



INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

WSKAŹNIKI ŚREDNIEGO NARAŻENIA NA PYŁ PM_{2,5} DLA MIAST POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW I AGLOMERACJI ORAZ KRAJOWY WSKAŹNIK ŚREDNIEGO NARAŻENIA W 2017 ROKU

Warszawa, 2018

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska - Inspekcja Ochrony Środowiska



Opracowano w Departamencie Monitoringu, Ocen i Prognoz Stanu Środowiska Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska w oparciu o raport pt. „Wskaźniki średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} w Polsce w 2017 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 latach 2016-2018” realizowanej przez Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska na podstawie umowy nr 5/2015/F z dnia 22.04.2015 r., finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na podstawie umowy nr 664/2014/Wn50/MN-PO-CR/D z dnia 19.09.2014 r.

1) Informacja na temat wartości wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} w 2017 r.

Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla 2017 roku wynosi: **22 µg/m³**. Wartości wskaźnika średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla poszczególnych aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tys. dla roku 2017 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 2017 r.

Województwo	Strefa	Wartość wskaźnika średniego narażenia dla roku 2016 [µg/m ³]
dolnośląskie	Aglomeracja Wrocławska	22
	miasto Legnica	24
	miasto Wałbrzych	20
kujawsko-pomorskie	Aglomeracja Bydgoska	15
	miasto Toruń	19
	miasto Włocławek	20
lubelskie	Aglomeracja Lubelska	20
lubuskie	miasto Gorzów Wlkp.	18
	miasto Zielona Góra	19
łódzkie	Aglomeracja Łódzka	22
małopolskie	Aglomeracja Krakowska	32
	miasto Tarnów	25
mazowieckie	Aglomeracja Warszawska	21
	miasto Płock	22
	miasto Radom	24
opolskie	miasto Opole	23
podkarpackie	miasto Rzeszów	23
podlaskie	Aglomeracja Białostocka	19
pomorskie	Aglomeracja Trójmiejska	14
śląskie	Aglomeracja Górnośląska	30
	Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	29
	miasto Bielsko-Biała	29
	miasto Częstochowa	26
świętokrzyskie	miasto Kielce	21
warmińsko-mazurskie	miasto Olsztyn	16
	miasto Elbląg	16
wielkopolskie	Aglomeracja Poznańska	24
	miasto Kalisz	26
zachodniopomorskie	Aglomeracja Szczecińska	15
	miasto Koszalin	13

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 został transponowany do prawodawstwa krajowego rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., 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. z 2012 r., poz. 1030).

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

- **pułap stężenia ekspozycji** jest 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** jest 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 2015, 2016 i 2017 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. z 2012 r. 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

Lp.	Województwo	Strefa	Kod stacji
1.	dolnośląskie	Aglomeracja Wrocławska	DsWrocNaGrob
		miasto Legnica	DsLegAlRzecz
		miasto Wałbrzych	DsWalbrzWyso
2.	kujawsko-pomorskie	Aglomeracja Bydgoska	KpBydBerling
		miasto Toruń	KpToruDziewu
		miasto Włocławek	KpWloclSiels / KpWloclGniaz ¹⁾
3.	lubelskie	Aglomeracja Lubelska	LbLubSliwins
4.	lubuskie	miasto Gorzów Wlkp.	LuGorzPilsud
		miasto Zielona Góra	LuZielKrotka
5.	łódzkie	Aglomeracja Łódzka	LdLodzCzerni
6.	małopolskie	Aglomeracja Krakowska	MpKrakBujaka
		miasto Tarnów	MpTarBitStud
7.	mazowieckie	Aglomeracja Warszawska	MzWarKondrat
			MzWarWokalna
		miasto Płock	MzPlocKroJad
		miasto Radom	MzRadHallera
8.	opolskie	miasto Opole	OpOpoleOsAKr
9.	podkarpackie	miasto Rzeszów	PkRzeszRejta
10.	podlaskie	Aglomeracja Białostocka	PdBialWarsza
11.	pomorskie	Aglomeracja Trójmiejska	PmGdaPowWiel
12.	śląskie	Aglomeracja Górnośląska	SlGliwicMewy
			SlKatoKossut
		Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	SlZorySikors / SlZorySikor2 ²⁾
		miasto Bielsko-Biała	SlBielSterni
		miasto Częstochowa	SlCzestoZana
13.	świętokrzyskie	miasto Kielce	SkKielJagiel / SkKielWarsza ³⁾
14.	warmińsko-mazurskie	miasto Olsztyn	WmOlsPuszkin
		miasto Elbląg	WmElbBazynsk
15.	wielkopolskie	Aglomeracja Poznańska	WpPoznPolank
		miasto Kalisz	WpKaliSawick
16.	zachodniopomorskie	Aglomeracja Szczecińska	ZpSzczAndr01
		miasto Koszalin	ZpKoszSpasow

¹⁾ KpWloclSiels dla okresu od 1.01.2015 do 22.03.2017 r. oraz KpWloclGniaz dla okresu 27.03.2017-31.12.2017 r. Zmiana spowodowana koniecznością przeniesienia stacji KpWloclSiels w związku z rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim jej sąsiedztwie.

²⁾ SlZorySikors w latach 2015 i 2016, SlZorySikor2 dla 2017 r. Zmiana spowodowana koniecznością przeniesienia stacji SlZorySikors w związku z rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim jej sąsiedztwie.

³⁾ SkKielJagiel dla 2015 r. i SkKielWarsza dla lat 2016 i 2017 r.

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji, wskaźnik średniego narażenia WM_{2017} dla miasta i aglomeracji oblicza się zgodnie ze wzorem:

$$WM_{2017} = \frac{1}{3} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{n_{2015}} Sa_{i2015}}{n_{2015}} + \frac{\sum_{i=1}^{n_{2016}} Sa_{i2016}}{n_{2016}} + \frac{\sum_{i=1}^{n_{2017}} Sa_{i2017}}{n_{2017}} \right\}$$

gdzie:

- WM_{2017} – wskaźnik średniego narażenia dla miasta o liczbie mieszkańców większej od 100 tysięcy i aglomeracji, dla roku 2017;
- $Sa_{i2015}, Sa_{i2016}, Sa_{i2017}$ – średnie roczne stężenie pyłu $PM_{2,5}$ na i -tym stanowisku pomiarowym, odpowiednio w latach 2015, 2016 i 2017;
- $n_{2015}, n_{2016}, n_{2017}$ – 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 2015, 2016 i 2017.

Krajowy wskaźnik średniego narażenia dla roku 2017 oblicza się zgodnie z wzorem:

$$WK_{2017} = \frac{1}{3} \left\{ \frac{\sum_{i=1}^{p_{2015}} Sa_{i2015}}{p_{2015}} + \frac{\sum_{i=1}^{p_{2016}} Sa_{i2016}}{p_{2016}} + \frac{\sum_{i=1}^{p_{2017}} Sa_{i2017}}{p_{2017}} \right\}$$

gdzie:

- WK_{2017} – krajowy wskaźnik średniego narażenia dla roku 2017;
- $Sa_{i2015}, Sa_{i2016}, Sa_{i2017}$ – średnie roczne stężenie pyłu $PM_{2,5}$ na i -tym stanowisku pomiarowym, odpowiednio w latach 2015, 2016 i 2017;
- $p_{2015}, p_{2016}, p_{2017}$ – liczba stanowisk pomiarowych, z których wyniki pomiarów uwzględniono w obliczeniu krajowego wskaźnika średniego narażenia, odpowiednio w latach 2015, 2016 i 2017.

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 czystszej powietrza 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 są prowadzone przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska.

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 2017 roku, wykorzystane do obliczenia wskaźnika średniego narażenia, podlegały dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem była weryfikacja danych na poziomie poszczególnych województw, prowadzona przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska. Drugim etapem było przeprowadzenie przeglądu wyników na poziomie krajowym – w Instytucie Ochrony Środowiska - PIB. Serie pomiarowe z lat 2015 i 2016 zostały poddane kontroli i zatwierdzeniu w latach poprzednich.

Wymagania dotyczące kompletności danych określone w Wytocznych Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE (kompletność serii $\geq 85\%$) w 2015 r. spełniały wszystkie serie wyników pomiarów stężeń PM_{2,5}. W przypadku 30 spośród 32 serii pomiary obejmowały co najmniej 90% dni 2015 roku. Wymóg 85% kompletności spełniały wszystkie 32 serie pomiarowe PM_{2,5} z 2016 r. uwzględnione przy obliczaniu wskaźnika średniego narażenia, a 31 z 32 serii miała kompletność wyższą od 90%. W 2017 r. kompletność wszystkich serii pomiarowych służących do obliczenia wskaźnika średniego narażenia przekroczyła 90%.

Tabela 4. Wartości średnich rocznych stężeń pyłu PM_{2,5} na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w latach 2015-2017; wartości wskaźnika średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia dla 2017 roku

Lp.	Województwo	Strefa	Kod stacji	Stężenie średnie roczne w 2015 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stężenie średnie roczne w 2016 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stężenie średnie roczne w 2017 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stężenie średnie roczne uśrednione w latach 2015-2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość wskaźnika średniego narażenia dla 2017 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
1	dolnośląskie	Agglomeracja Wrocławska	DsWrocNaGrob	22,9	22,5	20,7	22,0	22
		miasto Legnica	DsLegAIRzecz	22,9	25,2	23,9	24,0	24
		miasto Wałbrzych	DsWalbrzWyso	18,9	18,9	21,4	19,7	20
2	kujawsko-pomorskie	Agglomeracja Bydgoska	KpBydBerling	15,8	14,8	15,8	15,4	15
		miasto Toruń	KpToruDziewu	18,9	18,3	18,5	18,5	19
		miasto Włocławek	KpWloclSiels/ KpWloclGniaz ¹⁾	18,4	21,0	20,7	20,0	20
3	lubelskie	Agglomeracja Lubelska	LbLubSliwins	21,3	19,0	20,7	20,4	20
4	lubuskie	miasto Gorzów Wlkp.	LuGorzPilsud	16,6	18,2	19,1	18,0	18
		miasto Zielona Góra	LuZielKrotka	19,2	19,4	19,1	19,2	19
5	łódzkie	Agglomeracja Łódzka	LdLodzCzerni	22,1	20,7	22,9	21,9	22
6	małopolskie	Agglomeracja Krakowska	MpKrakBujaka	33,7	30,2	31,9	31,9	32
		miasto Tarnów	MpTarBitStud	25,2	24,4	25,8	25,1	25
7	mazowieckie	Agglomeracja Warszawska	MzWarKondrat	23,6	21,8	21,4	22,3	21
			MzWarWokalna	21,0	19,4	21,1	20,5	
		miasto Płock	MzPlocKroJad	21,4	21,9	21,4	21,6	22
		miasto Radom	MzRadHallera	25,0	23,1	24,5	24,2	24
8	opolskie	miasto Opole	OpOpoleOsAKr	21,2	23,2	23,7	22,7	23
9	podkarpackie	miasto Rzeszów	PkRzeszRejta	22,8	22,2	24,1	23,0	23
10	podlaskie	Agglomeracja Białostocka	PdBialWarsza	21,2	17,5	17,6	18,8	19
11	pomorskie	Agglomeracja Trójmiejska	PmGdaPowWiel	14,2	12,8	13,9	13,6	14
12	śląskie	Agglomeracja Górnośląska	SlGliwicMewy	30,6	32,4	30,7	31,2	30
			SlKatoKossut	27,3	26,6	31,2	28,4	

Lp.	Województwo	Strefa	Kod stacji	Stężenie średnie roczne w 2015 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stężenie średnie roczne w 2016 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stężenie średnie roczne w 2017 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Stężenie średnie roczne uśrednione w latach 2015-2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Wartość wskaźnika średniego narażenia dla 2017 r. [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
		Aglomeracja Rybnicko-Jastrzębska	SlZorySikors/ SlZorySikor2 ²⁾	27,8	29,3	29,4	28,8	29
		miasto Bielsko-Biała	SlBielSterni	25,9	28,3	31,6	28,6	29
		miasto Częstochowa	SlCzestoZana	26,0	25,3	27,8	26,4	26
13	świętokrzyskie	miasto Kielce	SkKielJagiel / SkKielWarsza ³⁾	25,6	18,6	17,4	20,5	21
14	warmińsko-mazurskie	miasto Olsztyn	WmOlsPuszkini	16,7	15,7	16,9	16,5	16
		miasto Elbląg	WmElbBazynski	14,9	16,4	17,9	16,4	16
15	wielkopolskie	Aglomeracja Poznańska	WpPoznPolank	24,4	23,9	22,4	23,5	24
		miasto Kalisz	WpKaliSawicki	27,2	26,7	24,5	26,1	26
16	zachodniopomorskie	Aglomeracja Szczecińska	ZpSzczAndr01	15,4	15,4	15,0	15,3	15
		miasto Koszalin	ZpKoszSpasow	13,5	12,5	14,2	13,4	13
Średnia dla kraju				21,93	21,4	22,09	21,8	22

- ¹⁾ KpWlclSiels dla okresu od 1.01.2015 do 22.03.2017 r. oraz KpWlclGniaz dla okresu 27.03.2017-31.12.2017 r.
Zmiana spowodowana koniecznością zamknięcia stacji KpWlclSiels w związku z rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim sąsiedztwie stacji
- ²⁾ SlZorySikors w latach 2015 i 2016, SlZorySikor2 dla 2017 r. Zmiana spowodowana koniecznością zamknięcia stacji SlZorySikors w związku z rozpoczęciem prac budowlanych w bezpośrednim sąsiedztwie stacji.
- ³⁾ SkKielJagiel roku 2015, SkKielWarsza dla lat 2016 i 2017

5) *Analiza zmian wartości wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} w latach 2010-2017 oraz przyczyn występowania ponadnormatywnych stężeń*

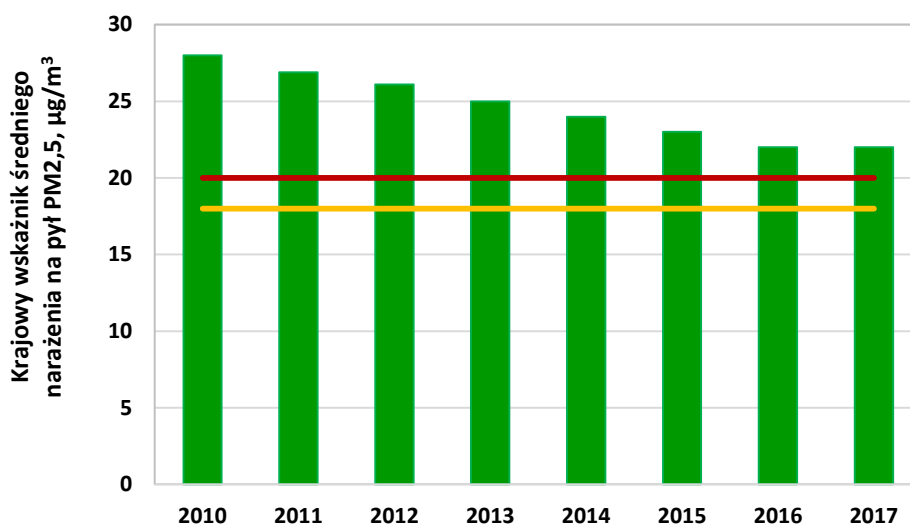
Krajowy wskaźnik średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla 2017 roku wynosi **22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** . Jest to wartość równa wartości wskaźnika dla 2016 r. i **1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** niższa od wartości wskaźnika z 2015 r. (Rysunek 2). Wartość krajowego wskaźnika średniego narażenia dla 2017 r. przekroczyła jednak o 10% pułap stężenia ekspozycji (**20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**) będący w tym względzie standardem jakości powietrza, który należy dotrzymywać od roku 2015. Wskaźnik ten również o **4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** (22%) przekroczył krajowy cel redukcji narażenia na pył PM_{2,5} (**18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**), do osiągnięcia do roku 2020.

Wartości krajowego wskaźnika średniego narażenia obliczone dla lat 2010-2017¹ wykazują stały trend spadkowy **1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** na rok za wyjątkiem roku 2017 dla którego wskaźnik ten pozostał na poziomie z roku 2016 (Rysunek 2).

Najniższą wartość wskaźnika, spośród obliczonych dla poszczególnych miast i aglomeracji, podobnie jak dla roku 2016, uzyskano dla miasta Koszalin (**13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**) i aglomeracji trójmiejskiej (**14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**). Najwyższe wartości wskaźnika, podobnie jak w latach ubiegłych, uzyskano dla aglomeracji krakowskiej (**32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**) oraz dla aglomeracji górnośląskiej (**30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$**).

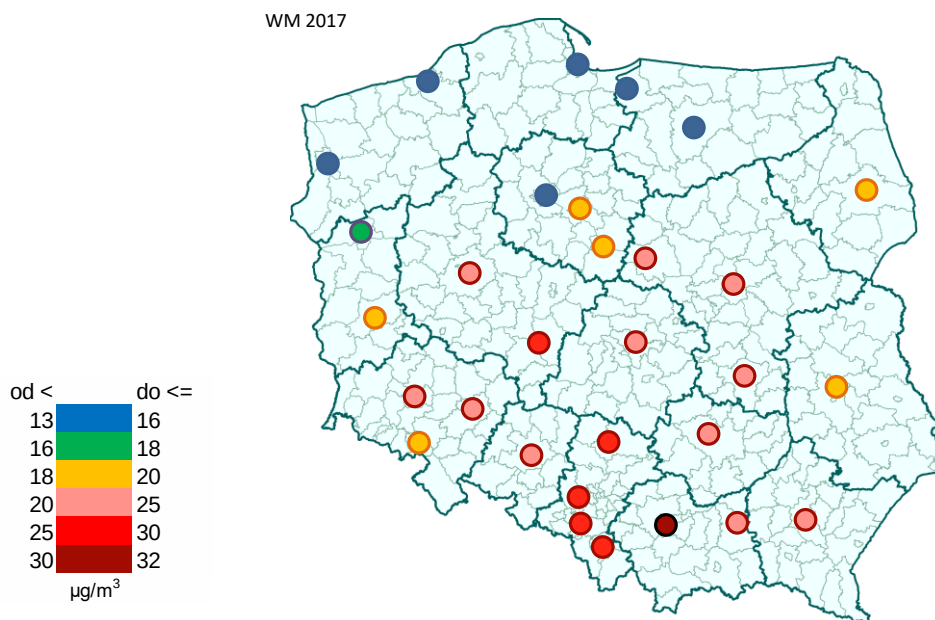
¹ Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie sposobu obliczania wskaźników średniego narażenia oraz sposobu oceny dotrzymania pułapu stężenia ekspozycji, wskaźniki dla 2011 r. obliczano na podstawie wyników pomiarów stężeń PM_{2,5} z dwóch lat (2010 i 2011), a 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 17 miastach i aglomeracjach wskaźnik średniego narażenia był w 2017 r. wyższy od pułapu stężenia ekspozycji ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$), w 13 niższy lub równy tej wartości.



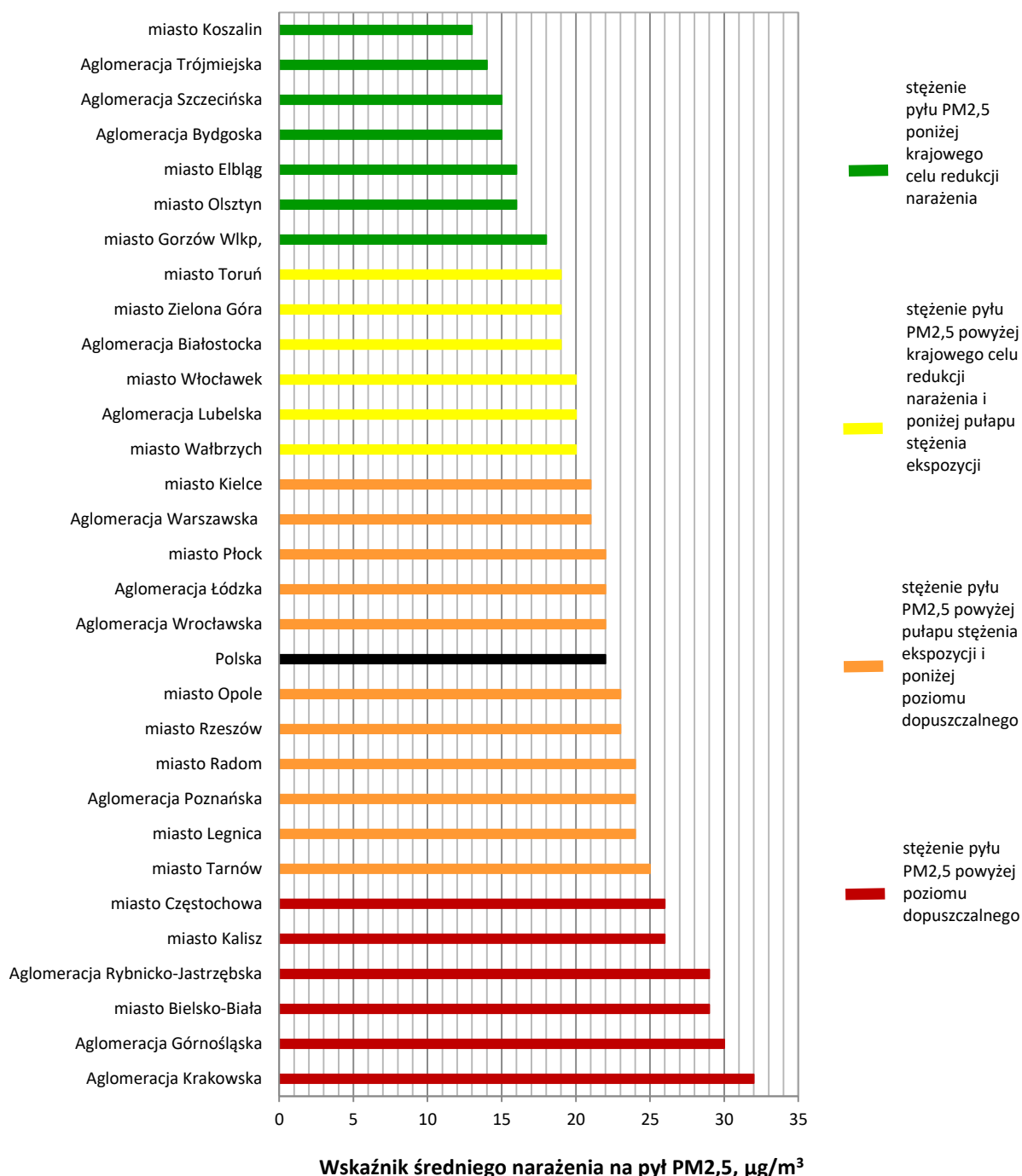
Rysunek 2. Krajowe wskaźniki średniego narażenia na pył PM2,5 w latach 2010-2017 w odniesieniu do: (a) krajowego celu redukcji narażenia (linia żółta); (b) pułapu stężenia ekspozycji (linia czerwona)

W miastach i aglomeracjach południowej części Polski wskaźniki są z reguły wyższe niż w centrum i na północy kraju (Rysunek 3). W trzech aglomeracjach i w jednym mieście powyżej 100 tys. mieszkańców (Bielsko-Biała) w tym rejonie Polski wartości wskaźnika WM przekraczają $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. W pasie województw północnych, od woj. zachodniopomorskiego do podlaskiego i dodatkowo w woj. kujawsko-pomorskim i lubuskim, wartości wskaźników WM nie przekraczają pułapu stężenia ekspozycji ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

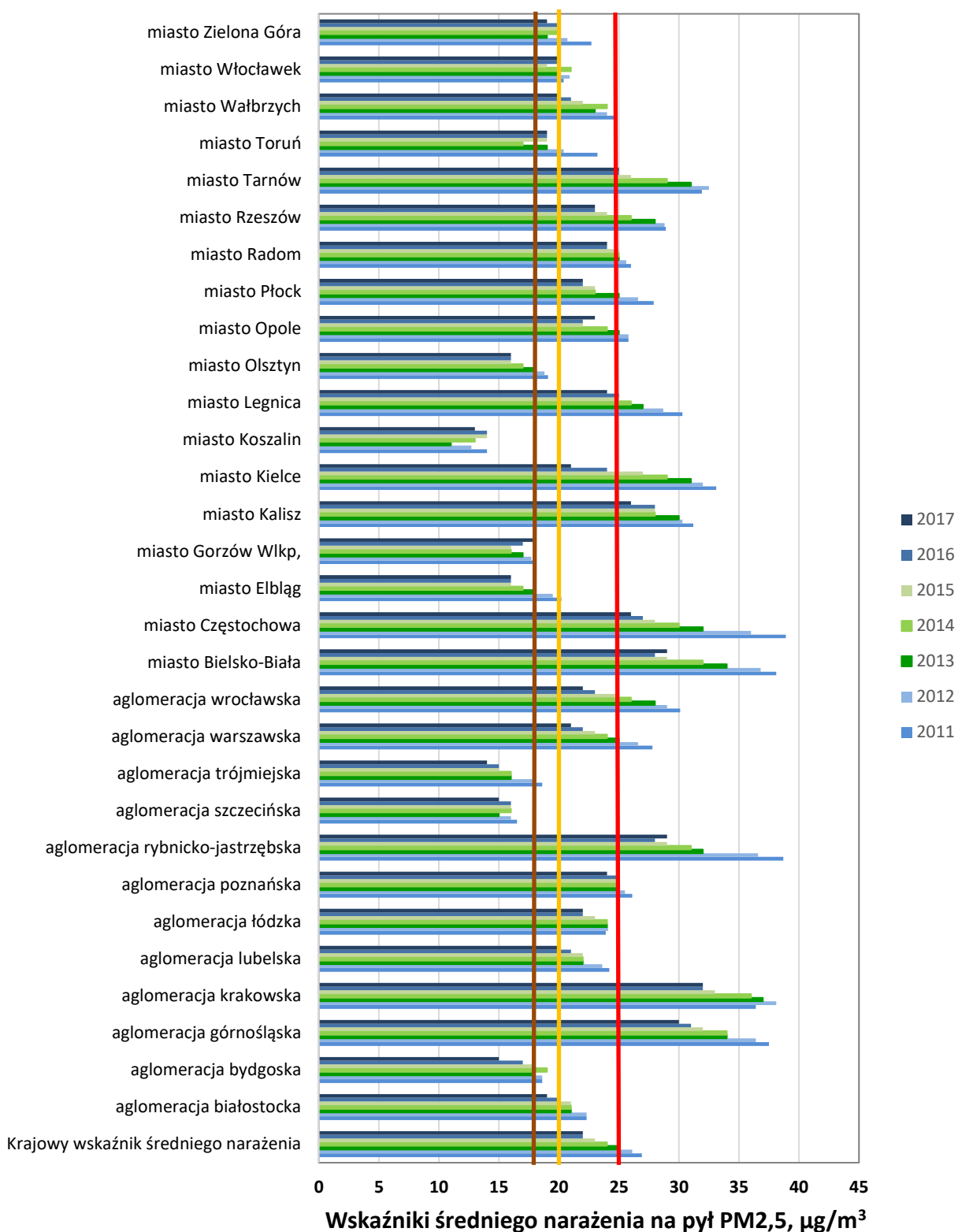


Rysunek 3. Wskaźniki średniego narażenia na pył PM2,5 dla 2017 r. (Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB)

W 16 miastach i aglomeracjach wartość wskaźnika w 2017 r. była niższa od wartości z roku 2016 o od 1 do 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Największy spadek wskaźnika w stosunku do wartości z 2016 r. – o 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – wystąpił w Kielcach (na tę różnicę może mieć pewien wpływ zmiana lokalizacji stanowiska pomiarowego w roku 2016) oraz mieście Kalisz i aglomeracji bydgoskiej o 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W Gorzowie Wielkopolskim miał miejsce wzrost wskaźnika o 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a w kolejnych 3 miastach i aglomeracjach nastąpił wzrost o 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (aglomeracja rybnicko-jastrzębska, miasta: Bielsko-Biała i Opole). W 10 miastach i aglomeracjach wartość wskaźnika nie zmieniła się.



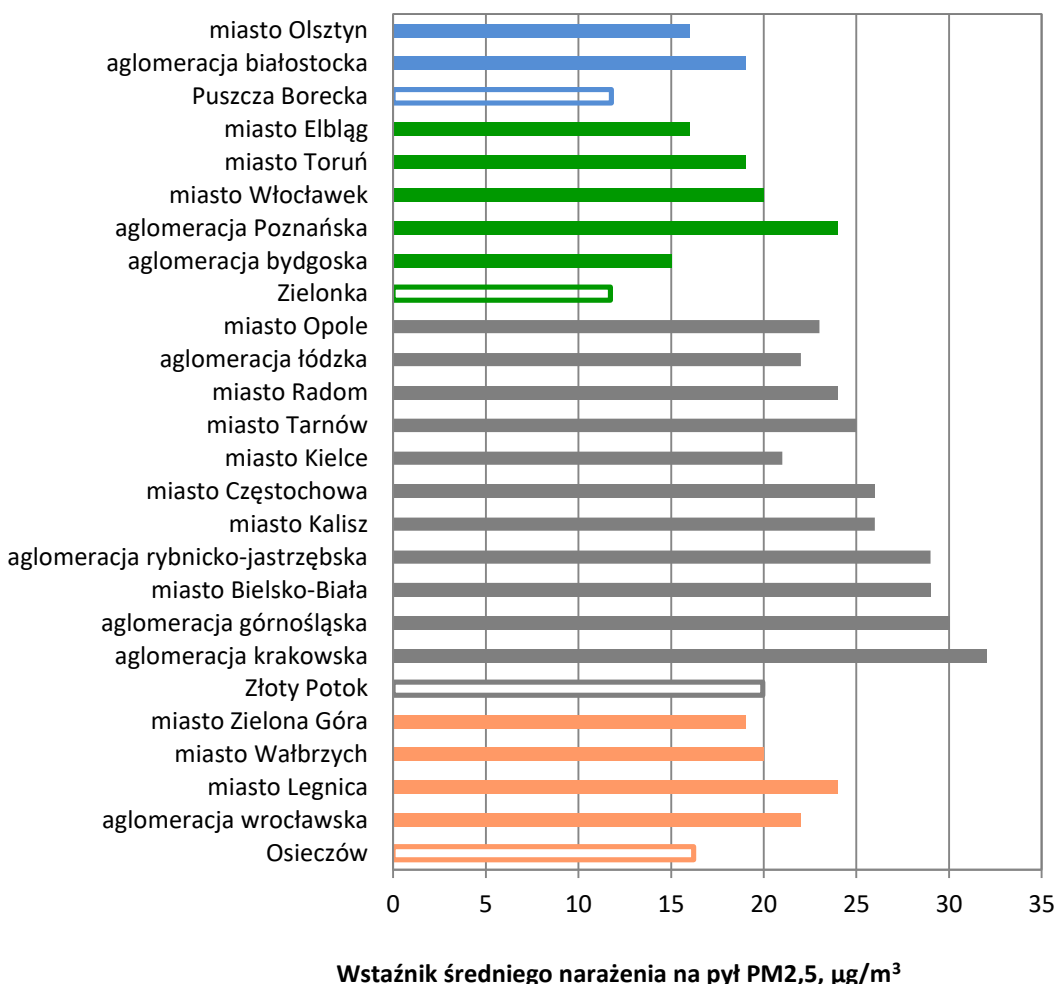
Rysunek 4. Wartości wskaźnika średniego narażenia na pył PM2,5 dla poszczególnych miast i aglomeracji oraz krajowy wskaźnik średniego narażenia [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] dla 2017 roku (uszeregowane według wartości wskaźnika)



Rysunek 5. Wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla lat 2011-2017 w odniesieniu do:

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

Pomimo spadku wartości większości wskaźników średniego narażenia dla roku 2017 w porównaniu z rokiem 2016 i 2015, na obszarach wszystkich dużych miast i aglomeracji środkowej i południowej Polski wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} przekraczają pułap stężenia ekspozycji (20 µg/m³). W aglomeracjach: górnośląskiej, rybnicko-jastrzębskiej, krakowskiej oraz w trzech miastach powyżej 100 tys. mieszkańców: Bielsku-Białej, Częstochowie i Kaliszu 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. Wskazuje na to porównanie wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} obliczonych dla stanowisk tła regionalnego, w których prowadzone są 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 stacji tła regionalnego, z których dane wykorzystano do obliczeń (z porównania tego wyłączono miasta dla których, wybrane stacje tła regionalnego nie były reprezentatywne np. znajdujących się nad morzem (Koszalin, aglomeracja trójmiejska)).



Rysunek 6. Porównanie wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} dla roku 2017 dla wybranych dużych miast i aglomeracji ze wskaźnikami średniego narażenia obliczonymi dla wybranych obszarów pozamiejskich spełniających kryteria tła regionalnego.

Wartości wskaźników średniego narażenia dla obszarów pozamiejskich południowej i południowo-zachodniej Polski są zbliżone do krajowego celu redukcji narażenia ($18 \mu\text{g}/\text{m}^3$) - stacja „Osieczów” - $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$; stacja „Złoty Potok” – $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Z porównania obliczonych wskaźników średniego narażenia wynika jednocześnie, iż największy potencjał do redukcji stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w powietrzu mają miasta i aglomeracje z województw: śląskiego, małopolskiego i dolnośląskiego co potwierdza istotny wpływ niskiej emisji na stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ (Rysunek 6).

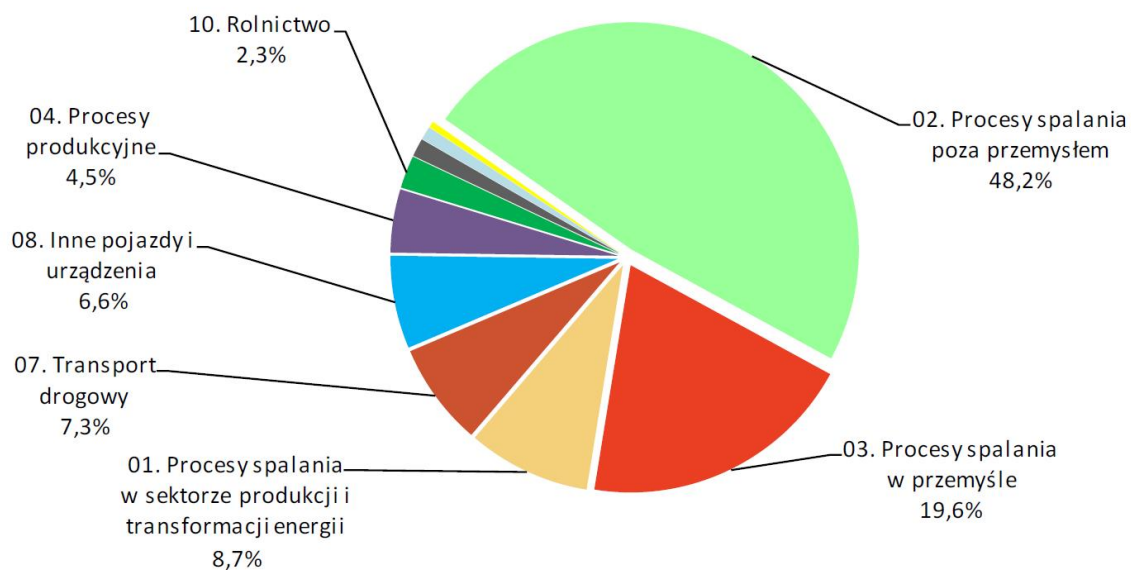
W Polsce północnej stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ są znacznie niższe. Dla 2017 roku wskaźnik średniego narażenia dla stacji Puszcza Borecka oraz Zielonki (średnia z dwóch lat 2016 i 2017) wyniósł $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Relatywnie niskie stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ na obszarach pozamiejskich północnej Polski ułatwiają dotrzymanie pułapu stężenia ekspozycji w miastach i aglomeracjach tam położonych. W roku 2017 na obszarach wszystkich dużych miast i aglomeracji północnej części Polski dotrzymany został pułap stężenia ekspozycji, a w 7 aglomeracjach i miastach północnej Polski dotrzymany był również krajowy cel redukcji narażenia (aglomeracje: szczecińska, trójmiejska, bydgoska oraz miasta: Koszalin, Olsztyn, Elbląg i Gorzów Wlkp.).

6) *Przyczyny niedotrzymania pułapu stężenia ekspozycji na pył $\text{PM}_{2,5}$*

Na pył $\text{PM}_{2,5}$ znajdujący się w powietrzu składa się pył pierwotny wprowadzany do atmosfery oraz pył wtórny powstający w atmosferze z zanieczyszczeń gazowych, tzw. prekursorów pyłu w wyniku przemian chemicznych. Prekursorami pyłu są tlenki siarki, tlenki azotu, lotne związki organiczne i amoniak. Pył $\text{PM}_{2,5}$ i jego prekursory mogą być transportowane na dalekie odległości i tym samym emisje z odległych emitorów (oprócz emisji lokalnych) mogą mieć wpływ na poziom stężeń $\text{PM}_{2,5}$ w powietrzu w rejonach oddalonych od źródeł emisji.

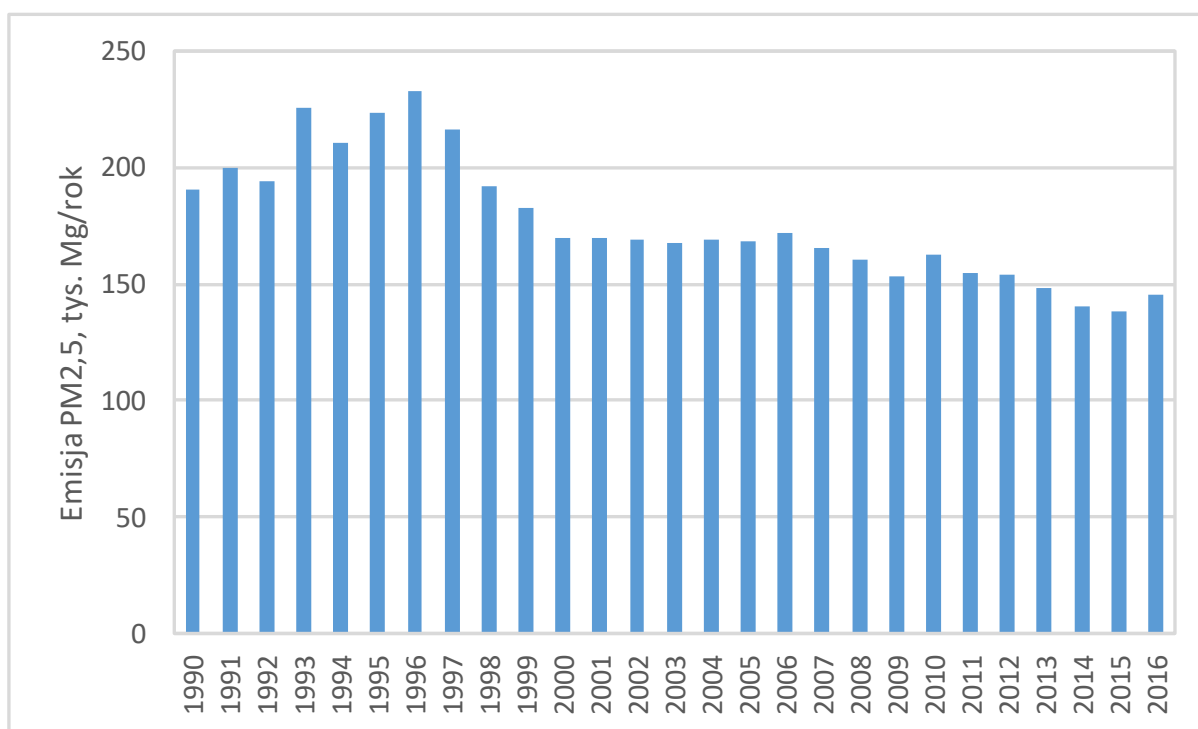
Emisja pierwotnego pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w Polsce w 2016 r. wynosiła 146 tys. Mg/rok, a w roku 2015 138 tys. Mg/rok (KOBIZE 2018). Największy udział w emisji pyłu $\text{PM}_{2,5}$ (48%) mają procesy spalania paliw poza przemysłem (Rysunek 7). Jest to głównie emisja zanieczyszczeń związana ze spalaniem paliw stałych w celu ogrzewania budynków i zaspokojenia innych potrzeb bytowych. Wielkość rocznej emisji zanieczyszczeń z tego sektora zależna jest między innymi od warunków pogodowych w danym roku – długości trwania sezonu grzewczego oraz temperatury powietrza w tym sezonie.

Zmiany emisji $\text{PM}_{2,5}$ w latach 1990-2016 zaprezentowano na rysunku 8. Emisja pyłu $\text{PM}_{2,5}$ z terenu Polski w latach 2015 i 2016 była znacząco niższa niż w ostatnim dziesięcioleciu XX wieku. Przy czym emisja pierwotnego pyłu $\text{PM}_{2,5}$ w roku 2016 była większa aniżeli w latach 2014-2015 i zbliżona do emisji w roku 2013. Emisja prekursorów pyłu do powietrza zachodzi głównie z procesów spalania paliw (tlenki siarki, tlenki azotu), z transportu drogowego (tlenki azotu), z rolnictwa (amoniak), ze stosowania rozpuszczalników i innych produktów (lotne związki organiczne).

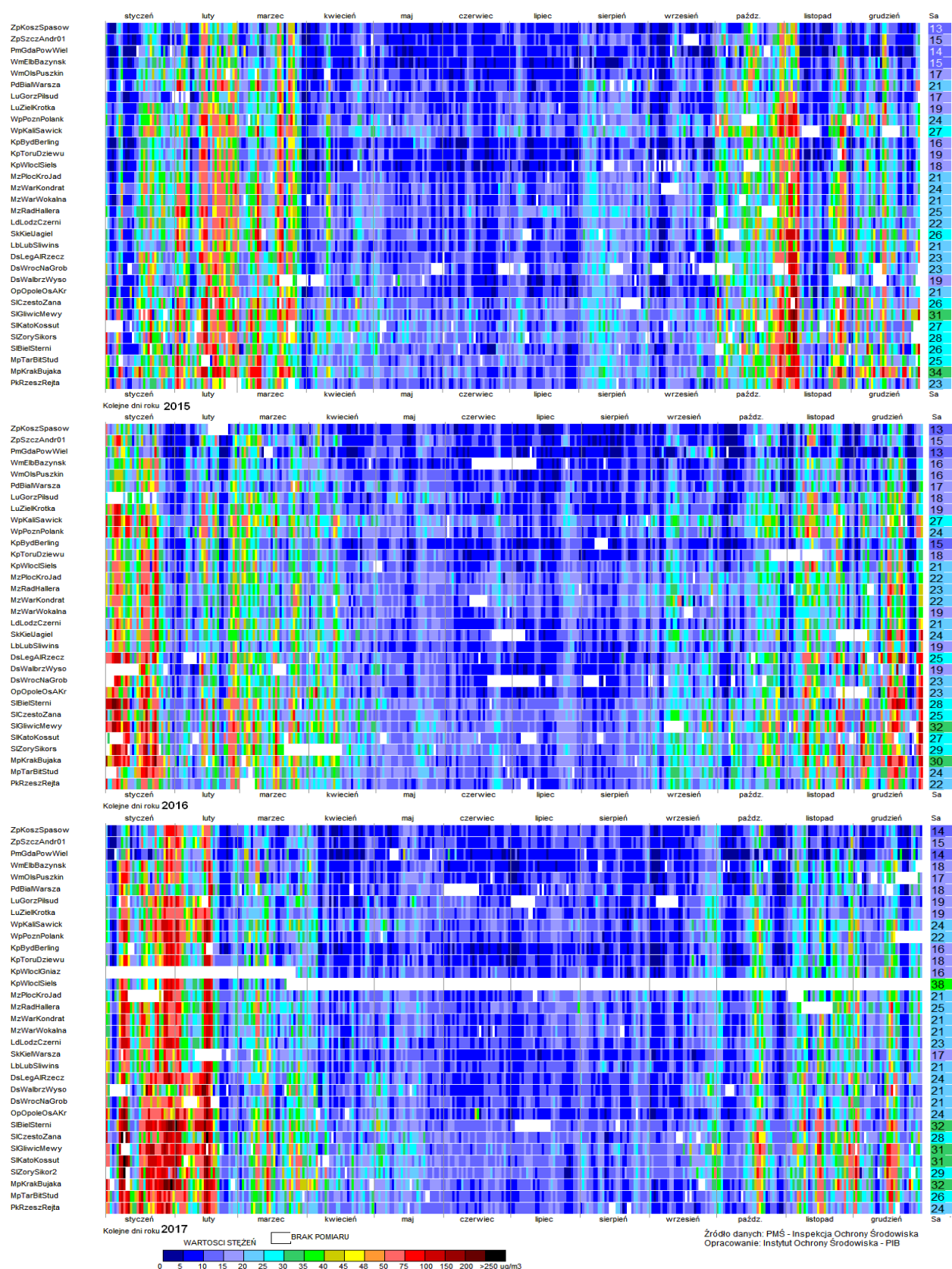


Rysunek 7. Udział poszczególnych sektorów w emisji pyłu PM_{2,5} w Polsce w roku 2016.

Źródło: KOBiZE 2018



Rysunek 8. Emisja pyłu PM_{2,5} z Polski w latach 1990-2016 r. Źródło: KOBiZE 2018



Rysunek 9. Przebieg stężeń 24-godz. pyłu PM_{2,5} w latach 2015-2017 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).

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 2015-2017 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 rysunku). 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 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 PM_{2,5} w sezonie chłodnym są znacząco wyższe niż latem (Rysunek 9).

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.

Wskaźnik średniego narażenia dla 2017 r. w przypadku 17 miast i aglomeracji przekracza wartość pułapu stężenia ekspozycji ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Na poziom notowanych stężeń PM_{2,5} wpływ ma przede wszystkim krajowa emisja pyłu pierwotnego 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 PM_{2,5} z tej kategorii źródeł ma największy udział w emisji krajowej (48%). Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są na niewielkich wysokościach nad poziomem gruntu w obszarach z budownictwem mieszkaniowym, przez co bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach przebywania ludzi. Drugą kategorią źródeł emisji mającą znaczący wpływ na poziom stężeń pyłu 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 zakresie pyłu PM_{2,5} można uzyskać poprzez znaczące ograniczenie emisji przede wszystkim z wymienionych wyżej kategorii źródeł emisji, nie pomijając ograniczenia emisji z innych kategorii źródeł, w tym ze źródeł punktowych będących znaczącymi emitentami prekursorów pyłu.

Poprawę jakości powietrza w zakresie pyłu PM_{2,5} można uzyskać poprzez realizację szeregu działań o charakterze edukacyjnym, administracyjnym, organizacyjnym itp. w odniesieniu do:

- **niskiej emisji komunalno-bytowej** na przykład poprzez:
 1. podniesienie poziomu wiedzy ekologicznej ludności, promowanie zachowań proekologicznych;
 2. promowanie zastępowania pieców i kotłów na paliwa stałe innymi źródłami ciepła, mniej uciążliwymi dla środowiska (gaz ziemny i płynny, lekki olej opałowy, źródła geotermalne, pompy ciepła, kolektory słoneczne), poprzez popularyzację wiedzy na ten temat i wsparcie finansowe;
 3. promowanie modernizacji indywidualnych systemów grzewczych - zastępowania starych nisko sprawnych kotłów i pieców przez niskoemisyjne nowe kotły na paliwo dobrej jakości;

4. wprowadzenie standardów jakościowych na paliwa stałe;
5. rozwój technologii nowych paliw niskoemisyjnych i bezemisyjnych;
6. zakaz dystrybucji paliw stałych nie spełniających wymagań jakościowych;
7. stopniową likwidację nieefektywnych źródeł ciepła (piece, kotły, paleniska, kominki);
8. wspieranie termoizolacji budynków, między innymi poprzez wsparcie finansowe;
9. promowanie budownictwa energooszczędnego i pasywnego;
10. promowanie budowy i stosowania odnawialnych źródeł energii;
11. rozwój i modernizację systemów zaopatrzenia w ciepło sieciowe;
12. rozwój energetyki geotermalnej;
13. rozbudowę systemów dystrybucji sieciowego gazu ziemnego;
14. wprowadzanie zakazu stosowania paliw stałych do ogrzewania budynków i podgrzewania wody na wybranych obszarach (np. w miejscach gdzie jest sieć ciepłownicza lub dostępny jest gaz ziemny sieciowy); z jednoczesnym wdrożeniem systemu wsparcia finansowego przebudowy instalacji grzewczej;
15. wprowadzenie zakazu palenia drewnem i innymi paliwami stałymi w kominkach na wybranych obszarach;
16. wprowadzenie do regulaminów porządku publicznego zakazu spalania odpadów roślinnych (ścięta trawa, liście, chwasty, świeżo ścięte gałęzie, ścinki z żywopłotów itp.) z przydomowych ogródków i z ogródków działkowych oraz zorganizowanie systemu odbioru odpadów zielonych;
17. egzekwowanie zakazu spalania odpadów w paleniskach domowych, kotłach, piecach, ogniskach;
18. prowadzenie odpowiedniej polityki podatkowej zachęcającej do stosowania mniej szkodliwych paliw (gaz ziemny, gaz płynny, lekki olej opałowy) lub źródeł energii odnawialnej w miejsce paliw uciążliwych dla środowiska;
19. wprowadzenie zakazu spalania resztek roślinnych na polach,

- **emisji związanej z transportem drogowym** poprzez:

1. rozwój i wspieranie systemów transportu publicznego (w tym z taboru niskoemisyjnym) w celu ograniczenia intensywności ruchu pojazdów indywidualnych;
2. wdrażanie systemów organizacji ruchu prowadzących do ograniczenia emisji zanieczyszczeń z pojazdów drogowych;
3. wydzielanie w miastach stref dla ruchu pieszego z ograniczonym dostępem pojazdów samochodowych;
4. organizację stref płatnego parkowania z dostateczną liczbą miejsc parkingowych;
5. wprowadzanie opłat za wjazd do wydzielonych części centralnych miast, opłat uzależnionych od klasy uciążliwości pojazdu;
6. eliminowanie z ruchu pojazdów nie spełniających norm emisyjnych (okresowe badania techniczne, kontrole drogowe);
7. opracowanie systemu zachęt do wymiany samochodów na nowe pojazdy niskoemisyjne (np. hybrydowe, wodorowe, elektryczne);
8. rozwój infrastruktury niezbędnej do upowszechnienia samochodów z napędem elektrycznym lub wodorowym;
9. opracowanie instrumentów skłaniających do ograniczania przewozu ładunków transportem samochodowym na rzecz kolei i transportu wodnego;
10. rozwój infrastruktury kolejowej i sieci połączeń kolejowych oraz odpowiednie kształtowanie taryf biletowych w celu zachęty do podróżowania koleją zamiast samochodami osobowymi i autobusami;
11. budowa parkingów typu park&ride oraz park&bike na obrzeżach miast;
12. rozbudowa systemu ścieżek rowerowych i wprowadzanie ułatwień ruchu dla rowerzystów;
13. budowa obwodnic miast i miejscowości;

14. modernizacja i przebudowa dróg, w tym z zastosowaniem technologii ograniczających emisje ze ścierania nawierzchni drogi;
15. rozwój elektromobilności.

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 2017 r. wynosi 22 µg/m³ i przekracza o 10% pułap stężenia ekspozycji (20 µg/m³) oraz o 22% 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. Na spadek wartości wskaźnika oprócz działań na rzecz ograniczania emisji miał wpływ układ korzystnych warunków meteorologicznych w sezonie chłodnym lat 2015-2016. Korzystne warunki meteorologiczne (ciepła zima, niewielka liczba dni bardzo mroźnych) spowodowały zmniejszenie emisji pyłu PM_{2,5} z ogrzewania budynków i sprzyjały lepszemu dyspersji zanieczyszczeń w atmosferze.

W styczniu i w lutym 2017 r. w południowej części Polski wystąpiły długotrwałe epizody bardzo wysokich stężeń pyłu zawieszonego. Epizody te przyczyniły się do małych wzrostów wartości wskaźników średniego narażenia na pył PM_{2,5} w aglomeracji rybnicko-jastrzębskiej oraz miastach Opole i Bielsko-Biała w konsekwencji krajowy wskaźnik średniego narażenia pozostał na poziomie z roku 2016.

W 2017 r. w 17 z 30 miast i aglomeracji wskaźnik średniego narażenia przekraczał wartość pułapu stężenia ekspozycji. Podobnie jak w latach wcześniejszych, w miastach i aglomeracjach południowej Polski wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} były wyższe niż w centrum i na północy kraju. W aglomeracji krakowskiej (32 µg/m³) i aglomeracji górnośląskiej (31 µg/m³) wartości wskaźnika przekroczyła 30 µg/m³. W pasie województw północnych, od województwa zachodniopomorskiego do podlaskiego oraz w województwach kujawsko-pomorskim i lubuskim, wartości wskaźników nie przekroczyła pułapu stężenia ekspozycji (20 µg/m³).

Krajowy cel redukcji narażenia (18 µg/m³) nie był przekroczony w trzech województwach (zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim). W pozostałych 13 województwach wskaźniki średniego narażenia na pył PM_{2,5} przekraczały wartość krajowego celu redukcji narażenia, przy czym w woj. lubuskim i kujawsko-pomorskim przekroczenia te wystąpiły nie we wszystkich miastach lub aglomeracjach, dla których obliczany jest wskaźnik.

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 PM_{2,5}. Należy dążyć również do ograniczania emisji z transportu drogowego, drugiej co do wielkości emisji pyłu PM_{2,5} kategorii źródeł emisji.

Jednocześnie należy podkreślić, 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 lepiej nadają się do oceny trendów i efektywności działań na rzecz poprawy jakości powietrza niż średnie roczne czy średnie dobowe stężenia pyłu zawieszonego.

8) Akty prawne i dane źródłowe wykorzystane w pracy

1. GIOS, 2018. Wskaźniki średniego narażenia dla pyłu PM_{2,5} w Polsce w 2017 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. z 2012 r. poz. 1029).
3. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031).
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 14 sierpnia 2012 r. w sprawie krajowego celu redukcji narażenia (Dz. U. z 2012 r. poz. 1030).
5. Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 27 września 2018 r. w sprawie wykazu miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy i aglomeracji, w których wartość wskaźnika średniego narażenia dla miasta o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy i aglomeracji przekracza wartość pułapu stężenia ekspozycji, oraz wykazu miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy i aglomeracji, w których wartość wskaźnika średniego narażenia dla miasta o liczbie mieszkańców większej niż 100 tysięcy i aglomeracji nie przekracza wartości pułapu stężenia ekspozycji. Monitor Polski 2018, poz. 923.
6. Wytyczne Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, European Commission, DG ENV, 2013.
7. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO w układzie klasyfikacji SNAP, Raport syntetyczny, KOBIZE- IOŚ-PIB, 2018.
8. Baza danych JPOAT2,0.