

GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA



**WSKAŹNIKI ŚREDNIEGO NARAŻENIA NA PYŁ PM_{2,5} DLA MIAST
POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW I AGLOMERACJI ORAZ KRAJOWY
WSKAŹNIK ŚREDNIEGO NARAŻENIA W 2019 ROKU**

Warszawa, 2020 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska



Opracowano w Departamencie Monitoringu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w oparciu o raport pt. „Wskaźnik średniego narażenia na pył PM_{2,5} w Polsce w 2019 roku” (opracowany przez Jacka Iwanka) wykonany w ramach pracy pt. „Przetworzenie danych i wykonanie zbiorczych ocen jakości powietrza w Polsce, na podstawie badań Państwowego Monitoringu Środowiska, wg prawa krajowego i wymagań sprawozdawczości europejskiej w 2020 roku” realizowanej przez konsorcjum Insytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy, na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, na podstawie umowy nr DOF/37/2020 z dnia 27.02.2020 r., finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, na podstawie umowy nr 50/2019/Wn50/MN-PO/D z dnia 18.02.2019 r.

1) Informacja na temat wartości wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} w 2019 r.

Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla 2019 roku wynosi **21 µg/m³**. Wartość ta jest o **1 µg/m³** mniejsza od wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia utrzymującej się w latach 2016-2018. Wartości wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla poszczególnych aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tys. dla roku 2019 zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Wartości wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla poszczególnych aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tys. dla 2019 r.

Województwo	Strefa	Wartość wskaźnika średniego narażenia dla roku 2019 [µg/m ³]	Tendencja zmian wartości wskaźnika w porównaniu z rokiem 2018
dolnośląskie	aglomeracja wrocławska	19	spadek o 3 µg/m ³
	miasto Legnica	22	spadek o 3 µg/m ³
	miasto Wałbrzych	19	spadek o 2 µg/m ³
kujawsko-pomorskie	aglomeracja bydgoska	16	brak zmian
	miasto Toruń	18	spadek o 1 µg/m ³
	miasto Włocławek	20	spadek o 2 µg/m ³
lubelskie	aglomeracja lubelska	19	spadek o 1 µg/m ³
lubuskie	miasto Gorzów Wlkp.	17	spadek o 1 µg/m ³
	miasto Zielona Góra	17	spadek o 2 µg/m ³
łódzkie	aglomeracja łódzka	21	spadek o 1 µg/m ³
małopolskie	aglomeracja krakowska	29	spadek o 2 µg/m ³
	miasto Tarnów	24	spadek o 1 µg/m ³
mazowieckie	aglomeracja warszawska	19	spadek o 2 µg/m ³
	miasto Płock	21	spadek o 1 µg/m ³
	miasto Radom	23	spadek o 1 µg/m ³
opolskie	miasto Opole	21	spadek o 1 µg/m ³
podkarpackie	miasto Rzeszów	21	spadek o 2 µg/m ³
podlaskie	aglomeracja białostocka	17	spadek o 1 µg/m ³
pomorskie	aglomeracja trójmiejska	14	brak zmian
śląskie	aglomeracja górnośląska	29	spadek o 2 µg/m ³
	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	28	spadek o 2 µg/m ³
	miasto Bielsko-Biała	27	spadek o 3 µg/m ³
	miasto Częstochowa	25	spadek o 2 µg/m ³
świętokrzyskie	miasto Kielce	17	spadek o 1 µg/m ³
warmińsko-mazurskie	miasto Olsztyn	17	brak zmian
	miasto Elbląg	17	spadek o 1 µg/m ³

wielkopolskie	aglomeracja poznańska	21	spadek o 2 µg/m³
	miasto Kalisz	23	spadek o 2 µg/m³
zachodniopomorskie	aglomeracja szczecińska	16	brak zmian
	miasto Koszalin	15	wzrost o 1 µg/m³

Na poziomie UE, w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1), dla pyłu zawieszonego PM_{2,5}, zostały określone dodatkowe normy: pułap stężenia ekspozycji i krajowy cel redukcji narażenia. Normy te, odnoszą się do obszarów tła miejskiego w miastach powyżej 100 tys. mieszkańców i w aglomeracjach. Pułap stężenia ekspozycji zostały transponowane do prawodawstwa krajowego rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. 2012 poz. 1031), a krajowy cel redukcji narażenia na pył PM_{2,5} został określony rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. 2012 poz. 1030).

Definicje ww. norm są zawarte w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2013 poz. 1232 z późn. zm.) i tak:

- **pułap stężenia ekspozycji** - to stężenie substancji w powietrzu wyznaczone na podstawie wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia, w celu ograniczenia szkodliwego wpływu danej substancji na zdrowie ludzi, które ma być osiągnięte w określonym terminie; pułap stężenia ekspozycji jest standardem jakości powietrza i został określony jedynie dla pyłu PM_{2,5};
- **krajowy cel redukcji narażenia** - to procentowe zmniejszenie krajowego wskaźnika średniego narażenia dla roku odniesienia, w celu ograniczenia szkodliwego wpływu danej substancji na zdrowie ludzi, które ma być osiągnięte w określonym terminie; cel ten został określony jedynie dla pyłu PM_{2,5}.

Tabela 2. Pułap stężenia ekspozycji i krajowy wskaźnik średniego narażenia

Nazwa zanieczyszczenia	Okres uśredniania wyników pomiarów	Nazwa wartości normowanej	Wartość ³⁾ µg/m ³	Termin osiągnięcia
Pył PM _{2,5}	trzy lata kalendarzowe ²⁾	pułap stężenia ekspozycji	20¹⁾	2015
	trzy lata kalendarzowe ²⁾	krajowy cel redukcji narażenia	18¹⁾	2020

¹⁾ Stężenie pyłu o średnicy aerodynamicznej ziaren do 2,5 µm (PM_{2,5}) mierzone metodą wagową z separacją frakcji.

²⁾ Od 2012 r. trzyletnia średnia krocząca uśredniona ze wszystkich punktów pomiarowych prowadzących pomiary wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5}.

³⁾ Poziomy dla pyłu zawieszonego w powietrzu ustala się w warunkach rzeczywistych.

2) Informacja na temat sposobu obliczenia wskaźnika średniego narażenia

Podstawę obliczeń stanowiły stężenia pyłu PM_{2,5} uzyskane z pomiarów prowadzonych w latach 2017, 2018 i 2019 w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. z 2012 r. poz. 1029), wskaźnik średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} oblicza się dla miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy i aglomeracji, o których mowa w tabelach nr 1 i 2 załącznika do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 2 sierpnia 2012 r. w sprawie stref, w których dokonuje się oceny jakości powietrza (Dz. U. 2012 poz. 914). Listę miast i aglomeracji, dla których oblicza się wskaźnik średniego narażenia, uzupełnioną o kody stacji pomiarowych, z których wyniki wykorzystuje się przy obliczaniu wskaźników, podano w tabeli 3.

Tabela 3. Stanowiska pomiarowe stężeń pyłu PM_{2,5}, z których dane wykorzystano do obliczenia wskaźników dla miast i aglomeracji oraz do obliczania krajowego wskaźnika średniego narażenia

Województwo	Strefa	Kod stacji
dolnośląskie	aglomeracja wrocławska	DsWrocNaGrob
	miasto Legnica	DsLegAlRzecz /DsLegPolarna ¹⁾
	miasto Wałbrzych	DsWalbrzWyso
kujawsko-pomorskie	aglomeracja bydgoska	KpBydBerling
	miasto Toruń	KpToruDziewu
	miasto Włocławek	KpWloclSiels/ KpWloclGniaz ²⁾
lubelskie	aglomeracja lubelska	LbLubSliwins
lubuskie	miasto Gorzów Wlkp.	LuGorzPilsud
	miasto Zielona Góra	LuZielKrotka
łódzkie	aglomeracja łódzka	LdLodzCzerni
małopolskie	aglomeracja krakowska	MpKrakBujaka
	miasto Tarnów	MpTarBitStud
mazowieckie	aglomeracja warszawska	MzWarKondrat
	aglomeracja warszawska	MzWarWokalna
	miasto Płock	MzPlocKroJad
	miasto Radom	MzRadHallera
opolskie	miasto Opole	OpOpoleOsAKr
podkarpackie	miasto Rzeszów	PkRzeszRejta
podlaskie	aglomeracja białostocka	PdBialWarsza
pomorskie	aglomeracja trójmiejska	PmGdaPowWiel
śląskie	aglomeracja górnośląska	SlGliwicMewy
	aglomeracja Górnośląska	SlKatoKossut
	aglomeracja rybnicko-jastrzębska	SlZorySikor2
	miasto Bielsko-Biała	SlBielSterni

	miasto Częstochowa	SlCzestoZana
świętokrzyskie	miasto Kielce	SkKielWarsza
warmińsko-mazurskie	miasto Olsztyn	WmOlsPuszk
	miasto Elbląg	WmElbBazynsk
wielkopolskie	aglomeracja poznańska	WpPoznPolank/ WpPoznDabrow ³⁾
	miasto Kalisz	WpKaliSawick
zachodniopomorskie	aglomeracja szczecińska	ZpSzczAndr01
	miasto Koszalin	ZpKoszSpasow

- 1) DsLegAIRzecz w latach 2017 i 2018, DsLegPolarna w 2019 r.
- 2) KpWlocSiels dla okresu od 1.01.2017 do 22.03.2017 r. oraz KpWlocGniaz dla okresu 27.03.2017-31.12.2019 r. Zmiana spowodowana koniecznością zamknięcia stacji KpWlocSiels w związku z rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim sąsiedztwie stacji.
- 3) WpPoznPolank w roku 2017, WpPoznDabrow w latach 2018 i 2019. Zmiana spowodowana koniecznością zamknięcia stacji WpPoznPolank w związku z planowanym rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim sąsiedztwie stacji.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji, wskaźnik średniego narażenia WM_{2019} dla miasta i aglomeracji oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$WM_{2019} = \frac{1}{3} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n_{2017}} Sa_{i2017}}{n_{2017}} + \frac{\sum_{i=1}^{n_{2018}} Sa_{i2018}}{n_{2018}} + \frac{\sum_{i=1}^{n_{2019}} Sa_{i2019}}{n_{2019}} \right\}$$

gdzie:

- | | |
|--------------------------------------|---|
| WM_{2019} | – wskaźnik średniego narażenia dla miasta o liczbie mieszkańców większej od 100 tysięcy i aglomeracji, dla roku 2019; |
| $Sa_{i2017}, Sa_{i2018}, Sa_{i2019}$ | – średnie roczne stężenie pyłu $PM_{2,5}$ na i -tym stanowisku pomiarowym, odpowiednio w latach 2017, 2018 i 2019; |
| $n_{2017}, n_{2018}, n_{2019}$ | – liczba stanowisk pomiarowych, z których wyniki pomiarów uwzględniono w obliczeniu wskaźnika średniego narażenia dla miasta o liczbie mieszkańców większej od 100 tysięcy lub aglomeracji, odpowiednio w latach 2017, 2018 i 2019. |

Krajowy wskaźnik średniego narażenia dla roku 2019 oblicza się zgodnie z wzorem:

$$WK_{2019} = \frac{1}{3} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{p_{2017}} Sa_{i2017}}{p_{2017}} + \frac{\sum_{i=1}^{p_{2018}} Sa_{i2018}}{p_{2018}} + \frac{\sum_{i=1}^{p_{2019}} Sa_{i2019}}{p_{2019}} \right\}$$

gdzie:

WK_{2019}	–	krajowy wskaźnik średniego narażenia dla roku 2019;
$Sa_{i2017}, Sa_{i2018}, Sa_{i2019}$	–	średnie roczne stężenie pyłu PM _{2,5} na <i>i</i> -tym stanowisku pomiarowym, odpowiednio w latach 2017, 2018 i 2019;
$p_{2017}, p_{2018}, p_{2019}$	–	liczba stanowisk pomiarowych, z których wyniki pomiarów uwzględniono w obliczeniu krajowego wskaźnika średniego narażenia, odpowiednio w latach 2017, 2018 i 2019.

3) Informacja na temat sposobu prowadzenia pomiarów pyłu PM_{2,5} na potrzeby obliczania wskaźników średniego narażenia

Dyrektywa 2008/50/WE w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy wprowadzając wskaźnik średniego narażenia definiuje go, jako średni poziom substancji w powietrzu określony na podstawie pomiarów przeprowadzonych w obszarze tła miejskiego, odzwierciedlający narażenie ludności na działanie zanieczyszczeń.

Transponując przepisy ww. dyrektywy do prawodawstwa polskiego zdefiniowano zarówno krajowy wskaźnik średniego narażenia na pył PM_{2,5} jak i wskaźnik średniego narażenia dla miasta o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy i aglomeracji.

Celem takiego podziału jest zwiększenie efektywności działań zmierzających do osiągnięcia krajowego celu redukcji narażenia oraz pułapu stężenia ekspozycji, nie tylko na poziomie kraju, ale również lokalnym (w aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców).

Monitoring pyłu zawieszonego PM_{2,5} dla potrzeb obliczania wskaźników średniego narażenia jest prowadzony od 2010 roku na obszarach tła miejskiego. W systemie pomiarowym funkcjonują 32 stanowiska pomiarowe zlokalizowane w 30 miastach i aglomeracjach. W aglomeracji warszawskiej i aglomeracji górnośląskiej pomiary są prowadzone na dwóch stanowiskach pomiarowych, w pozostałych aglomeracjach i miastach powyżej 100 tys. mieszkańców pomiary są prowadzone na jednym stanowisku pomiarowym. Pomiary pyłu PM_{2,5} służące do obliczania wskaźników średniego narażenia są prowadzone wyłącznie metodą manualną, za pomocą poborników niskoprzepływowych (LVS). Metoda ta zgodnie z normą EN 12341:2014 „Ambient air - Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM₁₀ or PM_{2,5} mass concentration of suspended particulate matter” i jest metodą referencyjną. Pomiary do końca 2018 roku były prowadzone przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska, obecnie pomiary te wykonuje Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (ustawa z dnia 20 lipca 2018 r. o zmianie ustawy o Inspekcji Ochrony Środowiska oraz niektórych innych ustaw).

Stanowiska pomiarowe pyłu PM_{2,5} służące do obliczania wskaźników średniego narażenia są jednocześnie wykorzystywane w systemie rocznych ocen jakości powietrza.



Rysunek 1. Lokalizacja stanowisk pomiarowych, w których prowadzone są pomiary stężenia pyłu PM_{2,5} na potrzeby obliczenia krajowego wskaźnika średniego narażenia

4) Wyniki pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} – dane wejściowe do obliczenia wskaźników średniego narażenia

Roczne serie pomiarowe stężeń pyłu PM_{2,5} z 2019 roku, wykorzystane do obliczenia wskaźnika średniego narażenia, podlegały dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem była weryfikacja danych na poziomie poszczególnych województw, prowadzona od roku 2019 przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Drugim etapem było przeprowadzenie przeglądu wyników na poziomie krajowym – w Instytucie Ochrony Środowiska - PIB. Serie pomiarowe z lat 2017 i 2018 zostały poddane kontroli i zatwierdzeniu w latach poprzednich.

Wymagania dotyczące kompletności danych określone w Wytycznych Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE (kompletność serii $\geq 85\%$) spełniały wszystkie serie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} uwzględnione przy obliczaniu wskaźnika średniego narażenia z lat 2017 i 2018. 31 spośród 32 serii wyników pomiarów stężeń PM_{2,5} z roku 2019 również spełniała te wymagania. W przypadku 30 serii pomiary obejmowały co najmniej 90% dni w roku.

Tabela 4. Wartości średnich rocznych stężeń pyłu PM_{2,5} na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w latach 2017-2019; wartości wskaźnika średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2019 roku.

Lp.	Województwo	Strefa	Kod stacji	Stężenie średnie roczne w 2017 r. [µg/m³]	Stężenie średnie roczne w 2018 r. [µg/m³]	Stężenie średnie roczne w 2019 r. [µg/m³]	Stężenie średnie roczne uśrednione w latach 2017-2019 [µg/m³]	Wartość wskaźnika średniego narażenia dla 2019 r. [µg/m³]
1	dolnośląskie	aglomeracja wrocławska	DsWrocNaGrob	20.7	21.5	15.5	19.2	19
		miasto Legnica	DsLegAIRzecz/ DsLegPolarna ¹⁾	23.9	25.0	17.0	22.0	22
		miasto Wałbrzych	DsWalbrzWyso	21.4	21.6	15.4	19.4	19
2	kujawsko -pomorskie	aglomeracja bydgoska	KpBydBerling	15.8	18.7	14.6	16.3	16
		miasto Toruń	KpToruDziewu	18.5	20.1	15.3	17.9	18
		miasto Włocławek	KpWlocSiels/ KpWlocGniaz ²⁾	20.7	23.4	17.1	20.4	20
3	lubelskie	aglomeracja lubelska	LbLubSliwinski	20.7	19.0	16.0	18.6	19
4	lubuskie	miasto Gorzów Wlkp.	LuGorzPilsud	19.1	17.0	14.8	16.9	17
		miasto Zielona Góra	LuZielKrotka	19.1	17.5	13.9	16.8	17
5	łódzkie	aglomeracja łódzka	LdLodzCzerni	22.9	21.6	18.6	21.0	21
6	małopolskie	aglomeracja krakowska	MpKrakBujaka	31.9	30.8	24.7	29.1	29
		miasto Tarnów	MpTarBitStud	25.8	24.8	20.1	23.5	24
7	mazowieckie	aglomeracja warszawska	MzWarKondrat	21.4	20.4	15.9	19.2	19
			MzWarWokalna	21.1	21.0	15.7	19.3	
		miasto Płock	MzPlocKroJad	21.4	23.9	17.7	21.0	21
		miasto Radom	MzRadHallera	24.5	24.9	20.2	23.2	23
8	opolskie	miasto Opole	OpOpoleOsAKr	23.7	20.4	18.0	20.7	21
9	podkarpackie	miasto Rzeszów	PkRzeszRejta	24.1	22.9	16.9	21.3	21
10	podlaskie	aglomeracja bialostocka	PdBialWarsza	17.6	19.0	15.8	17.5	17
11	pomorskie	aglomeracja trójmiejska	PmGdaPowWiel	13.9	15.1	12.4	13.8	14
12	śląskie	aglomeracja górnos Śląska	SlGliwicMewy	30.7	32.9	26.4	30.0	29
			SlKatoKossut	31.2	30.0	24.1	28.4	
		aglomeracja rybnicko-jastrzębska	SlZorySikor2	29.4	30.8	24.9	28.4	28
		miasto Bielsko-Biała	SlBielSterni	31.6	29.2	21.6	27.4	27
		miasto Częstochowa	SlCzestoZana	27.8	26.5	20.3	24.9	25
13	świętokrzyskie	miasto Kielce	SkKielWarsza	17.4	18.9	15.5	17.3	17
14	warmińsko- mazurskie	miasto Olsztyn	WmOlsPuszkini	16.9	17.7	15.0	16.5	17
		miasto Elbląg	WmElbBazynski	17.9	19.1	15.1	17.4	17
15	wielkopolskie	aglomeracja poznańska	WpPoznPolank/ WpPoznDabrow ³⁾	22.4	21.9	18.2	20.8	21
		miasto Kalisz	WpKaliSawicki	24.5	23.9	21.4	23.2	23
16	zachodnio- pomorskie	aglomeracja szczecińska	ZpSzczAndr01	15.0	18.9	13.7	15.9	16
		miasto Koszalin	ZpKoszSpasow	14.2	16.3	13.7	14.7	15
	Średnia dla kraju			22.1	22.3	17.7	20.7	21

1) DsLegAIRzecz w latach 2017 i 2018, DsLegPolarna w 2019 r.

2) KpWlocSiels dla okresu od 1.01.2017 do 22.03.2017 r. oraz KpWlocGniaz dla okresu 27.03.2017-31.12.2019 r. Zmiana spowodowana koniecznością zamknięcia stacji KpWlocSiels w związku z rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim sąsiedztwie stacji.

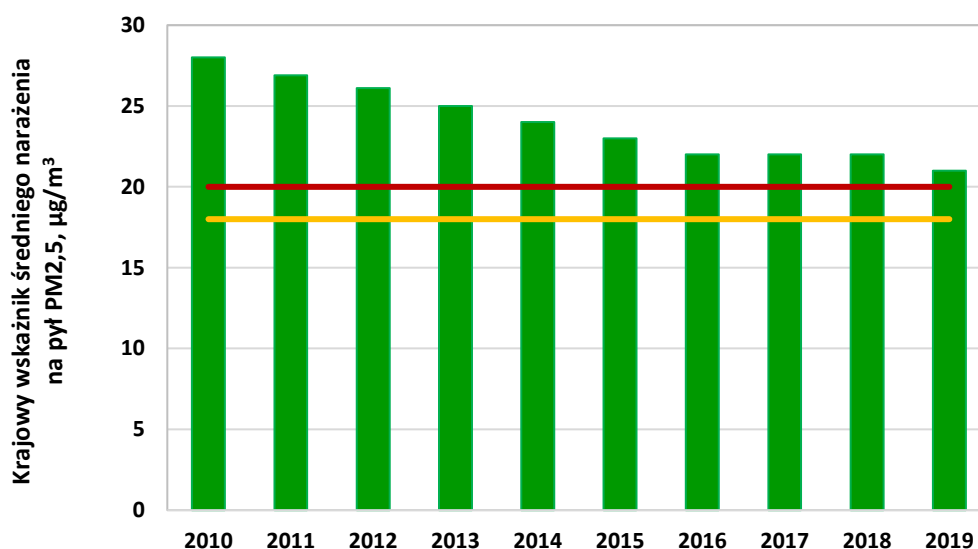
3) WpPoznPolank w roku 2017, WpPoznDabrow w latach 2018 i 2019. Zmiana spowodowana koniecznością zamknięcia stacji WpPoznPolank w związku z planowanym rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim sąsiedztwie stacji.

5) Analiza zmian wartości wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} w latach 2010-2019

Krajowy wskaźnik średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla 2019 roku wynosi **21** µg/m³. Jest to wartość o **1** µg/m³ niższa od wartości wskaźnika dla 2018 r. Jest to pierwszy spadek wartości tego wskaźnika od 3 lat. Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia dla 2019 r. przekroczyła o 5% pułap stężenia ekspozycji (20 µg/m³) będący w tym względzie standardem jakości powietrza, który należy dotrzymywać od roku 2015. Wskaźnik ten również o 3 µg/m³ (17%) przekroczył krajowy cel redukcji narażenia na pył PM_{2,5} (18 µg/m³), do osiągnięcia do roku 2020.

Wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia obliczone dla lat 2010-2019¹ wykazywały do roku 2016 trwały trend spadkowy, jednak od roku 2016 wskaźnik ten ustabilizował się na poziomie 22 µg/m³ i taka sytuacja utrzymywała się do roku 2018. Rok 2019 jest pierwszym rokiem po trzyletniej stagnacji, w którym ponownie zanotowano spadek krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} do wartości 21 µg/m³ (Rysunek 2).

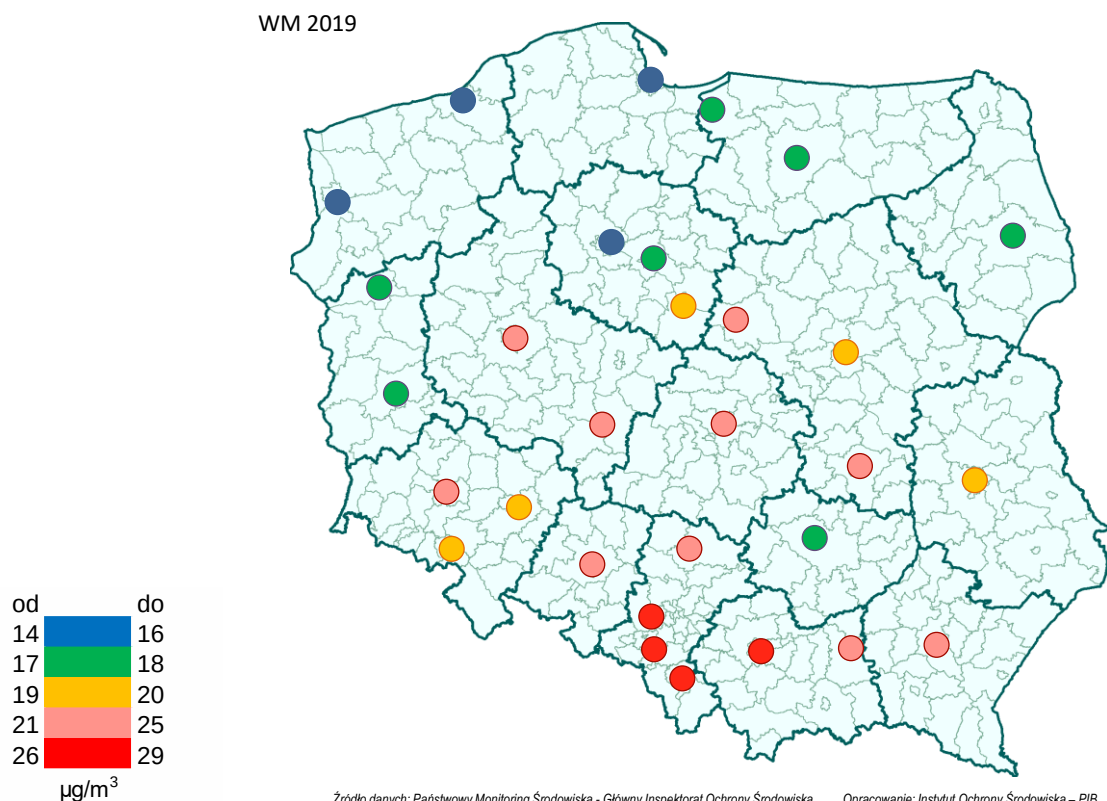
Najniższą wartość wskaźnika, spośród obliczonych dla poszczególnych miast i aglomeracji, podobnie jak dla roku 2019, uzyskano dla aglomeracji trójmiejskiej - 14 µg/m³ i miasta Koszalin - 15 µg/m³. Najwyższe wartości wskaźnika, podobnie jak w latach ubiegłych, uzyskano dla aglomeracji krakowskiej i aglomeracji górnośląskiej - 29 µg/m³, aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej - 28 µg/m³ i miasta Bielsko-Biała - 27 µg/m³. W 14 miastach i aglomeracjach wskaźnik średniego narażenia był w 2019 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji (20 µg/m³), w 16 niższy lub równy tej wartości.



Rysunek 2. Krajowe wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} w latach 2010-2019 w odniesieniu do: (a) krajowego celu redukcji narażenia (linia żółta); (b) pułapu stężenia ekspozycji (linia czerwona)

¹ Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji, wskaźniki dla 2011 r. obliczano na podstawie wyników pomiarów stężeń pyłu PM_{2,5} z dwóch lat (2010 i 2011), a wskaźniki dla 2010 r. obliczano na podstawie wyników pomiarów z jednego roku (2010 r.). Dla pozostałych lat wskaźniki obliczano na podstawie wyników pomiarów z trzech lat.

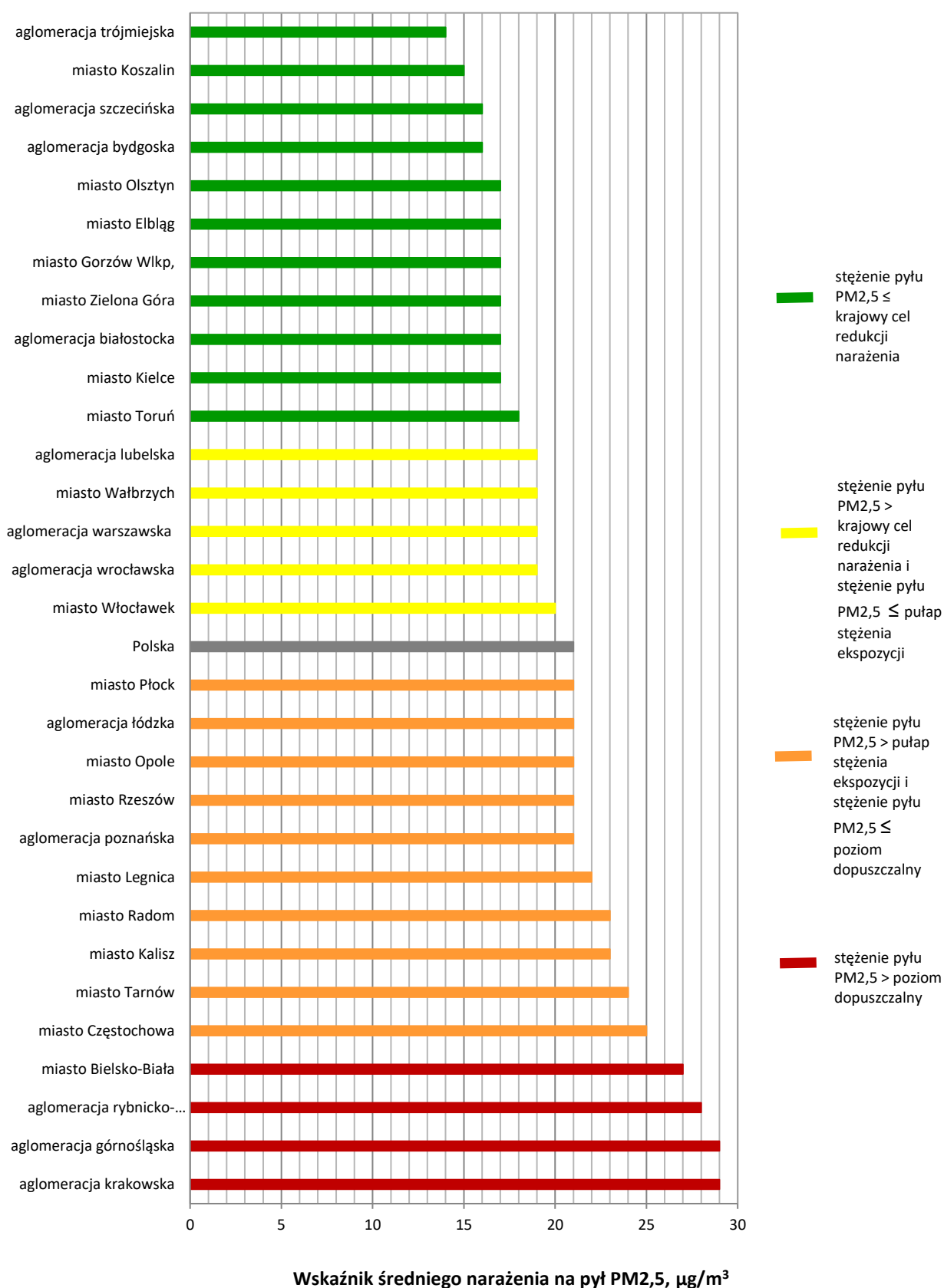
W miastach i aglomeracjach południowej części Polski wskaźniki są z reguły wyższe niż w centrum i na północy kraju (Rysunek 3). W trzech aglomeracjach (aglomeracji krakowskiej, aglomeracji górnośląskiej i aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej) i w jednym mieście powyżej 100 tys. mieszkańców (Bielsko-Biała) wartości wskaźnika WM przekraczają $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W pasie województw północnych, od woj. zachodniopomorskiego do podlaskiego oraz w województwach kujawsko-pomorskim, lubuskim, lubelskim i świętokrzyskim wartości wskaźników nie przekraczają pułapu stężenia ekspozycji ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



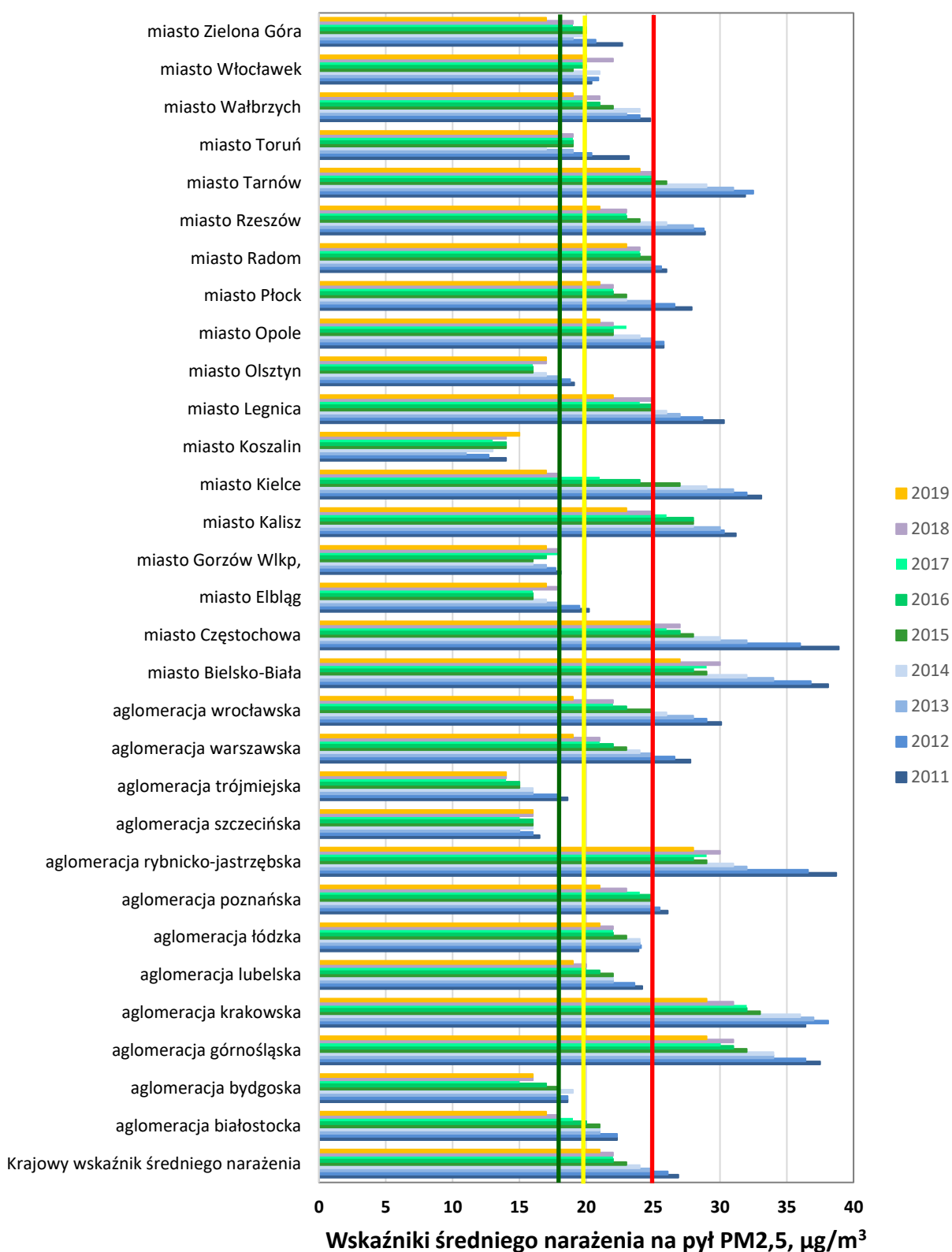
Rysunek 3. Wskaźniki średniego narażenia na pył zawieszony $\text{PM}_{2,5}$ dla 2019 r.
(Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB)

W 25 miastach i aglomeracjach wartość wskaźnika w 2019 r. była niższa od wartości z roku 2018 (spadek od 1 do $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Największy spadek wskaźnika w stosunku do wartości z 2018 r. - o $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - wystąpił we Wrocławiu, Bielsku Białej i w Legnicy (w przypadku Legnicy na tę różnicę może mieć pewien wpływ zmiana lokalizacji stanowiska pomiarowego w roku 2019). W jednym mieście – w Koszalinie, miał miejsce wzrost wskaźnika (o $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w 4 miastach natomiast wartość wskaźnika (WM) nie zmieniła się.

W 2019 r. tylko w jednym mieście - w Koszalinie – wartość wskaźnika średniego narażenia (WM) była wyższa od wartości z roku 2018 (wzrost od $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Koszalin jest jednak jedną z dwóch lokalizacji w kraju, gdzie wskaźnik ten jest nadal najniższy ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



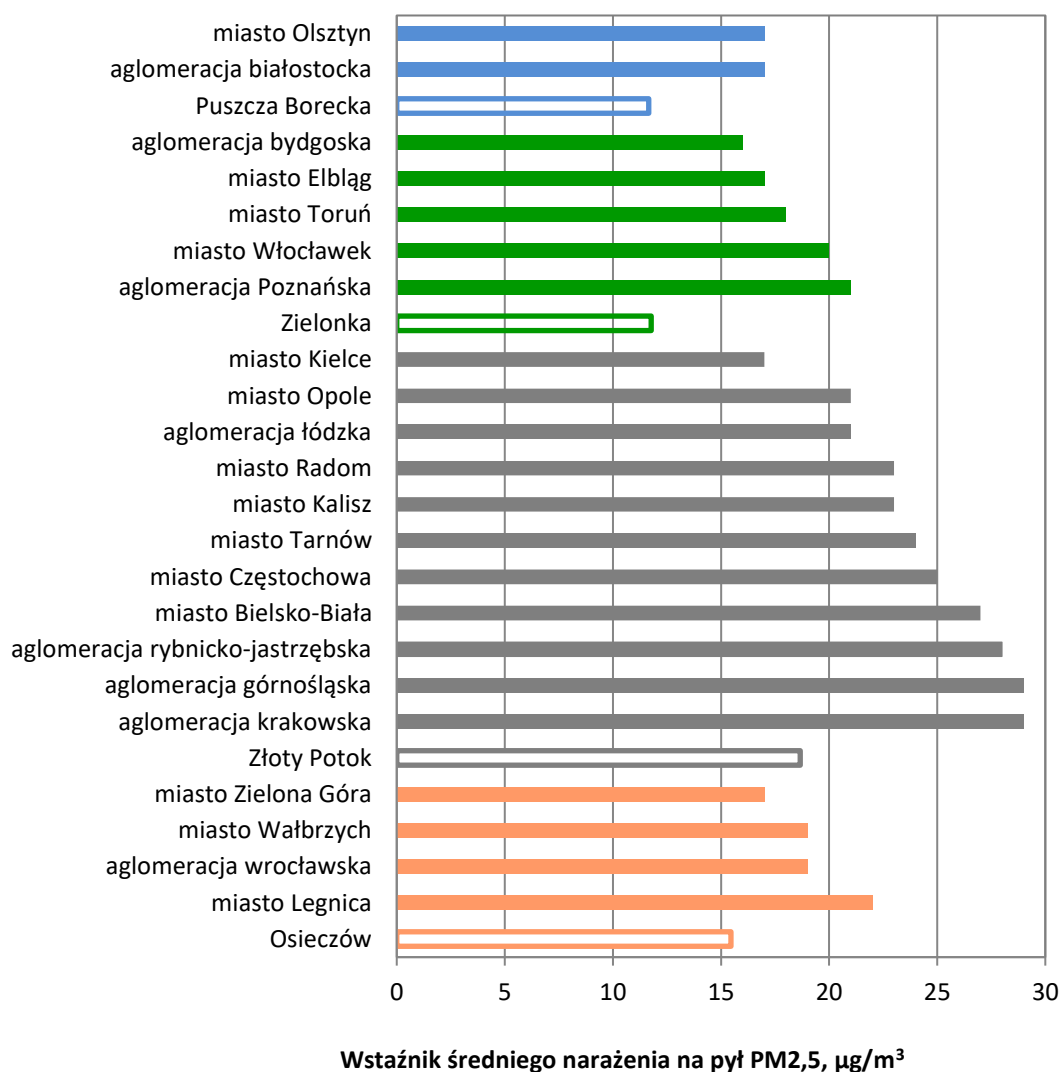
Rysunek 4. Wartości wskaźnika średniego narażenia dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] dla 2019 roku (uszeregowane według wartości wskaźnika)



Rysunek 5. Wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla lat 2011-2019 w odniesieniu do:

- (a) krajowego celu redukcji narażenia
- cel na 2020 rok dla obszarów tła miejskiego dużych miast i aglomeracji (linia zielona);
- (b) pułapu stężenia ekspozycji i poziomu dopuszczalnego od roku 2020
- cel na 2015 rok dla obszarów tła miejskiego dużych miast i aglomeracji oraz poziom dopuszczalny od roku 2020 – cel dla obszaru całego kraju (linia żółta)
- (c) poziomu dopuszczalnego do roku 2020 – cel na 2015 rok dla obszaru całego kraju (linia czerwona)

Na obszarach większości dużych miast i aglomeracji środkowej i południowej Polski wskaźnik średniego narażenia na pył PM_{2,5} przekracza pułap stężenia ekspozycji (20 µg/m³). W aglomeracjach: górnośląskiej, rybnicko-jastrzębskiej, krakowskiej oraz w Bielsku-Białej na stanowiskach, na których prowadzone są pomiary pod kątem wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} przekroczony został poziom dopuszczalny (25 µg/m³). Jedną z przyczyn przekroczeń tego kryterium w miastach są stosunkowo wysokie stężenia pyłu PM_{2,5} na poziomie tła regionalnego, na obszarach pozamiejskich, oddalonych od źródeł emisji. Zwłaszcza zjawisko to jest istotne na obszarze środkowej i południowej Polski. Na problem ten wskazuje porównanie wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} obliczonych dla stanowisk tła regionalnego, prowadzących pomiary pyłu PM_{2,5}: Puszcza Borecka (województwo warmińsko-mazurskie); Osieczów (województwo dolnośląskie); Złoty Potok (województwo śląskie); Zielonka (województwo kujawsko-pomorskie) ze wskaźnikami średniego narażenia dla dużych miast i aglomeracji położonych w odległości do 150 km od ww. stacji tła regionalnego, z których dane wykorzystano do obliczeń. Z porównania wyłączono miasta, dla których, wybrane stacje tła regionalnego nie były reprezentatywne np. stacje znajdujące się nad morzem (Koszalin, aglomeracja trójmiejska)).



Rysunek 6. Porównanie wskaźników średniego narażenia dla wybranych dużych miast i aglomeracji ze wskaźnikami średniego narażenia obliczonymi dla wybranych obszarów pozamiejskich spełniających kryteria tła regionalnego dla roku 2019

Wartość wskaźnika średniego narażenia obliczona dla stacji w Osieczowie (województwo dolnośląskie) jest reprezentatywna dla obszarów pozamiejskich południowo-zachodniej Polski, wskaźnik ten jest niższy od krajowego celu redukcji narażenia ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i wynosi – $15,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wskaźnik średniego narażenia na pył $\text{PM}_{2,5}$ obliczony dla stacji w Żółtym Potoku (województwo śląskie) – reprezentatywny dla obszarów pozamiejskich południowej Polski - jest na poziomie nieco niższym od pułapu stężenia ekspozycji i wynosi $18,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Wartość wskaźnika w odniesieniu do tła regionalnego dla południowo-zachodniej Polski wskazuje, że w kolejnych latach możliwe jest osiągnięcie krajowego celu redukcji narażenia w największych miastach tego regionu. Nieco inaczej sytuacja wygląda w Polsce południowej, w której stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ są na tyle wysokie, że na stacji tła regionalnego wskaźnik średniego narażenia obliczony dla stacji Żółty Potok przekracza wartość krajowego celu redukcji narażenia.

W Polsce północnej stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ są znacznie niższe. Dla 2019 roku wskaźniki średniego narażenia dla stacji Puszcza Borecka oraz Zielonka były bardzo zbliżone i wyniosły odpowiednio $11,7$ i $11,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Relatywnie niskie stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ na obszarach pozamiejskich północnej Polski ułatwiają dotrzymanie pułapu stężenia ekspozycji, a nawet krajowego celu redukcji narażenia w miastach i aglomeracjach tam położonych. W roku 2019 na obszarach wszystkich dużych miast i aglomeracji północnej i zachodniej części Polski dotrzymany został krajowy cel redukcji narażenia (aglomeracje: szczecińska, trójmiejska, bydgoska, białostocka oraz miasta: Koszalin, Toruń, Olsztyn, Elbląg, Gorzów Wlkp. i Zielona Góra).

Z porównania obliczonych wskaźników średniego narażenia wynika, iż największy potencjał do redukcji stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w powietrzu mają miasta i aglomeracje z województw: śląskiego, małopolskiego, jednak bez bardzo efektywnych działań naprawczych nakierowanych na źródła komunalne oraz przemysłowe, na obszarach tych nie uda się dotrzymać pułapu stężenia ekspozycji dla pyłu $\text{PM}_{2,5}$ - $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ponieważ wartość wskaźnika obliczona dla stacji tła regionalnego jest niewiele niższa od pułapu stężenia ekspozycji (Rysunek 6).

Na uwagę zasługuje również fakt, że na wszystkich analizowanych powyżej stacjach tła regionalnego, w roku 2019 w porównaniu z rokiem 2018, nastąpił spadek średniorocznego stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$. Najbardziej znaczące obniżenie wartości wskaźnika średniego narażenia wystąpiło na stacji w Osieczowie ($1,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), na stacjach: Zielonka w Borach Tucholskich oraz Żółty Potok odnotowano spadek wskaźnika na poziomie odpowiednio $0,84$ i $0,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na stacji w Puszczy Boreckiej – spadek wartości wskaźnika był najmniejszy i wyniósł $0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6) Przyczyny niedotrzymania pułapu stężenia ekspozycji na pył $\text{PM}_{2,5}$ i katalog działań naprawczych

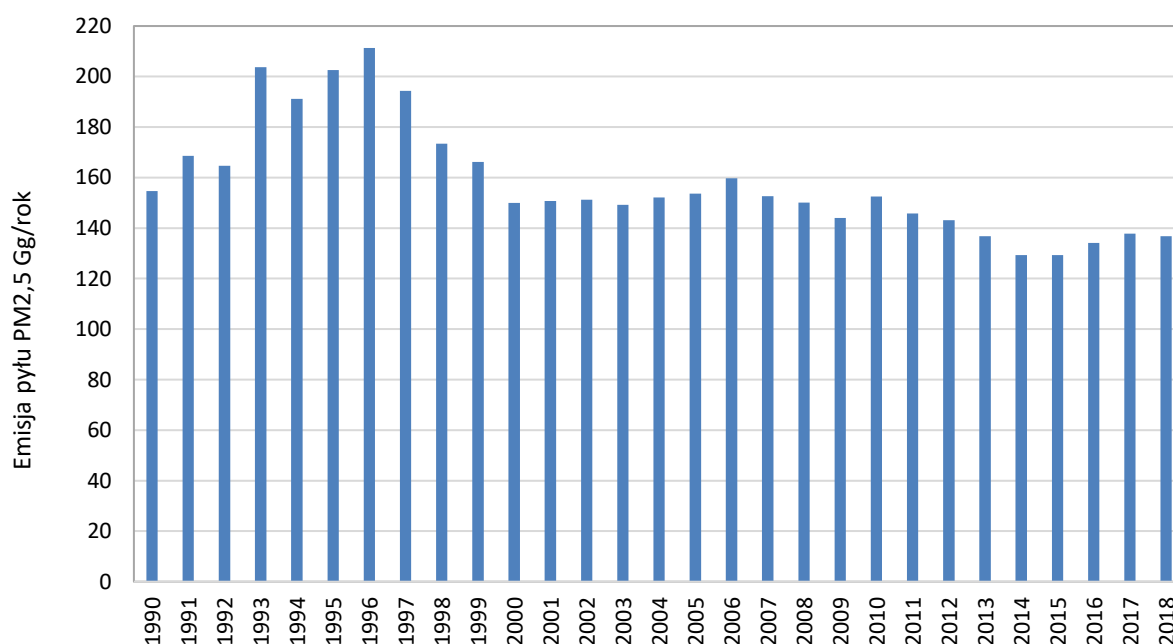
Na stężenia pyłu zawieszonego $\text{PM}_{2,5}$ w powietrzu atmosferycznym mają wpływ zarówno emisje pyłu ze źródeł antropogenicznych i naturalnych (pył pierwotny), jak i procesy zachodzące w atmosferze pomiędzy zanieczyszczeniami gazowymi znajdującymi się w powietrzu, parą wodną i pyłem pierwotnym prowadzące do powstawania pyłu wtórnego. Zanieczyszczeniami gazowymi przyczyniającymi się do tworzenia pyłu wtórnego są przede wszystkim: tlenki siarki, tlenki azotu, lotne związki organiczne i amoniak. Pył $\text{PM}_{2,5}$ i jego prekursorzy mogą być transportowane na dalekie odległości i tym samym emisje z odległych emitorów (oprócz emisji lokalnych) mogą mieć istotny wpływ na poziom stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w powietrzu w rejonach oddalonych od źródeł emisji.

Pył PM_{2,5} znajdujący się w powietrzu w Polsce pochodzi przede wszystkim ze źródeł antropogenicznych, udział pyłu ze źródeł naturalnych (wybuchy wulkanów, aerozol morski, pożary lasów i torfowisk niezwiązane z działalnością człowieka, unos pyłu z obszarów pustynnych i stepowych itp.) jest zwykle niewielki.

Jednocześnie emisja części prekursorów pyłu zawieszonego do powietrza jest większa w okresie zimowym, ponieważ pochodzi głównie z procesów spalania paliw (dotyczy to tlenków siarki i tlenków azotu). W mniejszym stopniu do emisji prekursorów pyłu przyczynia się transport drogowy (tlenki azotu), rolnictwo (amoniak) oraz sektory związane ze stosowaniem rozpuszczalników i innych produktów (lotne związki organiczne).

Emisja pyłu PM_{2,5} w roku 2018 była o 11,6% niższa od emisji z roku 1990. Emisja pyłu pierwotnego PM_{2,5} w Polsce w 2018 r. wynosiła 136,7 Gg i była niespełna o 1% mniejsza aniżeli w roku 2017 (KOBIZE 2020). Największy wpływ na tę zmianę miał spadek zużycia węgla kamiennego i drewna w sektorze komunalno-bytowym.

Zmiany emisji pyłu PM_{2,5} w latach 1990-2018 zaprezentowano na rysunku 7. Najniższa emisja pyłu PM_{2,5} z terenu Polski miała miejsce w roku 2014. W następnych trzech latach obserwowany był coroczny kilkuprocentowy wzrost emisji pyłu PM_{2,5}. W roku 2018 zanotowano spadek emisji pyłu PM_{2,5}, ale wielkość emisji w roku 2018 było nieco wyższa aniżeli w latach 2014-2016.

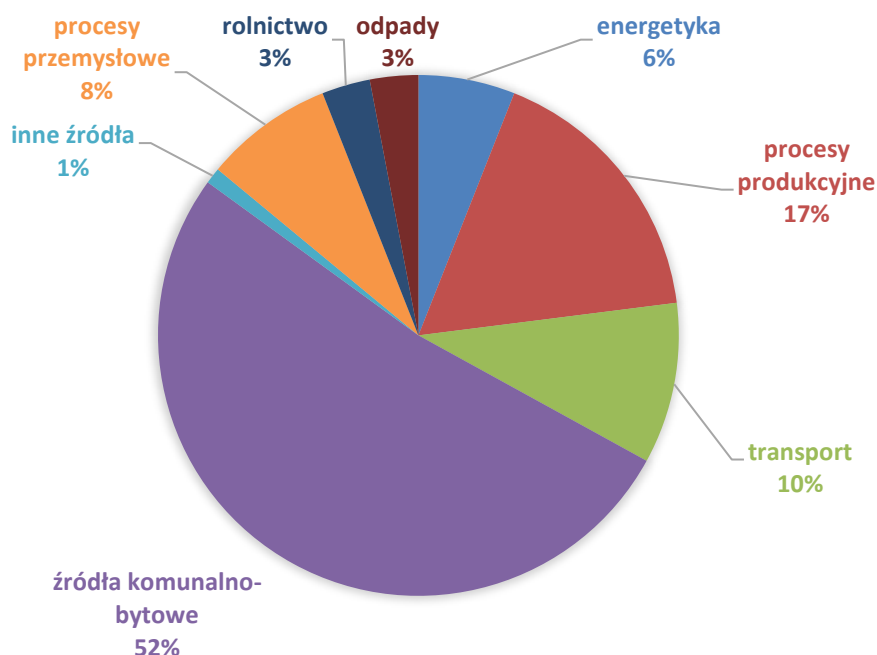


Rysunek 7. Emisja pyłu PM_{2,5} z Polski w latach 1990-2018 r.

Źródło danych: KOBIZE 2020

Największy udział w emisji pyłu PM_{2,5} (52%) mają procesy spalania paliw stałych poza przemysłem, głównie w sektorze komunalno-bytowym (Rysunek 8). Wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń z tego sektora zależy między innymi od warunków pogodowych w danym roku – długości trwania sezonu grzewczego oraz temperatury powietrza w tym sezonie.

Istotnymi źródłami emisji antropogenicznej pyłu PM_{2,5} są również procesy spalania paliw stałych w przemyśle (23%) i transporcie (10%).



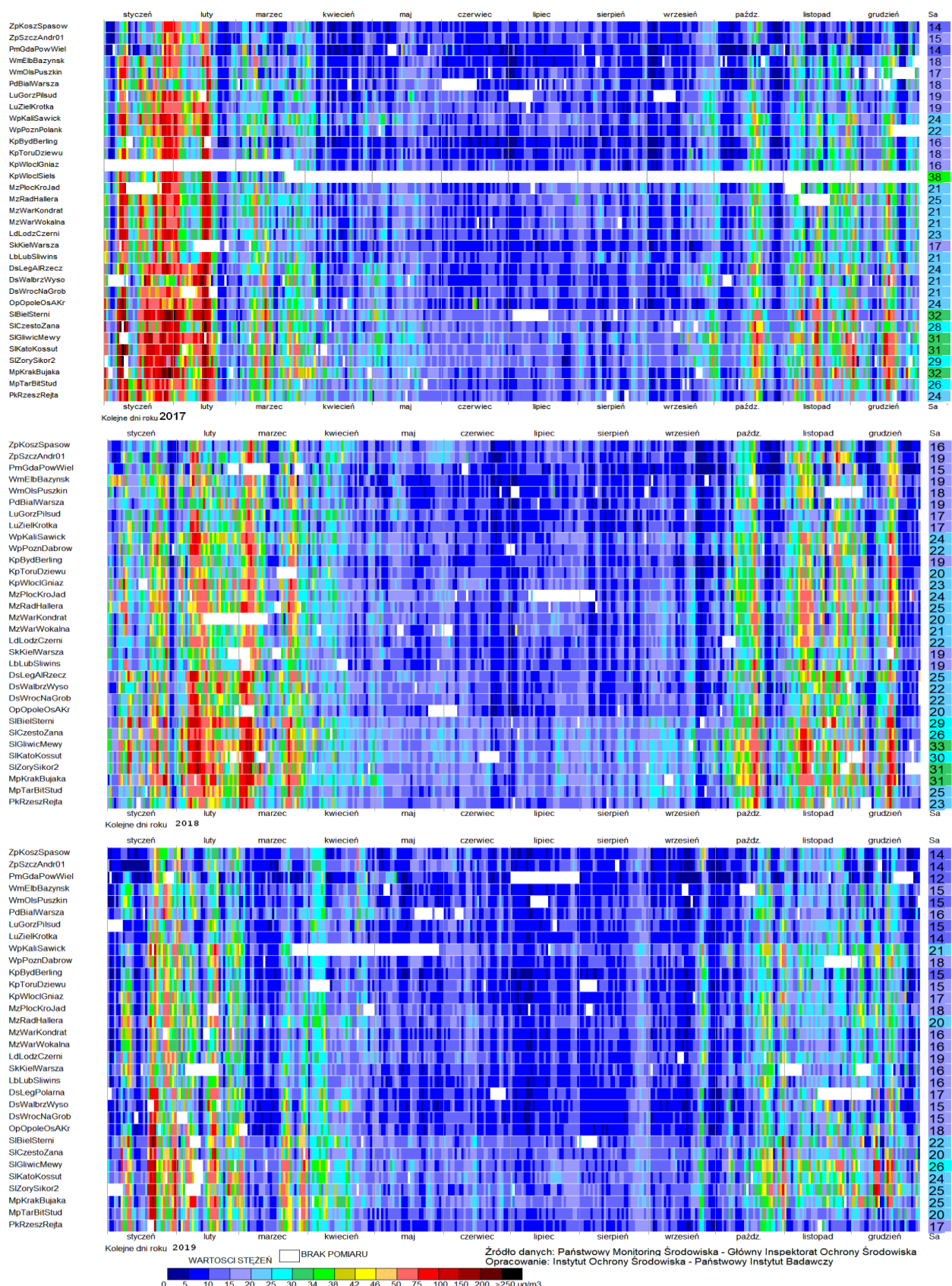
Rysunek 8. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM_{2,5} w Polsce w roku 2018.

Źródło: KOBIZE 2020

Stężenia pyłu PM_{2,5} wykazują silną zmienność sezonową. Najwyższe stężenia notowane są w sezonie chłodnym. Na rysunku 9 przedstawiono przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2,5} w latach 2017-2019 na stanowiskach, z których wyniki uwzględniane są przy obliczaniu krajowego wskaźnika średniego narażenia. Dla każdego stanowiska, każdy wynik pomiaru stężenia dobowego oznaczony jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Miejsce puste, bez kolorowego paska, oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku podana wartość stężenia średniego rocznego w $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dla każdego stanowiska.

W sezonie chłodnym emisja pyłu PM_{2,5} z procesów spalania paliw poza przemysłem (głównie związana z ogrzewaniem budynków) jest znacząco wyższa niż w sezonie ciepłym. Dodatkowo, w sezonie chłodnym częściej niż latem występują warunki meteorologiczne niesprzyjające intensywnej dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu. W rezultacie stężenia pyłu PM_{2,5} w sezonie chłodnym są znacząco wyższe niż latem (Rysunek 9).

W sezonie chłodnym 2019 r. wystąpiły wyjątkowo korzystne warunki meteorologiczne z punktu widzenia zanieczyszczenia powietrza pyłem. Temperatura powietrza w ciągu 5 z 6 miesięcy sezonu chłodnego w wielu miejscach Polski przekraczała średnią z wielolecia 1981-2010 o więcej niż dwa stopnie Celsjusza. W takich warunkach zmniejszone było zapotrzebowanie na ciepło do ogrzewania budynków, co w rezultacie spowodowało zmniejszenie niskiej emisji komunalno-bytowej pyłu (mającej decydujący wpływ na poziom stężeń pyłu PM_{2,5} w terenach zabudowanych), a także zmniejszenie emisji pyłu i prekursorów pyłu z ciepłowni i elektrociepłowni. W rezultacie średnie roczne stężenia pyłu PM_{2,5} były w 2019 r. znacznie niższe niż w latach poprzednich. Średnie roczne stężenie pyłu PM_{2,5} dla stacji uwzględnianych w obliczeniach wskaźników średniego narażenia w 2019 r. wynosiło 17,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i było o ok. 20% niższe niż w latach 2017 i 2018.



Rysunek 9. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2,5} w latach 2017-2019 r., na stanowiskach, z których wyniki uwzględniane są przy obliczaniu krajowego wskaźnika średniej ekspozycji (w kodzie stanowisk widocznych na rysunku dwie pierwsze litery to skrót nazwy województwa, na obszarze, którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Mz - mazowieckie, Mp - małopolskie itd.; w dalszej części kodu znajduje się skrót nazwy miejscowości i ulicy).

W 2019 r. stężenia średnie roczne nieorganicznego aerozolu wtórnego (suma stężeń jonów SO_4^{2-} , NO_3 , NH_4^+) w pyłe $\text{PM}_{2,5}$ (oznaczane na 4 stanowiskach tła regionalnego w Polsce – Zielonka, Osieczów, Puszcza Borecka, Żłoty Potok) były niższe niż w latach poprzednich i wyniosły od $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Zielonce (województwo kujawsko-pomorskie) do $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ w Żłotym Potoku (województwo śląskie). W przypadku Puszczy Boreckiej udział ww. jonów w masie pyłu $\text{PM}_{2,5}$ był najwyższy i stanowił podobnie jak w roku 2018 - 32% masy pyłu $\text{PM}_{2,5}$, najniższy udział ww. jonów w pyłe $\text{PM}_{2,5}$ wystąpił w Żłotym Potoku i wyniósł 26,9%. Udział aerozolu wtórnego w pyłe $\text{PM}_{2,5}$ na stacji Osieczów (województwo dolnośląskie) był bardzo zbliżony do roku 2018 i wyniósł on 27,4%.

Mimo znaczącego spadku stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w 2019 r. w stosunku do lat ubiegłych, krajowy wskaźnik średniego narażenia dla roku 2019 r. wynosi $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i nadal przekracza wartość pułapu stężenia ekspozycji ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Wskaźniki średniego narażenia na pył $\text{PM}_{2,5}$ w przypadku 14 miast i aglomeracji przekraczały wartość pułapu stężenia ekspozycji. Na poziom notowanych stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ wpływ ma przede wszystkim krajowa emisja pyłu pierwotnego $\text{PM}_{2,5}$ oraz emisja prekursorów pyłu. W miejscach z najwyższymi stężeniami, na poziom zanieczyszczenia powietrza największy wpływ ma z reguły emisja pyłu pierwotnego z niskich źródeł emisji związanych ze spalaniem paliw stałych na cele grzewcze i bytowe. Emisja pyłu $\text{PM}_{2,5}$ z tej kategorii źródeł ma największy udział w emisji krajowej (52% w 2018 r.). Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są na niewielkich wysokościach nad poziomem gruntu na obszarach zamieszkałych, wskutek czego bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach przebywania ludzi. Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń pyłu $\text{PM}_{2,5}$ jest transport drogowy. Emisje z transportu drogowego mają miejsce na niewielkiej wysokości z sieci dróg i ulic, i w związku z tym również mają znaczący wpływ na podwyższenie poziomu stężeń w strefie przebywania i zamieszkiwania ludzi.

Poprawę jakości powietrza w odniesieniu do pyłu $\text{PM}_{2,5}$ można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych wyżej kategorii źródeł, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych z kategorii „procesy spalania w przemyśle” (23% łącznej emisji pyłu $\text{PM}_{2,5}$ z Polski) pozostających również znaczącymi emitentami prekursorów pyłu (tlenków azotu i tlenków siarki) i mających istotny wpływ na stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ na poziomie tła regionalnego.

Do ograniczenia **niskiej emisji komunalno-bytowej** (kategoria: procesy spalania paliw poza przemysłem) może prowadzić szereg działań o charakterze edukacyjnym, administracyjnym, organizacyjnym, podatkowym itp., w tym:

1. podniesienie poziomu wiedzy ekologicznej ludności, promowanie zachowań proekologicznych;

Realizacji celu dotyczącego podniesienia świadomości związanej z zagrożeniami zdrowotnymi wynikającymi z zanieczyszczenia powietrza oraz możliwościami ograniczania emisji służą kampanie społeczne prowadzone zarówno przez instytucje rządowe, samorządy lokalne, jak i organizacje pozarządowe. Przykładem mogą być: kampania „Czyste Powietrze” realizowana przez Ministerstwo Klimatu, ogólnopolska kampania na rzecz kształtowania odpowiedzialnych postaw społecznych w kontekście troski o czyste powietrze StopSmog zrealizowana ze środków Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014 w ramach Funduszu Współpracy Dwustronnej na poziomie Programu Operacyjnego PL04, czy projekt realizowany w ramach Narodowego Programu Zdrowia Ministerstwa Zdrowia pn. „Czas na czyste powietrze”. Istotne

są również działania o charakterze edukacyjnym prowadzone przez różne organizacje społeczne i jednostki, dofinansowywane np. ze środków Narodowego Funduszy Ochrony Środowiska lub funduszy wojewódzkich czy samorządów lokalnych.

2. promowanie zastępowania pieców i kotłów na paliwa stałe innymi źródłami ciepła, mniej uciążliwymi dla środowiska (gaz ziemny i płynny, lekki olej opałowy, źródła geotermalne, pompy ciepła, kolektory słoneczne) oraz modernizacji indywidualnych systemów grzewczych poprzez popularyzację wiedzy na ten temat i wsparcie finansowe;

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

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

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

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

Programy wsparcia finansowego inwestycji wymiany indywidualnych nieefektywnych urządzeń grzewczych są realizowane również przez samorządy lokalne, np. w Warszawie, zgodnie z zapisami Uchwały Rady m.st. Warszawy z dnia 28.03.2019 r. w sprawie zasad udzielania dotacji celowej na finansowanie lub dofinansowanie inwestycji na terenie m.st. Warszawy, służących ochronie środowiska i gospodarce wodnej, która weszła w życie w dniu 30.04.2019 r. Ze środków budżetu m.st. Warszawy w celu ograniczenia niskiej emisji mogą być udzielane dotacje na modernizację kotłowni, tj. trwałą likwidację kotłów lub palenisk na paliwo stałe albo olej opałowy i zastąpienie ich przez nowe źródło ciepła opalane paliwem gazowym lub trwałą likwidację dotychczas wykorzystywanych źródeł ciepła i wykonanie indywidualnego węzła cieplnego z jednoczesnym podłączeniem do sieci ciepłowniczej.

3. zakaz dystrybucji paliw stałych niespełniających wymagań jakościowych określonych w rozporządzeniu Ministra Energii z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wymagań jakościowych dla paliw stałych (Dz.U. 2018 poz. 1890) i egzekwowanie tego zakazu; ewentualne wprowadzenie bardziej restrykcyjnych standardów jakościowych na paliwa stałe;

4. egzekwowanie zakazu sprzedaży kotłów niespełniających wymagań określonych w rozporządzeniu Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 1 sierpnia 2017 r. w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U. 2017 poz. 1690);

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

W Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym, w ramach programu priorytetowego „Wsparcie Ministra Środowiska w zakresie realizacji polityki ochrony środowiska” finansowanego ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) została uruchomiona baza urządzeń grzewczych spełniających wymagania programu priorytetowego „Czyste Powietrze”. Baza zawiera informacje o będących na rynku urządzeniach grzewczych na paliwa stałe, ciekłe i gazowe, a także urządzenia wykorzystujące odnawialne źródła energii. Baza umożliwia beneficjentom Programu „Czyste Powietrze” właściwy dobór urządzeń grzewczych i tym samym upraszcza proces składania, a następnie rozpatrywania przedkładanych wniosków przez Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz samorządy uczestniczące w Programie.

6. wprowadzenie mechanizmów ograniczających problem ubóstwa energetycznego;

7. wspieranie termoizolacji budynków, między innymi poprzez wsparcie finansowe;

8. promowanie budownictwa energooszczędnego i pasywnego;

9. rozwój technologii nowych paliw niskoemisyjnych;

10. promowanie budowy i stosowania odnawialnych źródeł energii;

11. rozwój energetyki geotermalnej;

12. rozwój i modernizacja systemów zaopatrzenia w ciepło sieciowe;

13. wprowadzanie lokalnych ograniczeń stosowania paliw stałych do ogrzewania budynków i podgrzewania wody na wybranych obszarach; z jednoczesnym wdrożeniem systemu wsparcia finansowego przebudowy instalacji grzewczej;

14. wprowadzenie do regulaminów porządku publicznego zakazu spalania odpadów roślinnych (ścięta trawa, liście, chwasty, świeżo ścięte gałęzie, ścinki z żywopłotów itp.) z przydomowych ogródków i z ogródków działkowych oraz zorganizowanie bardziej efektywnego systemu odbioru odpadów zielonych;

15. egzekwowanie zakazu spalania odpadów w paleniskach domowych, kotłach, piecach, ogniskach;

16. rozbudowa systemów dystrybucji sieciowego gazu ziemnego;

17. prowadzenie odpowiedniej polityki podatkowej zachęcającej do stosowania mniej emisyjnych paliw (gaz ziemny, gaz płynny, lekki olej opałowy) lub źródeł energii odnawialnej w miejsce paliw uciążliwych dla środowiska;

18. wprowadzenie zakazu spalania resztek roślinnych na polach.

Część z wymienionych powyżej działań została uwzględniona w przyjmowanych na poziomie województw uchwałach antysmogowych. Zgodnie z zapisami art. 96. ustawy – Poś „sejmik województwa może, w drodze uchwały, w celu zapobieżenia negatywnemu oddziaływaniu na środowisko lub na zabytki określić dla terenu województwa bądź jego części

rodzaje lub jakość paliw dopuszczonych do stosowania, a także sposób realizacji i kontroli tego obowiązku”. Uchwały antysmogowe są aktami prawa miejscowego. Podmiotami uprawnionymi do kontroli mieszkańców są organy samorządowe: wójtowie, burmistrzowie i prezydenci miast oraz upoważnieni przez nich pracownicy urzędów gmin lub straży gminnych. Uprawnieniami kontrolnymi oraz możliwością nakładania mandatów karnych dysponuje również Policja, a w przypadku podmiotów prowadzących działalność gospodarczą Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska².

Uchwały antysmogowe zostały przyjęte dla województw:

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

Przykładem są obowiązujące przepisy zakazujące stosowania paliw stałych od 1 września 2019 roku na obszarze Krakowa³. Oznacza to, że w Krakowie w instalacjach spalania paliw dopuszczone jest stosowanie wyłącznie paliw gazowych lub lekkiego oleju opałowego. Należy podkreślić, że przepisy te dotyczą również wytwarzania ciepła na cele niegrzewcze i nie ograniczają się wyłącznie do budynków prywatnych. Obejmują również okazjonalne używanie kominków, ogrzewanie budynków gospodarczych, instytucji publicznych, szklarni i tuneli, suszarni i obiektów gastronomicznych.

Emisje pyłu PM_{2,5} związane z **transportem drogowym** można ograniczyć między innymi poprzez:

1. rozwój i wspieranie systemów transportu publicznego (w tym z taboru niskoemisyjnym) w celu ograniczenia intensywności ruchu pojazdów indywidualnych;

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

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

Działania te obejmują zarówno zmiany organizacji ruchu, jak i budowę i wdrażanie rozwiązań technicznych, tzw. inteligentnych systemów transportowych (ITS). Ich prawidłowe zaprojektowanie oraz budowa mogą prowadzić do zmniejszenia emisji zanieczyszczeń, poprzez np. właściwe rozłożenie potoków ruchu, zwłaszcza w sytuacjach epizodów wysokich stężeń pyłu, spowodowanych np. warunkami meteorologicznymi, zwiększenie płynności ruchu i zmniejszenie kongestii, sterowanie utrzymania prędkości przejazdów, dostarczanie odpowiednich bieżących informacji kierowcom dotyczących np. warunków ruchu i sugestii określonych zachowań, rozwiązania wspierające

² <https://powietrze.malopolska.pl/antysmogowa/>

³ Uchwała Nr XVIII/243/16 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 15 stycznia 2016 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków ograniczeń w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw

uprzywilejowanie pojazdów transportu zbiorowego, czy zarządzanie miejscami parkingowymi w mieście, które w połączeniu z przekazywaniem informacji kierowcom może prowadzić do zmniejszenia zbędnego ruchu związanego z ich poszukiwaniem.

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

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

Przepisów w tym zakresie w Polsce obecnie nie ma, ale samorządy miast mających problemy z jakością powietrza mogą ustanowić na swoim terenie strefy ograniczonego wjazdu w oparciu o Ustawę o elektromobilności⁴. Ustawa określa:

- zasady rozwoju i funkcjonowania infrastruktury służącej do wykorzystania paliw alternatywnych w transporcie, w tym wymagania techniczne, jakie ma spełniać ta infrastruktura;
 - obowiązki podmiotów publicznych w zakresie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych;
 - obowiązki informacyjne w zakresie paliw alternatywnych;
 - warunki funkcjonowania stref czystego transportu;
 - krajowe ramy polityki rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych oraz sposób ich realizacji.
4. organizację stref płatnego parkowania z dostateczną liczbą miejsc parkingowych;
 5. wprowadzanie opłat za wjazd do wydzielonych części centralnych miast, opłat uzależnionych od klasy uciążliwości pojazdu;
 6. eliminowanie z ruchu pojazdów niespełniających norm emisyjnych (okresowe badania techniczne, kontrole drogowe);
 7. opracowanie systemu zachęt do wymiany samochodów na nowe pojazdy niskoemisyjne (np. hybrydowe, wodorowe, elektryczne);
 8. rozwój elektromobilności, w tym rozwój infrastruktury niezbędnej do upowszechnienia samochodów z napędem elektrycznym;
 9. opracowanie instrumentów skłaniających do ograniczania przewozu ładunków transportem samochodowym na rzecz kolei i transportu wodnego;
 10. rozwój infrastruktury kolejowej i sieci połączeń kolejowych oraz odpowiednie kształtowanie taryf biletowych w celu zachęty do podróżowania koleją zamiast samochodami osobowymi i autobusami;
 11. budowa parkingów typu park&ride oraz park&bike na obrzeżach miast;

⁴ Ustawa z dnia 11 stycznia 2018 r. o elektromobilności i paliwach alternatywnych (Dz. U. 2018 poz. 317).

12. rozbudowa systemu ścieżek rowerowych i wprowadzanie ułatwień ruchu dla rowerzystów;
13. budowa obwodnic miast i miejscowości;
14. modernizacja i przebudowa dróg, w tym z zastosowaniem technologii ograniczających emisje ze ścierania nawierzchni drogi.

Do poprawy jakości powietrza w zakresie pyłu PM_{2,5} przyczyniają się również działania na rzecz ograniczenia emisji ze źródeł punktowych będących znaczącymi emitentami prekursorów pyłu.

7) Wnioski końcowe

Krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2019 r. wynosi 21 µg/m³ i przekracza o 5% pułap stężenia ekspozycji (20 µg/m³) oraz o 17% krajowy cel redukcji narażenia - 18 µg/m³ (planowany do osiągnięcia w terminie do dnia 1 stycznia 2020 r.).

W latach 2010-2016 zanotowano systematyczny spadek wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia wskaźnika od 28 µg/m³ do 22 µg/m³. W latach 2016-2018 r. wartość wskaźnika utrzymywała się na poziomie z roku 2016. W 2019 r. uzyskano najniższą wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} (21 µg/m³), ale jest to nadal wartość przekraczająca o 5% pułap stężenia ekspozycji.

W latach 2010-2014 odnotowywano coroczny spadek emisji pyłu PM_{2,5} z terenu Polski, z 152,5 Gg/rok w 2010 r. do 129,3 Gg/rok w 2014. W kolejnych trzech latach emisja pyłu PM_{2,5}, co roku zwiększała się i w roku 2017 osiągnęła wielkość 137,9 Gg/rok. Największy wpływ na ten wzrost miało zwiększenie zużycia węgla kamiennego i drewna na cele grzewcze w gospodarstwach domowych oraz wzrost zużycia węgla kamiennego i drewna w przemyśle, a także wzrost emisji pyłu PM_{2,5} z transportu drogowego (KOBIZE 2019). W roku 2018 ponownie nastąpiło zmniejszenie rocznej emisji pyłu PM_{2,5} do 136,7 Gg/rok. Największy wpływ na tę zmianę miał spadek zużycia węgla kamiennego i drewna w sektorze komunalno-bytowym

W 2019 r. w 14 z 30 miast i aglomeracji wskaźnik średniego narażenia na pył PM_{2,5} przekraczał wartość pułapu stężenia ekspozycji. Najwyższe wartości wskaźnika, podobnie jak w latach ubiegłych, uzyskano dla aglomeracji krakowskiej (29 µg/m³) oraz dla aglomeracji górnośląskiej (29 µg/m³). W pasie województw północnych, od woj. zachodniopomorskiego do podlaskiego oraz w województwach: lubuskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim i świętokrzyskim, w miastach i aglomeracjach wartości wskaźników nie przekraczały pułapu stężenia ekspozycji (20 µg/m³).

Krajowy cel redukcji narażenia (18 µg/m³), w roku 2019, przekroczony był w 19 z 30 miast i aglomeracji. Wskaźnik ten nie był przekroczony w 6 województwach (zachodniopomorskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim, podlaskim, lubuskim i świętokrzyskim). W pozostałych 10 województwach wskaźniki średniego narażenia dla miast i aglomeracji przekraczały wartość krajowego celu redukcji narażenia, przy czym w województwie kujawsko-pomorskim, z miast i aglomeracji, dla których wskaźnik ten był obliczany przekroczenie wystąpiło jedynie we Włocławku.

Dla ograniczenia zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{2,5} konieczne jest ograniczenie emisji pyłu i jego prekursorów ze wszystkich sektorów gospodarki. Mając na uwadze fakt,

że największy wpływ na powstawanie wysokich stężeń pyłu PM_{2,5} w Polsce ma emisja z procesów spalania paliw poza przemysłem (przede wszystkim związana z indywidualnym ogrzewaniem budynków i zaspokajaniem innych potrzeb bytowych), ograniczenie emisji zanieczyszczeń z tych procesów mogłoby spowodować znaczącą poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM_{2,5}. Do istotnej redukcji emisji zanieczyszczeń do powietrza z sektora komunalno-bytowego może się przyczynić efektywna realizacja programu „Czyste Powietrze” zainicjowanego w 2018 roku.

Jednocześnie, w celu uzyskania trwałej poprawy jakości powietrza, należy dążyć do ograniczania emisji pyłu PM_{2,5} ze źródeł punktowych i transportu drogowego.

Podsumowując podkreślić należy, iż wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} ze względu na to, że są liczone, jako średnie wieloletnie (trzyletnie), są parametrami statystycznymi mniej wrażliwymi na krótkotrwałe bardzo wysokie lub bardzo niskie stężenia zanieczyszczeń pyłowych, a tym samym bardzo dobrze nadają się do oceny trendów i efektywności działań na rzecz poprawy jakości powietrza niż średnie roczne czy średnie dobowe stężenia pyłu.

8) Akty prawne i dane źródłowe wykorzystane w pracy

1. GIOS, 2020. Wskaźniki średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} w Polsce w 2019 roku. Autor: Iwanek J. praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska – PIB, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
2. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji (Dz. U. 2012 poz. 1029).
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. 2012 poz. 1031).
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. 2012 poz. 1030).
5. Wytyczne Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, European Commission, DG ENV, 2013.
6. MK, 2020. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 1990-2018, Raport syntetyczny, KOBIZE- IOŚ-PIB, Warszawa.
7. KOBIZE-IOŚ-PIB, 2019. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO w układzie klasyfikacji SNAP, Raport syntetyczny, Warszawa.
8. Baza danych GIOŚ (JPOAT2,0).
9. Tabele z danymi o emisjach zanieczyszczeń w formacie wymaganym przez dyrektywę 2016/2284 (Annex I). KOBIZE 2020.