



GŁÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2023 roku



**NARODOWY FUNDUSZ
OCHRONY ŚRODOWISKA
i GOSPODARKI WODNEJ**

*Praca wykonana na podstawie umowy
GIOŚ/ZP/27/2024/DMS/NFOŚ z dnia 1 marca 2024 r. zawartej
pomiędzy Głównym Inspektorem Ochrony Środowiska a
Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem
Badawczym, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej*

Warszawa 2024

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.....	6
4. Podstawy prawne monitoringu WWA w Polsce.....	13
5. System pomiarowy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10	15
6. Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych	20
6.1. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce	20
6.2. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie.....	36
6.3. Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce.....	40
6.4. Stężenia B(a)P pyłe zawieszonym PM10 w Europie	50
7. Stężenia WWA w miastach Polski	53
7.1. Analiza w miastach	53
7.2. Karty miast.....	55
8. Podsumowanie	66
9. Bibliografia.....	68

1. Wprowadzenie

Opracowanie zawiera podsumowanie oceny stanu zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi (WWA) w Polsce w 2023 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.

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)¹.

W opracowaniu skupiono się przede wszystkim na ocenie zmian stężeń uzyskanych na poszczególnych stacjach w roku 2023 w odniesieniu do roku poprzedniego oraz w odniesieniu do wcześniejszego okresu prowadzenia w Polsce pomiarów WWA (ze względu na kompletność wyników, analizami objęto okres 2010-2022, bez wcześniejszych lat, dla których są dostępne wyniki tylko z pojedynczych stacji). 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 2023 były średnie wartości tygodniowe, przypisane do poszczególnych dób. 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 2023 w porównaniu z rokiem 2022. 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, w ujęciu poszczególnych WWA oraz sumy WWA w 2022 roku, jako ostatnim dla którego są dostępne dane. 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 zanieczyszczania powietrza na dalekie odległości LRTAP (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution).

¹ GIOŚ 2023, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2022 roku. Inspekcja Ochrony Środowiska”, Warszawa, 2023

2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia

Analizę w zakresie wielkości oraz struktury emisji WWA omówiono na podstawie dostępnych informacji z 2022 roku, najbardziej aktualnych danych dotyczących inwentaryzacji emisji wykonanej na poziomie krajowym. W opracowaniu pokazano wielkości emisji z roku 2022 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 2022 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 powietrzu².

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 powietrzu³.

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 zawieszony 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

BA - Bośnia i Hercegowina

LT - Litwa

LU - Luksemburg

² t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 845

³ Dz. U. z 2020 r. poz. 2279

BE - Belgia
BG - Bułgaria
CH - Szwajcaria
CY - Cypr
CZ - Czechy (Republika Czeska)
DE - Niemcy
DK - Dania
EE - Estonia
ES - Hiszpania
FI - Finlandia
FR - Francja
GB - Wielka Brytania
GR - Grecja
HR - Chorwacja
HU - Węgry
IE - Irlandia
IS - Islandia
IT - Włochy

LV - Łotwa
MK - Macedonia
MT - Malta
NL - Holandia
NO - Norwegia
PL - Polska
PT - Portugalia
RO - Rumunia
RS - Serbia
SE - Szwecja
SI - Słowenia
SK - Słowacja (Republika Słowacji)
TR – Turcja
XK - Kosowo

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 w dyrektywie 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 wskazała na konieczność oceny zawartości benzo(a)pirenu (B(a)P) w pyłe zawieszonym PM₁₀ i jednocześnie zobligowała państwa członkowskie do monitorowania innych WWA w ograniczonej liczbie punktów pomiarowych, uznając, że zakres pomiarów oprócz benzo(a)pirenu musi obejmować: 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. Należy podkreślić, że w ww. dyrektywie wartość normatywna określona jest tylko dla B(a)P.

Tylko 4 z wymienionych powyżej WWA 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 są procesy spalania paliw kopalnianych: węgla i ropy naftowej. Powstają one przede wszystkim w elektrowniach i elektrociepłowniach oraz gospodarstwach domowych podczas wytwarzania energii przy spalaniu paliw stałych. Znaczącym źródłem emisji WWA do atmosfery jest transport samochodowy, lotniczy i morski oraz przemysł. Również aktywność wulkaniczna, naturalne pożary lasów, rolnictwo i hodowla zwierząt oraz spalanie odpadów są źródłem WWA.

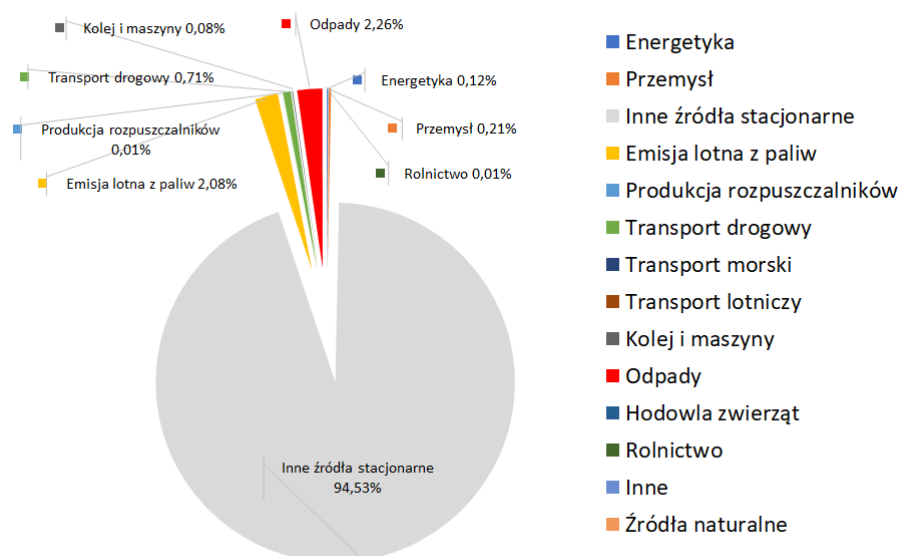
W rozdziale przedstawiono dane dotyczące emisji za 2022 rok, jako ostatnie publicznie dostępne.

W 2022 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 94,5%). Kolejnymi źródłami emitującymi WWA już na znacznie niższym poziomie były: spalanie odpadów (ponad 2,3%) i emisja lotna z paliw (2,1%) oraz blisko 3 krotnie mniej - transport drogowy (0,7%) – Tab. 3-1, Rys. 3-1. Pozostałe źródła charakteryzowały się znikomą emisją WWA.

Tab. 3-1. Emisja WWA w Polsce w 2022 r.

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

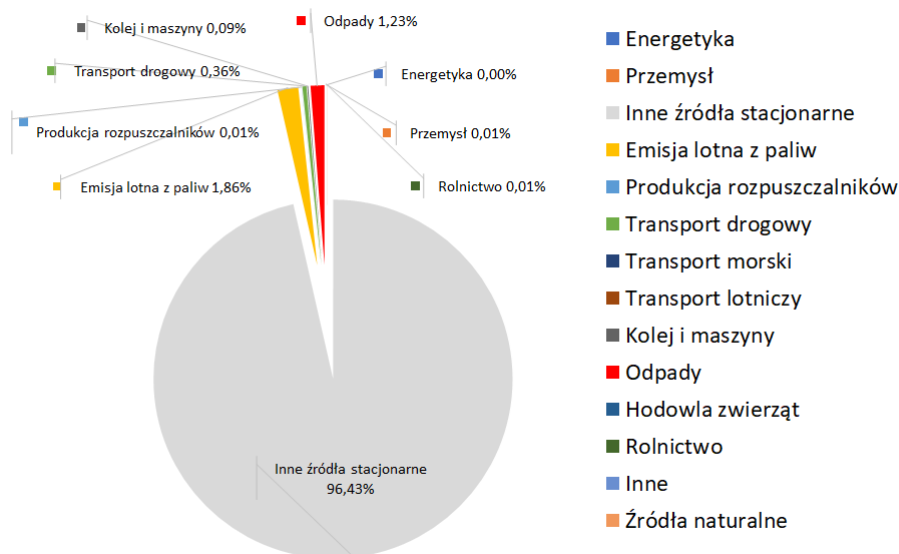
Sektor	Emisja [Mg]				
	Suma WWA	B(a)P	B(b)F	B(k)F	I(1,2,3-cd)P
Energetyka	0,256	0,003	0,115	0,115	0,024
Przemysł	0,447	0,006	0,180	0,181	0,079
Inne źródła stacjonarne	204,258	70,356	71,896	33,372	28,634
Emisja lotna z paliw	4,496	1,357	1,697	0,848	0,594
Produkcja rozpuszczalników	0,020	0,008	0,004	0,004	0,004
Transport drogowy	1,524	0,265	0,503	0,469	0,288
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	0,170	0,064	0,106	0,000	0,000
Odpady	4,873	0,898	1,785	2,190	0,000
Hodowla zwierząt	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Rolnictwo	0,025	0,004	0,012	0,005	0,004
Inne	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Źródła naturalne	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Łącznie	216,070	72,962	76,297	37,184	29,626



Rys. 3-1. Udział największych sektorów w emisji 4 WWA w Polsce w roku 2022

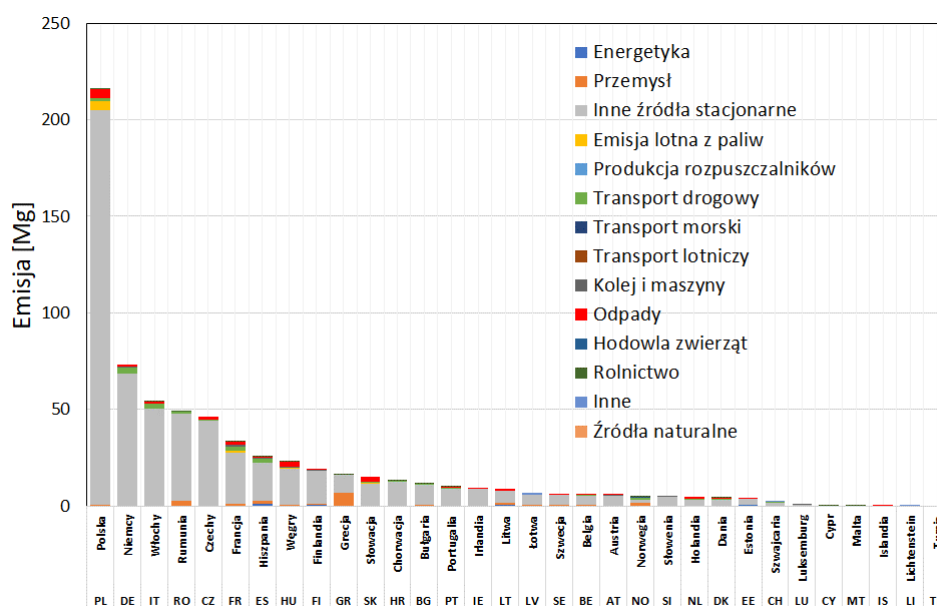
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W 2022 roku, jak i w latach poprzednich, bardzo zbliżony udział poszczególnych kategorii źródeł emisji dla sumy czterech WWA zaobserwowano w przypadku B(a)P - z dominującym udziałem źródeł komunalno-bytowych (nieco ponad 96,4%), emisji lotnych z paliw (1,9%) oraz spalania odpadów (1,2%) – Rys. 3-2. Pozostałe sektory, z wyjątkiem transportu drogowego (0,4%), charakteryzowały się znikomą lub wręcz zerową emisją B(a)P, więc ich udział w emisji sumarycznej wynosił poniżej promila.

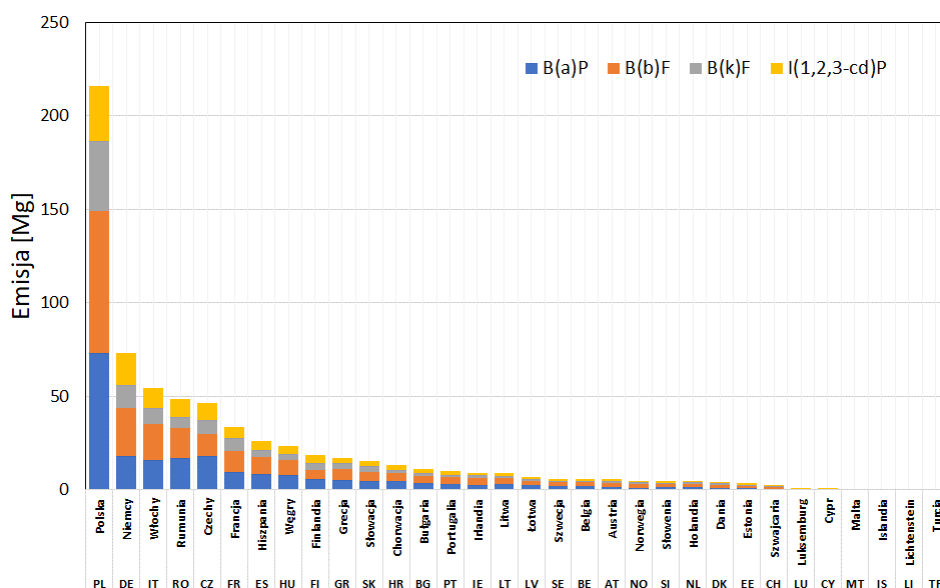


Rys. 3-2. Udział największych sektorów w emisji B(a)P w Polsce w roku 2022
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

W Europie w 2022 roku wyemitowano do atmosfery ponad 676 Mg czterech wymienionych wyżej WWA. Udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej WWA spadł w stosunku do roku poprzedniego i wynosił 32%. Był on największy, głównie za sprawą emisji B(a)P i B(b)F. W przypadku większości krajów, w tym w Polsce, o wielkości łącznej emisji WWA decyduje przede wszystkim emisja B(b)F (Rys. 3-4). We wszystkich krajach europejskich z wyjątkiem Norwegii, Luksemburga, Malty oraz Islandii i Cypru, dominującym sektorem emisji jest sektor komunalno-bytowy (Rys. 3-3).



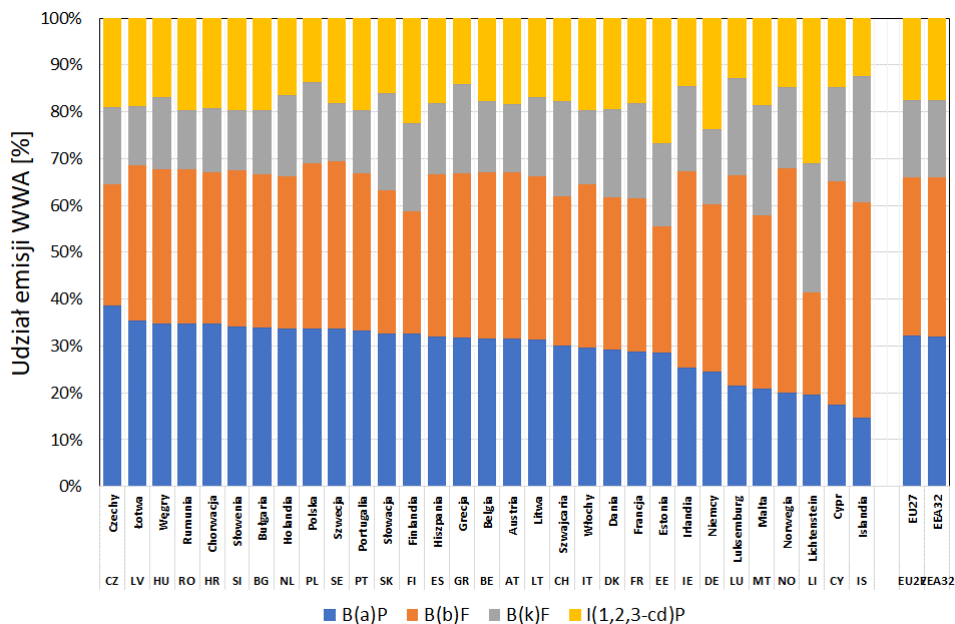
Rys. 3-3. Sektorowa emisja sumy WWA w krajach Europy w 2022 roku
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 3.4 Emisja WWA w krajach Europy w 2022 roku

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

Należy podkreślić, że 5 krajów europejskich, tj. Polska, Niemcy, Włochy, Rumunia i Czechy, odpowiada za blisko 65% emisji WWA na kontynencie (łącznie blisko 439 tys. ton, w tym z Polski ponad 216 tys. ton). Warto zaznaczyć, że w tym bilansie nie jest uwzględniona Wielka Brytania (dane od roku 2020 rok nie są dostępne) - Rys 3-4.



Rys. 3.5. Udział emisji poszczególnych WWA w krajach europejskich

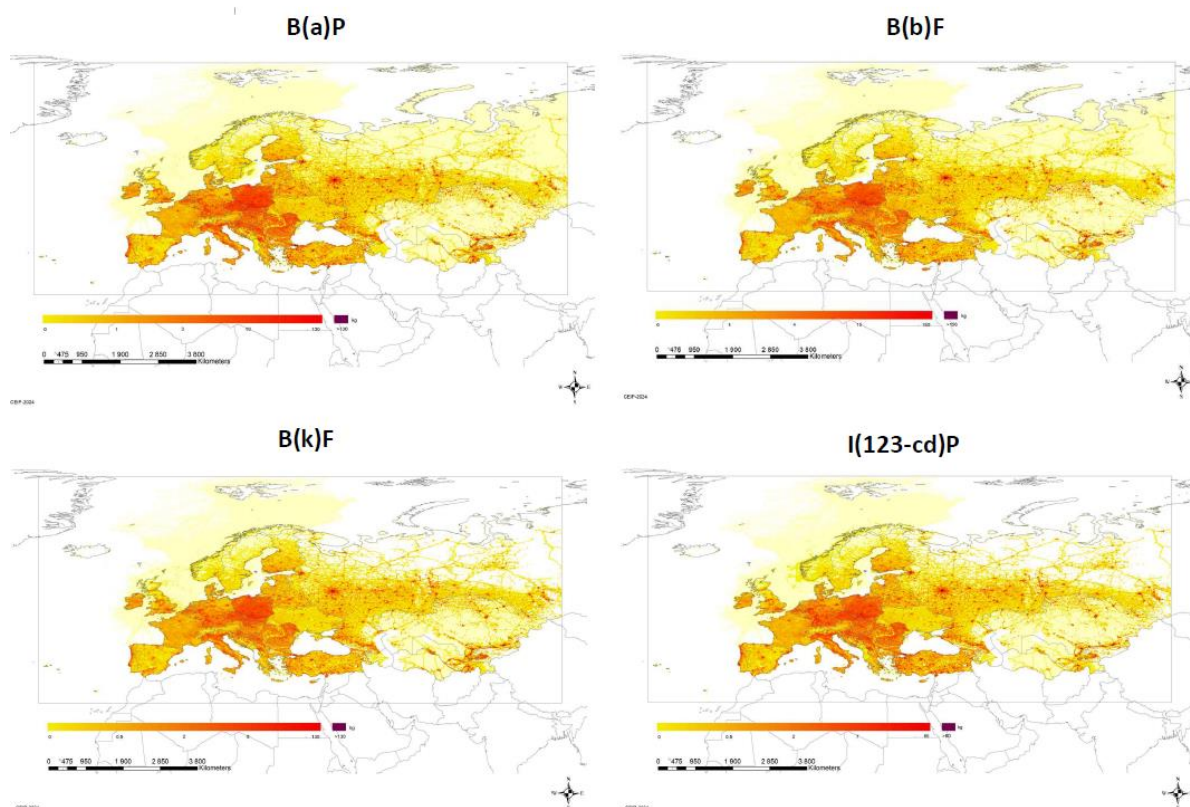
oraz łącznie w EEA-32 i UE-27 w roku 2022

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

W całkowitej emisji czterech analizowanych WWA w Europie w roku 2022, obliczonej z 31 krajów (bez Turcji i Wielkiej Brytanii), dominuje emisja B(b)F (33,8% emisji całkowitej) i B(a)P (32,1%). Udział pozostałych WWA, tj. B(k)F i I(1,2,3-cd)P wynosił odpowiednio 16,5% i 17,6%.

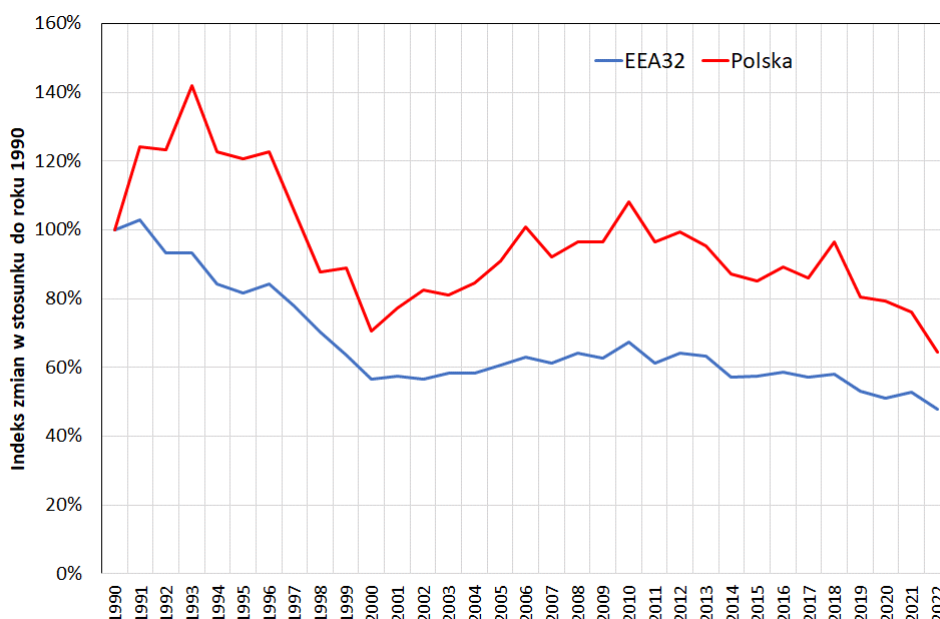
Najwyższe udziały emisji B(a)P (przekraczające lub bliskie 35%) zanotowano w przypadku Czech i Łotwy, zaś dla emisji B(b)F (przekraczające 45%) w przypadku Norwegii, Cypru i Islandii (Rys. 3-5). W przypadku pozostałych dwóch WWA, najwyższe udziały przekraczające 25% spośród krajów europejskich dotyczyły odpowiednio – dla B(k)F - Lichtensteinu i Islandii, zaś I(1,2,3-cd)P - Lichtensteinu i Estonii.

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



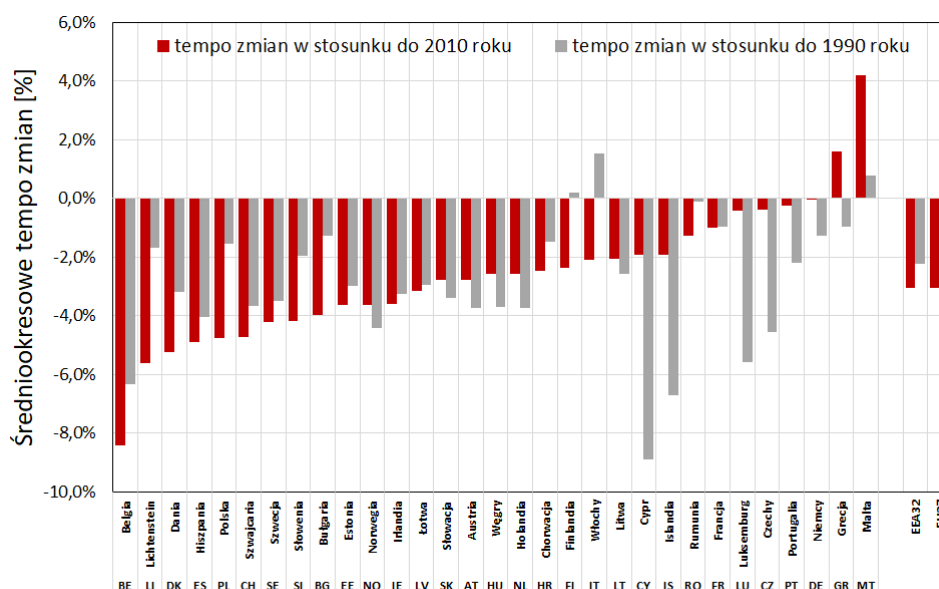
*Rys. 3-6. Rozkład emisji WWA: (B(a)P, B(b)F, B(k)F, I(1,2,3-cd)P)
w domenie objętej Konwencją LRTAP w roku 2022
Źródło: CEIP EMEP, LRTAP*

Analiza zmian emisji WWA w krajach Europy w okresie 1990-2022 wskazuje na trendy malejące. Szczególnie zauważalne spadki dotyczą sumy łącznej emisji WWA. 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).



Rys. 3-7. Trend zmian emisji sumy WWA w Polsce oraz w krajach EEA-32 w poszczególnych latach w stosunku do roku 1990
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza średniookresowego tempa zmian emisji kluczowego dla zdrowia WWA, jakim jest B(a)P wskazuje, że w okresie 2010-2022 redukcję emisji obserwuje się we wszystkich krajach z wyjątkiem Malty i Grecji, gdzie zauważalny jest wzrost emisji tego WWA, przy praktycznie braku zmian w Niemczech. Na tle średniego europejskiego tempa zmian w ostatniej dekadzie na poziomie 3,1%, Polska jest jednym z 5 krajów z najwyższym wskaźnikiem (4,8%). Wyższy wskaźnik redukcji emisji mają jedynie: Belgia (8,4%), Lichtenstein (5,6%), Dania (5,2%) i Hiszpania (4,9%). Aż 18 krajów ma tempo zmian poniżej średniej europejskiej (Rys. 3-8).



Rys. 3-8. Średniookresowe tempo zmian emisji B(a)P w krajach Europy w poszczególnych latach w stosunku do 1990 i 2010 roku
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Nieco inaczej wygląda sytuacja w zakresie średniookresowego tempa zmian emisji B(a)P w okresie 1990-2022. W tym 33-letnim okresie najwyższe wskaźniki tempa zmian wskazujące na pogorszenie sytuacji dotyczą Włoch, Malty i Finlandii (wartości dodatnie). Najwyższe tempo w zakresie redukcji emisji B(a)P w tym wieloleciu (przekraczające 5%) dotyczy Cypru, Islandii, Belgii i Luksemburga. Polska z wartością 1,5% znajduje się wśród 12 krajów z niższym średniookresowym tempem zmian emisji niż średnia europejska (2,2%) - Rys. 3-8.

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 uchylecia dyrektywy 2001/81/WE*⁴, 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*⁵ (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.

⁴ Dz. Urz. UE L 344 z 17.12.2016

⁵ 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)*⁶. 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 Europy⁷ 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 powietrzu⁸, 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 powietrza⁹.

Zadania, które obejmują pomiary i ocenę zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, określone w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska (na rok 2023), dotyczącym monitoringu jakości powietrza¹⁰, koordynowane i wykonywane 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 i identyfikacja obszarów wymagających poprawy jakości powietrza – tzw. obszarów 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

⁶ t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 54, z późn. zm.)

⁷ Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4

⁸ 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

⁹ Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4 oraz Dz. Urz. UE L 72 z 14.03.2019, str. 141

¹⁰ Wykonawczy program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2023. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2022

Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu¹¹ 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 2023 r. (i z lat wcześniejszych) posłużyły do sporządzenia niniejszego opracowania w zakresie oceny zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi w Polsce, zgodnie z zapisami zawartymi w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2023¹².

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,

¹¹ t. j. Dz. U. z 2021 r. poz. 845

¹² Wykonawczy program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2023. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2022

- 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 2023 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, funkcjonowała na podstawie wyników oceny pięcioletniej (obejmującej lata 2014-2018) wykonanej w 2019 r., zgodnie z art. 88 ust. ustawy PoŚ¹³.

W przypadku benzo(a)pirenu, ocenę pięcioletnią i roczną 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 2024 r. wszystkim 40 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, zaś kolejnym 6 – 3a, wynikającą z faktu przekroczenia górnego progu oszacowania w co najmniej 3 latach, lecz bez notowania przekroczeń poziomu docelowego. A zatem, we wszystkich strefach wymagane są pomiary intensywne na stałych stanowiskach. Wyniki tych pomiarów mogą być uzupełniane informacjami z innych źródeł, takich jak: modelowanie matematyczne, pomiary wskaźnikowe, obiektywne szacowanie. Istnieje obowiązek lub priorytet prowadzenia pomiarów intensywnych na obszarach przekroczeń poziomów docelowych w strefie.

W wyniku oceny pięcioletniej określono wymóg prowadzenia takiego monitoringu na 70 stanowiskach w kraju, przy czym liczba ta może być ograniczona przy zastosowaniu uzupełniających metod oceny dostarczających informacji o odpowiedniej jakości. Z uwagi na występujące w kraju wysokie stężenia benzo(a)pirenu, co jest przede wszystkim związane z wykorzystywaniem paliw stałych (głównie węgla) na potrzeby ogrzewania indywidualnego, liczba stanowisk pracujących w ramach sieci PMŚ jest większa niż minimalna wymagana.

¹³ 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”

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 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 (stacja Puszcza Borecka).

Opisanym wyżej pomiarom towarzyszą działania na rzecz zapewnienia jakości prowadzone przez Centralne Laboratorium Badawcze i Krajowego Laboratorium Referencyjnego do spraw jakości powietrza atmosferycznego GIOŚ jak i Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy.

Oddziały regionalne Centralnego Laboratorium Badawczego oraz IOŚ-PIB w roku 2023 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 powietrzu¹⁴:

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

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

Dane pomiarowe ze stacji monitoringu PMŚ są gromadzone w wojewódzkich bazach danych CAS i bazie danych monitoringu jakości powietrza, obecnie JPOAT3,0, działającej w ramach SI EKOINFONET oraz zasilają system ocen jakości powietrza. Ponadto, zgodnie z wymogami

¹⁴ t.j. Dz. U. z 2024 r. poz. 870

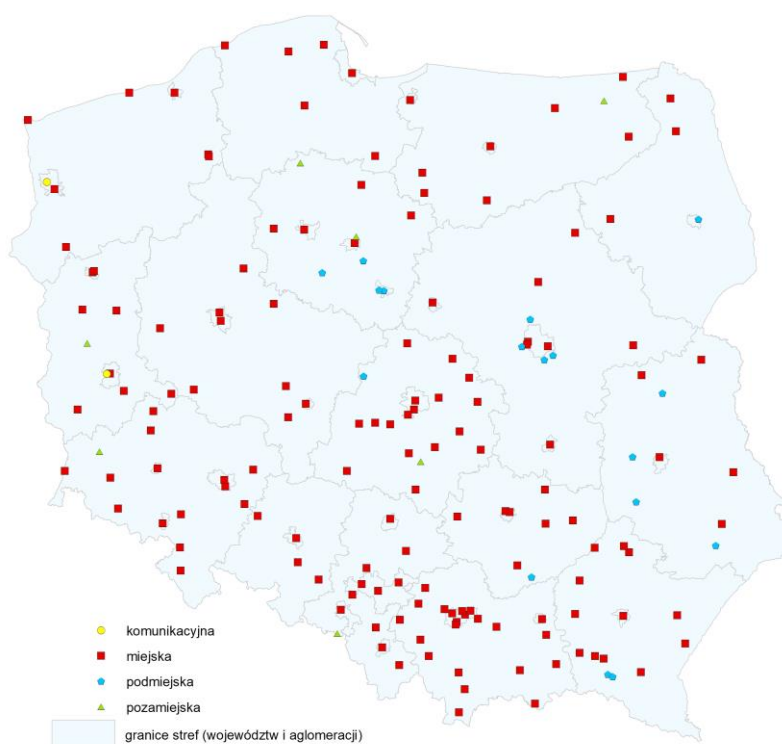
dotyczącymi raportowania, są przekazywane do europejskiej bazy danych Europejskiej Agencji Środowiska.

W 2023 r. w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na 172 stanowiskach pomiarowych mierzone były stężenia benzo(a)pirenu. Były to w większości (82%) stanowiska tła miejskiego – 141. Na obszarach miejskich funkcjonowało również 5 stanowisk przemysłowych i 2 komunikacyjne. Pomiary benzo(a)pirenu prowadzono także na 17 stanowiskach tła na obszarach podmiejskich i 7 stanowiskach tła na obszarach pozamiejskich (stanowiły one odpowiednio 10% i 4% stanowisk pomiarowych B(a)P). W 2023 r. w poszczególnych województwach znajdowało się po kilka-kilkanaście stanowisk pomiarów B(a)P – najwięcej było ich w województwach małopolskim (22), łódzkim (19) i dolnośląskim (15), a najmniej w podlaskim oraz opolskim (po 4).

Stężenia 7 WWA w 2023 r. mierzone były na 19 stanowiskach w kraju - 15 z nich to stanowiska tła miejskiego, 1 podmiejskie, 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. Stacja podmiejska funkcjonuje od 2023 roku w Białymstoku. 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 powietrzu¹⁵. 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, 2022 i 2023 pochodzą ze stacji tła miejskiego w Nakle nad Notecią. W 2023 roku zaszła zmiana w województwie wielkopolskim – stację w Pile, wykonującą dotychczas pomiary WWA w pyłe zawieszonym PM10, zamieniła stacja w Poznaniu. Zmianie uległa lokalizacja stacji w Białymstoku. Po roku nieobecności w 2023 wróciła do zestawienia stacja w Opolu.

¹⁵ t.j. Dz. U. z 2024, poz. 870

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



Rys. 5-1. Rozmieszczenie stacji, na których były wykonywane pomiary WWA (zarówno benzo(a)pirenu, jak i sumy WWA) w 2023 r.

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

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

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

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

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

Województwo	Typ stacji	Typ obszaru	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P
dolnośląskie	tło	miejski	14	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	4						
lubuskie	tło	miejski	8	1	1	1	1	1	1
	komunikacyjna	miejski	1						
	tło	pozamiejski	1						
łódzkie	tło	miejski	17	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	1						
	tło	pozamiejski	1						
małopolskie	tło	miejski	20	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	4	1	1	1	1	1	1
podkarpackie	tło	miejski	11	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
	tło	podmiejski	2						
podlaskie	tło	miejski	3						
	tło	podmiejski	1	1	1	1	1	1	1
pomorskie	tło	miejski	6	1	1	1	1	1	1
śląskie	tło	miejski	11	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	8	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
	komunikacyjna	miejski	1						
	przemysłowa	miejski	1						
Polska	tło	miejski	141	15	15	15	15	15	15
	komunikacyjna	miejski	2						
	przemysłowa	miejski	5						
	tło	podmiejski	17	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	7	3	3	3	3	3	3
	łącznie		172	19	19	19	19	19	19

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 2023 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 2023 r. odniesiono do wartości z wcześniejszych 13 lat (tam, gdzie było to możliwe) i do roku poprzedniego, a wyniki ze stacji europejskich pokazano na tle danych z 2022 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).

Niższe 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 również podmiejską i pozamiejskie. Średnie stężenie pyłu zawieszonego PM10 było w tym przypadku o 7% niższe 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 13%, a poszczególnych związków od 11% dla B(b)F i B(j)F do 16% dla D(a,h)A.

Ocena wyników stężeń ze stanowisk reprezentujących różne typy obszaru pokazuje, że dla wszystkich analizowanych związków najwyższe wartości stężenia odnotowano na stanowiskach tła miejskiego (wartość średnia z 15 stanowisk), niższe na stanowisku podmiejskim, a najniższe 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 68% w przypadku D(a,h)A, przy różnicy stężeń pyłu zawieszonego PM10 na poziomie 36%. Różnice względne zarówno sumy stężeń WWA, jak i poszczególnych związków na stanowisku podmiejskim i miejskich wynosiły od 42% w przypadku B(a)A, po 64% w przypadku D(a,h)A, przy różnicy stężeń pyłu zawieszonego PM10 na poziomie 21%. Należy jednak pamiętać o różnej liczbie porównywanych stanowisk (Tab. 6.1-2).

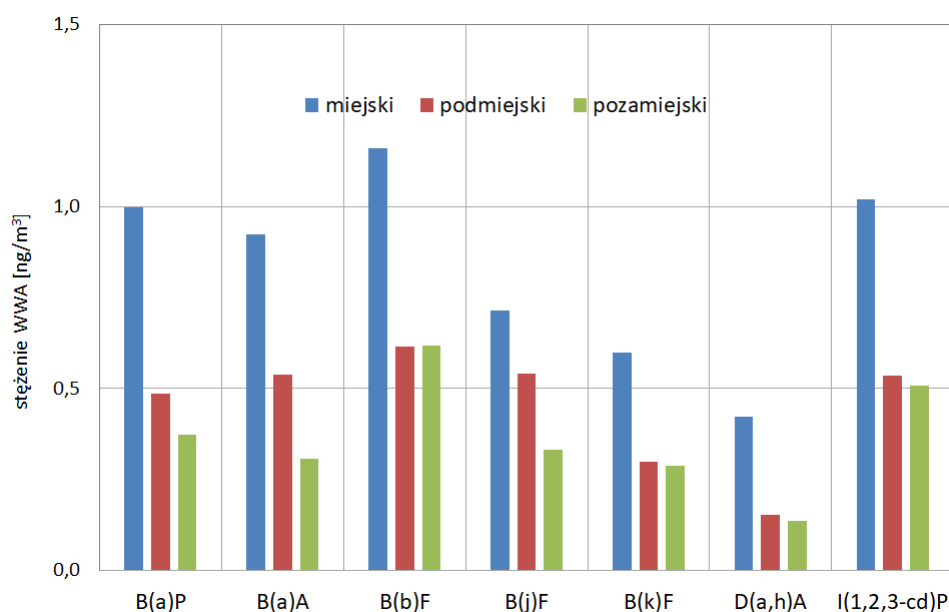
Tab. 6.1-1. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i ich sumy w pyłe zawieszonym PM10 oraz stężenia pyłu PM10 w 2023 r.

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	0,63	0,50	0,96	0,33	0,40	0,10	0,47	3,39	20,13
<i>dolnośląskie</i>	<i>Osieczów</i>	<i>DsOsieczow21*</i>	<i>0,44</i>	<i>0,35</i>	<i>0,65</i>	<i>0,24</i>	<i>0,28</i>	<i>0,09</i>	<i>0,35</i>	<i>2,40</i>	<i>15,98</i>
kujawsko-pomorskie	Nakło	KpNaklWawrzy	2,59	1,95	2,57	1,31	1,36	1,20	3,30	14,28	21,86
<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>Zielonka</i>	<i>KpZielBoryTu*</i>	<i>0,31</i>	<i>0,23</i>	<i>0,47</i>	<i>0,22</i>	<i>0,24</i>	<i>0,21</i>	<i>0,60</i>	<i>2,27</i>	<i>12,14</i>
lubelskie	Lublin	LbLubSliwins	0,68	0,83	0,81	0,72	0,42	0,23	0,64	4,33	17,92
lubuskie	Zielona Góra	LuZielKrotka	0,59	0,49	0,55	0,35	0,37	0,52	0,47	3,36	16,88
łódzkie	Łódź	LdLodzLegion	1,53	1,13	2,01	0,91	0,94	0,73	2,34	9,60	34,89
małopolskie	Kraków	MpKrakBujaka	1,27	1,38	0,93	0,77	0,63	0,12	1,08	6,19	22,84
mazowieckie	Warszawa	MzWarAKrzywo	0,39	0,56	0,68	0,78	0,32	0,21	0,51	3,46	21,69
opolskie	Opole	OpOpoleOsAKr	0,94	0,75	1,38	0,43	0,56	0,12	0,64	4,83	19,59
podkarpackie	Rzeszów	PkRzeszRejta	1,31	1,06	1,48	0,63	0,62	0,09	1,12	6,30	19,80
podlaskie	Białystok	PdBialPPiech**	0,49	0,54	0,61	0,54	0,30	0,15	0,53	3,16	16,55
pomorskie	Gdańsk	PmGdaLeczkow	0,32	0,44	0,67	0,42	0,40	0,05	0,50	2,81	18,32
śląskie	Katowice	SlKatoKossut	1,94	1,85	2,47	1,95	1,19	0,29	1,65	11,34	24,47
świętokrzyskie	Kielce	SkKielTargow	1,68	1,62	0,90	0,84	0,64	0,13	1,16	6,97	23,17
warmińsko-mazurskie	Olsztyn	WmOlsPuszkina	0,20	0,32	0,53	0,33	0,31	0,05	0,43	2,16	16,33
<i>warmińsko-mazurskie</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>WmPuszczaBor*</i>	<i>0,36</i>	<i>0,34</i>	<i>0,74</i>	<i>0,54</i>	<i>0,34</i>	<i>0,11</i>	<i>0,57</i>	<i>3,00</i>	<i>11,82</i>
wielkopolskie	Poznań	WpPoznSzyman	0,70	0,66	0,78	0,60	0,50	0,58	0,61	4,43	19,42
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzczAndrze	0,18	0,33	0,65	0,33	0,32	1,89	0,38	4,07	16,35
Polska	średnia z 19 stacji		0,87	0,81	1,05	0,64	0,53	0,36	0,91	5,18	19,48
	średnia z 15 stacji miejskich		1,00	0,92	1,16	0,71	0,60	0,42	1,02	5,83	20,91

* Kursywą zaznaczono stacje pozamiejskie ** stacja podmiejska

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



Rys. 6.1-1. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r. uśrednione dla poszczególnych typów obszaru

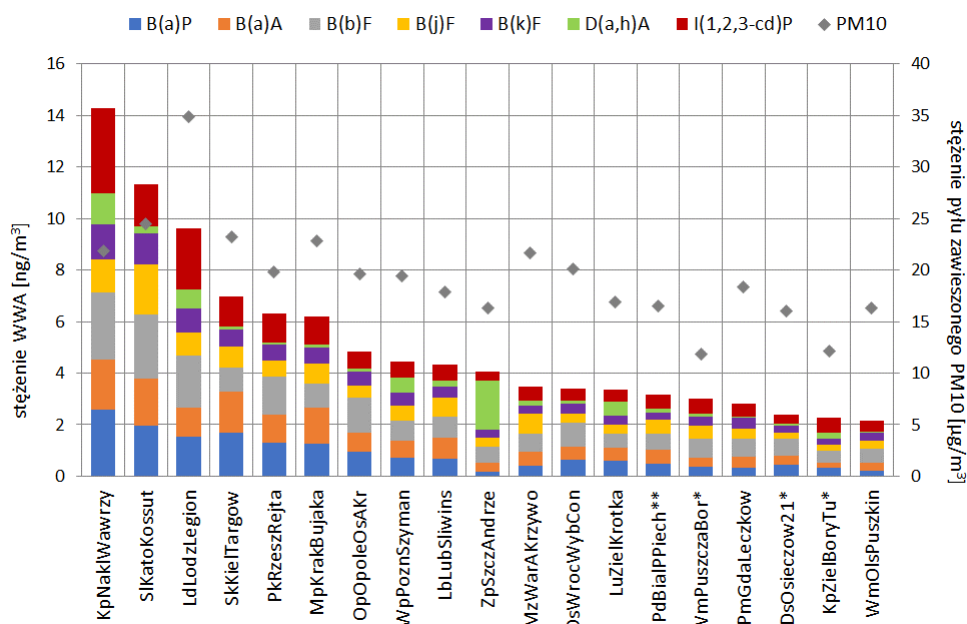
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 6.1-2. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i ich sumy w pyłe zawieszonym PM10 oraz stężenia pyłu PM10 w 2023 r., uśrednione dla typów obszaru: miejski, podmiejski i pozamiejski

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

Typ obszaru	Liczba stanowisk	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P	suma WWA	PM10
		[ng/m³]	[ng/m³]	[ng/m³]	[ng/m³]	[ng/m³]	[ng/m³]	[ng/m³]	[ng/m³]	[µg/m³]
miejski	15	1,00	0,92	1,16	0,71	0,60	0,42	1,02	5,83	20,91
podmiejski	1	0,49	0,54	0,61	0,54	0,30	0,15	0,53	3,16	16,55
pozamiejski	3	0,37	0,31	0,62	0,33	0,29	0,14	0,51	2,56	13,31
różnice względne obszar podmiejski/miejski										
		-51%	-42%	-47%	-24%	-50%	-64%	-48%	-46%	-21%
różnice względne obszar pozamiejski/miejski										
		-63%	-67%	-47%	-54%	-52%	-68%	-50%	-56%	-36%

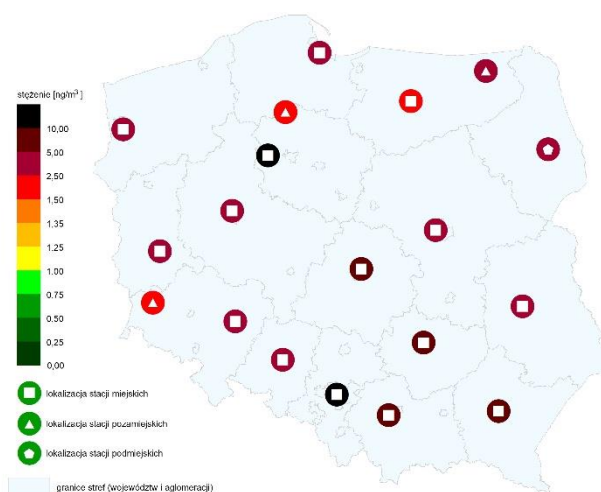
Stężenia poszczególnych WWA i ich suma wykazują duże zróżnicowanie w kraju (Rys. 6.1-2). Zmienność ta jest zbliżona do zmienności stężenia pyłu zawieszonego PM10, ale nie identyczna. Najwyższe średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10, wynoszące ponad 20 µg/m³ wystąpiły w 2023 r. na stacjach w Łodzi, Katowicach, Kielcach, Krakowie, Nakle, Warszawie i Wrocławiu. Natomiast najwyższą sumę średnich rocznych stężeń WWA, wynoszącą ponad 14 ng/m³, zanotowano w 2023 r. na stacji w Nakle, a kolejne w Katowicach i Łodzi (ponad 9 ng/m³) oraz w Kielcach, Rzeszowie i Krakowie (ponad 6 ng/m³). Niemal jednakowe sumy stężeń WWA, znajdujące się w strefie wartości średnich w kraju – ok. 3-4 ng/m³, odnotowano na pozostałych stacjach miejskich i podmiejskiej. Najniższe średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 były charakterystyczne dla stacji pozamiejskich: Puszczy Boreckiej, Zielonki i Osieczowa (12-16 µg/m³). Natomiast najniższe sumy stężeń WWA, w granicach 2-3 ng/m³, odnotowano na stacjach w Puszczy Boreckiej, Gdańsku, Zielonce, Osieczowie i Olsztynie (minimum na poziomie 2,2 ng/m³).



Rys. 6.1-2. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i sumy ich stężeń w pyłe zawieszonym PM10 na tle stężeń pyłu PM10 w 2023 r. na poszczególnych stacjach
*stacje tła pozamiejskiego **stacja podmiejska

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

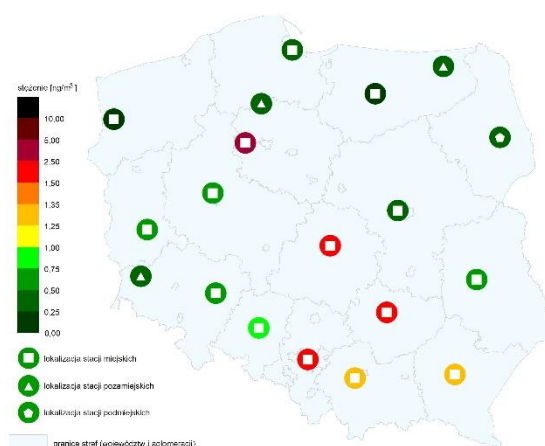
Analizując rozkład sumy stężeń WWA w miastach w Polsce można zauważyć wyraźny gradient: najniższe wartości występowały w miastach na północy Polski – w Olsztynie, Szczecinie, Gdańsku, Białymstoku i rosły one w miarę przesuwania się na południe, osiągając maksymalne wartości na stacjach w Łodzi, Kielcach, Rzeszowie, Krakowie i Katowicach (Rys. 6.1-3). Wyjątek stanowi Nakło nad Notecią, gdzie roczna suma WWA w 2023 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.



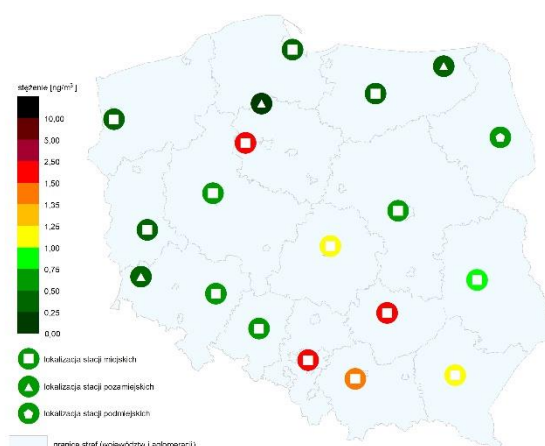
Rys. 6.1-3. Średnie roczne sumy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.

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

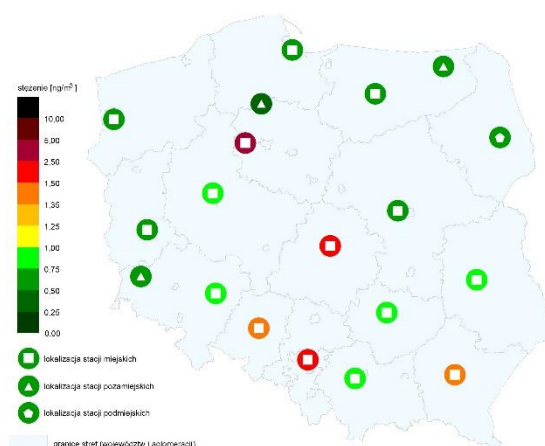
$B(a)P$



$B(a)A$



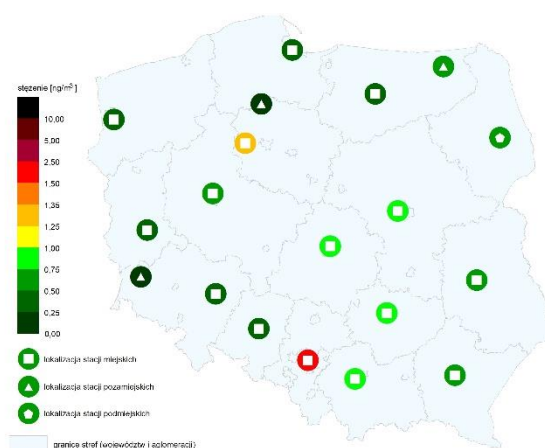
$B(b)F$



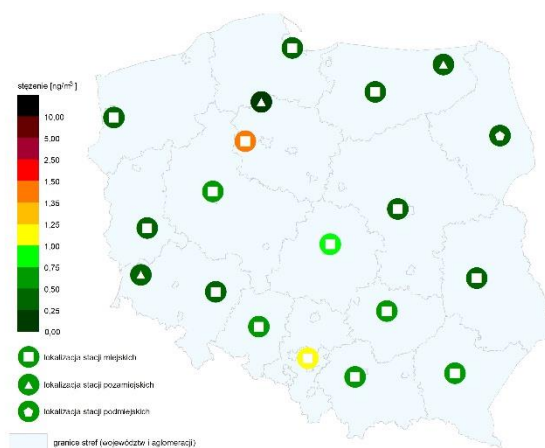
Rys. 6.1-4. Średnie roczne stężenia $B(a)P$, $B(a)A$ i $B(b)F$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2023 r.

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

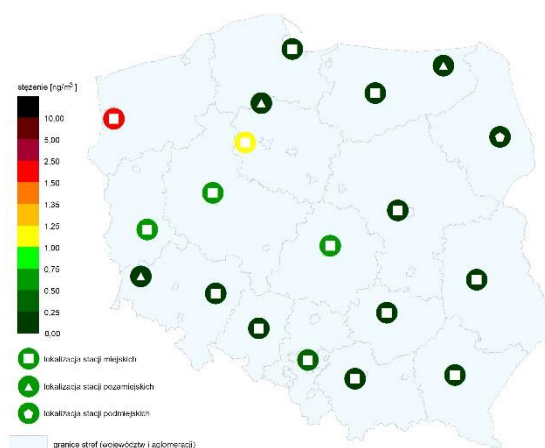
$B(j)F$



$B(k)F$



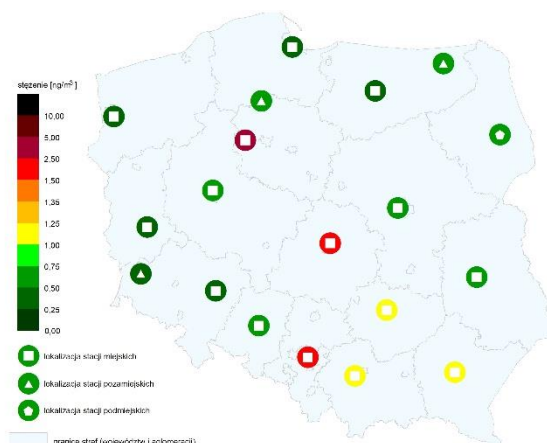
$D(a,h)A$



Rys. 6.1-5. Średnie roczne stężenia $B(j)F$, $B(k)F$ i $D(a,h)A$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2023 r.

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

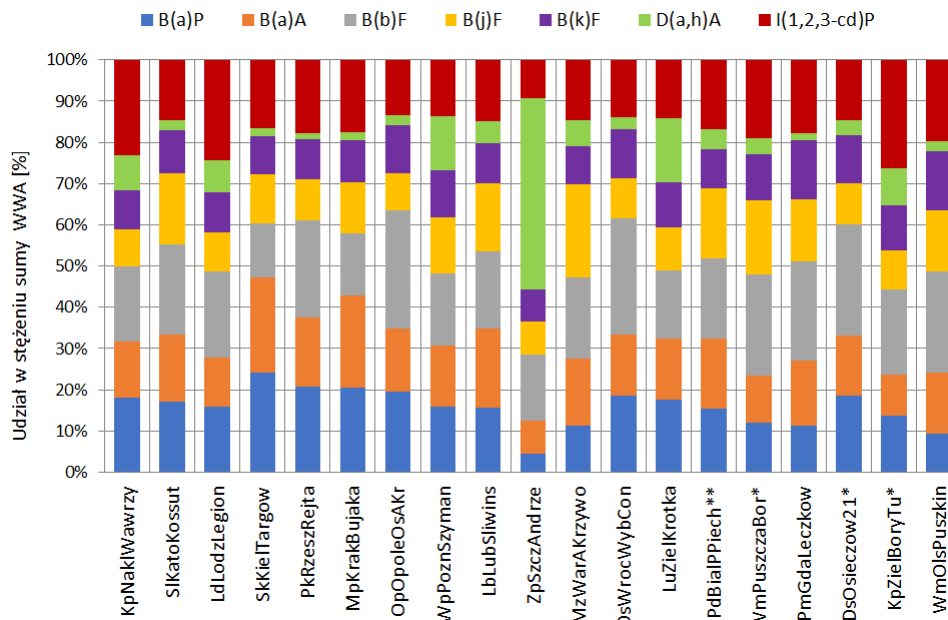
$I(1,2,3\text{-cd})P$



Rys. 6.1-6. Średnie roczne stężenia $I(1,2,3\text{-cd})P$ w pyli zawieszonym PM_{10} w 2023 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 2023 r. na poszczególnych stacjach (*stacje pozamiejskie, **stacja podmiejska)

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

W uśrednionych dla 19 stacji wynikach stężeń poszczególnych WWA na pierwszym miejscu (z udziałem blisko 19%) znalazł się w 2023 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.

Jedynie na dwóch, spośród dziewiętnastu stacji: w Zielonej Górze i Kielcach, na pierwszym miejscu występuje B(a)P, na kolejnych dziesięciu: we Wrocławiu, Osieczowie, Opolu, Rzeszowie, Białymstoku, Gdańsku, Katowicach, Olsztynie, Puszczy Boreckiej i Poznaniu 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, na następnych dwóch: w Lublinie i Krakowie - B(a)A, a na pozostałych dominują inne związki – w Warszawie B(j)F, a w Szczecinie D(a,h)A. Warto zauważyć, że na większości stacji – poza trzema: w Zielonej Górze, Poznaniu i Szczecinie – na ostatnim miejscu, z najmniejszym udziałem w sumie, znalazł się D(a,h)A.

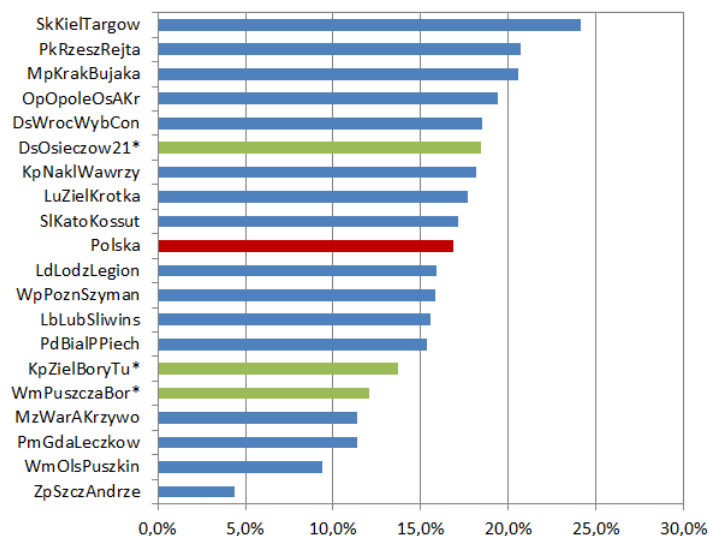
Tab. 6.1-3. Kolejność występowania poszczególnych WWA ze względu na stężenie średnie roczne w 2022 r. (źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ)

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

Wrocław	DsWrocWybCon	B(b)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
Osieczów	DsOsieczow21	B(b)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(a)A	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
Nakło	KpNaklWawrzy	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(b)F	B(a)A	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
Zielonka	KpZielBoryTu	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(a)P	B(k)F	B(a)A	B(j)F	D(a,h)A
Lublin	LbLubSliwins	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
Zielona Góra	LuZielKrotka	B(a)P	B(b)F	D(a,h)A	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	B(j)F
Łódź	LdLodzLegion	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(a)P	B(a)A	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
Kraków	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
Warszawa	MzWarAKrzywo	B(j)F	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(k)F	D(a,h)A
Opole	OpOpoleOsAKr	B(b)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
Rzeszów	PkRzeszRejta	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
Białystok	PdBialPPiech	B(b)F	B(j)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(k)F	D(a,h)A
Gdańsk	PmGdaLeczkow	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)A	B(j)F	B(k)F	B(a)P	D(a,h)A
Katowice	SlKatoKossut	B(b)F	B(j)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
Kielce	SkKielTargow	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
Olsztyn	WmOlsPuszkina	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(a)A	B(k)F	B(a)P	D(a,h)A
Puszcza Borecka	WmPuszczaBor	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(a)P	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
Poznań	WpPoznSzyman	B(b)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	D(a,h)A	B(k)F
Szczecin	ZpSzczAndrze	D(a,h)A	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(a)A	B(k)F	B(a)P
Polska	19 stacji	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

W stosunku do wcześniejszego roku nastąpiło przesunięcie na dalsze pozycje benzo(a)pirenu i na siedmiu z analizowanych stacji, B(a)P zajmuje dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Lublinie i Puszczy Boreckiej, gdzie znajduje się na czwartym miejscu, w Warszawie i Białymstoku, gdzie jest piąty, w Gdańsku i Olsztynie, gdzie jest szósty oraz w Szczecinie – na siódmym, ostatnim. Jego udział w sumie WWA na poszczególnych stanowiskach osiągnął w 2023 r. od ok. 4% w Szczecinie do ponad 24% w Kielcach, a dla wyników średnich Polsce udział B(a)P wyniósł ok. 17% (Rys. 6.1-8). Najbliżej tej wartości dla uśrednionych wyników stężeń na stacjach w Polsce są stacje w Katowicach, Zielonej Górze, Łodzi i Poznaniu (udział stężenia B(a)P w sumie stężeń WWA był tam najbardziej zbliżony do 17%). Udział B(a)P na poziomie 20% i wyższym obserwuje się na trzech stacjach –

w Kielcach, Rzeszowie i Krakowie. Udział poniżej 15% odnotowano w Warszawie, Gdańsku, Olsztynie i Szczecinie oraz na dwóch stacjach pozamiejskich – Zielonka i Puszcza Borecka.

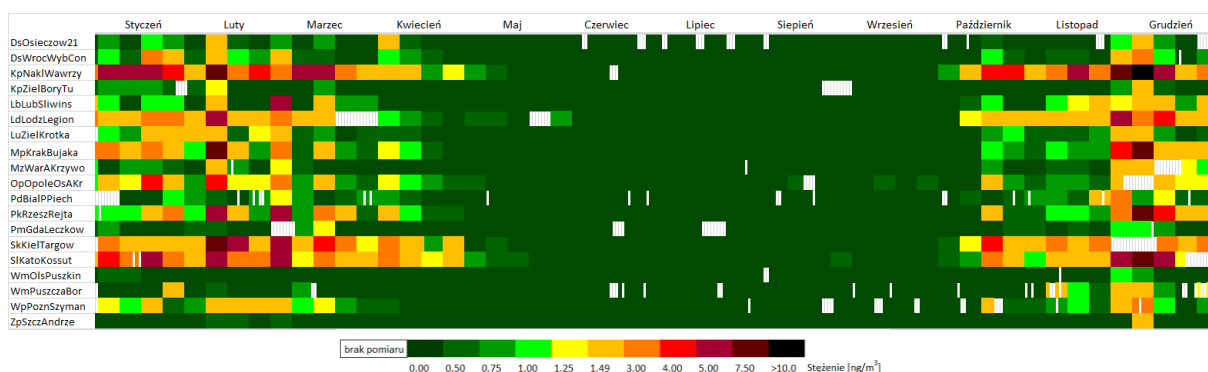


Rys. 6.1-8. Udział B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2023 r. na poszczególnych stacjach. (niebieskim kolorem zaznaczono stacje tła miejskiego, zielonym stacje pozamiejskie, a czerwonym Polskę)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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 2023 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 danych.

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 okresie od czerwca do września 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 2023 roku.

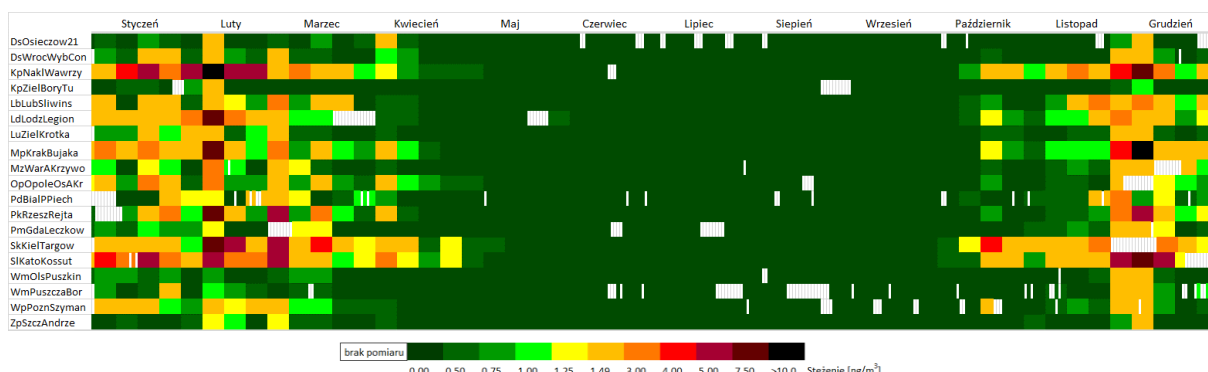
Największe różnice między stężeniami B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ pomiędzy chłodną a ciepłą połową roku są widoczne na stacji w Puszczy Boreckiej (13 razy wyższe stężenie średnie w chłodnej połowie roku niż w ciepłej) oraz Lublinie (odpowiednio 12 razy wyższe w chłodnym sezonie). Na większości stacji miejskich stężenie w sezonie chłodnym było od 4 do 9 razy wyższe niż w sezonie ciepłym, a dla średnich wartości w kraju – 7 razy wyższe.



Rys. 6.1-9. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)P na poszczególnych stacjach w 2023 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 8-krotnie wyższe niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach wartości w chłodnej połowie roku były od 3 razy wyższe na stacji w Osieczowie do 15 razy wyższe w Nakle i 25 razy wyższe niż w ciepłej połowie roku w Puszczy Boreckiej.

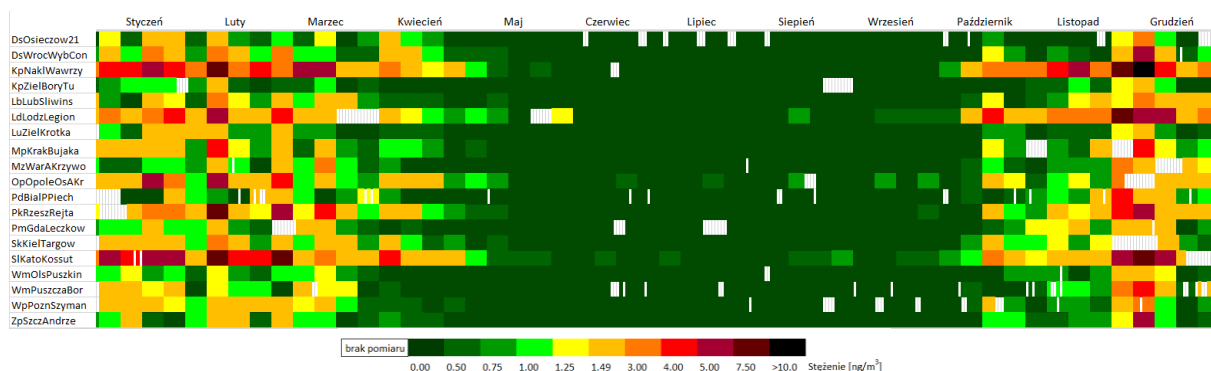


Rys. 6.1-10. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)A na poszczególnych stacjach w 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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 i grudniu, a także w marcu i listopadzie, przy dużym zróżnicowaniu wartości w zależności od lokalizacji stacji. Na stacjach w Katowicach, Nakle, Kielcach, Łodzi, Opolu i Rzeszowie wysokie wartości występowały także w niektórych tygodniach w kwietniu, a po ciepłym sezonie, z niższymi stężeniami, pojawiały się już w październiku. W grudniu stężenia z najwyższych przedziałów (powyżej 5 ng/m³) notowane były na stacjach w Nakle, Wrocławiu, Łodzi, Rzeszowie i Szczecinie (pojedyncze tygodnie).

Dla uśrednionych w skali kraju wyników ze wszystkich stacji stężenie B(b)F w sezonie chłodnym było ponad 5-krotnie wyższe niż w sezonie ciepłym. Największe różnice - blisko 8-krotne - obserwuje się na stacjach w Lublinie, Gdańsku, Olsztynie, Poznaniu i w Puszczy Boreckiej.

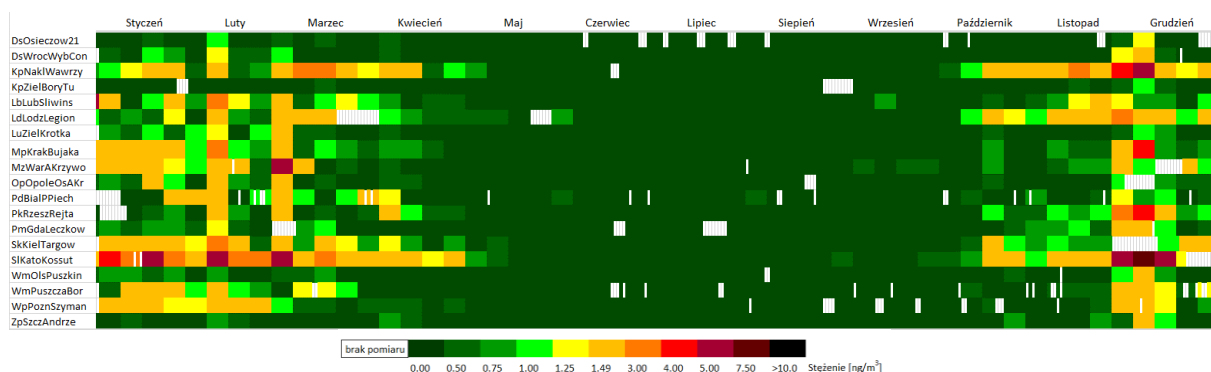
Na pozostałych stacjach średnie stężenia z sezonu chłodnego były od 4 do 6 razy wyższe od średnich z sezonu ciepłego.



Rys. 6.1-11. Przebieg stężeń 24-godz. B(b)F na poszczególnych stacjach w 2023 r.

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

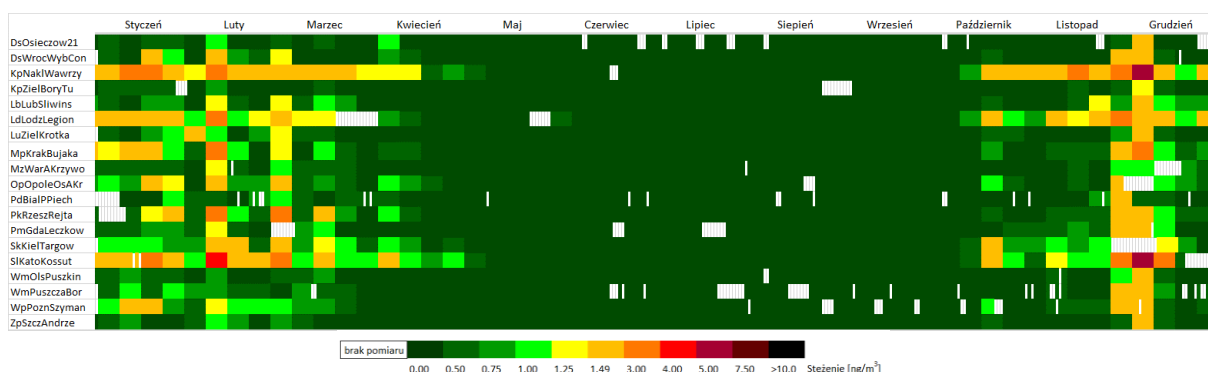
Najniższe wartości stężeń B(j)F występowały latem, a najwyższe zimą. Różnice pomiędzy wartościami stężeń w sezonie chłodnym i ciepłym były podobne do opisywanych wcześniej dla innych WWA. W przypadku tego związku stężenie uśrednione w chłodnym sezonie w skali kraju było ponad 5-krotnie wyższe od odpowiadającego mu stężenia z sezonu ciepłego. Stężenia na poszczególnych stacjach były 3 - 15 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 2023 r.

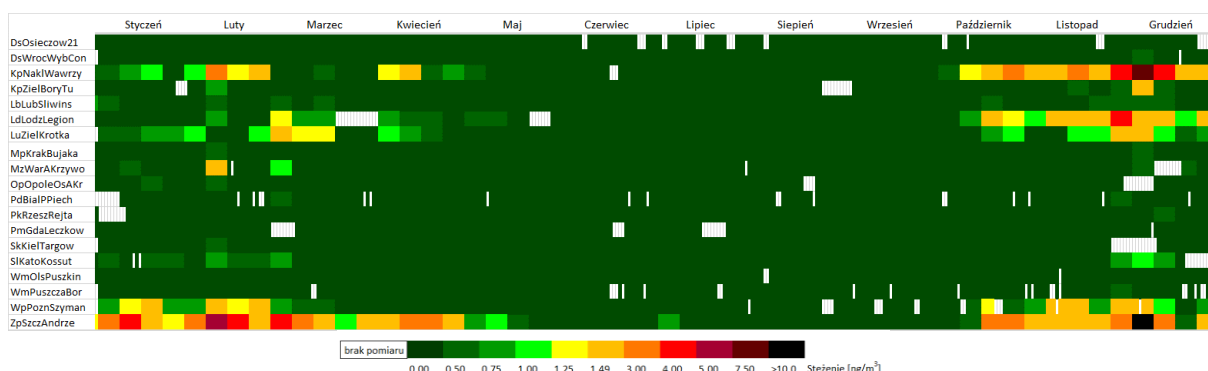
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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 blisko 6-krotnie wyższa niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach przewyższała ją od 3 do 11 razy.



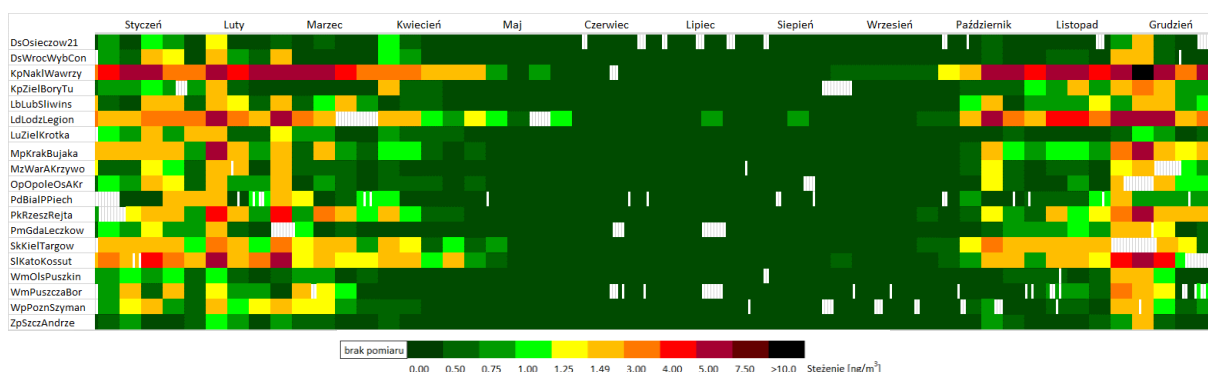
Rys. 6.1-13. Przebieg stężeń 24-godz. B(k)F na poszczególnych stacjach w 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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. Na stacjach w Nakle, Łodzi, Zielonej Górze i Poznaniu zaznaczyły się wyraźnie różnice sezonowe. Dla wartości średnich sezonowych w kraju stężenie w chłodnej połowie roku było blisko 5 razy wyższe niż w ciepłej. Na poszczególnych stacjach różnice te przyjmowały wartości od kilku do kilkunastu razy, z maksimum w Puszczy Boreckiej i Poznaniu (20 i 22 razy).



Rys. 6.1-14. Przebieg stężeń 24-godz. D(a,h)A na poszczególnych stacjach w 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

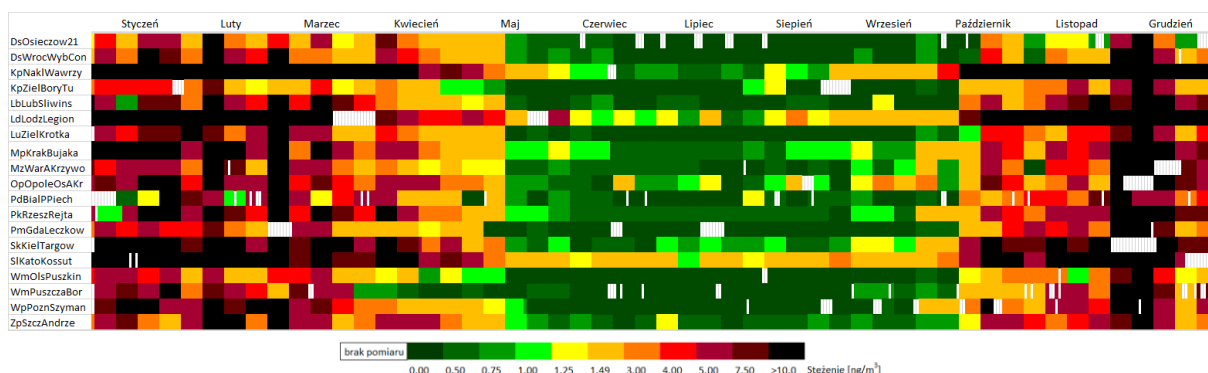
Obraz sezonowych zmian stężeń I(1,2,3-cd)P jest taki, jak obserwowany dla innych WWA. Okres występowania najniższych wartości przypada na wszystkich stacjach na miesiące letnie i wydłuża się na stacjach pozamiejskich i stacjach miejskich o niższym poziomie stężeń na późną wiosnę i wczesną jesień (Rys. 6.1-15). Na wszystkich stacjach obserwuje się duże dysproporcje pomiędzy wartościami stężeń z chłodnej i ciepłej połowy roku, a średnie wartości stężeń I(1,2,3-cd)P z chłodnego sezonu były wyższe od 3 do 15 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 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Przy zachowaniu jednakowej skali na wszystkich rysunkach różnice sezonowe są najwyraźniej widoczne w przypadku sumy stężeń WWA (Rys. 6.1-16). Najwyższe sumy stężeń obserwuje się w styczniu, lutym, marcu i grudniu, nieco niższe w kwietniu 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 cieplej 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 blisko 6-krotnie wyższa od sumy średnich stężeń w sezonie ciepłym. Największą różnicę – ponad 12-krotną przewagę wartości z sezonu chłodnego – widać na stacji w Puszczy Boreckiej, a najniższe – ok. 3-krotnego wzrostu – na stacjach w Osieczowie i Opolu.



Rys. 6.1-16. Przebieg sumy stężeń 24-godz. WWA na poszczególnych stacjach w 2023 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 2023 r. na większości stacji, poza Łodzią, odnotowano niższe średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 niż w 2022 r. Różnice względne pomiędzy wartościami stężeń w tych dwóch latach wyniosły od kilku do kilkunastu procent, osiągając wartości od ok. 6% na stacji w Szczecinie do blisko 20% na stacji we Wrocławiu, w przypadkach spadku i ponad 7% w przypadku wzrostu (w Łodzi). Uśrednione stężenie pyłu zawieszonego PM10 z wszystkich 19 stacji uwzględnionych w ocenie było w 2023 r. o ok. 10% niższe od notowanego rok wcześniej; zarówno dla stacji miejskich (bez uwzględniania 3 stacji pozamiejskich), jak i dla pozamiejskich różnica wyniosła ok. 10% (Tab. 6.1-4 i 6.1-5).

Tab. 6.1-4. Zmiany względne w roku 2023 w stosunku wartości średnich z 2022 roku stężeń średnich rocznych pyłu PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA

Czerwoną czcionką zaznaczono wzrosty stężeń.

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	-47,5%	-47,5%	-25,7%	-59,5%	-29,8%	-86,2%	6,7%	-43,3%	-19,8%
DsOsieczow21*	-57,9%	-48,5%	-45,4%	-56,2%	-35,6%	-50,7%	-44,4%	-49,0%	-7,9%
KpNakIWawrzy	-17,1%	-16,4%	-15,1%	17,1%	-14,0%	-25,1%	-8,7%	-12,9%	-12,9%
KpZielBoryTu*	-33,5%	-29,9%	-23,6%	-6,0%	-21,5%	-14,7%	-15,2%	-21,5%	-11,6%
LbLubSliwins	-26,8%	-24,8%	-13,7%	-75,2%	-17,7%	67,2%	-13,8%	-40,4%	-10,2%
LuZielKrotka	-60,3%	-36,8%	-35,8%	-41,3%	-36,1%	10,7%	-30,4%	-38,6%	-8,6%
LdLodzLegion	-22,6%	-4,8%	-1,5%	-0,1%	-14,9%	-38,9%	-2,6%	-11,3%	7,5%
MpKrakBujaka	-27,9%	-42,3%	-45,3%	-31,1%	-38,3%	-39,3%	-36,7%	-37,5%	-17,6%
MzWarAKrzywo	-38,4%	-31,9%	-13,8%	-62,6%	-20,2%	91,4%	-20,6%	-37,1%	-9,5%
PkRzeszRejta	-10,7%	-22,9%	-18,5%	-37,1%	-27,8%	-38,3%	4,4%	-18,5%	-8,3%
PmGdaLeczkow	-61,5%	-41,1%	-36,4%	-32,0%	-21,7%	-53,3%	-39,3%	-40,3%	-13,6%
SlKatoKossut	-19,2%	-22,9%	-20,5%	-17,8%	-20,0%	-16,0%	-19,9%	-20,0%	-14,4%
SkKielTargow	-32,9%	-49,7%	-52,3%	-25,5%	-45,3%	-51,2%	-45,9%	-43,4%	-11,1%
WmOlsPuszkina	-63,6%	-45,2%	-38,9%	-33,9%	-25,8%	-47,1%	-37,2%	-41,4%	-12,4%
WmPuszczaBor*	-9,2%	12,1%	32,9%	65,5%	52,2%	99,5%	16,3%	27,6%	-11,4%
ZpSzczAndrze	-44,1%	-43,1%	-28,6%	-60,0%	-21,9%	-23,9%	-36,7%	-33,4%	-6,1%
średnia	-35,4%	-32,6%	-22,9%	-42,1%	-24,5%	-28,4%	-20,9%	-29,9%	-10,1%

*stacje tła regionalnego

W zestawieniu nie uwzględniono stacji województwie opolskim ze względu na brak danych ze stacji w Opolu z 2022 roku, ze stacji w województwie podlaskim ze względu na zmianę lokalizacji stacji w Białymstoku w 2023 roku i z województwa wielkopolskiego, gdyż w 2023 r. nastąpiła zmiana stacji z Piły na Poznań.

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 2022 roku, a spadek sumy stężeń WWA wyniósł ok. 30%. Największy spadek zanotowano dla B(j)F (o ponad 42%), nieco mniejszy dla B(a)P i B(a)A (o ponad 30%), a dla pozostałych wyniósł on ponad 20%. Jednak na poszczególnych stacjach sytuacja przedstawiała się różnie. Na 5 spośród 16 stacji, dla których była możliwość dokonania oceny zmian z roku na rok, odnotowano wzrost stężeń jednego z badanych WWA: w Nakle (B(j)F), w Lublinie, Zielonej Górze i Warszawie (D(a,h)A) oraz Rzeszowie (I(1,2,3-cd)P). Na stacji w Puszczy Boreckiej stwierdzono wzrost stężeń wszystkich badanych WWA, oprócz B(a)P. Na pozostałych stacjach widać spadki stężeń wszystkich WWA w stosunku do wartości z poprzedniego roku.

Zmiany względne – zarówno spadki, jak i wzrosty – osiągnęły na ogół wartości od kilku do kilkudziesięciu procent.

Dla wszystkich badanych WWA, uśrednione dla stacji miejskich stężenia w roku 2023 były niższe niż w poprzednim roku, podobnie, jak stężenia pyłu zawieszonego PM10 (Tab. 6.1-5). Również dla stacji pozamiejskich odnotowano spadki uśrednionych stężeń wszystkich WWA. Różnice względne dla stężeń pyłu wyniosły ok. -10% na obu typach stacji. Średnie stężenia WWA na stacjach tła miejskiego były mniejsze w 2023 roku o 23-44%, przy czym najmniejszy spadek zaobserwowano dla B(b)F, a największy dla B(j)F. Dla uśrednionych wyników ze stacji pozamiejskich widać na ogół mniejsze spadki stężeń WWA z roku na rok – od 11% dla B(k)F do blisko 42% dla B(a)P. W zestawieniu tym nie uwzględniono stacji podmiejskiej w Białymstoku, gdyż pomiary WWA prowadzono na tej stacji tylko w 2023 roku.

Tab. 6.1-5. Zmiany względne w roku 2023 w stosunku wartości średnich z 2022 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	-35,2%	-33,2%	-23,5%	-44,3%	-26,0%	-29,7%	-21,7%	-30,8%	-10,4%
pozamiejski	-41,8%	-29,9%	-21,2%	-9,6%	-11,0%	-14,2%	-16,9%	-22,9%	-10,1%

Podobną analizę przeprowadzono dla wyników uzyskanych w 2023 r. w odniesieniu do wartości średnich z okresu 2010-2022. 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 2023 r. na wszystkich omawianych stacjach niższe wartości niż średnie w latach 2010-2022, a różnice względne wyniosły od -12,6% na stacji w Łodzi do -44,5% na stacji w Krakowie, przy różnicy dla wartości uśrednionych w skali kraju na poziomie -28,4%.

W przypadku sumy stężeń WWA widać spadek na wszystkich stacjach, a różnice względne były istotne i sięgały na ogół kilkudziesięciu procent – od -13,2% na stacji w Puszczy Boreckiej do -77,4% na stacji we Wrocławiu. Wartość uśredniona w skali kraju sumy średnich stężeń WWA była mniejsza w 2023 r. od średniej z wielolecia 2010-2022 o 62,7%. Na 4 stacjach, z 13 uwzględnionych w tym porównaniu, widać wzrost stężeń pojedynczych WWA: w Zielonce, Zielonej Górze, Puszczy Boreckiej i Warszawie wzrost dotyczył D(a,h)A, a w Puszczy Boreckiej dodatkowo B(j)F i B(k)F. Na pozostałych stacjach dla wszystkich związków widoczny jest spadek stężeń w stosunku do wartości średnich.

Tab. 6.1-6. Zmiany względne w roku 2023 w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2022 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	-79,5%	-79,8%	-70,8%	-83,2%	-74,5%	-81,0%	-77,6%	-77,4%	-35,4%
DsOsieczow21	-80,5%	-81,8%	-73,9%	-81,9%	-74,3%	-69,9%	-80,6%	-77,2%	-21,5%
KpZielBoryTu	-58,7%	-71,0%	-44,6%	-58,6%	-47,6%	99,9%	-14,4%	-45,6%	-32,0%
LbLubSliwins*	-64,7%	-55,5%	-52,6%	-17,2%	-66,0%	-13,5%	-30,3%	-50,2%	-32,3%
LuZielKrotka	-73,2%	-75,3%	-71,3%	-70,2%	-64,2%	14,1%	-67,8%	-67,3%	-25,5%
LdLodzLegion**	-62,0%	-62,4%	-54,9%	-54,5%	-51,2%	-22,5%	-55,4%	-54,0%	-12,6%
MpKrakBujaka	-77,9%	-69,1%	-74,5%	-70,4%	-75,8%	-83,2%	-61,8%	-70,7%	-44,5%
MzWarAKrzywo	-79,4%	-70,8%	-64,6%	-66,5%	-69,2%	30,1%	-65,3%	-65,9%	-26,4%
PmGdaLecz81	-82,1%	-65,0%	-61,7%	-69,0%	-45,9%	-81,3%	-70,1%	-66,0%	-24,5%
SlKatoKossut	-64,7%	-68,0%	-56,8%	-51,7%	-59,5%	-62,8%	-63,9%	-61,3%	-38,7%
WmOlsPuszkina	-85,3%	-69,9%	-50,0%	-57,4%	-51,2%	-65,0%	-52,2%	-58,2%	-27,0%
WmPuszczaBor	-39,1%	-35,1%	-9,1%	5,9%	1,6%	67,7%	-7,9%	-13,2%	-26,4%
ZpSzczAndr01	-87,8%	-76,9%	-61,6%	-69,0%	-56,2%	-56,6%	-65,0%	-56,3%	-27,6%
średnia dla Polski	-68,2%	-65,3%	-58,8%	-61,3%	-60,3%	-55,7%	-58,7%	-62,7%	-28,4%

*Lublin - odniesienie do średniej z lat 2013-2022

** Łódź - odniesienie do średniej z lat 2012-2022

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 2019-2023, z opolskiego, gdyż nie ma danych z lat 2021 i 2022, stacji miejskiej z kujawsko-pomorskiego, gdyż w 2021r. nastąpiła zmiana stacji z Ciechocinka na Nakło, ze stacji w województwie podlaskim ze względu na zmianę lokalizacji stacji w Białymstoku w 2023 roku i z województwa wielkopolskiego, gdyż w 2023 r. nastąpiła zmiana stacji z Piły na Poznań

Wyniki uśrednione dla poszczególnych typów obszaru wykazują bardzo wyraźną tendencję spadkową. W stosunku do wartości z wielolecia w 2023 r. na stacjach miejskich były one niższe o 60- 70% (największa różnica dla B(a)P, a najmniejsza dla D(a,h)A), a na stacjach pozamiejskich o 11-72% (największa różnica dla B(a)A, a najmniejsza dla D(a,h)A). Różnice dla poszczególnych WWA i ich sumy były większe niż różnice dla pyłu zawieszonego PM10 zarówno na stacjach miejskich, jak i pozamiejskich (Tab. 6.1-7).

Tab. 6.1-7. Zmiany względne w roku 2023 wartości średnich z okresu 2010-2022 stężeń średnich rocznych pyłu PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA dla poszczególnych typów obszaru

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

Stanowisko	Poszczególne WWA							Suma WWA	PM10
	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
miejskie	-69,7%	-66,3%	-61,2%	-63,4%	-63,0%	-59,7%	-61,7%	-64,9%	-30,7%
pozamiejskie	-69,2%	-71,7%	-55,2%	-57,7%	-54,3%	-11,3%	-51,6%	-57,7%	-26,4%

6.2. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

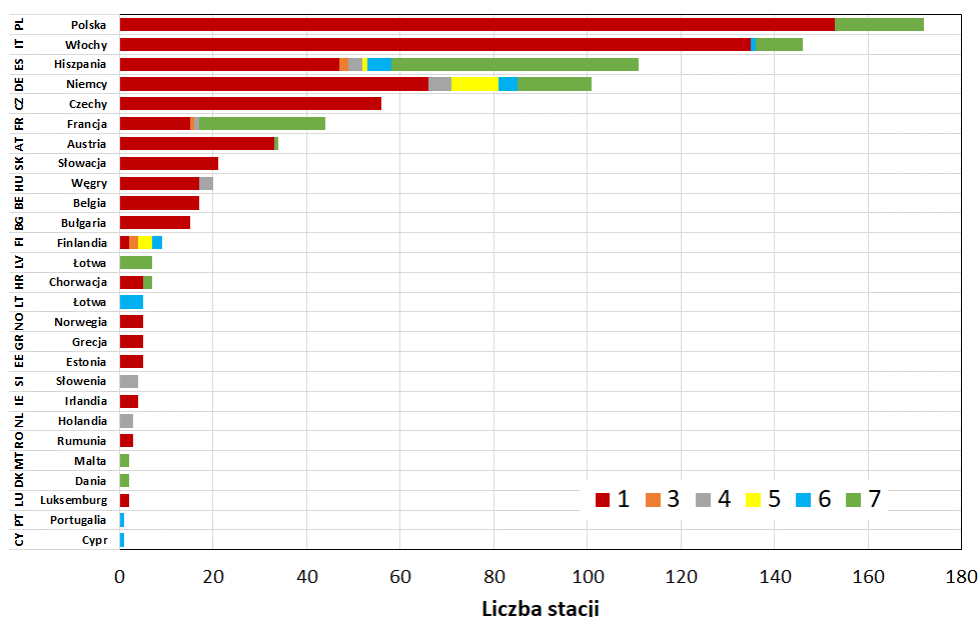
W 2023 roku w Europie, stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 monitorowane były w 27 krajach. Pomiary wykonywano na 802 stacjach pomiarowych. Na terenie 4 krajów zlokalizowanych było ponad 66% stacji w Europie, najwięcej odpowiednio w Polsce, Włoszech, Hiszpanii i Niemczech (powyżej 100 stacji w danym kraju). Należy podkreślić, że tylko 17,3% stacji (139) zlokalizowanych w 10 krajach (w Austrii, Niemczech, Danii, Hiszpanii, Francji, Chorwacji, Włoszech, Łotwie, Malcie i Polsce) wykonywało oznaczenia wszystkich siedmiu rozważanych w opracowaniu WWA, przy czym najwięcej takich stacji działało w Hiszpanii, Francji i w Polsce (Tab. 6.2-1, Rys. 6.2-1).

Tab. 6.2-1. Liczba stacji w poszczególnych krajach Europy w roku 2023 wykonujących oznaczenia stężeń WWA zawartych w pyłe zawieszonym PM10

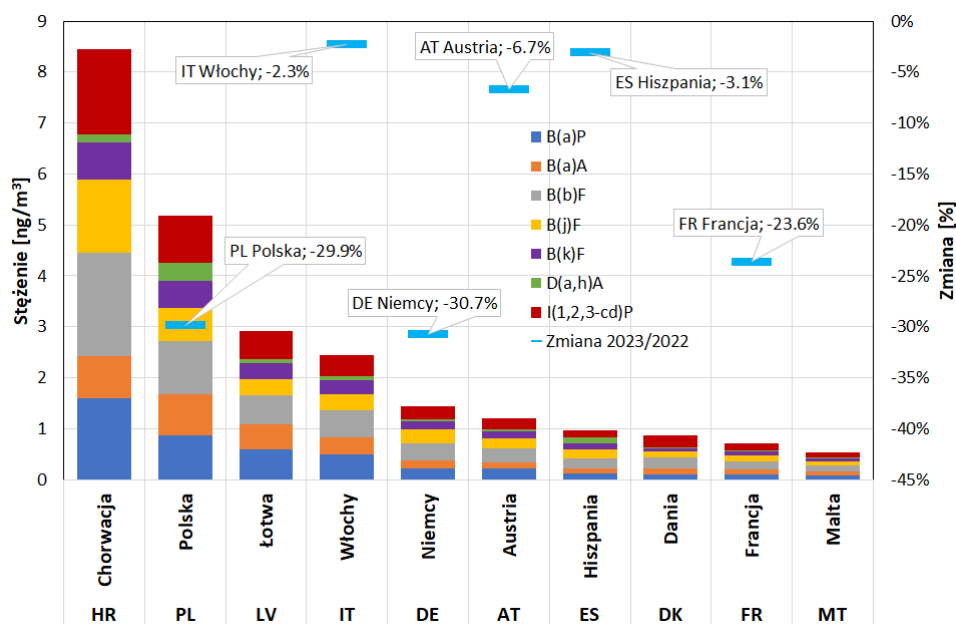
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Kraj		Liczba stacji ogółem	Liczba stacji mierzących od 1 do 7 WWA					
Kod (ISO)	Nazwa		1	3	4	5	6	7
AT	Austria	34	33					1
BE	Belgia	17	17					
BG	Bułgaria	15	15					
CY	Cypr	1					1	
CZ	Czechy	56	56					
DE	Niemcy	101	66		5	10	4	16
DK	Dania	2						2
EE	Estonia	5	5					
ES	Hiszpania	111	47	2	3	1	5	53
FI	Finlandia	9	2	2		3	2	
FR	Francja	44	15	1	1			27
GR	Grecja	5	5					
HR	Chorwacja	7	5					2
HU	Węgry	20	17		3			
IE	Irlandia	4	4					
IT	Włochy	146	135				1	10
LT	Łotwa	5					5	
LU	Luksemburg	2	2					
LV	Łotwa	7						7
MT	Malta	2						2
NL	Holandia	3			3			
NO	Norwegia	5	5					
PL	Polska	172	153					19
PT	Portugalia	1					1	
RO	Rumunia	3	3					
SI	Słowenia	4			4			
SK	Słowacja	21	21					
łącznie		802	606	5	19	14	19	139

Przeprowadzone analizy zmienności uśrednionych wartości dla sumy WWA w poszczególnych krajach europejskich (uwzględniono kraje, gdzie wykonywano pomiary stężeń wszystkich siedmiu analizowanych WWA) wskazują, że najwyższe stężenia obserwowane są w Chorwacji oraz w Polsce i znacznie odbiegają one od pozostałych analizowanych krajów. Wysokie wartości sumy WWA obserwuje się również na Łotwie i we Włoszech (Rys. 6.2-2).



Rys. 6.2-1. Liczba stacji wykonujący oznaczenia WWA w poszczególnych krajach europejskich w roku 2023 z uwzględnieniem liczby mierzonych WWA na stacjach
 Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 6.2-2 Średnie roczne sumy stężeń WWA w roku 2023 w krajach europejskich wykonujących pomiary dla wszystkich 7 WWA na tle zmian w okresie 2022-2023
 Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian sumy stężeń WWA w roku 2023 w stosunku do roku poprzedniego przeprowadzona dla 14 krajów, na obszarze których wykonywano oznaczenia co najmniej dwóch z analizowanych siedmiu WWA w pyłe zawieszonym PM10, wskazuje na spadek stężeń w przypadku 11 krajów. Węgry, Polska i Niemcy charakteryzują się najwyższym spadkiem stężeń sumy WWA z roku na rok. Dla 3 krajów (Dania, Portugalia i Łotwa) obserwuje się wzrost stężeń sumy WWA w 2023 roku w porównaniu z rokiem poprzednim, przy czym zdecydowanie najwyższy wzrost w Europie (blisko 74%) dotyczy Danii (Tab. 6.2-2).

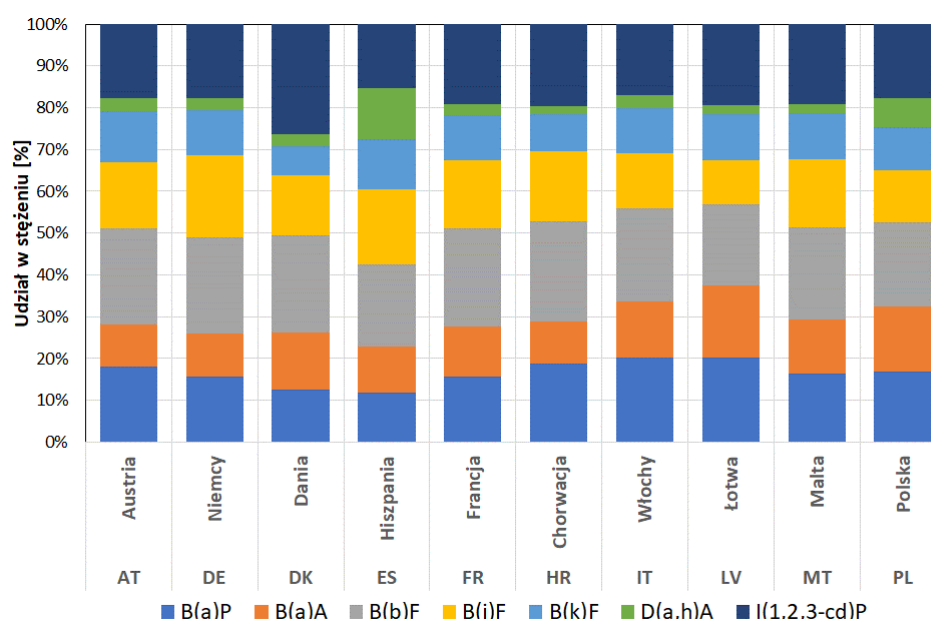
Tab. 6.2-2. Zmiany względne w roku 2023 w stosunku do 2022 roku stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy WWA w poszczególnych krajach Europy wykonujących oznaczenie co najmniej dwóch WWA.

Czerwoną czcionką zaznaczono wzrosty stężeń.

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

Kraje		Poszczególne WWA							Suma WWA	PM10
Kod	Nazwa	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
AT	Austria	-5,5%	-3,1%	1,5%	11,0%	-3,9%	-39,3%	-20,4%	-5,5%	-8,2%
CY	Cypr	-16,9%	-1,1%	-3,5%		-8,1%	5,9%	-7,9%	-6,0%	-4,8%
DE	Niemcy	-35,5%	-34,7%	-30,5%	-23,8%	-32,4%	-22,0%	-29,4%	-29,9%	-16,1%
DK	Dania	18,7%	-18,3%			-25,9%	31,6%	39,3%	73,7%	-10,6%
ES	Hiszpania	-20,6%	5,4%	-9,2%	0,7%	-12,9%	9,9%	-12,2%	-5,7%	-14,9%
FI	Finlandia	10,2%	-6,5%	8,9%	30,4%	-28,3%	-63,6%	-16,6%	-7,8%	-11,3%
FR	Francja	-23,6%	-25,8%	-24,7%	-14,1%	-24,7%	-8,2%	-24,4%	-22,9%	-10,0%
HU	Węgry	-61,2%	-25,9%				-41,6%	-57,1%	-44,6%	-14,3%
IT	Włochy	1,5%	0,2%	-5,4%	-6,5%	-1,9%	-3,1%	4,1%	-1,6%	-5,6%
LV	Łotwa	-9,2%	-1,8%	-9,6%		-9,8%	-15,0%	-1,1%	5,0%	-6,3%
NL	Holandia	-22,8%	-23,9%				-8,3%	-11,0%	-16,7%	-6,6%
PL	Polska	-32,6%	-36,6%	-22,9%	-42,1%	-24,5%	-28,4%	-20,9%	-30,9%	-13,9%
PT	Portugalia	28,6%	12,2%	23,4%		22,2%	0,0%	13,2%	18,9%	5,3%
SI	Słowenia	-12,7%	-17,7%				-12,7%	-14,7%	-15,3%	-7,8%

Największy udział stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w średnim stężeniu sumy WWA spośród krajów europejskich, gdzie oznaczano wszystkie 7 WWA, w 2023 roku zanotowano dla Łotwy i Włoch (20,3%). W przypadku Polski, udział B(a)P w sumie WWA był na poziomie średnim w Europie (16,8%). Generalnie w Europie wśród 7 monitorowanych WWA w powietrzu atmosferycznym, dominuje B(b)F ze średnim udziałem europejskim na poziomie 22% w sumie WWA. Najwyższym udziałem B(b)P w sumie WWA charakteryzują się Chorwacja i Francja, zaś najniższym Łotwa i Hiszpania (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 2023 dla krajów wykonujących oznaczenie 7 WWA

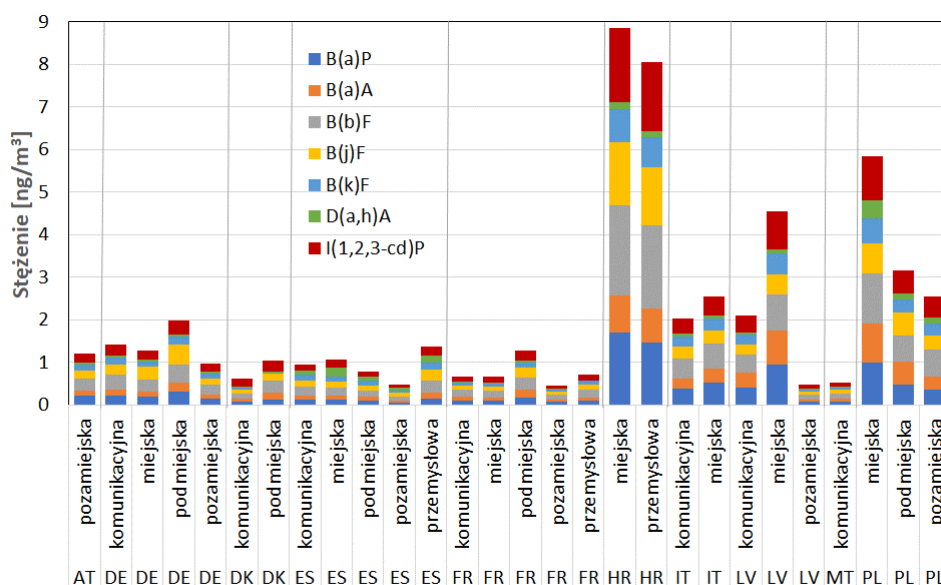
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

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

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

AT	Austria	B(b)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)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(k)F	B(a)A	D(a,h)A
DK	Dania	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(j)F	B(a)A	B(a)P	B(k)F	D(a,h)A
ES	Hiszpania	B(b)F	B(j)F	I(1,2,3-cd)P	D(a,h)A	B(k)F	B(a)P	B(a)A
FR	Francja	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(a)P	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
HR	Chorwacja	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(a)A	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
LV	Łotwa	B(a)P	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)A	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
MT	Malta	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(j)F	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
PL	Polska	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(a)A	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A

Ocena zmienności sumy WWA z uwzględnieniem typu obszaru wskazuje, że w 2023 roku wśród analizowanych krajów najwyższe wartości sumy WWA na obszarach miejskich (pomiar wykonywany w 7 krajach) obserwowane były w Chorwacji, Polsce i Łotwie, zaś najniższe we Francji. Pomiar na obszarach podmiejskich prowadzone były w 5 krajach, z najwyższymi wartościami w Polsce i najniższymi w Hiszpanii. Również w przypadku Polski wśród 6 krajów prowadzących pomiar na obszarach pozamiejskich tła, stężenia sumy WWA były najwyższe w Europie. Warto w tym miejscu zauważyć, że 7 krajów prowadziło pomiar sumy WWA na stacjach komunikacyjnych, przy najwyższych stężeniach obserwowanych w przypadku Łotwy, Włoch i Niemiec. Najwyższe stężenie sumy WWA w 2023 roku obserwowano w Chorwacji na obszarach tła miejskiego i nieco niższe w strefie oddziaływania przemysłu (Rys. 6.2-4).



Rys. 6.2-4. Średnie roczne stężenia sumy WWA z uwzględnieniem udziału poszczególnych WWA w krajach europejskich w roku 2023 z uwzględnieniem typu obszaru stacji dla krajów wykonujących oznaczenia 7 WWA

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

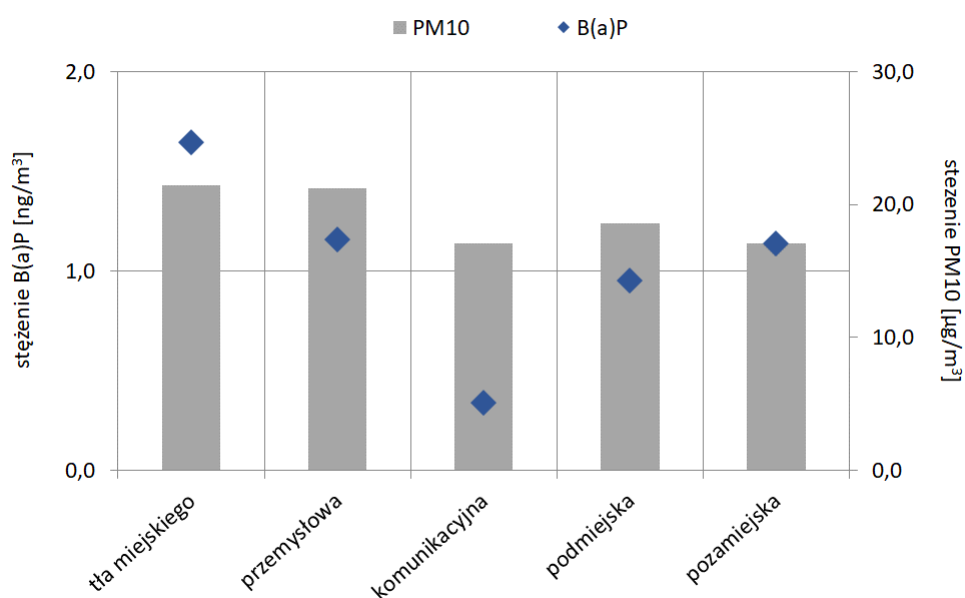
6.3. Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce były mierzone w 2023 r. na 172 stacjach pomiarowych, na których wykonywano również pomiary stężenia pyłu. Najwięcej stacji, na których realizowane były te pomiary to stacje tła miejskiego, a najmniej było stacji komunikacyjnych (Tab. 6.3-1). W 2022 r. nie prowadzono pomiarów B(a)P na stacjach komunikacyjnych, co miało miejsce we wcześniejszych latach i w 2023 r. Najwyższe średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla danego typu stacji i obszaru, notowano na stacjach tła miejskiego – w 2023 roku $1,65 \text{ ng/m}^3$ (na podstawie danych ze 141 stacji). Średnie stężenie B(a)P na stacjach przemysłowych wyniosło – $1,16 \text{ ng/m}^3$ (na podstawie wyników z 5 stacji). Średnia wartość dla stacji pozamiejskich (na podstawie danych z 7 stacji) wyniosła w 2023 roku $1,14 \text{ ng/m}^3$, a dla stacji podmiejskich – $0,95 \text{ ng/m}^3$ (dane z 17 punktów pomiarowych). Najniższe stężenie zaobserwowano na stacjach komunikacyjnych – $0,34 \text{ ng/m}^3$ (na podstawie danych z 2 stacji) (Rys. 6.3-1).

Tab. 6.3-1. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 i zawartego w nim B(a)P w 2023 r. uśrednione dla poszczególnych typów stacji i obszaru

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

Typ stacji	Typ obszaru	Liczba stanowisk	B(a)P	PM10
			[ng/m^3]	[$\mu\text{g/m}^3$]
tło	miejski	141	1,65	21,4
przemysłowa	miejski	5	1,16	21,2
komunikacyjna	miejski	2	0,34	17,1
tło	podmiejski	17	0,95	18,6
tło	pozamiejski	7	1,14	17,1



Rys. 6.3-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 na tle średnich stężeń pyłu zawieszonego PM10 w 2023 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 2023 roku w danym województwie. W wielu przypadkach były to te same stacje dla B(a)P i pyłu zawieszonego PM10 – w województwach: dolnośląskim, małopolskim, opolskim, podkarpackim, podlaskim, pomorskim, świętokrzyskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim i zachodniopomorskim.

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 2023 w poszczególnych województwach

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

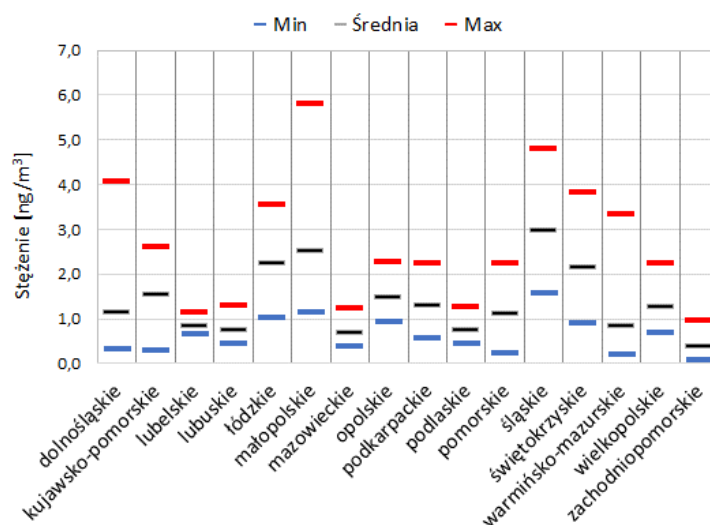
Województwo		B(a)P				PM10			
	Liczba stacji	Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max	Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max
	[-]	[ng/m³]				[µg/m³]			
dolnośląskie	15	0,35	1,15	4,07	DsNowRudJezi	15,9	19,9	31,4	DsNowRudJezi
kujawsko-pomorskie	11	0,31	1,53	2,59	KpNakIWawrzy	12,1	19,5	23,0	KpBydWarszaw
lubelskie	9	0,66	0,83	1,13	LbBiaPodOrze	16,7	19,1	20,9	LbRadzPodSit
lubuskie	10	0,45	0,74	1,28	LuWsKaziWiel	15,0	17,6	21,0	LuSulecDudka
łódzkie	19	1,04	2,24	3,53	LdBrzeReform	21,1	26,3	34,9	LdLodzLegion
małopolskie	22	1,15	2,50	5,80	MpSuchaNiesz	16,6	22,7	28,6	MpSuchaNiesz
mazowieckie	12	0,39	0,68	1,23	MzOtwoBrzoza	17,3	20,6	22,4	MzWarBajkowa
opolskie	4	0,94	1,48	2,26	OpKrap3MajaMOB	19,3	20,0	21,4	OpKrap3MajaMOB
podkarpackie	14	0,56	1,28	2,23	PkDebiGrottg	15,1	19,1	22,8	PkDebiGrottg
podlaskie	4	0,47	0,73	1,27	PdLomSikorsk	15,8	18,5	23,5	PdLomSikorsk
pomorskie	6	0,23	1,11	2,23	PmLebMalczew	12,6	17,1	20,6	PmLebMalczew
śląskie	12	1,58	2,97	4,79	SlZywieKoper	17,8	23,5	27,9	SlPszczBoged
świętokrzyskie	8	0,90	2,13	3,83	SkOpatPartyz	14,2	21,0	26,3	SkOpatPartyz
warmińsko-mazurskie	9	0,20	0,85	3,33	WmNMLDzialyn	11,8	18,1	26,2	WmNMLDzialyn
wielkopolskie	9	0,70	1,27	2,23	WpPleszAlMic	19,3	23,4	30,9	WpPleszAlMic
zachodniopomorskie	8	0,10	0,39	0,96	ZpMyslZaBram	14,5	17,8	21,5	ZpMyslZaBram

Najwyższe wartości średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 zanotowano w 2023 r. w województwach: śląskim (2,97 ng/m³), małopolskim (2,50 ng/m³), łódzkim (2,24 ng/m³) i świętokrzyskim (2,13 ng/m³). Pierwsze trzy maksymalne stężenia B(a)P dla pojedynczych stacji przypadają na: województwo małopolskie – stację w Suchej Beskidzkiej (MpSuchaNiesz) ze stężeniem średnim rocznym wynoszącym 5,80 ng/m³ i w Nowym Targu (MpNoTargAlTy) ze stężeniem 4,81 ng/m³ i śląskie – stację w Żywcu (SlZywieKoper) ze stężeniem średnim rocznym na poziomie 4,79 ng/m³. Warto zauważyć, że na pierwszym miejscu znalazła się stacja, na której notowano drugie najwyższe stężenie rok wcześniej, na drugim miejscu to samo województwo.

Najwyższe średnie roczne (uśrednione dla województwa) stężenia pyłu zawieszonego PM10 zaobserwowano w województwie: łódzkim (26,3 µg/m³), śląskim (23,5 µg/m³) i wielkopolskim (23,4 µg/m³). Natomiast pierwsze trzy maksima średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM10 dotyczą stacji w Łodzi (łódzkie), Nowej Rudzie (dolnośląskie) i Pleszewie (wielkopolskie).

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 małopolskim (różnica 4,66 ng/m³), dolnośląskim (3,72 ng/m³), śląskim (3,21 ng/m³), a także w warmińsko-mazurskim (3,12 ng/m³). Najmniejsze różnice zanotowano w województwach

zachodniopomorskim, mazowieckim, lubuskim, podlaskim (po ok. 0,80 ng/m³) i lubelskim (0,47 ng/m³) (Rys. 6.3-2).

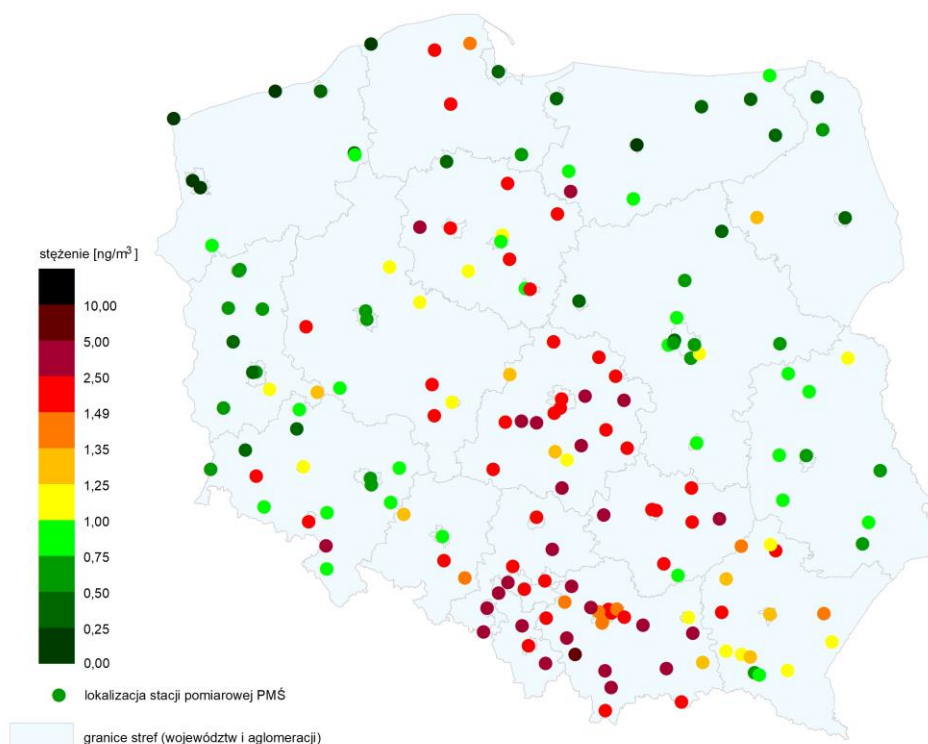


Rys. 6.3-2. Stężenia średnie roczne B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2023 w poszczególnych województwach

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, śląskim i łódzkim oraz bardzo zbliżone do minimalnych w opolskim i świętokrzyskim.

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

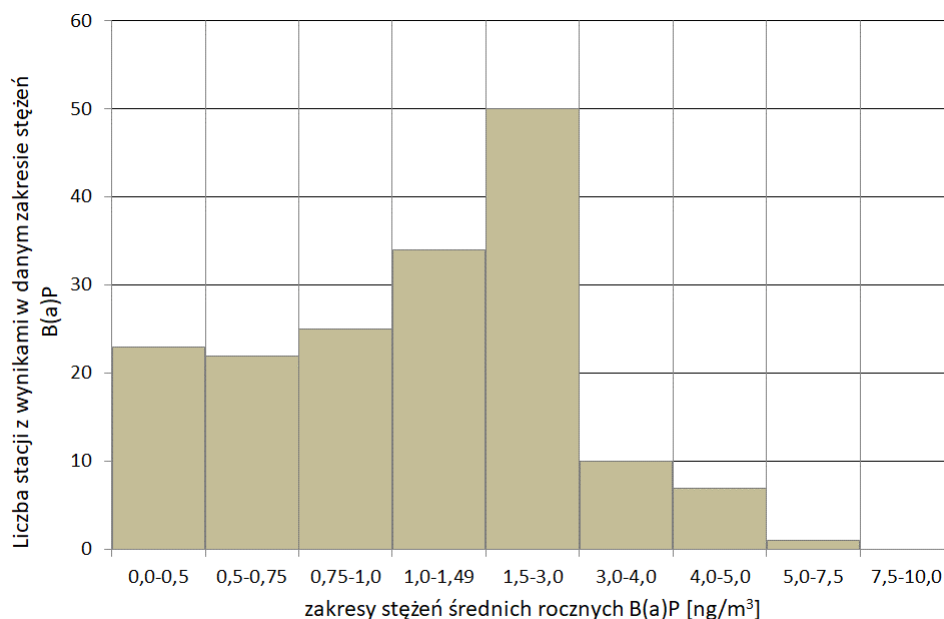


Rys. 6.3-3. Średnie roczne stężenie B(a)P w pyle zawieszonym PM10 w 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Wyraźnie widać lokalizację stacji z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi przede wszystkim w południowych województwach. Obserwuje się również pas podwyższonych stężeń B(a)P, w osi północ – południe, obejmujący województwa: pomorskie, kujawsko-pomorskie, łódzkie, świętokrzyskie, małopolskie i śląskie.

Średnie roczne stężenie B(a)P w pyle zawieszonym PM10 w Polsce, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2023 r. 1,53 ng/m³. Na 39% stacji w kraju (69 spośród 172, na których badano w 2023 r. zawartość B(a)P w pyle zawieszonym PM10) uzyskano wartości stężenia średniego rocznego wyższe od średniego dla całego kraju.

Najwięcej wartości średnich rocznych stężenia B(a)P w pyle zawieszonym PM10 – 45% – znajdowało się w przedziale od 1,5 do 3,0 ng/m³, a najmniej – 1% – w przedziale 5-7,5 ng/m³ (Rys. 6.3-4). Rok wcześniej 45% wyników znajdowało się w przedziale 1,5 do 3,0 ng/m³ (też najwięcej), 7% w przedziale 5-7,5 ng/m³ i 1% w przedziale 7,5-10 ng/m³ (najmniej). W 2023 roku znacząco wzrósł udział wyników średnich rocznych w przedziałach najniższych wartości.



Rys. 6.3-4. Liczba stacji z wynikami średniego rocznego stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w poszczególnych przedziałach w 2023 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

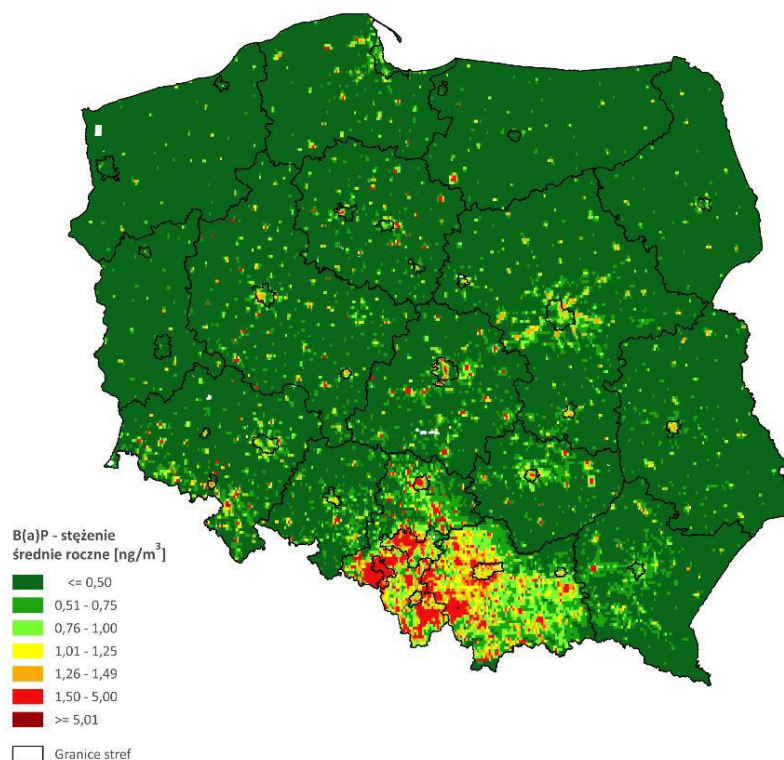
Na 107 stacjach (co stanowi 62% stacji), na których mierzono stężenie B(a)P wartości średniego rocznego stężenia były niższe od poziomu docelowego, określonego dla B(a)P w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu¹⁶, czyli osiągnęło 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 2022 roku poziom docelowy nie był przekroczony jedynie na 46 stacjach (28%).

W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2023 roku¹⁷, dla benzo(a)pirenu w 21 strefach z ocenianych 46 stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C (ok. 46 %). W trzech poprzednich latach klasę tę, świadczącą o wystąpieniu przekroczenia, uzyskało odpowiednio 32 stref w 2022 i po 39 w latach 2020 i 2021. 25 stref, będących aglomeracjami lub dużymi miastami, powyżej 100 tys. mieszkańców, a w pięciu przypadkach pozostałymi częściami województwa, uzyskało w 2023 roku klasę A, świadczącą o braku przekroczenia poziomu docelowego. W roku 2022 było to 14 stref, natomiast w 2021 – 7 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.

¹⁶ t. j. Dz. U. z 2021, poz. 845

¹⁷ GIOŚ 2024, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2023. Zbiórny raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”



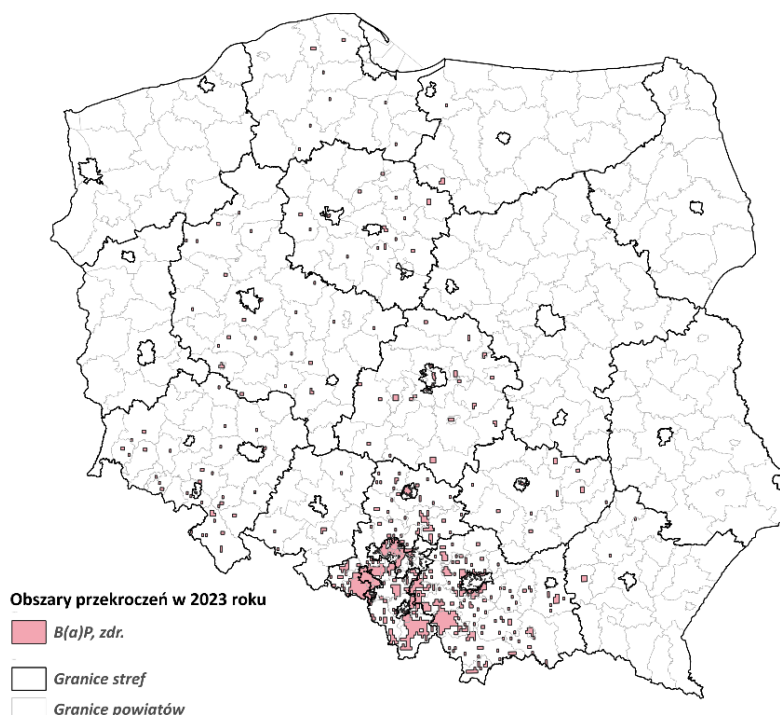
*Rys. 6.3-5. Rozkład przestrzenny średniego rocznego stężenia B(a)P
w pyłe zawieszonym PM₁₀ na obszarze Polski w 2023 roku*

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 2023 roku zajmowały blisko 1,7% powierzchni kraju, zamieszkałej przez 14,1% ludności Polski (Rys. 6-3.6). W poprzednim roku wskaźniki te wynosiły odpowiednio: 6,2% powierzchni i 38,7% 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.



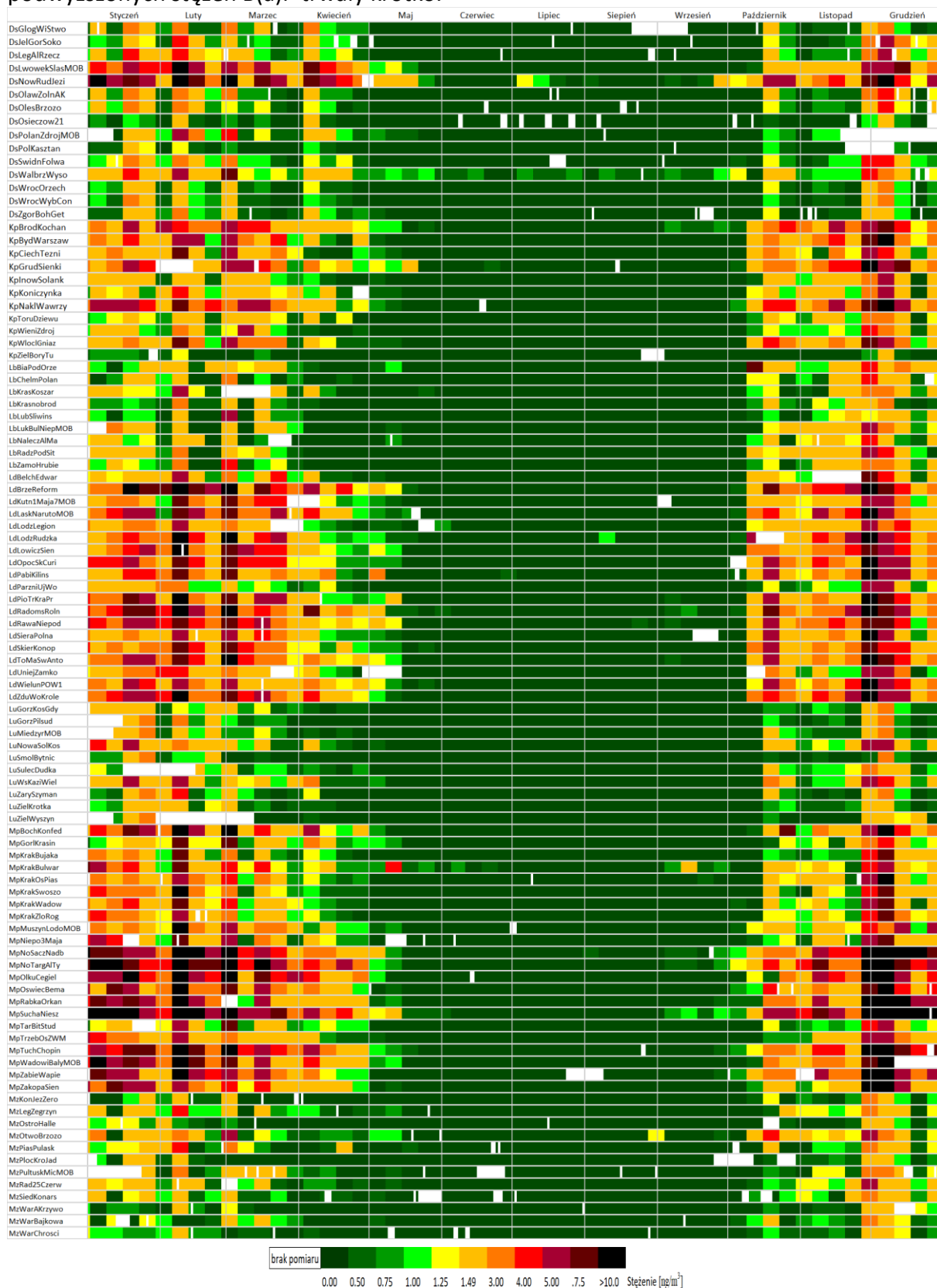
Rys. 6.3-6. Zasięg obszarów przekroczeń poziomu docelowego benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym PM₁₀, na obszarze Polski, w 2023 roku

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 2023 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 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.

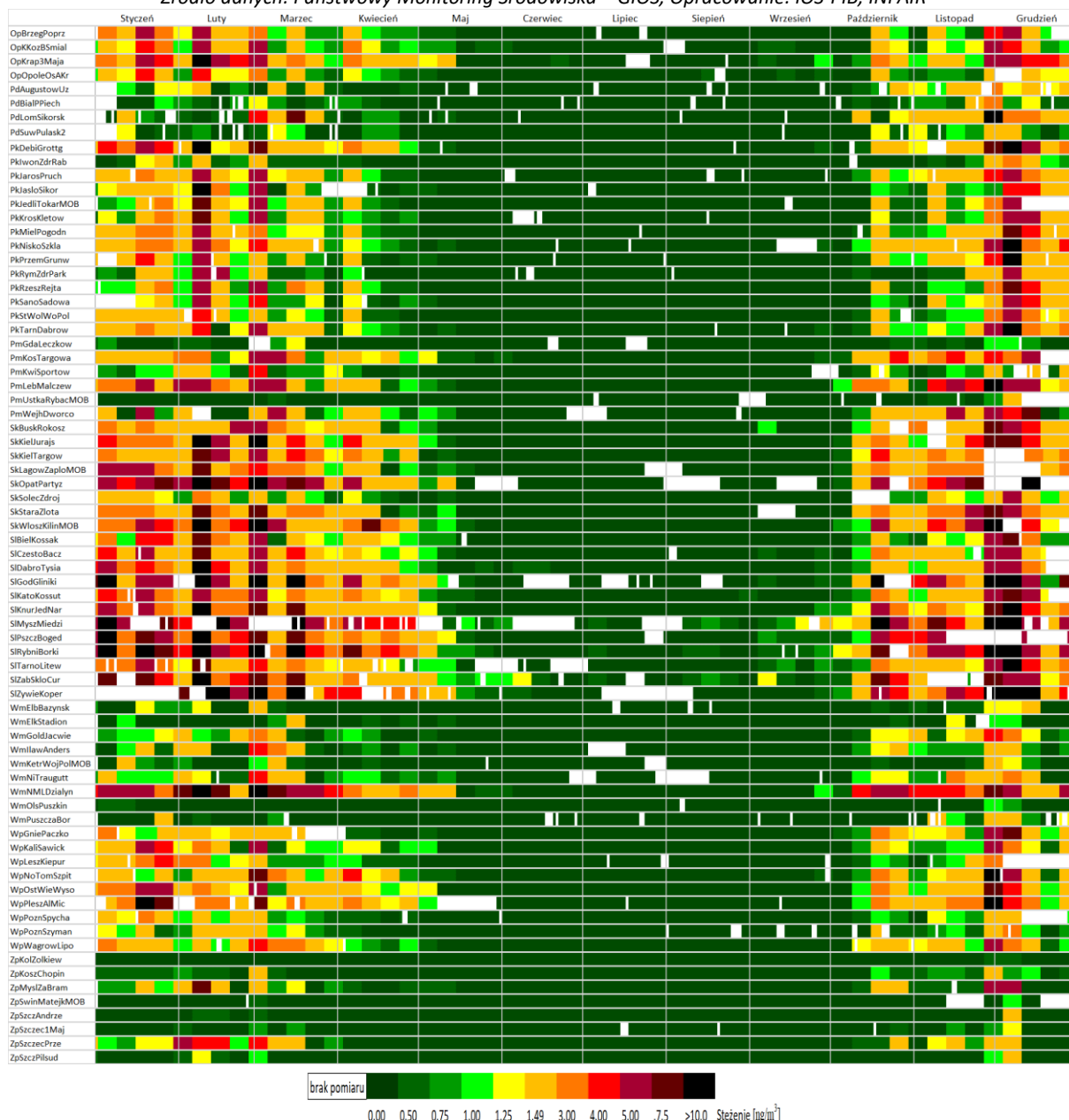
Najwyższe wartości stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ obserwuje się w sezonie grzewczym, szczególnie w miesiącach zimowych, charakteryzujących się najniższymi temperaturami powietrza. Jest to najwyraźniej widoczne na stacjach w tych województwach, w których obserwuje się występowanie najwyższych 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 ng/m³. We wcześniejszych latach były miejsca, w których stężenia nie spadały aż tak nisko i nawet w miesiącach letnich osiągały wartości wyższe – z przedziałów 0,5-0,75 ng/m³

czy 0,75- 1,0 ng/m³, a nawet 1,0-1,5 ng/m³. W 2023 roku takie miejsca były zlokalizowane w województwie dolnośląskim, mazowieckim i śląskim (po 1 stacji), ale epizody podwyższonych stężeń B(a)P trwały krótko.



Rys. 6.3-7.a Przebieg stężeń 24-godz. B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 na poszczególnych stacjach w 2023 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 2023 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 2023, 2022 i wielolecia 2010-2022. 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 2022 (za wyjątkiem województwa zachodniopomorskiego, gdzie wystąpił bardzo niewielki wzrost o 0,2%), jak i w stosunku do wartości średnich z okresu 2010-2022. 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 13 lat we wszystkich województwach. Zmiany w 2023 r. w stosunku do 2022 r. są również znaczące i spadki widać we wszystkich województwach.

Tab. 6.3-3. Zmiany względne w roku 2023 w stosunku do wartości z roku 2022 i średnich z okresu 2010-2022 stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P uśrednionych dla poszczególnych województw.

Czerwoną czcionką zaznaczono wzrost stężenia

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

Województwo	Zmiany względne stężenia [%]			
	B(a)P		PM10	
	2023/2022	2023/śr	2023/2022	2023/śr
dolnośląskie	-56,4%	-74,8%	-15,3%	-32,7%
kujawsko-pomorskie	-15,5%	-45,7%	-12,0%	-30,5%
lubelskie	-49,6%	-61,8%	-15,8%	-33,4%
lubuskie	-61,8%	-73,6%	-12,6%	-28,6%
łódzkie	-11,6%	-62,9%	-3,6%	-30,8%
małopolskie	-30,0%	-65,0%	-16,7%	-40,9%
mazowieckie	-56,1%	-77,4%	-14,1%	-32,6%
opolskie	-47,1%	-76,3%	-15,7%	-39,6%
podkarpackie	-19,9%	-64,8%	-12,6%	-38,8%
podlaskie	-45,0%	-58,5%	-8,7%	-21,2%
pomorskie	-61,0%	-68,2%	-21,0%	-32,4%
śląskie	-20,4%	-57,5%	-16,9%	-42,4%
świętokrzyskie	-31,9%	-56,3%	-15,1%	-34,4%
warmińsko-mazurskie	-58,3%	-58,6%	-15,9%	-22,3%
wielkopolskie	-58,7%	-58,6%	-7,5%	-24,4%
zachodniopomorskie	-37,0%	-83,2%	0,2%	-25,2%

Podobną analizę przeprowadzono dla różnych typów stacji i obszaru (uśredniając wyniki uzyskane w ostatnich dwóch latach i w 13-leciu). Również w tym przypadku dla stężeń pyłu zawieszonego PM10 widoczne są w 2023 r. spadki w stosunku do poprzedniego roku, jak i w stosunku do wartości średniej z 13-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 2010-2022 oraz spadek przy porównaniu do wartości z poprzedniego roku. Różnice względne sięgnęły 31-36% rok do roku i były największe dla stacji tła miejskiego, a najmniejsze dla stacji pozamiejskich. Różnice w stosunku do uśrednionych wartości z wielolecia osiągnęły 54-72%, przy czym największe były dla stacji przemysłowych, a najmniejsze dla stacji tła pozamiejskiego.

Tab. 6.3-4. Zmiany względne w roku 2023 w stosunku do wartości z roku 2022 i średnich z okresu 2010-2022 stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P uśrednionych dla typów stacji i obszarów

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

Typ stacji	Typ obszaru	Zmiany względne stężenia			
		B(a)P		PM10	
		2023/2022	2023/śr	2023/2022	2023/śr
przemysłowa	miejski	-32,0%	-72,5%	-11,9%	-42,3%
tło	miejski	-36,2%	-65,4%	-12,8%	-34,3%
tło	podmiejski	-32,4%	-68,4%	-11,2%	-34,8%
tło	pozamiejski	-31,0%	-53,8%	-11,0%	-27,1%

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 2023 roku przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 801 stacji funkcjonujących w 27 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było w Polsce, we Włoszech, Hiszpanii i w Niemczech. 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 2023 w poszczególnych krajach Europy oraz zmiana względna stężenia w latach 2023-2022.

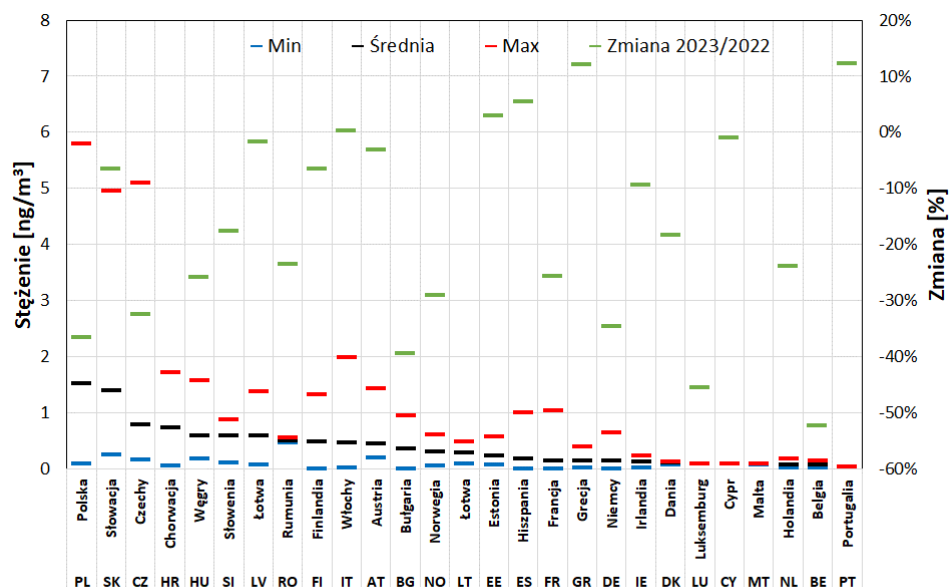
Czerwoną czcionką zaznaczono wzrost stężenia

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

Kraj		Liczba stacji	Stężenie średnie roczne			Zmiana względna 2023/2022
			Min	Średnia	Max	
Kod (ISO)	Nazwa		[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	
AT	Austria	34	0,21	0,45	1,45	-3,1%
BE	Belgia	17	0,02	0,08	0,16	-52,3%
BG	Bułgaria	15	0,00	0,37	0,96	-39,5%
CY	Cypr	1	0,09	0,09	0,09	-1,1%
CZ	Czechy	56	0,16	0,79	5,11	-32,6%
DE	Niemcy	101	0,01	0,14	0,65	-34,7%
DK	Dania	2	0,08	0,11	0,14	-18,3%
EE	Estonia	5	0,09	0,24	0,58	2,9%
ES	Hiszpania	111	0,01	0,18	1,00	5,4%
FI	Finlandia	9	0,01	0,49	1,34	-6,5%
FR	Francja	44	0,01	0,15	1,05	-25,8%
GR	Grecja	5	0,02	0,15	0,40	12,0%
HR	Chorwacja	7	0,05	0,74	1,72	
HU	Węgry	20	0,18	0,60	1,58	-25,9%
IE	Irlandia	4	0,03	0,14	0,24	-9,3%
IT	Włochy	145	0,02	0,47	1,99	0,2%
LT	Łotwa	5	0,09	0,29	0,49	
LU	Luksemburg	2	0,09	0,10	0,10	-45,5%
LV	Łotwa	7	0,08	0,59	1,38	-1,8%
MT	Malta	2	0,08	0,09	0,09	
NL	Holandia	3	0,02	0,08	0,19	-23,9%
NO	Norwegia	5	0,06	0,31	0,61	-29,0%
PL	Polska	172	0,10	1,53	5,80	-36,6%
PT	Portugalia	1	0,05	0,05	0,05	12,2%
RO	Rumunia	3	0,47	0,51	0,55	-23,6%
SI	Słowenia	4	0,11	0,59	0,87	-17,7%
SK	Słowacja	21	0,25	1,41	4,96	-6,6%
Europa		801	0,00	0,40	5,80	-16,7%

Uzyskane dla 2023 roku uśrednione krajowe roczne stężenia B(a)P w pyle zawieszonym PM10 pokazują, że najwyższe wartości uzyskano dla krajów Europy środkowej tj. dla Polski, Słowacji i Czech. W Polsce i Słowacji stężenie średnie roczne obliczone dla danego kraju przekraczało 1 ng/m³. Należy podkreślić, że w tych krajach obserwowana jest również najwyższa rozpiętość stężeń pomiędzy stacjami, wynosząca ok. 5 ng/m³. Najniższe stężenia B(a)P w 2023 roku, które

nie przekraczały $0,1 \text{ ng/m}^3$, zanotowano dla 5 krajów, najniższe dla Portugalii i Belgii (Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1).

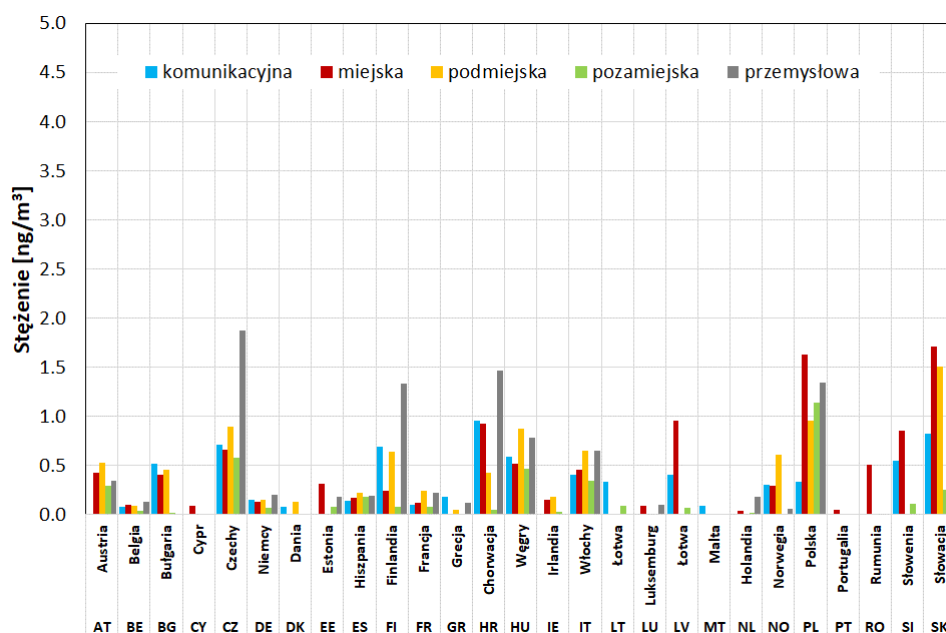


Rys. 6.4-1. Wartości stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłach zawieszonych PM10 (minimalne, średnie i maksymalne) w poszczególnych krajach Europy w roku 2023 na tle zmian stężenia średniego rocznego w okresie 2022-2023

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

Analiza względnych zmian stężeń uśrednionych dla każdego z krajów w ostatnich 2 latach (2023-2022) pokazuje wzrost poziomu B(a)P w pyłach zawieszonych PM10 z roku na rok dla 5 krajów spośród 24 analizowanych (dla których dostępne były dane w obu latach). Największy wzrost stężeń B(a)P przekraczający 12%, zaobserwowano dla Portugalii i Grecji. W przypadku pozostałych krajów obserwowane spadki stężeń średnich rocznych B(a)P, największe dla Belgii (52,3%) i Luksemburga (45,5%), Bułgarii (39,5%) i Polski (36,6%) - Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1.

Ocena zmienności przestrzennej stężeń B(a)P w pyłach zawieszonych PM10 z uwzględnieniem typu obszaru w Europie w 2023 roku wskazuje, że wśród analizowanych 23 krajów dla których wyniki pomiarów były dostępne, najwyższe stężenia przekraczające 1 ng/m^3 na obszarach miejskich zaobserwowano w przypadku Słowacji i Polski. Tak wysokie stężenia obserwowano również na obszarach podmiejskich na Słowacji. W przypadku obszarów pozamiejskich, stężenie przekraczające 1 ng/m^3 dotyczyło tylko Polski i było najwyższe wśród krajów europejskich. Na obszarach typu komunikacyjnego uśrednione dla danego kraju stężenia B(a)P w pyłach zawieszonych PM10 były poniżej wartości dopuszczalnej, przy najwyższych poziomach obserwowanych w Europie dla Chorwacji i Słowacji. Najwyższe wartości B(a)P w Europie odnotowano na obszarach przemysłowych na Słowacji (blisko 5 ng/m^3), w Czechach (blisko $1,9 \text{ ng/m}^3$), Chorwacji ($1,5 \text{ ng/m}^3$) i w Polsce ($1,3 \text{ ng/m}^3$) - Rys. 6.4-2.



Rys. 6.4-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w krajach europejskich w roku 2023 z uwzględnieniem typu obszaru stacji
 Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

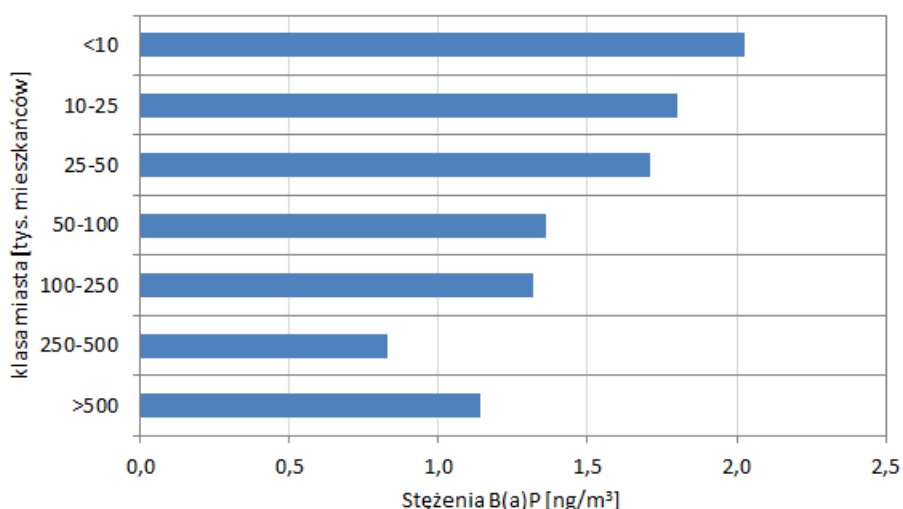
Wartości średnie roczne stężenia B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na poszczególnych stacjach w Europie w 2023 roku zawierały się w granicach 0,001-5,804 ng/m³. Wśród 5% stacji (40) z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi w roku 2023, aż 35 to stacje z Polski, w tym jedna z maksimum europejskim, 3 stacje ze Słowacji (w tym jedna z 3-cim maksimum) i 2 stacje z Czech (w tym jedna jako 2-gim maksimum europejskim). Najniższe wartości w Europie, nieprzekraczające 0,01 ng/m³, zaobserwowano na dwóch stacjach bułgarskich oraz po jednej ze stacji francuskich i hiszpańskich.

7. Stężenia WWA w miastach Polski

7.1. Analiza w miastach

Na potrzeby niniejszego opracowania dokonano podziału miast na kategorie w zależności od wielkości populacji obliczając dla każdej z kategorii średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10. W ocenie wzięto pod uwagę zarówno wyniki pomiarów w ostatnim roku, jak i w okresie 2010-2022.

Najwyższe stężenia B(a)P w 2023 r. obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys. ($2,0 \text{ ng/m}^3$) oraz w miastach liczących pomiędzy 10 a 25 tys. ($1,8 \text{ ng/m}^3$) i pomiędzy 25 a 50 tys. mieszkańców ($1,7 \text{ ng/m}^3$). W kolejnych dwóch klasach miast średnie stężenia były zbliżone i wynosiły ok. $1,3 \text{ ng/m}^3$ w klasie 25-50 tys. i 50-100 tys. mieszkańców. Najniższe stężenia średnie notowano w aglomeracjach liczących ponad 500 tys. mieszkańców ($1,1 \text{ ng/m}^3$) i w miastach o liczbie ludności z przedziału 100-250 tys. ($0,8 \text{ ng/m}^3$) (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 2023 r.

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

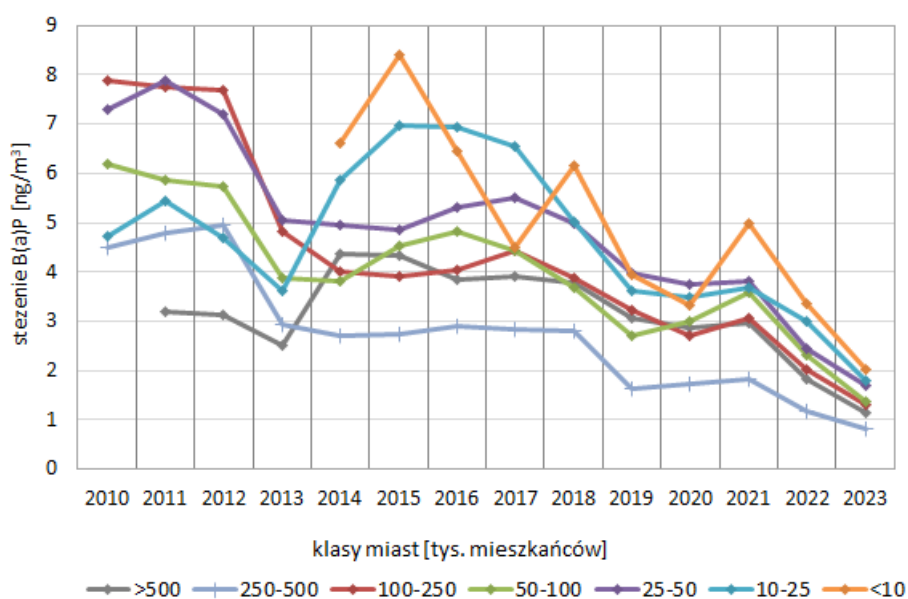
W 2023 r. średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 we wszystkich kategoriach miast były niższe od notowanych rok wcześniej, a zmiany względne wyniosły od -30,2% w miastach liczących 250-500 tys. mieszkańców do -41,4% w średnich miastach, zamieszkałych przez 50-100 tys. mieszkańców (Tab. 7-1). Odniesienie wartości średnich z roku 2023 do uśrednionych z okresu 2010-2022 pokazuje tendencję malejącą we wszystkich kategoriach miast. Największy spadek stężeń – o ponad 71% – odnotowano w miastach liczących 100-250 tys. i 250-500 tys. mieszkańców, a najmniejszy – o około 62% – w miastach zamieszkałych przez mniej niż 10 tys. ludzi. W pozostałych klasach miast spadki oscylowały wokół 65%.

Tab. 7-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2021-2023 i średnie w okresie 2010-2022 oraz zmiany względne w roku 2023 w stosunku do wartości z poprzedniego roku i wielolecia

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

Klasa miasta [tys. mieszkańców]	Stężenie B(a)P [ng/m ³]			Zmiana stężeń	
	2022	2023	śr 2010-2022	2023/2022	2023/śr (2010-2022)
>500	1,82	1,14	3,32	-37,4%	-65,6%
250-500	1,19	0,83	2,89	-30,3%	-71,3%
100-250	2,04	1,32	4,57	-35,3%	-71,1%
50-100	2,32	1,36	4,20	-41,4%	-67,6%
25-50	2,45	1,71	5,16	-30,2%	-66,8%
10-25	3,00	1,80	4,90	-40,0%	-63,2%
<10	3,37	2,02	5,32	-39,9%	-61,9%

Analizując zmiany średnich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ we wszystkich klasach miast z roku na rok w okresie 2010-2023 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 ostatnich dwóch latach, po znaczącym wzroście stężenia w 2021 roku. Przebieg stężeń B(a)P w ostatnich 14 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. Choć w ostatnim roku wartość stężenia B(a)P wskazuje, że kategoria miast 50-100 tys. zbliżyła się bardziej do kategorii 100-250 tys. i >500 tys. mieszkańców. Niemal we wszystkich latach najniższe stężenia B(a)P notowano w miastach liczących 250-500 tys. mieszkańców i tak było również w 2023 roku.

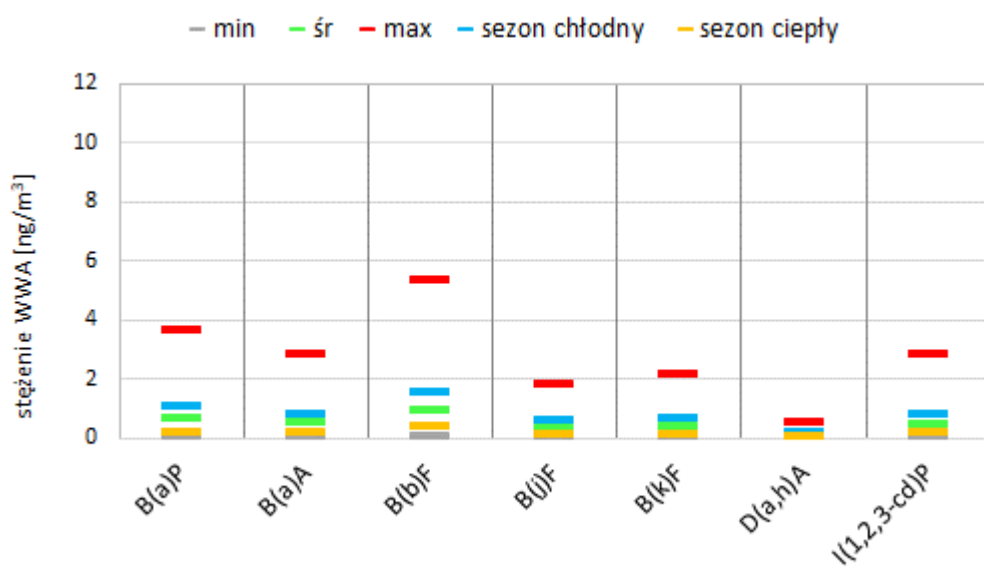


Rys. 7-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2010-2023

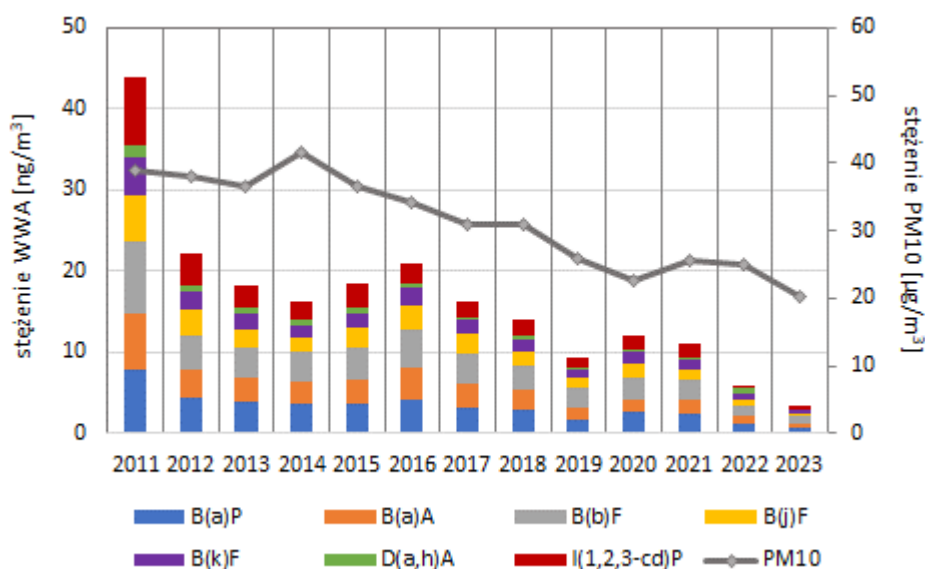
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

7.2. Karty miast

Miasto	Wrocław
Województwo	dolnośląskie
Liczba ludności	673 743
Stacja pomiarowa WWA	DsWrocWybCon
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,63 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	18,5%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	0,63 ng/m ³



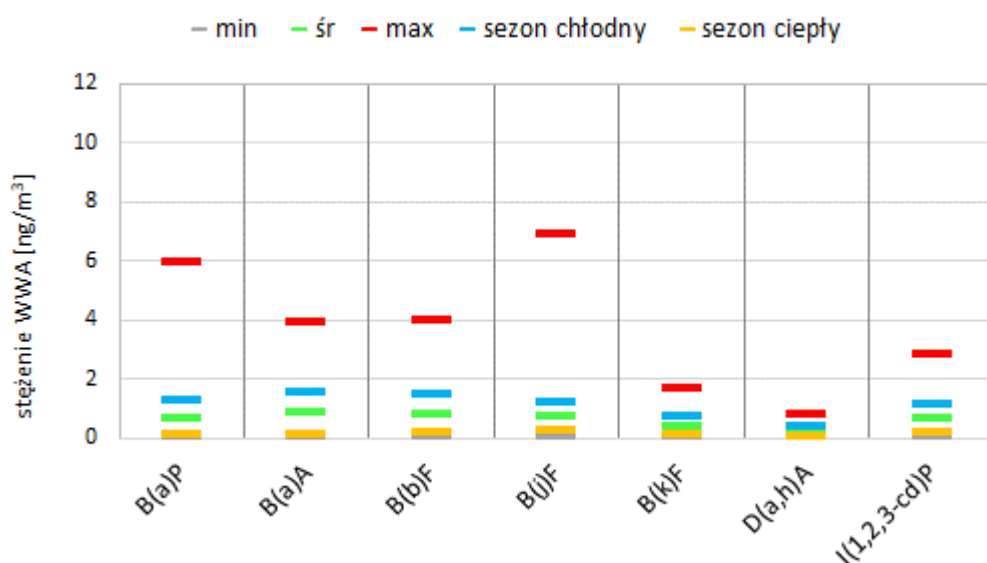
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 r.



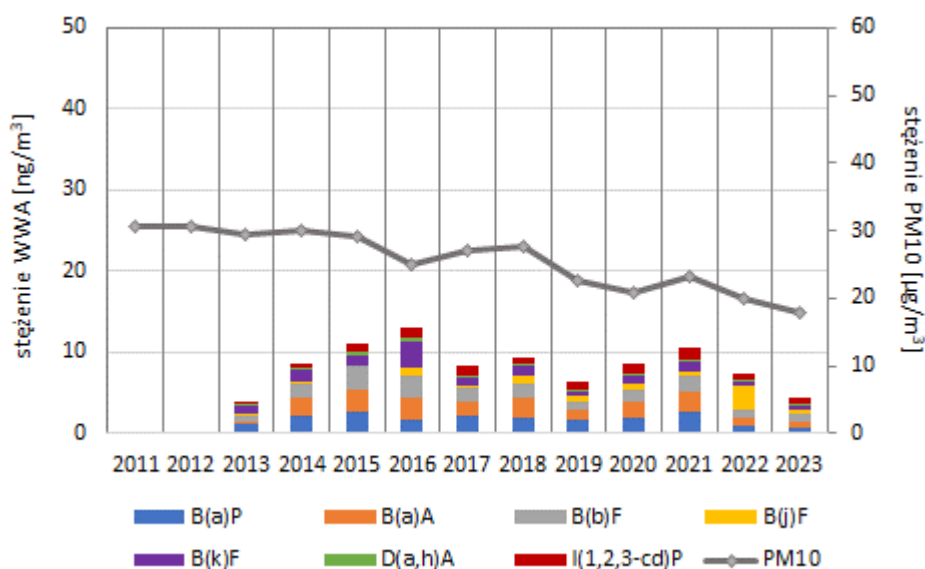
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Lublin
Województwo	lubelskie
Liczba ludności	329 565
Stacja pomiarowa WWA	LbLubSliwins
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,68 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	15,6%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



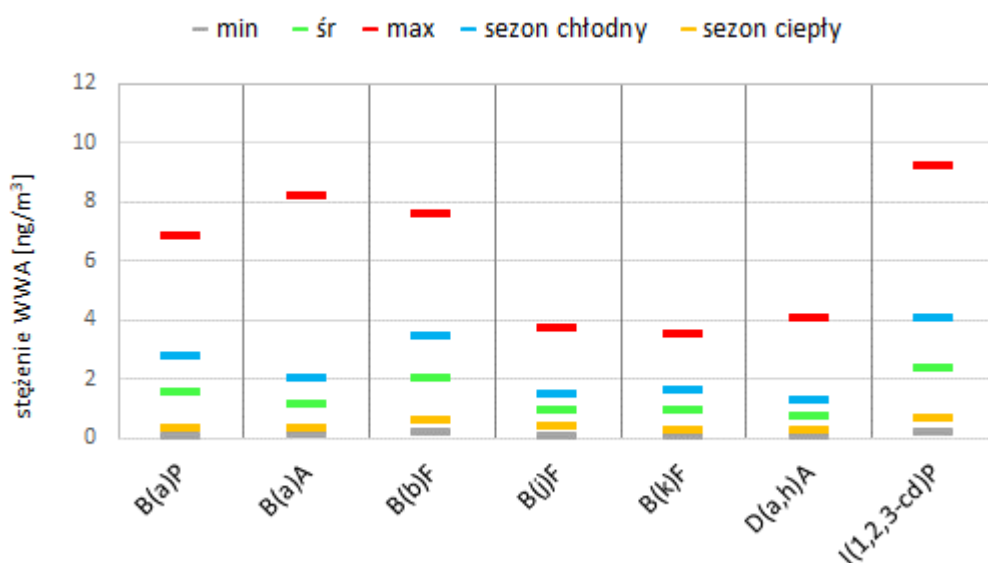
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



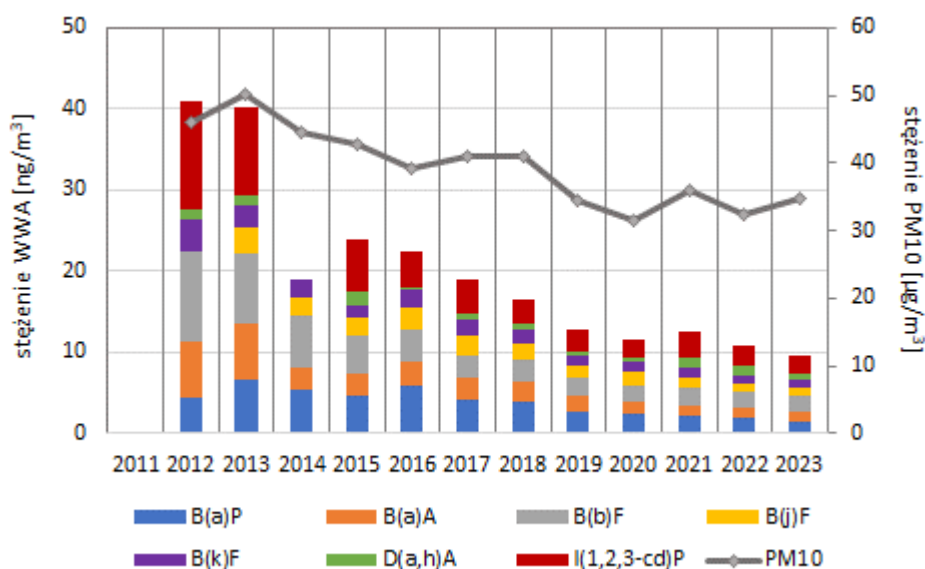
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2013-2023

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

Miasto	Łódź
Województwo	łódzkie
Liczba ludności	652 015
Stacja pomiarowa WWA	LdLodzLegion
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,53 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	15,9%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	2,01 ng/m ³



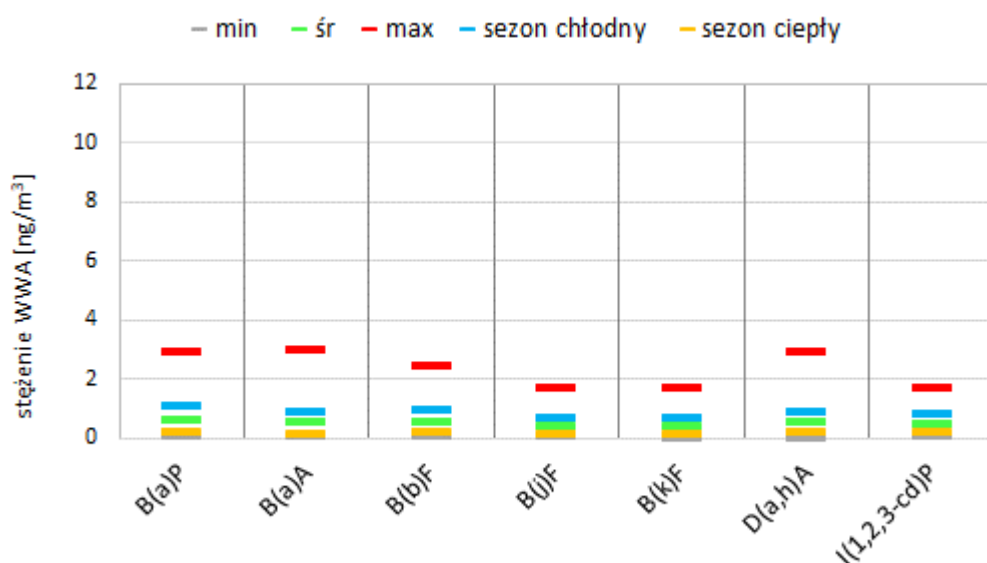
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



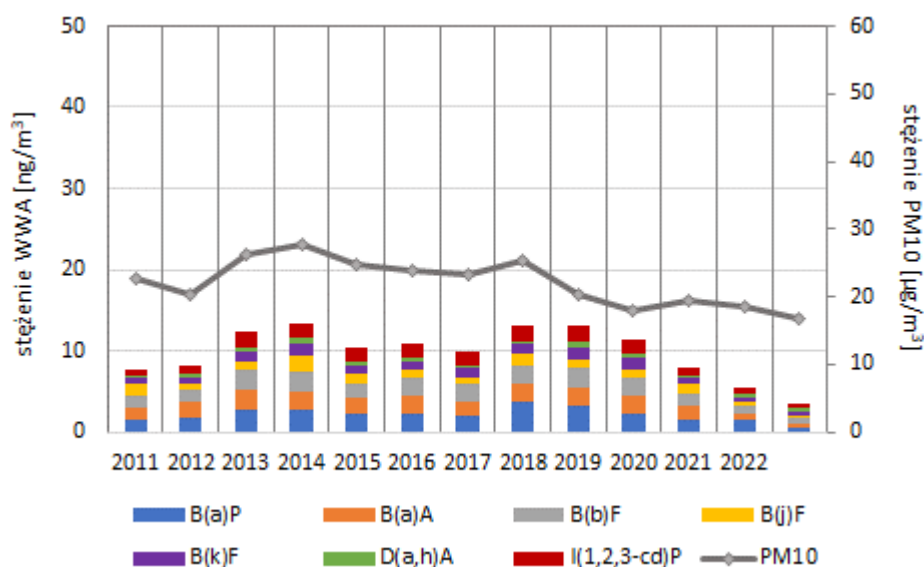
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2012-2023

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

Miasto	Zielona Góra
Województwo	lubuskie
Liczba ludności	138 932
Stacja pomiarowa WWA	LuZielKrotka
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,59 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,7 %
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	0,52 ng/m ³



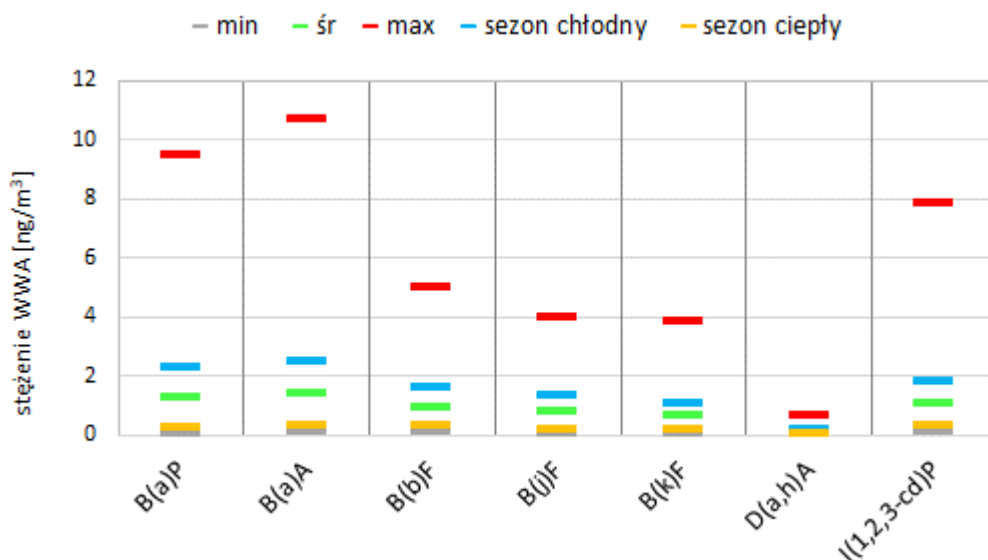
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



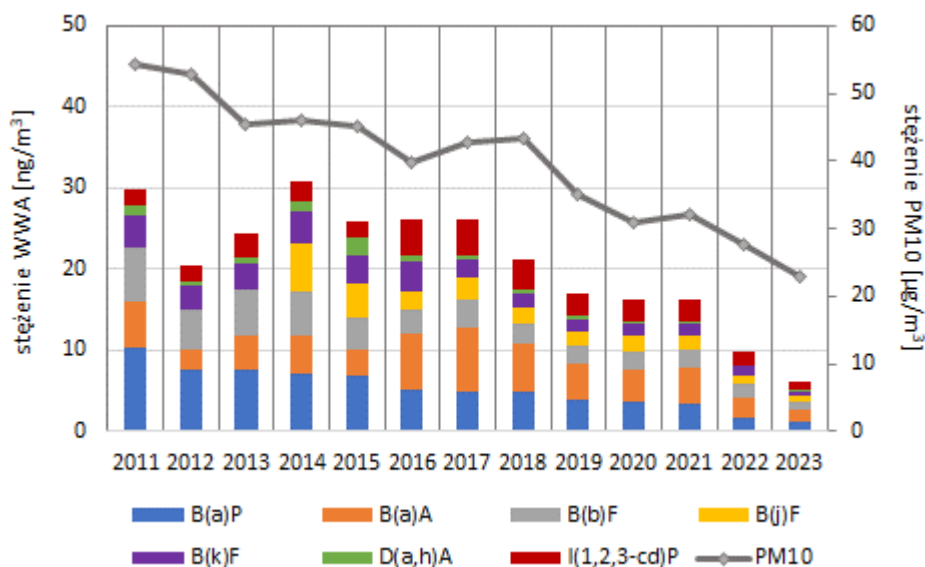
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Kraków
Województwo	małopolskie
Liczba ludności	806 201
Stacja pomiarowa WWA	MpKraKBujaka
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,27 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	20,6 %
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	1,47 ng/m ³



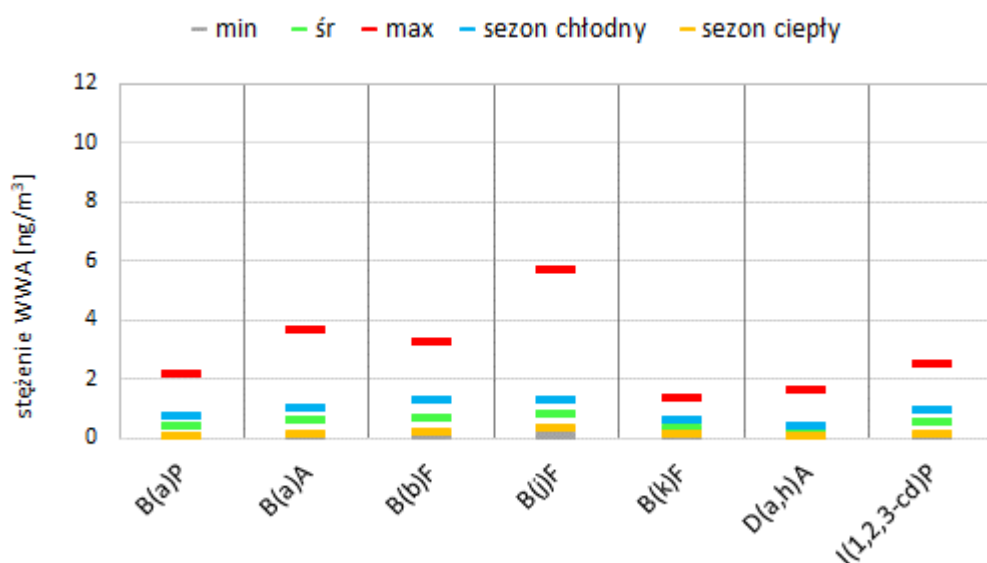
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



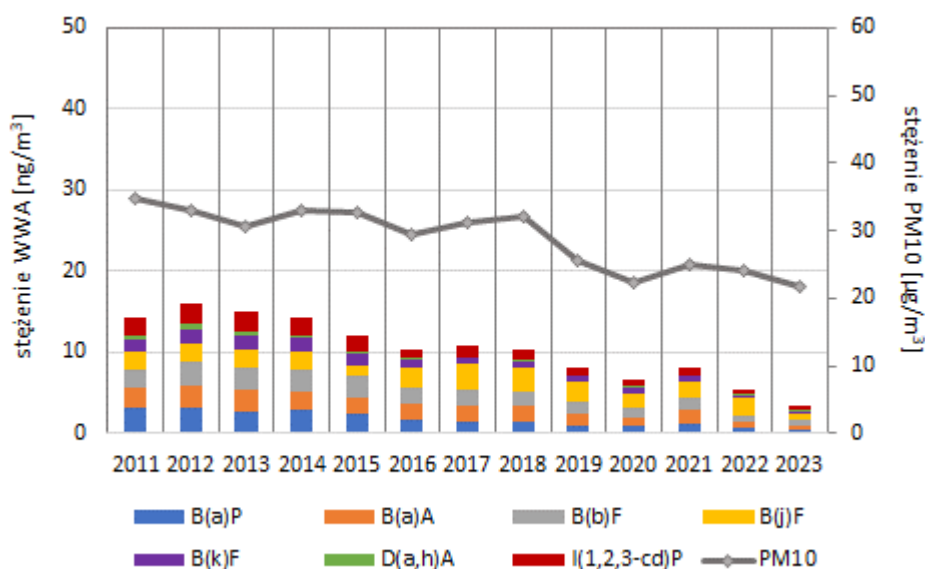
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Warszawa
Województwo	mazowieckie
Liczba ludności	1 861 599
Stacja pomiarowa WWA	MzWarAKrzywo
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,39 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	11,4%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	5
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	0,51 ng/m ³



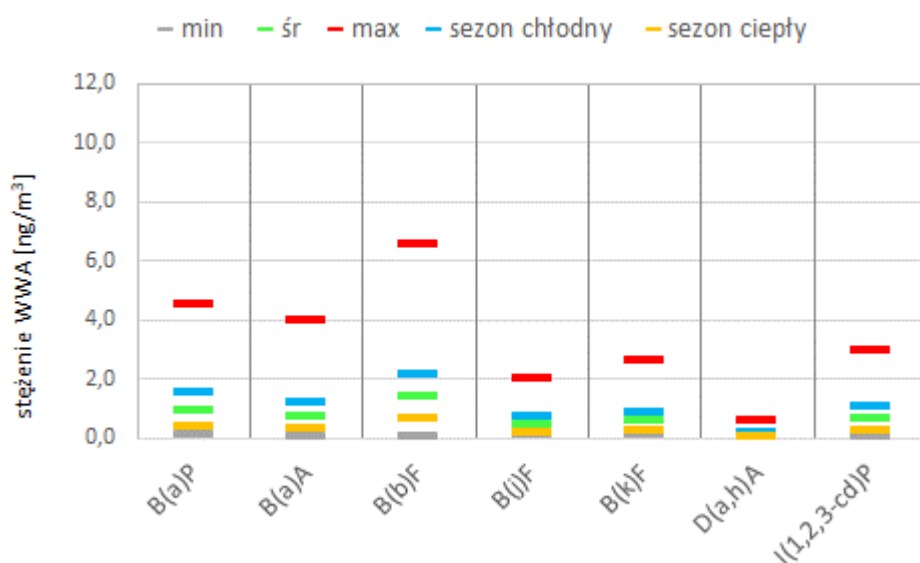
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



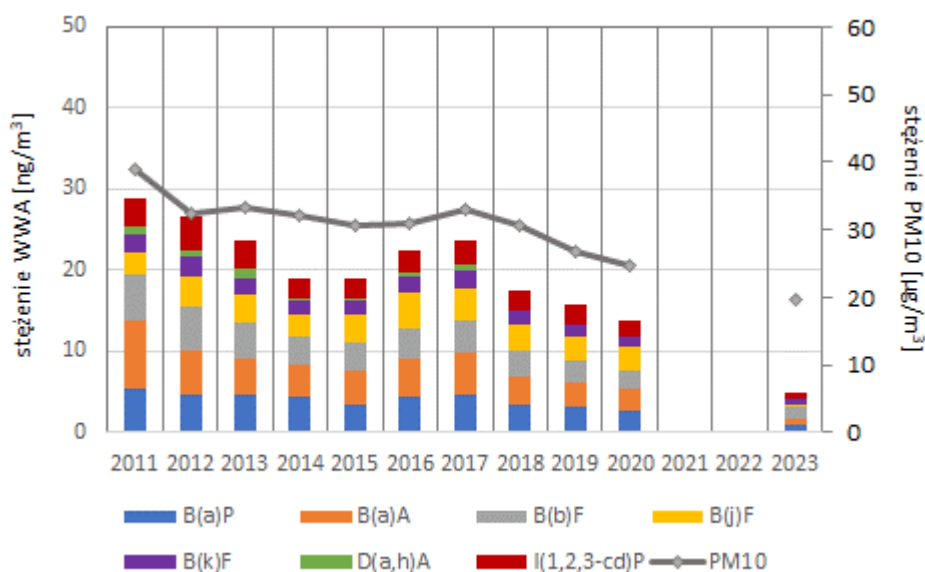
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Opole
Województwo	opolskie
Liczba ludności	126 077
Stacja pomiarowa WWA	OpOpoleOsAKr
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,94 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	19,4%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



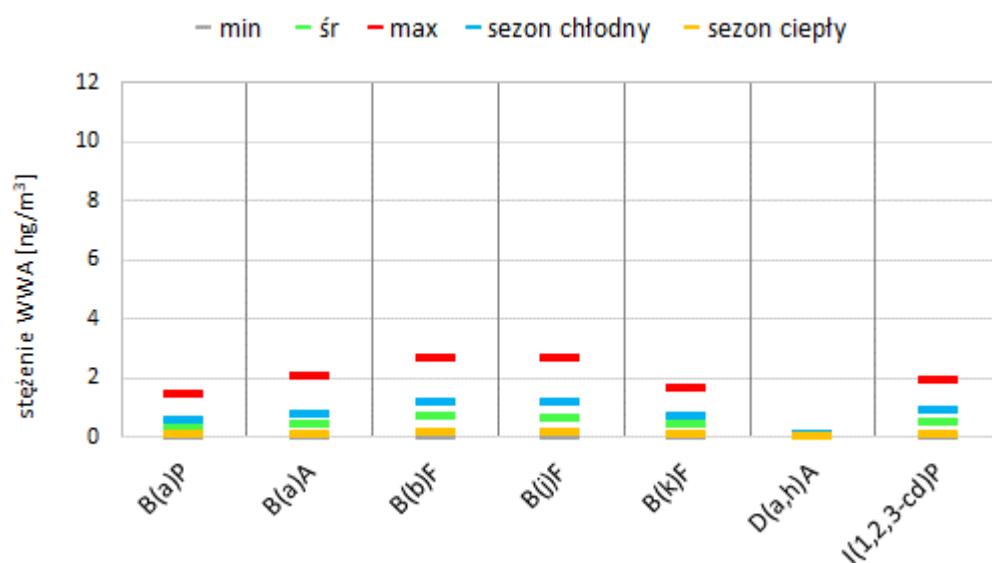
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



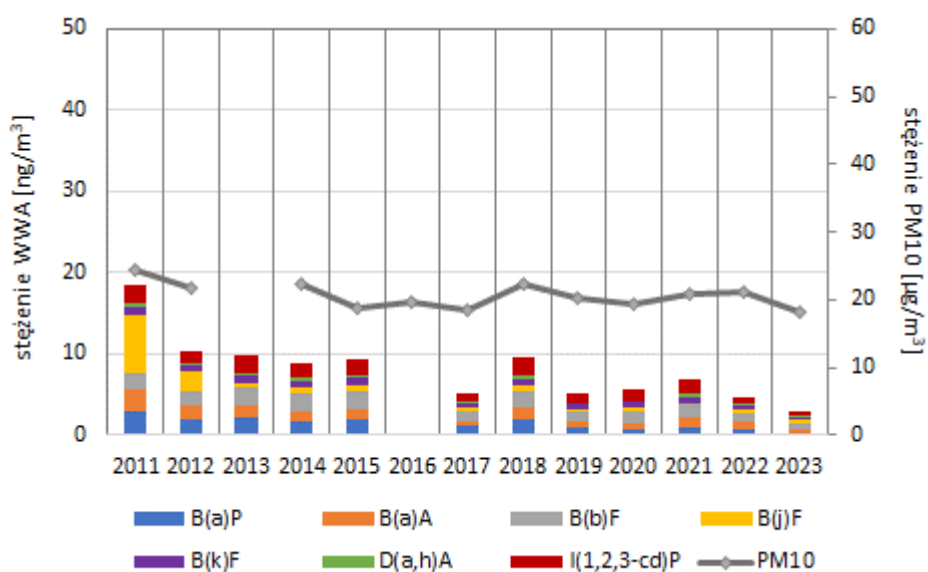
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Gdańsk
Województwo	pomorskie
Liczba ludności	487 371
Stacja pomiarowa WWA	PmGdaLeczk
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,32 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	11,4%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	6
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



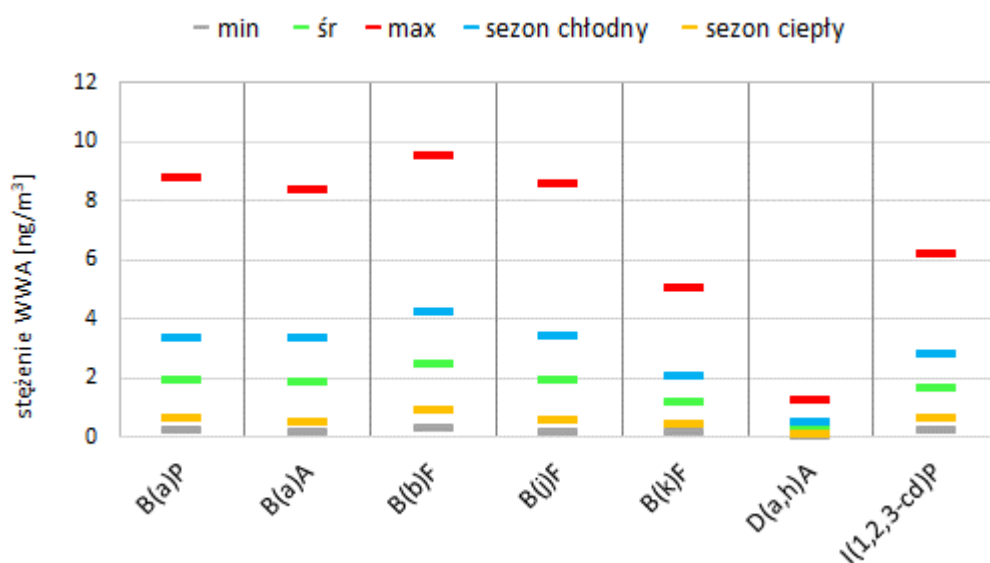
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



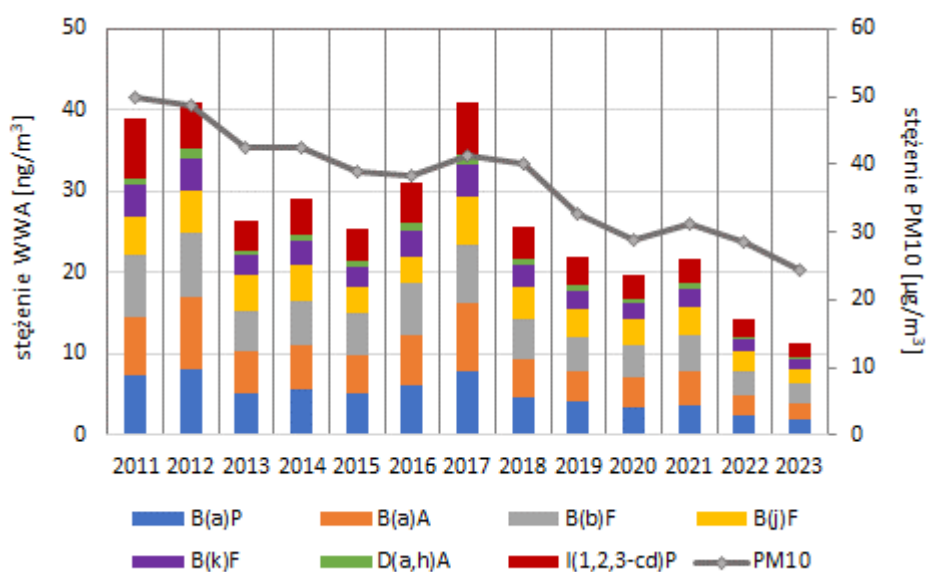
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Katowice
Województwo	śląskie
Liczba ludności	279 190
Stacja pomiarowa WWA	SKatoKossut
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,94 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,1%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



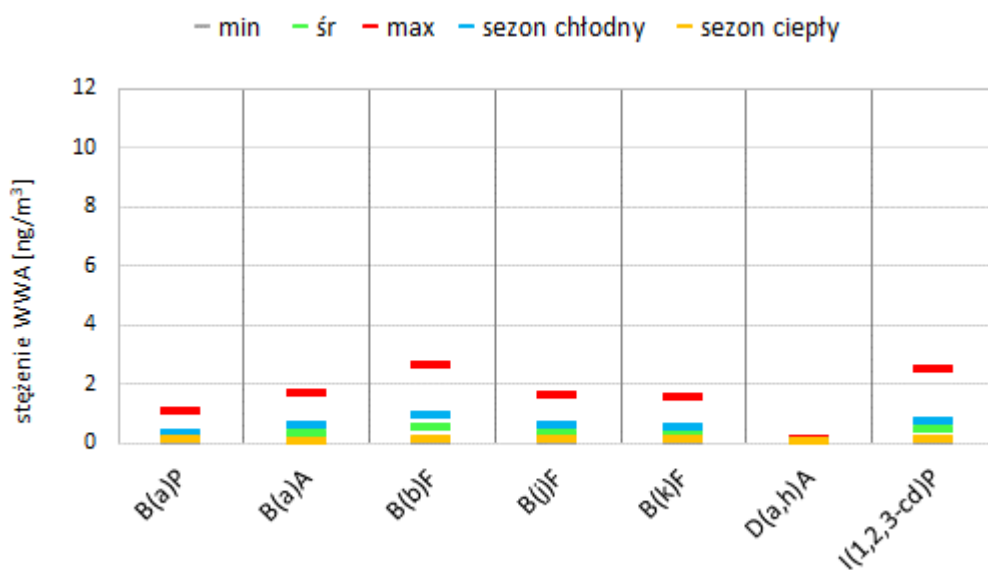
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2023 r.



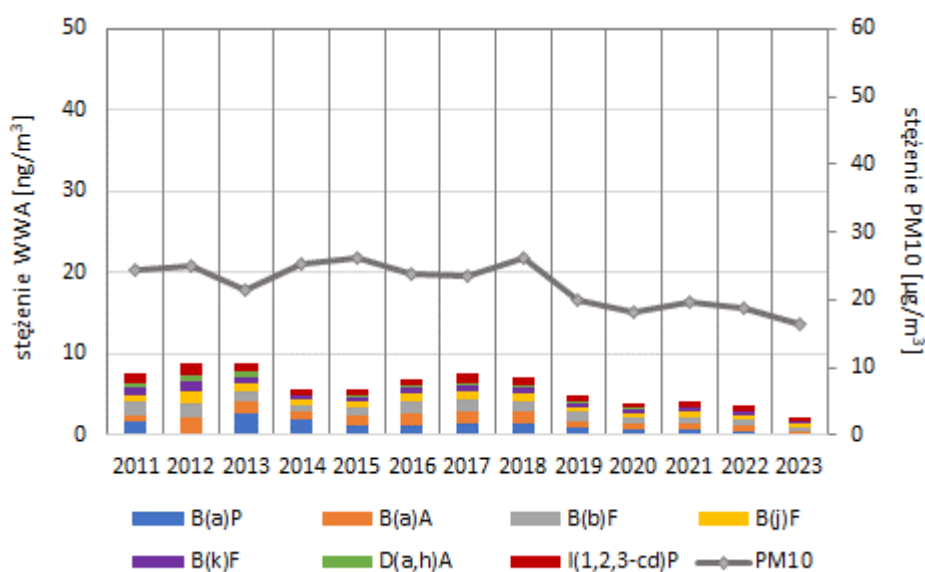
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Olsztyn
Województwo	warmińsko-mazurskie
Liczba ludności	167 311
Stacja pomiarowa WWA	WmOlsPuszkín
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,20 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	9,4%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	6
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



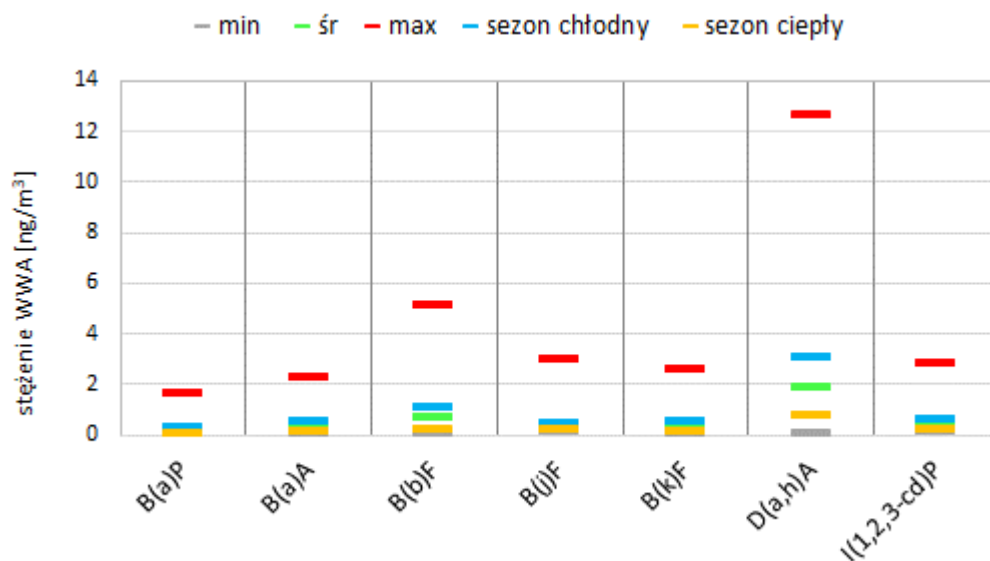
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2023 r.



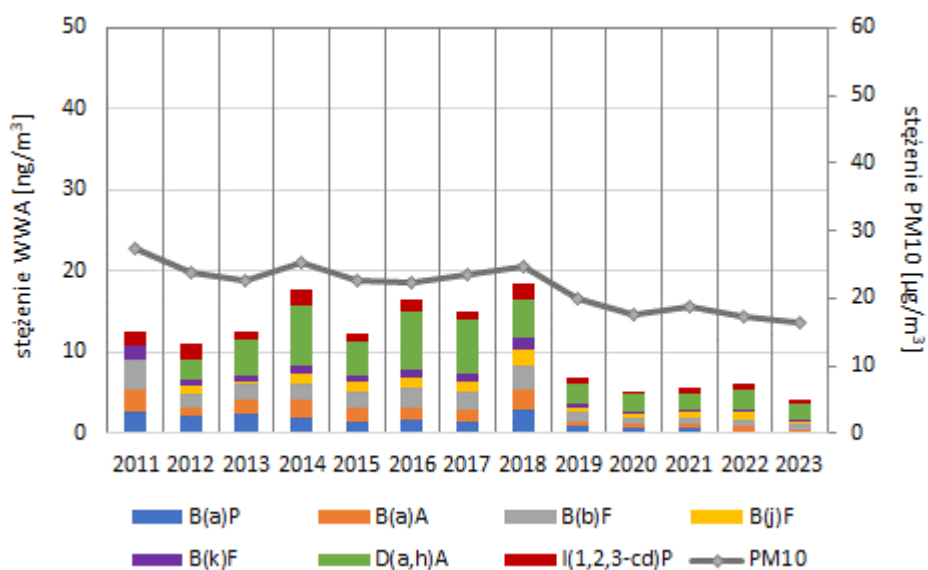
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

Miasto	Szczecin
Województwo	zachodniopomorskie
Liczba ludności	389 066
Stacja pomiarowa WWA	ZpSzcAndrze
Dane pomiarowe z 2023 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,18 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	4,4%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	7
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



Zmienność stężeń 7 WWA w pyle zawieszonym PM10 w 2023 r.



Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2023

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

8. Podsumowanie

Emisja

Głównym źródłem WWA są procesy 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 2022 roku (ostatnim, dla którego dostępne są dane dotyczące emisji) oszacowano na 676 Mg, a udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej był największy, głównie za sprawą emisji B(a)P i B(b)F. Trend redukcji emisji kluczowego WWA, jakim jest B(a)P, w Polsce na tle innych krajów europejskich wskazuje na relatywnie niewielkie zmiany w okresie 1990-2022, niemniej jednak ocena tempa zmian emisji w latach 2010-2022 wskazuje na wyraźną redukcję emisji. Na tle średniego europejskiego tempa zmian w ostatniej dekadzie na poziomie 3,1%, Polska jest jednym z 5 krajów z najwyższym wskaźnikiem (4,8%).

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce

Pomiary stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w roku 2023 prowadzono na 19 stacjach w Polsce – 15 stacjach tła miejskiego, 1 stacji podmiejskiej i 3 stacjach pozamiejskich. Na stacjach miejskich notowano wyższe wartości stężeń poszczególnych WWA niż na stacji podmiejskiej i stacjach pozamiejskich. W uśrednionych wynikach stężeń poszczególnych WWA na pierwszym miejscu znajdował się B(b)F, na drugim i trzecim, z jednakowym udziałem w sumie, B(a)P i B(a)A. Na siedmiu stacjach B(a)P zajmował dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Lublinie, Puszczy Boreckiej, Warszawie, Białymstoku, Gdańsku, 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 17%. 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 - nietypowo – w Nakle a następnie na stacjach w Katowicach, Łodzi i Kielcach. W przebiegu dobowych wartości stężeń WWA zaznaczyła się bardzo wyraźna przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półroczia. Spadkom stężenia pyłu zawieszonego PM10 w 2023 r. w stosunku do roku poprzedniego towarzyszyły spadki stężeń badanych WWA na większości stacji. Uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne wszystkich WWA były niższe od notowanych w 2022 r.

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie w roku 2023 oznaczane były w 27 krajach na 802 stacjach. Najwięcej stacji zlokalizowanych było w Polsce, we Włoszech, Hiszpanii i w Niemczech (powyżej 100 stacji w kraju). Tylko 139 stacji w 10 krajach (w Austrii, Niemczech, Danii, Hiszpanii, Francji, Chorwacji, Włoszech, Łotwie, Malcie i Polsce) wykonywało oznaczenia wszystkich 7 rozważanych w opracowaniu WWA. Wśród tych krajów, wartości sumy stężeń WWA wskazują na najwyższe stężenia w Chorwacji i w Polsce, znacznie różniące się poziomem od pozostałych krajów. Analiza zmian sumy stężeń WWA w roku 2023

w stosunku do roku 2022 wskazuje na spadek stężeń w większości krajów, a wzrost jedynie w Danii, Portugalii i na Łotwie. Najwyższy udział stężenia B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2023 roku spośród krajów europejskich poddanych analizie zanotowano w przypadku Łotwy i Włoch (ok. 20%). W przypadku Polski, udział B(a)P w sumie WWA był na poziomie średnim w Europie (ok. 16 %).

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

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce były mierzone w 2023 r. na 172 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 komunikacyjnych. Największe wartości średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 zanotowano w 2023 r. w województwach: śląskim, małopolskim, łódzkim i świętokrzyskim. Pierwsze trzy maksima stężenia B(a)P dla pojedynczych stacji przypadły na: województwo małopolskie – stacje w Suchej Beskidzkiej i Nowym Targu oraz województwo śląskie – stację w Żywcu. Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 pokazuje lokalizację stacji z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi przede wszystkim w południowych województwach. Obserwuje się również pas podwyższonych stężeń B(a)P, w osi północ – południe, obejmujący województwa: pomorskie, kujawsko-pomorskie, łódzkie, świętokrzyskie, małopolskie i śląskie. Średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2023 r. 1,53 ng/m³. Na 38% stacji w kraju uzyskano wartości stężenia średniego rocznego wyższe od poziomu docelowego. 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 5-7,5 ng/m³. W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2023 roku, dla benzo(a)pirenu w 21 strefach spośród 46 ocenianych stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C. Najwyższe stężenia B(a)P w 2023 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 2023 na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 801 stacji funkcjonujących w 27 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było w Polsce, we Włoszech, w Niemczech i Hiszpanii. Uśrednione wyniki dla poszczególnych krajów wskazują na najwyższe stężenie krajów Europy środkowej tj. dla Polski, Słowacji i Czech. W Polsce i Słowacji stężenie średnie roczne obliczone dla danego kraju przekraczało 1 ng/m³.

Analiza względnych zmian stężeń B(a)P z roku na rok w krajach Europy (w roku 2023 w stosunku do roku poprzedniego) pokazuje wzrost dla 5 z 24 krajów. Największy wzrost, przekraczający 12%, zaobserwowano dla Portugalii i Grecji (63%). Największy spadek uśrednionego dla kraju stężenia B(a)P wśród pozostałych krajów zanotowano dla Belgii, Luksemburga, Bułgarii i Polski.

9. Bibliografia

1. 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
2. GIOŚ 2024, „Pięcioletnia ocena jakości powietrza w strefach w Polsce wykonana za lata 2019-2023 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 i Infair Sp. z o.o., autorzy: Dominik Kobus (InFAIR), Krzysztof Skotak (IOŚ-PIB), Warszawa, 2024
3. GIOŚ 2023, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2022 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, 2023
4. GIOŚ 2024, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2023 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., Syrzycki M. Warszawa, 2024
5. GIOŚ 2023, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2022 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., Syrzycki M. Warszawa, 2023
6. GIOŚ 2024, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2023. Zbiorczy raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., Warszawa, 2024
7. GIOŚ 2023, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2022. Zbiorczy raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Skotak K., Warszawa, 2023

Przepisy prawne i wytyczne

8. 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)

9. 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)
10. 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)
11. 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)
12. 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)
13. Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2023. Monitoring jakości powietrza. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2022, Warszawa
14. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (t.j. Dz.U. z 2024 r. poz. 54, z późn. zm.)
15. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (t.j. Dz. U. 2021 r., poz. 845)
16. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2024 r. poz. 870)
17. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 lutego 2023 r. w sprawie zakresu i sposobu przekazywania informacji dotyczących zanieczyszczenia powietrza (Dz. U. z 2023 r. poz. 350)
18. 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)

Bazy danych

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