



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

**Zanieczyszczenie powietrza
wielopierścieniowymi węglowodorami
aromatycznymi na stacjach tła miejskiego
w 2022 roku**



Praca wykonana na podstawie umowy nr GIOŚ/ZP/45/2023/DMŚ/NFOŚ z dnia 17 marca 2023 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa, 2023

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

Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Spis treści

1. Wprowadzenie	3
2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia.....	4
3. Struktura emisji WWA w Polsce i w Europie.....	5
4. Podstawy prawne monitoringu WWA w Polsce.....	12
5. System pomiarowy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10	14
6. Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych	18
6.1. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce	18
6.2. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie.....	33
6.3. Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce.....	37
6.4. Stężenia B(a)P pyłe zawieszonym PM10 w Europie	47
7. Stężenia WWA w miastach Polski	50
7.1. Analiza w miastach	50
7.2. Karty miast.....	52
8. Podsumowanie	64
9. Bibliografia.....	66

1. Wprowadzenie

Opracowanie zawiera podsumowanie oceny stanu zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi (WWA) w Polsce w 2022 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^{1,2,3,4,5} i nawiązuje do opracowań z dwóch poprzednich lat.

W opracowaniu skupiono się przede wszystkim na ocenie zmian wyników uzyskanych na poszczególnych stacjach w roku 2022 w odniesieniu do roku poprzedniego oraz w odniesieniu do wcześniejszego okresu prowadzenia w Polsce pomiarów WWA (ze względu na kompletność wyników, analizami objęto okres 2010-2021. 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 2022 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 2022 w porównaniu z rokiem 2021. 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 w 2021 roku, jako ostatnim dla którego są dostępne dane, jak 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 2016, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2015 roku. Inspekcja Ochrony Środowiska”, Warszawa, 2016

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

³ GIOŚ 2020, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2019 roku. Inspekcja Ochrony Środowiska”, Warszawa, 2020

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

⁵ GIOŚ 2022 „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2021 roku”, Warszawa, 2022

2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia

Analizę w zakresie wielkości oraz struktury emisji WWA omówiono na podstawie dostępnych informacji z 2021 roku, najbardziej aktualnych danych dotyczących inwentaryzacji emisji wykonanej na poziomie krajowym. W opracowaniu pokazano wielkości emisji z roku 2021 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 2021 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 powietrzu⁶.

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 powietrzu⁷.

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

Skróty nazw własnych:

AirBase – baza danych Europejskiej Agencji Środowiska
EAŚ – 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
PMŚ – 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

⁶ t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 845

⁷ Dz. U. z 2020 r. poz. 2279

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

Zaliczane do trwałych zanieczyszczeń organicznych WWA 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 wykonywanej przez poszczególne kraje w ramach Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości (LRTAP). Są to: 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 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.

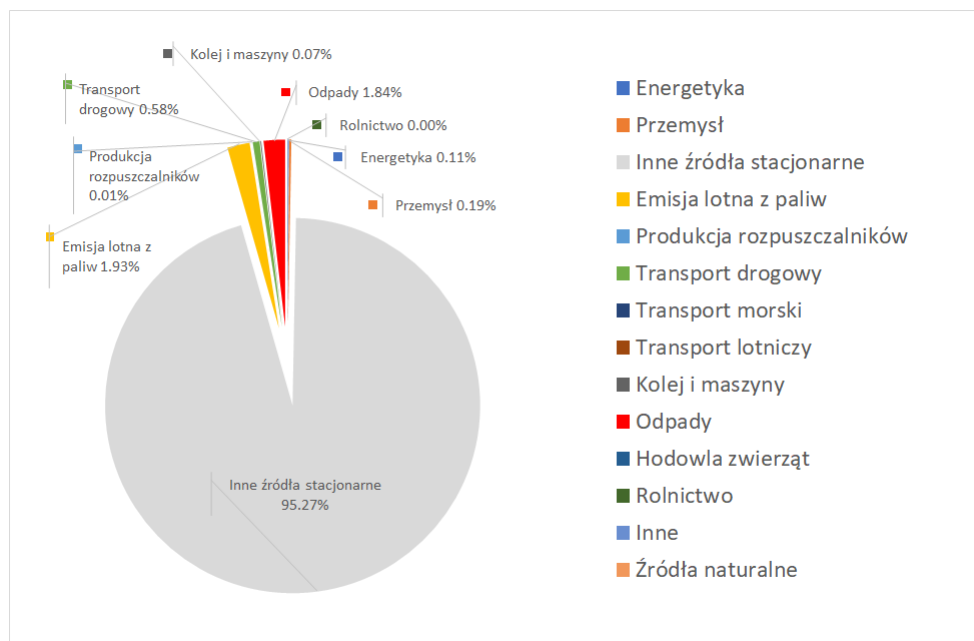
W rozdziale przedstawiono dane dotyczące emisji za 2021 rok, jako ostatnie publicznie dostępne.

Tab. 3-1. Emisja WWA w Polsce w 2021 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	0,271	0,003	0,122	0,122	0,024
Przemysł	0,473	0,006	0,190	0,191	0,086
Inne źródła stacjonarne	242,806	84,585	85,324	39,195	33,703
Emisja lotna z paliw	4,920	1,485	1,857	0,928	0,650
Produkcja rozpuszczalników	0,020	0,008	0,004	0,004	0,004
Transport drogowy	1,482	0,258	0,488	0,457	0,279
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	0,184	0,069	0,115	0,000	0,000
Odpady	4,692	0,865	1,719	2,108	0,000
Hodowla zwierząt	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rolnictwo	0,009	0,002	0,004	0,002	0,001
Inne	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Źródła naturalne	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
łącznie	254,858	87,281	89,824	43,007	34,746

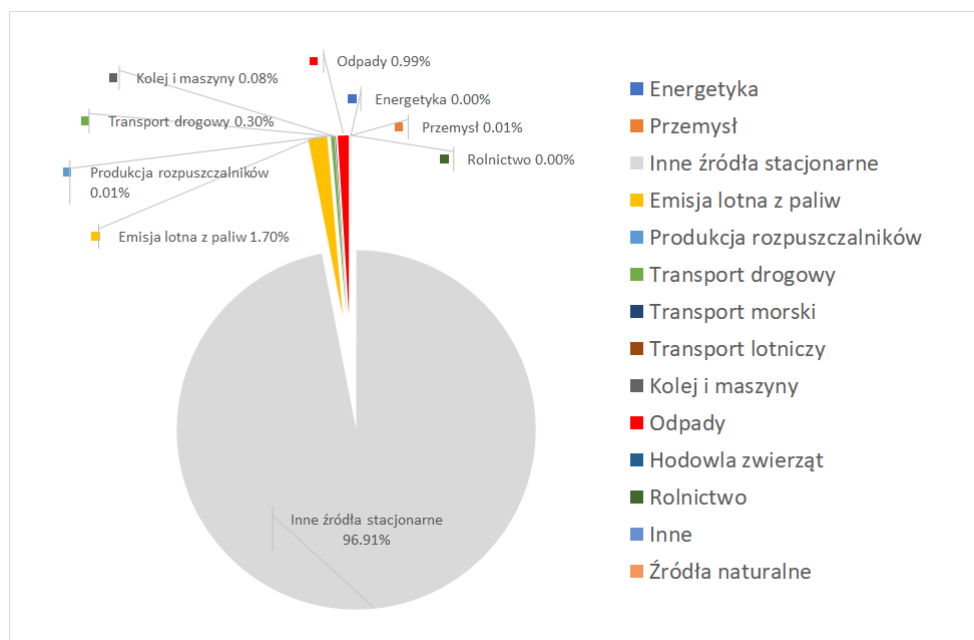
W 2021 roku w Polsce, głównym źródłem emisji czterech wspomnianych podlegających inwentaryzacji WWA, tj. B(a)A, B(b)F, B(k)F oraz I(1,2,3-cd)P były źródła komunalno-bytowe (blisko 95,3%). Kolejnymi źródłami emitującymi WWA już na znacznie niższym poziomie są: emisja lotna z paliw (1,9%) i spalanie odpadów (ponad 1,8%) oraz blisko 3 krotnie mniej - transport drogowy (0,6%) – Tab. 3-1, Rys. 3-1. Pozostałe źródła charakteryzowały się znikomą emisją WWA.



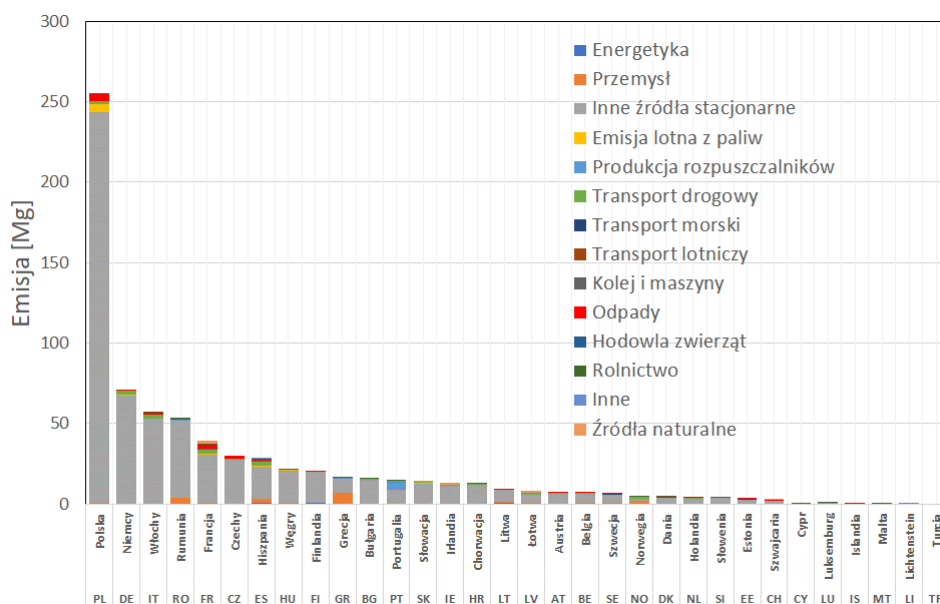
Rys. 3-1. Udział największych sektorów w emisji 4 WWA w Polsce w roku 2021

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

W 2021 roku bardzo zbliżony udział poszczególnych kategorii źródeł emisji jak dla sumy czterech WWA zaobserwowano w przypadku B(a)P - z dominującym udziałem źródeł komunalno-bytowych (nieco ponad 96,9%), emisji lotnych z paliw (1,7%) oraz spalania odpadów (0,99%) – Rys. 3-2. Pozostałe sektory charakteryzowały się znikomą lub wręcz zerową emisją B(a)P, więc ich udział w emisji sumarycznej wynosił poniżej promila (np. rolnictwo).



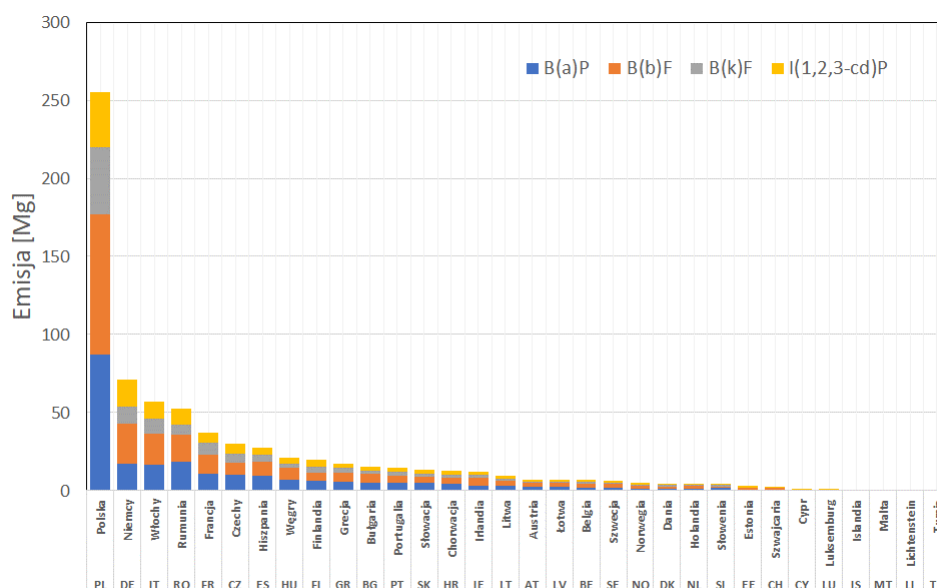
Rys. 3-2. Udział największych sektorów w emisji B(a)P w Polsce w roku 2021
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 3-3. Sektorowa emisja sumy WWA w krajach Europy w 2021 roku
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W Europie, w 2021 roku wyemitowano do atmosfery blisko 719 Gg czterech wymienionych wyżej WWA. Udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej WWA wynosił ponad 35% 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).



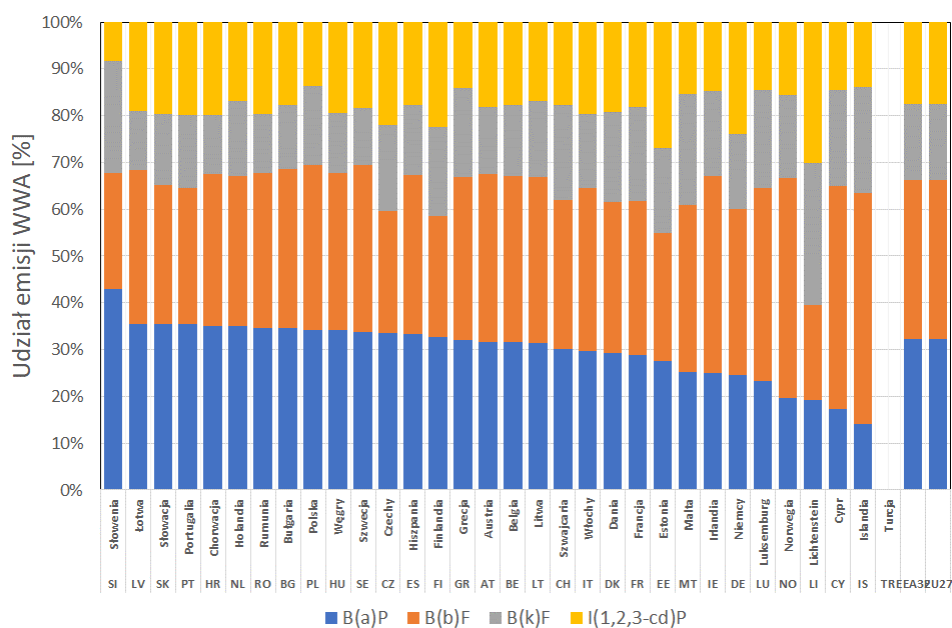
Rys. 3.4 Emisja WWA w krajach Europy w 2021 roku

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

Należy podkreślić, że 8 krajów, tj. Polska, Niemcy, Włochy, Rumunia, Francja, Czechy, Hiszpania i Węgry, odpowiada za blisko 2/3 emisji WWA (77% co stanowi nieco ponad 0,5 mln ton, w tym z Polski ponad 0,25 mln ton) w Europie. Warto zaznaczyć, że w tym bilansie nie jest uwzględniona Wielka Brytania - Rys 3-5.

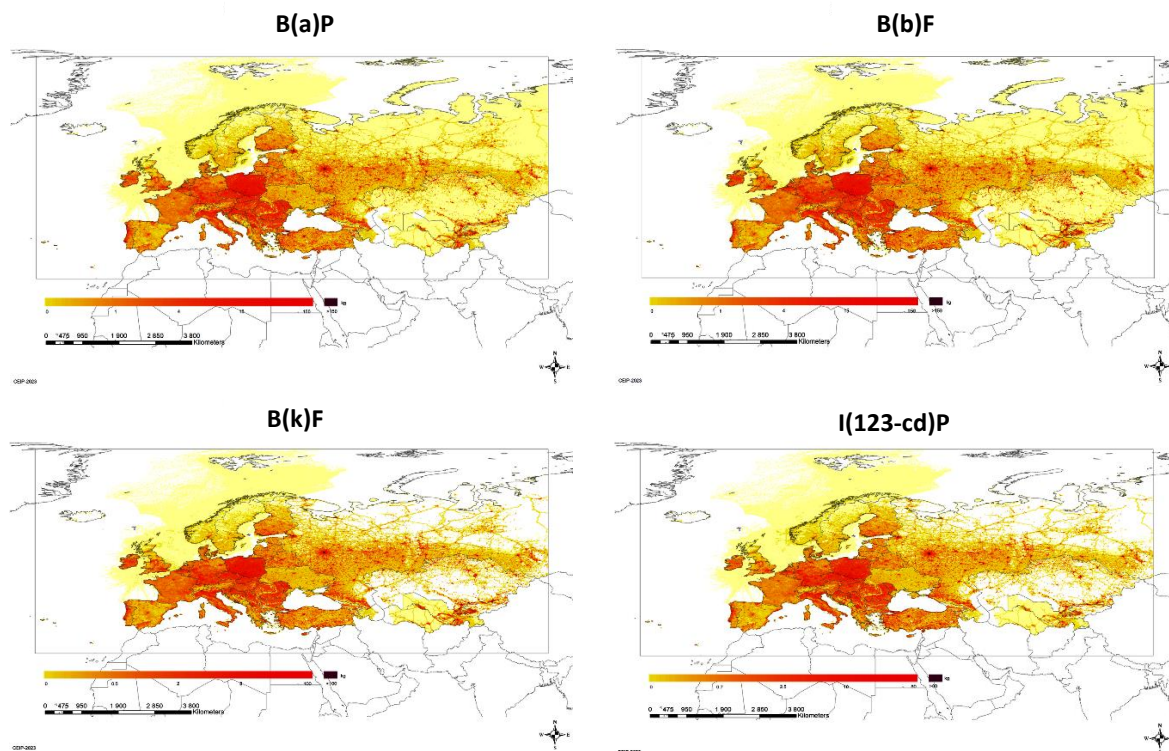
W całkowitej emisji czterech analizowanych WWA w Europie w roku 2021, obliczonej z 31 krajów (bez Turcji i Wielkiej Brytanii), dominuje emisja B(b)F (33,9% emisji całkowitej) i B(a)P (32,2%). Udział pozostałych WWA, tj. B(k)F i I(1,2,3-cd)P wynosił odpowiednio 16,3% i 17,5%. W przypadku 5 krajów Europy, zaobserwowano wysokie (przekraczające lub bliskie 35%) udziały emisji B(a)P, w przypadku Słowenii (blisko 43%) oraz Łotwy, Słowacji, Portugalii i Chorwacji (od 35 do 36%) - Rys. 3-5.

Problem wysokich emisji WWA w poszczególnych krajach potwierdzają mapy przestrzennego rozkładu emisji poszczególnych WWA (Rys. 3-6).



Rys. 3.5. Udział emisji poszczególnych WWA w krajach europejskich oraz łącznie w EEA-32 i UE-27 w roku 2021
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

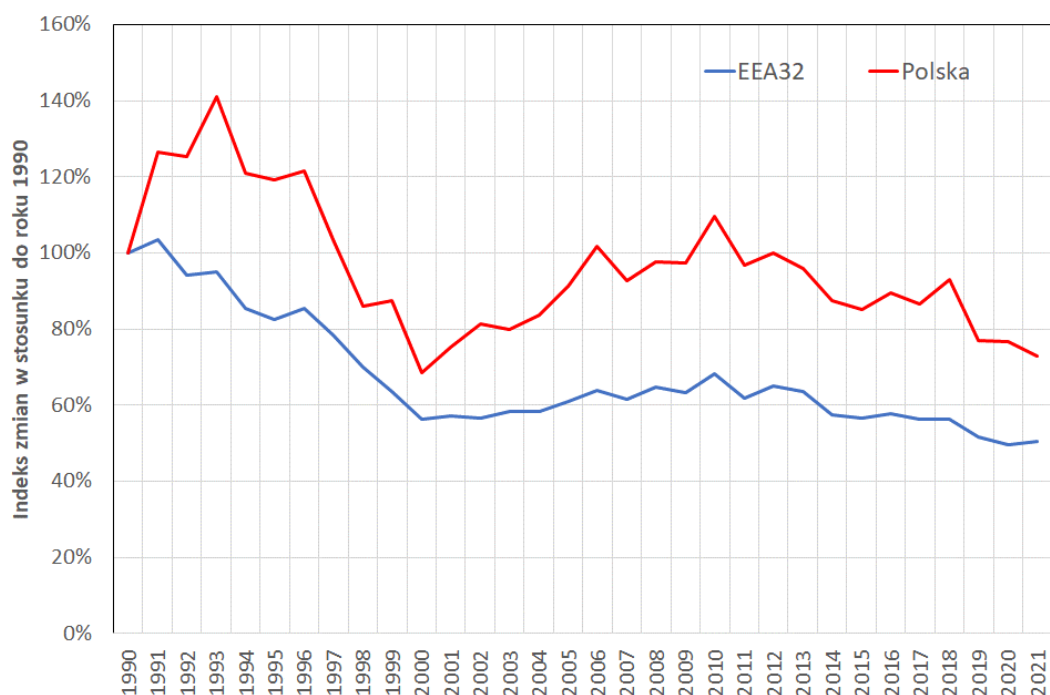
Analiza zmian emisji WWA w krajach Europy w okresie 1990-2021 wskazuje na trendy malejące. Szczególnie zauważalne spadki dotyczą sumy łącznej emisji WWA obliczonej dla 32 krajów (z wyłączeniem Wielkiej Brytanii).



Rys. 3-6. Rozkład emisji WWA: (B(a)P, B(b)F, B(k)F, I(123-cd)P) w domenę objętej Konwencją LRTAP w roku 2021
Źródło: CEIP EMEP, LRTAP

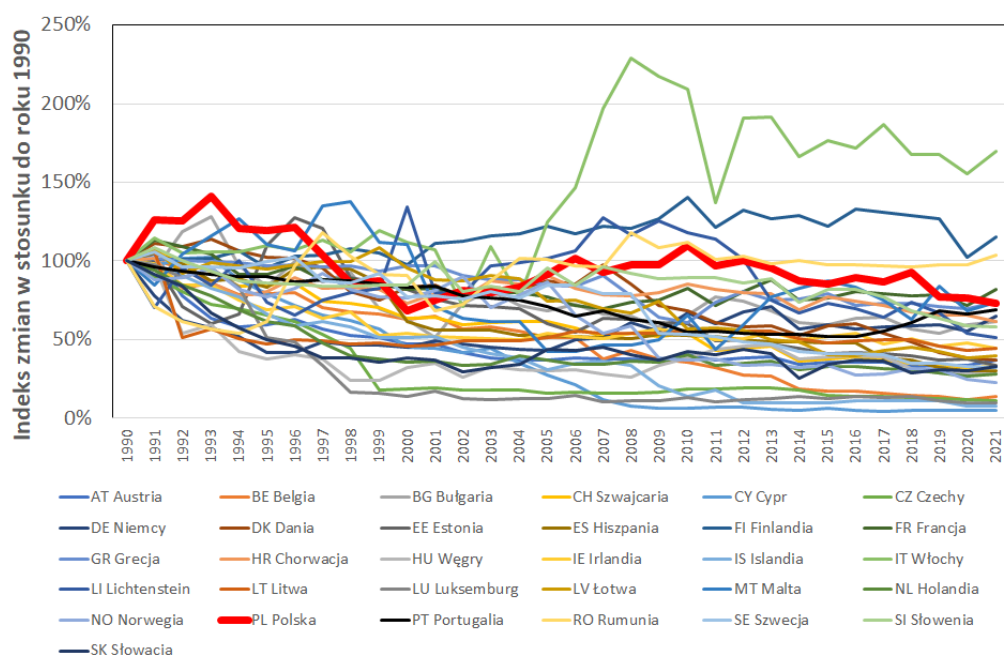
W przypadku Polski trudno mówić o wyraźnym trendzie spadkowym, głównie z powodu wzrostu emisji sumy WWA w okresie 1991-1998 w stosunku do roku 1990, a następnie znacznym spadku do roku 2000 i kolejnym wzroście do roku 2010. Od 2010 roku zauważalna jest utrzymująca się tendencja spadkowa z wyjątkiem okresu 2015-2018, kiedy zanotowano niewielkie wzrosty (Rys. 3-7).

Tempo redukcji emisji kluczowego dla zdrowia WWA, jakim jest B(a)P, w Polsce na tle innych krajów europejskich wskazuje na relatywnie niewielkie zmiany w okresie 1990-2021. 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 na stacjach monitoringu jakości powietrza (okres 2010-2021), wskazują na wyraźną tendencję spadkową w Polsce wynoszącą blisko 67% w stosunku do roku 2010 i jest to jeden ze wskaźników poniżej średniej europejskiej wynoszącej ponad 76%. Niższe wartości niż dla Polski dotyczą 11 krajów, w tym z najniższą redukcją w Belgii (niecałe 40%) oraz Lichtensteinie (blisko 44%). Najwyższe zmiany emisji w roku 2021 w stosunku do 1990 roku (powyżej 90%) zanotowano w przypadku 8 krajów, tj. Portugalii, Grecji, Malty, Francji, Niemiec, Bułgarii, Rumunii i Austrii (Rys. 3-8).



Rys. 3-7. 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, INFRAIR



Rys. 3-8. Trend zmian emisji B(a)P w krajach Europy w poszczególnych latach w stosunku do roku 1990
 Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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*⁸, 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 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, a 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*⁹ (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. Urz. UE L 344 z 17.12.2016

⁹ 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)*¹⁰. 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 Europy¹¹ 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 powietrzu¹², 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 powietrza¹³.

Zadania, które obejmują pomiary i ocenę zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, określone w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska (na rok 2022), dotyczącym monitoringu jakości powietrza¹⁴, 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 którego określono poziom docelowy ze względu na ochronę zdrowia, który nie powinien być przekraczany na całym terytorium kraju. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska

¹⁰ Dz. U. z 2021 r. poz. 1973, z późn. zm.

¹¹ Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4

¹² 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

¹³ Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4 oraz Dz. Urz. UE L 72 z 14.03.2019, str. 141

¹⁴ 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 powietrzu¹⁵ 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 roku 2022 r. (i z lat 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 2022¹⁶.

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,

¹⁵ t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 845

¹⁶ Wykonawczy program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2022. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2021

- 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 2022 r. sieć monitoringu jakości powietrza, obejmująca 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 Poś¹⁷.

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 jednoczesnym 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.

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 wydziały monitoringu środowiska funkcjonujące w strukturze Departamentu oraz oddziały regionalne Centralnego Laboratorium Badawczego. Zadanie związane z informowaniem

¹⁷ 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”

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 2022 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 powietrzu¹⁸:

- pobór próbek pyłu zawieszonego PM₁₀: norma PN-EN 12341:2014-07 „Powietrze atmosferyczne – Standardowa grawimetryczna metoda określania stężeń masowych frakcji PM₁₀ lub PM_{2,5} 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.

¹⁸ Dz. U. z 2020 r. poz. 2279

W 2022 r. w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na 165 stanowiskach pomiarowych mierzone były stężenia benzo(a)pirenu. Były to w większości (84%) stanowiska tła miejskiego – 138. Na obszarach miejskich funkcjonowało również 5 stanowisk przemysłowych. Pomiary benzo(a)pirenu prowadzono również na 15 stanowiskach tła na obszarach podmiejskich i 7 stanowiskach tła na obszarach pozamiejskich (stanowiły one odpowiednio 9% i 4% stanowisk pomiarowych B(a)P). W poszczególnych województwach znajduje się po kilka-kilkanaście stanowisk pomiarów B(a)P – w 2022 r. najwięcej było ich w województwach małopolskim (19), łódzkim (18) i dolnośląskim (15), a najmniej w podlaskim (4) oraz opolskim (3).

Stężenia 7 WWA w 2022 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 2022 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 powietrzu¹⁹. 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 lat 2021 i 2022 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.

Stężenia WWA oznaczane są w pyle zawieszonym zebranym na filtrze. Do pomiarów stosowane są zarówno poborniki niskoobjętościowe, jak i wysokoobjętościowe (stacje pozamiejskie). 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).

¹⁹ Dz. U. z 2020, poz. 2279



Rys. 5-1. Rozmieszczenie stacji, na których były wykonywane pomiary WWA (zarówno benzo(a)pirenu, jak i sumy WWA) w 2022 r.

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

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	5	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	19	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	2						
mazowieckie	tło	miejski	7	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
	tło	podmiejski	4						
opolskie	tło	miejski	3						
podkarpackie	tło	miejski	11	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
	tło	podmiejski	2						
podlaskie	tło	miejski	4	1	1	1	1	1	1

pomorskie	tło	miejski	5	1	1	1	1	1	1
śląskie	tło	miejski	9	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1						
świętokrzyskie	tło	miejski	7	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	1						
warmińsko-mazurskie	tło	miejski	7	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1	1	1	1	1	1	1
wielkopolskie	tło	miejski	9	1	1	1	1	1	1
zachodniopomorskie	tło	miejski	6	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
Polska	tło	miejski	138	15	15	15	15	15	15
	przemysłowa	miejski	5						
	tło	podmiejski	15						
	tło	pozamiejski	7	3	3	3	3	3	3
	łącznie		165	18	18	18	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 2022 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 2022 r. odniesiono do wartości z wcześniejszych 12 lat (tam, gdzie było to możliwe) i do roku poprzedniego, a wyniki ze stacji europejskich pokazano na tle danych z 2021 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 6% 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 11%, a poszczególnych związków od 8% dla B(b)F do 14% dla D(a,h)A.

Tab. 6.1-1. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i ich sumy w pyłe zawieszonym PM10 oraz stężenia pyłu PM10 w 2022 r.

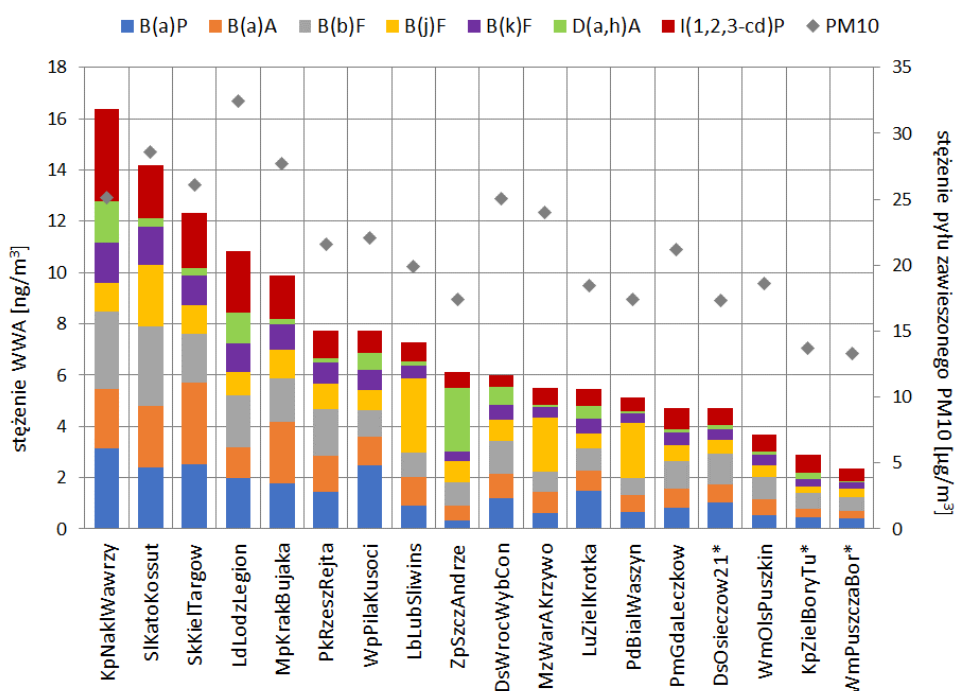
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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	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]
dolnośląskie	Wrocław	DsWrocWybCon	1,19	0,95	1,29	0,83	0,56	0,71	0,44	5,98	25,09
dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow21*	1,05	0,68	1,18	0,54	0,43	0,18	0,63	4,71	17,35
kujawsko-pomorskie	Nakło	KpNaklWawrzy	3,13	2,33	3,03	1,12	1,58	1,60	3,61	16,40	25,10
kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu*	0,47	0,32	0,61	0,23	0,31	0,24	0,70	2,89	13,73
lubelskie	Lublin	LbLubSliwins	0,92	1,10	0,94	2,90	0,50	0,14	0,75	7,27	19,94
lubuskie	Zielona Góra	LuZielKrotka	1,50	0,78	0,86	0,60	0,58	0,47	0,68	5,47	18,47
łódzkie	Łódź	LdLodzLegion	1,98	1,19	2,04	0,91	1,10	1,20	2,41	10,83	32,45
małopolskie	Kraków	MpKrakBujaka	1,77	2,39	1,70	1,12	1,01	0,20	1,71	9,90	27,71
mazowieckie	Warszawa	MzWarAKrzywo	0,64	0,82	0,79	2,09	0,40	0,11	0,64	5,49	23,97
podkarpackie	Rzeszów	PkRzeszRejta	1,46	1,38	1,82	1,00	0,85	0,15	1,07	7,73	21,60
podlaskie	Białystok	PdBialWaszyn	0,65	0,66	0,70	2,14	0,36	0,10	0,50	5,11	17,38
pomorskie	Gdańsk	PmGdaLeczkow	0,83	0,75	1,06	0,62	0,51	0,11	0,82	4,71	21,21
śląskie	Katowice	SlKatoKossut	2,41	2,40	3,11	2,37	1,48	0,35	2,05	14,18	28,57
świętokrzyskie	Kielce	SkKielTargow	2,51	3,21	1,89	1,13	1,17	0,27	2,14	12,31	26,08
warmińsko-mazurskie	Olsztyn	WmOlsPuszkina	0,56	0,58	0,87	0,49	0,42	0,10	0,68	3,69	18,64
warmińsko-mazurskie	Puszcza Borecka	WmPuszczaBor*	0,40	0,30	0,56	0,32	0,22	0,06	0,49	2,35	13,34
wielkopolskie	Piła	WpPilaKusoci	2,49	1,09	1,05	0,79	0,78	0,65	0,86	7,72	22,06
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzczAndrze	0,32	0,57	0,92	0,82	0,40	2,48	0,60	6,11	17,42
Polska	średnia z 18 stacji		1,35	1,20	1,36	1,11	0,70	0,51	1,16	7,38	21,67
	średnia z 15 stacji miejskich		1,49	1,35	1,47	1,26	0,78	0,58	1,26	8,19	23,05

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)

Ocena wyników stężeń ze stanowisk reprezentujących różne typy obszaru pokazuje, że dla wszystkich analizowanych związków wyższe wartości stężenia odnotowano na stanowiskach tła miejskiego (wartość średnia z 15 stanowisk), a mniejsze na stanowiskach tła pozamiejskiego (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 47% w przypadku B(b)F, po 73% w przypadku D(a,h)A, przy różnicy stężeń pyłu zawieszonego PM10 na poziomie 36%. Należy jednak pamiętać o różnej liczbie porównywanych stanowisk (Tab. 6.1-2).

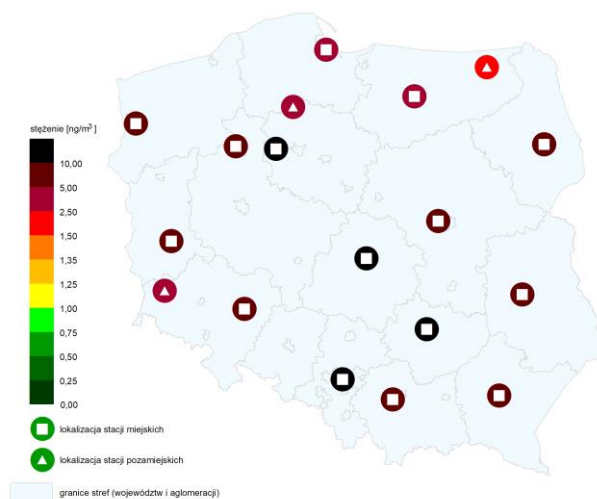


Rys. 6.1-2. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i sumy ich stężeń w pyle zawieszonym PM10 na tle stężeń pyłu PM10 w 2022 r. na poszczególnych stacjach

*stacje tła pozamiejskiego

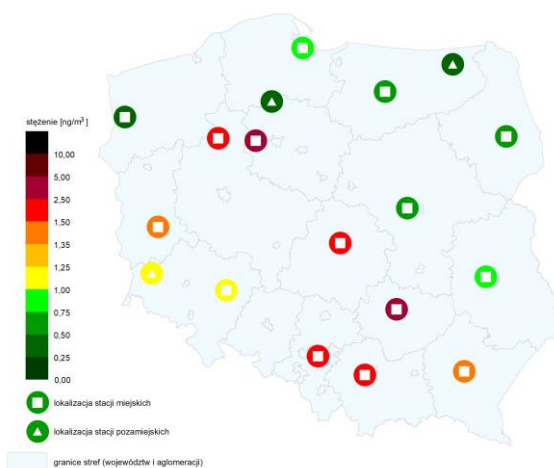
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analizując rozkład przestrzenny sumy stężeń WWA w miastach w Polsce można zauważyć wyraźny gradient: najniższe wartości występowały w miastach na północy Polski – w Olsztynie, Gdańsku, Białymstoku i rosły one w miarę przesuwania się na południe, osiągając maksymalne wartości na stacjach w Łodzi, Kielcach i Katowicach (Rys. 6.1-3). Wyjątek stanowi Nakło nad Notecią, gdzie roczna suma WWA w 2022 r. uplasowała się na 1 miejscu. 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.

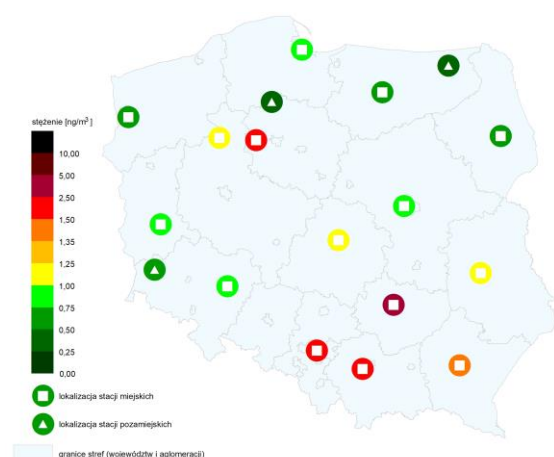


Rys. 6.1-3. Średnie roczne sumy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

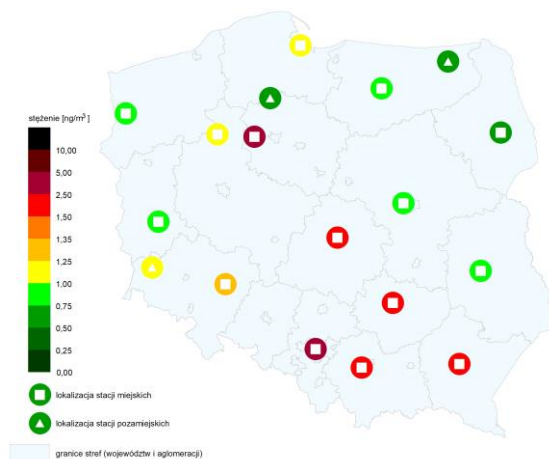
$B(a)P$



$B(a)A$



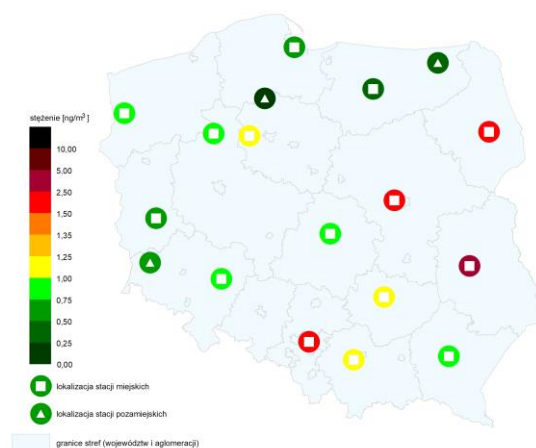
$B(b)F$



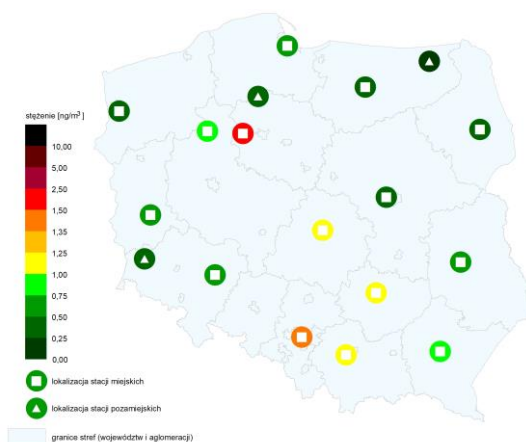
Rys. 6.1-4. Średnie roczne stężenia $B(a)P$, $B(a)A$ i $B(b)F$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2022 r.

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

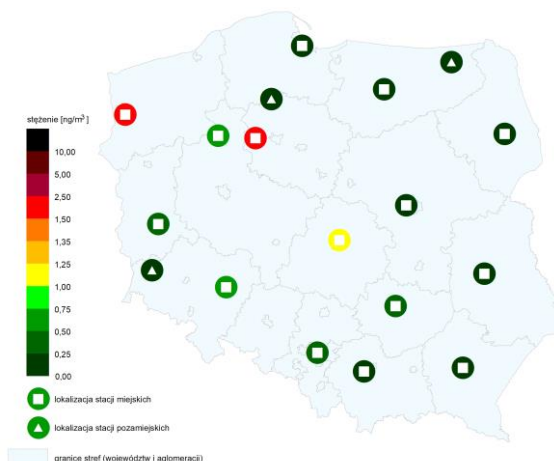
$B(j)F$



$B(k)F$



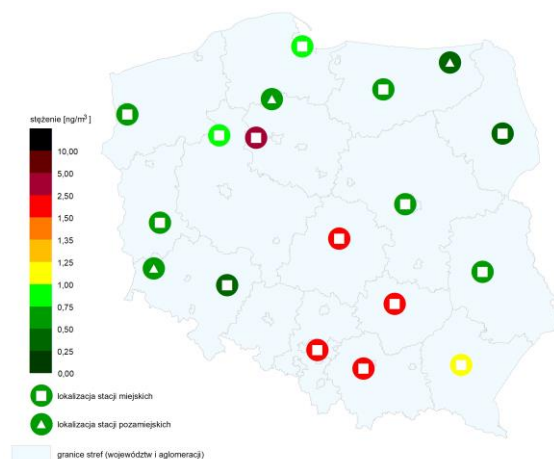
$D(a,h)A$



Rys. 6.1-5. Średnie roczne stężenia $B(j)F$, $B(k)F$ i $D(a,h)A$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2022 r.

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

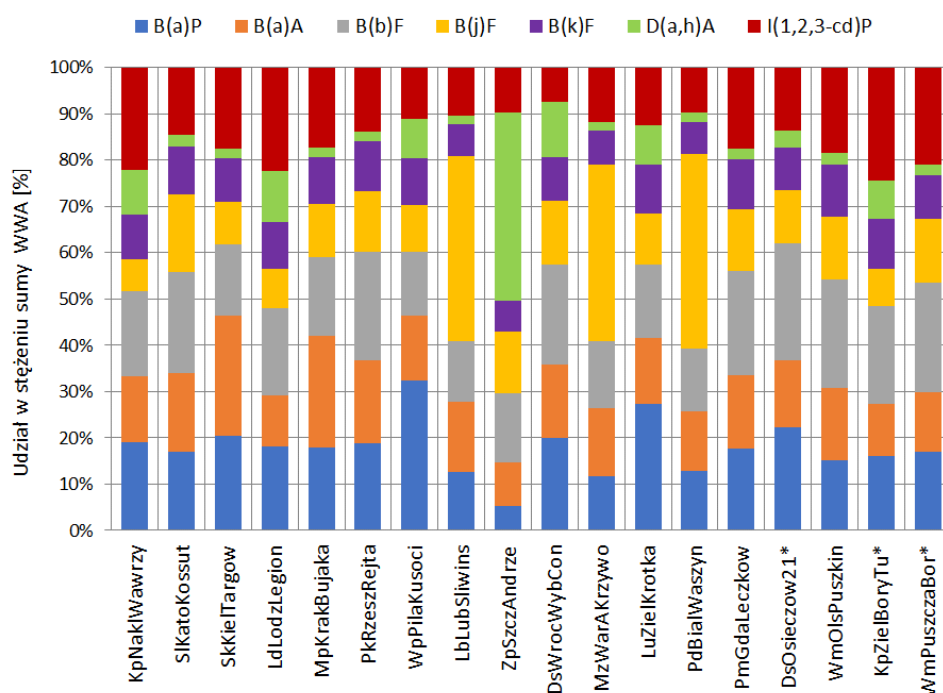
$I(1,2,3-cd)P$



Rys. 6.1-6. Średnie roczne stężenia $I(1,2,3-cd)P$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2022 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 2022 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 19%) znalazł się w 2022 r. B(b)F, na drugim (z udziałem nieco ponad 18%) B(a)P, na trzecim miejscu (17%) B(a)A, a na czwartym – B(j)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 7% (Tab. 6.1-3). W stosunku do poprzedniego roku nastąpiła zamiana na pierwszych dwóch miejscach i B(a)P nieco stracił na znaczeniu.

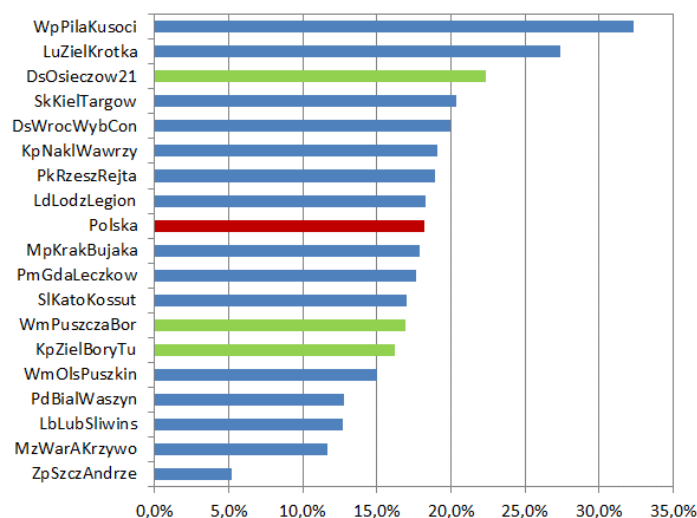
Zmiany w kolejności występowania WWA zaszły na wielu stacjach. Jedynie na dwóch, spośród osiemnastu stacji: w Zielonej Górze i Pile, na pierwszym miejscu występuje B(a)P, na kolejnych siedmiu: we Wrocławiu, Osieczowie, Rzeszowie, Gdańsku, Katowicach, Olsztynie i Puszczy Boreckiej pierwsze miejsce w sumie WWA zajmuje B(b)F, na kolejnych trzech stacjach: w Nakle, Zielonce i Łodzi pierwszy jest I(1,2,3-cd)F, a na następnych trzech: w Lublinie, Warszawie i Białymstoku B(j)F, a na pozostałych trzech dominują inne związki – w Krakowie i Kielcach B(a)A, a w Szczecinie D(a,h)A. Warto zauważyć, że na większości stacji – poza pięcioma: we Wrocławiu, w Nakle, Zielonce, Łodzi 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 2022 r. (źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ)

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

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

W stosunku do wcześniejszego roku nastąpiło przesunięcie na dalsze pozycje benzo(a)pirenu, ale tylko na pięciu z analizowanych stacji, B(a)P zajmuje dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Lublinie, Białymstoku i Olsztynie, gdzie znajduje się na czwartym miejscu, w Warszawie, gdzie jest piąty oraz w Szczecinie – na siódmym, ostatnim. Jego udział w sumie WWA na poszczególnych stanowiskach osiągnął w 2022 r. od ok. 5% w Szczecinie do ponad 32% w Pile, a dla wyników średnich Polsce udział B(a)P wyniósł ok. 18% (Rys. 6.1-8). Najbliżej tej wartości dla uśrednionych wyników stężeń na stacjach w Polsce są stacje w Łodzi, Krakowie i Gdańsku (udział stężenia B(a)P w sumie stężeń WWA był tam najbardziej zbliżony do 18%). Udział B(a)P na poziomie 20% i wyższym obserwuje się na pięciu stacjach, przy czym w tej grupie są zarówno stacje miejskie (we Wrocławiu, Kielcach, Zielonej Górze i Pile), jak i stacja pozamiejska (w Osieczowie). Udział poniżej 15% odnotowano w Białymstoku, Lublinie, Warszawie i Szczecinie.



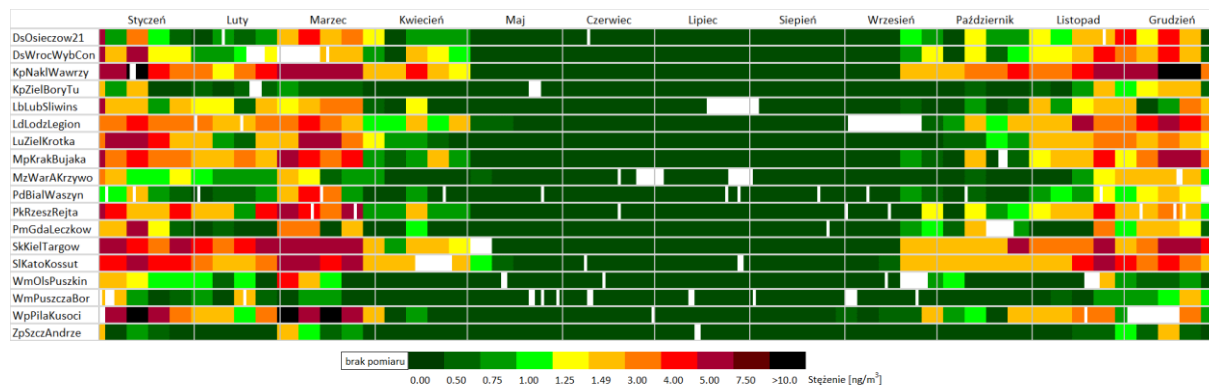
Rys. 6.1-8. Udział B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2022 r. na poszczególnych stacjach. (niebieskim kolorem zaznaczono stacje tła miejskiego, zielonym stacje pozamiejskie, a czerwonym Polskę)

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 2022 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 brak danej.

W przebiegu dobowych wartości stężeń B(a)P zaznacza się wyraźna przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza (Rys. 6.1-9). W ciągu trzech letnich miesięcy 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 najchłodniejszych miesiącach – styczniu, lutym i grudniu, a w 2022 roku także w marcu.

Największe różnice między stężeniami B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ pomiędzy chłodną a ciepłą połową roku są widoczne na stacji w Pile (17 razy wyższe stężenie średnie w chłodnej połowie roku niż w ciepłej) oraz Zielonej Górze (odpowiednio 15 razy wyższe w chłodnym sezonie). Na większości stacji miejskich stężenie w sezonie chłodnym jest od 7 do 9 razy wyższe niż w sezonie ciepłym, a dla średnich wartości w kraju – 8 razy wyższe.

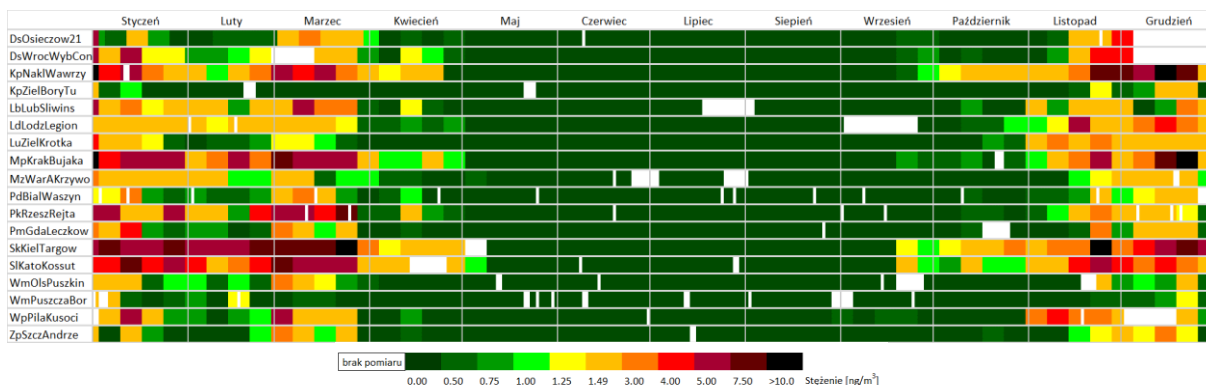


Rys. 6.1-9. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)P na poszczególnych stacjach w 2022 r.

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.

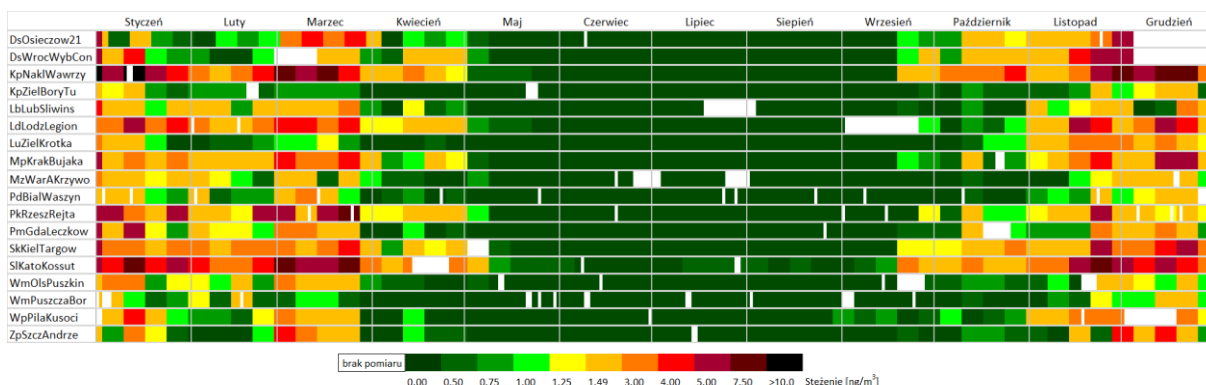
Średnie w kraju stężenie B(a)A w sezonie chłodnym było ponad 9-krotnie wyższe niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach wartości w chłodnej połowie roku były od 6 razy wyższe na stacji w Katowicach do 22 razy wyższe niż w ciepłej połowie roku w Zielonej Górze.



Rys. 6.1-10. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)A na poszczególnych stacjach w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

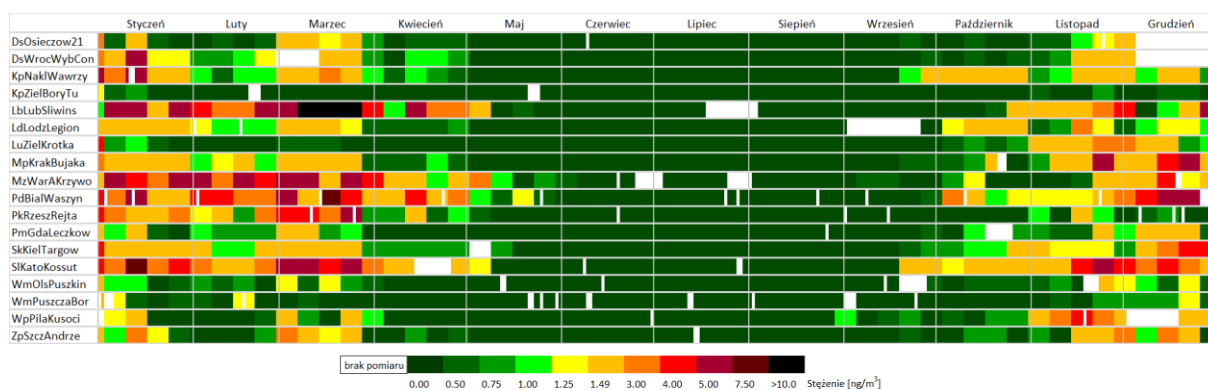
W przypadku B(b)F w pyłe zawieszonym PM₁₀ (Rys. 6.1-11) w miesiącach letnich (czerwiec, lipiec i sierpień) obserwuje się na większości stacji stężenia poniżej 0,5 ng/m³. Najwyższe wartości występowały w styczniu, lutym, grudniu oraz marcu, przy dużym zróżnicowaniu wartości w zależności od lokalizacji stacji. Na stacjach w Kielcach, Katowicach i w Nakle wysokie wartości 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 na stacjach w Nakle, Krakowie i Kielcach (pojedyncze tygodnie).

Dla uśrednionych w skali kraju wyników ze wszystkich stacji stężenie B(b)F w sezonie chłodnym było ponad 6-krotnie wyższe niż w sezonie ciepłym. Największe różnice – podobnie, jak dla innych WWA – obserwuje się na stacji w Zielonej Górze (blisko 14-krotna). Na pozostałych stacjach średnie stężenia z sezonu chłodnego były od 4 do 8 razy wyższe od średnich z sezonu ciepłego.



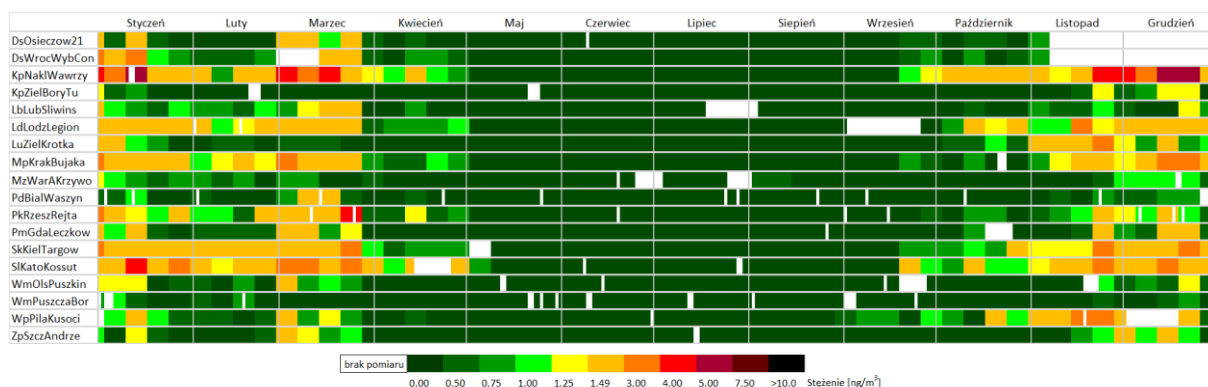
Rys. 6.1-11. Przebieg stężeń 24-godz. B(b)F na poszczególnych stacjach w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Najniższe wartości stężeń B(j)F występowały latem, a najwyższe 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 6-krotnie wyższe od odpowiadającego mu stężenia z sezonu ciepłego. Stężenia na poszczególnych stacjach były 4 - 23 razy wyższe w chłodnej połowie roku (Rys. 6.1-12).



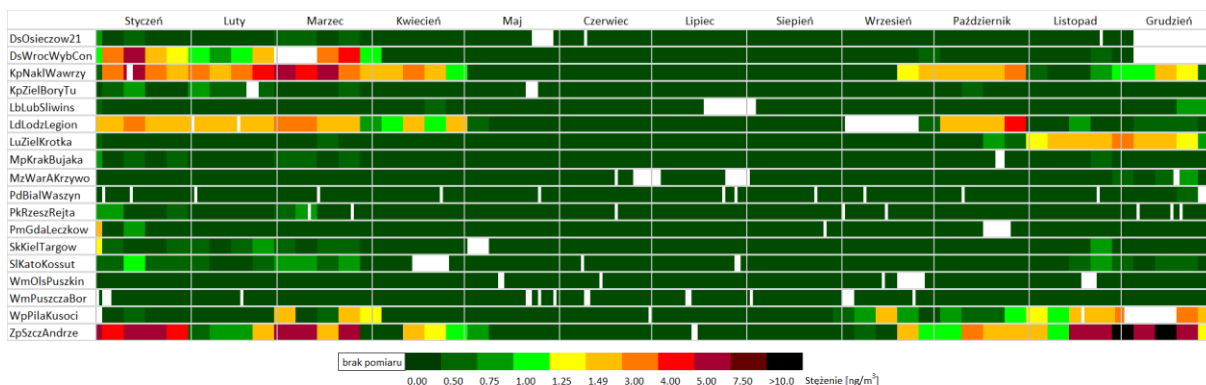
Rys. 6.1-12. Przebieg stężeń 24-godz. B(j)F na poszczególnych stacjach w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przebieg sezonowy stężeń B(k)F 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 ponad 6-krotnie wyższa niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach przewyższała ją od 5 do 17 razy w przypadku stacji miejskich i od 5 do 8 razy w przypadku stacji pozamiejskich.



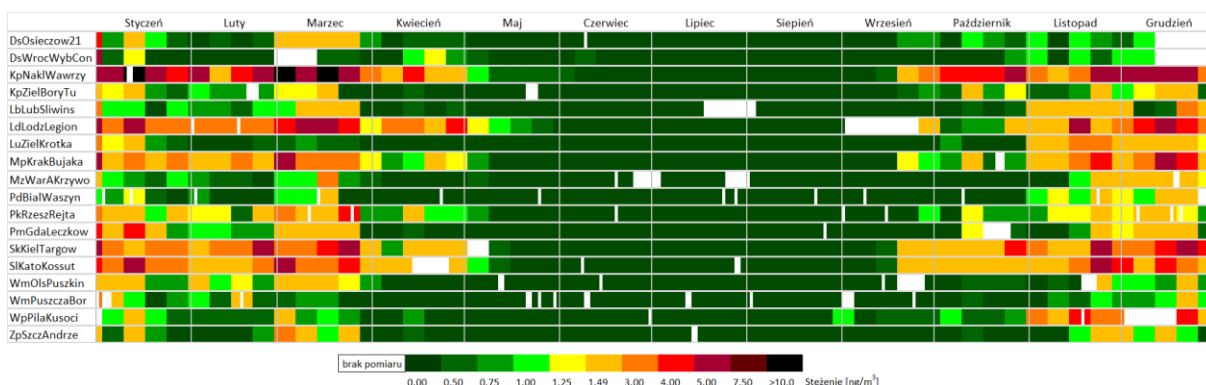
Rys. 6.1-13. Przebieg stężeń 24-godz. B(k)F na poszczególnych stacjach w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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). Na tym obrazie zaznacza się odmienność 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 blisko 6 razy wyższe niż w ciepłej. Na poszczególnych stacjach różnice te przyjmowały wartości od kilku do kilkunastu razy, z maksimum w Zielonej Górze (23 razy). Wśród stacji o największych wartościach w chłodnej połowie roku należy zaliczyć Szczecin, Nakło, Łódź i Piłę.



Rys. 6.1-14. Przebieg stężeń 24-godz. D(a,h)A na poszczególnych stacjach w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

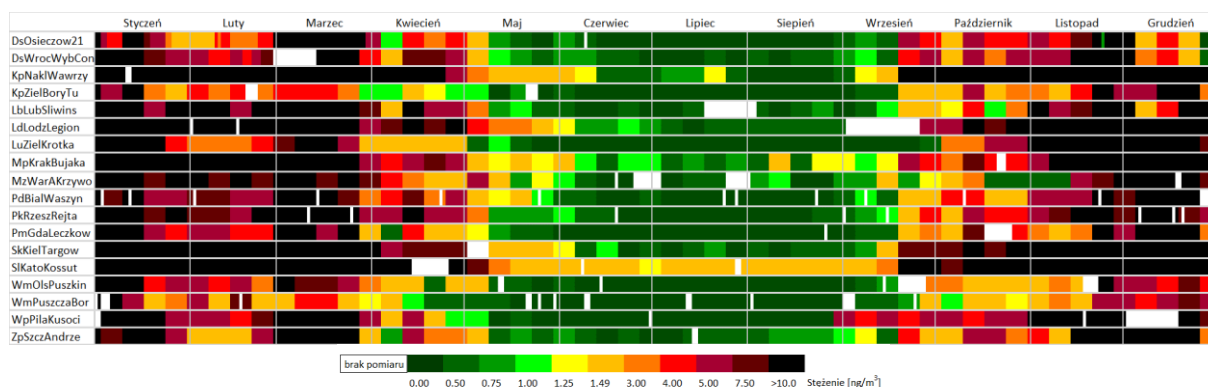
Obraz sezonowych zmian stężeń I(1,2,3-cd)P jest taki, jak obserwowany dla innych WWA. Okres występowania najmniejszych wartości przypada na wszystkich stacjach na miesiące letnie i wydłuża się na stacjach pozamiejskich i stacjach miejskich o niższym poziomie stężeń na późną wiosnę i wczesną jesień (Rys. 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 2 do 12 razy od średnich z ciepłego sezonu. Dla średnich wartości stężeń w kraju zaobserwowano ponad 5-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 2022 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, marcu i grudniu, nieco niższe w lutym i listopadzie, 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 najniższymi 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 6-krotnie wyższa od sumy średnich stężeń w sezonie ciepłym. Największą różnicę – ponad 16-krotną przewagę wartości z sezonu chłodnego – widać na stacji w Zielonej Górze, a najniższe – ok. 5-krotnego wzrostu – na stacjach we Wrocławiu, Łodzi, Warszawie i Białymstoku. Na stacjach pozamiejskich stężenia w chłodnej połowie roku były wyższe: 5-krotnie w Osieczowie, 7-krotnie w Zielonce i 8-krotnie w Puszczy Boreckiej.



Rys. 6.1-16. Przebieg sumy stężeń 24-godz. WWA na poszczególnych stacjach w 2022 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 stałych oraz płynnych do celów grzewczych, a tym samym ze wzrostem emisji WWA (oraz pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5}) z pieców i palenisk, 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 2022 r. na większości stacji, poza Osieczowem i Gdańskiem, odnotowano niższe średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ niż w 2021 r. Różnice względne pomiędzy wartościami stężeń w tych dwóch latach wyniosły od kilku do kilkunastu procent, osiągając wartości od ok. 2% na stacji we Wrocławiu do blisko 15% na stacji w Kielcach, w przypadkach spadku i nieco ponad 2% w przypadkach wzrostu (w Osieczowie i Gdańsku). Uśrednione stężenie pyłu zawieszonego PM₁₀ z wszystkich 18 stacji uwzględnionych w ocenie było w 2022 r. o ok. 8% niższe od notowanego rok wcześniej; dla stacji miejskich (bez uwzględniania 3 stacji pozamiejskich) różnica wyniosła ok. 9%, a dla pozamiejskich ok. 4% (Tab. 6.1-4 i 6.1-5).

Takie zmiany stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ nie przełożyły się bezpośrednio na identyczne zmiany stężeń badanych WWA. Uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne wszystkich WWA były niższe od notowanych w 2021 roku, a spadek sumy stężeń WWA wyniósł 32,2%, największy był dla B(a)A (ponad 40%), nieco mniejszy dla B(a)P, B(b)F, B(k)F i I(1,2,3-cd)P (ponad 30%), mniejszy dla B(k)F (ponad 20%), a najmniejszy dla D(a,h)A (0,5%). Jednak na poszczególnych stacjach sytuacja przedstawiała się różnie. Na 8 spośród 18 stacji odnotowano spadek stężeń wszystkich badanych WWA: w Osieczowie, Krakowie, Rzeszowie, Katowicach, Kielcach, Pile, Puszczy Boreckiej i Gdańsku (dla 6 WWA, ponieważ z 2021 roku dostępne były dane tylko dla 6 składników). Na pozostałych stacjach sytuacja była różna dla

poszczególnych związków. Wśród stacji, na których odnotowano wzrost stężeń więcej niż jednego wielopierścieniowego węglowodoru aromatycznego są stacje: w Nakle, Olsztynie i Szczecinie. Na reszcie stacji: we Wrocławiu, w Zielonce, Lublinie, Zielonej Górze, Łodzi, Warszawie i Białymstoku dla pojedynczych WWA widać wzrosty stężeń w stosunku do wartości z poprzedniego roku.

Tab. 6.1-4. Zmiany względne w roku 2022 w stosunku wartości średnich z 2021 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	-51,8%	-44,2%	-45,4%	-41,0%	-47,3%	100,9%	-72,2%	-45,5%	-1,8%
DsOsieczow21*	-47,1%	-53,6%	-33,3%	-51,6%	-47,7%	-45,9%	-51,5%	-46,6%	2,5%
KpNakIWawrzy	-19,7%	-49,3%	-16,7%	-48,7%	-15,5%	481,4%	25,7%	-15,1%	-13,3%
KpZielBoryTu*	-46,6%	-64,4%	-41,3%	-60,0%	-41,6%	275,5%	-2,3%	-38,8%	-12,6%
LbLubSliwins	-67,0%	-54,0%	-49,1%	517,3%	-58,6%	-56,6%	-52,4%	-31,7%	-13,8%
LuZielKrotka	-5,8%	-54,8%	-35,6%	-50,5%	-24,1%	97,0%	-36,2%	-31,1%	-4,2%
LdLodzLegion	-9,8%	6,3%	-11,2%	-28,8%	-9,0%	-7,7%	-21,7%	-13,2%	-9,6%
MpKrakBujaka	-50,0%	-43,3%	-23,3%	-35,7%	-33,6%	-43,4%	-36,1%	-39,1%	-13,5%
MzWarAKrzywo	-50,9%	-47,6%	-48,1%	9,0%	-48,1%	-23,4%	-23,0%	-31,9%	-4,4%
PkRzeszRejta	-48,6%	-43,0%	-34,0%	-33,9%	-31,1%	-53,2%	-41,0%	-40,1%	-13,3%
PdBialWaszyn	-42,2%	-20,5%	-41,6%	80,9%	-42,0%	-28,6%	-24,8%	-11,2%	-13,6%
PmGdaLeczkow	-21,1%	-32,9%	-41,2%		-32,1%	-65,3%	-52,3%	-30,4%	2,3%
SlKatoKossut	-34,4%	-41,1%	-30,1%	-33,1%	-36,0%	-39,3%	-33,9%	-34,8%	-8,6%
SkKielTargow	-43,9%	-34,5%	-58,8%	-59,8%	-48,7%	-81,5%	-40,9%	-49,0%	-14,7%
WmOlsPuszkina	-20,7%	-22,1%	18,3%	-22,1%	-15,9%	35,2%	-1,6%	-9,3%	-5,6%
WmPuszczaBor*	-28,4%	-44,1%	-28,7%	-23,0%	-29,4%	-28,0%	-30,7%	-30,9%	-1,6%
WpPilaKusoci	-26,7%	-36,4%	-47,9%	-63,0%	-32,9%	-24,9%	-23,5%	-37,9%	-3,3%
ZpSzczAndrze	-46,5%	-12,7%	13,2%	32,1%	23,9%	28,0%	-10,7%	8,8%	-7,6%
średnia	-37,9%	-41,4%	-34,3%	-23,6%	-34,2%	-0,5%	-30,3%	-32,2%	-8,2%

*stacje tła regionalnego

Zmiany względne – zarówno spadki, jak i wzrosty – osiągnęły na ogół wartości od kilku do kilkudziesięciu procent. W pojedynczych przypadkach odnotowano wzrosty rzędu kilkuset procent: w Lublinie dla B(k)F (517%), w Nakle dla D(a,h)A (481%), w Zielonce dla D(a,h)A (275%) i bliskie 100%: we Wrocławiu dla D(a,h)A (100%) i w Zielonej Górze dla D(a,h)A (97%).

Dla wszystkich badanych WWA, uśrednione dla stacji miejskich stężenia w roku 2022 były niższe niż w poprzednim roku, podobnie, jak stężenia pyłu zawieszonego PM10 (Tab. 6.1-5). Dla stacji pozamiejskich odnotowano również spadki dla wszystkich WWA, poza D(a,h)A, dla którego można zauważyć niewielki wzrost w stosunku do wartości z poprzedniego roku. Różnice względne dla stężeń pyłu wyniosły blisko -9% na stacjach tła miejskiego i blisko -4% na stacjach tła pozamiejskiego. Średnie stężenia WWA na stacjach tła miejskiego były mniejsze w 2022 roku o 20-40% (poza D(a,h)A, którego stężenie praktycznie się nie zmieniło), przy czym najmniejszy spadek zaobserwowano dla B(j)F (o 22%), a największy dla B(a)A (o 40%). Dla uśrednionych wyników ze stacji pozamiejskich widać większe spadki stężeń WWA z roku na rok – od ok. 33% dla I(1,2,3-cd)P do ponad 55% dla B(a)A, pomimo mniejszego spadku stężenia pyłu zawieszonego.

Tab. 6.1-5. Zmiany względne w roku 2022 w stosunku wartości średnich z 2021 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	PM10
miejski	-37,3%	-40,2%	-34,3%	-22,0%	-33,5%	-0,6%	-30,0%	-31,4%	-8,8%
pozamiejski	-43,9%	-55,2%	-34,6%	-48,2%	-42,4%	1,1%	-33,2%	-41,3%	-3,9%

Podobną analizę przeprowadzono dla wyników uzyskanych w 2022 r. w odniesieniu do wartości średnich z okresu 2010-2021. 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 2022 r. na wszystkich omawianych stacjach niższe wartości niż średnie w latach 2010-2021, a różnice względne wyniosły od -15,8% na stacji w Osieczowie do -34,6% na stacji w Krakowie, przy różnicy dla wartości uśrednionych w skali kraju na poziomie -22,4%.

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	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	-63,2%	-63,9%	-62,9%	-60,9%	-65,8%	42,5%	-80,6%	-62,4%	-21,0%
DsOsieczow21	-55,8%	-66,7%	-54,4%	-60,7%	-62,2%	-40,9%	-67,1%	-57,2%	-15,8%
KpZielBoryTu	-39,8%	-60,5%	-29,1%	-57,9%	-35,0%	164,1%	1,1%	-32,4%	-24,6%
LbLubSliwins*	-54,4%	-43,4%	-47,7%	370,1%	-61,3%	-50,9%	-20,8%	-18,0%	-26,3%
LuZielKrotka	-34,3%	-62,8%	-57,2%	-51,2%	-46,0%	3,3%	-55,7%	-48,8%	-19,8%
LdLodzLegion**	-53,3%	-62,7%	-56,6%	-57,0%	-45,0%	30,8%	-56,8%	-50,5%	-20,2%
MpKrakBujaka	-71,0%	-48,4%	-55,6%	-60,0%	-62,9%	-74,0%	-41,8%	-55,0%	-34,6%
MzWarAKrzywo	-68,4%	-59,2%	-61,2%	-11,4%	-63,7%	-34,6%	-58,6%	-48,0%	-20,1%
PdBialWaszyn***	-55,7%	-54,2%	-56,7%	135,2%	-56,5%	-50,2%	-60,5%	-33,8%	-25,4%
PmGdaLecz81	-55,7%	-42,9%	-17,3%	-48,4%	-10,7%	-46,9%	-30,5%	-31,6%	-18,1%
SlKatoKossut	-58,3%	-60,4%	-47,7%	-43,2%	-51,4%	-57,7%	-56,9%	-53,7%	-30,1%
WmOlsPuszkina	-61,7%	-47,7%	-19,7%	-37,9%	-36,7%	-36,3%	-25,8%	-30,4%	-17,8%
WmPuszczBor	-34,7%	-44,1%	-33,3%	-37,9%	-35,0%	-17,0%	-22,2%	-33,7%	-18,0%
WpPilaKusoci	-10,2%	-48,2%	-59,8%	-78,7%	-41,3%	-71,1%	-65,0%	-53,0%	-21,7%
ZpSzczAndr01	-80,0%	-61,4%	-49,1%	-24,4%	-46,9%	-46,0%	-47,6%	-36,4%	-24,4%
Średnia dla Polski	-50,3%	-50,1%	-48,0%	-34,9%	-48,3%	-43,8%	-49,0%	-44,9%	-22,4%

*Lublin - odniesienie do średniej z lat 2013-2021

**Łódź - odniesienie do średniej z lat 2012-2021

***Białystok - odniesienie do średniej z lat 2014-2021

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 2019-2022, z opolskiego, gdyż nie ma danych z lat 2021 i 2022 oraz stacji miejskiej z kujawsko-pomorskiego, gdyż w 2021 r. nastąpiła zmiana stacji z Ciechocinka na Nakło

W przypadku sumy stężeń WWA widać spadek na wszystkich stacjach, a różnice względne były istotne i sięgały na ogół kilkudziesięciu procent – od -18,0% na stacji w Lublinie do -62,4% na stacji we Wrocławiu. Wartość uśredniona w skali kraju sumy średnich stężeń WWA była mniejsza w 2022 r. od średniej z wielolecia 2010-2021 o 44,9%. Na 5 stacjach, z 15 uwzględnionych w tym porównaniu, widać wzrost stężeń pojedynczych WWA: we Wrocławiu, w Zielonce, Zielonej Górze i Łodzi wzrost dotyczył D(a,h)A, w Zielonce -

I(1,2,3- cd)P, a w Lublinie i Białymstoku - B(j)F. Na pozostałych stacjach dla wszystkich związków widoczny jest spadek stężeń w stosunku do wartości średnich, wynoszący na ogół po kilkadziesiąt procent.

Wyniki uśrednione dla poszczególnych typów obszaru wykazują tendencję spadkową. W stosunku do wartości z wielolecia w 2022 r. na stacjach miejskich były one niższe o 35- 52% (największa różnica dla B(a)P), a najmniejsza dla B(j)F), a na stacjach pozamiejskich o 44-62% (największa różnica dla B(a)A, a najmniejsza dla I(1,2,3-cd)P. Różnice dla poszczególnych WWA i ich sum były większe niż różnice dla pyłu zawieszonego PM10 zarówno na stacjach miejskich, jak i 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 2022 wartości średnich z okresu 2010-2021 stężeń średnich rocznych pyłu PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA dla poszczególnych typów obszaru

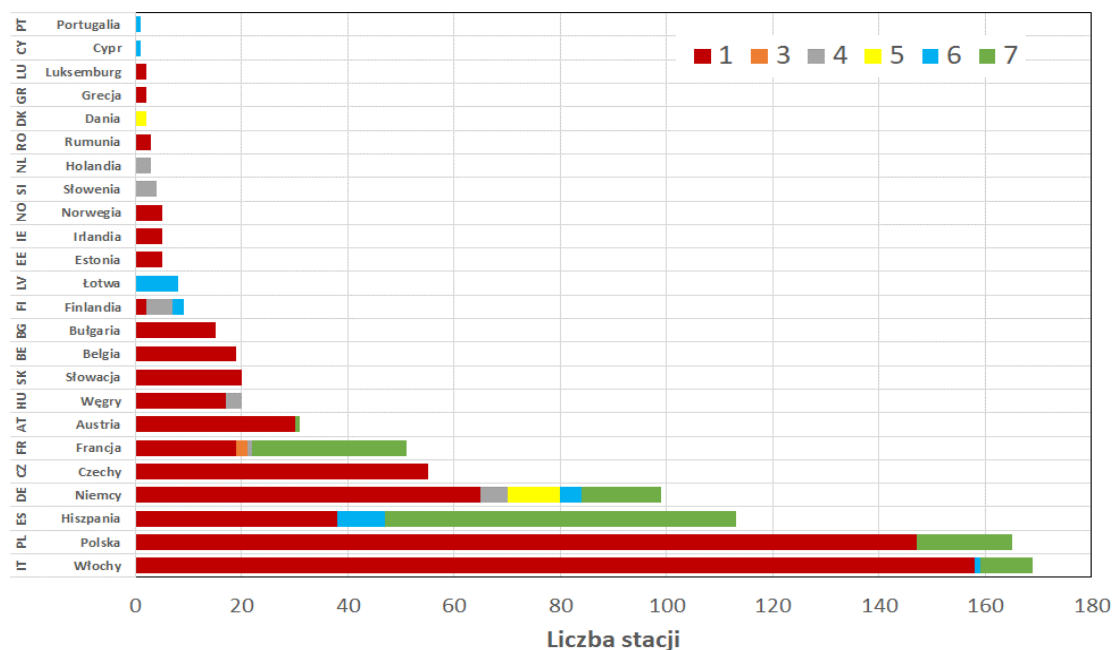
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

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	-52,2%	-49,7%	-50,1%	-35,0%	-49,8%	-47,2%	-51,6%	-55,0%	-24,5%
pozamiejskie	-49,1%	-61,7%	-45,2%	-55,2%	-50,9%	3,5%	-43,8%	-47,2%	-19,4%

Ze względu na niewielką liczbę stacji wykonujących oznaczenia wszystkich 7 WWA objętych analizą, w celu lepszego uwzględnienia reprezentatywności przestrzennej wartości średnich rocznych dla danego kraju, sumę stężeń WWA obliczono w oparciu o średnie wartości stężeń obliczone dla poszczególnych WWA w danym kraju.

6.2. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

W Europie w 2022 roku, stężenia WWA oznaczane w pyłe zawieszonym PM10 monitorowane były w 24 krajach na 806 stacjach. Najwięcej stacji (ponad 55% wszystkich w Europie) - zlokalizowanych było we Włoszech, w Polsce oraz Hiszpanii (powyżej 100 stacji w danym kraju). Należy podkreślić, że tylko 17% stacji (139) zlokalizowanych w 6 krajach (Austria, Niemcy, Hiszpania, Francja, Włochy i Polska) wykonuje oznaczenia wszystkich 7 rozważanych w opracowaniu WWA - Tab. 6.2-1, Rys. 6.2-1.



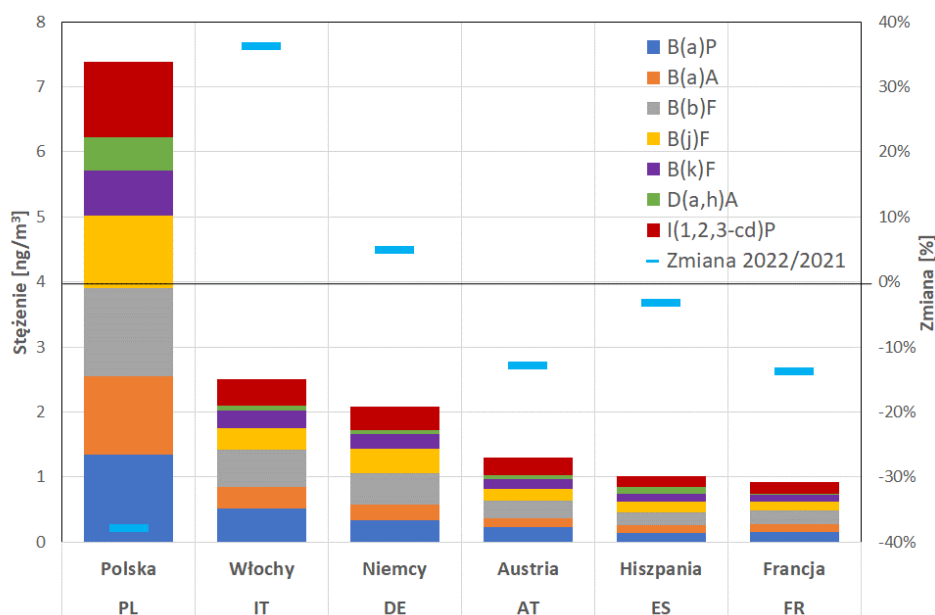
Rys. 6.2-1. Liczba stacji wykonujący oznaczenia WWA w poszczególnych krajach europejskich w roku 2022 z uwzględnieniem liczby mierzonych WWA na stacjach

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

Tab. 6.2-1. Liczba stacji w poszczególnych krajach Europy w roku 2022 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	31	30					1
BE	Belgia	19	19					
BG	Bulgaria	15	15					
CY	Cypr	1					1	
CZ	Czechy	55	55					
DE	Niemcy	99	65		5	10	4	15
DK	Dania	2				2		
EE	Estonia	5	5					
ES	Hiszpania	113	38				9	66
FI	Finlandia	9	2		5		2	
FR	Francja	51	19	2	1			29
GR	Grecja	2	2					
HU	Węgry	20	17		3			
IE	Irlandia	5	5					
IT	Włochy	168	158				1	10
LU	Luksemburg	2	2					
LV	Łotwa	8					8	
NL	Holandia	3			3			
NO	Norwegia	5	5					
PL	Polska	165	147					18
PT	Portugalia	1					1	
RO	Rumunia	3	3					
SI	Słowenia	4			4			
SK	Słowacja	20	20					
Łącznie		806	607	2	21	12	26	139



Rys. 6.2-2 Średnie roczne sumy stężeń WWA w roku 2022 obliczone jako średnia ze wszystkich stacji 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. 6.2-2).

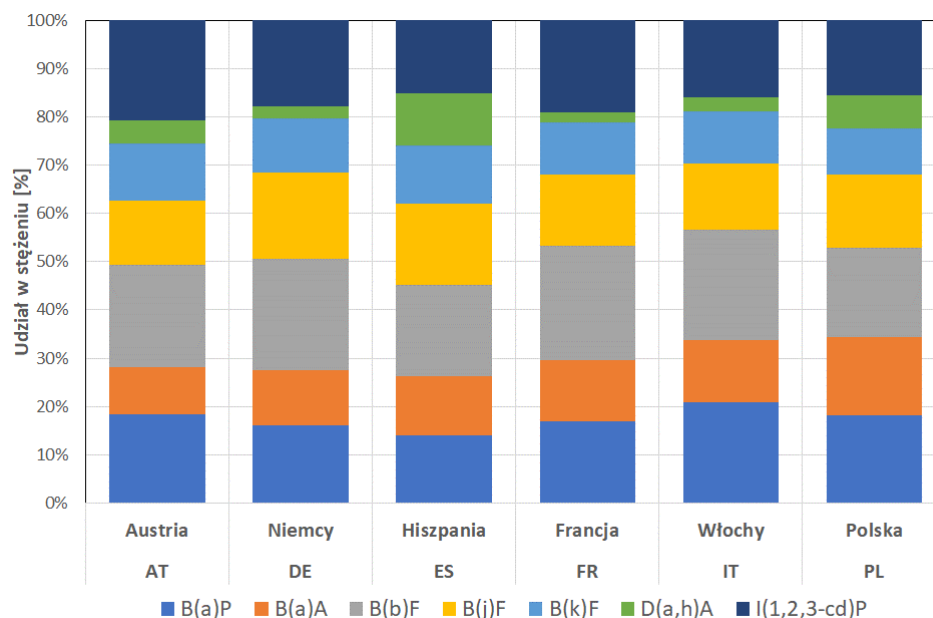
Analiza zmian sumy stężeń WWA w roku 2022 w stosunku do roku poprzedniego przeprowadzona dla 14 krajów (na obszarze których wykonywano oznaczenia co najmniej 2 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀), wskazuje na spadek stężeń dla 7 krajów, w tym największy dla Polski. Najwyższe wzrosty dotyczą Holandii (ponad %) oraz Włoch (blisko 23%) - Tab. 6.2-2.

Tab. 6.2-2. Zmiany względne w roku 2022 w stosunku do 2021 roku stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM₁₀ i oznaczanych w nim WWA oraz sumy WWA w poszczególnych krajach Europy wykonujących oznaczenie co najmniej dwóch WWA

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

Kraje		Poszczególne WWA							Suma WWA	PM ₁₀
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	-9,5%	14,4%	8,3%	11,6%	19,5%	22,0%	-0,4%	2,8%	-0,7%
CY	Cypr	0,0%	-11,0%	0,5%		2,4%	6,3%	3,8%	0,3%	25,9%
DE	Niemcy	-0,6%	-18,2%	-13,0%	-10,0%	-21,4%	-25,9%	-23,3%	-14,7%	4,6%
DK	Dania	18,6%	19,3%			-62,1%	-67,8%	11,3%	-19,1%	0,5%
ES	Hiszpania	8,5%	21,4%	19,7%	-6,8%	24,9%	-3,6%	-3,2%	7,6%	13,7%
FI	Finlandia	-3,1%	-17,7%	-21,8%		-12,2%	-9,6%	-17,5%	-12,6%	-21,5%
FR	Francja	10,4%	-15,8%	-20,4%	-16,6%	-15,5%	21,7%	-5,0%	-10,2%	4,1%
HU	Węgry	-12,3%	15,3%				-8,2%	18,7%	2,2%	-5,2%
IT	Włochy	9,1%	25,9%	31,5%	26,5%	24,1%	22,2%	22,4%	22,6%	2,9%
LV	Łotwa	3,7%	-35,5%	-14,6%		-23,7%	-43,2%	-9,6%	-18,1%	-23,7%
NL	Holandia	54,8%	54,9%				19,8%	33,2%	41,2%	7,0%
PL	Polska	-31,5%	-41,4%	-34,3%	-21,4%	-34,2%	-0,5%	-30,3%	-31,2%	-9,7%
PT	Portugalia	-19,6%	-33,3%	0,0%		-3,6%	0,0%	8,2%	-8,8%	2,4%
SI	Słowenia	1,7%	1,3%				-7,2%	3,2%	1,6%	

Największy udział stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w średnim stężeniu sumy WWA spośród krajów europejskich, gdzie oznaczano wszystkie 7 WWA, w 2022 roku zanotowano w przypadku Włoch (blisko 21%) oraz Polski i Austrii (nieco ponad 18%), zaś najniższy dotyczył Hiszpanii (14%). W przypadku udziału stężeń B(b)F było odwrotnie – największy udział dotyczył Francji i Niemiec (ponad 23%), zaś najniższy Polski (ponad 18%) - 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 2022 dla krajów wykonujących 7 oznaczeń WWA

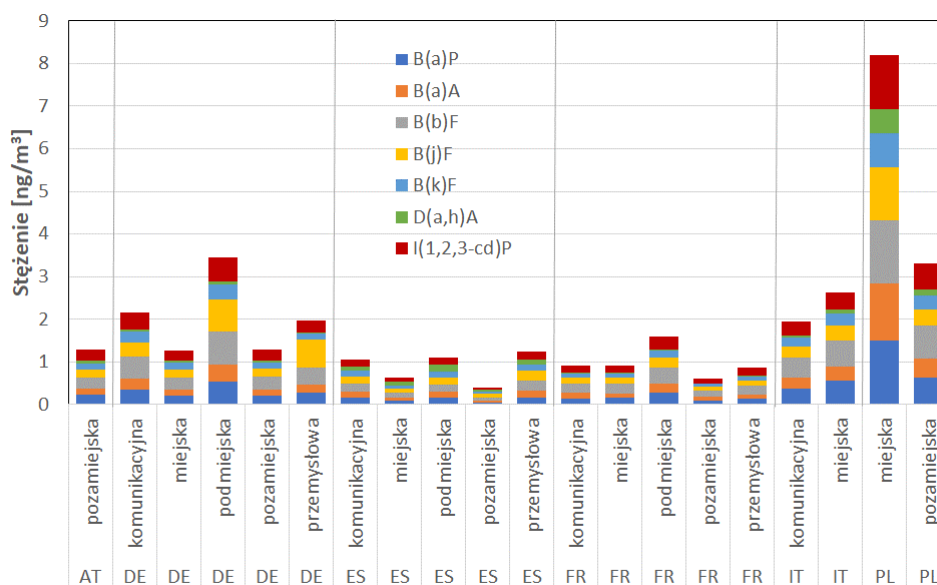
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 6.2-3. Kolejność występowania poszczególnych WWA w krajach Europy ze względu na stężenie średnie roczne w 2022 dla krajów wykonujących oznaczenia 7 WWA

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

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

Ocena zmienności sumy WWA z uwzględnieniem typu obszaru wskazuje, że w 2022 roku wśród analizowanych krajów najwyższe wartości sumy WWA na obszarach miejskich obserwowane były w przypadku Polski i Włoch. W przypadku Niemiec i Francji najwyższe wartości obserwowane są na stacjach zlokalizowanych na terenach podmiejskich, zaś w Hiszpanii - na obszarach przemysłowych (Rys. 6.2-4).



Rys. 6.2-4. Średnie roczne stężenia sumy WWA z uwzględnieniem udziału poszczególnych WWA w krajach europejskich w roku 2022 z uwzględnieniem typu obszaru stacji dla krajów wykonujących oznaczenia 7 WWA

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

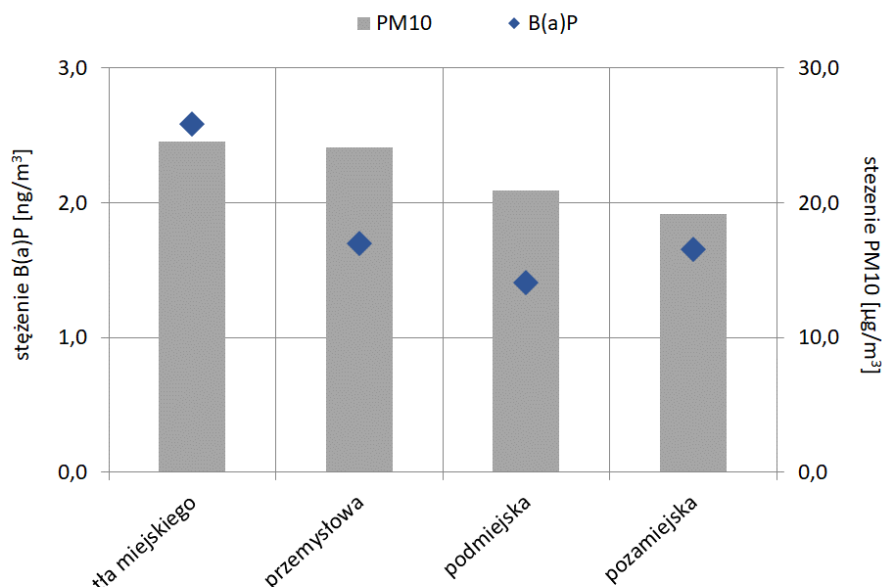
6.3. Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce były mierzone w 2022 r. na 165 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 przemysłowych (Tab. 6.3-1). W 2022 r. nie prowadzono pomiarów B(a)P na stacjach komunikacyjnych, co miało miejsce we wcześniejszych latach (do 2021 r.). Najwyższe średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla danego typu stacji i obszaru, notowano na stacjach tła miejskiego – w 2022 roku 2,58 ng/m³ (na podstawie danych ze 138 stacji). Niższe stężenie B(a)P zaobserwowano na stacjach przemysłowych – 1,70 ng/m³ (na podstawie wyników z 5 stacji). Średnia wartość dla stacji pozamiejskich (na podstawie danych z 7 stacji) wyniosła w 2022 roku 1,65 ng/m³. Najniższą wartość średniego stężenia B(a)P zanotowano dla stacji podmiejskich – 1,41 ng/m³ (dane z 15 punktów pomiarowych) (Rys. 6.3-1).

Tab. 6.3-1. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartego w nim B(a)P w 2022 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	PM ₁₀
			[ng/m ³]	[μg/m ³]
tło	miejski	138	2,58	24,6
przemysłowa	miejski	5	1,70	24,1
tło	podmiejski	15	1,41	20,9
tło	pozamiejski	7	1,65	19,2



Rys. 6.3-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 na tle średnich stężeń pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r. uśrednione dla poszczególnych typów stacji
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Dla poszczególnych województw w tabeli 6.3-2 podano zakres średnich rocznych wartości stężenia pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P. Wskazano również kody stacji, na których wystąpiły maksymalne stężenia w 2022 roku w danym województwie. W wielu przypadkach były to te same stacje dla B(a)P i pyłu zawieszonego PM10 – w województwach: dolnośląskim, lubelskim, małopolskim, mazowieckim, opolskim, podlaskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim i wielkopolskim.

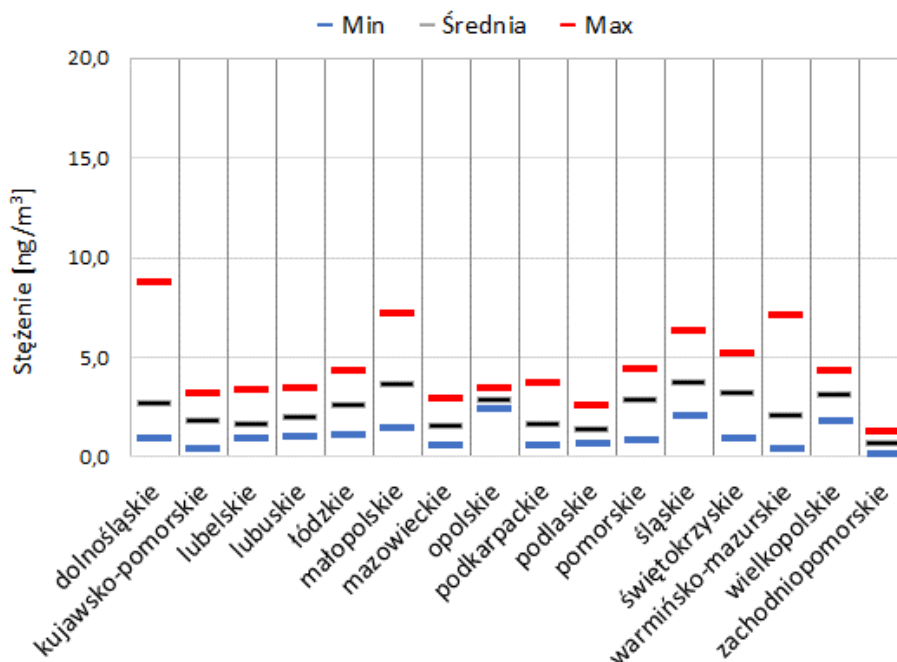
Tab. 6.3-2. Stężenia średnie roczne pyłu zawieszonego PM10 i zawartego w nim B(a)P (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2022 w poszczególnych województwach
 Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo		B(a)P				PM10			
	Liczba stacji	Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max	Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max
	[-]	[ng/m³]				[µg/m³]			
dolnośląskie	16	0,98	2,62	8,74	DsNowRudJezi	17,4	23,5	37,6	DsNowRudJezi
kujawsko-pomorskie	11	0,47	1,81	3,13	KpNaklWawrzy	13,7	22,2	25,5	KpGrudSienki
lubelskie	8	0,92	1,64	3,34	LbJanowLubOkMOB	19,3	22,7	27,5	LbJanowLubOkMOB
lubuskie	9	1,01	1,95	3,47	LuWsKaziWiel	16,5	20,1	24,2	LuSulecDudka
łódzkie	20	1,12	2,54	4,33	LdBrzeReform	20,6	27,3	32,4	LdLodzLegion
małopolskie	21	1,47	3,57	7,14	MpSuchaNiesz	21,6	27,3	35,8	MpSuchaNiesz
mazowieckie	12	0,64	1,54	2,92	MzOtwoBrzozo	20,5	24,0	26,7	MzOtwoBrzozo
opolskie	3	2,41	2,79	3,46	OpKrap3MajaMOB	22,0	23,7	25,6	OpKrap3MajaMOB
podkarpackie	14	0,57	1,60	3,67	PkRudnikKoncMOB	15,1	21,8	27,3	PkDebiGrottg
podlaskie	4	0,65	1,33	2,59	PdLomSikorsk	17,2	20,3	26,6	PdLomSikorsk
pomorskie	4	0,83	2,86	4,38	PmLebMalczew	20,3	21,7	23,2	PmLebMalczew
śląskie	10	2,06	3,73	6,28	SlZywieKoper	22,0	28,2	37,3	SlPszczBoged
świętokrzyskie	8	0,93	3,13	5,18	SkPincz1MajaMOB	16,1	24,7	29,6	SkOpatPartyz
warmińsko-mazurskie	8	0,40	2,03	7,07	WmNMLDzialyn	13,3	21,5	32,1	WmNMLDzialyn
wielkopolskie	9	1,83	3,06	4,33	WpOstWieWyso	22,1	25,3	28,1	WpOstWieWyso
zachodniopomorskie	7	0,17	0,62	1,24	ZpSzczecPrze	16,2	17,7	19,3	ZpMyslZaBram

Najwyższe wartości średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 zanotowano w 2022 r. w województwach: śląskim (3,73 ng/m³), małopolskim (3,57 ng/m³), świętokrzyskim (3,13 ng/m³) i wielkopolskim (3,06 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 8,74 ng/m³, województwo małopolskie – stację w Suchej Beskidzkiej (MpSuchaNiesz) z wartością średniego rocznego stężenia B(a)P wynoszącą 7,14 ng/m³ oraz województwo warmińsko-mazurskie – stację w Nowym Mieście Lubawskim (WmNMLDzialyn) z wartością 7,07 ng/m³. Warto zauważyć, że na pierwszym miejscu jest to samo województwo i ta sama stacja (najwyższe wartości), na drugim miejscu to samo województwo, ale inna stacja a na trzecim miejscu inne województwo i nowa stacja, na której nie wykonywano pomiarów B(a)P w poprzednim roku.

Najwyższe średnie roczne (uśrednione dla województwa) stężenia pyłu zawieszonego PM10 zaobserwowano w województwie: śląskim (28,2 µg/m³), łódzkim i małopolskim (po 27,3 µg/m³). Natomiast pierwsze trzy maksima średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM10 dotyczą stacji w Nowej Rudzie (dolnośląskie), Pszczynie (śląskie) i Suchej Beskidzkiej (małopolskie).

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 7,8 ng/m³), małopolskim (5,7 ng/m³), świętokrzyskim i śląskim (po 4,2 ng/m³), a także wyjątkowo w warmińsko-mazurskim, o czym zadecydowała wartość maksymalna (6,7 ng/m³). Najmniejsze różnice zanotowano w województwach zachodniopomorskim, gdzie notuje się z najmniejszą wartość średnią i opolskim, gdzie stwierdzono największą wartość minimalną spośród wszystkich województw (po 1,1 ng/m³) (Rys. 6.3-2).

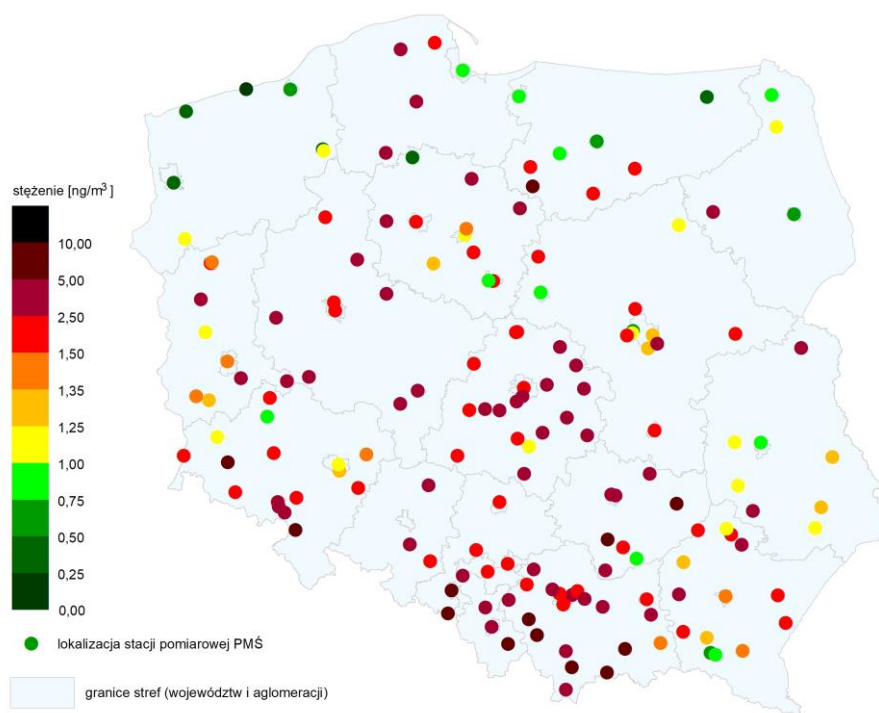


Rys. 6.3-2. Stężenia średnie roczne B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2022 w poszczególnych województwach

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

Warto zauważyć, że maksymalne stężenie ze stacji zlokalizowanych w województwie zachodniopomorskim (odnotowane na stacji w Myśliborzu ZpMyslZaBram), było mniejsze od minimalnych stężeń średnich rocznych ze stacji pracujących w województwach małopolskim, wielkopolskim, śląskim i opolskim.

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 najwyższe na południu Polski (z pojedynczymi stacjami na północy i w centrum kraju z podwyższonymi wartościami).

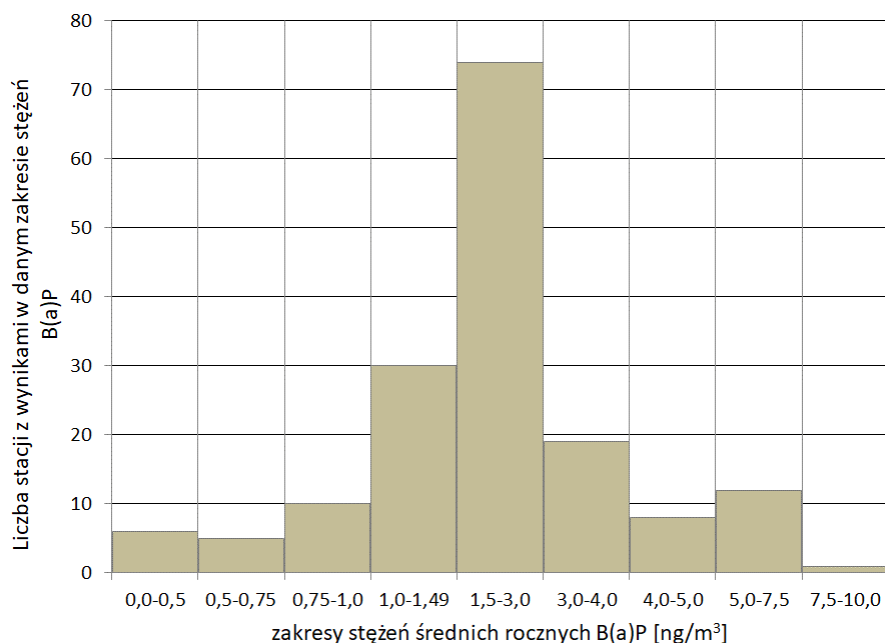


Rys. 6.3-3. Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

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 przede wszystkim w południowych województwach.

Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2022 r. 2,41 ng/m³. Na 43% stacji w kraju (71 spośród 165, na których badano w 2022 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 – 45% – znajdowało się w przedziale od 1,5 do 3,0 ng/m³, a najmniej – 1% – w przedziale 7,5-10 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 2022 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

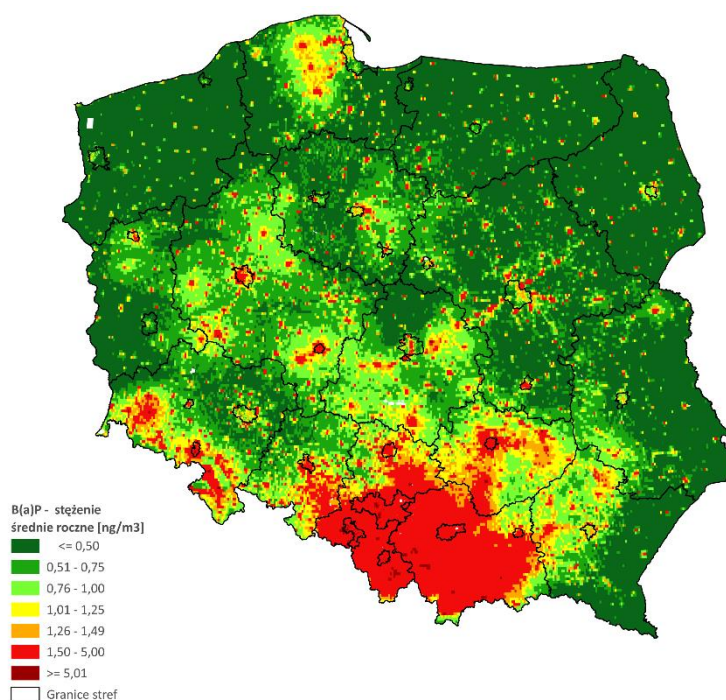
Na 46 stacjach (co stanowi 28% stacji), na których mierzono stężenie B(a)P wartości średniego rocznego stężenia były niższe od poziomu docelowego, określonego dla B(a)P w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu²⁰, czyli osiągnęło 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 2021 roku poziom docelowy nie był przekroczony jedynie na 20 stacjach (13%).

W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2022 roku²¹, dla benzo(a)pirenu w 32 strefach z ocenianych 46 stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C (69,6 %). W dwóch poprzednich latach klasę tę, świadczącą o wystąpieniu przekroczenia, uzyskało 39 stref. 14 stref, będących aglomeracjami lub dużymi miastami, powyżej 100 tys. mieszkańców, a w jednym przypadku pozostałą częścią województwa, uzyskało w 2022 roku klasę A, świadczącą o braku przekroczenia poziomu docelowego. W roku 2021 było to 7 stref, natomiast w 2020 – 6 stref.

Obszary z najwyższym poziomem stężenia średniego rocznego B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym 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.

²⁰ t. j. Dz. U. z 2021, poz. 845

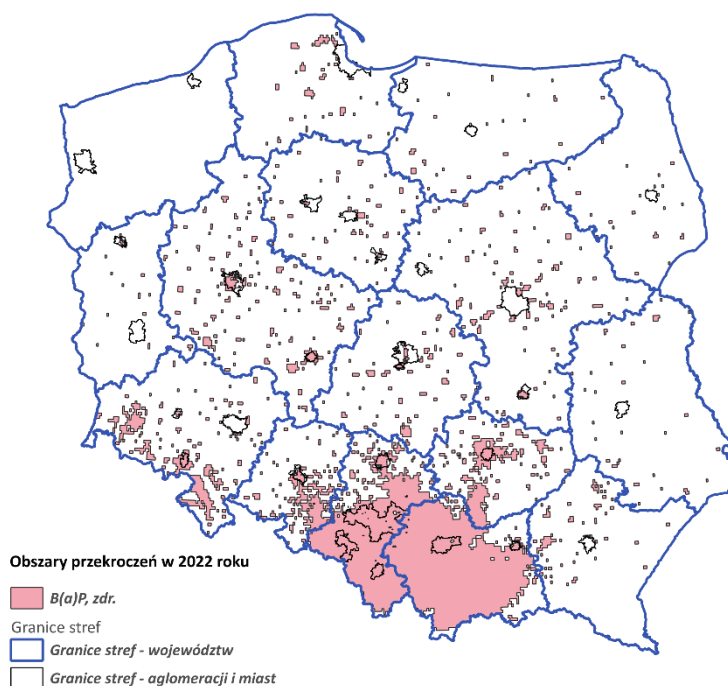
²¹ GIOŚ 2022, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2022. Zbiórny raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”



*Rys. 6.3-5. Rozkład przestrzenny średniego rocznego stężenia B(a)P
w pyłe zawieszonym PM₁₀ na obszarze Polski w 2022 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 2022 roku zajmowały blisko 14% powierzchni kraju, zamieszkałej przez ponad połowę populacji Polski (54,9%). W poprzednim roku wskaźniki te wynosiły odpowiednio: 15,1% powierzchni i 52% mieszkańców.

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.

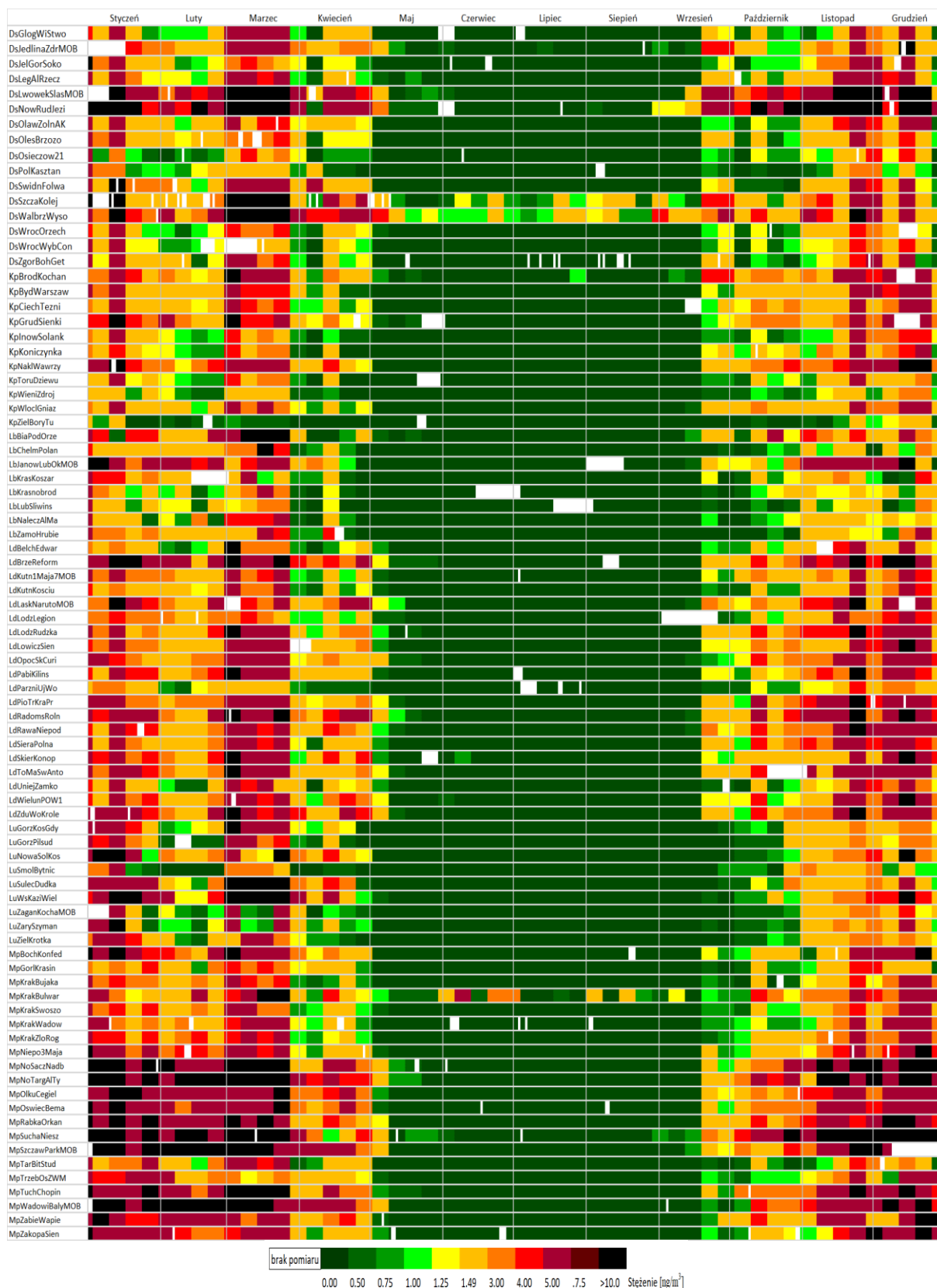


Rys. 6.3-6. Zasięg obszaru przekroczenia poziomu docelowego benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM10 na obszarze Polski w 2022 roku

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

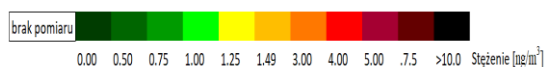
Jak wskazano w rozdziale 3, dotyczącym emisji WWA, głównym źródłem emisji B(a)P do atmosfery w Polsce są inne źródła stacjonarne, czyli procesy spalania paliw poza przemysłem i transportem, a zatem emisja z gospodarstw domowych. Rośnie ona w chłodnej połowie roku, w sezonie grzewczym, wraz z rosnącym 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. Na rysunku 6.3-7a i 6.3-7b przedstawiono przebiegi stężeń B(a)P w 2022 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. Ponieważ oznaczenia B(a)P wykonuje się na próbkach tygodniowych, łączonych z dobowych, to taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni tygodnia objętych pomiarami. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia brak danej.

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 najwyższych 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 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 w województwie dolnośląskim (2 stacje) i małopolskim (1 stacja).



Rys. 6.3-7.a Przebieg stężeń 24-godz. $B(a)P$ w pyłe zawieszonym PM_{10} na poszczególnych stacjach w 2022 r.

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



Rys. 6.3-7.b Przebieg stężeń 24-godz. B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 na poszczególnych stacjach w 2022 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 2022, 2021 i wielolecia 2010-2021. Liczba stacji funkcjonujących w poszczególnych latach była różna, zmieniały się też ich lokalizacje, ale dzięki uśrednieniu uzyskano przybliżony obraz zmian w ciągu ostatnich dwunastu lat (Tab. 6.3-3). We wszystkich województwach widoczne są spadki stężeń pyłu zawieszonego PM10 zarówno w stosunku do wartości z roku 2021 (za wyjątkiem województwa warmińsko-mazurskiego, gdzie wystąpił bardzo niewielki wzrost, poniżej 1%), jak i w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2021. Spadki w stosunku do wartości z wielolecia były bardziej znaczące niż w stosunku do poprzedniego roku. W przypadku B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 spadki były bardzo wyraźne w odniesieniu do wartości średnich z minionych 12 lat we wszystkich województwach, poza wielkopolskim (gdzie praktycznie zmiana była niezauważalna). Zmiany w 2022 r. w stosunku do 2021 r. są również znaczące i spadki widać we wszystkich województwach, za wyjątkiem warmińsko-mazurskiego.

Tab. 6.3-3. Zmiany względne w roku 2022 w stosunku do wartości z roku 2021 i średnich z okresu 2010-2021 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	
	2022/2021	2022/śr	2022/2021	2022/śr
dolnośląskie	-40,7%	-44,2%	-3,6%	-21,9%
kujawsko-pomorskie	-27,2%	-37,7%	-15,3%	-22,4%
lubelskie	-54,1%	-25,7%	-7,2%	-22,3%
lubuskie	-25,2%	-32,5%	-5,7%	-19,5%
łódzkie	-5,0%	-60,0%	-11,0%	-29,8%
małopolskie	-40,4%	-51,9%	-12,6%	-30,8%
mazowieckie	-28,7%	-50,5%	-10,4%	-22,9%
opolskie	-13,5%	-57,2%	-7,0%	-30,1%
podkarpackie	-42,5%	-58,0%	-14,1%	-31,7%
podlaskie	-49,7%	-26,1%	-7,2%	-14,6%
pomorskie	-10,3%	-19,6%	-0,7%	-15,5%
śląskie	-37,7%	-48,6%	-13,2%	-32,4%
świętokrzyskie	-29,8%	-37,7%	-9,2%	-24,2%
warmińsko-mazurskie	54,7%	-0,8%	0,7%	-8,2%
wielkopolskie	-25,8%	0,2%	-5,8%	-19,5%
zachodniopomorskie	-18,2%	-74,9%	-8,2%	-26,9%

Podobną analizę przeprowadzono dla różnych typów stacji i obszarów (uśredniając wyniki uzyskane w ostatnich dwóch latach i w 12-leciu). Również w tym przypadku dla stężeń pyłu zawieszonego PM10 widoczne są w 2022 r. spadki w stosunku do poprzedniego roku, jak i w stosunku do wartości średniej z 12-lecia i te są bardziej wyraźne (Tab. 6.3-4). W przypadku B(a)P dla wszystkich typów stacji i obszarów widoczna jest tendencja malejąca w stosunku do średniej z okresu 2010-2021 oraz spadek przy porównaniu do wartości z poprzedniego roku. Różnice względne sięgnęły 30-40% rok do roku i były największe dla stacji podmiejskich, a najmniejsze dla stacji pozamiejskich. Różnice w stosunku do uśrednionych wartości z wielolecia osiągnęły 35-61%, przy czym największe były dla stacji przemysłowych, a najmniejsze dla stacji tła pozamiejskiego.

Tab. 6.3-4. Zmiany względne w roku 2022 w stosunku do wartości z roku 2021 i średnich z okresu 2010-2021 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: IOS-PIB, INFAIR

Typ stacji	Typ obszaru	Zmiany względne stężenia			
		B(a)P		PM10	
		2022/2021	2022/śr	2022/2021	2022/śr
przemysłowa	miejski	-36,0%	-61,4%	-9,1%	-36,4%
tło	miejski	-31,5%	-47,7%	-9,4%	-26,2%
tło	podmiejski	-42,9%	-55,3%	-10,1%	-28,1%
tło	pozamiejski	-30,0%	-34,8%	-8,1%	-19,3%

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

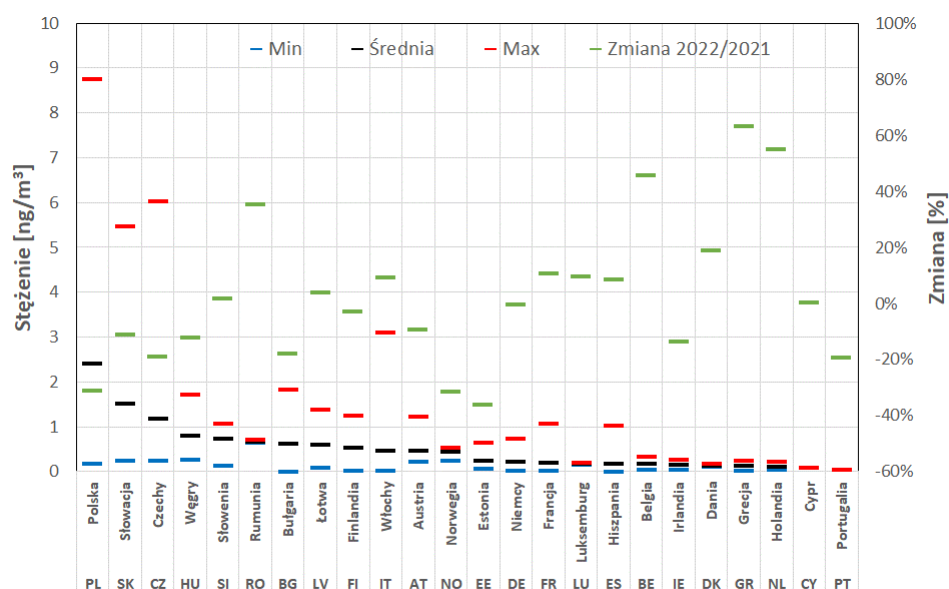
Ocenę zmienności stężeń B(a)P oznaczanego w pyle zawieszonym PM10 w Europie, dla 2022 roku przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 806 stacji funkcjonujących w 24 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było we Włoszech, w Polsce i w Hiszpanii. Dla dwóch krajów (Cypru i Portugalii) ocenę wykonano w oparciu o wyniki pomiarów pochodzące z jednej 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 2022 w poszczególnych krajach Europy oraz zmiana względna stężenia w latach 2022-2021

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

Kraj		Liczba stacji	Stężenie średnie roczne			Zmiana względna 2022/2021
			Min [ng/m ³]	Średnia [ng/m ³]	Max [ng/m ³]	
AT	Austria	31	0,21	0,47	1,23	-9,5%
BE	Belgia	19	0,03	0,17	0,34	45,6%
BG	Bułgaria	15	0,00	0,61	1,83	-18,0%
CY	Cypr	1	0,10	0,10	0,10	0,0%
CZ	Czechy	55	0,25	1,18	6,03	-19,1%
DE	Niemcy	99	0,02	0,22	0,73	-0,6%
DK	Dania	2	0,10	0,13	0,17	18,6%
EE	Estonia	5	0,07	0,24	0,64	-36,3%
ES	Hiszpania	113	0,00	0,17	1,02	8,5%
FI	Finlandia	9	0,01	0,53	1,24	-3,1%
FR	Francja	51	0,01	0,20	1,07	10,4%
GR	Grecja	2	0,03	0,13	0,23	62,9%
HU	Węgry	20	0,27	0,80	1,72	-12,3%
IE	Irlandia	5	0,03	0,15	0,26	-13,8%
IT	Włochy	168	0,02	0,47	3,11	9,1%
LU	Luksemburg	2	0,16	0,18	0,20	9,6%
LV	Łotwa	8	0,09	0,61	1,39	3,7%
NL	Holandia	3	0,04	0,11	0,22	54,8%
NO	Norwegia	5	0,24	0,44	0,53	-31,7%
PL	Polska	165	0,17	2,41	8,74	-31,5%
PT	Portugalia	1	0,04	0,04	0,04	-19,6%
RO	Rumunia	3	0,64	0,67	0,71	35,2%
SI	Słowenia	4	0,13	0,72	1,06	1,7%
SK	Słowacja	20	0,25	1,51	5,47	-11,1%
Europa		806	0,00	0,51	8,74	2,2%

Uzyskane dla 2022 roku uśrednione krajowe roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ pokazują, że najwyższe wartości uzyskano dla krajów Europy środkowej tj. dla Polski oraz Czech i Słowacji. W tych 3 krajach średnie stężenie obliczone dla danego kraju przekraczało 1 ng/m³. Należy podkreślić, że w tych krajach obserwowana jest również najwyższa rozpiętość stężeń pomiędzy stacjami, przekraczająca 5 ng/m³. Najniższe stężenie B(a)P w 2022 roku, które nie przekraczały 0,1 ng/m³, zanotowano dla Portugalii i Cypru, przy czym dla tych krajów wyniki pochodziły tylko z jednej stacji (Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1).



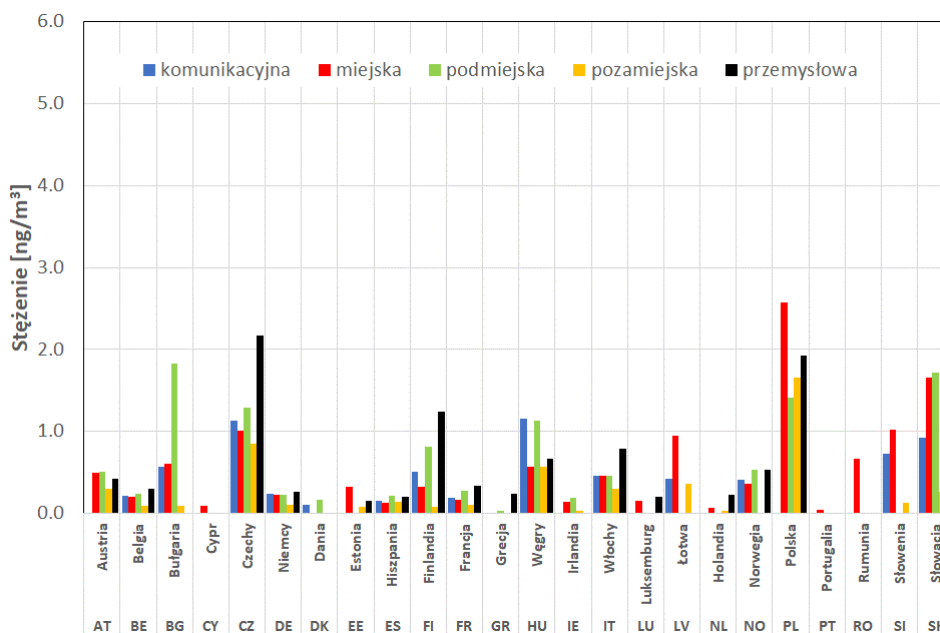
Rys. 6.4-1. Wartości stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ (minimalne, średnie i maksymalne) w poszczególnych krajach Europy w roku 2022 na tle zmian stężenie średniego rocznego w okresie 2022-2021

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

Analiza względnych zmian stężeń uśrednionych dla każdego z krajów w ostatnich 2 latach (2022-2021) pokazuje wzrost poziomu B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ z roku na rok dla 11 spośród 24 analizowanych krajów, dla których dostępne były dane w obu latach. Największy wzrost, przekraczający 50% zaobserwowano dla Grecji i Holandii. Istotne, kilkudziesięcioprocentowe wzrosty stężeń z roku na rok w skali kraju zanotowano również dla Belgii. W przypadku 2 krajów (Cypr i Niemcy) można mówić o braku zmian w ostatnich dwóch latach. Największe, ponad 30% spadki uśrednionego dla kraju stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ wśród 11 pozostałych krajów, zanotowano dla Estonii, Norwegii i Polski (Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1).

Ocena zmienności przestrzennej stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ z uwzględnieniem typu obszaru w Europie w 2022 roku wskazuje, że wśród analizowanych krajów najwyższe wartości na obszarach miejskich, przekraczające 1 ng/m³ zaobserwowano w przypadku Polski, Słowacji, Czech i Słowenii. Tak wysokie stężenia obserwowano również na obszarach podmiejskich w Bułgarii, na Słowacji, w Polsce, Czechach i na Węgrzech. W przypadku obszarów pozamiejskich, stężenia przekraczające 1 ng/m³ dotyczyły tylko Polski, zaś dla obszarów komunikacyjnych – Węgier i Czech. Najwyższe wartości odnotowano na obszarach przemysłowych na Słowacji (ponad 5 ng/m³) i w Czechach (ponad 2 ng/m³) oraz w Polsce

(blisko 2 ng/m³). W Pozostałych 12 krajach, najwyższe wartości obserwowano głównie na terenach o dużym wpływie przemysłu na jakość powietrza (Rys. 6.4-2).



Rys. 6.4-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w krajach europejskich w roku 2022 z uwzględnieniem typu obszaru stacji

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

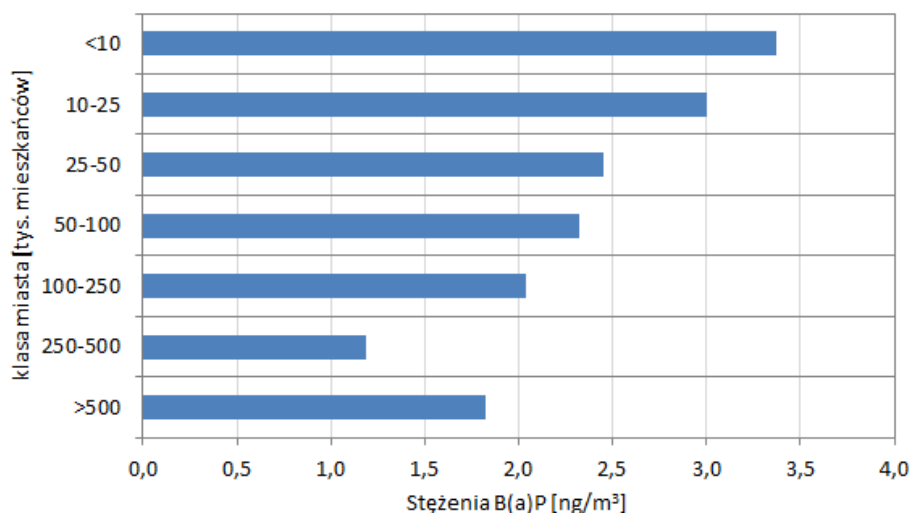
Wartości średnie roczne stężenia B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ na poszczególnych stacjach w Europie w 2022 roku zawierały się w granicach 0,01-8,74 ng/m³. Wśród 5% stacji (40) z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi w roku 2022, aż 38 to stacje z Polski (w tym 6 maksimum europejskich) oraz 1 stacja z Czech (7 maksimum) i jedna stacja ze Słowacji (12 maksimum europejskie). Najniższe wartości w Europie, nieprzekraczające 0,01 ng/m³, zaobserwowano na 3 stacjach bułgarskich i 1 stacji hiszpańskiej.

7. Stężenia WWA w miastach Polski

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 okresie 2010-2021.

7.1. Analiza w miastach

Najwyższe stężenia B(a)P w 2022 r. obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys. (3,4 ng/m³) oraz w miastach liczących pomiędzy 10 a 25 tys. (3,0 ng/m³). W kolejnych dwóch klasach miast średnie stężenia były zbliżone i wynosiły 2,4 ng/m³ w klasie 25-50 tys. i 2,3 ng/m³ w klasie 50-100 tys. Najniższe stężenia średnie notowano w aglomeracjach liczących ponad 500 tys. mieszkańców (1,8 ng/m³) i w miastach o liczbie ludności z przedziału 100-250 tys. (1,2 ng/m³) oraz (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 2022 r.

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

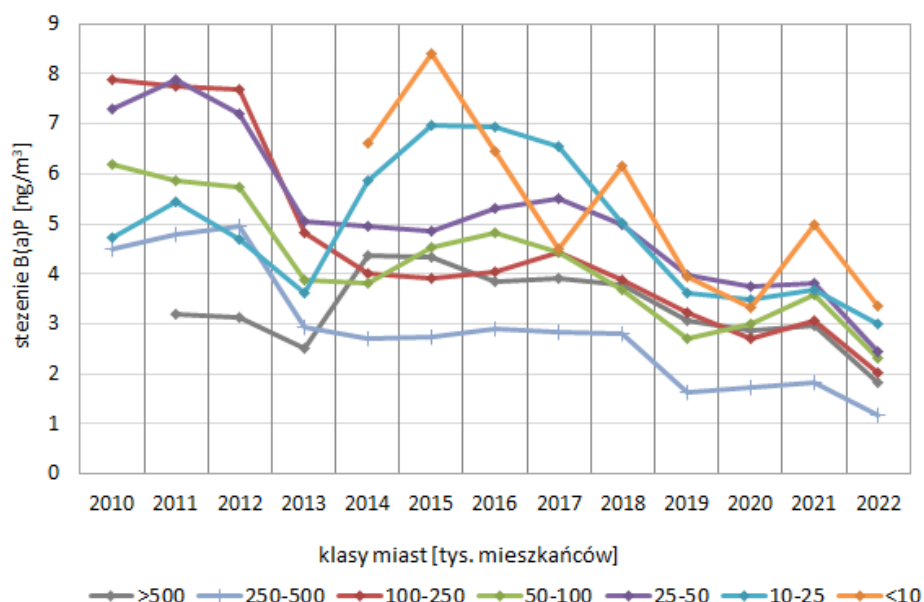
W 2022 r. średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ we wszystkich kategoriach miast były niższe od notowanych rok wcześniej, a zmiany względne wyniosły od -18,5% w miastach liczących 10- 25 tys. mieszkańców do -39,0% w największych aglomeracjach. Dla pozostałych kategorii miast zmiany względne wyniosły więcej niż -30% (Tab. 7-1). Odniesienie wartości średnich z roku 2022 do uśrednionych z okresu 2010-2021 pokazuje tendencję malejącą we wszystkich kategoriach miast. Największy spadek stężeń – o ponad 60% – odnotowano w miastach liczących 250-500 tys. mieszkańców, a najmniejszy – o około 40% – w miastach zamieszkałych przez mniej niż 10 tys. ludności oraz w miastach liczących 10-25 tys. mieszkańców. W pozostałych klasach miast spadki oscylowały wokół 50%.

Tab. 7-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2021-2022 i średnie w okresie 2010-2021 oraz zmiany względne w roku 2022 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 stężenia	
	2021	2022	śr 2010-2021	2022/2021	2022/śr (2010-2021)
>500	2,980	1,820	3,454	-38,9%	-47,3%
250-500	1,840	1,190	3,036	-35,3%	-60,8%
100-250	3,060	2,040	4,783	-33,3%	-57,3%
50-100	3,590	2,320	4,353	-35,4%	-46,7%
25-50	3,820	2,450	5,382	-35,9%	-54,5%
10-25	3,680	3,000	5,053	-18,5%	-40,6%
<10	5,000	3,370	5,560	-32,6%	-39,4%

Analizując zmiany średnich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ we wszystkich klasach miast z roku na rok w okresie 2010-2022 widać okresy większych i mniejszych spadków i nie są one jednakowe dla wszystkich kategorii miast, zwłaszcza na początku omawianego okresu (Rys. 7-2). Najbardziej spektakularny spadek zauważalny jest dla miast o liczbie mieszkańców pomiędzy 100 a 250 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 2015-2017, oraz w ostatnim roku, po znaczącym wzroście stężenia w 2021 roku. Przebieg stężeń B(a)P w ostatnich 13 latach wskazuje na zbliżenie wartości w dwóch grupach miast: pierwsza to miasta liczące 50-100 tys. i 25-50 tys. mieszkańców, a druga to grupa miast o liczbie mieszkańców większej niż 500 tys. oraz z przedziału 100- 250 tys. Niemal we wszystkich latach najniższe stężenia B(a)P notowano w miastach liczących 250-500 tys. mieszkańców i tak było również w 2022 roku.

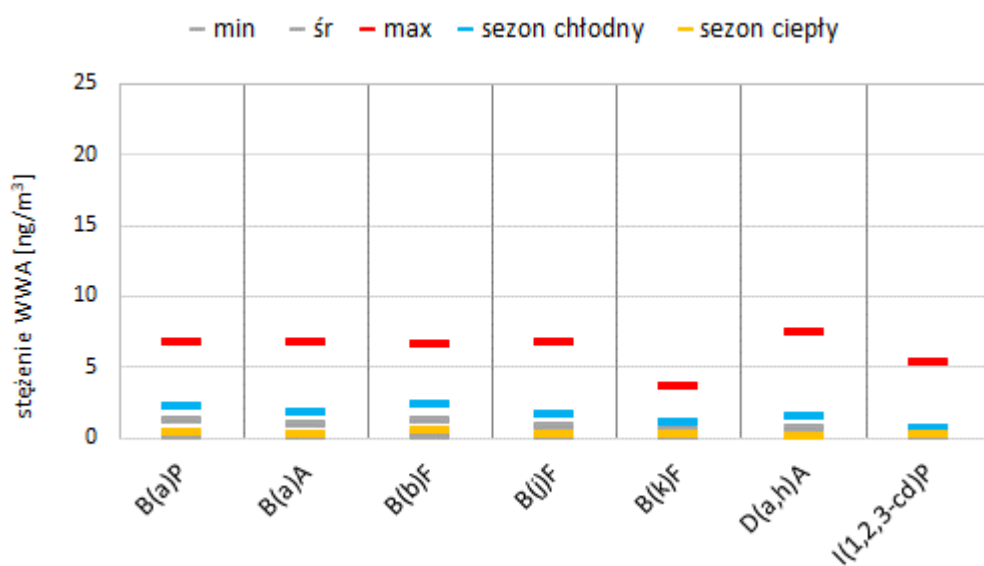


Rys. 7-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2010-2022

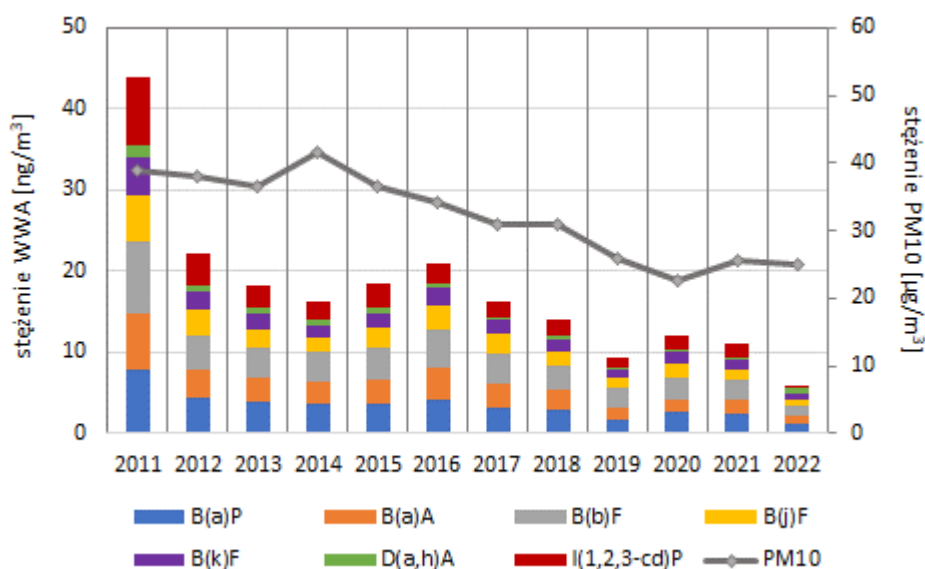
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

7.2. Karty miast

Miasto	Wrocław
Województwo	dolnośląskie
Liczba ludności	674 079
Stacja pomiarowa WWA	DsWrocWybCon
Dane pomiarowe z 2022 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,19 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	2,91 ng/m ³



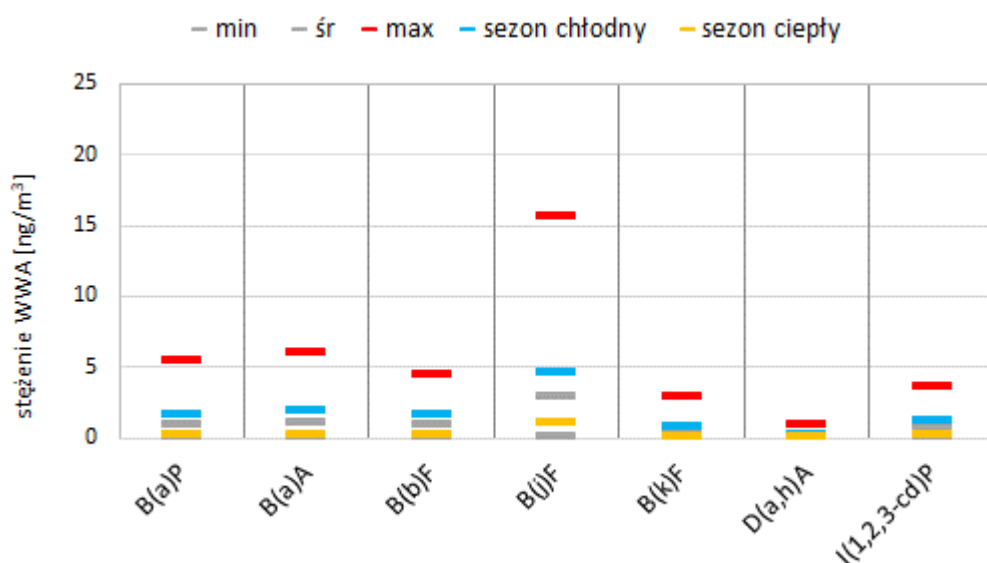
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r.



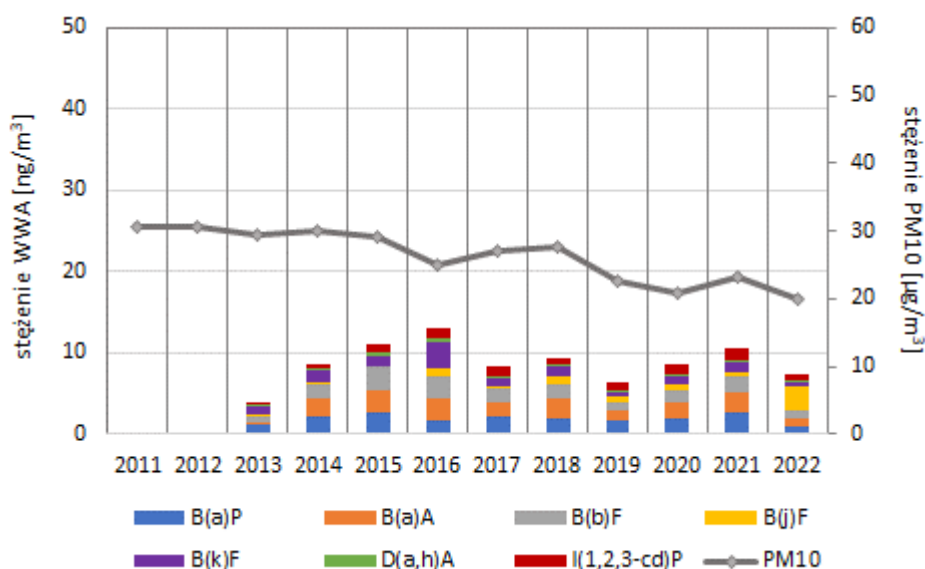
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Lublin
Województwo	lubelskie
Liczba ludności	331 243
Stacja pomiarowa WWA	LbLubSliwinski
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,92 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	12,7%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



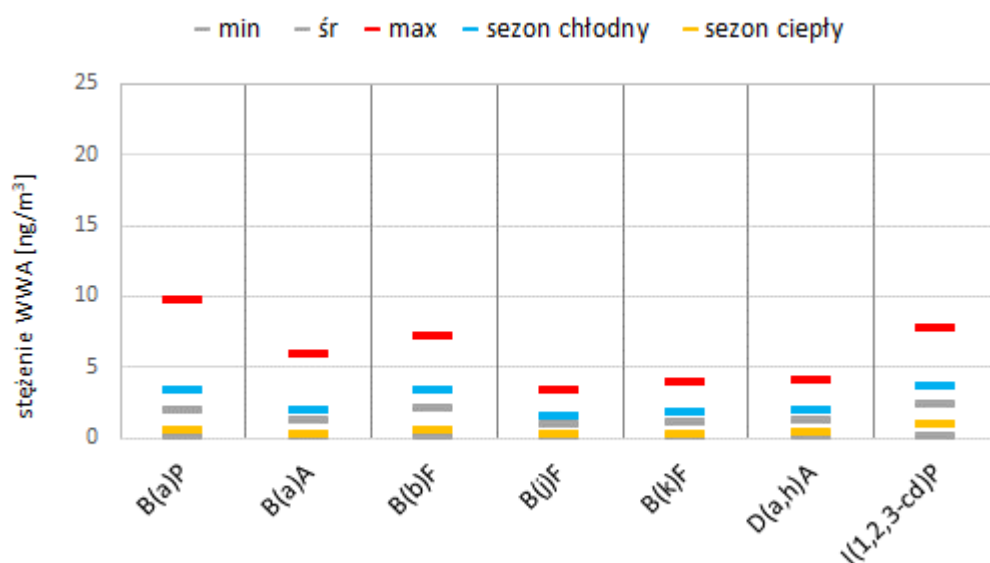
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



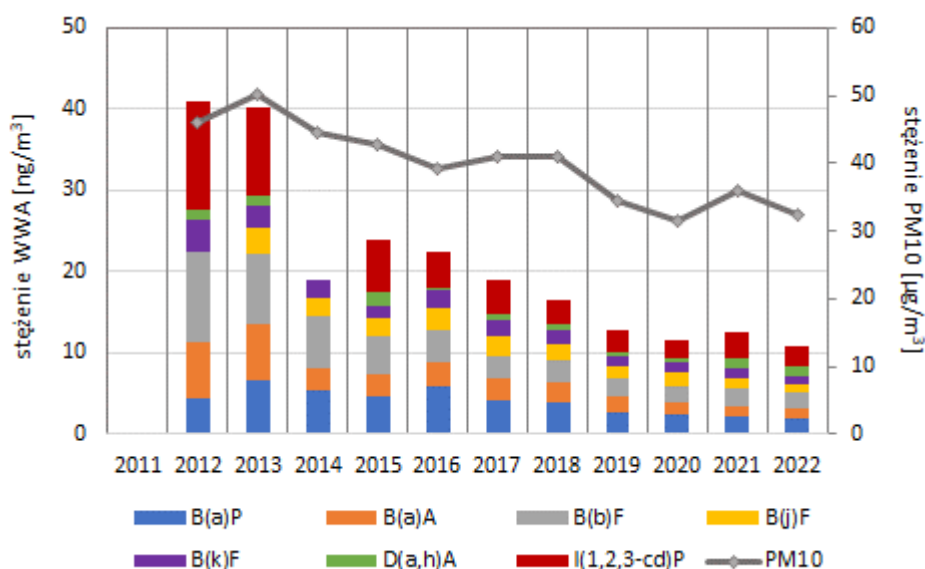
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2013-2022

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

Miasto	Łódź
Województwo	łódzkie
Liczba ludności	658 444
Stacja pomiarowa WWA	LdLodzLegion
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,98 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	18,3%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	2,39 ng/m ³



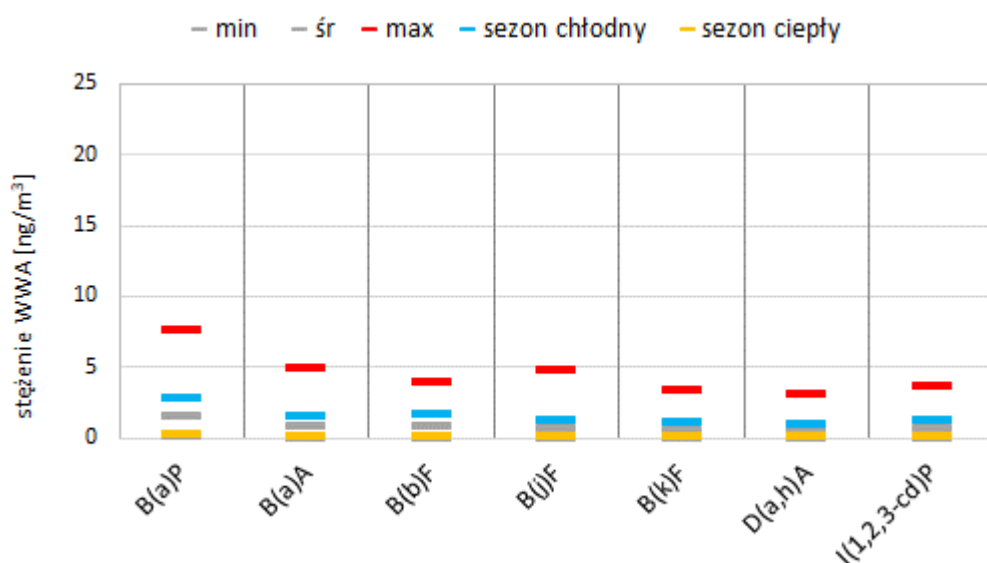
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



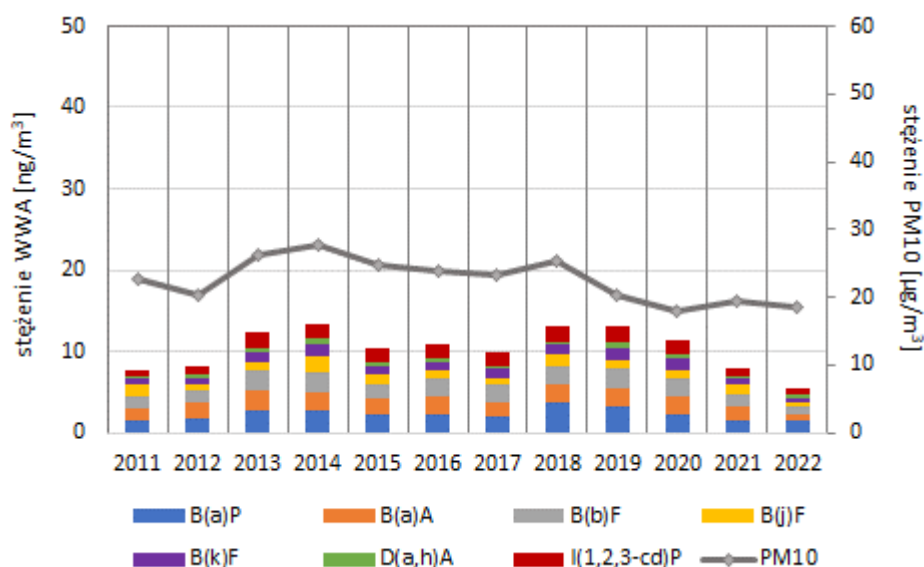
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2012-2022

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

Miasto	Zielona Góra
Województwo	lubuskie
Liczba ludności	139 278
Stacja pomiarowa WWA	LuZielKrotka
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,50 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	27,4 %
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



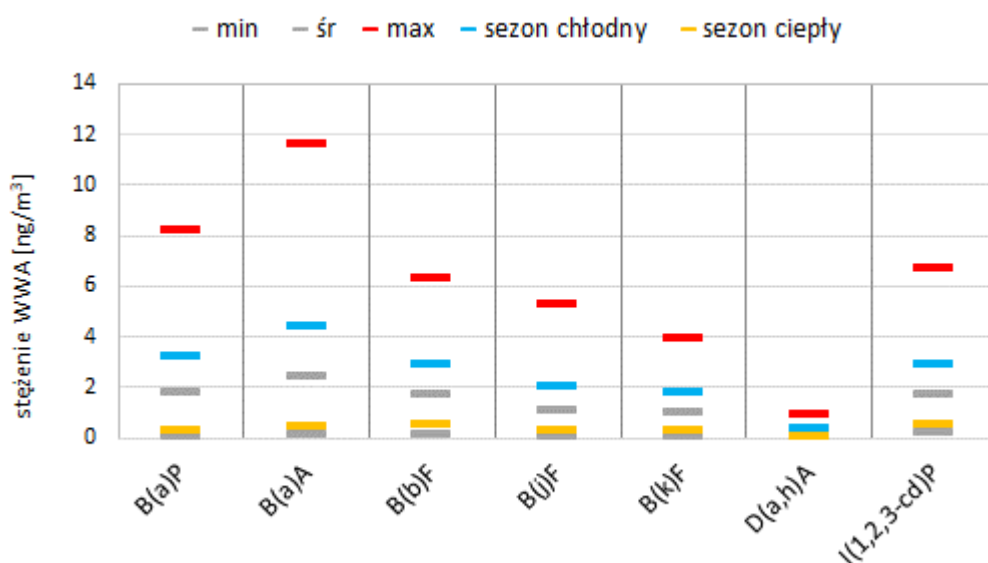
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r.



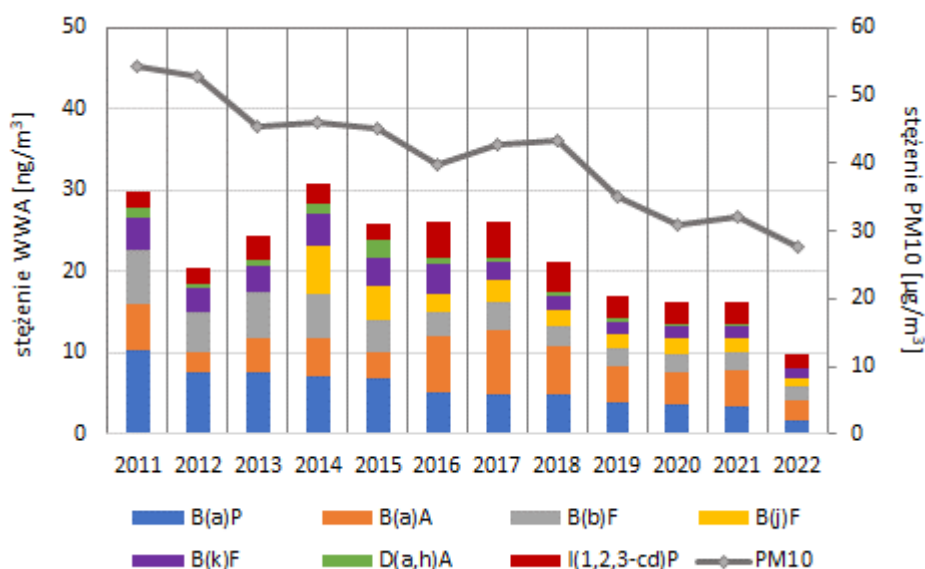
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Kraków
Województwo	małopolskie
Liczba ludności	803 282
Stacja pomiarowa WWA	MpKrakBujaka
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,77 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,8 %
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	2,17 ng/m ³



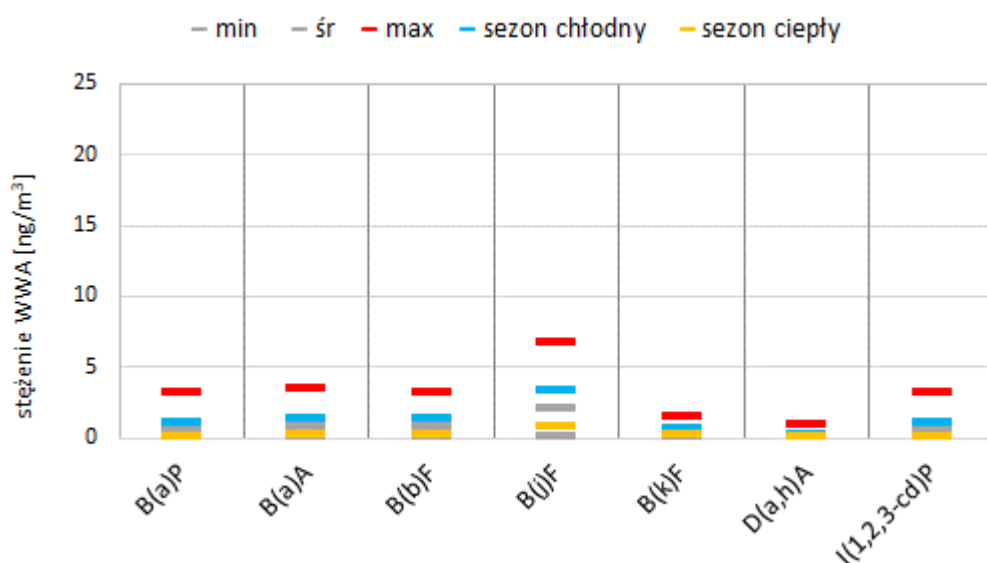
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



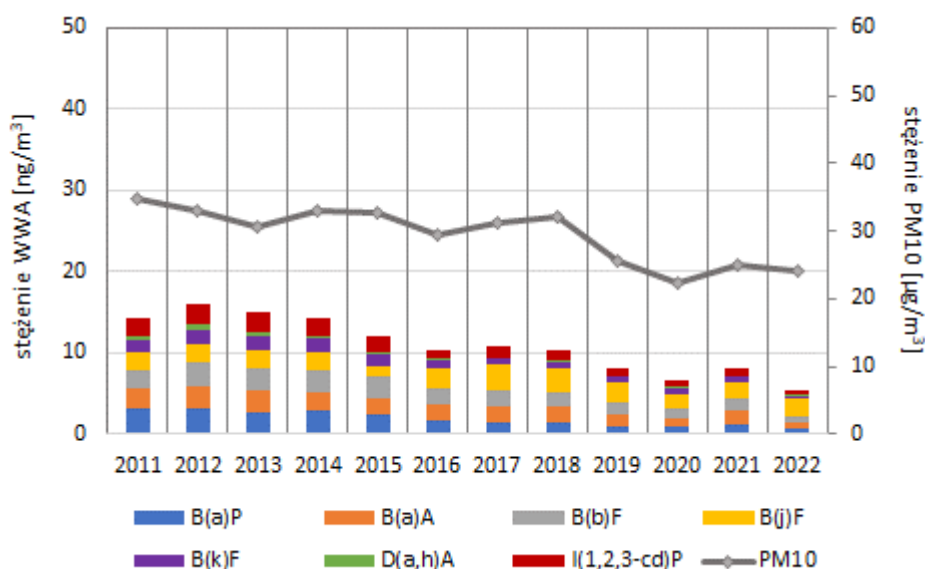
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Warszawa
Województwo	mazowieckie
Liczba ludności	1 861 975
Stacja pomiarowa WWA	MzWarAKrzywo
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,64 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	11,6%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	5
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	1,00 ng/m ³



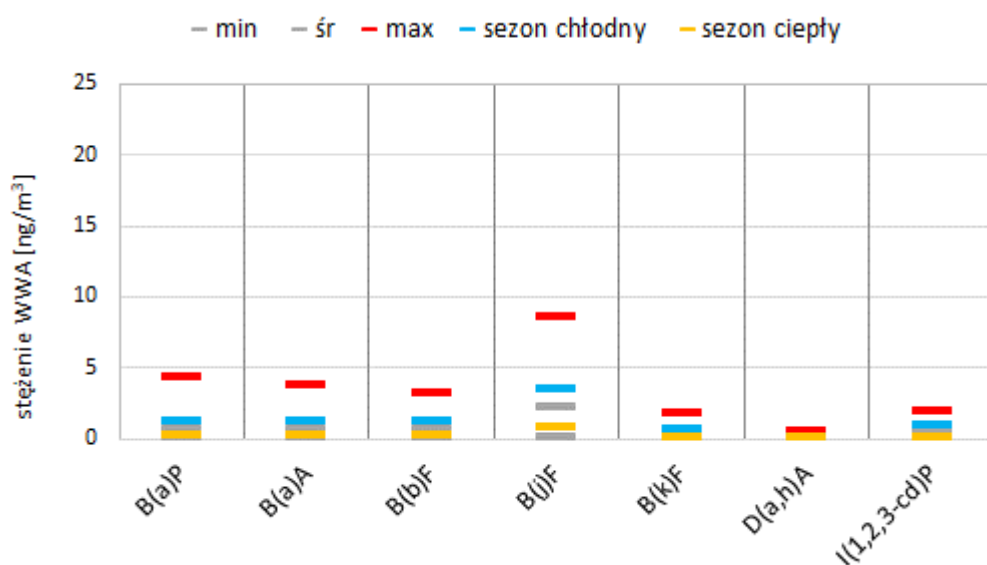
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



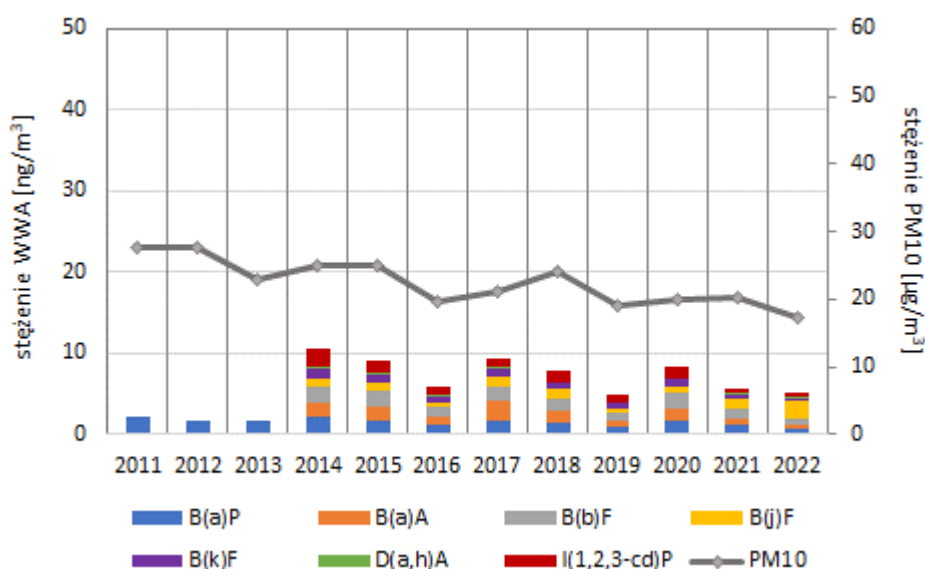
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Białystok
Województwo	podlaskie
Liczba ludności	292 600
Stacja pomiarowa WWA	PdBiałWaszyn
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,65 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	12,8%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



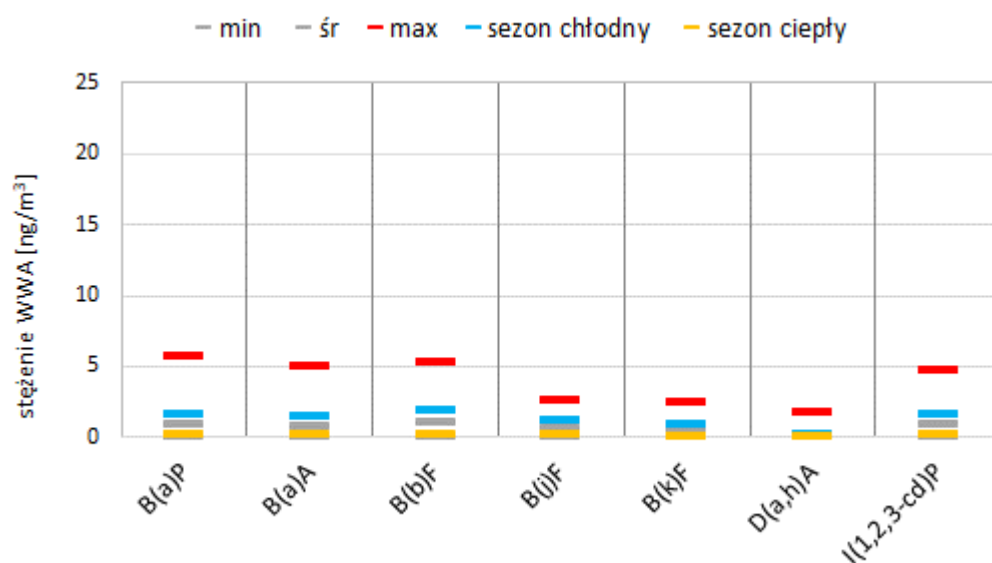
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



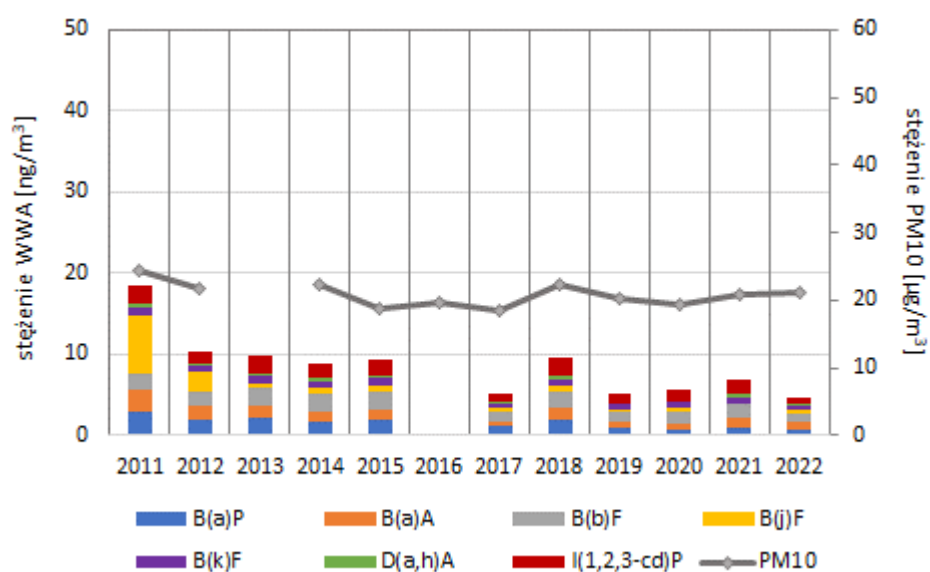
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Gdańsk
Województwo	pomorskie
Liczba ludności	486 345
Stacja pomiarowa WWA	PmGdaLeczk
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,83 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,6%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



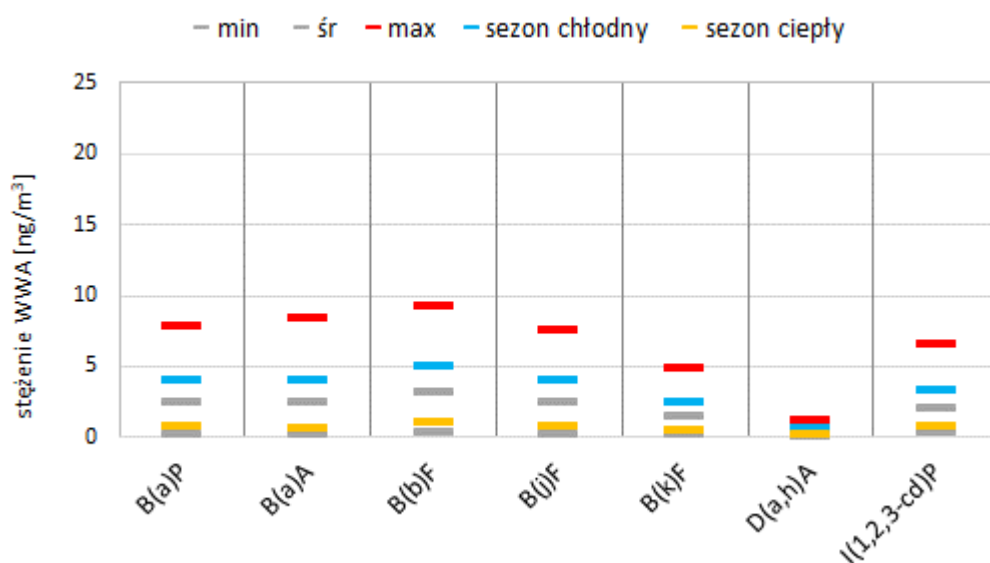
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



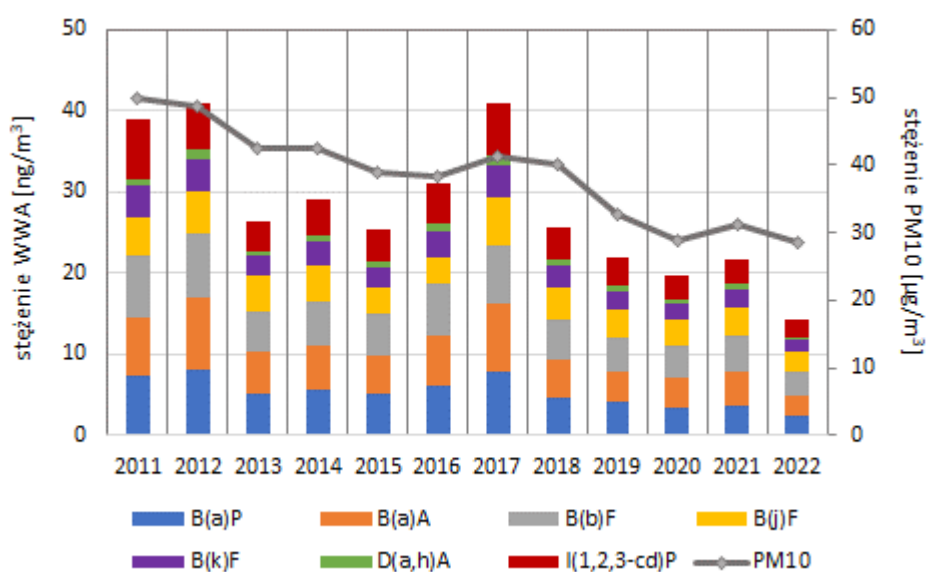
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Katowice
Województwo	śląskie
Liczba ludności	280 190
Stacja pomiarowa WWA	SKatoKossut
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,41 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,0%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



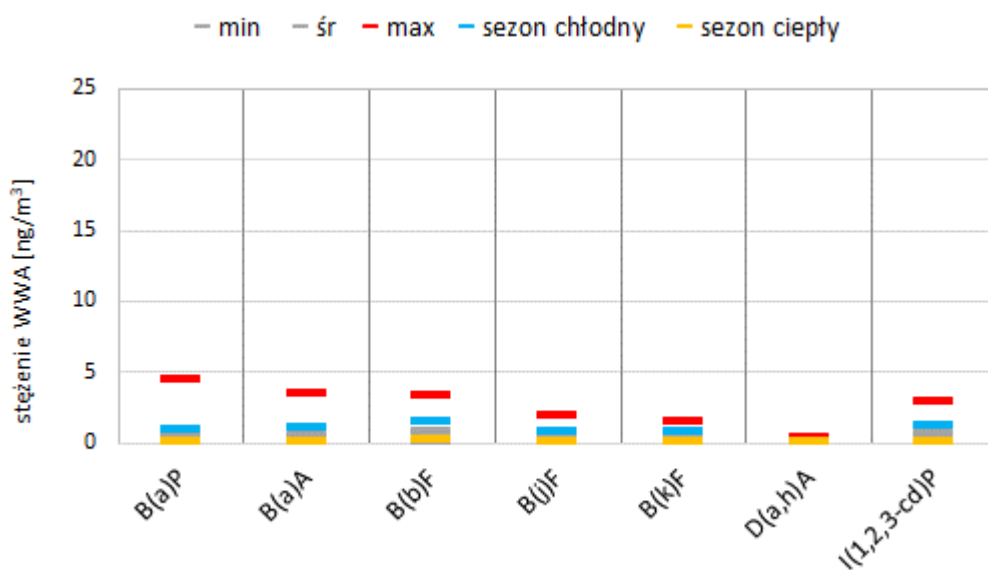
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2022 r.



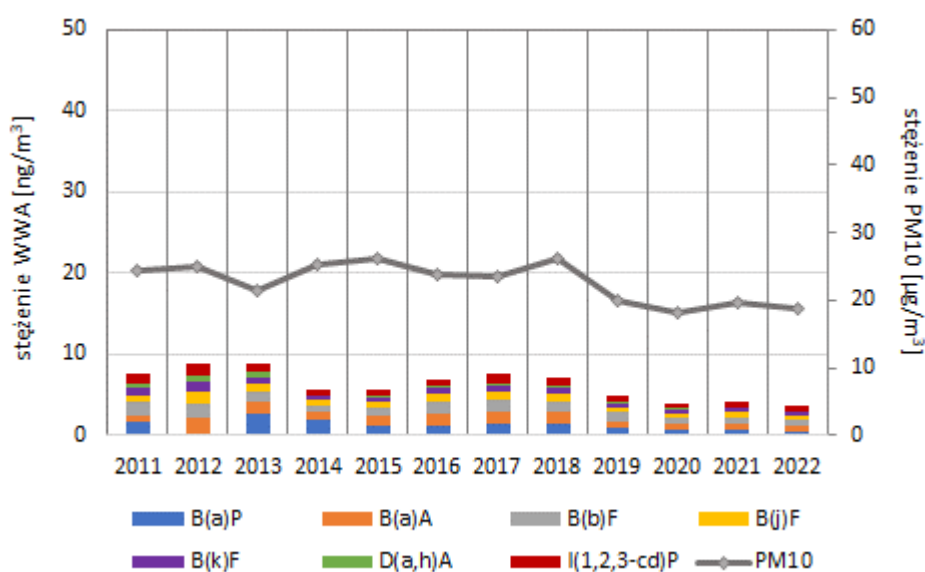
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Olsztyn
Województwo	warmińsko-mazurskie
Liczba ludności	168 212
Stacja pomiarowa WWA	WmOlsPuszkín
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,56 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	15,0%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



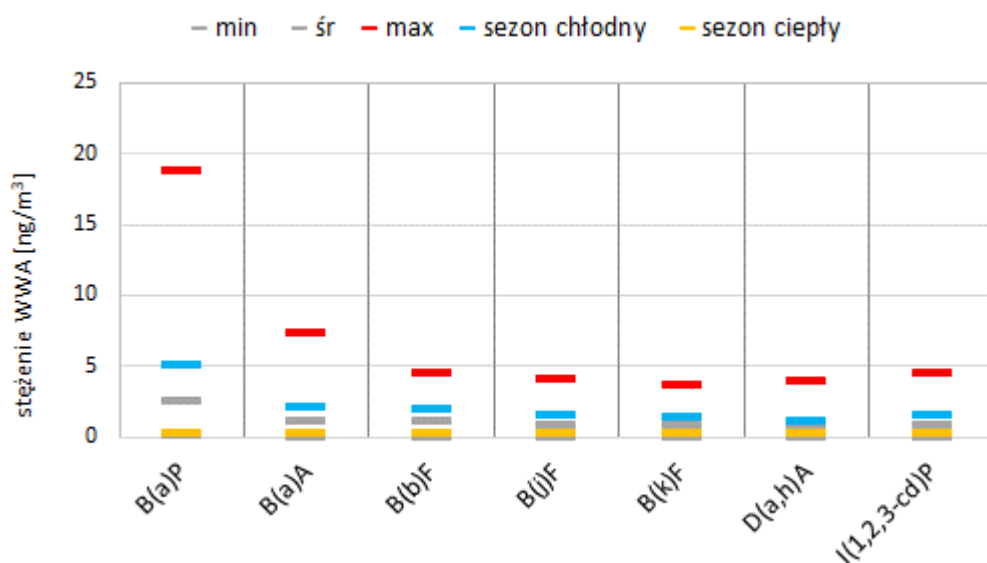
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



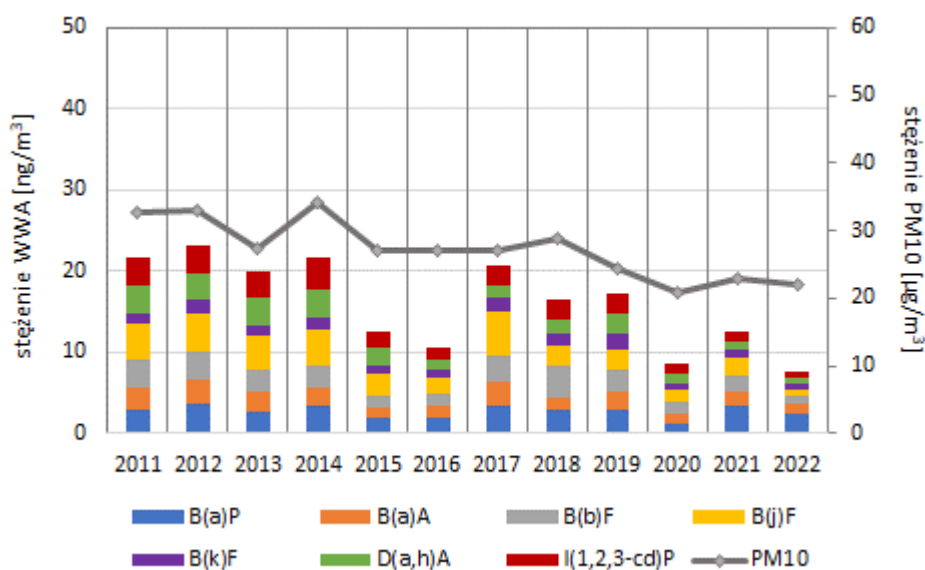
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Piła
Województwo	wielkopolskie
Liczba ludności	70 624
Stacja pomiarowa WWA	WpPilaKusoci
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,49 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	32,3%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



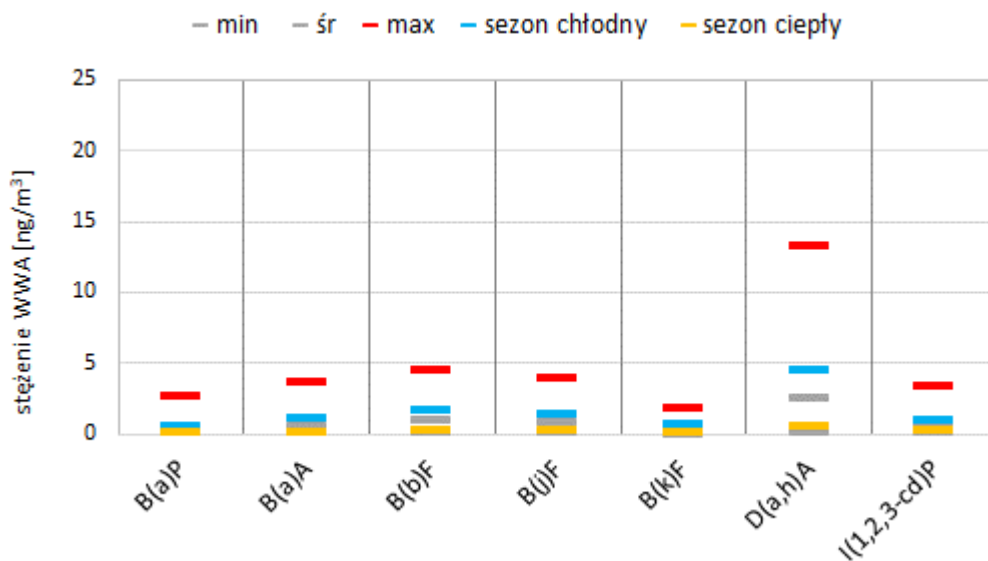
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



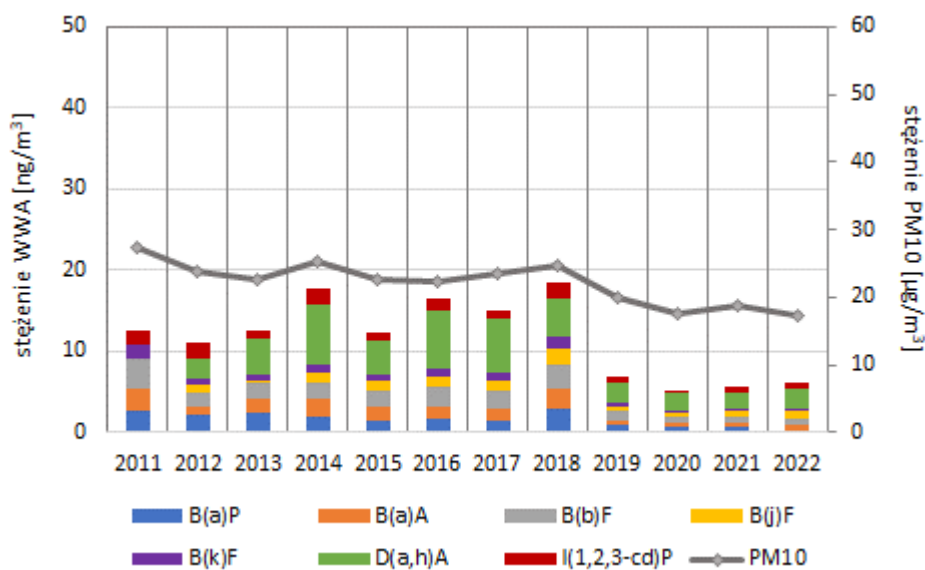
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

Miasto	Szczecin
Województwo	zachodniopomorskie
Liczba ludności	391 566
Stacja pomiarowa WWA	ZpSzcAndrze
Dane pomiarowe z 2021 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,32 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	5,2%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	6
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2022 r.



Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2022

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

8. Podsumowanie

Emisja

Głównym źródłem emisji 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 95% emisji całkowitej). W Europie wielkość emisji WWA w 2021 roku (ostatnim, dla którego dostępne są dane dotyczące emisji) oszacowano na 719 Gg, a udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej był największy, głównie za sprawą emisji B(a)P i B(b)F. Ocena zmian emisji w latach 2010-2021 wskazuje na wyraźną redukcję emisji, w przypadku Polski wynoszącą blisko 67% w stosunku do roku 2010, jest to jednak jeden ze wskaźników poniżej średniej europejskiej wynoszącej ponad 76%.

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce

Pomiary stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w roku 2022 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(b)F, na drugim i trzecim ze zbliżonym udziałem w sumie B(b)F i B(a)A. Na pięciu stacjach B(a)P zajmował dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Lublinie, Warszawie, Białymstoku, Olsztynie i Szczecinie, przy czym w Szczecinie B(a)P zajmował ostatnie miejsce wśród 7 badanych WWA. Jego udział w sumie WWA dla wyników średnich w Polsce wyniósł 18,2%. 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 Łodzi, Kielcach i Katowicach 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. Spadkom stężenia pyłu zawieszonego PM10 w 2022 r. w stosunku do roku poprzedniego towarzyszyły spadki stężeń badanych WWA na wielu stacjach. Uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne wszystkich WWA były niższe od notowanych w 2021 r., a spadek sumy stężeń WWA wyniósł 32%. Spadki sumy stężeń WWA na poszczególnych stacjach wyniosły od 9% w Olsztynie do 49% w Kielcach i tylko w Szczecinie nastąpił wzrost o 9%. W stosunku do wartości średnich z wielolecia 2010-2021 w przypadku sumy stężeń WWA widać spadek na wszystkich stacjach.

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie w roku 2022 oznaczane były w 24 krajach na 806 stacjach. Najwięcej stacji zlokalizowanych było we Włoszech, w Polsce i w Hiszpanii (powyżej 100 stacji w kraju). Tylko 139 stacji w 6 krajach (Włoszech, Polsce, Niemczech, Hiszpanii, Francji, Austrii) wykonywało oznaczenia wszystkich 7 rozważanych w opracowaniu WWA. Wśród tych 6 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 2022 w stosunku do roku 2021 wskazuje na spadek stężeń w Niemczech, Francji i w Polsce, a wzrost w Austrii, Hiszpanii i we Włoszech. Najwyższy udział stężenia B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2022 roku spośród krajów europejskich poddanych analizie zanotowano w przypadku Włoch (blisko 21%) oraz Polski i Austrii (nieco ponad 18%), zaś najniższy dotyczył Hiszpanii (14%).

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

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce były mierzone w 2022 r. na 165 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. Największe wartości średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 zanotowano w 2022 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 Suchej Beskidzkiej oraz województwo warmińsko-mazurskie – stację w Nowym Mieście Lubawskim. 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. Z niewielkimi odstępstwami na pojedynczych stacjach. Średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2022 r. 2,4 ng/m³. Na 43% 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 – 45% – znajdowało się w przedziale od 1,5 do 3,0 ng/m³. W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2022 roku, dla benzo(a)pirenu w 32 strefach spośród 46 ocenianych stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C. Najwyższe stężenia B(a)P w 2022 r. obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys., a najniższe w miastach i aglomeracjach o liczbie ludności z przedziału 250-500 tys.

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

Ocenę zmienności stężeń B(a)P w Europie przeprowadzono dla roku 2022 na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 806 stacji funkcjonujących w 24 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było we Włoszech, Polsce i w Hiszpanii. 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 2022 w stosunku do roku poprzedniego) pokazuje wzrost dla 11 z 24 krajów. Największy wzrost, przekraczający 50%, zaobserwowano dla Grecji (63%) i Holandii (55%). Istotne, kilkudziesięcioprocentowe wzrosty z roku na rok zanotowano również dla Rumunii i Belgii. Największy spadek uśrednionego dla kraju stężenia B(a)P wśród 13 pozostałych krajów zanotowano dla Estonii, Norwegii i Polski (ponad 30%). Ocena zmienności stężenia B(a)P z uwzględnieniem typu obszaru wskazuje, że najwyższe wartości dla większości z analizowanych krajów, w tym Polski, obserwowane są na obszarach miejskich.

9. Bibliografia

1. GIOŚ 2022, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2021 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB i INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Skotak K., Degórska A., Syrzycki M., Bratkowski J., Warszawa, 2022
2. 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
3. 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
4. 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
5. 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
6. GIOŚ 2023, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2022 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., Syrzycki M. Warszawa, 2023
7. 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
8. 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
9. 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

10. GIOŚ 2019, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2018 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 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
11. GIOŚ 2018, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2017 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 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
12. GIOŚ 2017, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2016 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 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
13. GIOŚ 2016, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2015 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 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
14. GIOŚ 2015, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2014 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 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
15. GIOŚ 2014, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2013 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 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
16. GIOŚ 2013, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2012 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 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
17. GIOŚ 2012, „Ocena zanieczyszczenia powietrza metalami ciężkimi i WWA oraz ocena składu pyłu PM2,5 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
18. 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

19. GIOŚ 2023, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2022. Zbiórny 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, 2023
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”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., Warszawa, 2022
21. GIOŚ 2021, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020. Zbiórny 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, 2021

Przepisy prawne i wytyczne

22. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str. 1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015)
23. 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)
24. 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)
25. 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)
26. 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)
27. Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2022. Monitoring jakości powietrza. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2021, Warszawa
28. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (t.j. Dz. U. 2021 r., poz. 845)

29. 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)
30. 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)
31. 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)
32. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 1973, z późn. zm.)

Bazy danych

33. Bank danych pomiarowych GIOŚ (<https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives>)
34. Baza danych Europejskiej Agencji Środowiska: Air Quality e-Reporting (AQ e-Reporting) (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-9>)
35. Baza danych Europejskiej Agencji Środowiska: Air pollutant emissions – EEA datasets (<https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-emissions-data>)
36. Baza danych emisyjnych EMEP, EMEP Centre on Emission Inventories and Projections: (<https://www.ceip.at/webdab-emission-database>)