



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2021 roku



Praca wykonana na podstawie umowy nr GIOŚ/ZP/43/2022/DMS/NFOŚ z dnia 5 kwietnia 2022 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym oraz INFAIR Dominik Kobus, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa, 2022

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym oraz INFAIR Dominik Kobus (przez zespół w składzie: Anna Degórska (IOŚ-PIB), Krzysztof Skotak (IOŚ-PIB), Marcin Syrzycki (IOŚ-PIB) i Jakub Bratkowski (IOŚ-PIB)), na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ).

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

Spis treści

1.	Wprowadzenie	4
2.	Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia.....	5
3.	Struktura emisji WWA w Polsce i w Europie.....	7
4.	Podstawy prawne monitoringu WWA w Polsce	14
5.	System pomiarowy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10.....	16
6.	Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych	21
6.1.	Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce	21
6.2.	Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie.....	37
6.3.	Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce.....	41
6.4.	Stężenia B(a)P pyłe zawieszonym PM10 w Europie	50
7.	Stężenia WWA w miastach Polski	54
7.1.	Analiza w miastach	54
7.2.	Karty miast.....	56
8.	Podsumowanie.....	68
9.	Bibliografia	70

1. Wprowadzenie

Opracowanie zawiera podsumowanie oceny stanu zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) w Polsce w 2021 roku dla benzo(a)pirenu (B(a)P), benzo(a)antracenu (B(a)A), benzo(b)fluorantenu (B(b)F), benzo(j)fluorantenu (B(j)F), benzo(k)fluorantenu (B(k)F), dibenzo(a,h)antracenu (D(a,h)A) oraz indeno(1,2,3-cd)pirenu (I(1,2,3-cd)P). Wyniki zestawiono również z wartościami stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀, w którym wymienione WWA są oznaczane.

Pomimo, iż jest to cykliczne opracowanie zawierające analizę wyników stężeń WWA oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ pochodzących ze wszystkich stacji w Polsce, funkcjonujących w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), różni się ono w treści i formie od poprzednich opracowań^{1,2,3} i nawiązuje do ostatniego opracowania z poprzedniego roku⁴.

W opracowaniu skupiono się przede wszystkim na ocenie zmian wyników uzyskanych na poszczególnych stacjach w roku 2021 w odniesieniu do roku wcześniejszego oraz w odniesieniu do całego okresu prowadzenia w Polsce pomiarów WWA (ze względu na kompletność wyników, analizami objęto okres 2011-2020 dla stacji wykonujących pomiary wszystkich 7 WWA oraz okres 2007-2020 w przypadku analiz dla B(a)P). Analizę zmian stężeń z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia, przeprowadzono na podstawie wartości stężeń średnich rocznych. Podstawą analiz zmienności stężeń w roku 2021 były średnie wartości tygodniowe. W przypadku zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM₁₀ oraz zawartym w nim B(a)P, wyniki porównano z obowiązującymi wartościami normatywnymi.

W przypadku porównania wyników uzyskanych w Polsce na tle innych krajów Europy, ocenę wykonano zarówno dla wartości uśrednionych dla poszczególnych krajów jak i dla pojedynczych stacji pomiarowych. Dokonano również analizy zmian uśrednionych stężeń WWA pomiędzy krajami w roku 2021 w porównaniu z rokiem 2020. Podstawą oceny jakości powietrza w Polsce na tle wyników europejskich były dane pomiarowe zgromadzone w bazie AirBase, prowadzonej przez Europejską Agencję Środowiska (EAŚ), do której, za pośrednictwem GIOŚ, regularnie wprowadzane były również dane z polskich stacji PMŚ.

W celu scharakteryzowania poziomu emisji WWA w Polsce, przedstawiono analizę w tym zakresie, zarówno w ujęciu poszczególnych WWA oraz sumy WWA i trendów. Analizy przeprowadzono na tle innych krajów w Europie. Źródłem danych w skali kraju oraz poszczególnych krajów Europy była udostępniona przez Europejską Agencję Środowiska baza danych o emisjach gromadzonych na rzecz Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości LRTAP (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution).

¹ GIOŚ 2020, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2019 roku. Inspekcja Ochrony Środowiska”, Warszawa, 2020

² GIOŚ 2019 „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2018 roku”, Warszawa, 2019

³ GIOŚ 2016, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2015 roku. Inspekcja Ochrony Środowiska”, Warszawa, 2016

⁴ GIOŚ 2021 „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2020 roku”, Warszawa, 2021

2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia

Analizę w zakresie wielkości oraz struktury emisji WWA omówiono na podstawie dostępnych informacji z 2020 roku, najbardziej aktualnych danych dotyczących inwentaryzacji emisji wykonanej na poziomie krajowym. W opracowaniu pokazano wielkości emisji z roku 2020 oraz dodatkowo odniesiono się do zmian od roku 1990. Szczegółowe analizy, w tym udziały poszczególnych WWA w emisji całkowitej, różnice w wysokości emisji pomiędzy krajami oraz analizy sektorowe przedstawiono dla 2020 roku. W analizach przedstawiono podział emisji na sektory stosowane w ramach Konwencji LRTAP.

Uzyskane na poszczególnych stacjach wyniki dla B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ odniesione zostały do aktualnie obowiązującego poziomu docelowego dla tego zanieczyszczenia określonego w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu⁵.

W analizach uwzględniono serie pomiarowe, które spełniały kryteria minimalnej kompletności serii i równomiernego rozłożenia wyników w roku zawarte w rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu⁶.

Przyjęte skróty i oznaczenia (w szczególności używane w tabelach i na rysunkach):

Skróty nazw własnych:

AirBase – baza danych Europejskiej Agencji Środowiska
EAS – Europejska Agencja Środowiska
GIOŚ – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
IOŚ-PIB – Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy
KOBIZE – Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami IOŚ-PIB
PMS – Państwowy Monitoring Środowiska

Skróty zanieczyszczeń:

pył PM₁₀ - pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej ziaren poniżej 10 µm,
B(a)P - benzo(a)piren
B(a)A - benzo(a)antracen
B(b)F - benzo(b)fluoranten
B(j)F - benzo(j)fluoranten
B(k)F - benzo(k)fluoranten
I(1,2,3-cd)P - indeno(1,2,3-cd)piren
D(a,h)A - dibenzo(a,h)antracen

Kody krajów wg ISO:

AT - Austria	LT - Litwa
BA - Bośnia i Hercegowina	LU - Luksemburg
BE - Belgia	LV - Łotwa
BG - Bułgaria	MK - Macedonia
CH - Szwajcaria	MT - Malta

⁵ t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 845

⁶ Dz. U. z 2020 r. poz. 2279

CY - Cypr	NL - Holandia
CZ - Czechy (Republika Czeska)	NO - Norwegia
DE - Niemcy	PL - Polska
DK - Dania	PT - Portugalia
EE - Estonia	RO - Rumunia
ES - Hiszpania	RS - Serbia
FI - Finlandia	SE - Szwecja
FR - Francja	SI - Słowenia
GB - Wielka Brytania	SK - Słowacja (Republika Słowacji)
GR - Grecja	TR – Turcja
HR - Chorwacja	XK - Kosowo
HU - Węgry	
IE - Irlandia	
IS - Islandia	
IT - Włochy	

3. Struktura emisji WWA w Polsce i w Europie

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), zaliczane do trwałych zanieczyszczeń organicznych, a wyemitowane do środowiska charakteryzują się długim okresem przebywania w środowisku. Największą toksycznością cechuje się 17 WWA: acenaftylen, acenaften, antracen, benzo(a)piren, benzo(e)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(g,h,i)perylen, benzo(j)fluoranten, chryzen, dibenzo(a,h)antracen, fluoren, fenantren, fluoranten, piren oraz indeno(1,2,3-cd)piren. Komisja Europejska uznała, że 7 z nich powinno być monitorowanych w atmosferze (oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀): B(a)P - benzo(a)piren, B(a)A - benzo(a)antracen, B(b)F - benzo(b)fluoranten, B(j)F - benzo(j)fluoranten, B(k)F - benzo(k)fluoranten, I(1,2,3-cd)P - indeno(1,2,3-cd)piren oraz D(a,h)A - dibenzo(a,h)antracen. Cztery z nich podlegają rutynowej inwentaryzacji emisji przez poszczególne kraje w ramach Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości (LRTAP): B(a)P, B(b)F, B(k)F oraz I(1,2,3-cd)P.

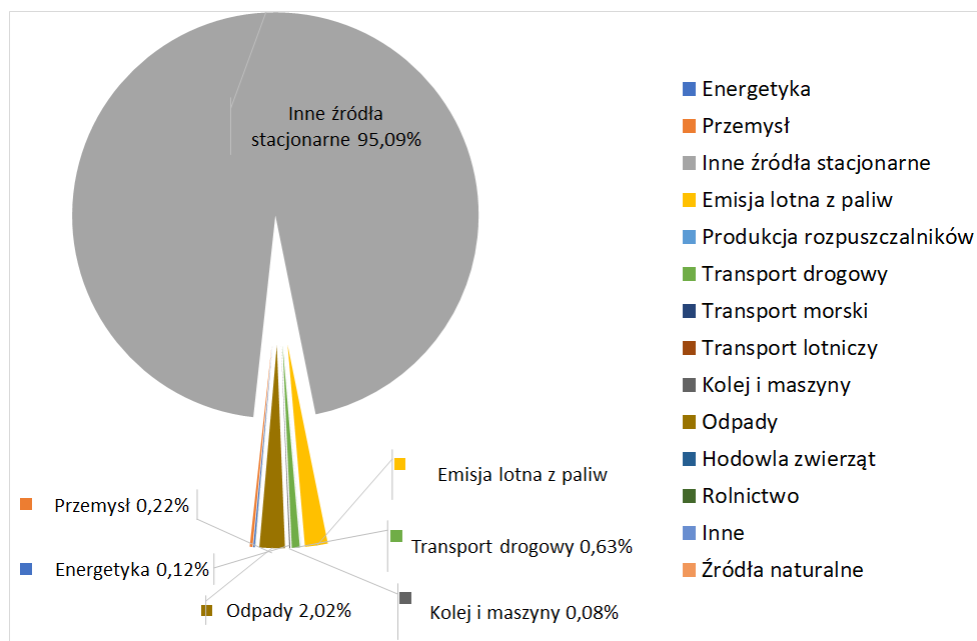
WWA w środowisku są powszechne i zawsze występują w postaci mieszaniny. Liczne badania potwierdzają, że obecność jednego związku z grupy WWA w próbie środowiskowej jest jednoznaczna z obecnością innych związków z tej grupy. Głównym źródłem WWA jest proces spalania paliw kopalnianych: węgla i ropy naftowej. Powstają przede wszystkim w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz gospodarstwach domowych podczas wytwarzania energii przy spalaniu paliw stałych. Znaczącym źródłem emisji WWA do atmosfery jest transport samochodowy, lotniczy i morski oraz przemysł. Również aktywność wulkaniczna i naturalne pożary lasów, rolnictwo i hodowla zwierząt oraz spalanie odpadów są źródłem WWA.

W przypadku Polski głównym źródłem emisji czterech wspomnianych WWA, tj. B(a)A, B(b)F, B(k)F oraz I(1,2,3-cd)P są źródła komunalno-bytowe (ponad 95%). Kolejnymi źródłami emitującymi WWA już na znacznie niższym poziomie są: spalanie odpadów (2%), emisja lotna z paliw (1,8%), transport drogowy (0,6%) oraz przemysł (0,2%) i energetyka zawodowa (ponad 0,1%) – Tab. 3-1, Rys. 3-1. Pozostałe źródła charakteryzowały się znikomą emisją WWA.

Tab. 3-1. Emisja WWA w Polsce w 2020 r.

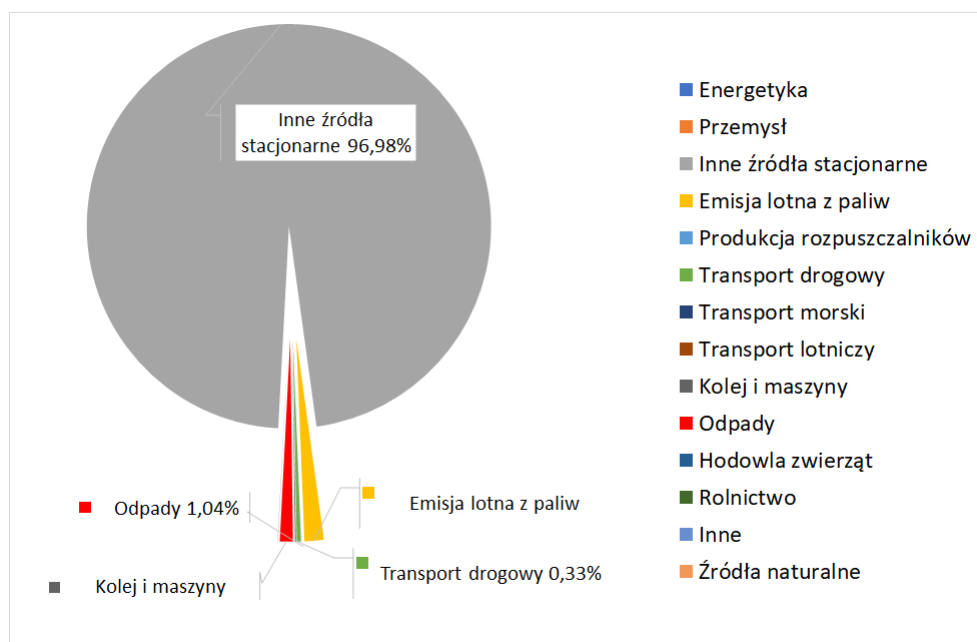
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Sektor	Emisja [Mg]				
	Suma WWA	B(a)P	B(b)F	B(k)F	I(1,2,3-cd)P
Energetyka	0,262	0,002	0,118	0,118	0,023
Przemysł	0,530	0,006	0,214	0,214	0,094
Inne źródła stacjonarne	179,518	59,680	65,811	28,660	25,367
Emisja lotna z paliw	4,726	1,427	1,783	0,892	0,624
Produkcja rozpuszczalników	0,019	0,008	0,004	0,004	0,004
Transport drogowy	1,469	0,262	0,481	0,445	0,282
Transport morski	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Transport lotniczy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kolej i maszyny	0,183	0,069	0,114	0,000	0,000
Odpady	3,797	0,700	1,391	1,706	0,000
Hodowla zwierząt	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rolnictwo	0,035	0,006	0,017	0,007	0,005
Inne	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Źródła naturalne	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Łącznie	190,537	62,160	69,933	32,046	26,399

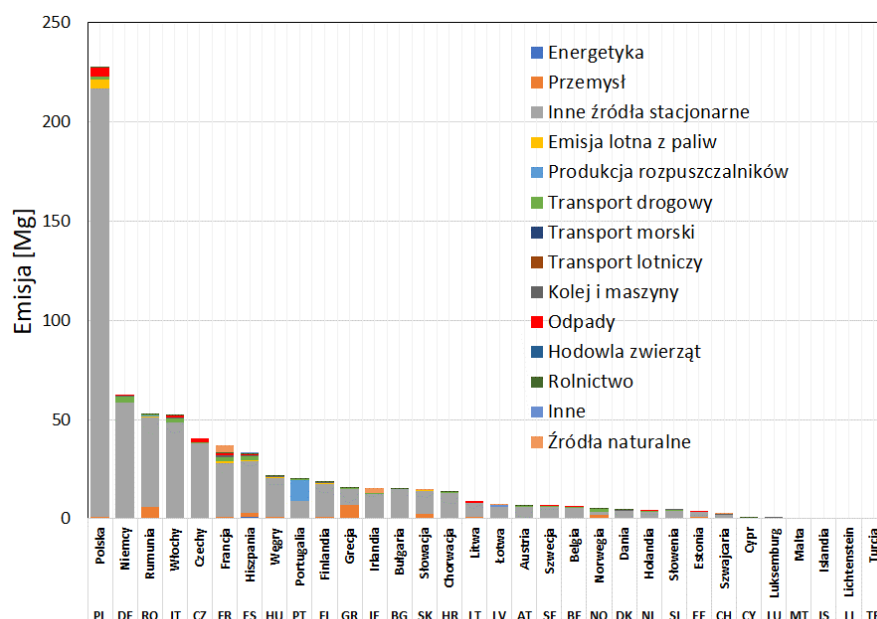


Rys. 3-1. Udział największych sektorów w emisji WWA w Polsce w roku 2020
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Bardzo zbliżony jest obraz udziału poszczególnych kategorii źródeł emisji w przypadku B(a)P - z dominującym udziałem źródeł komunalno-bytowych (blisko 97%) oraz kolejno emisją lotną z paliw (1,5%), spalaniem odpadów (nieznacznie ponad 1%) i transportem drogowym (0,3%) – Rys. 3-2. Pozostałe sektory charakteryzowały się znikomą lub wręcz zerową emisją B(a)P.

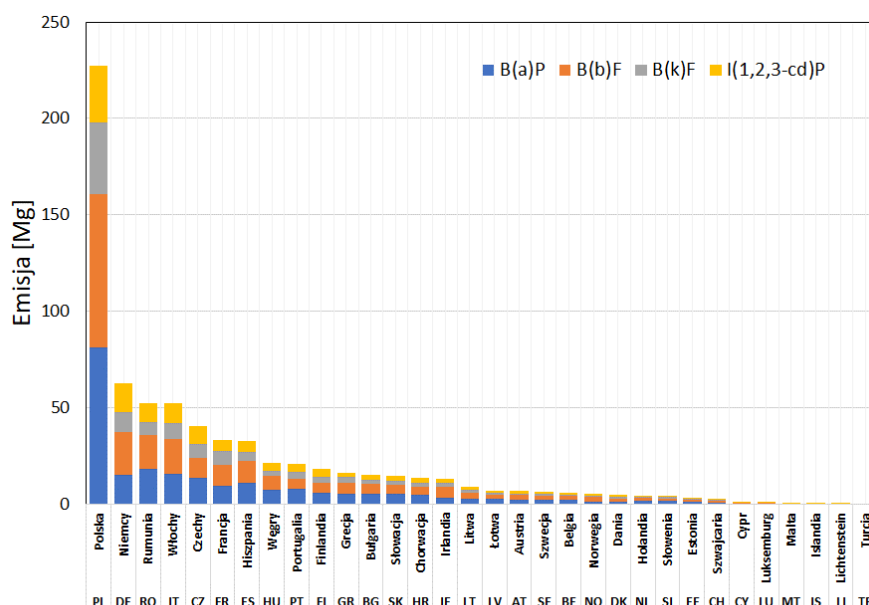


Rys. 3-2. Udział największych sektorów w emisji B(a)P w Polsce w roku 2020
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 3-3. Sektorowa emisja sumy WWA w krajach Europy w 2020 roku
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

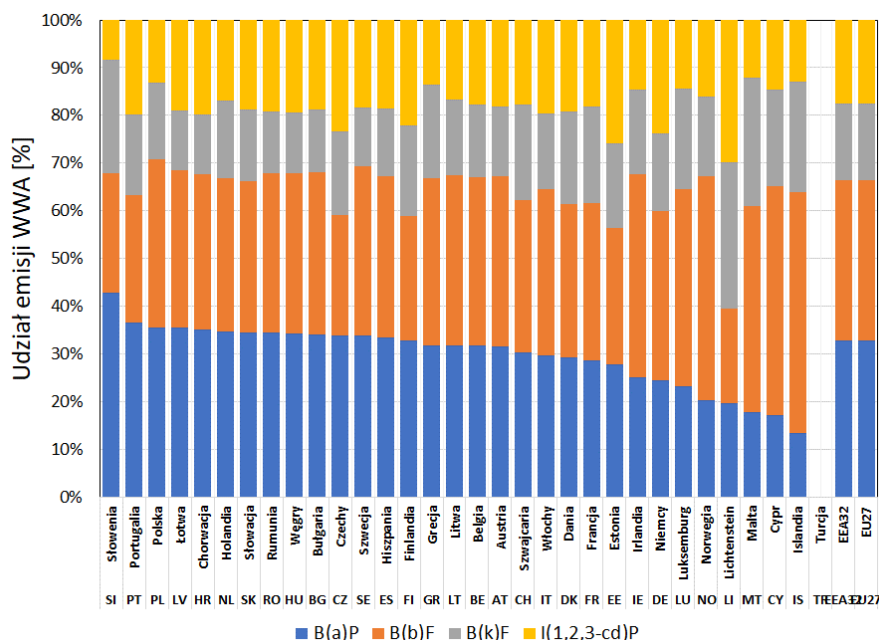
W Europie w 2020 roku wyemitowano do atmosfery ponad 690 Gg czterech wymienionych wyżej WWA. Udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej WWA wynosił blisko 33% i jest największy, głównie za sprawą emisji B(a)P i B(b)F. W przypadku większości krajów o wielkości emisji decyduje przede wszystkim emisja B(b)F (Rys. 3-4).



Rys. 3.4 Emisja WWA w krajach Europy w 2020 roku
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Należy podkreślić, że 8 krajów, tj. Polska, Niemcy, Rumunia, Włochy, Czechy, Francja, Hiszpania i Węgry, odpowiada za ponad 75% emisji WWA (nieco ponad 0,5 mln ton, w tym z Polski - 0,3 mln ton) w Europie (z wyłączeniem Wielkiej Brytanii, gdzie dane za 2020 rok nie były dostępne) - Rys 3-5.

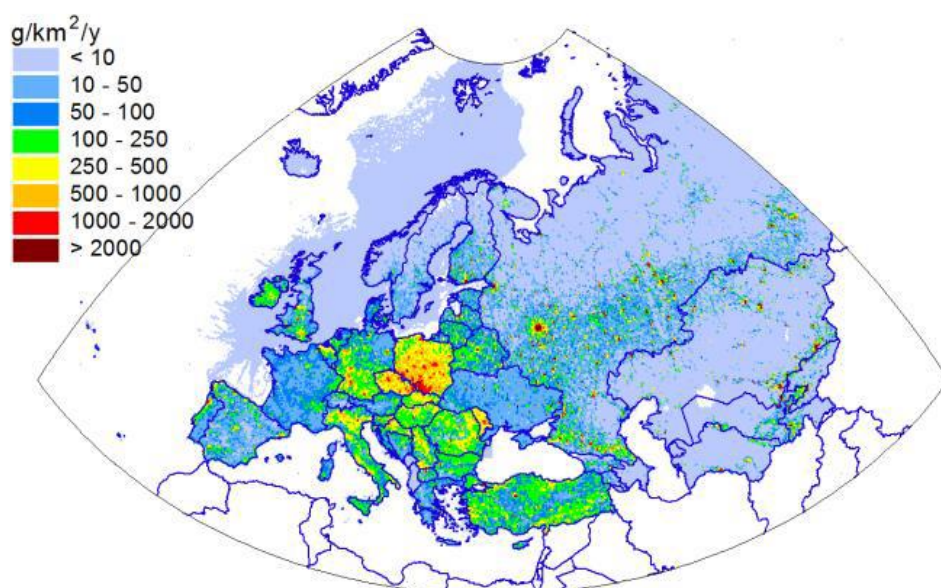
W całkowitej emisji czterech analizowanych WWA, pochodzącej z 31 krajów Europy w 2020 roku (bez Turcji i Wielkiej Brytanii) dominuje emisja B(b)F (34% emisji całkowitej) i B(a)P (33%). Udział pozostałych WWA, tj. B(k)F i I(1,2,3-cd)P wynosił odpowiednio 16% i 17%. W przypadku 5 krajów Europy obserwuje się wysokie udziały emisji B(a)P, przekraczające lub bliskie 35%: Słowenii (43%) i Portugalii (37%) oraz Polski, Łotwy i Chorwacji (po 35%) - Rys. 3-5.



Rys. 3.5. Udział emisji poszczególnych WWA w krajach Europejskich oraz łącznie w EEA-32 i UE-27 w roku 2020

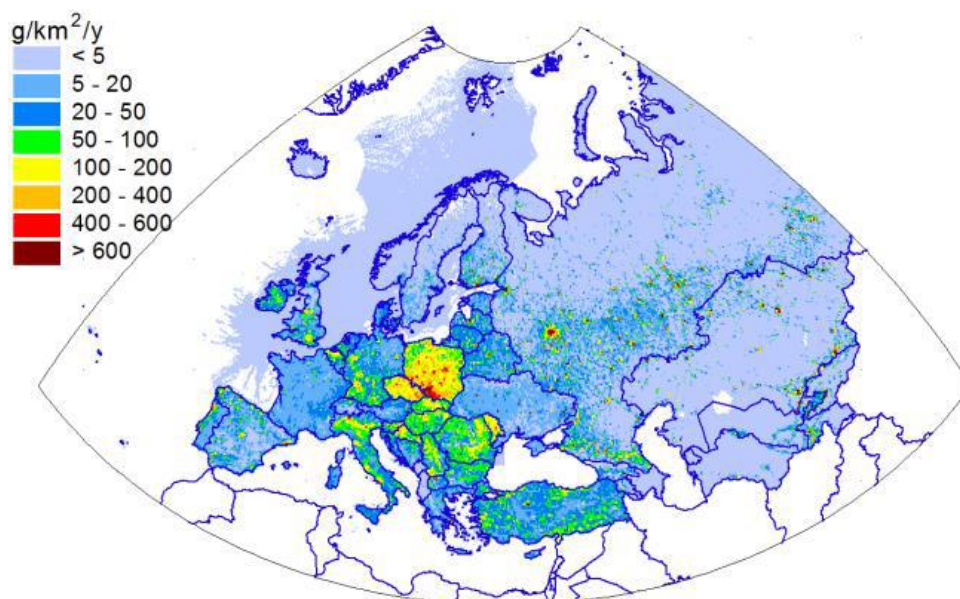
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Problem emisji WWA w poszczególnych krajach potwierdzają mapy rozkładu zarówno sumy WWA jak i B(a)P (Rys. 3-6 i 3-7).



Rys. 3-6. Rozkład emisji sumy WWA (B(a)P, B(b)F, B(k)F, I(1,2,3-cd)P) w Europie w roku 2020

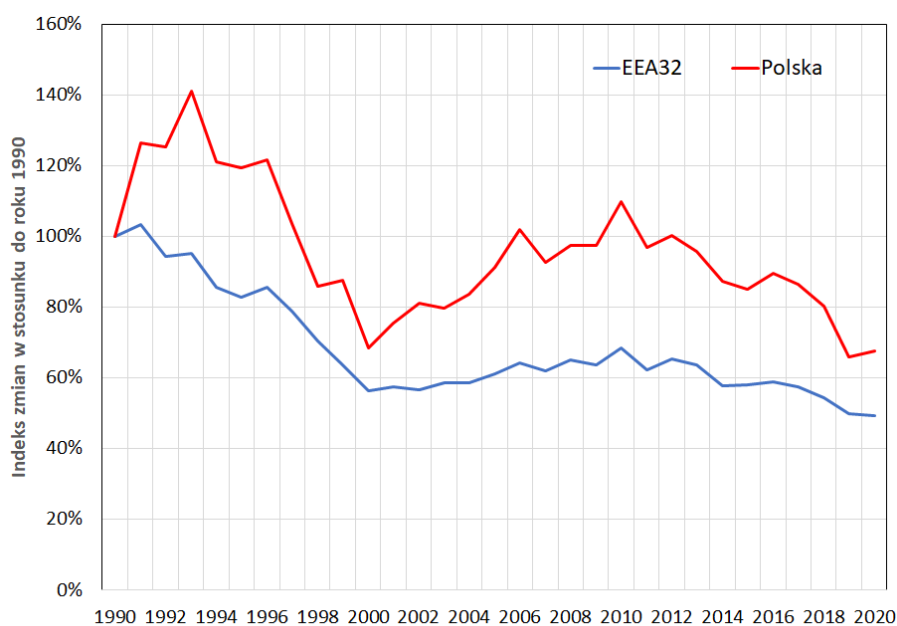
Źródło: MSC-E EMEP, LRTAP



Rys. 3-7. Rozkład emisji B(a)P w Europie w roku 2020

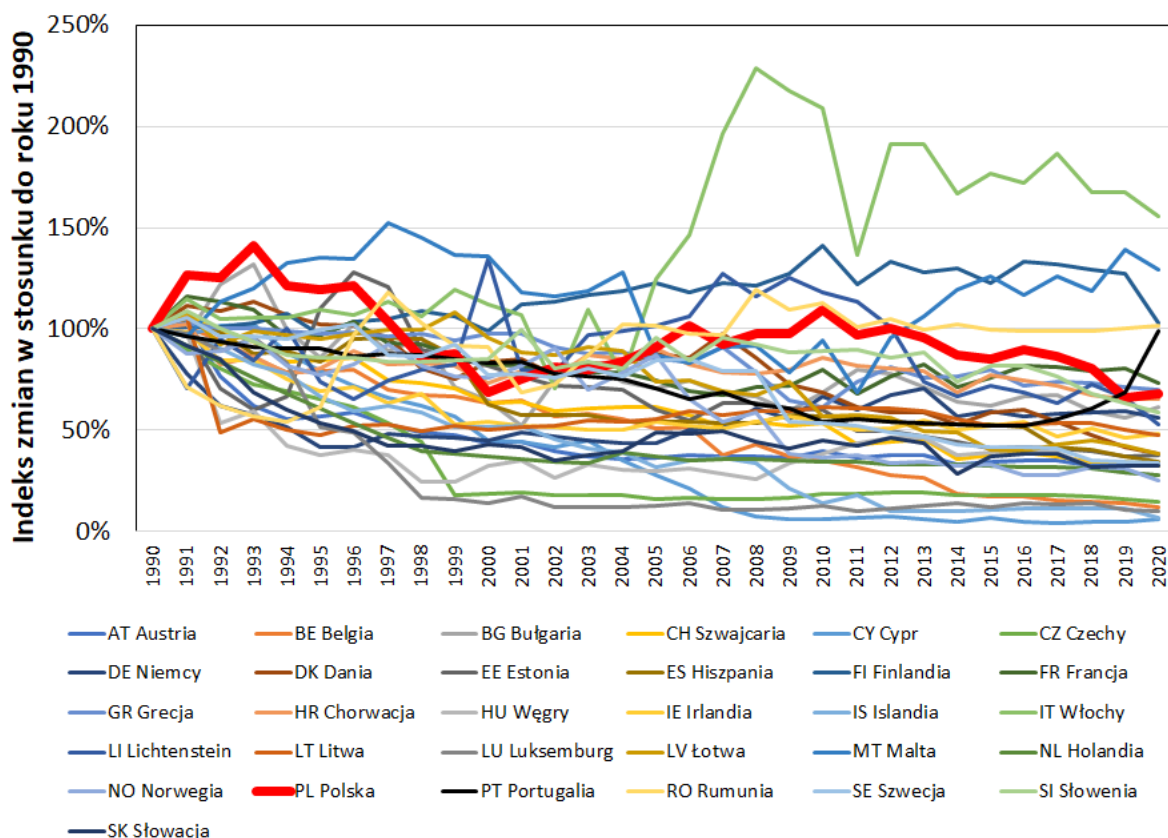
Źródło: MSC-E EMEP, LRTAP

Analiza zmian emisji WWA w okresie 1990-2020 w krajach Europy wskazuje na trendy malejące. Szczególnie zauważalne spadki dotyczą sumy łącznej emisji WWA obliczonej dla 32 krajów zrzeszonych z Europejską Agencją Środowiska (z wyłączeniem Wielkiej Brytanii). W przypadku Polski trudno mówić o wyraźnym trendzie spadkowym, głównie z powodu wzrostu emisji sumy WWA w okresie 1991-1998 w stosunku do roku 1990; następnie odnotowano znaczny spadek do roku 2000 i kolejne wzrosty do roku 2010. Od tego roku zauważalna jest utrzymująca się tendencja spadkowa z wyjątkiem roku 2020, kiedy zanotowano wzrost (Rys. 3-8).



Rys. 3-8. Trend zmian emisji sumy WWA w Polsce oraz w krajach UE-32 w poszczególnych latach w stosunku do roku 1990

Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 3-9. Trend zmian emisji B(a)P w krajach Europy w poszczególnych latach w stosunku do roku 1990
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Tempo redukcji emisji kluczowego WWA, jakim jest B(a)P, w Polsce na tle innych krajów europejskich wskazuje na relatywnie niewielkie zmiany w okresie 1990-2020. Dla kilku krajów europejskich obserwuje się trend rosnący emisji WWA w stosunku do roku bazowego (1990). Dotyczy to m. in. Finlandii, Włoch, Lichtensteinu oraz Rumunii. Zmiany emisji B(a)P w ostatniej dekadzie i okresie prowadzenia pomiarów stężeń B(a)P, tj. w latach 2010-2020 wskazują na wyraźną tendencję spadkową w Polsce wynoszącą ponad 60% w stosunku do roku 2010 i jest to jeden z najniższych wskaźników redukcji wśród krajów europejskich. Niższe wartości dotyczą jedynie Szwajcarii, Hiszpanii, Danii, Islandii, Lichtensteinu i Belgii. Najwyższe zmiany emisji w roku 2020 w stosunku do 1990 roku (powyżej 80%) zanotowano w przypadku Irlandii, Niemiec, Austrii i Czech (Rys. 3-9).

Dokumentem Unii Europejskiej poruszającym kwestie emisji WWA jest *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylenia dyrektywy 2001/81/WE*⁷, której celem są działania polegające na osiągnięciu poziomów jakości powietrza, które nie wywołują znacznych negatywnych skutków i zagrożeń dla zdrowia ludzkiego i środowiska, poprzez ustanowienie zobowiązań państw członkowskich w zakresie redukcji emisji antropogenicznych zanieczyszczeń do atmosfery, gdzie w art. 8

⁷ Dz. Urz. UE L 344 z 17.12.2016

zobowiązuje się państwa członkowskie do uwzględnienia WWA w krajowym corocznym bilansie i prognozach emisji oraz nakazuje raportowanie tych danych co cztery lata w układzie przestrzennym, w przypadku dużych źródeł punktowych - co dwa lata.

W pozwoleniach zintegrowanych i w pozwoleniach na wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza określa się emisję dopuszczalną B(a)P w takiej ilości, by emisja ta nie powodowała w otoczeniu instalacji przekroczeń wartości odniesienia określonych w *Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu*⁸ (12 ng/m³ dla stężeń 1-godz. i 1 ng/m³ dla stężeń średnich rocznych). Obliczenia emisji dopuszczalnej zwykle wykonuje się z wykorzystaniem referencyjnej metodyki modelowania dyspersji zanieczyszczeń określonej w wyżej wymienionym rozporządzeniu.

⁸ Dz. U. z 2010, Nr 16, poz. 87

4. Podstawy prawne monitoringu WWA w Polsce

Zadania związane z badaniem i oceną stanu zanieczyszczenia powietrza w Polsce, w tym zanieczyszczenia wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, realizowane są w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska zgodnie z art. 89-94 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – *Prawo ochrony środowiska (ustawa Poś)*⁹. Transponuje ona wymagania dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy¹⁰ oraz dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu¹¹, a także dyrektywy Komisji (UE) 2015/1480 z dnia 28 sierpnia 2015 r. zmieniającej niektóre załączniki do dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE i 2008/50/WE ustanawiające przepisy dotyczące metod referencyjnych, zatwierdzania danych i lokalizacji punktów pomiarowych do oceny jakości powietrza¹².

Zadania, które obejmują pomiary i ocenę zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, określone w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska (na rok 2021), dotyczącym monitoringu jakości powietrza¹³, koordynowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, to:

- badania i roczne oceny jakości powietrza w strefach,
- informowanie o ryzyku wystąpienia przekroczenia i wystąpieniu przekroczenia poziomu informowania, poziomu alarmowego, poziomu dopuszczalnego i poziomu docelowego substancji w powietrzu,
- monitoring tła miejskiego pod kątem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe zawieszonym PM₁₀,
- monitoring składu pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5}, rtęci w stanie gazowym oraz depozycji metali ciężkich i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych na stacjach monitoringu tła regionalnego.

Celem realizacji wymienionych powyżej zadań z programu Państwowego Monitoringu Środowiska jest uzyskanie dla wszystkich stref w kraju informacji o poziomach substancji w powietrzu – w tym **benzo(a)pirenu** w pyłe zawieszonym PM₁₀ – w odniesieniu do standardów jakości powietrza i innych kryteriów oceny jakości powietrza, identyfikacja obszarów wymagających poprawy jakości powietrza – tzw. obszarów przekroczeń, a następnie monitorowanie efektywności działań podejmowanych w ramach planów i programów ochrony powietrza na jakość powietrza w obszarach przekroczeń. Benzo(a)piren jest jedynym przedstawicielem grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, dla których określono poziom docelowy ze względu na ochronę zdrowia, który nie powinien być przekraczany na całym terytorium kraju. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska

⁹ Dz. U. z 2021 r. poz. 1973, z późn. zm.

¹⁰ Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4

¹¹ Dz. Urz. UE L 23 z 26.01.2005, str. 3, Dz. Urz. UE L 87 z 31.03.2009, str. 109 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4

¹² Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4 oraz Dz. Urz. UE L 72 z 14.03.2019, str. 141

¹³ Wykonawczy program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2020

z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu¹⁴ poziom docelowy wynosi 1 ng/m³.

Obowiązek informowania o ryzyku wystąpienia przekroczenia lub wystąpieniu przekroczenia poziomu informowania, poziomu alarmowego, poziomu dopuszczalnego i poziomu docelowego substancji w powietrzu wynika z art. 94 ust. 1b i 1c ustawy Poś. Obowiązek ten jest jednocześnie realizacją jednego z głównych celów dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE oraz dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE w zakresie zapewnienia opinii publicznej informacji o stężeniach zanieczyszczeń.

Celem realizacji tych zapisów jest bieżące informowanie o ryzyku przekroczenia lub przekroczeniu m. in. poziomu docelowego dla **benzo(a)pirenu** w pyłe zawieszonym PM₁₀, jako zanieczyszczenia podlegającego rocznym ocenom jakości powietrza.

Obowiązek wykonywania pomiarów składu pyłu pod kątem zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) oprócz benzo(a)pirenu na ograniczonej liczbie stacji wynika z art. 4 ust. 8 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu.

Zadanie obejmuje monitorowanie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe zawieszonym PM₁₀: benzo(a)pirenu (ze względu na jego udowodnione właściwości rakotwórcze) oraz innych przedstawicieli tej grupy: benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(j)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu i dibenzo(a,h)antracenu. Celem zadania jest określenie zmienności geograficznej i długotrwałych trendów stężeń wskazanych WWA.

Obowiązek wykonywania pomiarów metali ciężkich i WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ i depozycji na stacjach tła regionalnego wynika z art. 4 ust. 9 dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE.

Celem wykonywania pomiarów jest dostarczenie informacji dla oceny tła zanieczyszczenia atmosfery (na terenach pozamiejskich) pyłem zawieszonym PM₁₀ i zawartymi w nim WWA: benzo(a)pirenem, benzo(a)antracenenem, benzo(b)fluorantenem, benzo(j)fluorantenem, benzo(k)fluorantenem, indeno(1,2,3-cd)pirenem i dibenzo(a,h) antracenenem (i ich całkowitej depozycji).

Wyniki powyższych badań z 2021 r. (i w latach wcześniejszych) posłużyły do sporządzenia niniejszego opracowania dotyczącego oceny zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi w Polsce, zgodnie z zapisami zawartymi w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021¹⁵.

Także część zadań związanych z modelowaniem i prognozowaniem zanieczyszczenia powietrza, zawartych w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska dotyczy m.in. **benzo(a)pirenu** w pyłe zawieszonym PM₁₀. Są wśród nich:

- wspomaganie systemu ocen jakości powietrza metodami modelowania matematycznego,

¹⁴ t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 845

¹⁵ Wykonawczy program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2020

- weryfikacja informacji o źródłach i ładunkach substancji odprowadzanych do powietrza znajdujących się w Centralnej Bazie Emisyjnej prowadzonej przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami IOŚ-PIB (KOBiZE IOŚ-PIB), dla potrzeb modelowania matematycznego transportu i przemian substancji w powietrzu,
- określanie wpływu źródeł transgranicznych na jakość powietrza,
- określenie reprezentatywności stanowisk pomiarowych funkcjonujących w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

5. System pomiarowy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀

System pomiarowy stężeń WWA jest skonstruowany w taki sposób, by zapewnić realizację zadań wymienionych w poprzednim rozdziale, wynikających z przepisów prawa (zapisanych w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska, dotyczącym monitoringu jakości powietrza).

Działająca w 2021 r. sieć monitoringu jakości powietrza, zawierająca m.in. stanowiska pomiarów stężenia benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀ prowadzące pomiary na potrzeby oceny jakości powietrza, funkcjonuje na podstawie wyników oceny pięcioletniej (obejmującej lata 2014-2018) wykonanej w 2019 r., zgodnie z art. 88 ust. ustawy Poś¹⁶.

W przypadku benzo(a)pirenu, ocenę pięcioletnią i coroczną ocenę jakości powietrza wraz z klasyfikacją stref wykonuje się z uwzględnieniem wartości kryterialnych określonych dla stężeń średnich rocznych. Podstawą ocen są wartości: poziomu docelowego, wynoszącego 1 ng/m³, górnego progu oszacowania, stanowiącego 60% poziomu docelowego (0,6 ng/m³) i dolnego progu oszacowania, stanowiącego 40% poziomu docelowego (0,4 ng/m³).

W ocenie pięcioletniej wykonanej w 2019 r. wszystkim 46 strefom w kraju przypisano klasę 3b, świadczącą o przekroczeniu górnego progu oszacowania w ciągu więcej niż 3 lat i jednocześnie przekroczeniu poziomu docelowego na przynajmniej jednym stanowisku w strefie. A zatem we wszystkich strefach wymagane są pomiary intensywne na stałych stanowiskach. Wyniki tych pomiarów mogą być uzupełniane informacjami z innych źródeł, takich jak: modelowanie matematyczne, pomiary wskaźnikowe, obiektywne szacowanie. Istnieje obowiązek lub priorytet prowadzenia pomiarów intensywnych na obszarach przekroczeń poziomów docelowych w strefie.

W wyniku tej oceny stwierdzono konieczność prowadzenia monitoringu na minimum 69 stanowiskach w kraju; liczba ta mogłaby zostać ograniczona pod warunkiem zastosowania uzupełniających metod oceny (modelowania matematycznego dyspersji zanieczyszczeń w powietrzu) o odpowiedniej jakości. Biorąc jednak pod uwagę występowanie w kraju wysokich poziomów stężenia benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀, liczba stanowisk pracujących w ramach sieci PMŚ jest zarówno w skali kraju, jak i poszczególnych stref wyższa niż minimalna wymagana.

Zadanie związane z badaniami i ocenami jakości powietrza realizowane jest przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Badania i roczne oceny jakości powietrza w strefach są wykonywane przez Departament Monitoringu Środowiska, w tym przez regionalne

¹⁶ GIOŚ 2019, „Pięcioletnia ocena jakości powietrza w strefach w Polsce wykonana za lata 2014-2018 według zasad określonych w art. 88 ust. 2 ustawy – Prawo ochrony środowiska. Zbiórny raport krajowy z wynikami oceny”

wydziały monitoringu środowiska funkcjonujące w strukturze Departamentu oraz oddziały regionalne Centralnego Laboratorium Badawczego. Zadanie związane z informowaniem o ryzyku przekroczenia poziomu docelowego dla benzo(a)pirenu jest realizowane przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska.

Zadanie związane z monitoringiem tła miejskiego pod kątem stężeń WWA jest również realizowane przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Na jednej stacji monitoringu tła miejskiego w województwie, na której prowadzi się pomiary pyłu zawieszonego PM10 i benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10, wykonywane są także pomiary benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(j)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu i dibenzo(a,h)antracenu w pyłe zawieszonym PM10. Celem tych badań jest określenie udziału benzo(a)pirenu w sumie WWA w powietrzu.

Pomiary 7 wymienionych WWA w pyłe zawieszonym PM10 (i depozycji) prowadzone są na 3 stacjach tła regionalnego w województwach: dolnośląskim (Osieczów), kujawsko-pomorskim (Zielonka) i warmińsko-mazurskim (Puszcza Borecka). Jednocześnie, w celu monitorowania transgranicznego przenoszenia zanieczyszczeń pyłowych pomiędzy Polską a Republiką Czech, na stacji umiejscowionej w rejonie Bramy Morawskiej (Godów, województwo śląskie) jest prowadzony monitoring stężenia pyłu zawieszonego PM10 i zawartego w nim benzo(a)pirenu. Za pomiary na tych stacjach odpowiedzialne są oddziały regionalne Centralnego Laboratorium Badawczego, a w realizację tych zadań zaangażowany jest również, włączony do PMŚ, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Opisanym wyżej pomiarom towarzyszą działania na rzecz zapewnienia jakości zarówno ze strony Centralnego Laboratorium Badawczego GIOŚ, Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego, jak i Krajowego Laboratorium Referencyjnego do spraw jakości powietrza atmosferycznego GIOŚ.

Oddziały regionalne Centralnego Laboratorium Badawczego oraz IOŚ-PIB w roku 2021 prowadziły pomiary stężeń benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10, stosując metody określone w rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu¹⁷:

- pobór próbek pyłu zawieszonego PM10: norma PN-EN 12341:2014-07 „Powietrze atmosferyczne – Standardowa grawimetryczna metoda określania stężeń masowych frakcji PM10 lub PM2,5 pyłu zawieszonego”
- oznaczanie: norma PN-EN 15549:2011 „Jakość powietrza - Standardowa metoda oznaczania benzo(a)pirenu w powietrzu atmosferycznym”.

Takie same metody wykorzystywane były do pomiarów stężeń pozostałych WWA, badanych na wybranych stacjach.

Dane pomiarowe ze stacji monitoringu PMŚ są gromadzone w wojewódzkich bazach danych CAS i bazie danych monitoringu jakości powietrza JPOAT2,0, działającej w ramach SI EKOINFONET oraz zasilają system ocen jakości powietrza. Ponadto, zgodnie z wymogami dotyczącymi raportowania, są przekazywane do europejskiej bazy danych Europejskiej Agencji Środowiska.

¹⁷ Dz. U. z 2020 r. poz. 2279

W 2021 r. w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na 163 stanowiskach pomiarowych mierzone były stężenia benzo(a)pirenu. Były to w większości (81%) stanowiska tła miejskiego – 132. Na obszarach miejskich funkcjonowało również 5 stanowisk przemysłowych i 2 komunikacyjne. Pomiar benzo(a)pirenu prowadzono również na 16 stanowiskach tła na obszarach podmiejskich i 8 stanowiskach tła na obszarach pozamiejskich (stanowiły one odpowiednio 10% i 5% stanowisk pomiarowych B(a)P). W poszczególnych województwach znajduje się po kilka-kilkanaście stanowisk pomiarów B(a)P – w 2021 r. najwięcej było ich w województwach małopolskim (21), łódzkim (20) i dolnośląskim (16), a najmniej w pomorskim i podlaskim (po 4) oraz opolskim (3).

Stężenia 7 WWA w 2021 r. mierzone były na 18 stanowiskach w kraju - 15 z nich to stanowiska tła miejskiego, a 3 to stanowiska tła pozamiejskiego. W większości województw jest tylko jedno stanowisko pomiarowe tła miejskiego, a w trzech – oprócz stanowiska tła miejskiego - funkcjonuje także stanowisko tła pozamiejskiego. W 2021 roku nie ma danych ze stacji mierzącej stężenia WWA w województwie opolskim. Liczba i rozmieszczenie stanowisk pomiarowych stężeń WWA we wszystkich województwach spełnia wymagania podane w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu¹⁸. Na terenie województwa kujawsko-pomorskiego pomiary 7 WWA wykonywano we wcześniejszych latach na stacji pomiarowej zlokalizowanej na obszarze podmiejskim – w Ciechocinku, ale w 2021 r. nastąpiła zmiana. Prezentowane dane z roku 2021 pochodzą ze stacji na obszarze tła miejskiego – w Nakle nad Notecią.

Rozmieszczenie wszystkich stanowisk, na których wykonywano pomiary WWA (zarówno 7, jak i wyłącznie B(a)P) pokazano na mapie (Rys. 5-1), a informacje o liczbie i typach stanowisk w poszczególnych województwach i w Polsce zebrano w tabeli 5-1.



Rys. 5-1. Rozmieszczenie stacji, na których były wykonywane pomiary WWA (zarówno benzo(a)pirenu, jak i sumy WWA) w 2021 r. z uwzględnieniem typu stacji i obszaru

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

¹⁸ Dz. U. z 2020, poz. 2279

Stężenia WWA oznaczane są w pyle zawieszonym zebrany na filtrze. Do pomiarów stosowane są zarówno poborniki niskoobjętościowe, jak i wysokoobjętościowe (głównie na stacjach pozamiejskich). Stężenia WWA oznaczane są w próbkach tygodniowych, łączonych z dobowych (analizie poddawane są filtry z 7 dni). Jako metoda analityczna wykorzystywana jest wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC).

Dane pomiarowe ze stacji są gromadzone w wojewódzkich bazach danych CAS i bazie danych monitoringu jakości powietrza JPOAT2,0 jako dobowe wartości (dla poszczególnych dób z wyników tygodniowych).

Tab. 5-1. Liczba stacji w poszczególnych województwach z uwzględnieniem typu i obszaru stacji oraz zakresu pomiarowego WWA

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Typ stacji	Typ obszaru	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P
dolnośląskie	tło	miejski	15	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1	1	1	1	1	1	1
kujawsko-pomorskie	tło	miejski	5	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	4						
	tło	pozamiejski	2	1	1	1	1	1	1
lubelskie	tło	miejski	4	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	3						
lubuskie	tło	miejski	8	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1						
łódzkie	tło	miejski	18	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	1						
	tło	pozamiejski	1						
małopolskie	tło	miejski	18	1	1	1	1	1	1
	komunikacyjna przemysłowa	miejski	1						
		miejski	2						
mazowieckie	tło	miejski	7	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
		podmiejski	4						
opolskie	tło	miejski	3						
podkarpackie	tło	miejski	10	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
		podmiejski	2						
		pozamiejski	1						
podlaskie	tło	miejski	4	1	1	1	1	1	1
pomorskie	tło	miejski	4	1	1		1	1	1
śląskie	tło	miejski	10	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1						
świętokrzyskie	tło	miejski	6	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	2						
warmińsko-mazurskie	tło	miejski	6	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski							
wielkopolskie	tło	miejski	8	1	1	1	1	1	1
zachodniopomorskie	tło	miejski	6	1	1	1	1	1	1
	komunikacyjna przemysłowa	miejski	1						
		miejski	1						
Polska	tło	miejski	132	15	15	14	15	15	15
	komunikacyjna przemysłowa	miejski	2						
		miejski	5						
		podmiejski	16						
	tło	pozamiejski	8	3	3	3	3	3	3
łącznie			163	18	18	17	18	18	18

6. Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych

W niniejszym rozdziale zaprezentowano wyniki pomiarów stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach w Polsce na tle wyników pomiarów w Europie, uzyskanych w 2021 r. Oddzielnie przedstawiono wyniki uzyskane na stacjach prowadzących pomiary kilku związków z grupy WWA oraz wyniki uzyskane na stacjach monitorujących zawartość benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10, jako przedstawiciela tej grupy. Wyniki ze stacji w Polsce uzyskane w 2021 r. odniesiono do wartości z wcześniejszych 11 lat (tam, gdzie było to możliwe) i do roku poprzedniego, a wyniki ze stacji europejskich pokazano na tle danych z 2020 r.

6.1. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce

W niniejszym rozdziale uwzględniono wyniki pomiarów pochodzące ze stacji, na których było mierzone stężenie 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10: benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(j)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu i dibenzo(a,h)antracenu.

Na podstawie średnich rocznych stężeń uzyskanych na poszczególnych stacjach obliczono średnie wartości w skali kraju w dwóch wariantach:

- uwzględniając wszystkie stacje w kraju,
- uwzględniając tylko stacje tła miejskiego (Tab. 6.1-1).

Najniższe wartości – zarówno dla sumy stężeń WWA jak i dla poszczególnych związków i pyłu zawieszonego PM10 – uzyskano wówczas, gdy w obliczeniach uwzględniono wszystkie stacje, zarówno miejskie, jak i pozamiejskie. Średnie stężenie pyłu zawieszonego PM10 było w tym przypadku o 7% mniejsze niż w wariancie, w którym nie uwzględniano stacji tła pozamiejskiego. Różnica sumy stężeń WWA pomiędzy danymi ze wszystkich stacji a danymi ze stacji miejskich wyniosła 10%, a poszczególnych związków od 8% dla B(b)F do 14% dla D(a,h)A.

Ocena wyników stężeń ze stanowisk reprezentujących różne typy obszaru pokazuje, że dla wszystkich analizowanych związków większe wartości stężenia odnotowano na stanowiskach tła miejskiego (wartość średnia z 15 stanowisk), a mniejsze na stanowiskach tła miejskiego (uśrednione dla 3 stanowisk) (Rys. 6.1-1). Różnice względne zarówno sumy stężeń WWA, jak i poszczególnych związków na stanowiskach pozamiejskich i miejskich wynosiły po kilkadziesiąt procent: od 46% w przypadku B(b)F po 73% w przypadku D(a,h)A, przy różnicy stężeń pyłu zawieszonego PM10 na poziomie 39%. Należy jednak pamiętać o różnej liczbie porównywanych stanowisk (Tab. 6.1-2).

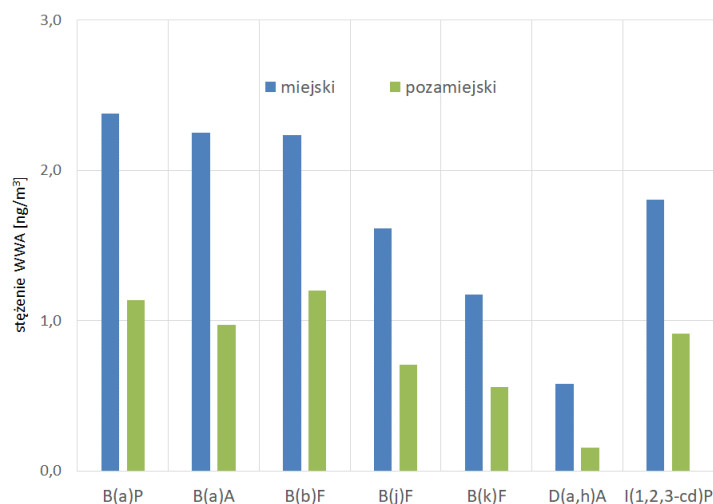
Tab. 6.1-1. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i ich sumy w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz stężenia pyłu PM₁₀ w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Miejscowość	Kod stacji	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P	suma WWA	PM ₁₀
			[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[μg/m ³]
dolnośląskie	Wrocław	DsWrocWybCon	2,48	1,71	2,36	1,40	1,07	0,35	1,60	10,97	25,56
<i>dolnośląskie</i>	<i>Osieczów</i>	<i>DsOsieczow21*</i>	1,98	1,48	1,78	1,12	0,83	0,32	1,31	8,82	16,93
kujawsko-pomorskie	Nakło	KpNaklWawrzy	3,89	4,59	3,63	2,18	1,87	0,28	2,87	19,32	28,96
<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>Zielonka</i>	<i>KpZielBoryTu*</i>	0,88	0,91	1,04	0,58	0,53	0,06	0,72	4,73	15,71
lubelskie	Lublin	LbLubSliwins	2,80	2,40	1,85	0,47	1,22	0,32	1,57	10,64	23,15
lubuskie	Zielona Góra	LuZielKrotka	1,59	1,72	1,33	1,22	0,77	0,24	1,06	7,93	19,28
łódzkie	Łódź	LdLodzLegion	2,19	1,12	2,30	1,28	1,21	1,30	3,08	12,47	35,89
małopolskie	Kraków	MpKrakBujaka	3,54	4,22	2,22	1,74	1,53	0,36	2,68	16,27	32,03
mazowieckie	Warszawa	MzWarAKrzywo	1,30	1,56	1,53	1,91	0,77	0,14	0,83	8,06	25,08
podkarpackie	Rzeszów	PkRzeszRejta	2,85	2,42	2,76	1,51	1,24	0,32	1,81	12,91	24,92
podlaskie	Białystok	PdBialWaszyn	1,13	0,83	1,19	1,19	0,62	0,14	0,66	5,75	20,11
pomorskie	Gdańsk	PmGdaLecz81	1,05	1,12	1,80		0,76	0,31	1,72	6,77	20,74
śląskie	Katowice	SlKatoKossut	3,67	4,08	4,45	3,55	2,32	0,58	3,11	21,75	31,25
świętokrzyskie	Kielce	SkKielTargow	4,47	4,90	4,58	2,81	2,27	1,48	3,63	24,14	30,56
warmińsko-mazurskie	Olsztyn	WmOlsPuszkina	0,70	0,75	0,73	0,63	0,49	0,07	0,69	4,07	19,75
<i>warmińsko-mazurskie</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>WmPuszczaBor*</i>	0,55	0,54	0,78	0,42	0,31	0,08	0,71	3,40	13,56
wielkopolskie	Piła	WpPilaKusoci	3,40	1,72	2,02	2,14	1,16	0,87	1,12	12,43	22,83
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzczAndrze	0,60	0,66	0,81	0,62	0,33	1,94	0,67	5,61	18,84
Polska	średnia z 18 stacji		2,17	2,04	2,06	1,46	1,07	0,51	1,66	10,89	23,62
	średnia z 15 stacji miejskich		2,38	2,25	2,24	1,62	1,17	0,58	1,81	11,94	25,26

Kursywą zaznaczono stacje pozamiejskie

W nazwie stacji pierwsze dwie litery oznaczają województwo, kolejne pochodzą od nazwy miasta/miejscowości, a ostatnie odnoszą się do adresu stacji (np. DsWrocWybCon: Ds – dolnośląskie, Wroc – Wrocław, WybCon – ul. Wybrzeże J. Conrada-Korzeniowskiego)



Rys. 6.1-1. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r. uśrednione dla poszczególnych typów obszaru

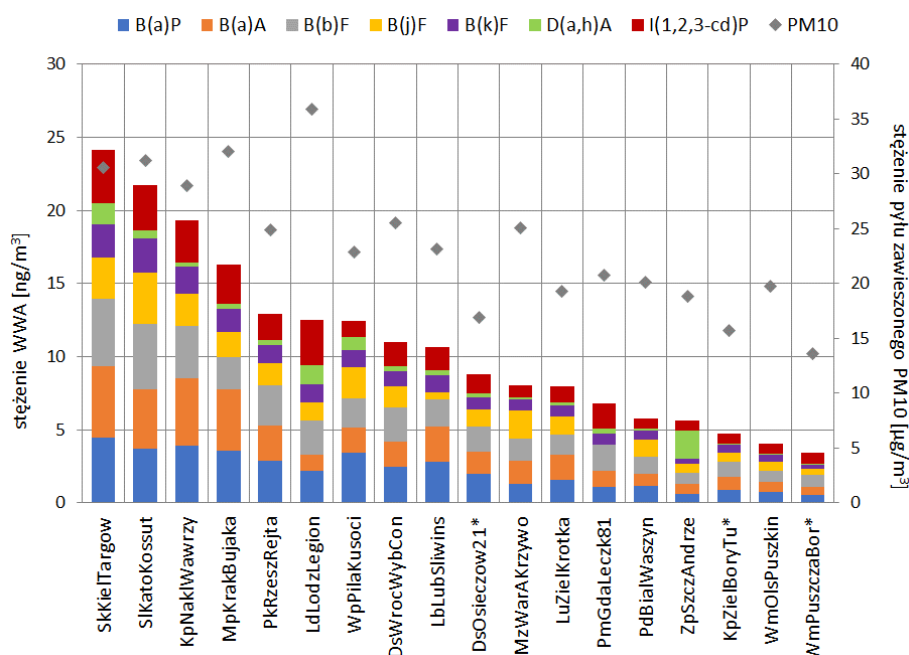
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 6.1-2. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i ich sumy w pyłe zawieszonym PM10 oraz stężenia pyłu PM10 w 2021 r., uśrednione dla typów obszaru: miejski i pozamiejski

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ obszaru	Liczba stanowisk	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P	suma WWA	PM10
		[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[μg/m ³]
miejski	15	2,38	2,25	2,24	1,62	1,17	0,58	1,81	11,94	25,26
pozamiejski	3	1,14	0,97	1,20	0,71	0,56	0,16	0,91	5,65	15,40
różnice względne obszar pozamiejski/miejski										
		-52%	-57%	-46%	-56%	-52%	-73%	-50%	-53%	-39%

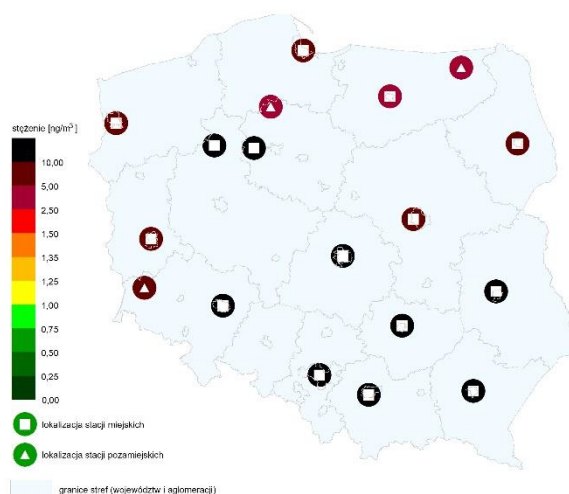
Stężenia poszczególnych WWA i ich suma wykazują duże zróżnicowanie w kraju (Rys. 6.1-2). Zmienność ta jest zbliżona do zmienności stężenia pyłu zawieszonego PM10, ale nie identyczna. Największe średnie roczne stężenia pyłu wystąpiły w 2021 r. na stacjach w Łodzi (35,9 μg/m³), Krakowie (32,0 μg/m³), Katowicach (31,2 μg/m³) i Kielcach (30,6 μg/m³). Natomiast największą sumę średnich rocznych stężeń WWA, wynoszącą 24,1 ng/m³, zanotowano w 2021 r. na stacji w Kielcach, a kolejne w Katowicach (21,7 ng/m³), Nakle (19,3 ng/m³) i Krakowie (16,3 ng/m³). Niemal identyczne sumy stężeń WWA, znajdujące się w strefie wartości średnich w kraju – ok. 11 ng/m³, odnotowano na stacjach: we Wrocławiu i Lublinie, a następnie ok. 8 ng/m³ Warszawie i Zielonej Górze. Najmniejsze średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 były charakterystyczne dla stacji pozamiejskich: Osieczowa (16,9 μg/m³), Zielonki (15,7 μg/m³) i Puszczy Boreckiej (13,6 μg/m³). O ile na dwóch ostatnich również sumy stężeń WWA były niemal najmniejsze – odpowiednio 4,7 ng/m³ w Zielonce i 3,4 ng/m³ w Puszczy Boreckiej, to mniejsze niż w Osieczowie (8,8 ng/m³) sumy zanotowano w miastach: Warszawie (8,1 ng/m³), Zielonej Górze (7,9 ng/m³), Gdańsku (6,8 ng/m³, ale dla 6 WWA), Białymstoku (5,7 ng/m³), Szczecinie (5,6 ng/m³) i Olsztynie (4,1 ng/m³).



Rys. 6.1-2. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i sumy ich stężeń w pyłe zawieszonym PM10 na tle stężeń pyłu PM10 w 2021 r. na poszczególnych stacjach
*stacje tła pozamiejskiego

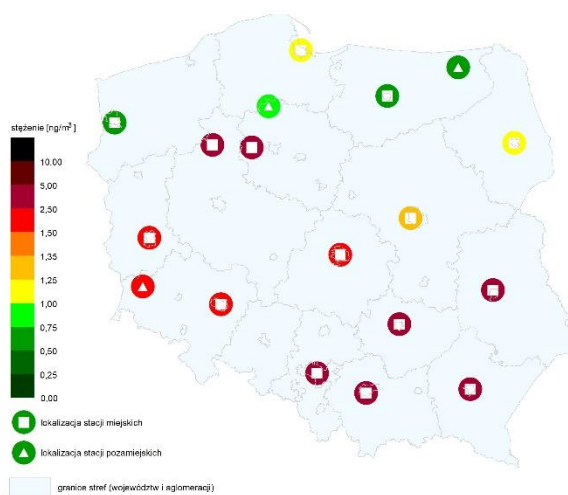
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analizując rozkład przestrzenny sumy stężeń WWA można zauważyć wyraźny gradient: najmniejsze wartości występowały w miastach na północy Polski – w Olsztynie ($4,1 \text{ ng/m}^3$), Szczecinie ($5,6 \text{ ng/m}^3$), Białymstoku ($5,7 \text{ ng/m}^3$) i Gdańsku ($6,8 \text{ ng/m}^3$ dla 6 WWA) i rosły one w miarę przesuwania się na południe, osiągając maksymalne wartości na stacjach w Kielcach ($24,1 \text{ ng/m}^3$), Katowicach ($21,7 \text{ ng/m}^3$) i Krakowie ($16,3 \text{ ng/m}^3$) (Rys. 6.1-3). Wyjątek stanowi Nakło nad Notecią, gdzie roczna suma WWA w 2021 r. uplasowała się na 3 miejscu (pomiędzy wartościami z Katowic i Krakowa). Podobny obraz jest widoczny dla poszczególnych związków z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (Rys. 6.1-4 – 6.1-6). Mają one swoje miejsca w sumie stężeń WWA i zmieniają się proporcjonalnie do sumy.

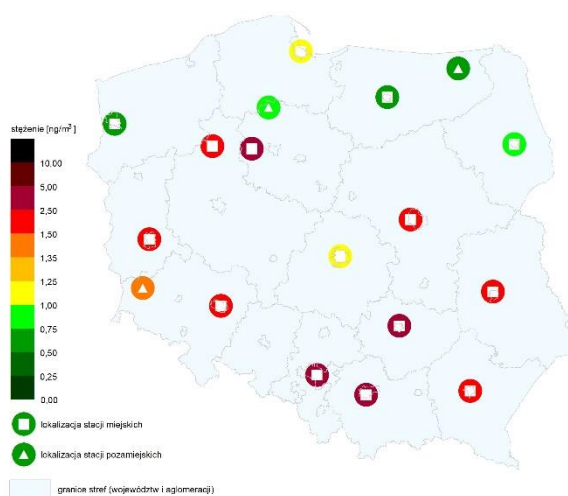


Rys. 6.1-3. Średnie roczne sumy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

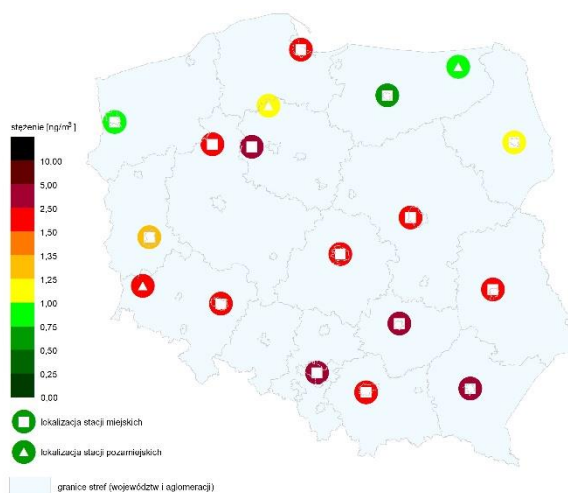
$B(a)P$



$B(a)A$



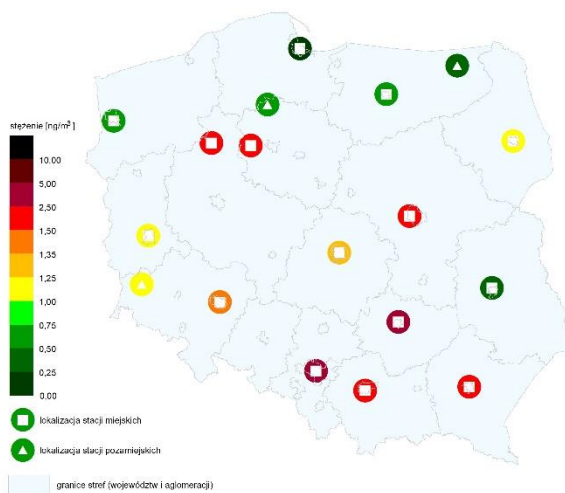
$B(b)F$



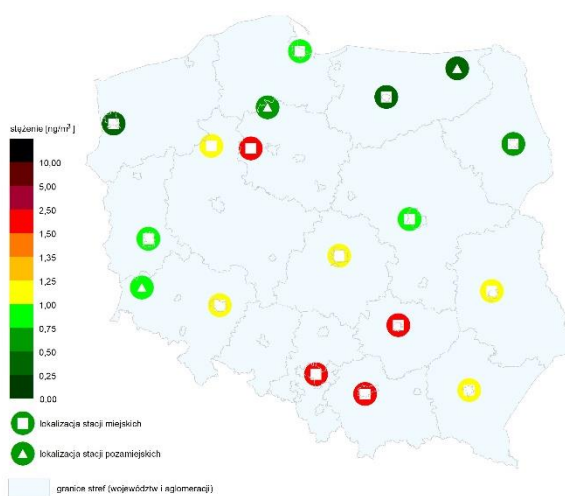
Rys. 6.1-4. Średnie roczne stężenia $B(a)P$, $B(a)A$ i $B(b)F$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

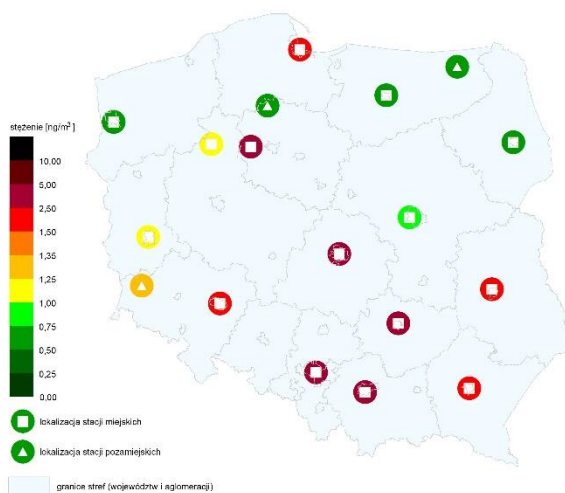
$B(j)F$



$B(k)F$



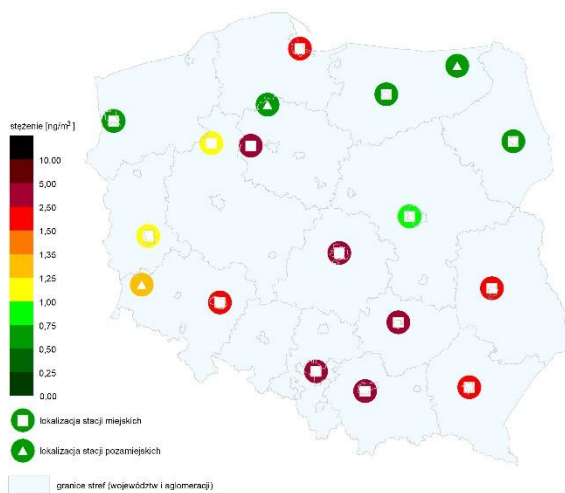
$D(a,h)A$



Rys. 6.1-5. Średnie roczne stężenia $B(j)F$, $B(k)F$ i $D(a,h)A$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

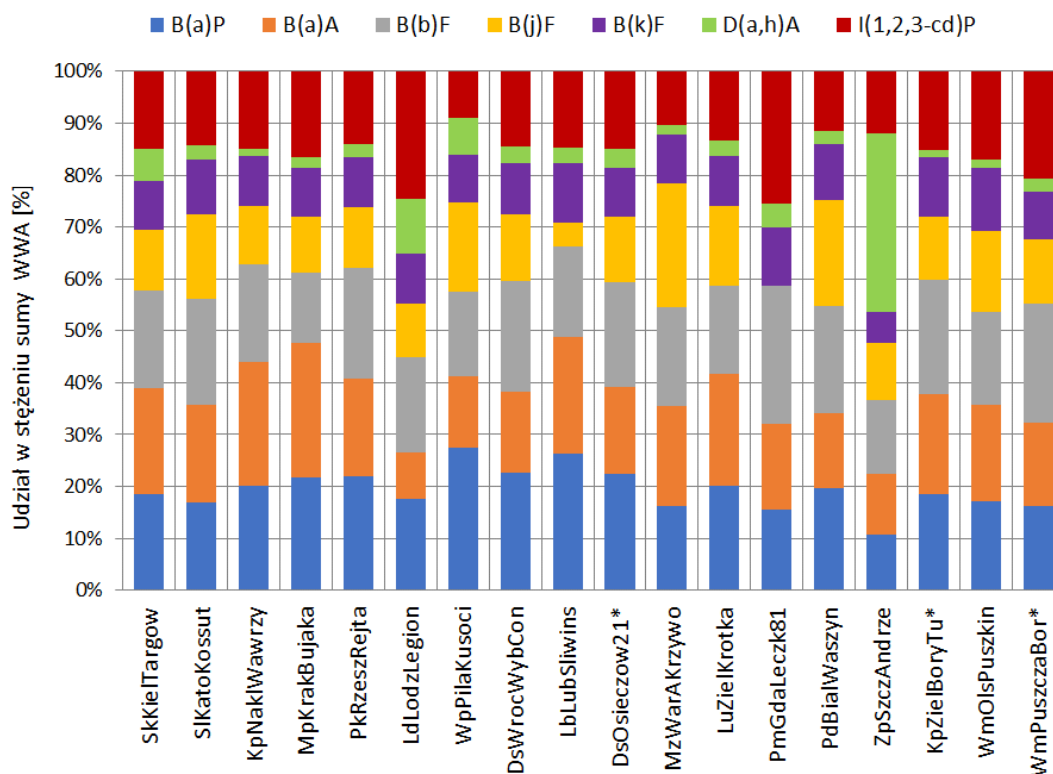
$I(1,2,3\text{-cd})P$



Rys. 6.1-6. Średnie roczne stężenia $I(1,2,3\text{-cd})P$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Udziały stężeń poszczególnych związków w sumie stężeń WWA i kolejność ich występowania są na ogół zbliżone na poszczególnych stacjach, chociaż zauważalne są pewne różnice (Rys. 6.1-7).



Rys. 6.1-7. Udział poszczególnych związków w sumie średnich stężeń WWA w 2021 r. na poszczególnych stacjach (*stacje pozamiejskie)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W uśrednionych dla 18 stacji wynikach stężeń poszczególnych WWA na pierwszym miejscu (z udziałem blisko 20%) znalazł się w 2021 r. B(a)P, drugim i trzecim miejscu, z bardzo bliskimi udziałami w sumie stężeń WWA (ok. 19%) znalazły się B(b)F i B(a)A, a na czwartym – I(1,2,3-cd)F z udziałem ok. 15%. Dwa ostatnie miejsca należą do B(k)F, którego udział wyniósł blisko 10% i D(a,h)A z udziałem poniżej 5% (Tab. 6.1-3).

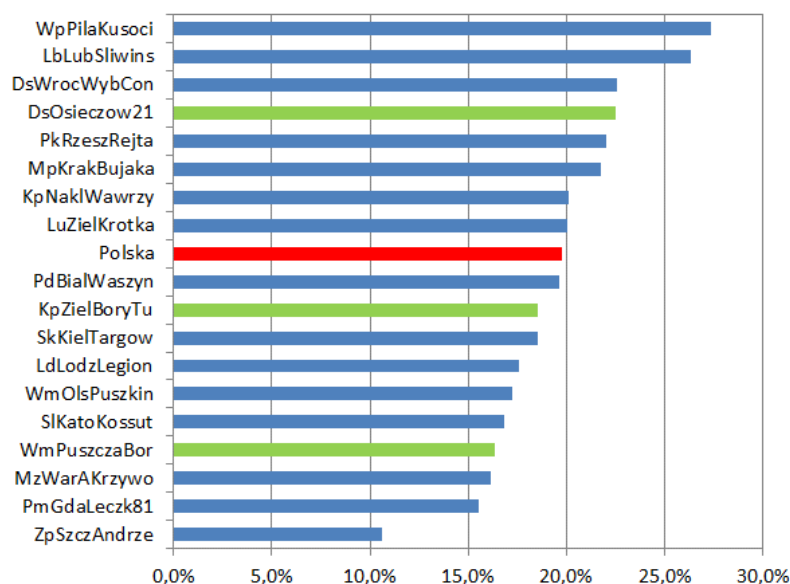
Na pięciu spośród osiemnastu stacji: we Wrocławiu, Osieczowie, Lublinie, Rzeszowie i Pile na pierwszym miejscu występuje B(a)P, na kolejnych pięciu: w Zielonce, Białymstoku, Gdańsku, Katowicach i Puszczy Boreckiej pierwsze miejsce w sumie zajmuje B(b)F, na kolejnych pięciu stacjach: w Nakle, Zielonej Górze, Krakowie, Kielcach i Olsztynie pierwszy jest B(a)A, a pozostałych trzech dominują inne związki – w Warszawie B(j)F, w Łodzi I(1,2,3-cd)F, a w Szczecinie D(a,h)A. Warto zauważyć, że na wszystkich stacjach – poza trzema: w Łodzi, Gdańsku i Szczecinie – na ostatnim miejscu, z najmniejszym udziałem w sumie znalazł się D(a,h)A.

Tab. 6.1-3. Kolejność występowania poszczególnych WWA ze względu na stężenie średnie roczne w 2021 r. (źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

DsWrocWybCon	B(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
DsOsieczow21	B(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
KpNaklWawrzy	B(a)A	B(a)P	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
KpZielBoryTu	B(b)F	B(a)A	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
LbLubSliwins	B(a)P	B(a)A	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
LuZielKrotka	B(a)A	B(a)P	B(b)F	B(j)F	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
LdLodzLegion	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(a)P	D(a,h)A	B(j)F	B(k)F	B(a)A
MpKrakBujaka	B(a)A	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
MzWarAKrzywo	B(j)F	B(a)A	B(b)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
PkRzeszRejta	B(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
PdBialWaszyn	B(b)F	B(j)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
PmGdaLeczk81	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)A	B(a)P	B(k)F	D(a,h)A	B(j)F
SlKatoKossut	B(b)F	B(a)A	B(a)P	B(j)F	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
SkKielTargow	B(a)A	B(b)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
WmOlsPuszkina	B(a)A	B(b)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
WmPuszczaBor	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(a)A	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
WpPilaKusoci	B(a)P	B(j)F	B(b)F	B(a)A	B(k)F	I(1,2,3-cd)P	D(a,h)A
ZpSzczAndrze	D(a,h)A	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)A	B(j)F	B(a)P	B(k)F

Tylko na trzech z analizowanych stacji, B(a)P zajmuje dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Warszawie i Gdańsku, gdzie znajduje się na czwartym miejscu oraz w Szczecinie – na szóstym, przedostatnim. Jego udział w sumie WWA na poszczególnych stanowiskach osiągnął w 2021 r. od 10,6% w Szczecinie do 27,4% w Pile, a dla wyników średnich Polsce udział B(a)P wyniósł 19,8% (Rys. 6.1-8). Najbliżej tej wartości dla uśrednionych wyników stężeń na stacjach w Polsce są stacje w Nakle, Zielonej Górze i Białymstoku (udział stężenia B(a)P w sumie stężeń WWA był tam najbardziej zbliżony do 20%). Udział B(a)P na poziomie 20% i wyższym obserwuje się na ośmiu stacjach, przy czym w tej grupie są zarówno stacje miejskie (w Zielonej Górze, Nakle, Krakowie, Rzeszowie, Wrocławiu, Lublinie i Pile), jak i stacja pozamiejska (w Osieczowie). Udział poniżej 15% odnotowano tylko w Szczecinie.



Rys. 6.1-8. Udział B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2021 r. na poszczególnych stacjach.

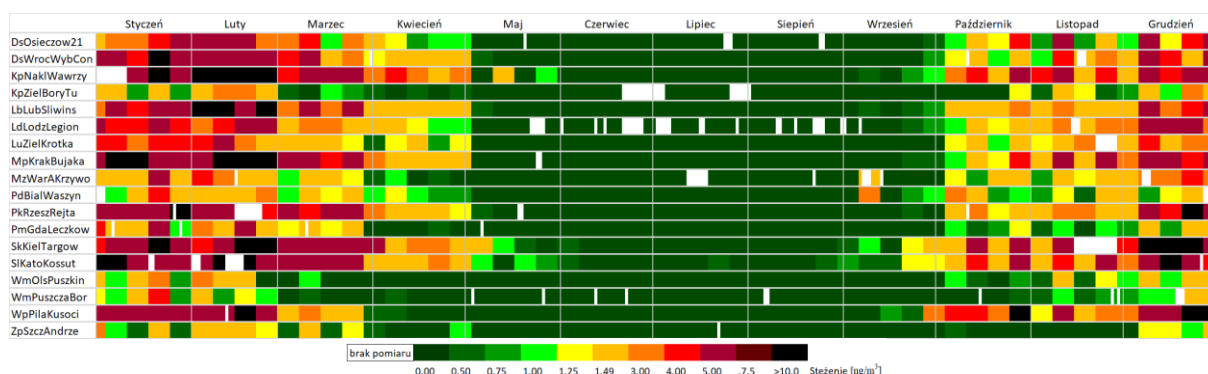
(zielonym kolorem zaznaczono stacje pozamiejskie, czerwonym Polskę)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stężenia wszystkich WWA wykazują bardzo dużą zmienność sezonową – wyższe wartości obserwuje się w sezonie chłodnym (styczeń-marzec i październik-grudzień), a znacznie niższe w ciepłej połowie (kwiecień – wrzesień). Przekłada się to na różnice pomiędzy wartościami sumy stężeń WWA z chłodnych i ciepłych miesięcy. Na rysunkach 6.1-9 – 6.1-16 przedstawiono przebiegi stężeń poszczególnych związków oraz sumy stężeń siedmiu WWA w 2021 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Przy próbkach łączonych z tygodniowych taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma danej.

W przebiegu dobowych wartości stężeń B(a)P zaznacza się wyraźną przewagę wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza (Rys. 6.1-9). W ciągu trzech letnich miesięcy niemal na wszystkich stacjach wartości były najmniejsze, nie przekraczały $0,5 \text{ ng/m}^3$. W pozostałych miesiącach wartości ulegają zmianom i rosną w miarę obniżania temperatury powietrza, osiągając maksymalne wartości w najbardziej zimnych miesiącach – styczniu, lutym i grudniu.

Największe różnice między stężeniami B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ pomiędzy chłodną połową roku a ciepłą połową roku są widoczne na stacji w Pile (22 razy wyższe stężenie średnie w chłodnej połowie roku niż w ciepłej) oraz w Olsztynie i Gdańsku (odpowiednio 15 i 14 razy większe w chłodnym sezonie) a także na stacjach pozamiejskich (od 8 do ponad 13 razy większe w chłodnym sezonie). Na większości stacji miejskich stężenie w sezonie chłodnym jest od 7 do 9 razy większe niż w sezonie ciepłym, a dla średnich wartości w kraju – 9 razy większe.

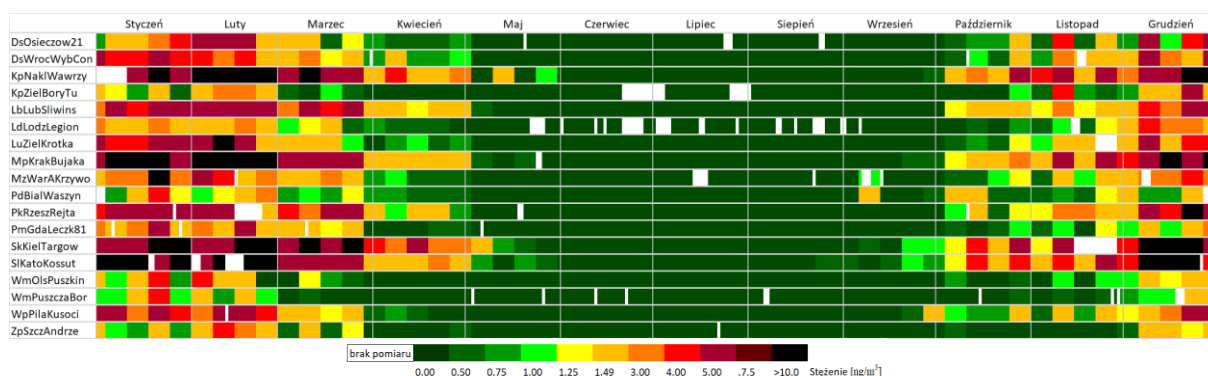


Rys. 6.1-9. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)P na poszczególnych stacjach w 2021 r. (źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ)

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Bardzo zbliżoną zmienność sezonową i podobne przedziały stężeń widać w przebiegu stężeń B(a)A (Rys. 6.1-10). Wysokie stężenia utrzymują się przez większą liczbę dni w tych samych lokalizacjach. Jest to prawidłowość obserwowana dla wszystkich opisywanych WWA.

Średnie w kraju stężenie B(a)A w sezonie chłodnym było 11-krotnie większe niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach wartości w chłodnej połowie roku były od 5 razy większe na stacji w Białymstoku do 19 razy większe niż w ciepłej połowie roku w Puszczy Boreckiej.



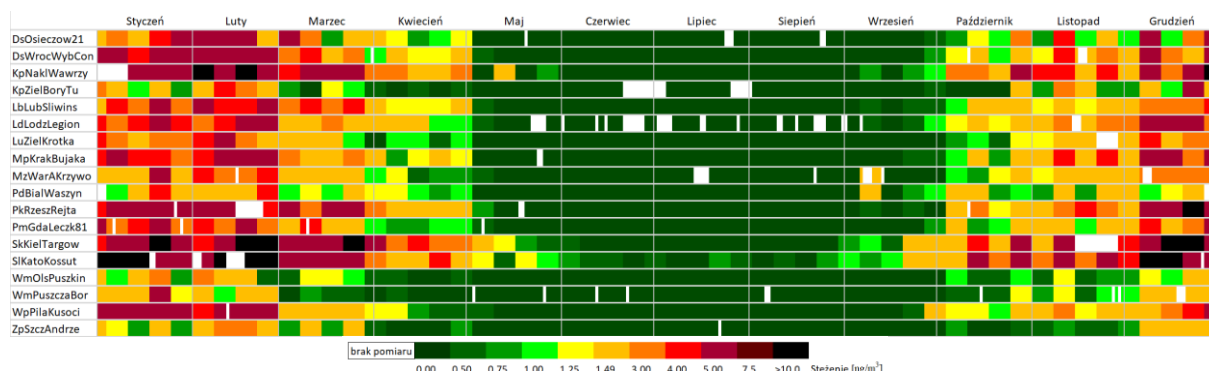
Rys. 6.1-10. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)A na poszczególnych stacjach w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W przypadku B(b)F w pyłe zawieszonym PM₁₀ (Rys. 6.1-11) w miesiącach letnich (czerwiec, lipiec i sierpień) obserwuje się na większości stacji stężenia poniżej 0,5 ng/m³. Największe wartości występowały w styczniu, lutym i grudniu, przy dużym zróżnicowaniu wartości w zależności od lokalizacji stacji. Na stacjach w Kielcach, Katowicach i Nakle wysokie wartości (powyżej 7,5 ng/m³) występowały także w niektórych tygodniach w marcu i kwietniu, a po ciepłym sezonie, z niższymi stężeniami, pojawiały się już w październiku i listopadzie. W grudniu stężenia z tych najwyższych przedziałów (powyżej 7,5 ng/m³) notowane były także na stacjach w Osieczowie, we Wrocławiu, Zielonce, Łodzi, Krakowie, Rzeszowie, Gdańsku i Pile (pojedyncze tygodnie); w Kielcach, Katowicach i Rzeszowie przez cały grudzień stężenia B(b)F osiągały wartości z przedziałów 7,5-10 ng/m³ i >10 ng/m³.

Dla uśrednionych w skali kraju wyników ze wszystkich stacji stężenie B(b)F w sezonie chłodnym było blisko 8-krotnie większe niż w sezonie ciepłym. Największe różnice – podobnie, jak dla innych WWA – obserwuje się na stacji w Pile (11-krotna) oraz na stacjach tła pozamiejskiego

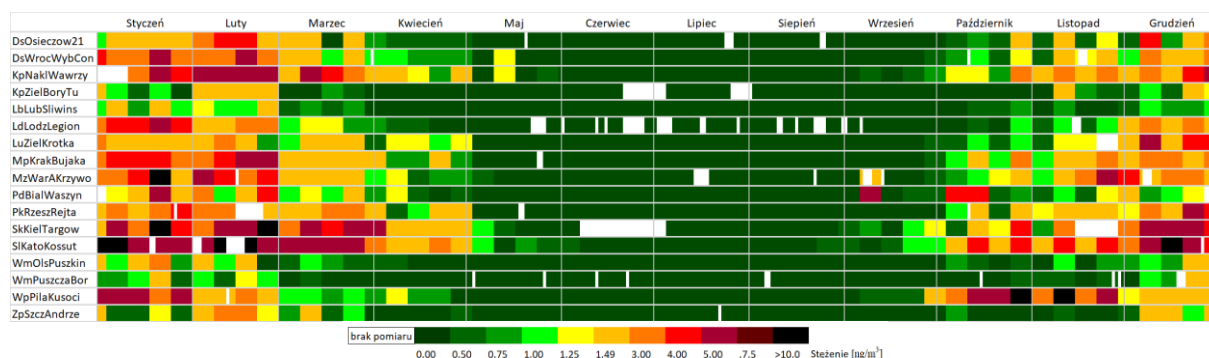
(różnice rzędu 8-12 razy). Na pozostałych stacjach średnie stężenia z sezonu chłodnego były od 4 do 8 razy większe niż średnie z sezonu ciepłego.



Rys. 6.1-11. Przebieg stężeń 24-godz. B(b)F na poszczególnych stacjach w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

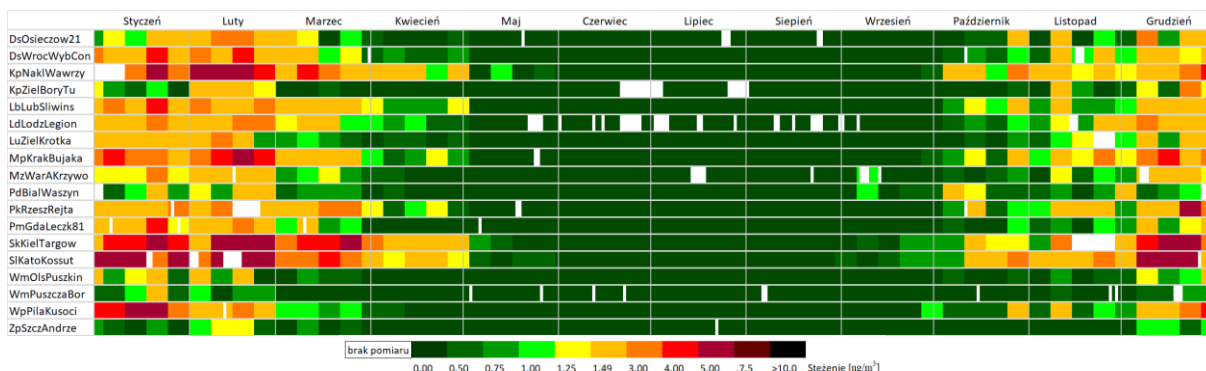
Najmniejsze wartości stężeń B(j)F występowały latem, a największe zimą. Różnice pomiędzy wartościami stężeń w sezonie chłodnym i ciepłym były podobne do opisywanych wcześniej dla innych WWA. W przypadku tego związku stężenie uśrednione w chłodnym sezonie w skali kraju było blisko 8-krotnie większe niż odpowiadające mu stężenie z sezonu ciepłego. Stężenia na poszczególnych stacjach były 4 - 13 razy większe w chłodnej połowie roku (Rys. 6.1-12).



Rys. 6.1-12. Przebieg stężeń 24-godz. B(j)F na poszczególnych stacjach w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

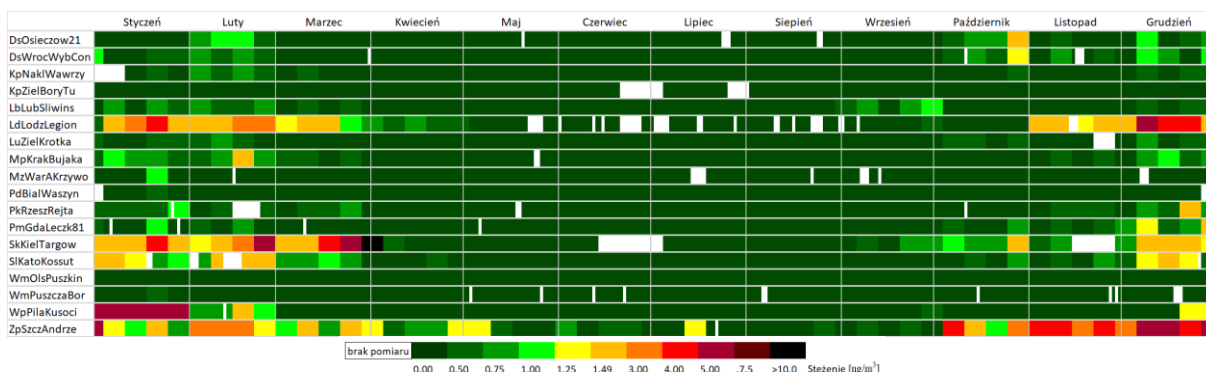
W przypadku B(k)F nie obserwowano dni z wartościami powyżej 7,5 ng/m³, jak dla omawianych wcześniej WWA, gdyż występuje on w mniejszych ilościach od pozostałych składników sumy WWA. Przebieg sezonowy stężeń nie odbiega od obserwowanego dla innych związków z tej grupy, potwierdzając występowanie wyższych wartości w chłodnej połowie roku niż w ciepłej (Rys. 6.1-13). Proporcje między wynikami dla obu sezonów są podobne, jak dla pozostałych WWA – wartość uśredniona w skali kraju w sezonie chłodnym była blisko 8-krotnie wyższa niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach przewyższała ją od 5 do 13 razy w przypadku stacji miejskich i od 8 do 13 razy w przypadku stacji pozamiejskich.



Rys. 6.1-13. Przebieg stężeń 24-godz. B(k)F na poszczególnych stacjach w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

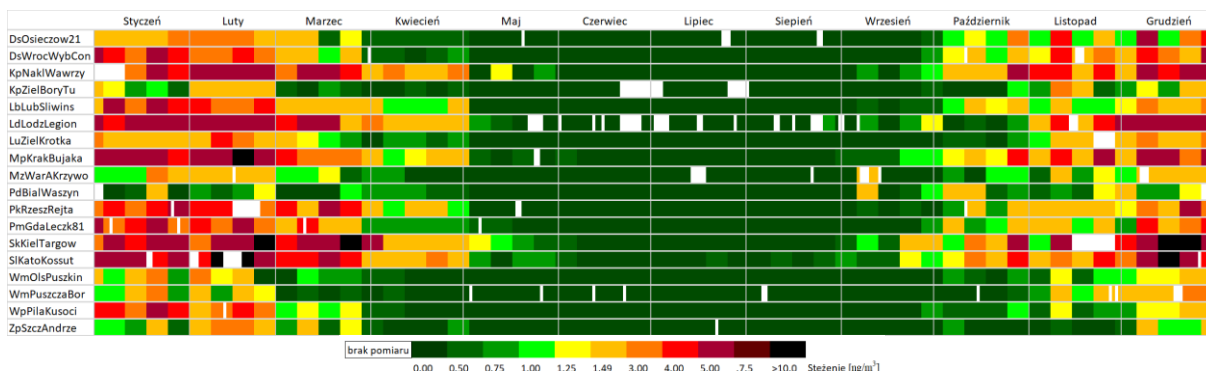
Ze względu na fakt, że D(a,h)A na większości stacji występuje w najmniejszych ilościach, to przy zastosowaniu wspólnej skali dla wszystkich związków, widać dla niego najmniejsze różnice sezonowe (Rys. 6.1-14). W rzeczywistości różnice procentowe stężeń są duże, ale wartości stężeń mieszczą się w przedziałach niskich wartości. Na tym obrazie zaznacza się odmiennosć stacji w Szczecinie, na której zarówno stężenie D(a,h)A, jak i jego udział w sumie WWA są największe spośród wszystkich analizowanych stacji. Dla wartości średnich sezonowych w kraju stężenie w chłodnej połowie roku było 6 razy większe niż w ciepłej. Na poszczególnych stacjach różnice te przyjmowały różne wartości – od kilku do kilkunastu razy, z maksimum w Zielonej Górze (18 razy).



Rys. 6.1-14. Przebieg stężeń 24-godz. D(a,h)A na poszczególnych stacjach w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

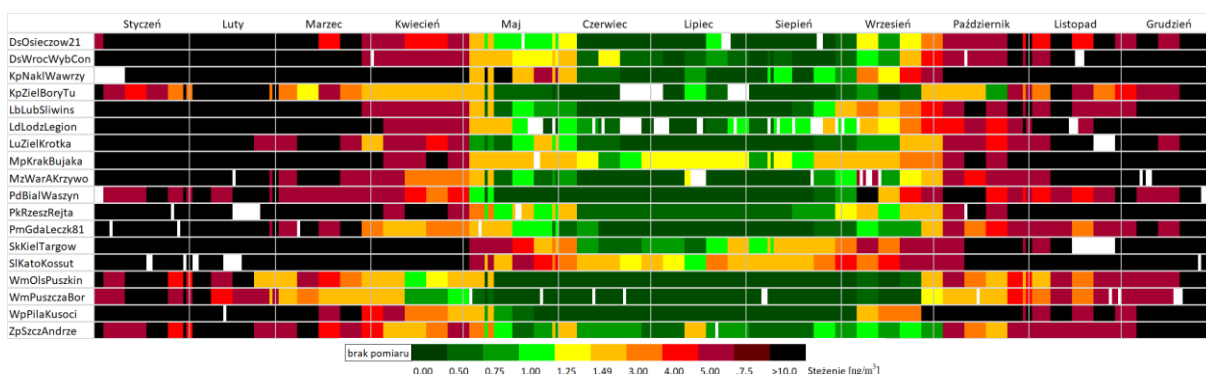
Obraz sezonowych zmian stężeń I(1,2,3-cd)P jest taki, jak obserwowany dla innych WWA. Okres występowania najmniejszych wartości przypada na wszystkich stacjach na miesiące letnie i wydłuża się na stacjach pozamiejskich i stacjach miejskich o niższym poziomie stężeń na późną wiosnę i wczesną jesień (Rys. 6.1-15). Na wszystkich stacjach obserwuje się duże dysproporcje pomiędzy wartościami stężeń z chłodnej i ciepłej połowy roku, a średnie wartości stężeń I(1,2,3-cd)P z chłodnego sezonu były wyższe od 3 do 13 razy od średnich z ciepłego sezonu. Dla średnich wartości stężeń w kraju zaobserwowano 7-krotną różnicę pomiędzy wartościami z chłodnej i ciepłej połowy roku.



Rys. 6.1-15. Przebieg stężeń 24-godz. I(1,2,3-cd)P na poszczególnych stacjach w 2021 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przy zachowaniu jednakowej skali na wszystkich rysunkach różnice sezonowe są najwyraźniej widoczne w przypadku sumy stężeń WWA (Rys. 6.1-16). Najwyższe sumy stężeń obserwuje się w styczniu, lutym i grudniu, a najniższe w czerwcu, lipcu i sierpniu, przy czym poziomy te są uzależnione od lokalizacji stacji. Wysokie stężenia, charakterystyczne dla sezonu chłodnego, utrzymywały się jeszcze w kwietniu, chociaż jest on zaliczany do ciepłej połowy roku. Natomiast na stacjach pozamiejskich, szczególnie w Zielonce i Puszczy Boreckiej oraz na stacjach miejskich charakteryzujących się najmniejszymi sumami stężeń WWA, nawet w chłodnych miesiącach zdarzały się dni z wartościami, które na stacjach w bardziej zanieczyszczonych rejonach występowały tylko późną wiosną i wczesną jesienią (a zimą były wyższe).

Suma średnich stężeń WWA ze wszystkich stacji w sezonie chłodnym była ponad 8-krotnie większa od sumy średnich stężeń w sezonie ciepłym. Największą różnicę – ponad 14-krotną przewagę wartości z sezonu chłodnego – widać na stacji w Pile, a najmniejsze – nieco powyżej 4-krotnego wzrostu – na stacji w Białymstoku i nieco powyżej 6-krotnego wzrostu w Szczecinie. Na stacjach pozamiejskich stężenia w chłodnej połowie roku były większe: 8-krotnie w Zielonce, 10-krotnie w Osieczowie i 13-krotnie w Puszczy Boreckiej. Różnice na stacjach miejskich były mniejsze (za wyjątkiem stacji w Pile).



Rys. 6.1-16. Przebieg sumy stężeń 24-godz. WWA na poszczególnych stacjach w 2021 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przedstawiony przebieg stężeń poszczególnych WWA i ich sumy odzwierciedla aktywność źródeł emisji w sektorze komunalno-bytowym. Większe zapotrzebowanie na ciepło w chłodnym sezonie wiąże się ze zwiększeniem zużycia paliw, a tym samym ze wzrostem emisji

WWA (oraz pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5) z pieców i palenisk na paliwa stałe, często o niskiej sprawności energetycznej. Ponadto w sezonie chłodnym często występują warunki meteorologiczne utrudniające dyspersję zanieczyszczeń powietrza i sprzyjające kumulacji zanieczyszczeń przy powierzchni ziemi.

W 2021 r. na wszystkich stacjach odnotowano większe średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 niż w 2020 r. Różnice względne pomiędzy wartościami stężeń w tych dwóch latach wyniosły od kilku do kilkunastu procent, osiągając wartości od ok. 1% na stacji w Białymstoku do 16% na stacji w Kielcach oraz 24% na stacji w Rzeszowie. Uśrednione stężenie pyłu zawieszonego PM10 z wszystkich 18 stacji uwzględnionych w ocenie było w 2021 r. o 9% wyższe od notowanego rok wcześniej (przy czym nastąpiły pewne zmiany w zbiorze stacji, które były uwzględniane w ocenie w tych dwóch latach, mogące mieć wpływ na wartości średnie – w 2021 r. nie było wyników z Opola, stacja w Nakle zastąpiła stację w Ciechocinku, uwzględniono stację w Rzeszowie); dla stacji miejskich (bez uwzględniania 3 stacji pozamiejskich, ale przy tych samych uwarunkowaniach dotyczących zbiorów danych w obu latach) różnica wyniosła 10%, a dla pozamiejskich 6% (Tab. 6.1-4 i 6.1-5).

Tab. 6.1-4. Zmiany względne w roku 2021 w stosunku wartości średnich z 2020 roku stężeń średnich rocznych pyłu PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stanowisko	Poszczególne WWA							Suma WWA	PM10
	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
DsWrocWybCon	-4,4%	7,9%	-13,9%	-20,6%	-19,5%	2,5%	-8,0%	-9,3%	12,4%
DsOsieczow21*	41,1%	54,9%	21,0%	29,1%	33,8%	72,6%	28,9%	35,3%	6,7%
KpZielBoryTu*	32,5%	66,1%	50,7%	27,6%	52,5%	71,0%	32,9%	43,9%	7,1%
LbLubSliwins	40,3%	30,7%	18,4%	-31,1%	20,7%	34,9%	28,0%	24,3%	10,3%
LuZielKrotka	-29,9%	-17,2%	-40,3%	4,2%	-41,9%	-51,7%	-41,9%	-30,4%	8,1%
LdLodzLegion	-5,7%	-31,5%	19,1%	-27,0%	7,8%	116,3%	36,4%	7,4%	14,2%
MpKrakBujaka	-5,1%	7,7%	1,9%	-9,6%	4,2%	19,1%	-6,1%	-0,5%	4,1%
MzWarAKrzywo	56,1%	42,8%	23,0%	6,1%	11,8%	30,6%	8,5%	23,1%	12,1%
PkRzeszRejta	115,6%	83,6%	54,7%	38,9%	41,0%	73,2%	51,8%	66,2%	23,9%
PdBialWaszyn	-30,8%	-42,5%	-43,0%	82,8%	-35,2%	0,0%	-55,3%	-31,4%	1,4%
PmGdaLeczk81	37,2%	44,8%	36,3%		29,8%	75,0%	27,9%	21,0%	7,3%
SIKatoKossut	5,2%	14,2%	13,6%	9,4%	11,8%	7,9%	5,1%	9,9%	8,7%
SkKielTargow	1,0%	11,7%	-7,1%	-3,4%	-5,1%	-12,9%	15,6%	1,1%	15,6%
WmOlsPuszkina	-8,7%	5,3%	0,1%	10,8%	-4,5%	124,1%	-1,3%	1,0%	9,3%
WmPuszczBor*	9,3%	28,3%	17,0%	20,6%	20,6%	7,7%	38,1%	21,7%	5,2%
WpPilaKusoci	178,0%	46,2%	44,6%	41,9%	24,0%	-26,2%	-5,8%	44,4%	10,2%
ZpSzczyAndrze	-20,9%	48,0%	6,5%	60,1%	-1,6%	-8,1%	56,5%	7,7%	8,1%
średnia	14,6%	15,2%	6,0%	10,4%	3,5%	5,3%	7,1%	8,8%	10,0%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

*stacje tła regionalnego

w zestawieniu nie uwzględniono stacji miejskiej z województwa kujawsko-pomorskiego, gdyż w 2021 r. nastąpiła zmiana stacji z Ciechocinka na Nakło

Takie zmiany stężenia pyłu zawieszonego PM10 nie przełożyły się bezpośrednio na identyczne zmiany stężeń badanych WWA. Co prawda uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne

wszystkich WWA były większe niż w 2020 r., wzrost sumy stężeń WWA wyniósł 8,8%, największy był dla B(a)A, B(a)P i B(j)F (ponad 10%) a najmniejszy dla B(k)F (3,5%), ale na poszczególnych stacjach sytuacja przedstawiała się różnie. Na 7 spośród 18 stacji odnotowano wzrost stężeń wszystkich badanych WWA: w Katowicach, Warszawie, Rzeszowie, Gdańsku (dla 6 WWA), Osieczowie, Zielonce i w Puszczy Boreckiej. Na pozostałych stacjach sytuacja była różna dla poszczególnych związków. Wśród stacji, na których dla większości badanych związków odnotowano spadek stężeń są stacje: we Wrocławiu, w Zielonej Górze, Białymstoku i Kielcach. Na reszcie stacji: w Lublinie, Krakowie, Łodzi, Pile, Olsztynie, Szczecinie dla pojedynczych WWA widać spadki stężeń w stosunku do poprzedniego roku.

Zmiany względne – zarówno spadki, jak i wzrosty – osiągnęły na ogół wartości od kilku do kilkudziesięciu procent. Największy wzrost widać na stacji w Pile - w przypadku B(a)P osiągnął 178%.

Dla wszystkich badanych WWA, uśrednione dla stacji miejskich stężenia w roku 2021 były większe niż w poprzednim roku podobnie, jak stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ (Tab. 6.1-5). Różnice względne były podobne dla stężeń pyłu, jak i poszczególnych WWA i wynosiły od 0,9% dla B(k)F przez ok. 4-5% dla B(b)F, D(a,h)A i I(1,2,3-cd)P do 10 % dla B(j)F i ok. 13% dla B(a)A i B(a)P. Dla uśrednionych wyników ze stacji pozamiejskich widać większe wzrosty z roku na rok – od ok. 27% dla B(b)F i B(j)F do ponad 50% dla B(a)A i D(a,h)A, przy wzroście stężenia pyłu zawieszonego o 6,4%.

Tab. 6.1-5. Zmiany względne w roku 2021 w stosunku wartości średnich z 2020 roku stężeń średnich rocznych pyłu PM₁₀ i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA dla poszczególnych typów obszaru

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ obszaru	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P	Suma WWA	PM ₁₀
miejski	13,0%	12,5%	3,9%	9,8%	0,9%	3,5%	4,9%	6,7%	10,5%
pozamiejski	32,6%	52,2%	27,3%	26,9%	36,3%	56,3%	32,2%	34,5%	6,4%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

Podobną analizę przeprowadzono dla wyników uzyskanych w 2021 r. w odniesieniu do wartości średnich z okresu 2010-2020. Na niektórych stacjach rozpoczęto badania WWA wcześniej, ale od 2010 r. wyniki są dostępne dla większości z nich (wyjątki wskazano pod tabelą z wynikami - Tab. 6.1-6). Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ osiągnęły w 2021 r. na wszystkich omawianych stacjach niższe wartości niż średnie w latach 2010-2020, a różnice względne wyniosły od -2,9% na stacji w Gdańsku do -27,3% na stacji w Krakowie, przy różnicy dla wartości uśrednionych w skali kraju na poziomie -16,3%. Różnice te są inne niż przy porównaniu wartości z roku 2021 i poprzedniego, gdzie dominowały wzrosty stężeń.

W przypadku sumy stężeń WWA widać spadek na wszystkich stacjach, oprócz stacji w Zielonce, Lublinie i Białymstoku, gdzie w 2021 r. stężenia były wyższe od średniej z wielolecia. Na wszystkich stacjach notujących spadki różnice względne były istotne i sięgały kilkudziesięciu procent – od -7,0% dla B(b)F na stacji w Puszczy Boreckiej do -67,9% dla D(a,h)A na stacji w Olsztynie. Wartość uśredniona w skali kraju sumy średnich stężeń WWA była mniejsza w 2021 r. od średniej z wielolecia 2010-2021 o 18,5%. Na 6 stacjach z 15 uwzględnionych w tym porównaniu widać spadek stężeń wszystkich badanych WWA: we Wrocławiu, Krakowie, Warszawie, Katowicach, Olsztynie i w Szczecinie. Na pozostałych

stacjach dla pojedynczych związków widoczny jest wzrost w stosunku do wartości średnich. Najwięcej przypadków wzrostu miało miejsce na stacji w Zielonce (dla 6 WWA), Lublinie (dla 5 WWA), Puszczy Boreckiej (dla 2 WWA) i Gdańska (dla 1 WWA wzrost a dla 3 brak zmian). Na stacjach w Zielonej Górze, Białymstoku, Osieczowie, Łodzi i Pile większe wartości od średnich z wielolecia obserwowano dla jednego związku.

Tab. 6.1-6. Zmiany względne w roku 2021 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2020 stężeń średnich rocznych pyłu PM₁₀ i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stanowisko	Poszczególne WWA							Suma WWA	PM ₁₀
	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
DsWrocWybCon	-34,5%	-45,9%	-42,7%	-45,0%	-46,6%	-42,0%	-46,1%	-42,8%	-24,0%
DsOsieczow21	-17,8%	-30,2%	-33,6%	-20,5%	-29,6%	10,2%	-34,3%	-21,3%	-18,7%
KpZielBoryTu	14,0%	12,2%	23,2%	5,9%	12,5%	-31,4%	3,9%	11,6%	-14,8%
LbLubSliwins*	45,3%	26,7%	3,1%	-26,3%	-7,0%	14,9%	81,6%	23,2%	-16,5%
LuZielKrotka	-32,2%	-19,0%	-35,6%	-1,3%	-30,6%	-49,7%	-32,4%	-27,4%	-19,2%
LdLodzLegion**	-50,9%	-67,3%	-53,8%	-42,5%	-42,1%	49,5%	-47,7%	-45,6%	-12,8%
MpKrakBujaka	-44,1%	-9,6%	-40,4%	-41,0%	-42,4%	-53,9%	-3,5%	-28,6%	-27,3%
MzWarAKrzywo	-37,9%	-23,6%	-28,1%	-19,0%	-34,5%	-50,1%	-50,7%	-31,7%	-17,7%
PdBialWaszyn***	-28,1%	-45,7%	-28,5%	35,9%	-27,7%	-33,2%	-50,9%	1,1%	-14,8%
PmGdaLecz81	-46,2%	-16,3%	0,8%		0,7%	12,1%	0,4%	-21,2%	-2,9%
SlKatoKossut	-38,5%	-34,6%	-26,7%	-16,2%	-25,7%	-32,0%	-36,8%	-30,7%	-25,0%
WmOlsPuszkIn	-54,0%	-37,9%	-41,2%	-30,4%	-36,6%	-67,5%	-33,9%	-40,0%	-15,0%
WmPuszczaBor	-9,6%	0,1%	-7,0%	-20,7%	-8,7%	16,8%	13,5%	-4,5%	-17,9%
WpPilaKusoci	24,9%	-19,9%	-26,3%	-44,7%	-13,6%	-65,2%	-57,9%	-30,9%	-20,3%
ZpSzczAndr01	-68,5%	-58,1%	-61,8%	-39,7%	-64,6%	-58,2%	-48,2%	-53,5%	-19,7%
średnia dla Polski	-26,3%	-21,1%	-24,5%	-21,8%	-24,4%	-33,3%	-22,9%	-18,5%	-16,3%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

*Lublin - odniesienie do średniej z lat 2013-2020

** Łódź - odniesienie do średniej z lat 2012-2020

*** Białystok - odniesienie do średniej z lat 2014-2020

W zestawieniu nie uwzględniono stacji z województwa podkarpackiego, gdyż w 2020 r. nastąpiła zmiana stacji z Jasła na Rzeszów, ze świętokrzyskiego, gdyż stacja w Kielcach wykonywała pomiary WWA tylko w latach 2019-2021, z opolskiego, gdyż nie ma danych z 2021 r. oraz stacji miejskiej z kujawsko-pomorskiego, gdyż w 2021 r. nastąpiła zmiana stacji z Ciechocinka na Nakło

Wyniki uśrednione dla poszczególnych typów obszaru wykazują w 2021 r. tendencję spadkową - w stosunku do wartości z wielolecia na stacjach miejskich były mniejsze o ponad 20%, a na stacjach pozamiejskich o kilkanaście procent. Różnice dla poszczególnych WWA i ich sum były mniejsze niż różnice dla pyłu PM₁₀ na stacjach miejskich, a mniejsze na stacjach pozamiejskich (Tab. 6.1-7). Jedynie dla D(a,h)A odnotowano niewielki wzrost stężenia na stacjach pozamiejskich.

Tab. 6.1-7. Zmiany względne w roku 2021 wartości średnich z okresu 2010-2020 stężeń średnich rocznych pyłu PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA dla poszczególnych typów obszaru

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Stanowisko	Poszczególne WWA							Suma WWA	PM10
	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
miejskie	-26,6%	-20,6%	-24,4%	-20,9%	-24,3%	-33,5%	-22,6%	-18,3%	-15,5%
pozamiejskie	-10,0%	-15,6%	-17,5%	-14,7%	-16,0%	2,7%	-17,3%	-10,8%	-17,2%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

6.2. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie w roku 2021 oznaczane były w 27 krajach na 741 stacjach. Najwięcej - blisko 55% wszystkich stacji - zlokalizowanych było we Włoszech, w Polsce oraz Niemczech (powyżej 100 stacji w kraju). Należy podkreślić, że nieco ponad 16% stacji zlokalizowanych w 7 krajach (Austria, Niemcy, Hiszpania, Francja, Włochy, Malta i Polska) wykonuje oznaczenia wszystkich 7 rozważanych w opracowaniu WWA (łącznie jest to 119 stacji) - Tab. 6.2-1, Rys. 6.2-1.

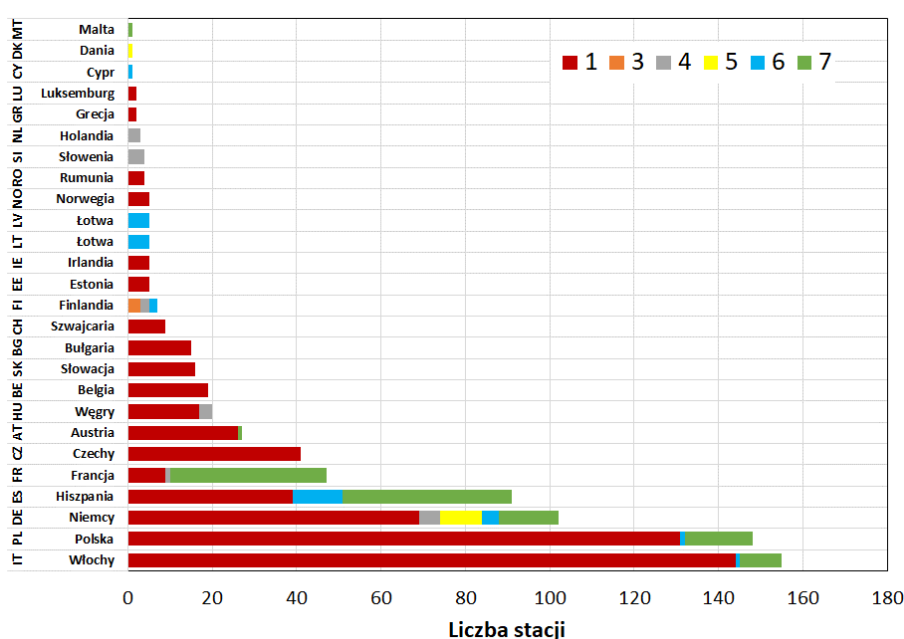
Tab. 6.2-1. Liczba stacji w poszczególnych krajach Europy w roku 2021 wykonujących oznaczenia stężeń WWA zawartych w pyłe zawieszonym PM10

Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kraj		Liczba stacji Ogółem	Liczba stacji mierzących od 1 do 7 WWA					
Kod (ISO)	Nazwa		1	3	4	5	6	7
AT	Austria	27	26					1
BE	Belgia	19	19					
BG	Bułgaria	15	15					
CH	Szwajcaria	9	9					
CY	Cypr	1					1	
CZ	Czechy	41	41					
DE	Niemcy	102	69		5	10	4	14
DK	Dania	1				1		
EE	Estonia	5	5					
ES	Hiszpania	91	39				12	40
FI	Finlandia	7		3	2		2	
FR	Francja	47	9		1			37
GR	Grecja	2	2					
HU	Węgry	20	17		3			
IE	Irlandia	5	5					
IT	Włochy	155	144				1	10
LT	Łotwa	5					5	
LU	Luksemburg	2	2					
LV	Łotwa	5					5	
MT	Malta	1						1
NL	Holandia	3			3			
NO	Norwegia	5	5					
PL	Polska	148	131				1	16
PT	Portugalia	1					1	

Kraj		Liczba stacji	Liczba stacji mierzących od 1 do 7 WWA					
Kod (ISO)	Nazwa	Ogółem	1	3	4	5	6	7
RO	Rumunia	4	4					
SI	Słowenia	4			4			
SK	Słowacja	16	16					
Łącznie		741	558	3	18	11	32	119

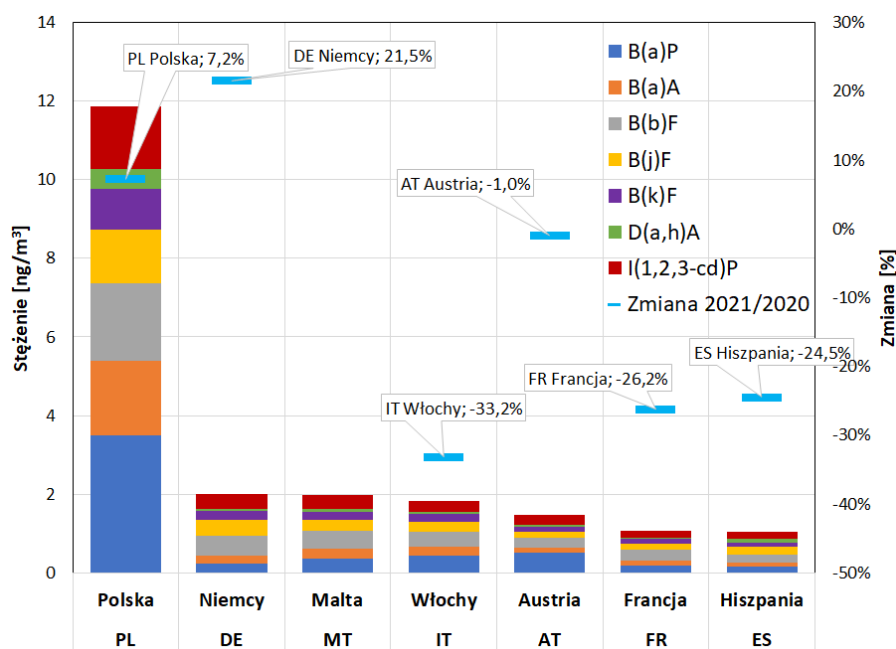
Ze względu na niewielką liczbę stacji wykonujących oznaczenia wszystkich 7 WWA objętych analizą, w celu lepszego uwzględnienia reprezentatywności przestrzennej wartości średnich dla danego kraju, sumę stężeń WWA obliczono w oparciu o średnie wartości stężeń obliczone dla poszczególnych WWA w danym kraju. W celu oceny różnic pomiędzy tak policzoną sumą WWA, wykonano również obliczenia dla krajów z uwzględnieniem tylko stacji prowadzących pomiary wszystkich 7 WWA.



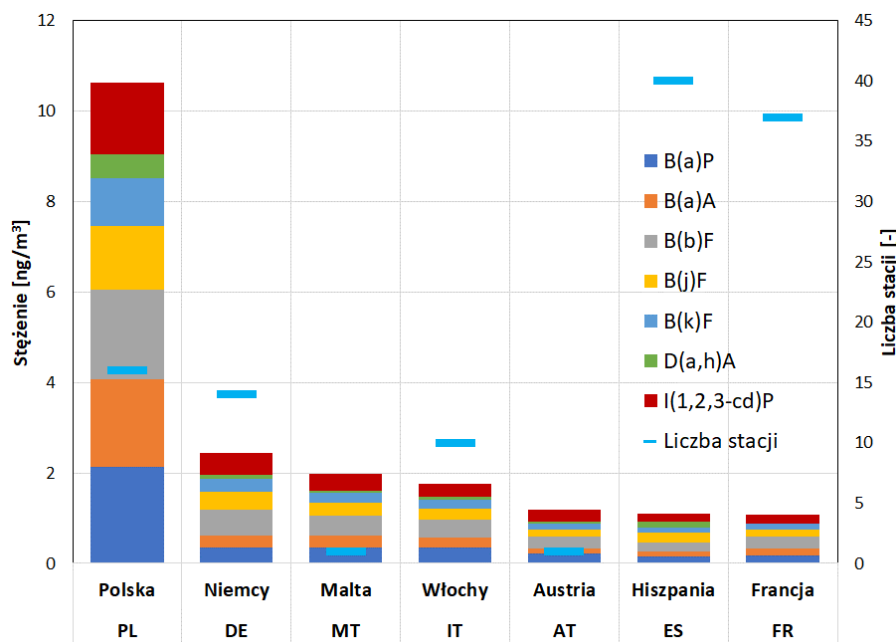
Rys. 6.2-1. Liczba stacji wykonujących oznaczenia WWA w poszczególnych krajach europejskich w roku 2021 z uwzględnieniem liczby mierzonych WWA na stacjach

Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Uzyskane wyniki policzone obiema metodami są bardzo zbliżone do siebie (Rys. 6.2-2a,b). Stąd w dalszych analizach oceniono wyniki uśrednione dla danego kraju ze wszystkich stacji działających na danym terenie. Dzięki takiemu podejściu możliwe było również przeprowadzenie analizy z uwzględnieniem typu obszaru (stacji).



Rys. 6.2-2a. Średnie roczne sumy stężeń WWA w roku 2021 obliczone jako średnia ze wszystkich stacji w danym kraju
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 6.2-2b. Średnie roczne sumy stężeń WWA w roku 2021 obliczone jako średnia ze stacji wykonujących oznaczenia 7 WWA w danym kraju
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przeprowadzone analizy zmienności uśrednionych wartości sumy stężeń analizowanych WWA w poszczególnych krajach wskazują na najwyższe stężenia w Polsce, znacznie odbiegające od pozostałych analizowanych krajów, w których stężenia sumy WWA nie różnią się znacząco (Rys. 6.2-2a). Analiza zmian sumy stężeń WWA z roku na rok (w roku 2021 w stosunku do roku 2020) w analizowanych 14 krajach wskazuje na spadek stężeń. Licząc od najwyższych we Włoszech, Francji i Hiszpanii (gdzie spadek zanotowano w przypadku wszystkich WWA) oraz wzrost wyższy w Niemczech niż w Polce, przy wzroście wszystkich WWA (Tab. 6.2-2).

Tab. 6.2-2. Zmiany względne w roku 2021 w stosunku do 2020 roku stężeń średnich rocznych pyłu PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy WWA w poszczególnych krajach Europy wykonujących oznaczenie co najmniej dwóch WWA

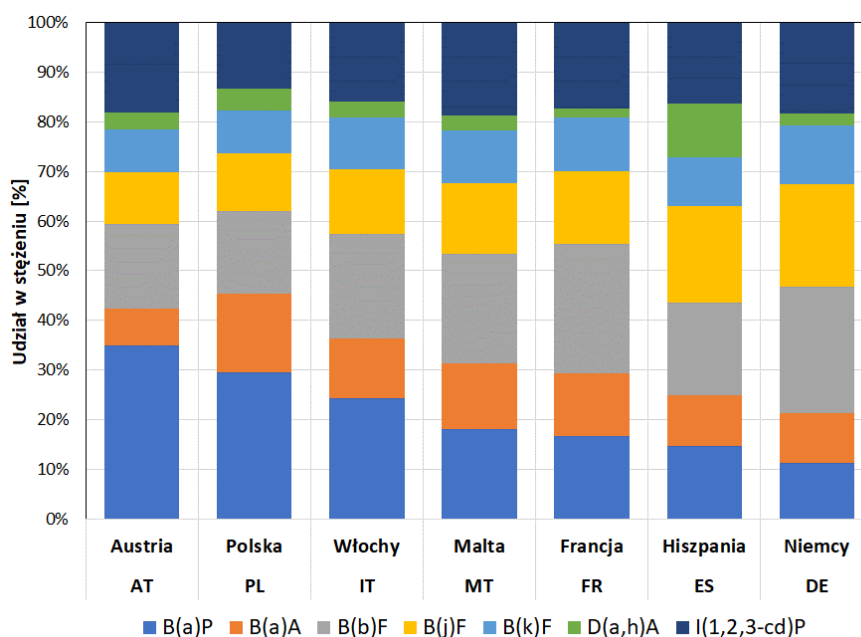
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Kraje		Poszczególne WWA							Suma WWA	PM10
Kod	Nazwa	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
AT	Austria	-6,6%	15,6%	0,0%	-0,6%	10,3%	4,2%	-2,2%	-1,0%	3,2%
CY	Cypr	5,6%	-12,0%	8,1%		5,0%	60,0%	5,3%		-1,6%
DE	Niemcy	5,9%	45,9%	16,6%	9,2%	27,1%	37,0%	41,3%	21,5%	0,4%
DK	Dania	-20,1%	-25,2%			-26,0%	-7,8%	-18,0%		7,1%
ES	Hiszpania	-5,4%	-24,1%	-19,3%	-45,0%	-13,0%	-13,7%	-22,7%	-24,5%	1,4%
FI	Finlandia	52,5%	54,0%	90,4%		60,9%	-12,2%	63,0%		0,2%
FR	Francja	-27,6%	-31,4%	-23,0%	-24,0%	-26,2%	-9,9%	-28,6%	-26,2%	2,3%
IT	Włochy	-25,4%	-39,4%	-37,3%	-31,8%	-31,1%	-43,1%	-33,2%	-33,2%	-1,6%
LT	Łotwa	3,8%	13,1%	18,9%		-1,6%	8,7%	-4,2%		7,0%
LV	Łotwa	67,2%	70,7%	67,5%		82,9%	159,6%	74,6%		2,9%
MT	Malta	221,4%	195,5%	128,0%	156,9%	162,5%	215,0%	135,7%		
PL	Polska	11,3%	11,0%	4,4%	1,0%	1,7%	15,9%	4,6%	7,2%	12,2%
PT	Portugalia	64,5%	31,3%	56,1%		64,7%	0,0%	58,1%		1,2%
SI	Słowenia	-27,3%	-36,9%				-22,1%	-27,6%		

Legenda

wzrost
 brak zmian (poniżej 1%)
 spadek
 brak danych

Najwyższy udział stężenia B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2021 roku spośród krajów europejskich poddanych analizie zanotowano w przypadku Austrii (blisko 35%) i Polski (blisko 30%) oraz Włoch (24%), zaś najniższe, nie przekraczające 15% w przypadku Niemiec oraz Hiszpanii. Podobne zależności uzyskano w roku wcześniejszym. W przypadku udziału stężeń B(b)F było odwrotnie - najwyższy udział dotyczył Francji i Niemiec (ponad 25%) oraz Malty (22%). W przypadku Polski udział B(b)F w sumie WWA był najniższy w Europie i wyniósł w 2021 roku blisko 17% (Rys. 6.2-3, Tab. 6.2-2).



Rys. 6.2-3. Udział poszczególnych WWA w średnim stężeniu sumy WWA w krajach europejskich w roku 2021

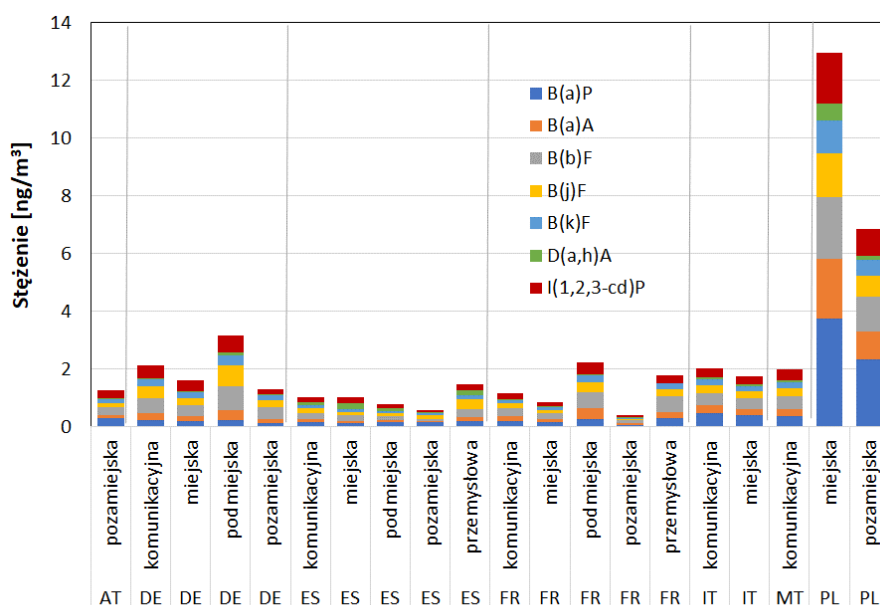
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Tab. 6.2-3. Kolejność występowania poszczególnych WWA w krajach Europy ze względu na stężenie średnie roczne w 2021

Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

AT	Austria	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(j)F	B(k)F	B(a)A	D(a,h)A
PL	Polska	B(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
IT	Włochy	B(a)P	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
MT	Malta	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(j)F	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
FR	Francja	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(j)F	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
ES	Hiszpania	B(j)F	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	D(a,h)A	B(a)A	B(k)F
DE	Niemcy	B(b)F	B(j)F	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	B(a)P	B(a)A	D(a,h)A

Ocena zmienności sumy WWA z uwzględnieniem typu obszaru wskazuje, że wśród analizowanych krajów w 2021 roku najwyższe wartości sumy WWA na obszarach miejskich obserwowane są tylko w przypadku Polski. W przypadku Hiszpanii najwyższe wartości obserwowane są na stacjach zlokalizowanych na terenach przemysłowych, w Niemczech i we Francji na obszarach podmiejskich, zaś we Włoszech – blisko dróg (Rys. 6.2-4).



Rys. 6.2-4. Średnie roczne stężenia sumy WWA z uwzględnieniem udziału poszczególnych WWA w krajach europejskich w roku 2021 z uwzględnieniem typu obszaru stacji

Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

6.3. Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce

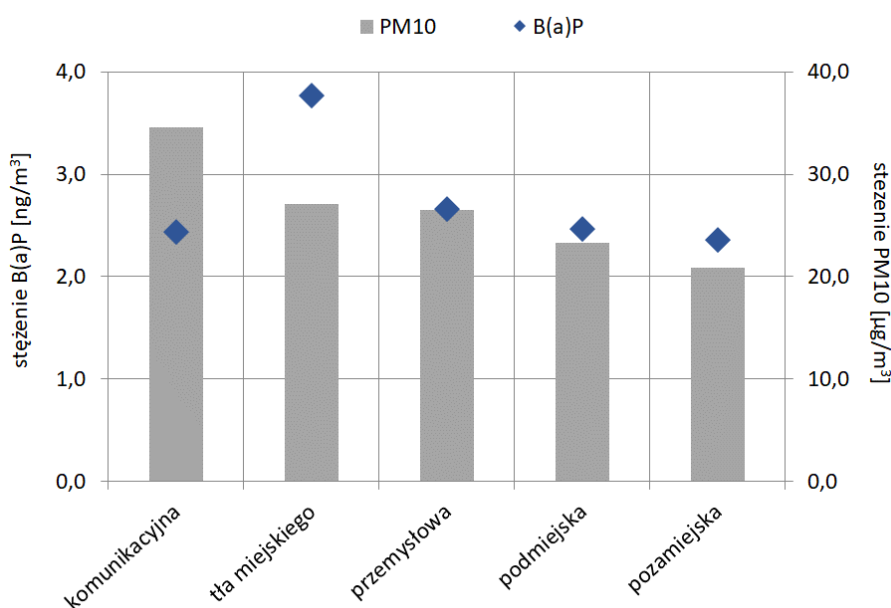
Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce były mierzone w 2021 r. na 163 stacjach pomiarowych, na których wykonywano również pomiary stężenia pyłu. Najwięcej stacji na których realizowane były te pomiary to stacje tła miejskiego, a najmniej było stacji komunikacyjnych. Na stacjach komunikacyjnych w 2021 r. obserwowano największe wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10, ale nie towarzyszyły im największe wartości stężeń B(a)P (Tab. 6.3-1). Największe średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla danego typu stacji i obszaru, notowano na stacjach tła miejskiego – w 2021 roku 3,77 ng/m³ (na podstawie

danych ze 132 stacji). Niższe stężenie B(a)P zaobserwowano na stacjach przemysłowych – 2,66 ng/m³ (na podstawie wyników z 5 stacji). Średnia wartość dla stacji podmiejskich (na podstawie danych z 16 stacji) wyniosła w 2021 roku 2,46 ng/m³. Najniższą wartość średniego stężenia B(a)P zanotowano dla stacji pozamiejskich – 2,36 ng/m³ (dane z 8 punktów pomiarowych). Nawet na tego typu stacjach średnie stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 przekroczyło poziom docelowy określony w przepisach prawnych 1 ng/m³ (Rys. 6.3-1).

Tab. 6.3-1. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 i zawartego w nim B(a)P w 2021 r. uśrednione dla poszczególnych typów stacji i obszaru

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Typ obszaru	Liczba stanowisk	B(a)P	PM10
			[ng/m ³]	[μg/m ³]
komunikacyjna	miejski	2	2,44	34,6
tło	miejski	132	3,77	27,1
przemysłowa	miejski	5	2,66	26,5
tło	podmiejski	16	2,46	23,3
tło	pozamiejski	8	2,36	20,9



Rys. 6.3-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 na tle średnich stężeń pyłu zawieszonego PM10 w 2021 r. uśrednione dla poszczególnych typów stacji

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Dla poszczególnych województw podano w Tabeli 6.3-2 zakres średnich rocznych wartości stężenia B(a)P w pyłe PM10 i pyłu zawieszonego PM10 ze stacji prowadzących pomiary benzo(a)pirenu oraz wartości uśrednione dla województwa. Wskazano również kod stacji, na której wystąpiło maksimum w 2021 r. W wielu przypadkach były to te same stacje dla B(a)P i pyłu zawieszonego PM10 – w województwach: dolnośląskim, kujawsko-pomorskim, lubelskim, opolskim, podkarpackim, podlaskim i świętokrzyskim.

Tab. 6.3-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 i zawartego w nim B(a)P (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2021 w poszczególnych województwach

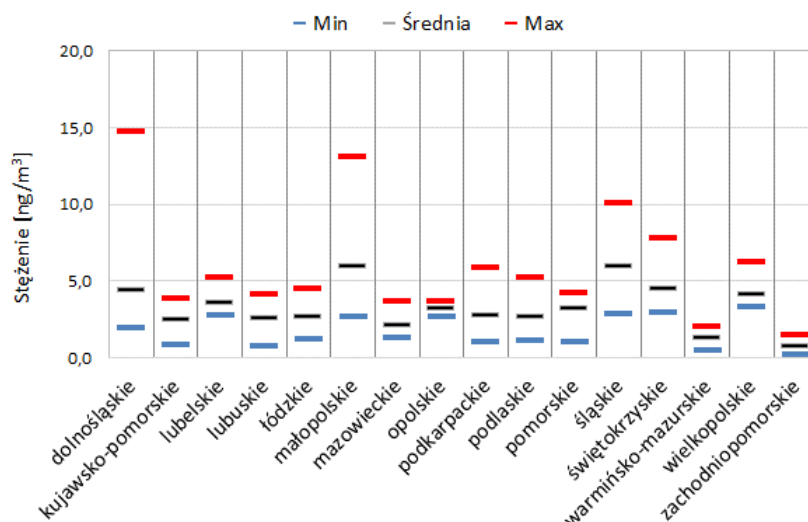
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Liczba stacji	B(a)P				PM10			
		Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max	Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max
		[ng/m³]				[µg/m³]			
dolnośląskie	16	1,98	4,43	14,73	DsNowRudJezi	16,9	24,0	41,3	DsNowRudJezi
kujawsko-pomorskie	11	0,88	2,48	3,89	KpNaklWawrzy	15,7	24,9	29,0	KpNaklWawrzy
lubelskie	7	2,80	3,57	5,25	LbBiaPodOrze	21,7	24,7	28,4	LbBiaPodOrze
lubuskie	9	0,80	2,60	4,13	LuNowaSolKos	14,1	21,3	24,9	LuWsKaziWiel
łódzkie	20	1,24	2,67	4,47	LdBrzeReform	23,0	30,6	36,3	LdRadomsRoln
małopolskie	21	2,68	5,98	13,06	MpNoTargPSlo	24,0	32,0	45,5	MpKrakAlKras
mazowieckie	12	1,30	2,16	3,68	MzOtwoBrzozo	22,5	25,8	28,8	MzRad25Czerw
opolskie	3	3,13	3,39	3,63	OpKKozBSmial	24,8	25,5	26,7	OpKKozBSmial
podkarpackie	14	1,03	2,79	5,86	PkDebiGrottg	15,8	24,3	31,9	PkDebiGrottg
podlaskie	4	1,13	2,64	5,24	PdLomSikorsk	19,9	23,2	30,8	PdLomSikorsk
pomorskie	4	1,05	3,19	4,21	PmLebMalczew	20,7	23,1	24,6	PmKosTargowa
śląskie	11	2,93	5,99	10,10	SlRybniBorki	26,1	33,0	38,8	SlPszczBoged
świętokrzyskie	8	2,96	4,46	7,77	SkOpatPartyz	23,2	27,4	33,2	SkOpatPartyz
warmińsko-mazurskie	7	0,55	1,31	2,04	WmIlawAnders	13,6	21,4	25,6	WmNiTraugutt
wielkopolskie	8	3,36	4,13	6,25	WpOstWieWyso	21,4	26,9	30,7	WpKaliSawick
zachodniopomorskie	8	0,27	0,76	1,50	ZpMyslZaBram	16,0	19,3	23,7	ZpSzczPilsud

Największe wartości średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 zanotowano w 2021 r. w województwach: śląskim (5,99 ng/m³), małopolskim (5,98 ng/m³), świętokrzyskim (4,46 ng/m³) i dolnośląskim (4,43 ng/m³). Pierwsze trzy maksymalne stężenia B(a)P dla pojedynczych stacji przypadają na: województwo dolnośląskie – stację w Nowej Rudzie (DsNowRudJezi) ze stężeniem średnim rocznym wynoszącym 14,73 ng/m³ województwo małopolskie – stację w Nowym Targu (MpNoTargPSlo) z wartością średniego rocznego stężenia B(a)P wynoszącą 13,06 ng/m³ oraz województwo śląskie – stację w Rybniku (SlRybniBorki) z wartością 10,10 ng/m³. Warto zauważyć, że są to te same województwa i te same stacje, na których notowano najwyższe stężenia w poprzednim roku.

Największe średnie roczne (uśrednione dla województwa) stężenia pyłu zawieszonego PM10 zaobserwowano w: śląskim (33,0 µg/m³), małopolskim (32,0 µg/m³) i łódzkim (30,6 µg/m³). Natomiast pierwsze trzy maksima średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM10 przypadały na stacje w Krakowie (małopolskie), Nowej Rudzie (dolnośląskie) i Pszczynie (śląskie).

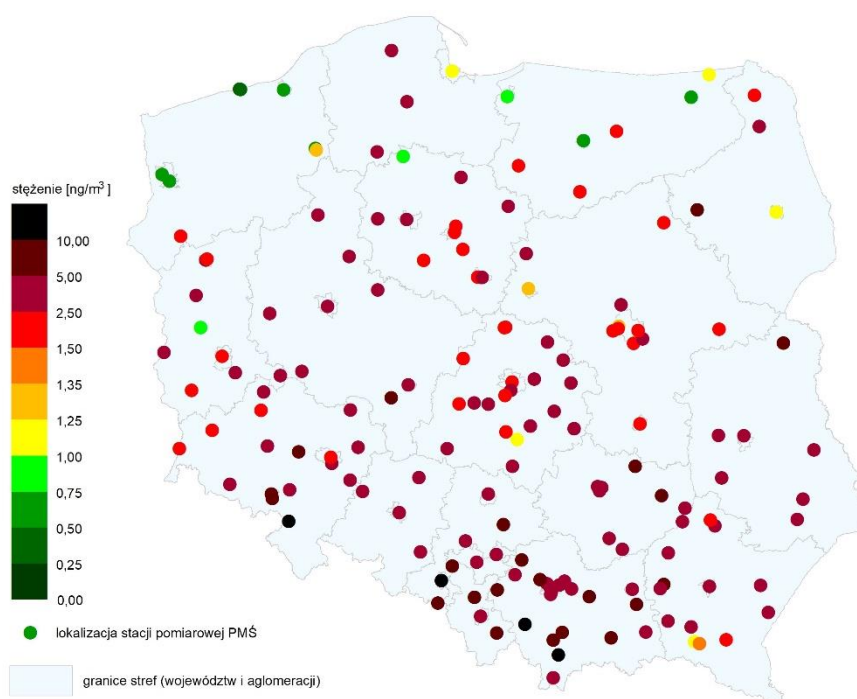
Największe różnice pomiędzy wartościami minimalnymi a maksymalnymi stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 widać w województwach, w których wystąpiły maksima stężeń, a więc w dolnośląskim (różnica 12,75 ng/m³), małopolskim (10,83 ng/m³) i śląskim (7,17 ng/m³), a najmniejsze w warmińsko-mazurskim (1,48 ng/m³), zachodniopomorskim (1,23 ng/m³) i opolskim (0,50 ng/m³), gdzie notuje się jedne z najmniejszych wartości średnich w województwach (Rys. 6.3-2).



Rys. 6.3-2. Stężenia średnie roczne B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2021 w poszczególnych województwach
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Warto zauważyć, że maksymalne stężenia ze stacji zlokalizowanych w województwach zachodniopomorskim (odnotowane na stacji w Myśliborzu ZpMyslZaBram) i warmińsko-mazurskim (w Iławie WmIlawAnders) były mniejsze od minimalnych stężeń średnich rocznych ze stacji pracujących w województwach małopolskim, śląskim i świętokrzyskim.

Przedstawiony na mapie (Rys. 6.3-3) rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 pokazuje bardzo wyraźny gradient wartości – od najniższych na północy kraju, poprzez średnie w centrum kraju po największe na południu Polski.

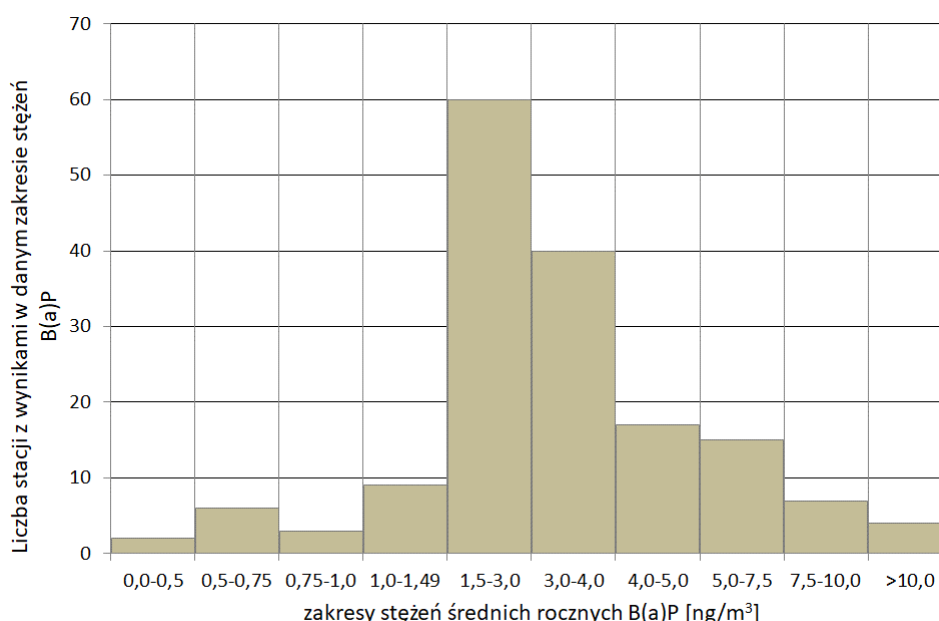


Rys. 6.3-3. Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Jedynie na południowych krańcach województwa podkarpackiego wartości średnich rocznych stężeń B(a)P są na podobnym poziomie, jak w północnej Polsce. Wyraźnie widać lokalizację stacji z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi w południowych województwach.

Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2021 r. 3,52 ng/m³. Na 37,4% stacji w kraju (61 spośród 163, na których badano w 2021 r. zawartość B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀) uzyskano wartości stężenia średniego rocznego wyższe od średniego dla całego kraju.

Najwięcej wartości średnich rocznych stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ – 37% – znajdowało się w przedziale od 1,5 do 3,0 ng/m³, a najmniej – 1% – w przedziale 0,0-0,5 ng/m³ (Rys. 6.3-4).



Rys. 6.3-4. Liczba stacji z wynikami średniego rocznego stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w poszczególnych przedziałach w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Jedynie na 20 stacjach (co stanowi 13,4% stacji), na których mierzono stężenie B(a)P wartości średniego rocznego stężenia były mniejsze od poziomu docelowego, określonego dla B(a)P w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu¹⁹, czyli osiągnęło wartość poniżej 1,5 ng/m³. Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, stężenie docelowe uznaje się za przekroczone, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe od 1,5 ng/m³.

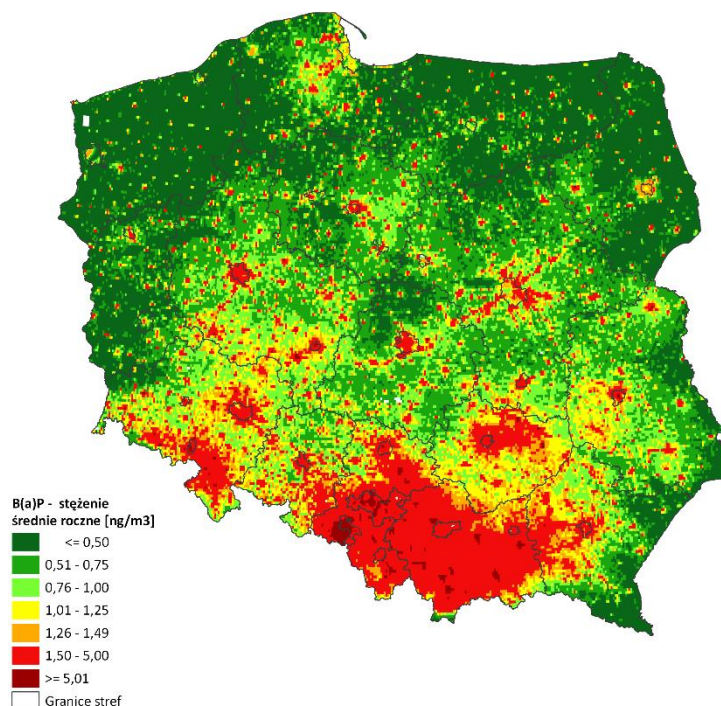
W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2021 roku²⁰, dla benzo(a)pirenu w 39 strefach z ocenianych 46 stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C (ok. 85%). W roku poprzednim klasę tę, świadczącą o wystąpieniu przekroczenia,

¹⁹ t. j. Dz. U. z 2021, poz. 845

²⁰ GIOŚ 2022, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2021. Zbiórny raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”

uzyskało również 39 stref. Siedem stref, będących aglomeracjami lub dużymi miastami, powyżej 100 tys. mieszkańców, położonych w północnym i centralnym rejonie kraju, uzyskało w 2021 roku klasę A. W roku 2020 było to sześć stref, natomiast w 2019 – dziesięć stref.

Obszary z najwyższym poziomem stężenia średniego rocznego B(a)P oznaczanego w pyłe PM₁₀, znajdowały się w południowych oraz centralnych rejonach kraju. Były one również obserwowane w większych ośrodkach miejskich w innych częściach Polski, a także, w nieco mniejszym stopniu, również w mniejszych miejscowościach. Świadczy to o emisji B(a)P ze spalania paliw stałych w gospodarstwach domowych.

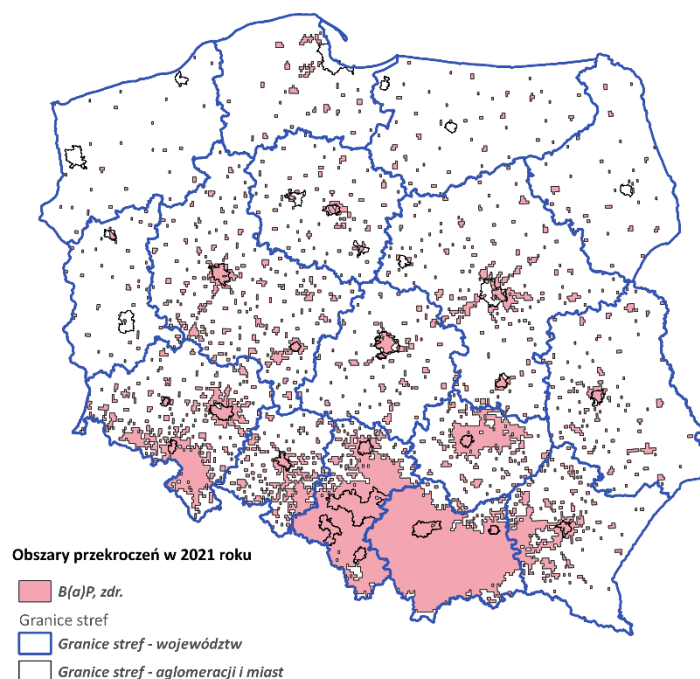


Rys. 6.3-5. Rozkład przestrzenny średniego rocznego stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ na obszarze Polski w 2021 roku, określony na podstawie modelowania matematycznego oraz obiektywnego szacowania

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, IOŚ-PIB, Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB

Przy wykorzystaniu wyników pomiarów oraz modelowania i obiektywnego szacowania oszacowano zasięg przestrzenny występowania obszarów przekroczenia poziomu docelowego określonego dla B(a)P (Rys. 6.3-5). Obszary przekroczeń w 2021 roku zajmowały blisko 14% powierzchni kraju, zamieszkałej przez ponad połowę populacji Polski (54,9%).

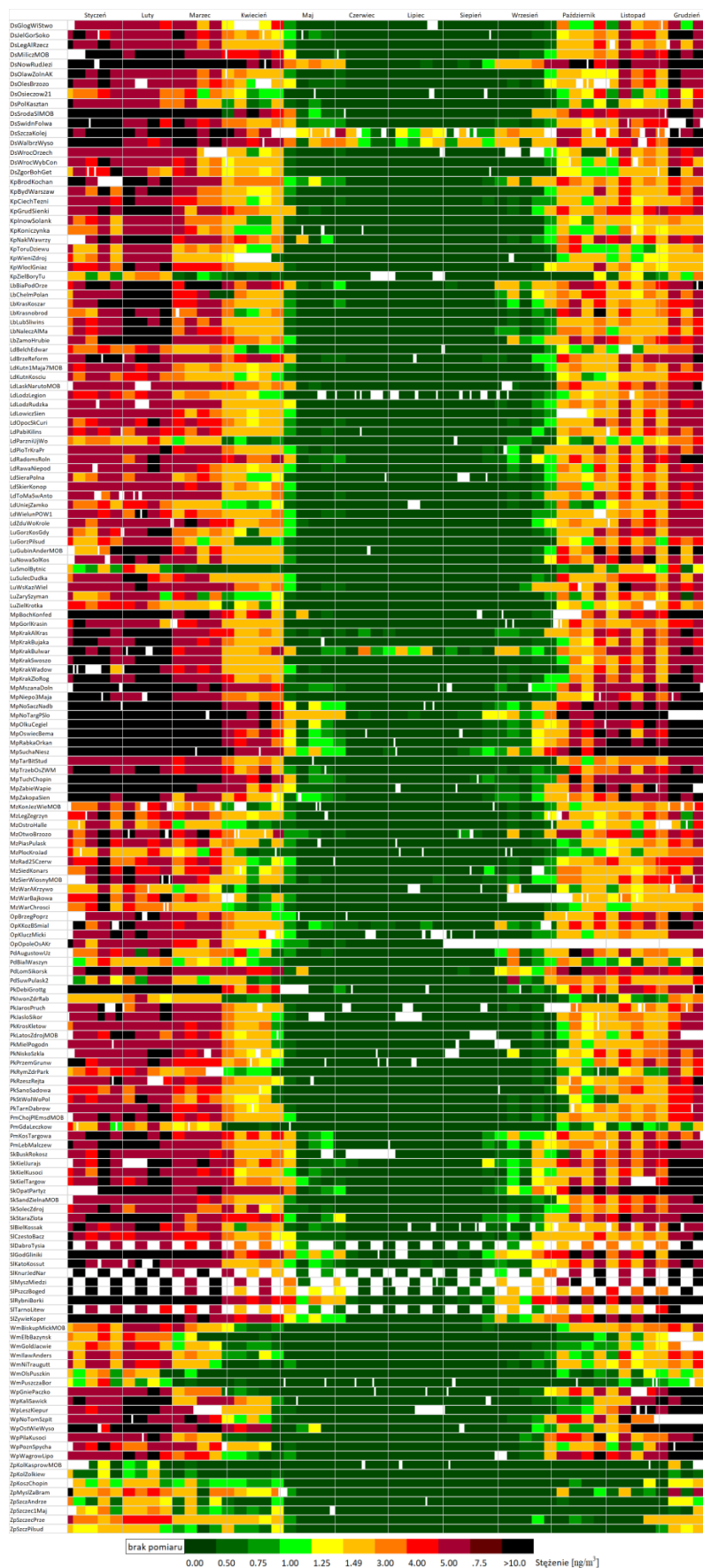
Dla wszystkich przypadków przekroczeń (100%) jako główną, decydującą przyczynę wskazano oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków. Jako przyczyny dodatkowe wskazywano, przede wszystkim, oddziaływanie źródeł transportowych, zakładów przemysłowych, ciepłowni i elektrowni zlokalizowanych w pobliżu stacji pomiarowej, a także napływ zanieczyszczenia spoza granic strefy i kraju. Jednak dla większości stref, w których wystąpiło przekroczenie, nie wskazano przyczyny dodatkowej.



Rys. 6.3-6. Zasięg obszaru przekroczenia poziomu docelowego benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 na obszarze Polski w 2021 roku

Źródło danych: Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Opracowanie: INFAIR, IOŚ-PIB

Jak wskazano w rozdziale 3, dotyczącym emisji WWA, głównym źródłem emisji B(a)P do atmosfery w Polsce są inne źródła stacjonarne, czyli procesy spalania paliw poza przemysłem i transportem, a zatem emisja z gospodarstw domowych. Rośnie ona w chłodnej połowie roku, w sezonie grzewczym, wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na ciepło do ogrzewania mieszkań. Koncentracja zanieczyszczenia wzrasta w okresie występowania niekorzystnych pod względem jakości powietrza warunków atmosferycznych, w tym niskiej prędkości wiatru i zjawiska tzw. inwersji termicznej, często spotykanych w okresie zimowym. Przekłada się to na zwiększoną emisję pyłu zawieszonego i zawartych w nim WWA oraz na stężenia tych zanieczyszczeń w powietrzu. Widać to wyraźnie w przebiegu dobowych wartości stężeń B(a)P w ciągu roku (Rys. 6.3-7). Największe wartości stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 obserwuje się w sezonie grzewczym, szczególnie w miesiącach zimowych, charakteryzujących się najniższymi temperaturami powietrza. Jest to najwyraźniej widoczne na stacjach w tych województwach, w których obserwuje się występowanie największych wartości stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym. W miesiącach letnich: czerwcu, lipcu i sierpniu, na wszystkich stacjach notowane były najniższe stężenia, niemal wszędzie mieszczące się w poniżej $0,5 \text{ ng/m}^3$. Były jednak miejsca, w których stężenia nie spadały aż tak nisko i nawet w miesiącach letnich osiągały wartości wyższe – z przedziałów $0,5\text{-}0,75 \text{ ng/m}^3$ czy $0,75\text{-}1,0 \text{ ng/m}^3$, a nawet $1,0\text{-}1,5 \text{ ng/m}^3$ czy $1,5\text{-}3,0 \text{ ng/m}^3$. Takie miejsca były zlokalizowane przede wszystkim na południu kraju, szczególnie w województwie dolnośląskim.



Rys. 6.3-7. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 na poszczególnych stacjach w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W przeprowadzonych analizach dla poszczególnych województw uśredniono wyniki pomiarów B(a)P i pyłu zawieszonego PM10 ze wszystkich stacji, na których pomiary te były wykonywane jednocześnie, dla roku 2021, 2020 i wielolecia 2010-2020. Liczba stacji funkcjonujących w poszczególnych latach była różna, zmieniały się też ich lokalizacje, ale dzięki uśrednieniu uzyskano przybliżony obraz zmian w ciągu ostatnich jedenastu lat (Tab. 6.3-3). Wzrosty stężeń pyłu zawieszonego PM10 są widoczne w stosunku do roku 2020 (za wyjątkiem województwa podlaskiego), natomiast w stosunku do wartości średnich z wielolecia odnotowano wyraźne spadki we wszystkich województwach. W przypadku B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 spadki były bardzo wyraźne w stosunku do wartości średnich z minionych 11 lat we wszystkich województwach, poza lubelskim, podlaskim i wielkopolskim. Jednak już zmiany w 2021 r. w stosunku do 2020 r. nie są tak spektakularne i spadki widać tylko w 5 województwach, a w dwóch praktycznie nie odnotowano zmiany. Może to mieć związek z pewnymi zmianami lokalizacji uwzględnionych stacji, jednak takiego efektu nie widać w przypadku pyłu zawieszonego PM10, a zmiany w ostatnich dwóch latach były mniejsze niż w okresie całego 11-lecia.

Tab. 6.3-3. Zmiany względne w roku 2021 w stosunku do wartości z roku 2020 i średnich z okresu 2010-2020 stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P uśrednionych dla poszczególnych województw

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Zmiany względne stężenia			
	B(a)P		PM10	
	2021/2020	2021/śr	2021/2020	2021/śr
dolnośląskie	31,1%	-6,3%	11,8%	-20,3%
kujawsko-pomorskie	27,1%	-15,5%	19,9%	-11,2%
lubelskie	42,1%	71,4%	12,2%	-19,6%
lubuskie	15,2%	-10,6%	6,5%	-17,5%
łódzkie	-1,7%	-60,0%	15,5%	-25,1%
małopolskie	-2,8%	-20,8%	7,6%	-24,3%
mazowieckie	13,8%	-32,5%	13,1%	-17,2%
opolskie	-0,4%	-52,7%	6,4%	-28,7%
podkarpackie	35,5%	-28,7%	21,4%	-24,6%
podlaskie	-3,4%	53,2%	-4,8%	-9,0%
pomorskie	41,2%	-11,2%	2,4%	-17,5%
śląskie	0,7%	-18,8%	5,5%	-25,7%
świętokrzyskie	3,4%	-12,2%	9,3%	-19,8%
warmińsko-mazurskie	-1,7%	-37,9%	10,5%	-11,1%
wielkopolskie	108,8%	39,6%	9,9%	-17,5%
zachodniopomorskie	-42,3%	-71,1%	9,8%	-24,1%

Legenda

 wzrost
  brak zmian (poniżej 1%)
  spadek
  brak danych

Podobną analizę przeprowadzono dla różnych typów stacji i obszaru (uśredniając wyniki uzyskane w ostatnich dwóch latach i w 11-leciu). Również w tym przypadku dla stężeń pyłu zawieszonego PM10 widoczne są w 2021 r. wyraźne wzrosty w stosunku do poprzedniego roku, a spadki lub brak wyraźnej zmiany (dla stacji komunikacyjnych) w stosunku do wartości średniej z 11-lecia (Tab. 6.3-4). Spadki stężeń pyłu w 2021 r. w stosunku do wartości z wielolecia były bardziej znaczące niż wzrosty w stosunku do wartości z roku poprzedniego. W przypadku B(a)P dla wszystkich typów stacji i obszarów widoczna jest tendencja malejąca w stosunku do średniej z okresu 2010-2020 oraz dla stacji komunikacyjnych i przemysłowych

przy porównaniu do wartości z poprzedniego roku. Dla stacji tła miejskiego, podmiejskich i pozamiejskich stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 było większe niż w 2020 r. (odpowiednio o 11%, 21% i 31%).

Tab. 6.3-4. Zmiany względne w roku 2021 w stosunku do wartości z roku 2020 i średnich z okresu 2010-2020 stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P uśrednionych dla typów stacji i obszarów

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Typ stacji	Typ obszaru	Zmiany względne stężenia			
		B(a)P		PM10	
		2021/2020	2021/śr	2021/2020	2021/śr
komunikacyjna	miejski	-2,8%	-3,1%	14,0%	1,0%
przemysłowa	miejski	-6,5%	-41,8%	11,5%	-31,9%
tło	miejski	11,0%	-25,3%	10,5%	-19,9%
tło	podmiejski	21,2%	-23,2%	10,9%	-21,5%
tło	pozamiejski	30,8%	-7,5%	16,8%	-13,2%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

6.4. Stężenia B(a)P pyłe zawieszonym PM10 w Europie

Ocenę zmienności stężeń B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 w Europie przeprowadzono dla roku 2021 na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 739 stacji funkcjonujących w 27 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było we Włoszech, Polsce i w Niemczech. W czterech krajach (Dania, Cypr, Malta i Portugalia) ocenę wykonano w oparciu o wyniki pomiarów pochodzące z 1 stacji (Tab. 6.4-1).

Tab. 6.4-1. Stężenia średnie roczne B(a)P oznaczanego w PM10 (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2021 w poszczególnych krajach Europy oraz zmiana względna stężenia w latach 2020-2021

Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

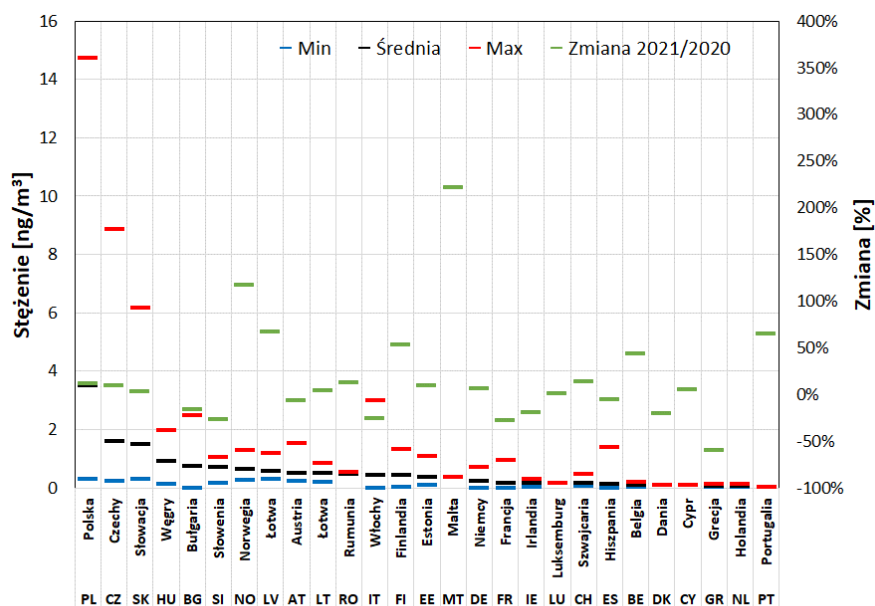
Kraj		Liczba stacji	Stężenie średnie roczne			Zmiana względna 2021/2020
			Min	Średnia	Max	
Kod (ISO)	Nazwa		[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	
AT	Austria	27	0,22	0,52	1,54	-6,6%
BE	Belgia	19	0,04	0,12	0,21	43,6%
BG	Bułgaria	15	0,00	0,75	2,51	-16,4%
CH	Szwajcaria	9	0,07	0,16	0,48	14,1%
CY	Cypr	1	0,10	0,10	0,10	5,6%
CZ	Czechy	41	0,25	1,60	8,89	9,0%
DE	Niemcy	102	0,02	0,22	0,71	5,9%
DK	Dania	1	0,11	0,11	0,11	-20,1%
EE	Estonia	5	0,10	0,37	1,08	9,2%
ES	Hiszpania	91	0,00	0,15	1,39	-5,4%
FI	Finlandia	7	0,03	0,43	1,33	52,5%
FR	Francja	47	0,01	0,18	0,96	-27,6%
GR	Grecja	2	0,03	0,08	0,13	-59,7%
HU	Węgry	20	0,14	0,92	1,97	
IE	Irlandia	5	0,04	0,17	0,31	-19,4%

Kraj		Liczba stacji	Stężenie średnie roczne			Zmiana względna 2021/2020
Kod (ISO)	Nazwa		Min [ng/m ³]	Średnia [ng/m ³]	Max [ng/m ³]	
IT	Włochy	154	0,01	0,45	3,02	-25,4%
LT	Łotwa	5	0,20	0,50	0,84	3,8%
LU	Luksemburg	2	0,15	0,16	0,17	0,9%
LV	Łotwa	5	0,29	0,58	1,19	67,2%
MT	Malta	1	0,36	0,36	0,36	221,4%
NL	Holandia	3	0,03	0,07	0,13	
NO	Norwegia	5	0,27	0,64	1,30	116,8%
PL	Polska	147	0,30	3,50	14,73	11,3%
PT	Portugalia	1	0,05	0,05	0,05	64,5%
RO	Rumunia	4	0,46	0,50	0,53	13,0%
SI	Słowenia	4	0,16	0,71	1,04	-27,3%
SK	Słowacja	16	0,32	1,50	6,18	2,4%
Europa		739	0,00	0,55	14,73	17,3%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

Uzyskane w 2021 roku uśrednione wyniki dla poszczególnych krajów pokazują, że przeciętne roczne stężenie w Polsce B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ (3,5 ng/m³) było najwyższe w Europie i ponad 2-krotnie wyższe niż w Czechach czy na Słowacji. W tych 3 krajach średnie stężenie obliczone dla kraju przekraczało 1 ng/m³. Należy podkreślić, że w Polsce obserwowana jest również najwyższa rozpiętość stężeń pomiędzy stacjami przekraczająca 14 ng/m³. Najniższe stężenie B(a)P w 2021 roku, nie przekraczające 0,1 ng/m³, zanotowano dla Portugalii – pomiar na 1 stacji (Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1).

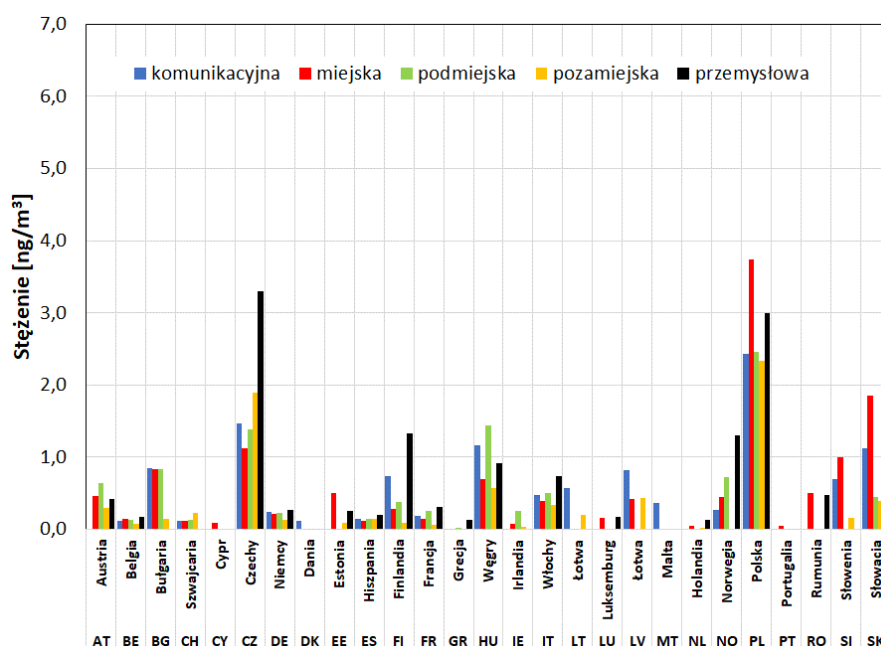


Rys. 6.4-1. Wartości stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 (minimalne, średnie i maksymalne) w poszczególnych krajach Europy w roku 2021 na tle zmian stężenie średniego rocznego w okresie 2020-2021

Źródło danych: AirBase EAS, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Analiza względnych zmian stężeń uśrednionych dla każdego z krajów w ostatnich 2 latach (2020-2021) pokazuje wzrost poziomu B(a)P z roku na rok dla 15 spośród 25 krajów, dla których dostępne były dane w obu latach. Największy wzrost, przekraczający 100% zaobserwowano dla Malty (ponad 220%) i Norwegii (blisko 117%). Istotne, kilkudziesięcioprocentowe wzrosty z roku na rok zanotowano również dla Łotwy, Portugalii, Finlandii i Belgii. Największy spadek uśrednionego dla kraju stężenia B(a)P wśród 9 pozostałych krajów zanotowano dla Grecji (blisko 30%) oraz Francji, Słowenii i Włoch (ponad 25%). W przypadku Polski, stężenie w roku 2021 było o ponad 11% wyższe niż w 2020 roku (Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1).

Ocena zmienności przestrzennej stężeń B(a)P z uwzględnieniem typu obszaru w Europie w 2021 roku wskazuje, że wśród analizowanych krajów najwyższe wartości na obszarach miejskich zaobserwowano w przypadku Bułgarii, Cypru, Estonii, Polski, Portugalii, Rumunii i Słowenii. W przypadku Austrii, Węgier i Irlandii, najwyższe wartości obserwuje się dla obszarów podmiejskich, zaś Danii, Litwy, Łotwy i Malty – w pobliżu dróg. W pozostałych 12 krajach, najwyższe wartości obserwuje się na terenach o dużym wpływie przemysłu (Rys. 6.4-2).



Rys. 6.4-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w krajach europejskich w roku 2021 z uwzględnieniem typu obszaru stacji
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

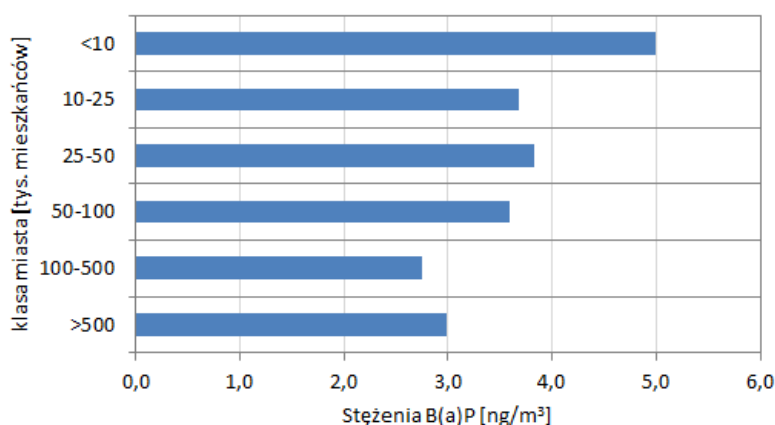
Wartości średnie roczne stężenia B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na analizowanych stacjach w Europie w roku 2021 zawierały się w granicach 0,01-14,73 ng/m³. Wśród 5% stacji (36) z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi w roku 2021, aż 33 to stacje z Polski (w tym 6 maksimum europejskich), 2 stacje z Czech (w tym 7 i 15 maksimum) oraz jedna stacja ze Słowacji (19 maksimum europejskie). Najniższe wartości w Europie, nie przekraczające 0,01 ng/m³, zaobserwowano na 5 stacjach w Hiszpanii i jednej bułgarskiej.

7. Stężenia WWA w miastach Polski

7.1. Analiza w miastach

Na potrzeby niniejszego opracowania dokonano podziału miast na kategorie w zależności od wielkości populacji obliczając dla każdej z kategorii średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀. W ocenie wzięto pod uwagę zarówno wyniki pomiarów w ostatnim roku, jak i w ostatniej dekadzie.

Najwyższe stężenia B(a)P w 2021 r. obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys. (5,0 ng/m³). W kolejnych klasach miast średnie stężenia były zbliżone i wynosiły od 3,6 ng/m³ w klasie 50-100 tys. przez 3,7 ng/m³ w klasie 10-25 tys. i 3,8 ng/m³ w klasie 25-50 tys. Niższe stężenia średnie notowano w aglomeracjach liczących ponad 500 tys. mieszkańców (3,0 ng/m³), a najniższe w miastach i aglomeracjach o liczbie ludności z przedziału 100-500 tys. – 2,7 ng/m³ (Rys. 7-1 i Tab. 7-1).



Rys. 7-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w 2021 r.

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W 2021 r. średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ we wszystkich klasach miast były większe niż rok wcześniej, a zmiany względne wyniosły od 2% w miastach liczących 25-50 tys. mieszkańców, przez 4% w miastach z kategorii 10-25 tys. i 5% w największych aglomeracjach, przez 13% w miastach w klasie 100-500 tys. mieszkańców i 20% w klasie 50-100 tys. po 50% w najmniejszych miastach (Tab. 7-1). Odniesienie wartości średnich z roku 2021 do uśrednionych z okresu 2010-2020 pokazuje tendencję malejącą we wszystkich kategoriach miast. Największe spadki stężeń – ponad 230% – odnotowano w małych miastach - pomiędzy 10 a 25 tys. mieszkańców, a kolejne – o 190% – w najmniejszych miastach, zamieszkałych przez mniej niż 10 tys. mieszkańców. Mniejsze, ale i tak bardzo znaczące, spadki widać także w największych miastach: powyżej 500 tys. mieszkańców (o 154%) i w miastach z klasy 25-50 tys. mieszkańców (o 135%). W dużych miastach, zamieszkałych przez 100-500 tys. ludzi spadek stężenia B(a)P osiągnął 91%. Najmniejszy spadek w stosunku do wartości średniej odnotowano w miastach o populacji pomiędzy 50 a 10 tys. (o 64%).

Tab. 7-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2020-2021 i średnie w okresie 2010-2020 oraz zmiany względne w roku 2021 w stosunku do wartości z poprzedniego roku i wielolecia

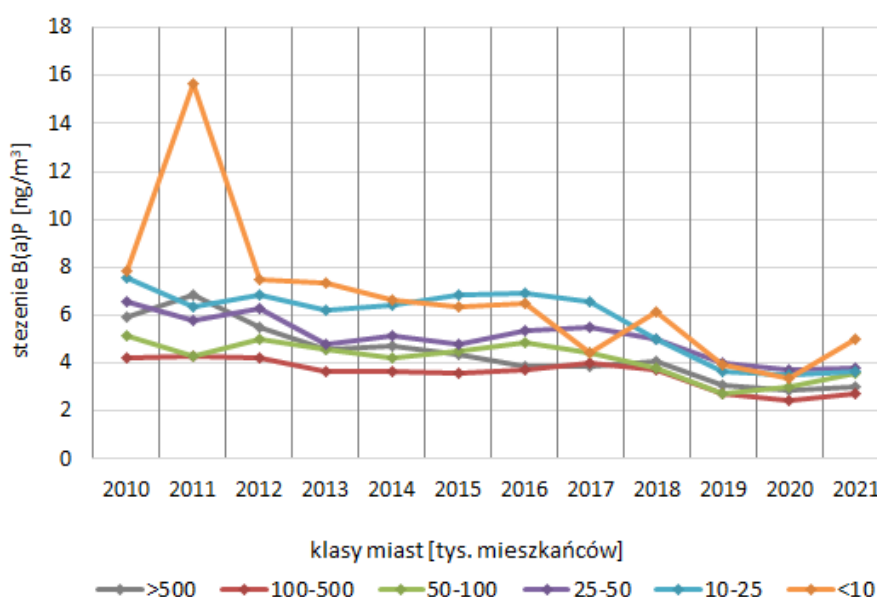
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Klasa miasta [tys. mieszkańców]	Stężenie B(a)P [ng/m ³]			Zmiana stężeń	
	2020	2021	śr 2010-2020	2021/2020	2021/śr (2010-2020)
>500	2,51	2,98	4,16	4,1%	-153,6%
100-500	2,76	2,75	3,88	12,8%	-90,8%
50-100	2,95	3,59	4,26	19,8%	-63,7%
25-50	3,85	3,82	5,36	2,2%	-135,2%
10-25	4,15	3,68	7,08	5,1%	-231,7%
<10	2,89	5,00	5,07	49,6%	-188,7%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

Analizując zmiany średnich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ we wszystkich klasach miast z roku na rok w okresie 2010-2021 widać okresy większych i mniejszych spadków i nie są one jednakowe dla wszystkich kategorii miast (Rys. 7-2). Najbardziej spektakularny spadek zauważalny jest dla miast o liczbie mieszkańców pomiędzy 10 a 25 tys., przy czym miał on miejsce na początku wielolecia, potem nastąpiła stabilizacja i kolejny spadek od roku 2016. Wyraźny spadek notowano też dla stężenia średniego B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach liczących poniżej 10 tys. mieszkańców – szczególnie w okresie 2012-2015, ale w ostatnim roku zauważono znaczący wzrost stężenia. Przebieg stężeń B(a)P w ostatnich 12 latach wskazuje na zbliżenie wartości w dwóch grupach miast: pierwsza to miasta liczące 10-25 tys. i 25-50 tys. mieszkańców, a druga to grupa miast największych – o liczbie mieszkańców większej niż 500 tys. oraz z przedziału 100-500 tys. W latach 2019 i 2020 do tej grupy należały też miasta najmniejsze, zamieszkałych przez mniej niż 10 tys. ludzi i średnie, o populacji 50-100 tys., ale w 2021 roku notowane w nich stężenia średnie odbiegły od pozostałych.

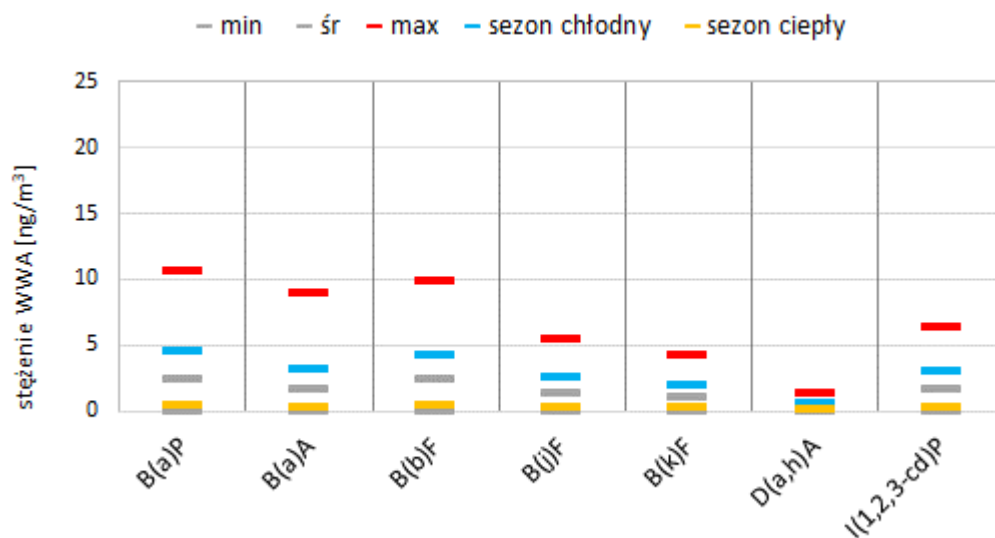


Rys. 7-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2010-2021

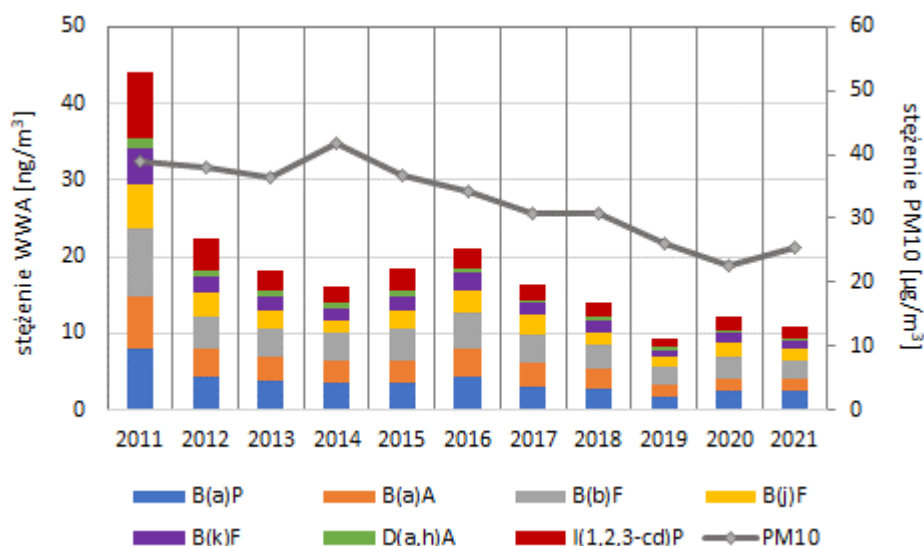
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

7.2. Karty miast

Miasto	Wrocław
Województwo	dolnośląskie
Liczba ludności	674 312
Stacja pomiarowa WWA	DsWrocWybCon
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,48 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	22,6%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	2,63 ng/m ³



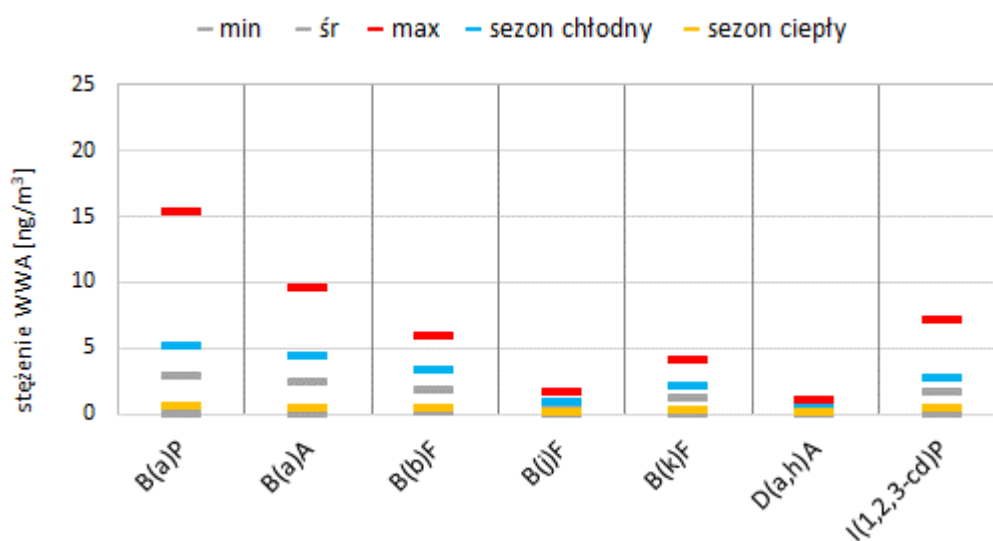
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



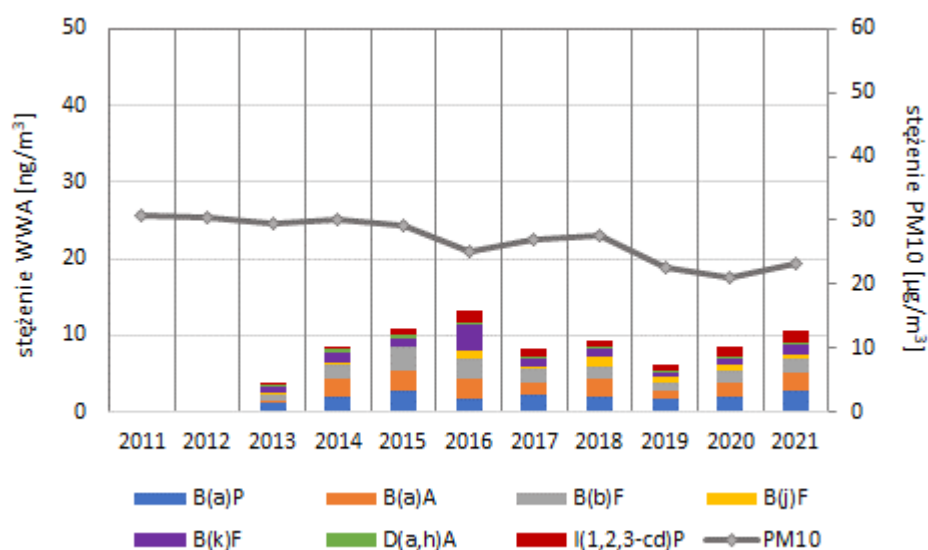
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Lublin
Województwo	lubelskie
Liczba ludności	332 852
Stacja pomiarowa WWA	LbLubSliwina
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,80 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	26,3%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



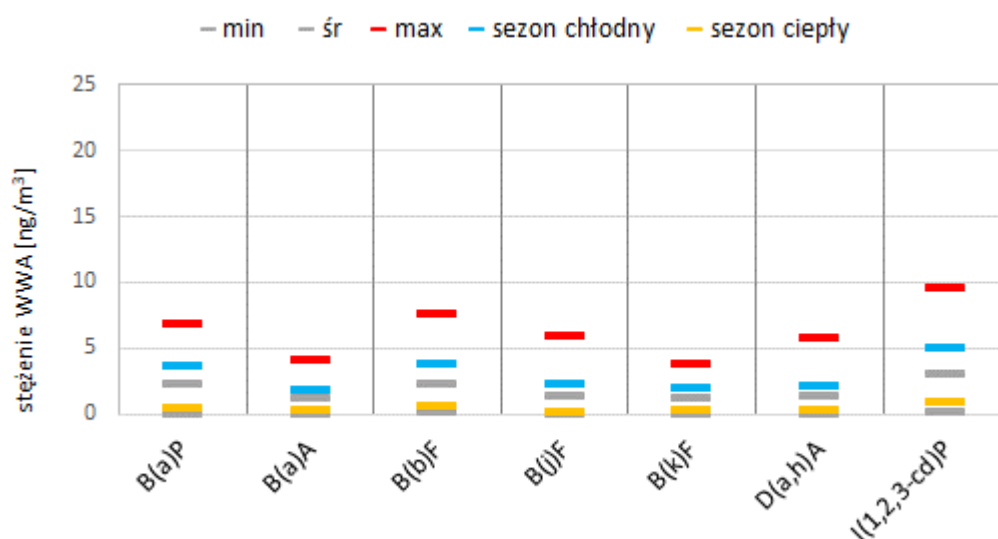
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r.



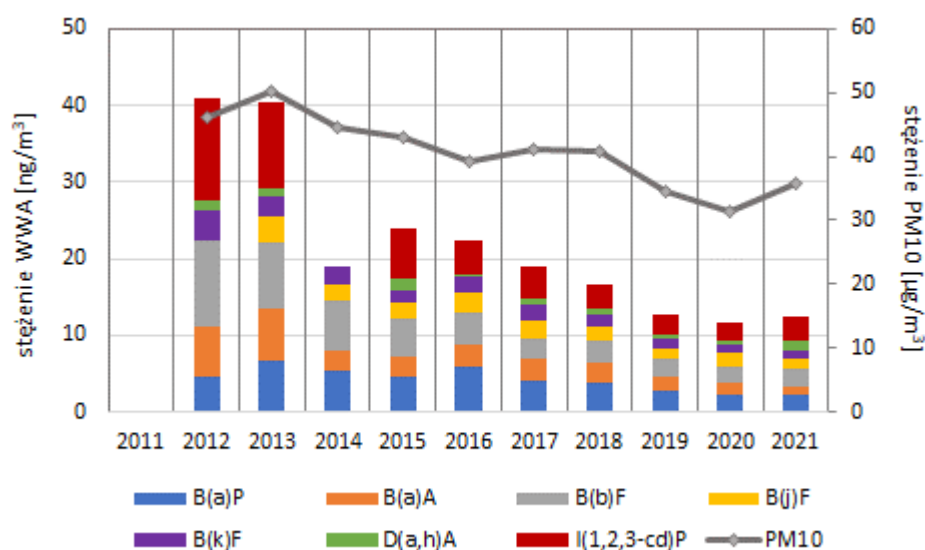
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2013-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Łódź
Województwo	łódzkie
Liczba ludności	664 860
Stacja pomiarowa WWA	LdLodzLegion
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,19 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,6%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	2,46 ng/m ³



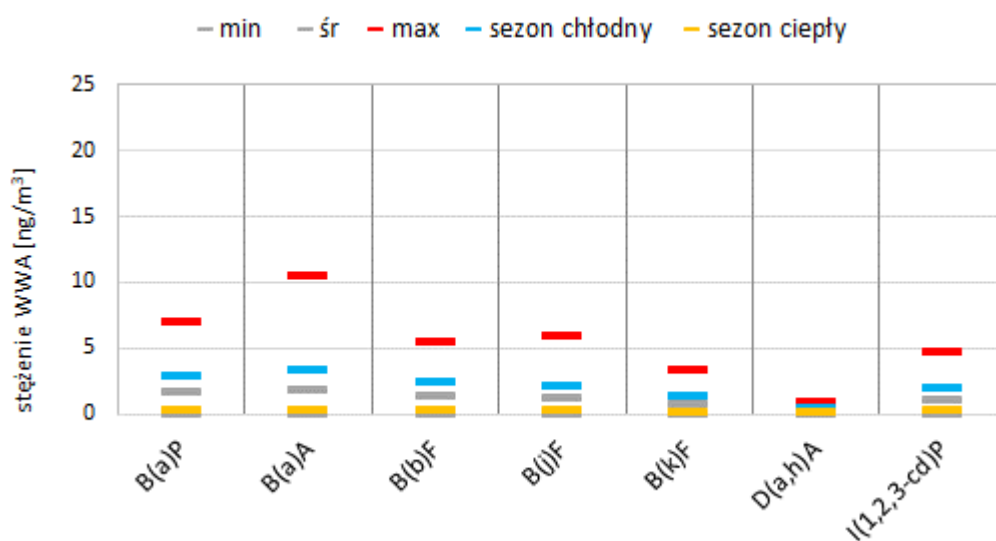
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



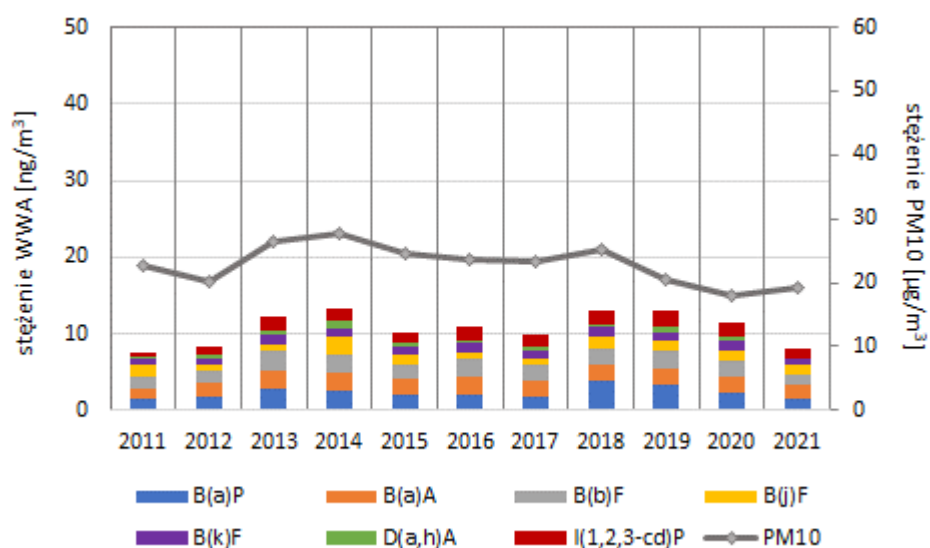
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2012-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Miasto	Zielona Góra
Województwo	lubuskie
Liczba ludności	139 667
Stacja pomiarowa WWA	LuZielKrotka
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,59 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	20,0 %
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



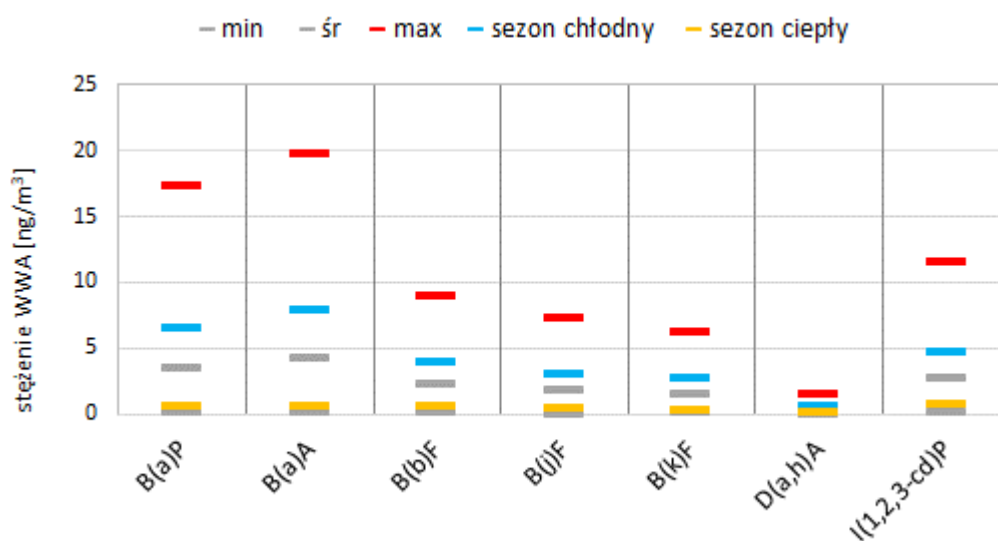
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r.



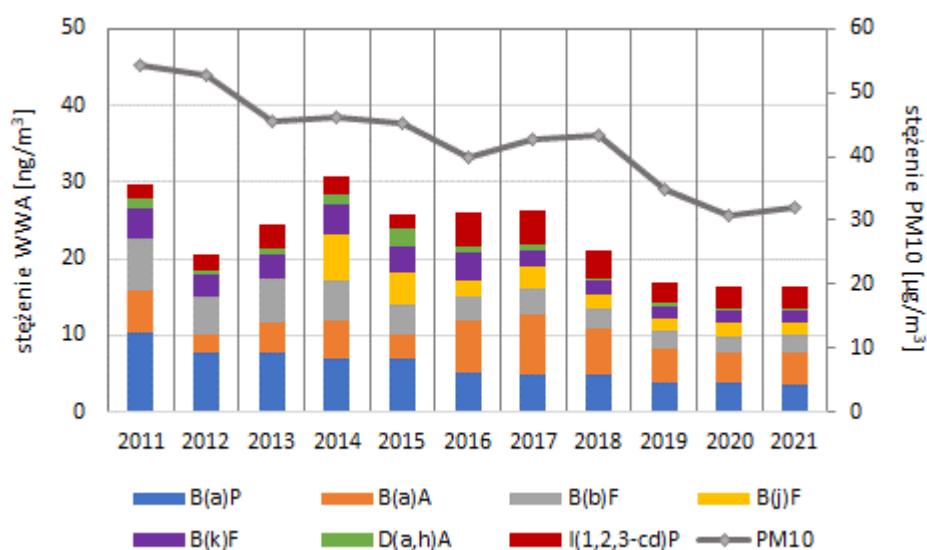
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Kraków
Województwo	małopolskie
Liczba ludności	802 583
Stacja pomiarowa WWA	MpKrakBujaka
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	3,54 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	21,7%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	3,86 ng/m ³



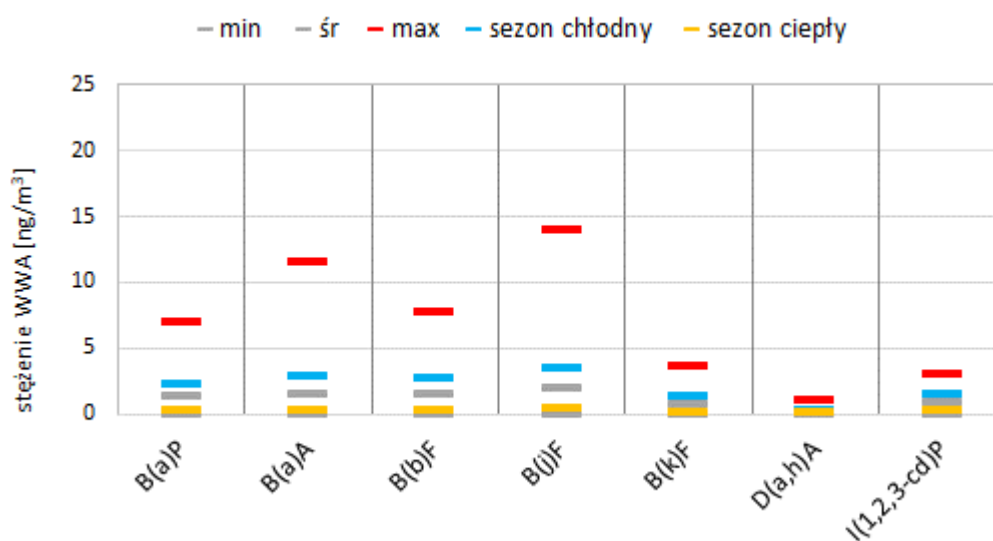
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



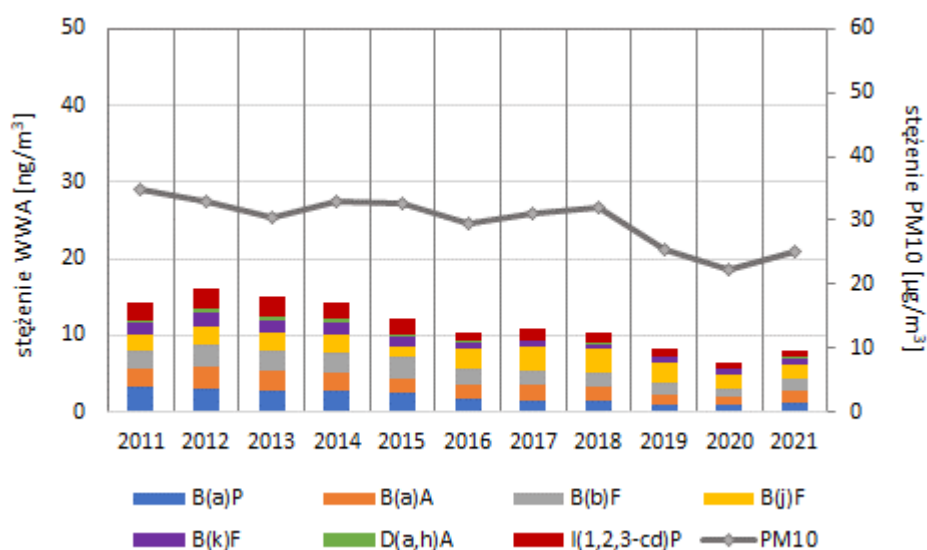
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFRAIR

Miasto	Warszawa
Województwo	mazowieckie
Liczba ludności	1 863 056
Stacja pomiarowa WWA	MzWarAKrzywo
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,30 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	16,1%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	1,66 ng/m ³



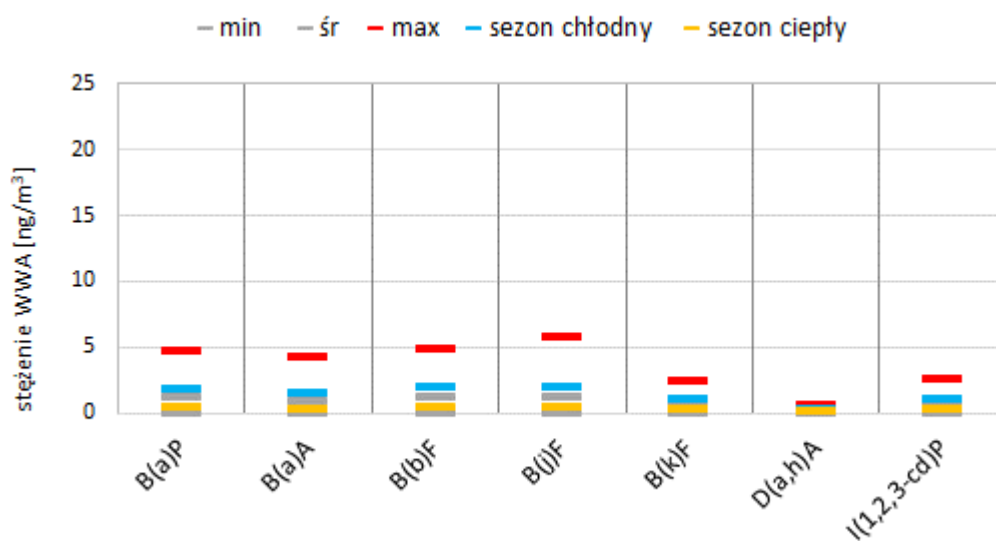
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r.



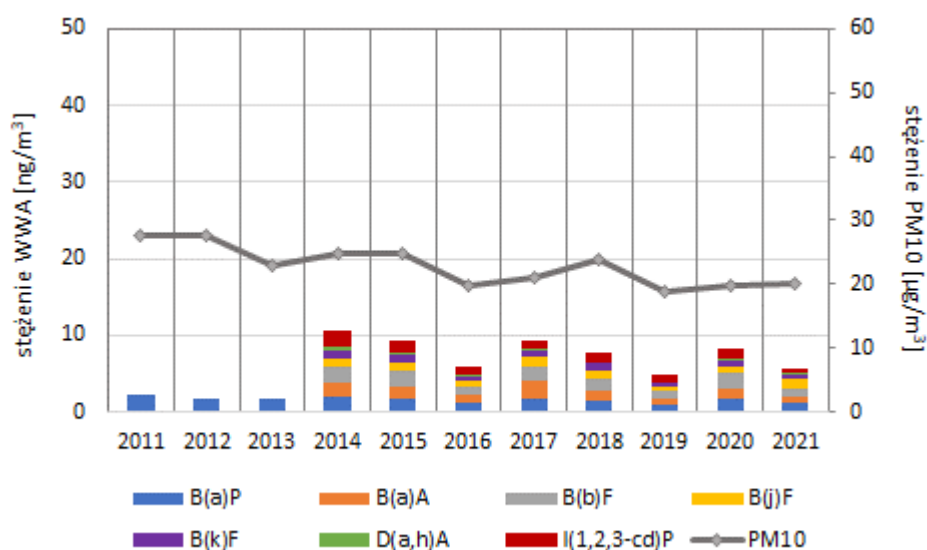
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Białystok
Województwo	podlaskie
Liczba ludności	293 413
Stacja pomiarowa WWA	PdBiałWaszyn
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,13 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	15,5%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



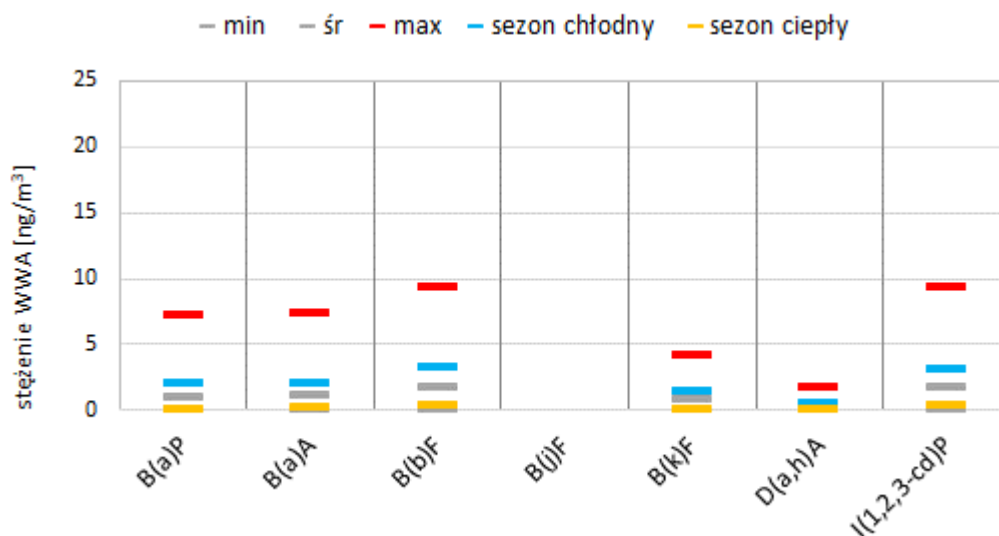
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



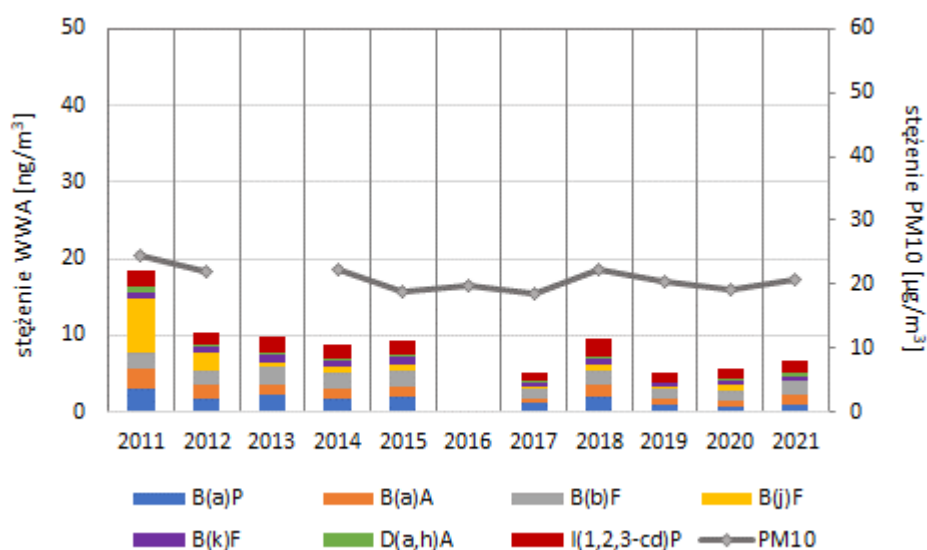
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAR

Miasto	Gdańsk
Województwo	pomorskie
Liczba ludności	486 271
Stacja pomiarowa WWA	PmGdaLecz81
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,05 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	15,5%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



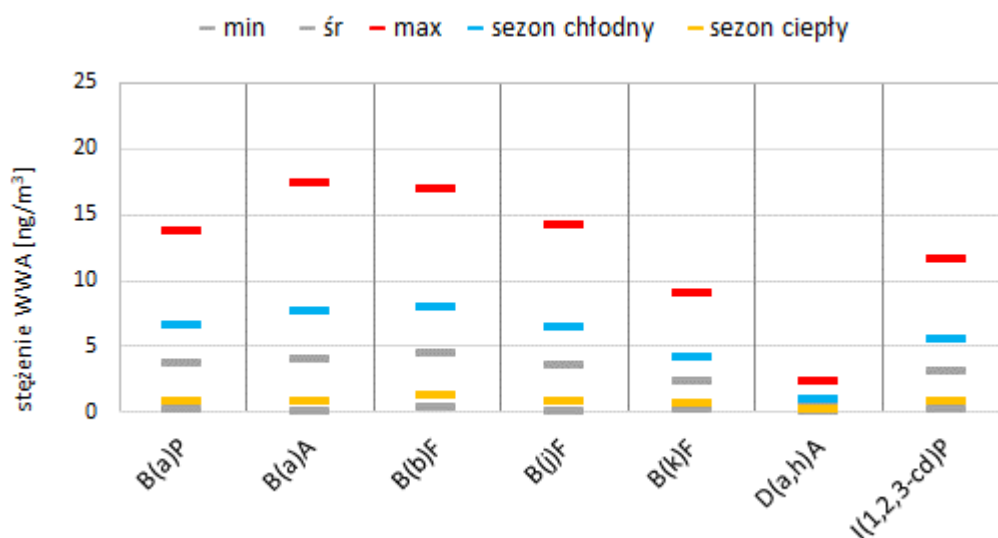
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



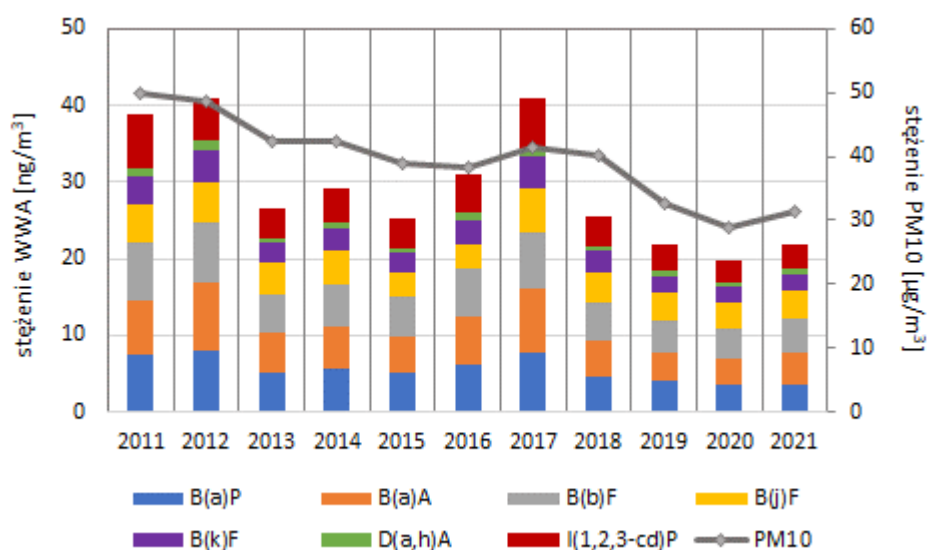
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Katowice
Województwo	śląskie
Liczba ludności	282 755
Stacja pomiarowa WWA	SIKatoKossut
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	3,67 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	16,9%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



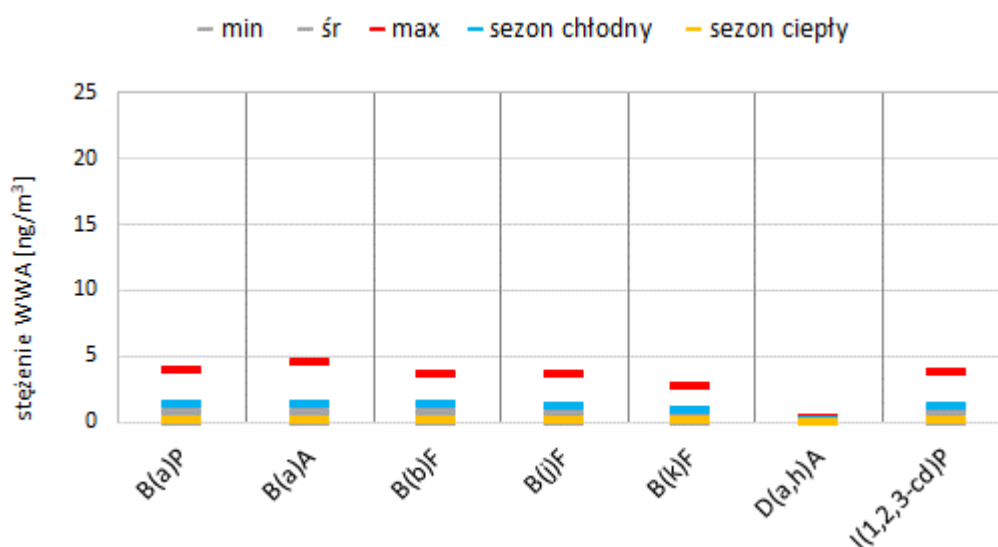
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



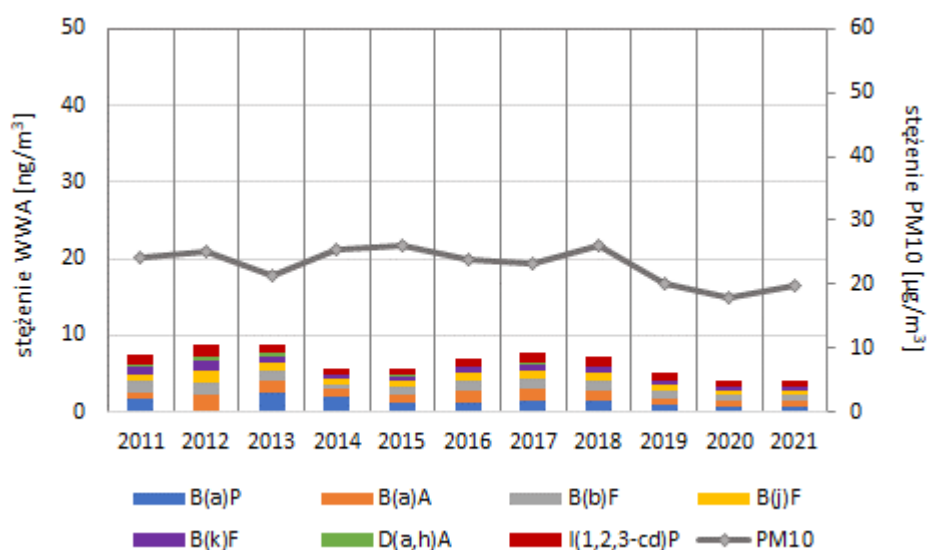
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Olsztyn
Województwo	warmińsko-mazurskie
Liczba ludności	169 251
Stacja pomiarowa WWA	WmOlsPuszkín
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,70 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,2%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



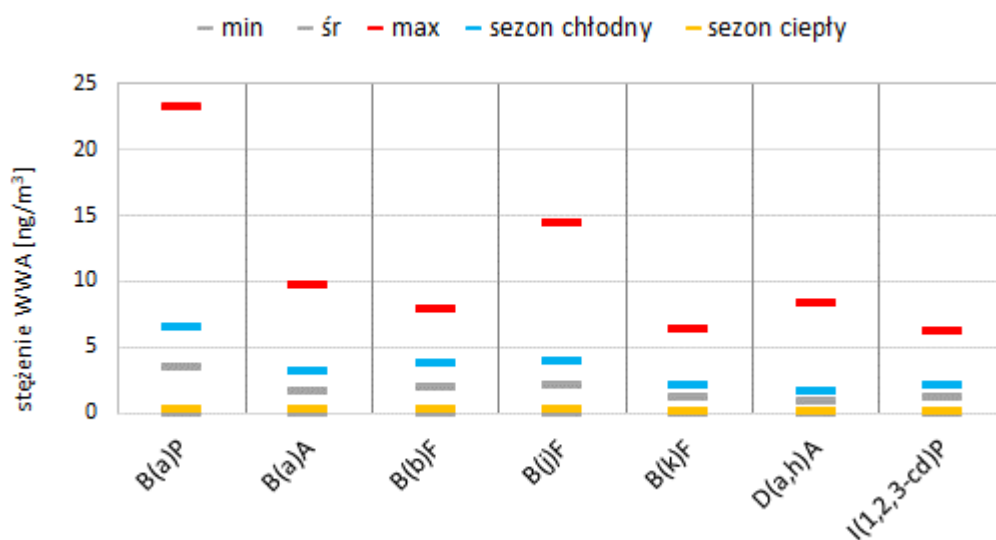
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2021 r.



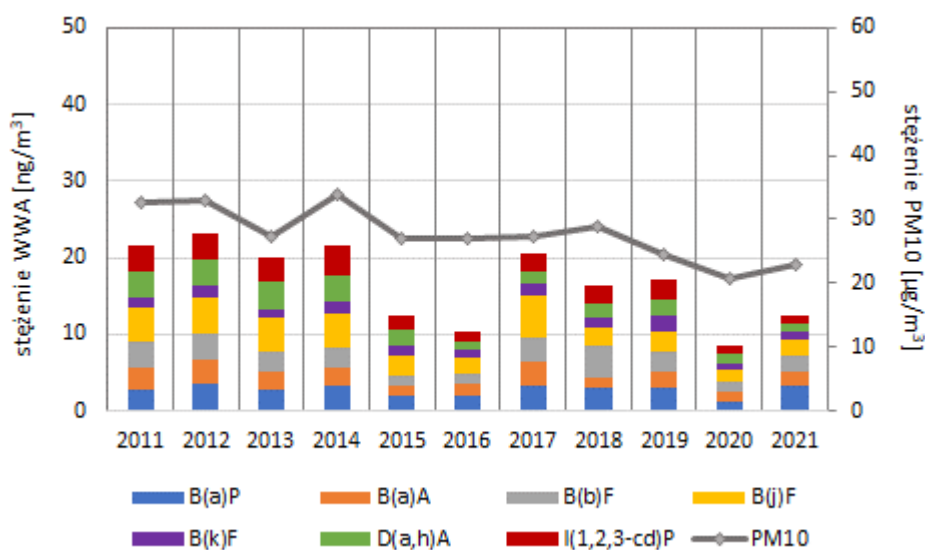
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Piła
Województwo	wielkopolskie
Liczba ludności	71 226
Stacja pomiarowa WWA	WpPilaKusoci
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	3,40 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	14,2%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



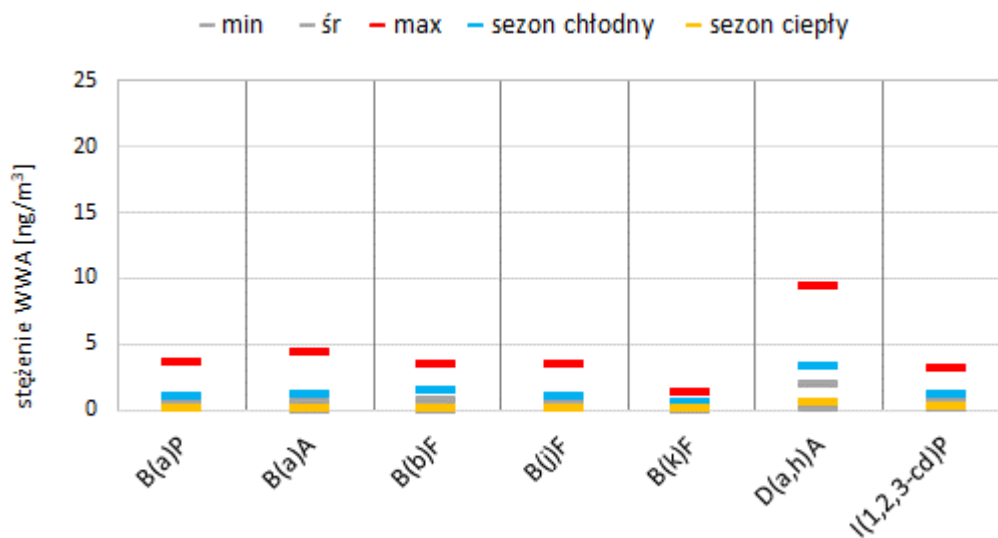
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



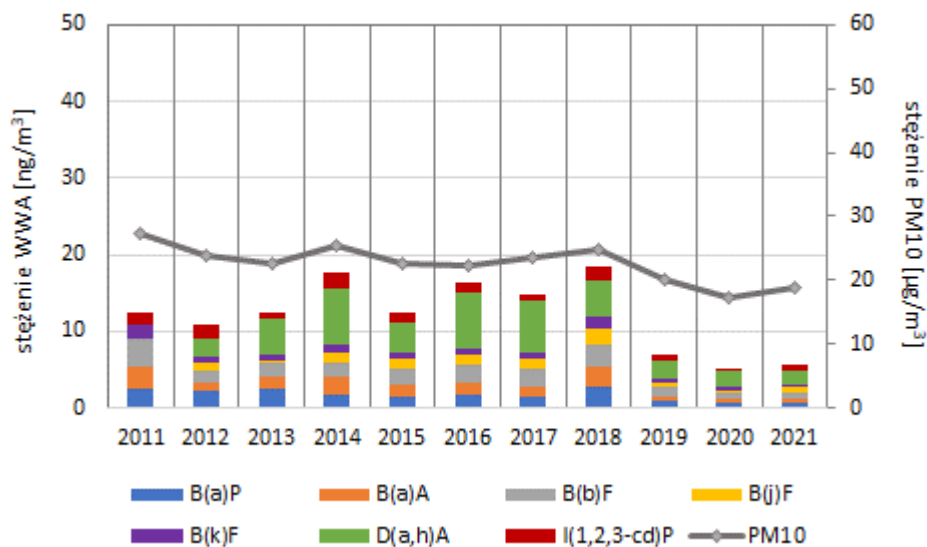
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Miasto	Szczecin
Województwo	zachodniopomorskie
Liczba ludności	394 482
Stacja pomiarowa WWA	ZpSzcAndrze
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,60 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	10,6%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	6
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	0,65 ng/m ³



Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2021 r.



Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2021

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

8. Podsumowanie

Emisja

Głównym źródłem WWA jest proces spalania paliw kopalnych: węgla i ropy naftowej, co oznacza, że wiele sektorów gospodarki przyczynia się do emisji tych związków do atmosfery (m.in. energetyka, transport, gospodarstwa domowe czy przemysł). W Polsce największa emisja WWA pochodzi ze źródeł komunalno-bytowych (ponad 94% emisji całkowitej). W Europie wielkość emisji WWA w 2020 roku oszacowano na 690 Gg, a udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej był największy, głównie za sprawą emisji B(b)F i B(a)P. Trend redukcji emisji kluczowego WWA, jakim jest B(a)P, w Polsce na tle innych krajów europejskich wskazuje na relatywnie niewielkie zmiany w okresie 1990-2020, niemniej jednak ocena zmian emisji w ostatniej dekadzie wskazuje na wyraźną redukcję emisji w przypadku Polski wynoszącą ponad 60% w stosunku do roku 2010, ale jest to jeden z najniższych wskaźników redukcji wśród krajów europejskich.

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce

Pomiary stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w roku 2021 prowadzono na 18 stacjach w Polsce – 15 stacjach tła miejskiego i 3 stacjach pozamiejskich. Na stacjach miejskich notowano wyższe wartości stężeń poszczególnych WWA niż na stacjach pozamiejskich. W uśrednionych wynikach stężeń poszczególnych WWA na pierwszym miejscu znajdował się B(a)P, na drugim i trzecim ze zbliżonym udziałem w sumie B(b)F i B(a)A. Tylko na dwóch stacjach B(a)P zajmował dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Warszawie i Gdańsku. Jego udział w sumie WWA dla wyników średnich w Polsce wyniósł 19,8%. W rozkładzie przestrzennym stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ widać wyraźny gradient: najmniejsze wartości występowały w miastach na północy Polski i rosły one w miarę przesuwania się na południe, osiągając maksymalne wartości na stacjach w Kielcach, Katowicach i Krakowie (oraz nietypowo – w Nakle). W przebiegu dobowych wartości stężeń WWA zaznaczyła się bardzo wyraźna przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza. Wzrosty stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ w 2021 r. w stosunku do roku poprzedniego przełożyły się wzrosty stężeń badanych WWA na wielu stacjach. Uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne wszystkich WWA były wyższe niż w 2020 r., wzrost sumy stężeń WWA wyniósł 8,8%, ale na poszczególnych stacjach sytuacja przedstawiała się różnie. Na każdej spośród 18 stacji odnotowano wzrost stężeń jednego, kilku lub wszystkich badanych WWA. W stosunku do wartości średnich z wielolecia 2010-2020 w przypadku sumy stężeń WWA widać spadek na wszystkich stacjach, oprócz stacji w Zielonce, Lublinie i Białymstoku.

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Europie

Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Europie w roku 2020 oznaczane były w 27 krajach na 741 stacjach. Najwięcej stacji zlokalizowanych było we Włoszech, w Polsce, Niemczech (powyżej 100 stacji w kraju). Tylko 119 stacji w 7 krajach (Włoszech, Polsce, Niemczech, Hiszpanii, Francji, Austrii, i na Malcie) wykonywało oznaczenia wszystkich 7 rozważanych w opracowaniu WWA. Wśród tych 7 krajów, wartości sumy stężeń WWA wskazują na najwyższe stężenia w Polsce, znacznie różniące się poziomem od pozostałych krajów.

Analiza zmian sumy stężeń WWA w roku 2021 w stosunku do roku 2020 wskazuje na spadek stężeń w Hiszpanii, Francji i Włoszech, a wzrost w Niemczech i w Polsce. Najwyższy udział stężenia B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2021 roku spośród krajów europejskich poddanych analizie zanotowano w przypadku Austrii (blisko 35%) i Polski (blisko 30%) oraz Włoch (24%), zaś najniższe, nie przekraczające 15% w przypadku Niemiec oraz Hiszpanii.

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce były mierzone w 2021 r. na 164 stacjach pomiarowych, na których wykonywano również pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM10. Największe średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla typu stacji i obszaru, zaobserwowano na stacjach tła miejskiego, a najmniejsze na stacjach podmiejskich i pozamiejskich. Największe wartości średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 zanotowano w 2021 r. w województwach: śląskim, małopolskim i świętokrzyskim. Pierwsze trzy maksima stężenia B(a)P dla pojedynczych stacji przypadły na: województwo dolnośląskie – stację w Nowej Rudzie, województwo małopolskie – stację w Nowym Targu oraz województwo śląskie – stację w Rybniku. Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 pokazuje bardzo wyraźny gradient wartości – od najniższych na północy kraju, poprzez średnie w centrum kraju, po największe na południu Polski. Średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2021 r. 3,52 ng/m³. Na 37,4% stacji w kraju uzyskano wartości stężenia średniego rocznego wyższe od średniego dla całego kraju. Najwięcej wartości średnich rocznych stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 – 37% – znajdowało się w przedziale od 1,5 do 3,0 ng/m³. W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2021 roku, dla benzo(a)pirenu w 39 strefach spośród 46 ocenianych stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C. Najwyższe stężenia B(a)P w 2021 r. obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys. a najniższe w miastach i aglomeracjach o liczbie ludności z przedziału 100-500 tys.

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

Ocenę zmienności stężeń B(a)P w Europie przeprowadzono dla roku 2021 na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 739 stacji funkcjonujących w 27 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było we Włoszech, Polsce i w Niemczech. Uśrednione wyniki dla poszczególnych krajów wskazują na najwyższe stężenie dla Polski. Wysokie stężenia przekraczające 1 ng/m³, uzyskano ponadto dla Czech i Słowacji.

Analiza względnych zmian stężeń B(a)P z roku na rok w krajach Europy (w roku 2021 w stosunku do roku poprzedniego) pokazuje wzrost dla 15 z 25 krajów. Największy wzrost, przekraczający 100% zaobserwowano dla Malty (ponad 220%) i Norwegii (blisko 117%). Istotne, kilkudziesięcioprocentowe wzrosty z roku na rok zanotowano również dla Łotwy, Portugalii, Finlandii i Belgii. Największy spadek uśrednionego dla kraju stężenia B(a)P wśród 9 pozostałych krajów zanotowano dla Grecji (blisko 30%) oraz Francji, Słowenii i Włoch (ponad 25%). Ocena zmienności stężenia B(a)P z uwzględnieniem typu obszaru wskazują, że wśród analizowanych krajów najwyższe wartości dla większości z nich, w tym Polski, obserwowane są na obszarach miejskich.

9. Bibliografia

1. GIOŚ 2021, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2020 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB i INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Skotak K., Degórska A., Iwanek J., Warszawa, 2021
2. GIOŚ 2020, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2019 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez konsorcjum: Instytut Ochrony Środowiska – PIB oraz INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Skotak K., Warszawa, 2020
3. GIOŚ 2019, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2018 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Warszawa, 2019
4. GIOŚ 2016, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2015 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Mitosek G., Parvi R., Warszawa, 2016
5. GIOŚ 2022, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2021 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2022
6. GIOŚ 2021, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2020 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2021
7. GIOŚ 2020, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2019 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2020
8. GIOŚ 2019, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2018 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2019
9. GIOŚ 2018, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2017 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez

Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2018

10. GIOŚ 2017, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2016 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2017
11. GIOŚ 2016, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2015 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2016
12. GIOŚ 2015, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2014 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2015
13. GIOŚ 2014, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2013 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2014
14. GIOŚ 2013, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2012 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Śnieżek T., Warszawa, 2013
15. GIOŚ 2012, „Ocena zanieczyszczenia powietrza metalami ciężkimi i WWA oraz ocena składu pyłu PM_{2,5} na stacjach tła regionalnego w Polsce w latach 2010-2011”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Degórska A., Prządka Z., Skotak K., Śnieżek T., Warszawa, 2012
16. GIOŚ 2019, „Pięcioletnia ocena jakości powietrza w strefach w Polsce wykonana za lata 2014-2018 według zasad określonych w art. 88 ust. 2 ustawy – Prawo ochrony środowiska. Zbiorczy raport krajowy z wynikami oceny”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Skotak K., Warszawa, 2019
17. GIOŚ 2022, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2021. Zbiorczy raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., Warszawa, 2022
18. GIOŚ 2021, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020. Zbiorczy raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”, praca wykonana na zlecenie

Przepisy prawne i wytyczne

19. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str. 1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015)
20. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu (Dz. Urz. UE L 23 z 26.01.2005, str. 3, Dz. Urz. UE L 87 z 31.03.2009, str. 109 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015)
21. Dyrektywa Komisji (UE) 2015/1480 z dnia 28 sierpnia 2015 r. zmieniającą niektóre załączniki do dyrektyw Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE i 2008/50/WE ustanawiających przepisy dotyczące metod referencyjnych, zatwierdzania danych i lokalizacji punktów pomiarowych do oceny jakości powietrza (Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015)
22. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) (wersja przekształcona) (Dz. Urz. UE L 334 z 17.12.2010)
23. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylecia dyrektywy 2001/81/WE (Dz. Urz. UE L 344 z 17.12.2016)
24. Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021. Monitoring jakości powietrza. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2020, Warszawa
25. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (t.j. Dz. U. 2021 r., poz. 845)
26. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2020 r. poz. 2279)
27. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2010 r. Nr 16 poz. 87)
28. Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz.U. z 2020 r. poz. 1860)
29. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 1973, z późn. zm.)

Bazy danych

30. Bank danych pomiarowych GIOŚ (<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives>)

31. Baza danych Europejskiej Agencji Środowiska: Air Quality e-Reporting (AQ e-Reporting) (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-9>)
32. Baza danych Europejskiej Agencji Środowiska: Air pollutant emissions – EEA datasets (<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-emissions-data>)

Raporty

33. EMEP 2022, “Assessment of heavy metal and POP pollution on global, regional and national scales”, Status Report 2/2022 [MSC-E, CCC, CEIP, IMR, CIEMAT, INERIS, ENEA, FMI]