

15. OCENA ZMIAN STĘŻEŃ PYŁU ZAWIESZONEGO PM_{2,5} ORAZ SKUTKÓW ZDROWOTNYCH WYNIKAJĄCYCH Z DŁUGOOKRESOWEJ EKSPOZYCJI NA TE STĘŻENIA W OKRESIE 2019–2023 W POLSCE W ŚWIETLE REWIZJI DYREKTYWY UE ORAZ WYTYCZNYCH WHO

Krzysztof Skotak, Katarzyna Osińska-Skotak¹
(¹Politechnika Warszawska)

Zanieczyszczenie powietrza jako mieszanina gazów, aerozoli oraz pyłu zawieszonego (fazy rozproszonej aerozolu), jest ważnym czynnikiem determinującym zdrowie. Liczne publikowane wyniki badań epidemiologicznych (podsumowane m.in. w ukazujących się cyklicznie Wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia^{1,2,3,4}) wykazały związek między ekspozycją na zanieczyszczenie powietrza a szerokim zakresem niekorzystnych skutków zdrowotnych w populacji generalnej. Zanieczyszczenia powietrza najczęściej uwzględniane w analizach zdrowotnych obejmują pył zawieszony oraz zawarte w nim metale ciężkie i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, ozon (O₃), dwutlenek azotu (NO₂), dwutlenek siarki (SO₂) i tlenek węgla (CO). Wyniki publikowanych badań związanych z oceną ryzyka zdrowotnego wskazują, że najbardziej istotnym z punktu widzenia skutków zdrowotnych, jest narażenie na pył zawieszony w powietrzu

¹ Air quality guidelines for Europe. WHO Regional Office for Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 23, Copenhagen, 1987

² Air quality guidelines for Europe, 2nd ed. WHO Regional Office for Europe. WHO Regional Publications, European Series, No. 91, Copenhagen, 2000

³ Air Quality Guidelines. Global update 2005. Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide, WHO Regional Office for Europe, WHO Regional Publications, European Series, No. 91. Copenhagen, 2006

⁴ WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021

atmosferycznym, a w szczególności jego najdrobniejsze frakcje PM_{2,5} (pył o średnicy ziaren poniżej 2,5 mikrometra)⁵. Szacuje się, że długookresowe narażenie na pył zawieszony PM_{2,5} przyczynia się na świecie do 4,2 mln przedwczesnych zgonów⁶, co stanowi 8% całkowitego obciążenia chorobami^{7,8}. Szacunki wykonywane w przypadku Polski wskazują na wartości od 50 tys. przedwczesnych zgonów rocznie w latach wcześniejszych do nieco ponad 30 tys. obecnie^{9,10}.

Różnego rodzaju pyły atmosferyczne mają charakter zarówno pierwotny (emisja bezpośrednia pyłu do atmosfery), jak i wtórny (pył tworzony w wyniku przemian chemicznych w atmosferze, napływ z terenów suchych oraz wtórny unos cząsteczek pyłu z powierzchni), przy czym w obu przypadkach źródła emisji samego pyłu oraz jego prekursorów mogą być pochodzenia naturalnego (np. emisja wulkanów, napływ aerozolu morskigo), jak i antropogenicznego (np. spalanie paliw kopalnych)¹¹. W ostatnich latach w Polsce podjęto szereg dodatkowych działań mających na celu szybsze ograniczenie emisji antropogenicznej pyłu zawieszonoego do atmosfery, zarówno prawnych (akty prawa miejscowego – tzw. uchwały antysmogowe, rozporządzenie o jakości paliw), jak i ekonomicznych (Czyste Powietrze, dofinansowania lokalne).

W niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki analiz w zakresie trendów zmian stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonoego PM_{2,5} oraz liczby przedwczesnych zgonów powodowanych ekspozycją populacji na to zanieczyszczenie w Polsce w okresie ostatnich 5 lat (2019–2023) z uwzględnieniem podziału administracyjnego kraju na powiaty. Podstawą oceny ekspozycji populacji były mapy rozkładów przestrzennych pyłu zawieszonoego PM_{2,5} (opracowane na podstawie wyników matematycznego modelowania przemian i transportu

⁵ WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021

⁶ [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).

⁷ <https://www.healthdata.org/research-analysis/health-risks-issues/air-pollution>

⁸ Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990–2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. Brauer, Michael et al. *The Lancet*, Volume 403, Issue 10440, 2162 - 220

⁹ Soares, J., Plass, D., Kienzler, S., González Ortiz, A., Gsella, A., Horálek, J. (2023). Health Risk Assessment of Air Pollution: assessing the environmental burden of disease in Europe in 2021 (Eionet Report – ETC HE)

¹⁰ Jakość powietrza w Polsce w roku 2022 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ). Skotak Krzysztof i in., GIOŚ, Warszawa, 2023

¹¹ Pyły drobne w atmosferze. Kompendium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce. Biblioteka Monitoringu Środowiska, GIOŚ, Warszawa 2016

zanieczyszczeń wykonanego przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, skorygowane metodami obiektywnego szacowania) udostępnione przez GIOŚ¹². Stężenia średnie roczne w powiatach obliczono na podstawie danych w oczkach siatki map jako średnią ważoną obszarowo. Szacowanie liczby przedwczesnych zgonów wykonano metodyką zgodną ze stosowaną przez Europejską Agencję Środowiska (z wykorzystaniem wartości ryzyka względne zgonu na poziomie 8% przy wzroście stężenia o 10 µg/m³)¹³ i dodatkowym założeniu nie uwzględniania skutków zdrowotnych poniżej progu zalecanego przez Światowa Organizację Zdrowia w najnowszych wytycznych (tj. 5 µg/m³)¹⁴. Do oceny zmienności w okresie 2019–2023 zarówno stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5}, jak i liczby przedwczesnych zgonów w poszczególnych powiatach, zastosowano wskaźnik średniookresowego tempa zmian. Sumaryczne podsumowanie uzyskanych wyników przedstawiono w tabeli 15.1.

Tabela 15.1 Stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz szacowana liczba przedwczesnych zgonów powodowanych długookresową ekspozycją i średniookresowe tempo zmian w Polsce w okresie 2019–2023

Wskaźnik	Wartość					Średniookresowe tempo zmian		
	2019	2020	2021	2022	2023	średnia	min	max
Populacja narażona (mln)	38,383	38,089	37,908	37,766	37,637	-0,9%	-2,8%	5,4%
Stężenie średnie roczne PM _{2,5} ze stacji PMS (µg/m ³) ¹⁵	18,9	16,9	19,2	16,6	14,5	-	-	-
Stężenie średnie roczne PM _{2,5} z modelu (µg/m ³)	15,4	10,5	13,2	12,9	10,7	-8,6%	-15,8%	0,6%
Szacowana liczba przedwczesnych zgonów (os.)	27 647	19 589	31 170	23 940	18 064	-12,1%	-100,0%	5,4%

Analiza uzyskanych stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie 2019–2023 w poszczególnych powiatach pokazuje, że wśród 380 powiatów, tylko w przypadku miast Gdańsk i Gdynia można mówić o bardzo dobrej

¹² <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/modeling>

¹³ Soares, J., Plass, D., Kienzler, S., González Ortiz, A., Gsella, A., Horálek, J. (2023). Health Risk Assessment of Air Pollution: assessing the environmental burden of disease in Europe in 2021 (Eionet Report – ETC HE)

¹⁴ WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization; 2021

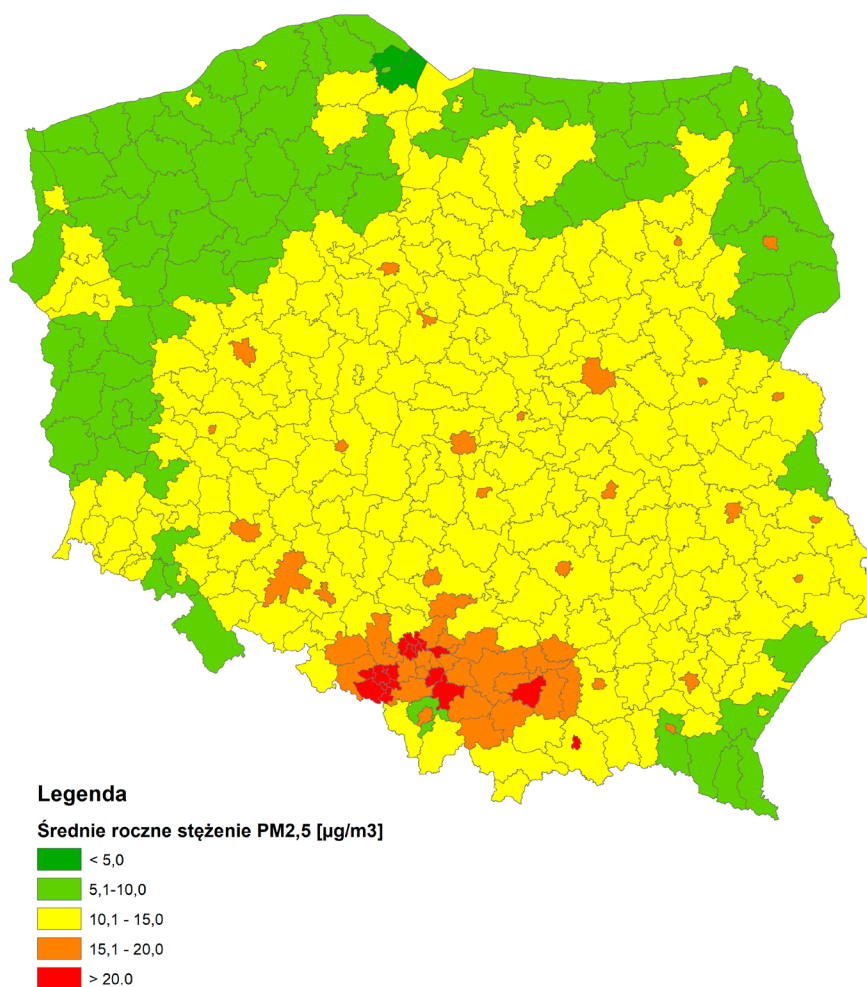
¹⁵ Jakość powietrza w Polsce w roku 2023 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. GIOŚ, Warszawa 2024

jakości powietrza. W tych powiatach stężenie średnie pyłu zawieszonego PM_{2,5} było poniżej 5 µg/m³ – w Gdyni w żadnym analizowanym roku nie przekroczyło wartości zalecanej przez Światową Organizację Zdrowia w najnowszych Wytocznych, zaś w Gdańsku nieco wyższe stężenia od tej wartości notowano 2019 r. i 2021 r. (ryc. 15.1). Warto podkreślić, że obecnie obowiązujący prawnie w Polsce i w Unii Europejskiej średni roczny poziom dopuszczalny, ustanowiony w celu ochrony zdrowia dla rocznego stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5}, wynoszący 20 µg/m³ był przekroczony przez średnią z okresu 2019–2023 tylko dla 13 powiatów: miast na prawach powiatu Świętochłowice, Chorzów, Piekary Śląskie, Rybnik, Zabrze, Siemianowice Śląskie, Bytom, Jastrzębie-Zdrój, Żory, Ruda Śląska i Nowy Sącz oraz powiatu rybnickiego. Ostatnio opublikowana dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2024/2881 z dnia 23 października 2024 r. w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz.U. L, 2024/2881, 20.11.2024) wprowadzana istotne zaostrożenie tej wartości do poziomu 10 µg/m³. Obecnie przekroczenie tej wartości dotyczy ponad trzech czwartych powiatów (299 z 380).

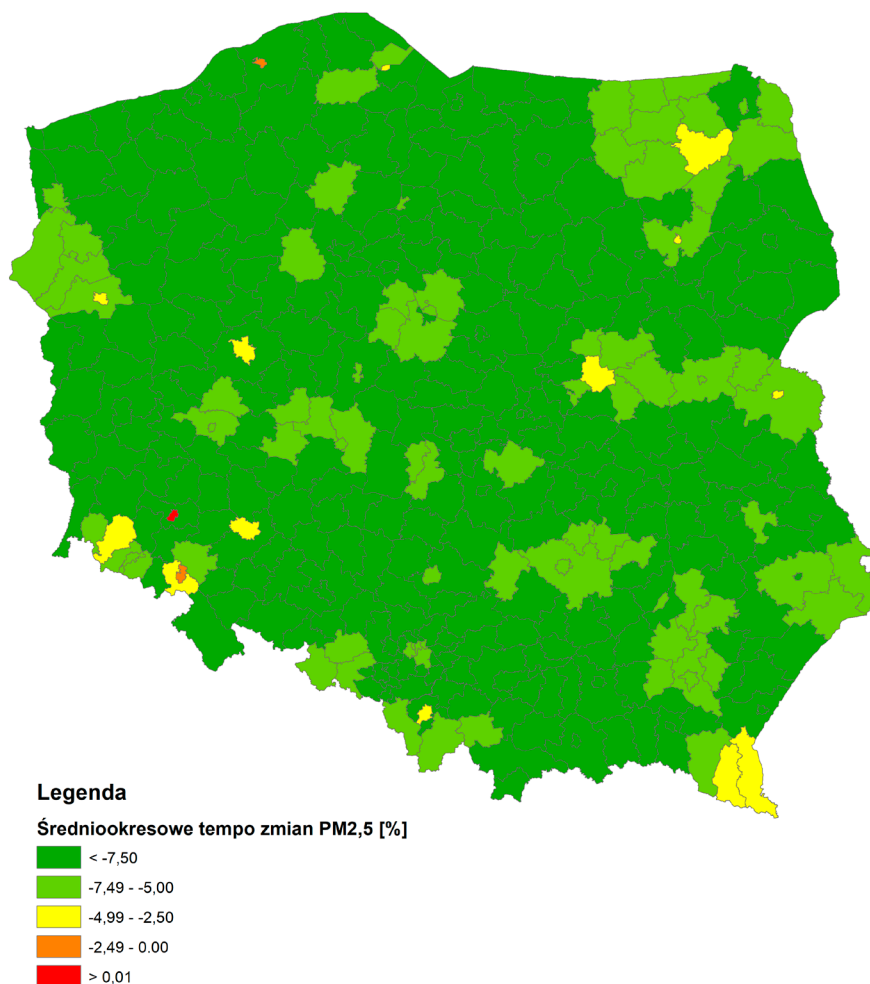
Przeprowadzona analiza obliczonych zmian stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM_{2,5} w okresie 2019–2023 w poszczególnych powiatach wskazuje na generalną poprawę jakości powietrza w rozważanym okresie, która może pomóc w spełnieniu w niedalekiej przyszłości nowych wymagań ustanowionych w UE oraz w dotrzymaniu wartości zalecanych przez WHO. Zależało to jednak będzie od intensywności podejmowanych działań na rzecz ograniczenia emisji zanieczyszczeń do powietrza oraz od tempa obserwowanych zmian stężeń w powietrzu w poszczególnych regionach Polski. Uzyskane wyniki wskaźnika średniookresowego tempa zmian stężeń średnich rocznych pyłu zawieszzonego PM_{2,5} w okresie 2019–2023 wskazują na znaczną poprawę jakości powietrza w Polsce. Spośród 380 analizowanych powiatów, dodatnie średniookresowe tempo zmian wynoszące 0,6% (świadczące o nieznacznym pogorszeniu jakości powietrza) dotyczy tylko jednego powiatu – miasta Legnica. Wysokie tempo pozytywnych zmian, przekraczające –10% rocznie dotyczy 93 powiatów, w tym przede wszystkim powiatu miasta Nowy Sącz (–15,8%) oraz powiatu nowosądeckiego (–15,0%) (ryc. 15.2).

Warto w tym miejscu zaznaczyć, że aż tak pozytywnego obrazu nie pokazuje wskaźnik przeciętnych zmian względnych liczonych z roku na rok. W przypadku 19 spośród 380 powiatów w Polsce, wskaźnik ten jest dodatni. Wynika to ze znacznych wahań stężeń w poszczególnych latach. Najwyższe uśrednione w okresie 2019–2023 dodatnie (negatywne) wartości względne zmian z roku na rok przekraczające 10% obserwuje się dla 5 powiatów: ząbkowickiego (14,4%),

miasta Wałbrzych (14,1%), nakielskiego (12,8%), wałbrzyskiego (12,7%) oraz dzierzoniowskiego (11,2%), przy pozytywnych (ujemnych) wartościach wskaźnika średniookresowego tempa zmian w granicach od -10% do -3%. Największy względny spadek średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} przekraczający 10% dotyczy powiatów: miasta Nowy Sącz (-14,6%), brzeskiego (-12,6%), oświęcimskiego (-11,7%), miasta Dąbrowa Górnicza (-11,5%), będzińskiego (11,3%), bieruńsko-lędzińskiego i pszczyńskiego (-10,9%), miast Koszalin i Jaworzno (10,8%) oraz chrzanowskiego (-10,5%), bocheńskiego (-10,4%) i nowosądeckiego (-10,1%).



Ryc. 15.1. Stężenie średnie roczne pyłu zawieszonego PM_{2,5} w powiatach w okresie 2019–2023



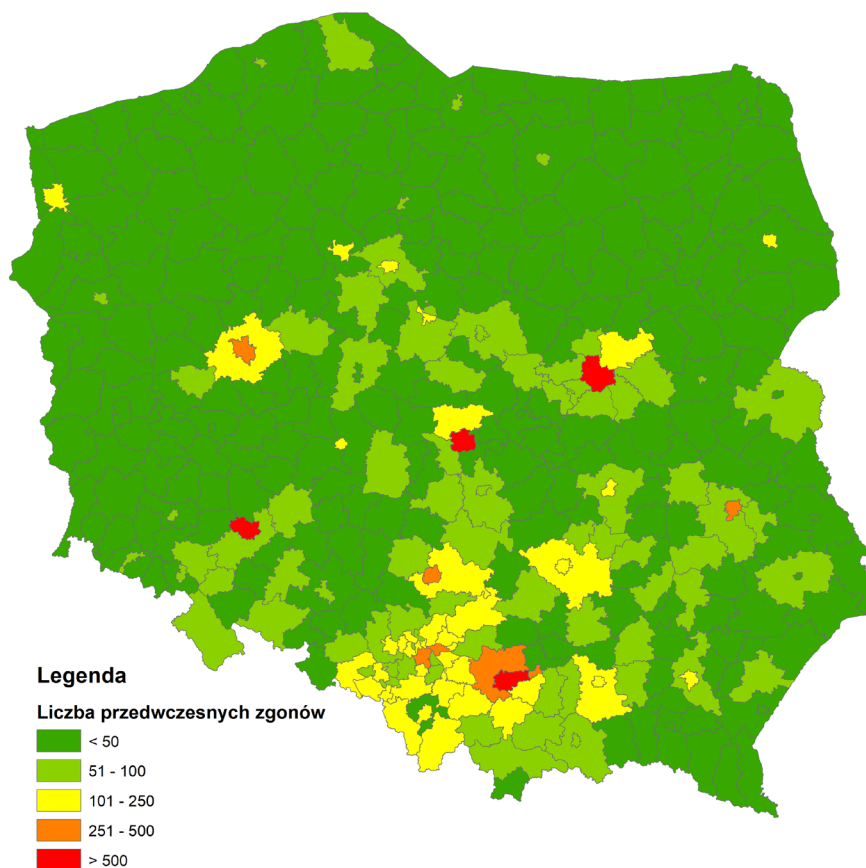
Ryc. 15.2. Średniokresowe tempo zmian stężeń pyłu zawieszonego PM_{2,5} w powiatach w okresie 2019–2023

Poprawa jakości powietrza wpływa wymiennie na redukcję skutków zdrowotnych wynikających z ekspozycji na dane zanieczyszczenie. Szacowana średnia roczna liczba przedwczesnych zgonów powodowanych przez długookresową ekspozycję na pył zawieszony PM_{2,5} przekraczającą 5 µg/m³ w okresie 2019–2023 wynosi ponad 24 tysiące. Skutki te nie są równomiernie rozłożone w czasie i przestrzeni, gdyż o ich wysokości decyduje zarówno poziom zanieczyszczenia, jak i wielkość narażonej populacji oraz podatność tej populacji definiowana wskaźnikiem liczby zgonów z powodów naturalnych. Ze względu na gęstość zaludnienia, najczęściej przedwczesnych zgonów obserwuje się

w największych miastach funkcjonujących na prawach powiatu, tj. w m.st. Warszawie, Krakowie, Łodzi, Wrocławiu, Poznaniu i Katowicach (przeciętnie w okresie 2019–2023 ponad 300 przypadków w każdym z nich). Warto zauważyć, że w wymienionych powyżej sześciu powiatach, liczba przedwczesnych zgonów stanowi ponad 18% wszystkich przedwczesnych zgonów w Polsce przy populacji stanowiącej 12% ludności w kraju. Wyjątek od tej reguły stanowią tu miasta Gdynia i Gdańsk, gdzie pomimo znacznej populacji, niskie stężenie pyłu zawieszzonego PM_{2,5} nie powoduje w praktyce żadnych przedwczesnych zgonów (w Gdyni 0 przypadków, w Gdańsku – 9). Pojedyncze przedwczesne zgony (nieprzekraczające 6 przypadków rocznie) dotyczą najmniej zaludnionych powiatów (z liczbą ludności nieprzekraczającej 25 tys. mieszkańców), tj. bieszczadzkiego, nowodworskiego, sejneńskiego, leskiego i gołdapskiego (ryc. 15.3).

Odmienny układa się obraz wskaźnika liczby przedwczesnych zgonów w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców, gdzie najwyższe wartości (przekraczające 140 przypadków na każde 100 tys. mieszkańców) obserwuje się na południu Polski w miastach Chorzów, Świętochłowice, Siemianowice Śląskie, Bytom, Piekary Śląskie oraz Sosnowiec i w powiecie wodzisławskim, zaś najniższe (nie przekraczające 18) w miastach Gdynia, Gdańsk i Świnoujście oraz powiatach: puckim, nowodworskim, polickim, bieszczadzkim i koszalińskim (ryc. 15.4).

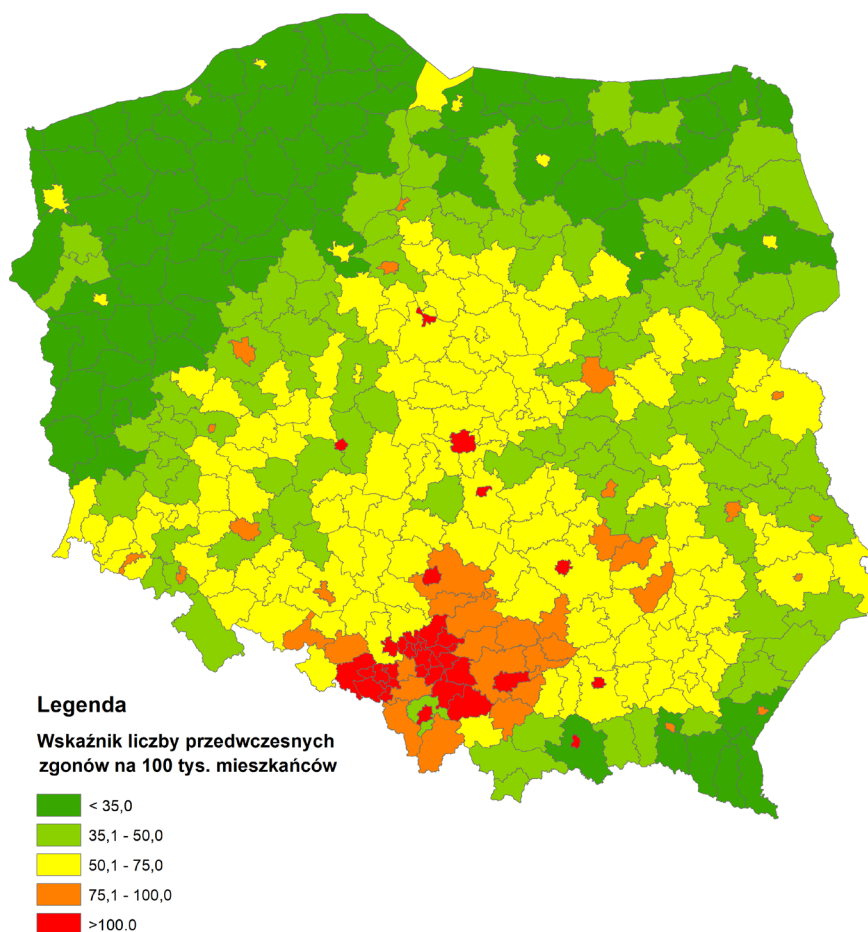
Analiza uzyskanych wyników w zakresie średniookresowego tempa zmian liczby przedwczesnych zgonów powodowanych długookresową ekspozycją mieszkańców poszczególnych powiatów na pył zawieszony PM_{2,5} w latach 2019–2023, wskazuje w wielu przypadkach na istotne i pozytywne zmiany. Największe pozytywne tempo zmian dotyczy Gdańska za sprawą spadku stężeń poniżej wartości oczekiwanej, gdzie liczba przedwczesnych zgonów przypisanych zanieczyszczeniu powietrza spadła obecnie do 0 oraz braku zmian w Gdyni ze względu na brak skutków zdrowotnych w całym analizowanym okresie. Wysokie ujemne wskaźniki średniookresowego tempa zmian liczby przedwczesnych zgonów, na poziomie przekraczającym –10% rocznie obserwuje się w przypadku 257 powiatów, najbardziej istotne dla powiatów nowodworskiego (–48%) oraz żarskiego, elbląskiego i żagańskiego (powyżej –23% rocznie). Niestety, najmniejsze tempo spadku liczby przedwczesnych zgonów spośród wszystkich powiatów w Polsce, dotyczy generalnie miast na prawach powiatu (wśród 25 powiatów z najniższym wskaźnikiem tempa zmian znajduje się aż 19 miast na prawach powiatu), przy obserwowanym wzroście w miastach Legnica (5,4%), Wałbrzych (1,7%) oraz i braku zmian we Wrocławiu i Łomży (wartość poniżej 0,1%) (ryc. 15.5).



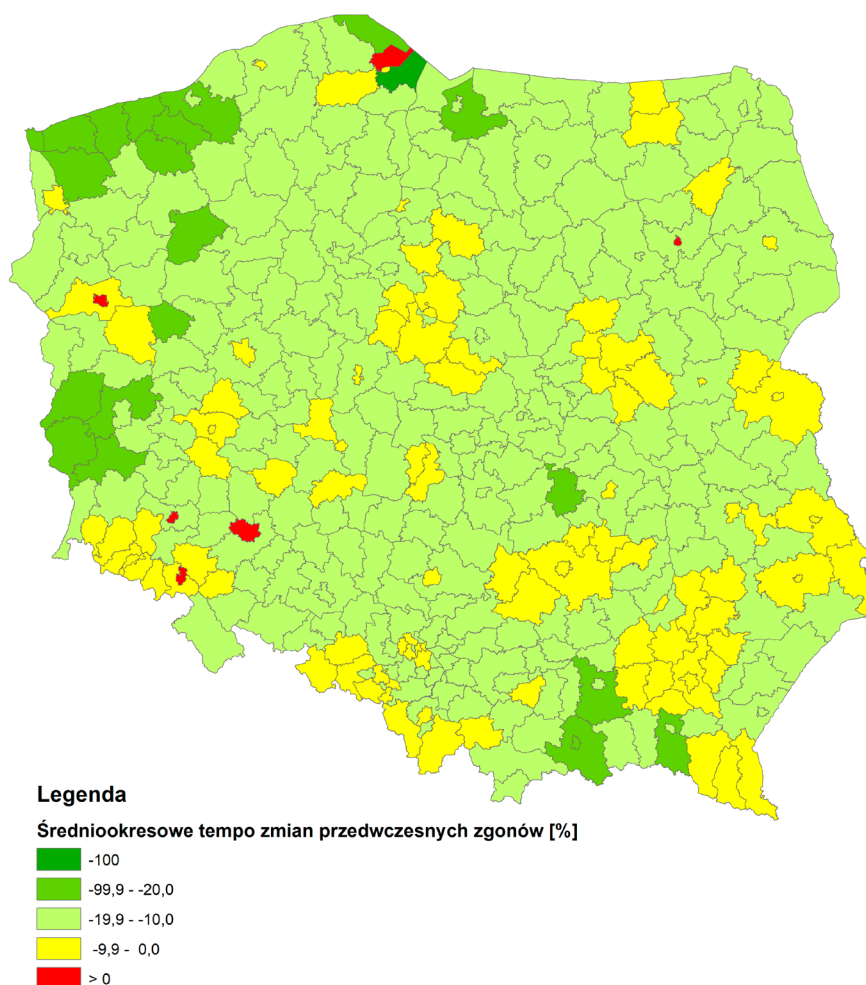
Ryc. 15.3. Średnia liczba przedwczesnych zgonów wynikających z długookresowej ekspozycji na stężenia pyłu zawieszzonego PM_{2,5} w powiatach w okresie 2019–2023

W ostatnim czasie w mediach oraz w prasie pojawia się wiele informacji na temat najbardziej zanieczyszczonych miast w Europie ze wskazaniem miast w Polsce. Rankingi te są wykonywane w oparciu o różnego rodzaju dane i szacunki. Wielokrotnie uwzględniają one jedynie informacje pochodzące ze stacji pomiarowych, a więc nie uwzględniają miast, na obszarze których monitoring nie jest prowadzony. Co więcej, obliczane stężenia ze stacji pomiarowych nie uwzględniają w wystarczający sposób zmian przestrzennych stężeń w miastach, co powadzić może do zaniżenia poziomu ryzyka, jeśli stacje zlokalizowane są na obszarach niskich stężeń lub przeszacowania tego ryzyka w przypadku pomiarów lokalizowanych w najgorszych miejscach, np. blisko ulic. Należy podkreślić, że stacje pomiarowe w Polsce w miastach, generalnie zlokalizowane są w obszarach gęsto zaludnionych w potencjalnie najwyższych stężeniach w mieście, by wykazać wystąpienie przekroczeń ustanowionych standardów

jakości powietrza i tym samym wskazać konieczność opracowania programów naprawczych (Programów Ochrony Powietrza). Na tę zależność wskazują m.in. wyniki podane w tabeli 15.1, gdzie średnie stężenie pyłu zawieszonego PM_{2,5} w kraju obliczone na podstawie wyników ze stacji pomiarowych są wyższe niż obliczone średnie ważone obszarowo z modelu korygowanego metodami obiektywnego szacowania (mapy wskazują w otoczeniu stacji oraz w obszarze ich reprezentatywności przestrzennej stężenia zgodne z pomiarami), co tylko potwierdza poprawność lokalizacji stacji Państwowego Monitoringu Środowiska (lokalizacja stacji w miejscach najwyższego ryzyka zdrowotnego przy uwzględnieniu dużej reprezentatywności ludnościowej każdego ze stanowisk pomiarowych).



Ryc. 15.4. Wskaźnik średniej liczba przedwczesnych zgonów na 100 tys. mieszkańców wynikających z długookresowej ekspozycji na stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} w powiatach w okresie 2019–2023



Ryc. 15.5. Średniookresowe tempo zmian liczby przedwczesnych wynikających z długookresowej ekspozycji na stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} w powiatach w okresie 2019–2023

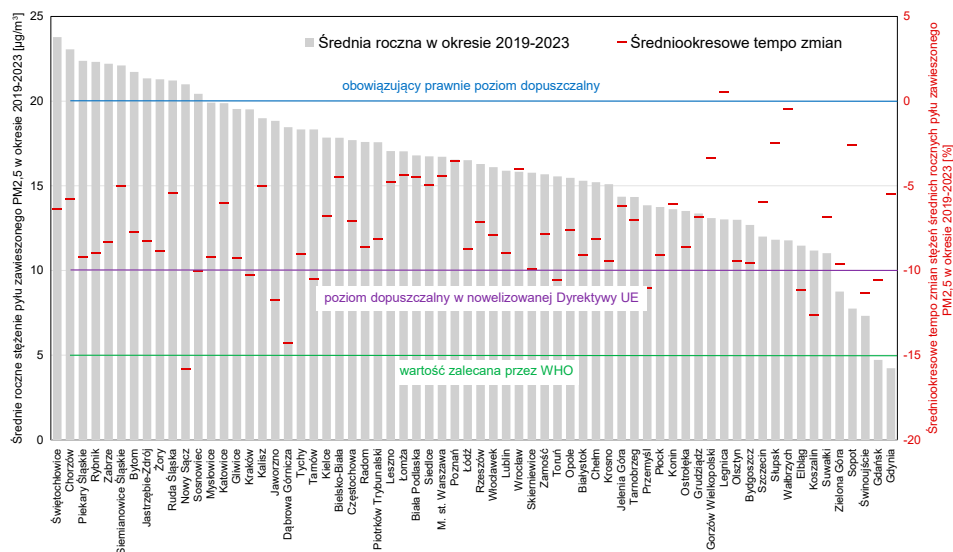
Poniżej przedstawiono podsumowanie wyników analiz dla 66 największych miast w Polsce (miast funkcjonujących na prawach powiatu) zamieszkiwanych przez blisko 1/3 populacji kraju (12,5 mln mieszkańców) z uwzględnieniem poziomu ekspozycji na pył zawieszony PM_{2,5}, powodowanych przez tę ekspozycję skutków zdrowotnych wraz z analizą tempa zmian w okresie 2019–2023.

Uzyskane wyniki w okresie 2019–2023 (by zniwelować wpływ zmienności stężeń z roku na rok, wyniki dla powiatów przedstawiono jako stężenie średnie roczne uśrednione w ostatnich 5 latach) wskazują, że wśród największych miast w Polsce,

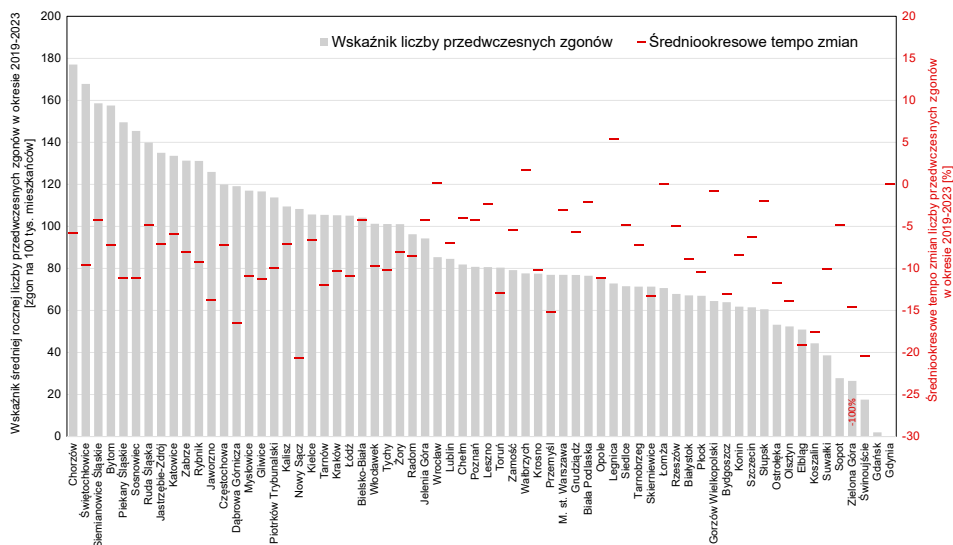
najbardziej zanieczyszczonymi miastami ze względu na pył zawieszonym PM_{2,5} są kolejno Świętochłowice, Chorzów, Piekary Śląskie, Rybnik, Zabrze, Siemianowice Śląskie, Bytom, Jastrzębie-Zdrój, Żory, Ruda Śląska oraz Nowy Sącz. W tych miastach nie jest dotrzymana obowiązująca wartość średniego rocznego poziomu dopuszczalnego określonego dla pyłu zawieszzonego PM_{2,5} wynosząca 20 µg/m³. Należy w tym miejscu podkreślić, że zaostżona wartość dopuszczalna w nowelizowanej dyrektywie 2024/2881 (10 µg/m³) dotrzymana jest tylko w 5 miastach: Gdyni, Gdańsku, Świnoujściu, Sopocie oraz Zielonej Górze, a wartość zalecana przez Światową Organizację Zdrowia jedynie w Gdyni i Gdańsku. Stężenia średnie roczne w tych 5 miastach wskazują na najlepszą jakość powietrza w ostatnich 5 latach (ryc. 15.6).

Pomimo problemów z jakością powietrza w przeważającej liczbie miast Polski (w świetle zaostżonych kryteriów dyrektywy 2024/2881), wymagających intensyfikacji działań na rzecz poprawy jakości powietrza, w wielu z nich obserwowane tempo zmian wskazuje na możliwość istotnej poprawy jakości powietrza w krótkim czasie. Pozytywne tempo zmian (spadek stężeń) obserwuje się dla wszystkich miast z wyjątkiem Legnicy (niewielki wzrost o 0,6% w okresie 2019–2023). Wśród miast z najgorszą jakością powietrza, największe tempo zmian stężeń średnich rocznych pyłu zawieszzonego PM_{2,5} dotyczy Nowego Sącza (blisko 16%), Piekar Śląskich i Rybnika (ponad 9%) oraz miast Żory, Zabrze i Jastrzębie-Zdrój (ponad 8%). Warto zaznaczyć, że istotne średniookresowe tempo zmian stężeń przekraczające 9% w okresie 2019–2023 dotyczy 23 miast na 66 poddanych ocenie, a wśród miast mających bardzo dużą szansę na dotrzymanie zaostżonego prawem UE poziomu dopuszczalnego ze względu na wysoki wskaźnik średniookresowego tempa zmian znajdują się Suwałki (–6,8% przy stężeniu średnim rocznym PM_{2,5} równym 11,0 µg/m³), Koszalin (–12,6% przy stężeniu średnim rocznym PM_{2,5} na poziomie 11,2 µg/m³) oraz Elbląg (–11,1% przy stężeniu średnim rocznym PM_{2,5} wynoszącym 11,5 µg/m³) (ryc. 15.6).

Na poziom ryzyka zdrowotnego w analizowanych miastach wskazują wartość średniego wskaźnika liczby przedwczesnych zgonów w przeliczeniu na liczbę mieszkańców. Najwyższe wartości uśrednionego w okresie 2019–2023 wskaźnika przekraczające 150 zgonów na każde 100 tys. mieszkańców dotyczą miast z puli najbardziej zanieczyszczonych, tj. Chorzowa, Świętochłowic, Siemianowic Śląskich oraz Bytomia, gdzie średniookresowe tempo zmian liczby przedwczesnych zgonów jest niewystarczające (nie przekracza 10%). Najlepszymi wskaźnikami liczby przedwczesnych zgonów w przeliczeniu na liczbę mieszkańców (poniżej 50 przypadków) charakteryzują się miasta o najniższych stężeniach średnich rocznych pyłu zawieszzonego PM_{2,5}, tj. kolejno Gdynia, Gdańsk, Świnoujście, Zielona Góra, Sopot, Suwałki oraz Koszalin, na obszarze których średniookresowe tempo zmian liczby przedwczesnych zgonów (poza Sopotem) przekracza 10% (ryc. 15.7).



Ryc. 15.6. Średnie roczne stężenie pyłu zawieszonego PM_{2,5} oraz średniokresowe tempo zmian stężeń w miastach na prawach powiatu w okresie 2019–2023 na tle poziomów dopuszczalnych oraz wartości zalecanej przez WHO



Ryc. 15.7. Wskaźnik średniej rocznej liczby przedwczesnych zgonów na 100 tys. mieszkańców ze względu na ekspozycję na pył zawieszony PM_{2,5} oraz średniokresowe tempo zmian liczby przedwczesnych zgonów w miastach na prawach powiatu w okresie 2019–2023

Warto podkreślić, że wysokie tempo zmian (ponad 10%) liczby przedwczesnych zgonów powodowanych długookresową ekspozycją na pył zawieszony PM_{2,5} obserwuje się dla 40% miast funkcjonujących na prawach powiatu (27 na 66), w tym dla jednego z najbardziej zanieczyszczonych miast, jakim są Piekary Śląskie. Bardzo wysokimi i pozytywnymi wskaźnikami wskazującymi na istotne tempo redukcji skutków zdrowotnych ekspozycji na pył zawieszony PM_{2,5}, poza wymienionymi powyżej, charakteryzują się miasta Nowy Sącz (20,6%), Elbląg (19,1%) oraz Dąbrowa Górnicza (16,5%) i Przemyśl (15,2%). Negatywne tempo zmian liczby przedwczesnych zgonów (wzrost w okresie 2019–2023) dotyczy jedynie Legnicy (5,4%) i Wałbrzycha (1,7%), a w przypadku Wrocławia oraz Łomży obserwuje się brak zmian (zmiany na poziomie 0,1%).