.

W ramach analiz wykonanych na potrzeby niniejszego raportu uwzględniono obszary przekroczeń oszacowane w ramach ocen jakości powietrza za lata 2015 – 2018. Od 2015 roku na potrzeby ocen wykonywane jest centralnie modelowanie matematyczne dla terytorium całego kraju, co pozwalało na zachowanie jednorodności danych dostępnych dla różnych regionów. Zestawiono przypadki, w których oszacowany przez Inspekcję Ochrony Środowiska obszar przekroczenia obejmował – w całości lub nawet drobnej części – obszar uzdrowiska. Wzięto pod uwagę całe terytoria uzdrowisk, zawierające łącznie strefy A, B i C. Ze względu na pokrywanie się obszarów stref C dla części uzdrowisk (np. Świeradów Zdrój i Czerniawa Zdrój), zostały one uwzględnione w analizach łącznie.

W tabelach zasygnalizowano na terenie uzdrowiska wystąpienie obszaru przekroczenia normy stężenia jednego z zanieczyszczeń: pyłu PM₁₀, PM_{2,5} oraz benzo(a)pirenu w poszczególnych latach. Zawarte są w nich tylko te uzdrowiska, na których przynajmniej w jednym analizowanym roku oszacowano przekroczenie. W podsumowaniu tabel znajduje się liczba uzdrowisk z przekroczeniem oraz ich procentowy udział w ogólnej liczbie uzdrowisk.

Dla każdego z rozpatrywanych zanieczyszczeń zaprezentowano rysunki ilustrujące przykłady charakterystycznych sytuacji zasięgu obszaru przekroczenia w uzdrowiskach.

Interpretując przedstawione zestawienia oraz ilustracje należy mieć na uwadze, iż metoda modelowania, która była najczęściej wykorzystywana na potrzeby oszacowania zasięgu obszarów przekroczeń, może charakteryzować się stosunkowo dużą niepewnością, uzależnioną od wielu czynników. Dopuszczalny błąd rezultatów modelowania (względem wyników pomiarów referencyjnych) określonych w prawie krajowym i europejskim wynosi 50%. Z tego względu określone przy ich użyciu, w ramach ocen rocznych, obszary przekroczeń należy traktować szacunkowo, jako wskazanie rejonów, w których należy przede wszystkim prowadzić działania zmierzające do poprawy jakości powietrza.

6.1. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego pyłu PM10

Analizując obszary przekroczeń kryteriów określonych dla pyłu zawieszonego PM10 na terenie uzdrowisk w Polsce, należy stwierdzić, iż problem ten dotyczy w szczególności normy ustanowionej dla stężenia średniego dobowego. W latach 2015 – 2018 przekroczenie dla tego parametru wystąpiło (zostało oszacowane) na obszarze od 9 (lata 2016 i 2017) do 14 (rok 2015) uzdrowisk, co stanowi od ok. 21% do 33% ogólnej ich liczby (tab. 6.1). Sytuacje te stwierdzono przede wszystkim w uzdrowiskach położonych w południowej części kraju, np. w województwie dolnośląskim, małopolskim i śląskim.

Wystąpienie obszarów przekroczeń dla średniego rocznego stężenia pyłu PM10 dotyczyło tylko dwóch uzdrowisk: Swoszowic oraz Goczałkowic – Zdroju.

Tabela 6.1. Zestawienie uzdrowisk na terenie których określono obszar przekroczenia poziomu dopuszczalnego pyłu PM10

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

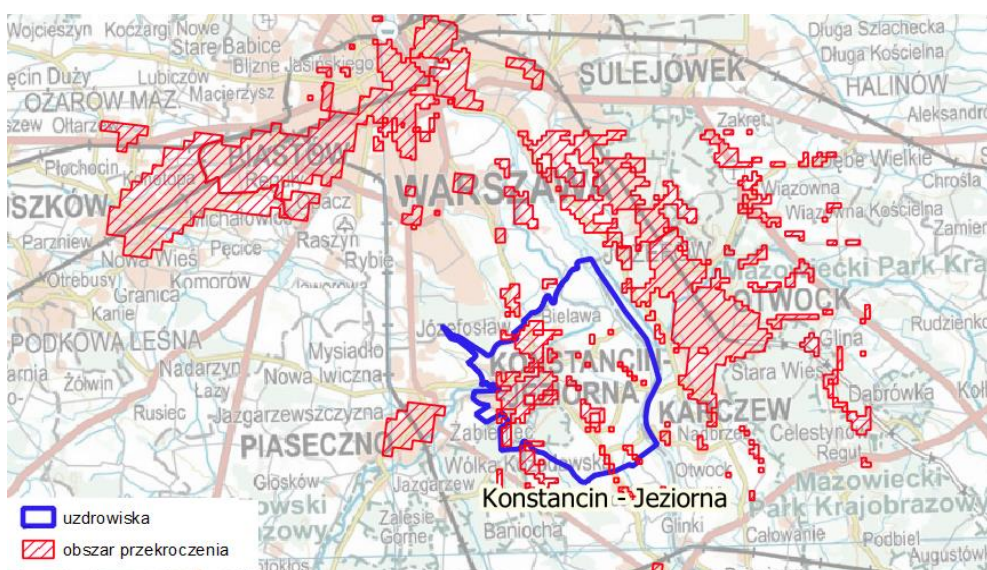
Województwo	Uzdrowisko	PM10 - Średnia 24-godzinna				PM10 - Średnia roczna			
		2015	2016	2017	2018	2015	2016	2017	2018
dolnośląskie	Cieplice Śląskie-Zdrój	X	X	X					
dolnośląskie	Polanica-Zdrój	X							
dolnośląskie	Szczawno-Zdrój	X		X	X				
kujawsko-pomorskie	Ciechocinek	X			X				
kujawsko-pomorskie	Inowrocław	X	X	X	X				
łódzkie	Uniejów				X				
małopolskie	Krynica-Zdrój	X							
małopolskie	Muszyna, Żegiestów Zdrój		X						
małopolskie	Piwniczna-Zdrój	X							
małopolskie	Rabka-Zdrój	X	X	X	X				
małopolskie	Swoszowice	X	X	X	X	X			X
małopolskie	Szczawnica	X							
mazowieckie	Konstancin-Jeziorna		X	X	X				
pomorskie	Ustka	X							
śląskie	Goczałkowice-Zdrój	X	X	X	X	X			X
śląskie	Ustroń	X		X					
świętokrzyskie	Busko-Zdrój	X	X	X	X				
warmińsko-mazurskie	Gołdap		X		X				
Liczba uzdrowisk objętych obszarem przekroczenia		14	9	9	10	2	0	0	2
% uzdrowisk objętych obszarem przekroczenia		33%	21%	21%	23%	5%	0%	0%	5%

Obszar przekroczenia oszacowany dla średnich dobowych stężeń PM10 często obejmował jedynie niewielkie części uzdrowisk, co wynikało np. z charakteru użytkowania określonego terenu (w tym obecności źródeł tzw. niskiej emisji związanej z sektorem komunalno-bytowym), oddziaływania pobliskiego większego ośrodka miejskiego (napływ zanieczyszczeń), jak i układu komunikacyjnego – dróg o dużym natężeniu ruchu (rys. 6.1 – 6.2).



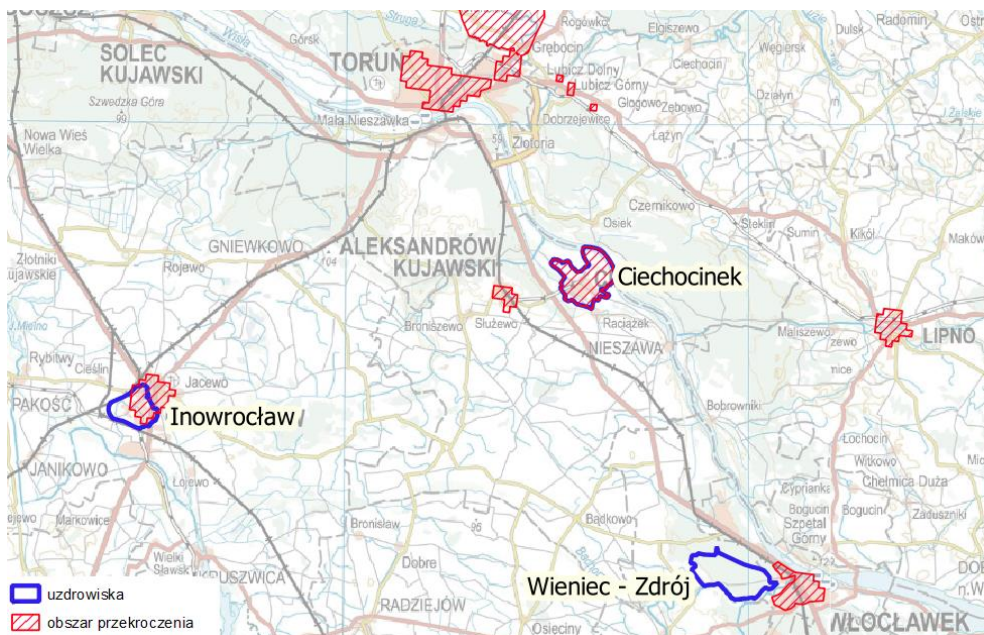
Rysunek 6.1. Przykładowe obszary przekroczeń oszacowane dla uzdrowisk: Cieplice Śląskie – Zdrój i Szczawno – Zdrój, pył PM₁₀, średnia 24-godzinna, rok 2015

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



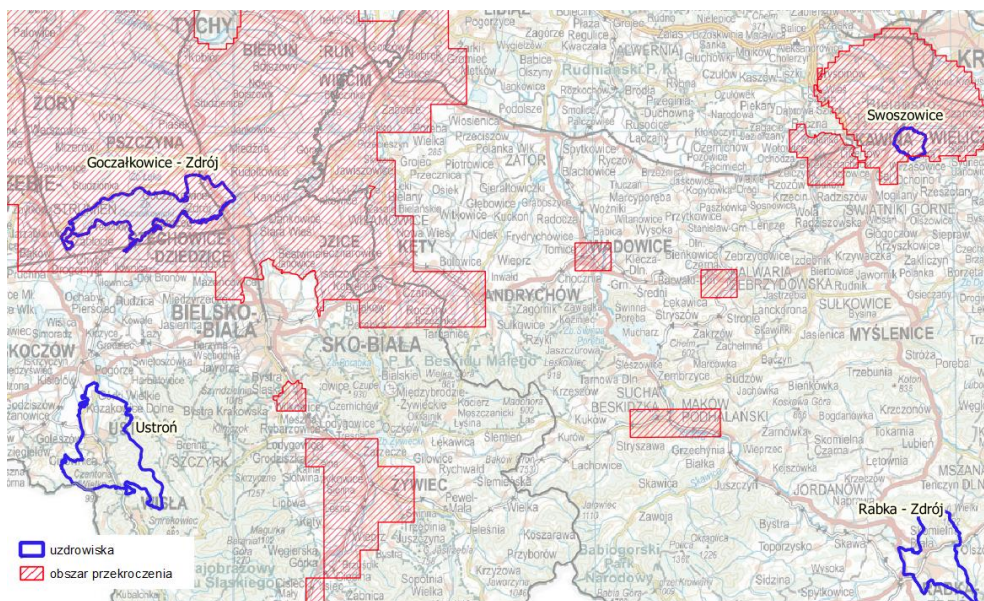
Rysunek 6.2. Przykładowe obszary przekroczeń oszacowane dla uzdrowiska Konstancin - Jeziorna, pył PM₁₀, średnia 24-godzinna, rok 2016

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



Rysunek 6.3. Przykładowe obszary przekroczeń oszacowane dla uzdrowisk: Inowrocław, Ciechocinek, pył PM10, średnia 24-godzinna, rok 2018

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



Rysunek 6.4. Przykładowe obszary przekroczeń oszacowane dla uzdrowisk: Goczałkowice - Zdrój, Swoszowice, pył PM10, średnia roczna, rok 2018

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

Zasięg wspomnianych przekroczeń dla wartości średniego rocznego stężenia pyłu PM10 w roku 2018 w Goczałkowicach – Zdroju oraz Swoszowicach oszacowano jako obejmujący całe obszary tych uzdrowisk (rys. 6.4.). Jest to charakterystyczne tylko dla tych dwóch

uzdrowisk, na co może mieć wpływ sąsiedztwo dużych aglomeracji miejskich oraz znaczne zagęszczenie źródeł emisji.

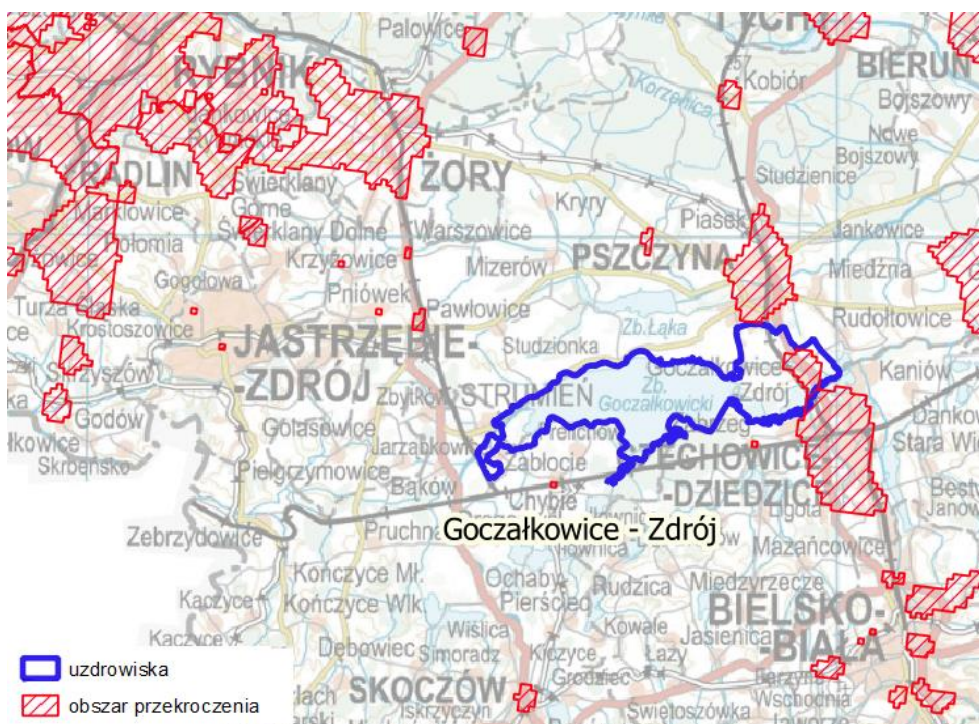
6.2. Obszary przekroczeń poziomu dopuszczalnego pyłu PM_{2,5}

Wystąpienie obszarów przekroczeń poziomu dopuszczalnego obowiązującego dla średniego rocznego stężenia pyłu PM_{2,5} wskazano tylko dla niewielkiej liczby uzdrowisk – 2 w latach 2016 i 2018, 3 w 2017 i 4 w 2015 (tab. 6.2). W roku 2018 były to tylko: Goczałkowice-Zdrój oraz Swoszowice, podobnie, jak w przypadku przekroczenia dla średniego rocznego stężenia pyłu PM₁₀.

Tabela 6.2. Zestawienie uzdrowisk na terenie których określono obszar przekroczenia poziomu dopuszczalnego pyłu PM_{2,5}

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

Województwo	Uzdrowisko	PM _{2,5} - Średnia roczna			
		2015	2016	2017	2018
kujawsko-pomorskie	Inowrocław	X			
małopolskie	Swoszowice	X	X	X	X
mazowieckie	Konstancin-Jeziorna			X	
podlaskie	Augustów	X			
śląskie	Goczałkowice-Zdrój	X	X	X	X
Liczba uzdrowisk objętych obszarem przekroczenia		4	2	3	2
% uzdrowisk objętych obszarem przekroczenia		9%	5%	7%	5%



Rysunek 6.5. Przykładowe obszary przekroczeń oszacowane dla uzdrowiska Goczałkowice - Zdrój, pył PM_{2,5}, średnia roczna, rok 2018

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

W przypadku Goczałkowic - Zdroju oszacowany obszar przekroczeń dotyczył tylko rejonu w otoczeniu drogi krajowej nr 1, co jest związane z emisją pyłu generowaną przez poruszające się po niej pojazdy, połączoną z oddziaływaniem źródeł innych kategorii, głównie sektora komunalno-bytowego (rys. 6.5).

6.3. Obszary przekroczeń poziomu docelowego benzo(a)pirenu

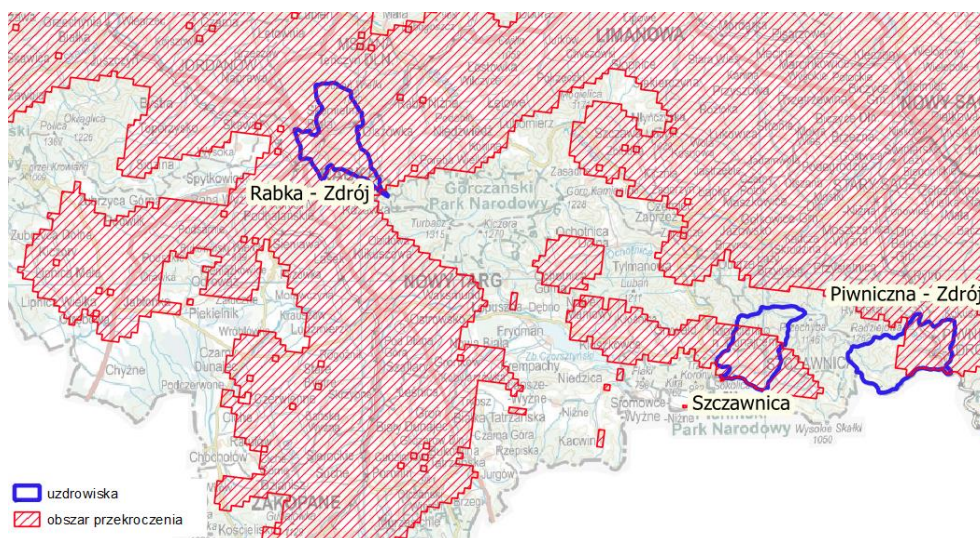
Zdecydowanie największy problem z dotrzymaniem kryterium jakości powietrza na obszarze uzdrowisk, podobnie jak i innych rejonów kraju, dotyczy poziomu docelowego obowiązującego dla średniego rocznego stężenia benzo(a)pirenu, który jest oznaczany w pyłach PM₁₀. Wystąpienie obszaru przekroczenia stwierdzono dla przeważającej większości uzdrowisk: od 31 w roku 2015 do 42 w roku 2018 (co stanowi 98% ogólnej liczby uzdrowisk w kraju) – tab. 6.3. Przy rozdzielnym traktowaniu uzdrowisk ze wspólną strefą C przekroczenie objęło 44 z 45 uzdrowisk w kraju – z wyłączeniem Kołobrzegu.

Tabela 6.3. Zestawienie uzdrowisk na terenie których określono obszar przekroczenia poziomu docelowego benzo(a)pirenu

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

Województwo	Uzdrowisko	B(a)P - Średnia roczna			
		2015	2016	2017	2018
dolnośląskie	Cieplice Śląskie-Zdrój	X	X	X	X
dolnośląskie	Długopole-Zdrój		X	X	X
dolnośląskie	Duszniki-Zdrój	X	X	X	X
dolnośląskie	Jedlina-Zdrój		X	X	X
dolnośląskie	Kudowa-Zdrój	X	X	X	X
dolnośląskie	Łądek-Zdrój	X	X	X	X
dolnośląskie	Polanica-Zdrój	X	X	X	X
dolnośląskie	Przerzeczyń-Zdrój		X	X	X
dolnośląskie	Szczawno-Zdrój	X	X	X	X
dolnośląskie	Świeradów Zdrój, Czerniawa Zdrój				X
kujawsko-pomorskie	Ciechocinek	X	X	X	X
kujawsko-pomorskie	Inowrocław	X	X	X	X
kujawsko-pomorskie	Wieniec-Zdrój	X	X	X	X
lubelskie	Krasnobród	X	X	X	X
lubelskie	Nałęczów	X	X	X	X
łódzkie	Uniejów	X	X	X	X
małopolskie	Krynica-Zdrój	X	X	X	X
małopolskie	Muszyna, Żegiestów Zdrój	X	X	X	X
małopolskie	Piwniczna-Zdrój	X	X	X	X
małopolskie	Rabka-Zdrój	X	X	X	X
małopolskie	Swoszowice	X	X	X	X
małopolskie	Szczawnica	X	X	X	X
małopolskie	Wapienne	X	X	X	X
małopolskie	Wysowa-Zdrój	X	X	X	X
mazowieckie	Konstancin-Jeziorna	X	X	X	X
podkarpackie	Horyniec-Zdrój		X	X	X
podkarpackie	Iwonicz-Zdrój	X	X	X	X
podkarpackie	Polańczyk		X		X
podkarpackie	Rymanów-Zdrój	X	X	X	X
podlaskie	Augustów	X		X	X
podlaskie	Supraśl	X		X	X
pomorskie	Sopot		X		X
pomorskie	Ustka	X	X	X	X
śląskie	Goczałkowice-Zdrój	X	X	X	X
śląskie	Ustroń	X	X	X	X
świętokrzyskie	Busko-Zdrój	X	X	X	X
świętokrzyskie	Solec-Zdrój	X	X	X	X
warmińsko-mazurskie	Gołdap	X	X	X	X
zachodniopomorskie	Dąbki				X
zachodniopomorskie	Kamień Pomorski		X	X	X
zachodniopomorskie	Kołobrzeg		X	X	
zachodniopomorskie	Połczyn-Zdrój		X	X	X
zachodniopomorskie	Świnoujście		X	X	X
Liczba uzdrowisk objętych obszarem przekroczenia		31	39	39	42
% uzdrowisk objętych obszarem przekroczenia		72%	91%	91%	98%

Zasięg obszarów przekroczenia dla stężenia benzo(a)pirenu obejmował w analizowanych latach całość lub znaczną część wybranych uzdrowisk – zwłaszcza tych położonych w południowych regionach kraju (rys. 6.6).



Rysunek 6.6. Przykładowe obszary przekroczeń oszacowane dla uzdrowisk: Rabka - Zdrój, Szczawnica, Piwniczna – Zdrój, benzo(a)piren, średnia roczna, rok 2017

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

W przypadku uzdrowisk położonych w województwach północnych obszar przekroczenia często obejmował tylko fragment miejscowości uzdrowskiej (rys. 6.7), a charakter wskazań mógł wynikać również z rozdzielenia przestrzennej analiz uzyskanych przy zastosowaniu przyjętej metody szacowania. Uzyskane zasięgi przekroczeń mogą być podstawą do dalszych, bardziej szczegółowych, analiz, prowadzonych np. w ramach opracowywania dla wskazanego obszaru programu ochrony powietrza i określania działań prowadzących do poprawy sytuacji w zakresie poziomów stężenia zanieczyszczeń i dotrzymania obowiązujących norm.



Rysunek 6.7. Przykładowe obszary przekroczeń oszacowane dla uzdrowisk: Świnoujście, Kamień Pomorski, benzo(a)piren, średnia roczna, rok 2018

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

7. Działania na rzecz poprawy jakości powietrza w uzdrowiskach

Wyniki zawarte w niniejszym rozdziale uzyskano na podstawie ankiety wysłanej do jednostek samorządowych na terenie których ustanowione są uzdrowiska. Ankieta obejmowała informacje o zrealizowanych działaniach na rzecz poprawy jakości powietrza, zarówno w wyznaczonych strefach uzdrowiskowych, jak i poza uzdrowiskami.

Działania te pogrupowano na 14 kategorii:

1. Wymiana starych pieców na paliwa stałe w budynkach indywidualnych lub zmiana paliwa na mniej uciążliwy dla środowiska pod kątem zanieczyszczenia powietrza
2. Wymiana systemów ogrzewania w budynkach użyteczności publicznej na mniej uciążliwy dla środowiska pod kątem zanieczyszczenia powietrza
3. Budowa sieci gazowej
4. Budowa sieci centralnego zaopatrzenia w ciepło
5. Termomodernizacja budynków
6. Rozwój zero emisyjnych źródeł energii
7. Ograniczenia ruchu samochodowego na obszarze uzdrowisk lub danych stref A/B/C)
8. Rozwój niskoemisyjnej komunikacji publicznej
9. Budowa ścieżek rowerowych, wypożyczalnia rowerów
10. Działania prowadzące do ograniczenia uciążliwości pod kątem zanieczyszczenia powietrza pochodzących z zakładów usługowych i przemysłowych
11. Prowadzenie kontroli pieców w budynkach indywidualnych
12. Prowadzenie akcji edukacyjnych dla mieszkańców i gości uzdrowiska
13. Wdrożenie systemów informowania i ostrzegania mieszkańców i kuracjuszy uzdrowisk
14. Inne działania

W niemal każdym uzdrowisku (40 na 45 analizowanych) realizuje się działania polegające na redukcji tzw. niskiej emisji poprzez wymianę pieców na paliwa stałe w budynkach indywidualnych lub zmianę rodzaju paliwa na mniej emisyjne. Towarzyszącym działaniem (35 uzdrowisk) były działania termomodernizacyjne, OZE (32 uzdrowiska) oraz kontrole palenisk (3 uzdrowisk). Powszechnymi działaniami było podniesienie świadomości i edukacja (34 uzdrowiska). Pomimo tego, problem jakości powietrza nadal jest istotny.

Najczęstszymi działaniami podejmowanymi poza obszarami uzdrowisk były wymiany pieców oraz termomodernizacja budynków (30 uzdrowisk). Kontynuacja działań polegających na wymianie pieców planowane jest w większości uzdrowisk (37). Co istotne, w szczególności dla kuracjuszy, większość władz samorządowych planuje podjęcie działań wzmacniających aktywność fizyczną - budowę ścieżek rowerowych i budowę wypożyczalni rowerów, zarówno na terenie uzdrowisk jak i poza nimi (40 uzdrowisk).

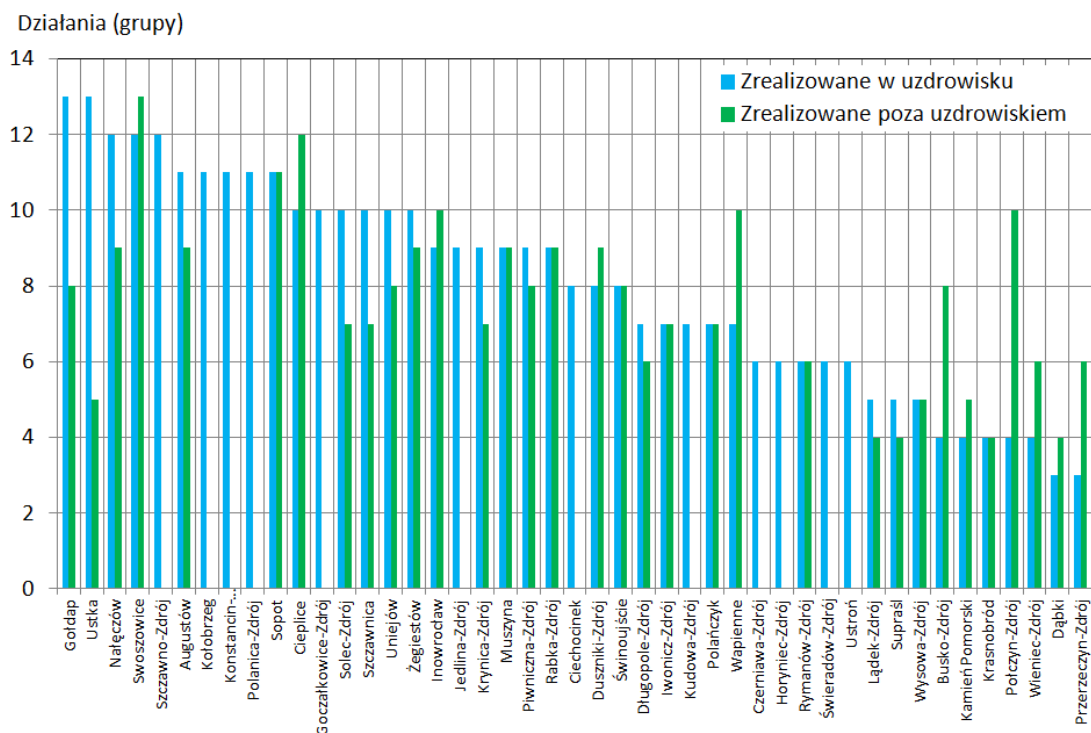
Najwięcej kategorii działań (powyżej 10 z 14 objętych ankietą) wykonano w uzdrowiskach: Gołdap, Ustka, Nałęczów, Swoszowice, Szczawno-Zdrój, Augustów, Kołobrzeg, Konstancin-Jeziorna, Polanica-Zdrój i Sopot (rys. 7.1).

W uzdrowiskach Gołdap, Iwonicz-Zdrój, Konstancin-Jeziorna, Polanica-Zdrój, Rabka-Zdrój i Solec-Zdrój planuje się działania w ramach co najmniej 10 kategorii objętych ankietą (rys. 7.2).

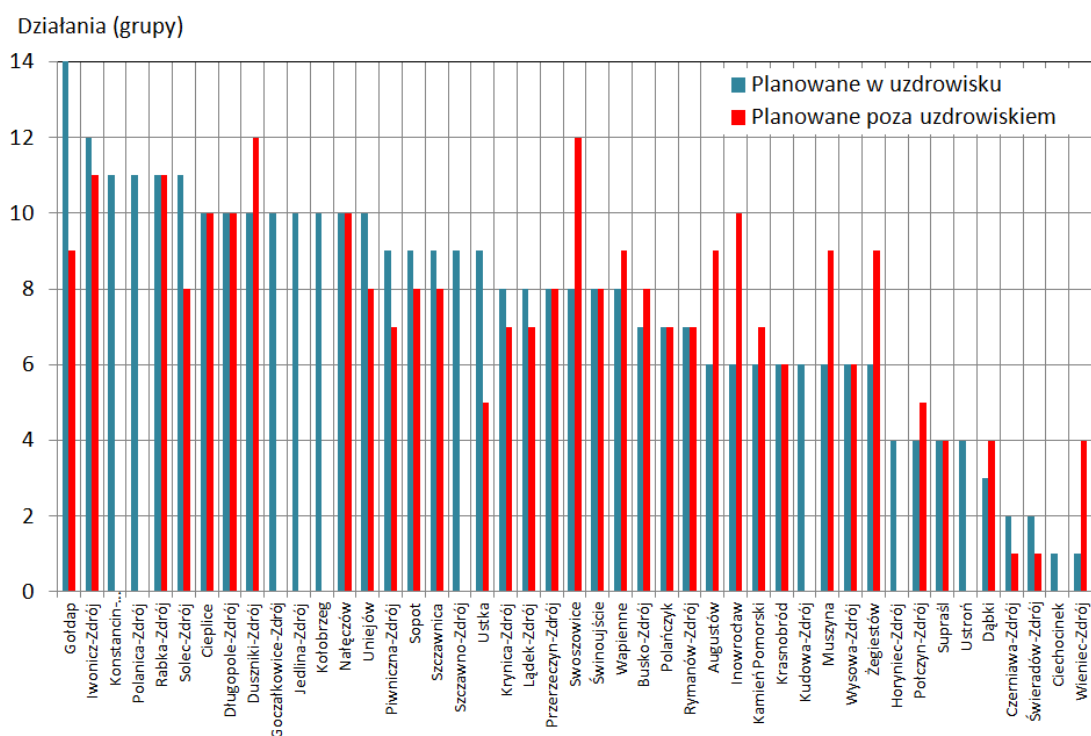
Tabela 7.1. Liczba uzdrowisk w których realizowane są działania

Źródło danych: dane przekazane w ankietach przez jednostki samorządowe

Działanie	Zrealizowane w uzdrowisku	Zrealizowane poza uzdrowiskiem	Planowane w uzdrowisku	Planowane poza uzdrowiskiem
1. Wymiana starych pieców na paliwa stałe w budynkach indywidualnych lub zmiana paliwa na mniej uciążliwy dla środowiska pod kątem zanieczyszczenia powietrza	40	30	37	31
2. Wymiana systemów ogrzewania w budynkach użyteczności publicznej na mniej uciążliwy dla środowiska pod kątem zanieczyszczenia powietrza	30	26	20	22
3. Budowa sieci gazowej	23	17	20	16
4. Budowa sieci centralnego zaopatrzenia w ciepło	10	9	6	6
5. Termomodernizacja budynków	35	29	30	27
6. Rozwój zero emisyjnych źródeł energii	32	26	31	26
7. Ograniczenia ruchu samochodowego	22	5	17	5
8. Rozwój niskoemisyjnej komunikacji publicznej	15	7	20	11
9. Budowa ścieżek rowerowych, wypożyczalnia rowerów	34	23	40	31
10. Działania prowadzące do ograniczenia uciążliwości pod kątem zanieczyszczenia powietrza pochodzących z zakładów usługowych i przemysłowych	13	7	11	8
11. Prowadzenie kontroli pieców w budynkach indywidualnych	31	19	32	23
12. Prowadzenie akcji edukacyjnych dla mieszkańców i gości uzdrowiska	34	25	35	29
13. Wdrożenie systemów informowania i ostrzegania mieszkańców i kuracjuszy uzdrowisk	27	17	26	20
14. Inne działania	15	10	12	10



Rysunek 7.1. Zrealizowane kategorie działań w poszczególnych uzdrowiskach oraz na obszarach poza nimi.
Źródło danych: dane przekazane w ankietach przez jednostki samorządowe



Rysunek 7.2. Planowane do realizacji kategorie działań w poszczególnych uzdrowiskach oraz na obszarach poza nimi.
Źródło danych: dane przekazane w ankietach przez jednostki samorządowe

8. Podsumowanie

Pomiary stężeń zanieczyszczeń powietrza wskazują, że w uzdrowiskach (podobnie jak i w innych miastach w Polsce) największy problem stanowi zanieczyszczenie powietrza zawartym w pyłe benzo(a)pirenem. W 2018 r. w 12 z 13 uzdrowisk objętych pomiarami stężeń B(a)P miało miejsce przekroczenie poziomu docelowego. Stężenia średnie roczne w wielu uzdrowiskach przekraczają kilkukrotnie poziom docelowy (np. w Szczawnie-Zdroju w 2018 r. $S_a=6.1 \text{ ng/m}^3$, $D_a=1 \text{ ng/m}^3$). Głównym źródłem emisji B(a)P do powietrza jest tzw. niska emisja komunalno-bytowa związana z ogrzewaniem mieszkań i budynków z wykorzystaniem paliw stałych spalanych w złej jakości piecach i kotłach. Szacuje się, że ta kategoria źródeł emisji jest odpowiedzialna za ok. 81% całkowitej emisji B(a)P do powietrza z terenu Polski. Wysokie stężenia B(a)P występują w sezonie grzewczym, latem stężenia tego zanieczyszczenia najczęściej są wielokrotnie niższe. W sezonie ciepłym zwykle nie występuje zagrożenie ze strony wysokich stężeń B(a)P w powietrzu. Oszacowane w ramach ocen jakości powietrza obszary przekroczeń wartości kryterialnych mają w przypadku benzo(a)pirenu największy zasięg w porównaniu do innych substancji, dla których również przekroczenia takie występują.

W wielu uzdrowiskach występuje ponadnormatywne zanieczyszczenie powietrza pyłem PM10. W 2018 r. w 7 z 17 uzdrowisk objętych pomiarami przekroczony był poziom dopuszczalny obowiązujący w Polsce i UE określony dla stężeń dobowych. W wieloleciu 2007-2018 w 8 uzdrowiskach przekroczony bywał poziom informowania ($200 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ dla stężeń dobowych PM10), w dwóch przekroczony był poziom alarmowy ($300 \text{ } \mu\text{g/m}^3$). Wysokie stężenia PM10 występują w uzdrowiskach najczęściej w sezonie grzewczym – latem stężenia dobowe zwykle nie przekraczają poziomu dopuszczalnego $D_{24}=50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Poziom dopuszczalny określony dla stężenia średniego rocznego w 2018 r. był przekroczony w jednym z 17 uzdrowisk, w których prowadzone były pomiary stężeń PM10. Zalecana w wytycznych WHO wartość dla stężeń dobowych ($50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) była przekraczana we wszystkich uzdrowiskach i w każdym roku objętym pomiarami. Zalecana przez WHO wartość dla stężenia średniego rocznego ($20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$) przekroczona była w 2018 r. w 16 z 17 uzdrowisk.

W uzdrowiskach występuje znaczące zanieczyszczenie powietrza pyłem PM2.5. W roku 2018 poziom dopuszczalny PM2.5 (obowiązujący w latach 2015-2019) przekroczony był w jednym z czterech uzdrowisk, w których prowadzone były pomiary stężeń. Tylko w jednym uzdrowisku, stężenie średnie roczne było niższe od $20 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (poziom dopuszczalny obowiązujący od 2020 r.). Określona w wytycznych WHO zalecana wartość dla stężenia średniego rocznego $10 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ przekroczona była we wszystkich uzdrowiskach i w każdym roku objętym pomiarami. Zalecana przez WHO wartość dla stężeń dobowych $25 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ przekraczana była we wszystkich uzdrowiskach i w każdym roku objętym pomiarami stężeń. Wysokie stężenia PM2.5 występują w uzdrowiskach najczęściej w sezonie grzewczym.

Stężenia ozonu w dwóch uzdrowiskach zlokalizowanych w południowo-zachodniej części Polski przekraczały poziom docelowy. Stężenia ozonu w uzdrowiskach położonych w innych częściach Polski były niższe – nie przekraczały poziomu docelowego. Poziom celu długoterminowego przekroczony był na wszystkich stacjach zlokalizowanych w uzdrowiskach.

Pomiary stężeń dwutlenku siarki SO₂, dwutlenku azotu NO₂, benzenu C₆H₆, tlenku węgla CO, ołowiu Pb, arsenu As, kadmu CD, niklu Ni prowadzone w uzdrowiskach nie wykazały przekroczeń poziomów dopuszczalnych i docelowych określonych dla stężeń tych substancji w powietrzu.

W sezonie chłodnym w niektórych uzdrowiskach występuje znaczące zanieczyszczenia powietrza w zakresie pyłów PM₁₀ i PM_{2.5} oraz benzo(a)pirenu powodowane głównie przez tzw. niską emisję związaną z indywidualnym ogrzewaniem budynków z wykorzystaniem paliw stałych i często starych pieców i kotłów o niskiej sprawności i wysokich wskaźnikach emisji zanieczyszczeń. W niektórych uzdrowiskach stężenia benzo(a)pirenu oraz pyłu są wyższe niż w dużych aglomeracjach, np. w Warszawie. Duże zanieczyszczenie powietrza w sezonie chłodnym w uzdrowiskach powoduje, że przekraczane są tam standardy jakości powietrza określone w prawie krajowym i UE oraz w jeszcze większym stopniu przekraczane są zalecenia WHO. Poprawy sytuacji w tym zakresie można oczekiwać po wyeliminowaniu ogrzewania budynków z wykorzystaniem paliw stałych lub przynajmniej po wyeliminowaniu z uzdrowisk i okolicznych miejscowości pozaklasowych pieców i kotłów na paliwa stałe. Należy też zadbać o odpowiednie regulacje w zakresie ruchu drogowego, by po znaczącym ograniczeniu niskiej emisji komunalno-bytowej, transport samochodowy nie stał się kolejnym czynnikiem powodującym ponadnormatywne zanieczyszczenie powietrza w uzdrowiskach w zakresie tlenków azotu i pyłu.

Wyniki modelowania wskazują na generalnie wyższe stężenia w strefie uzdrowiskowej „A”, niż w strefach uzdrowiskowych „B” i „C”. Mając na uwadze fakt, iż w strefie ochrony uzdrowiskowej „A” zlokalizowane są zakłady lecznictwa uzdrowiskowego i tam przebywa najwięcej kuracjuszy oraz, że ta strefa objęta jest ścisłym zakazem prowadzenia działalności mogących zakłócić lub mieć negatywny wpływ na stan zdrowia pacjentów, taka sytuacja może wskazywać zarówno na niepewność wyników modelowania oraz na potencjalny napływ zanieczyszczeń i ich kumulację w tej strefie. Analizy te wymagają weryfikacji pomiarami z uwzględnieniem wpływu orografii terenu w szczególności w uzdrowiskach górskich i wyżynnych.

Przy analizie potencjalnego negatywnego wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie mieszkańców i kuracjuszy uzdrowisk w Polsce, należy uwzględnić fakt prowadzenia przez uzdrowisko lecznictwa chorób kardiologicznych i nadciśnienia oraz chorób górnych i dolnych dróg oddechowych. Wyniki pomiarów wskazują, że w przypadku kuracjuszy istotnego znaczenia może mieć wybór odpowiedniego turnusu, a w przypadku skierowania ze względu na choroby układu krążenia oraz oddechowego, należałoby wybierać dla tego typu pacjentów turnusy w okresie ciepłym.

Wskazane jest prowadzenie dalszych systematycznych ocen i analiz dotyczących jakości powietrza na obszarze uzdrowisk, opartych na wynikach wiarygodnych pomiarów wykonanych odpowiednimi metodami, zgodnie z obowiązującymi regulacjami w tym zakresie, a także na wysokiej jakości modelowaniu matematycznym. Istotne znaczenie ma tu zauważalny wzrost liczby uzdrowisk objętych pomiarami prowadzonymi w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

9. Symbole i skróty użyte w opracowaniu

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 dopuszczalny, poziomy docelowy, 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

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. SO₂) 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. SO₂ 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. SO₂,

- S99.8** - percentyl S99.7 ze stężeń 1-godz. (określa się dla stężeń 1-godz. NO₂) oznacza wartość stężenia 1-godz., której nie przekracza 99.8% wyników pomiarów 1-godz. w serii rocznej; przekroczenie poziomu 200 µg/m³ przez percentyl S99.8 z pełnej rocznej serii pomiarowej stężeń 1-godz. NO₂ oznacza, że w ciągu roku wystąpiło więcej niż dopuszczalne 18 przypadków stężeń 1-godz. wyższych od 200 µg/m³, czyli że przekroczony został poziom dopuszczalny określony dla stężeń 1-godz. NO₂,
- 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 µg/m³ 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,

