



GLÓWNY INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA

Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2020 roku



Praca wykonana na podstawie umowy nr IOŚ/ZP/32/2021/DMŚ/NFOŚ z dnia 15 lutego 2021 r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym oraz INFAIR Dominik Kobus, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej

Warszawa 2021

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

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

Spis treści

1. Wprowadzenie	5
2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia.....	6
3. Struktura emisji WWA w Polsce i w Europie.....	8
4. Podstawy prawne monitoringu WWA w Polsce	15
5. System pomiarowy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10.....	17
6. Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 na stacjach pomiarowych	21
6.1. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce	21
6.2. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie.....	37
6.3. Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 Polsce	42
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. Przyczyny wysokich stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce i metody ich ograniczania	69
9. Podsumowanie.....	72
10. Bibliografia	75

1. Wprowadzenie

Opracowanie zawiera podsumowanie oceny stanu zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi (WWA) w Polsce w 2020 roku dla benzo(a)pirenu (skrót B(a)P), benzo(a)antracenu (skrót B(a)A), benzo(b)fluorantenu (skrót B(b)F), benzo(j)fluorantenu (skrót B(j)F), benzo(k)fluorantenu (skrót B(k)F), dibenzo(a,h)antracen (skrót D(a,h)A) oraz indeno(1,2,3-cd)pirenu (skrót I(1,2,3-cd)P). Wyniki zestawiono również z wartościami stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀, w którym wymienione WWA są oznaczane.

Pomimo, iż jest to cykliczne opracowanie zawierające analizę wyników stężeń WWA oznaczanych w pyłe zawieszonym PM₁₀ pochodzących ze wszystkich stacji w Polsce, funkcjonujących w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), różni się ono w treści i formie od poprzednich opracowań^{1,2,3}. W niniejszym opracowaniu rozszerzono zakres informacji odnośnie emisji WWA do atmosfery, dodano informacje dotyczące porównania wyników w Polsce na tle innych krajów w Europie oraz wydzielono rozdział dotyczący uwarunkowań prawnych prowadzenia pomiarów WWA. Ze względu na niewielką liczbę stacji wykonujących oznaczenia wszystkich WWA, w porównaniu do pomiarów B(a)P, analizy dla tych stacji omówiono w jednym rozdziale, w którym omówiono wyniki również dla sumy stężeń WWA.

W opracowaniu skupiono się przede wszystkim na ocenie zmian wyników uzyskanych na poszczególnych stacjach w roku 2020 w odniesieniu do roku wcześniejszego oraz w odniesieniu do całego okresu prowadzenia w Polsce pomiarów WWA (ze względu na kompletność wyników, analizami objęto okres 2011-2019 dla stacji wykonujących pomiary wszystkich 7 WWA oraz okres 2007-2019 w przypadku analiz dla B(a)P). Analizę zmian stężeń z roku na rok oraz w stosunku do wielolecia, przeprowadzono na podstawie wartości stężeń średnich rocznych. Podstawą analiz zmienności stężeń w roku 2020 były średnie wartości tygodniowe. W przypadku zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM₁₀ oraz zawartym w nim B(a)P, wyniki porównano z obowiązującymi wartościami normatywnymi.

W przypadku porównania wyników uzyskanych w Polsce na tle innych krajów Europy, ocenę wykonano zarówno dla wartości uśrednionych dla poszczególnych krajów jak i dla pojedynczych stacji pomiarowych. Dokonano również analizy zmian uśrednionych stężeń WWA pomiędzy krajami w roku 2020 w porównaniu z rokiem 2019. Podstawą oceny jakości powietrza w Polsce na tle wyników europejskich były dane pomiarowe zgromadzone w bazie AirBase, prowadzonej przez Europejską Agencję Środowiska (EAŚ), a do której, za pośrednictwem GIOŚ, regularnie wprowadzane były również dane z polskich stacji PMŚ.

W celu scharakteryzowania poziomu emisji WWA w Polsce, przedstawiono również analizę w tym zakresie, zarówno w ujęciu poszczególnych WWA oraz sumy WWA i trendów. Analizy

¹ GIOŚ 2020, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2019 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB oraz INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Skotak K., Warszawa, 2020

² GIOŚ 2019, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2018 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Warszawa, 2019

³ GIOŚ 2016, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2015 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Mitosek G., Parvi R., Warszawa, 2016

przeprowadzono na tle innych krajów w Europie. Źródłem danych w skali kraju oraz poszczególnych krajów Europy była udostępniona przez Europejską Agencję Środowiska baza danych o emisjach gromadzonych na rzecz Konwencji w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości LRTAP (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution).

2. Przyjęte w opracowaniu założenia, kryteria i oznaczenia

Analizę w zakresie wielkości oraz struktury emisji WWA omówiono na podstawie dostępnych informacji z 2019 roku, najbardziej aktualnych danych dotyczących inwentaryzacji emisji wykonanej na poziomie krajowym. W opracowaniu pokazano wielkości emisji z roku 2019 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 2019 roku. W analizach przedstawiono podział emisji na sektory stosowane w ramach Konwencji LRTAP.

Uzyskane na poszczególnych stacjach wyniki dla B(a)P, dla którego określono prawnie wartości normowane, odniesione zostały do aktualnie obowiązujących wartości dopuszczalnych dla kryterium ochrony zdrowia w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu⁴.

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 powietrzu*⁵, które zastąpiło *rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 czerwca 2018 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu*.⁶

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
PMS – Państwowy Monitoring Środowiska

Skróty zanieczyszczeń:

pył PM10 - pył zawieszony o średnicy aerodynamicznej ziaren poniżej 10 µm
B(a)P - benzo(a)piren
B(a)A - benzo(a)antracen
B(b)F - benzo(b)fluoranten
B(j)F - benzo(j)fluoranten
B(k)F - benzo(k)fluoranten

⁴ Dz. U. z 2021, poz. 845

⁵ Dz. U. z 2020 r. poz. 2279

⁶ Dz. U. z 2018 r. poz. 1119

I(1,2,3-cd)P - indeno(1,2,3-cd)piren
D(a,h)A - dibenzo(a,h)antracen

Kody krajów wg ISO:

AT - Austria	LT - Litwa
BA - Bośnia i Hercegowina	LU - Luksemburg
BE - Belgia	LV - Łotwa
BG - Bułgaria	MK - Macedonia
CH - Szwajcaria	MT - Malta
CY - Cypr	NL - Holandia
CZ - Czechy (Republika Czeska)	NO - Norwegia
DE - Niemcy	PL - Polska
DK - Dania	PT - Portugalia
EE - Estonia	RO - Rumunia
ES - Hiszpania	RS - Serbia
FI - Finlandia	SE - Szwecja
FR - Francja	SI - Słowenia
GB - Wielka Brytania	SK - Słowacja (Republika Słowacji)
GR - Grecja	TR – Turcja
HR - Chorwacja	XK - Kosowo
HU - Węgry	
IE - Irlandia	
IS - Islandia	
IT - Włochy	

3. Struktura emisji WWA w Polsce i w Europie

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

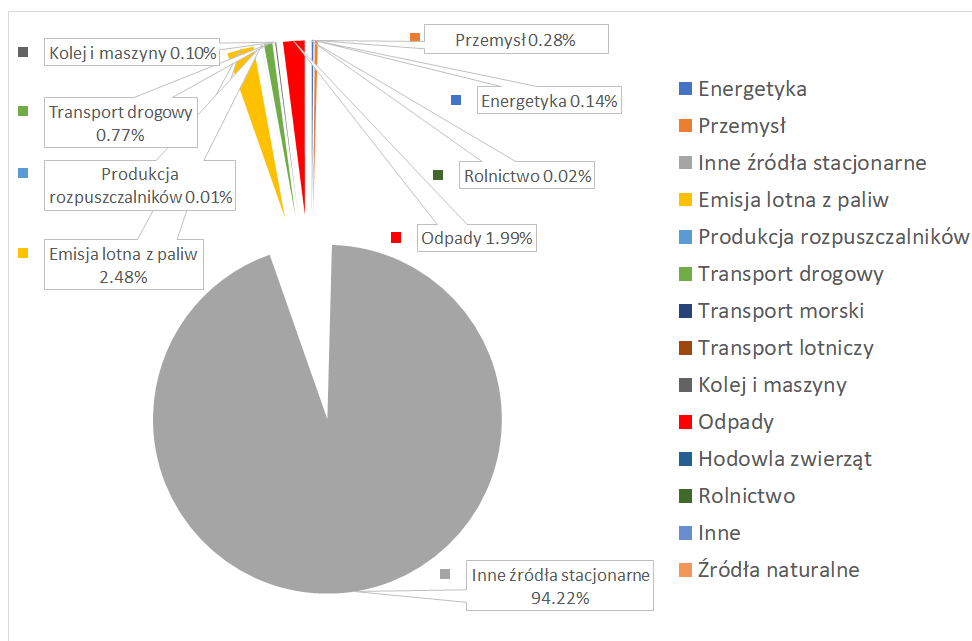
WWA w środowisku są powszechne i zawsze występują w postaci mieszaniny. Liczne badania potwierdzają, że obecność jednego związku z grupy WWA w próbie środowiskowej jest jednoznaczna z obecnością innych związków z tej grupy. Głównym źródłem WWA jest proces spalania paliw kopalnianych: węgla i ropy naftowej.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

W przypadku Polski głównym źródłem emisji czterech wspomnianych WWA, tj. B(a)A, B(b)F, B(k)F oraz I(1,2,3-cd)P są przede wszystkim źródła komunalno-bytowe (ponad 94%). Kolejnymi źródłami emitującymi WWA już na znacznie niższym poziomie są: emisja lotna z paliw (blisko 2,5%), spalanie odpadów (blisko 2%), transport drogowy (0,8%) oraz przemysł (niecałe 0,3%) i energetyka zawodowa (ponad 0,1%) – Tab. 3-1, Rys. 3-1.

Tab. 3-1. Emisja WWA w Polsce w 2019 r.

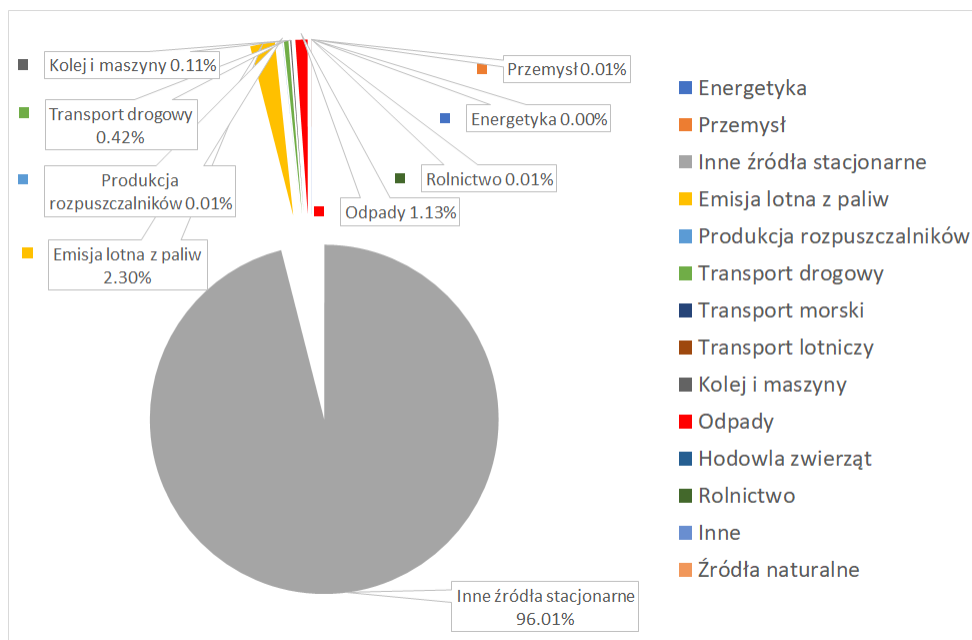
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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

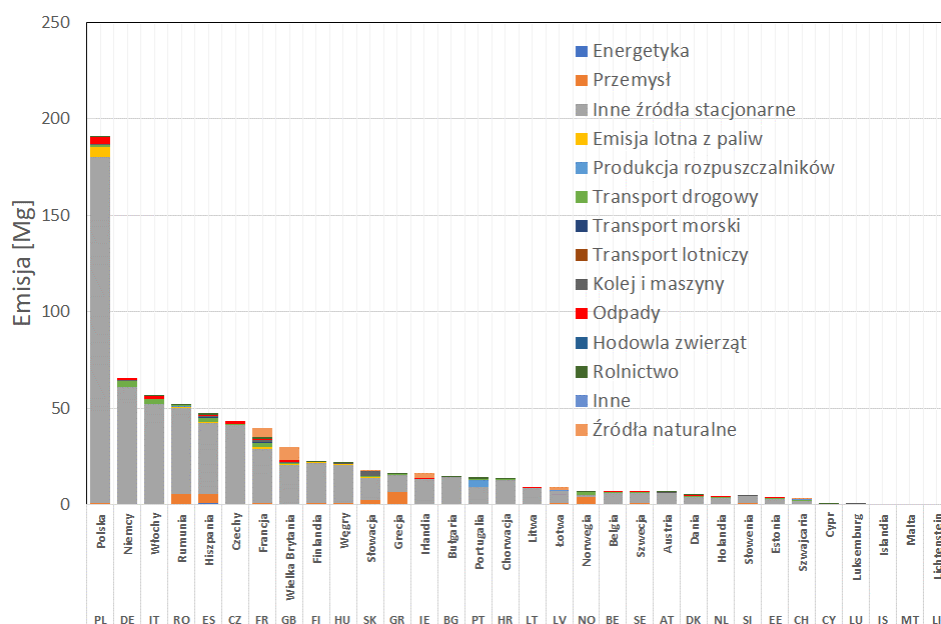


Rys. 3-1. Udział największych sektorów w emisji WWA w Polsce w roku 2019
 Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Bardzo zbliżony jest obraz udziału poszczególnych kategorii źródeł emisji w przypadku B(a)P - z dominującym udziałem źródeł komunalno-bytowych (ponad 96%) oraz kolejno emisją lotną z paliw (2,3%), spalaniem odpadów (nieznacznie ponad 1%) i transportem drogowym (0,4%) – Rys. 3-2.

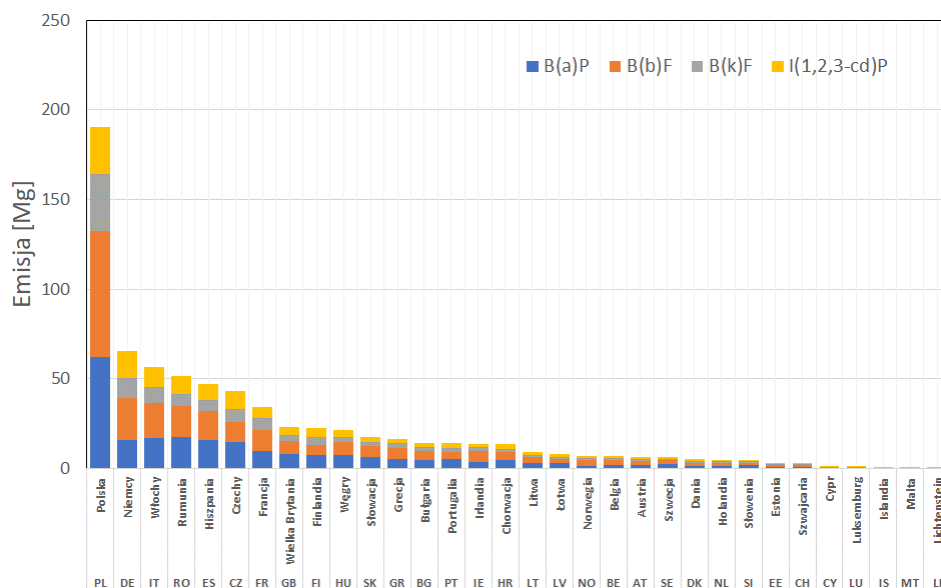


Rys. 3-2. Udział największych sektorów w emisji B(a)P w Polsce w roku 2019
 Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 3-3. Sektorowa emisja sumy WWA w krajach Europy w 2019 roku
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

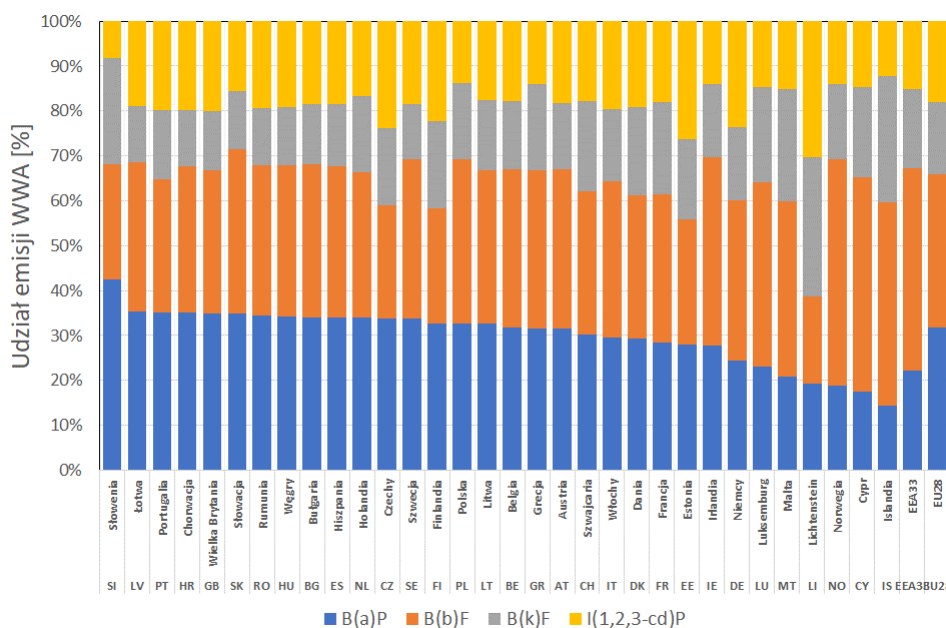
W Europie w 2019 roku wyemitowano do atmosfery ponad 700 Gg czterech wymienionych wyżej WWA. Udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej WWA wynosił 26,8% i jest największy, głównie za sprawą emisji B(a)P i B(b)F. W przypadku większości krajów o wielkości emisji decyduje przede wszystkim emisja B(b)F (Rys. 3-3).



Rys. 3-4. Emisja WWA w krajach Europy w 2019 roku
Źródło danych: LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Należy podkreślić, że jedna czwarta krajów w Europie, tj. Polska, Niemcy, Włochy, Rumunia, Hiszpania, Czechy, Francja i Wielka Brytania, odpowiada za ponad 72% emisji WWA w Europie (ponad 0,5 mln ton). Udział emisji z Polski w emisji całkowitej Europy w roku 2019 wynosił blisko 27% (ponad 190 tys. ton). Udział pozostałych spośród wymienionych krajów nie przekraczał 10% (Rys 3-5).

W całkowitej emisji czterech analizowanych WWA, pochodzącej z 33 krajów Europy, zdecydowanie dominuje emisja B(b)F (ponad 45% emisji całkowitej), następnie B(a)P (22%) oraz kolejno B(k)F (18%) i I(1,2,3-cd)P (15%).



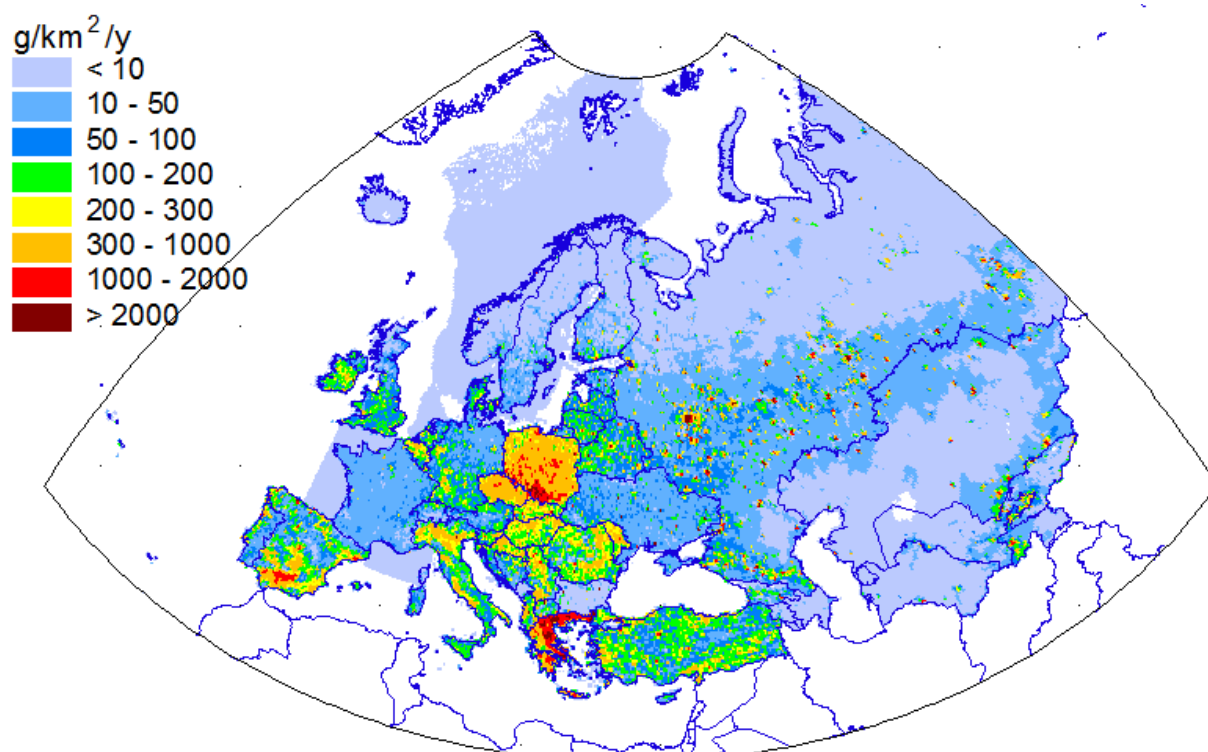
Rys. 3-5. Udział emisji poszczególnych WWA w krajach Europejskich oraz łącznie w EEA-33 i UE-28 w roku 2019

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

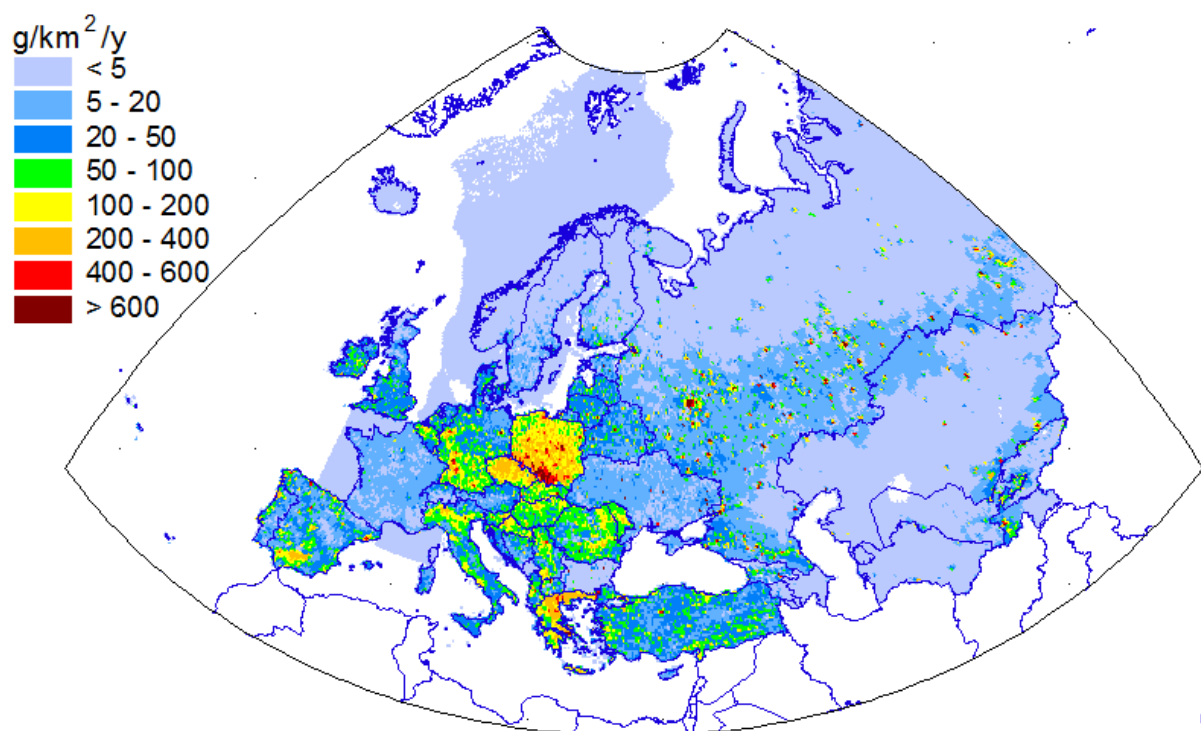
W przypadku 12 krajów Europy obserwuje się wyższy udział emisji B(a)P niż B(b)F, największy (ponad 35%) dotyczy Słowenii, Łotwy, Portugalii, Chorwacji i Wielkiej Brytanii. Polska jest jednym z 20 krajów, gdzie udział B(b)F w łącznej emisji WWA jest wyższy i wynosi 37%, przy udziale B(a)P na poziomie niecałych 33%, co odpowiada udziałom poszczególnych WWA obserwowanym łącznie w krajach UE-28 (Rys. 3-5).

Wyższy udział B(b)F niż w Polsce w łącznej krajowej emisji WWA obserwuje się jedynie dla Norwegii (największy wśród krajów Europy - 50%), Cypru, Islandii (ponad 45%) oraz Irlandii, Luksemburga (blisko 41%) i Malty (39%). W Polsce udział B(b)F w łącznej emisji krajowej kształtuje się na podobnym poziomie jak oszacowany dla Słowacji, Niemiec, Austrii czy Szwecji. Jedynie w Lichtensteinie proporcje emisji B(b)F i B(a)P do emisji całkowitej są odmienne od innych krajów i dominuje tam emisja I(1,2,3-cd)P oraz B(k)F - udział tych WWA w emisji krajowej wynosi ponad 60%, przy średniej europejskiej na poziomie 34%.

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

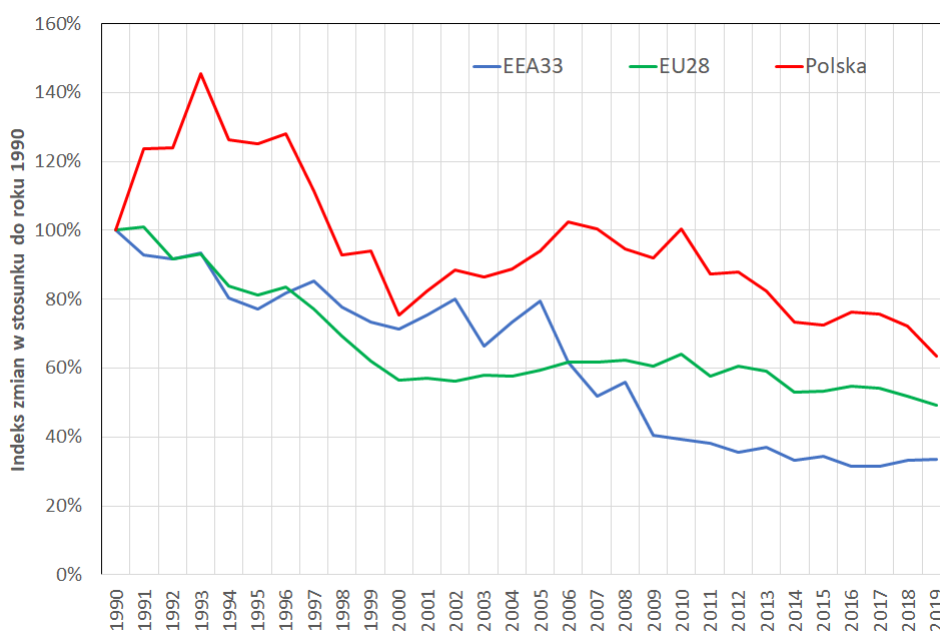


Rys. 3-6. Rozkład emisji Sumy WWA (WWA: B(a)P, B(b)F, B(k)F, I(123-cd)P) w Europie w roku 2019
 Źródło danych: MSC-E EMEP, LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



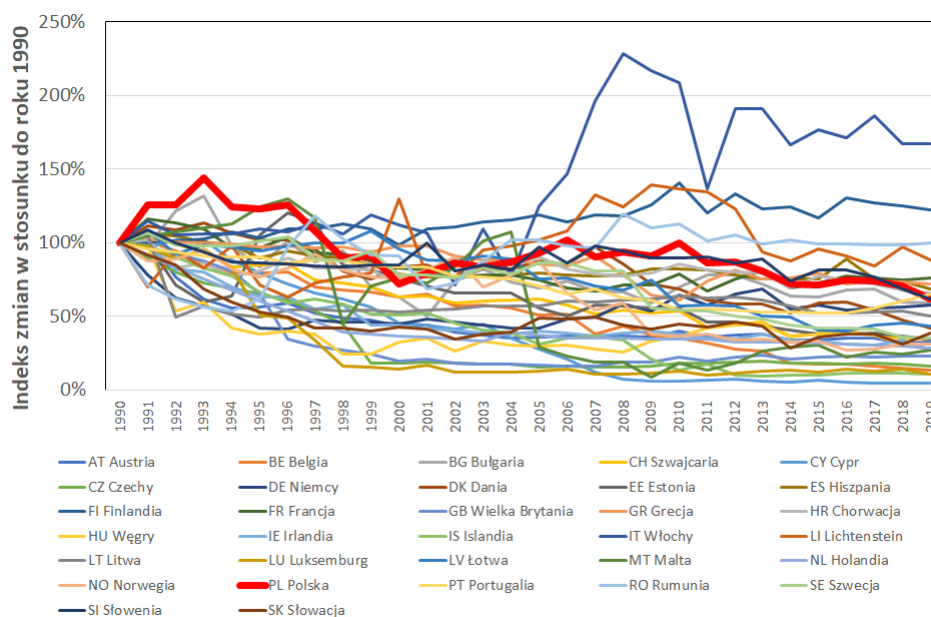
Rys. 3-7. Rozkład emisji B(a)P w Europie w roku 2019
 Źródło danych: MSC-E EMEP, LRTAP, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Analiza zmian emisji WWA w okresie 1990-2019 w krajach Europy wskazuje na trendy malejące. Szczególnie zauważalne spadki dotyczą sumy łącznej emisji WWA obliczonej dla 33 krajów zrzeszonych z Europejską Agencją Środowiska. Zauważalne jest wyhamowanie trendu spadkowego w krajach UE-28 od roku 2000. W przypadku Polski trudno mówić o wyraźnym trendzie spadkowym, głównie z powodu wzrostu emisji sumy WWA w okresie 1991-1998 w stosunku do roku 1990; następnie odnotowano znaczny spadek do roku 2000 i kolejne wzrosty do roku 2010. Od tego roku zauważalna jest utrzymująca się tendencja spadkowa (Rys. 3-8).



Rys. 3-8. Trend zmian emisji sumy WWA w Polsce, UE-33 i UE-28 w poszczególnych latach w stosunku do roku 1990

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



Rys. 3-9. Trend zmian emisji B(a)P w krajach Europy w poszczególnych latach w stosunku do roku 1990

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

Tempo redukcji emisji kluczowego WWA jakim jest B(a)P w Polsce na tle innych krajów europejskich wskazuje na relatywnie niewielkie zmiany w okresie 1990-2017. Dla kilku krajów europejskich obserwuje się trend rosnący emisji WWA w stosunku do roku bazowego (1990). Dotyczy to m.in. Finlandii, Włoch, Lichtensteinu oraz Rumunii. Zmiany emisji B(a)P w ostatniej dekadzie i okresie prowadzenia pomiarów stężeń B(a)P, tj. w latach 2010-2019 wskazują na wyraźną tendencję spadkową w Polsce wynoszącą 40% w stosunku do roku 2010. Jest to obok Belgii największa redukcja wśród krajów europejskich (Rys. 3-9).

Zarówno w prawie krajowym, jak i unijnym nie ma dokumentów określających limity emisji WWA ani w skali kraju, ani z poszczególnych procesów produkcyjnych. *Dyrektywa 2001/81/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001 r. w sprawie krajowych poziomów emisji dla niektórych rodzajów zanieczyszczenia powietrza*⁷ nie zawiera krajowych limitów emisji WWA. Zapisy *dyrektywy 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)*⁸ również nie dotyczą emisji WWA. *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*⁹ nie obejmuje w swych uregulowaniach emisji WWA.

Dokumentem Unii Europejskiej poruszającym kwestie emisji WWA jest *dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/2284 z dnia 14 grudnia 2016 r. w sprawie redukcji krajowych emisji niektórych rodzajów zanieczyszczeń atmosferycznych, zmiany dyrektywy 2003/35/WE oraz uchylenia dyrektywy 2001/81/WE*¹⁰, 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 państwa członkowskie do uwzględnienia WWA w krajowym corocznym bilansie i prognozach emisji oraz nakazuje raportowanie tych danych co cztery lata w układzie przestrzennym, w przypadku dużych źródeł punktowych - co dwa lata.

W pozwoleniach zintegrowanych i w pozwoleniach na wprowadzanie gazów lub pyłów do powietrza określa się emisję dopuszczalną B(a)P w takiej ilości, by emisja ta nie powodowała w otoczeniu instalacji przekroczeń wartości odniesienia określonych w *rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu*¹¹ (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.

⁷ Dz. Urz. UE L 309 z 27.11.2001

⁸ Dz. Urz. UE L 334 z 17.12.2010

⁹ Dz.U. z 2020 poz. 1860

¹⁰ Dz. Urz. UE L 344 z 17.12.2016

¹¹ Dz. U. z 2010, Nr 16, poz. 87

4. Podstawy prawne monitoringu WWA w Polsce

Zakres realizowanych w Polsce zadań związanych z badaniem i oceną stanu zanieczyszczenia powietrza, w tym zanieczyszczenia wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, realizowane są zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. – *Prawo ochrony środowiska (ustawa Poś)*¹². Transponuje ona wymagania *dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy*¹³ 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 powietrzu*¹⁴, 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 powietrza*¹⁵.

Zadania, które obejmują pomiary i ocenę zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi, określone w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska (na rok 2020), dotyczącym monitoringu jakości powietrza¹⁶, koordynowanym przez Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, to:

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

Obowiązek wykonywania pomiarów i oceny jakości powietrza w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska wynika z art. 89-94 ustawy Poś i stanowi wypełnienie wymagań dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE, dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE oraz dyrektywy Komisji (UE) 2015/1480 ustanawiających przepisy dotyczące metod referencyjnych, zatwierdzania danych i lokalizacji punktów pomiarowych do oceny jakości powietrza.

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 odniesieniu do standardów jakości powietrza i innych kryteriów oceny jakości powietrza, identyfikacja obszarów wymagających poprawy jakości powietrza – tzw. obszarów przekroczeń, a następnie monitorowanie efektywności

¹² Dz. U. z 2020 r. poz. 1219, z późn. zm.

¹³ Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str.1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4

¹⁴ 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

¹⁵ Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015, str. 4 oraz Dz. Urz. UE L 72 z 14.03.2019, str. 141

¹⁶ Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2020. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2020

działań podejmowanych w ramach planów i programów ochrony powietrza na jakość powietrza w obszarach przekroczeń. Benzo(a)piren jest jedynym przedstawicielem grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, dla których określono poziom docelowy ze względu na ochronę zdrowia, który nie powinien być przekraczany na całym terytorium kraju. Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu¹⁷ 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 norm jakości powietrza 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) 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. Celem zadania jest 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.

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 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 2020 r. (i w latach wcześniejszych) posłużyły do sporządzenia niniejszego opracowania dotyczącego oceny zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi w Polsce, zgodnie z zapisami zawartymi w Wykonawczym Programie Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021¹⁸.

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

- wspomaganie systemu ocen jakości powietrza metodami modelowania matematycznego,
- weryfikacja informacji o źródłach i ładunkach substancji odprowadzanych do powietrza znajdujących się w Centralnej Bazie Emisyjnej prowadzonej przez Krajowy Ośrodek

¹⁷ Dz. U. z 2021, poz. 845

¹⁸ Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2020

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 2020 r. sieć monitoringu jakości powietrza, zawierająca m.in. stanowiska pomiarów stężenia benzo(a)pirenu prowadzące pomiary na potrzeby oceny jakości powietrza, funkcjonuje na podstawie wyników oceny pięcioletniej (obejmującej lata 2014-2018) wykonanej w 2019 r., zgodnie z art. 88 ust. ustawy Poś¹⁹.

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

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

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

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

¹⁹ 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”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Skotak K., Warszawa, 2019

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 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.

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

W roku 2020 prowadzone były 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 powietrzu²⁰:

- pobór próbek pyłu zawieszonego PM₁₀: norma PN-EN 12341:2014-07 „Powietrze atmosferyczne – Standardowa grawimetryczna metoda określania stężeń masowych frakcji PM₁₀ lub PM_{2,5} pyłu zawieszonego”
- oznaczanie: norma PN-EN 15549:2011 „Jakość powietrza - Standardowa metoda oznaczania benzo(a)pirenu w powietrzu atmosferycznym”.

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

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

W 2020 r. w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska na 157 stanowiskach pomiarowych mierzone były stężenia benzo(a)pirenu. Były to w większości (81%) stanowiska tła miejskiego – 127. Na obszarach miejskich funkcjonowało również 5 stanowisk przemysłowych i 2 komunikacyjne. Pomiary benzo(a)pirenu prowadzono również na 16 stanowiskach tła na obszarach podmiejskich i 7 stanowiskach tła na obszarach pozamiejskich (stanowiły one odpowiednio 10% i 4% stanowisk pomiarowych B(a)P). W poszczególnych

²⁰ Dz. U. z 2020 r. poz. 2279

województwach znajduje się po kilka-kilkanaście stanowisk pomiarów B(a)P – najwięcej w województwach małopolskim (21), łódzkim (19) i dolnośląskim (16), a najmniej w pomorskim (4) oraz opolskim i podlaskim (po 3).

Stężenia 7 WWA w 2020 r. mierzone były na 19 stanowiskach w kraju - 15 z nich to stanowiska tła miejskiego, 1 tła podmiejskiego, a 3 to stanowiska tła pozamiejskiego. W większości województw jest tylko jedno stanowisko pomiarowe tła miejskiego, w jednym tylko po jednym stanowisku tła podmiejskiego i pozamiejskiego, a w dwóch – oprócz stanowiska tła miejskiego - funkcjonuje także stanowisko tła pozamiejskiego. Liczba i rozmieszczenie stanowisk pomiarowych stężeń WWA we wszystkich 16 województwach spełnia wymagania podane w rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu. Jedynie na terenie województwa kujawsko-pomorskiego stacja pomiarowa zlokalizowana jest na obszarze podmiejskim, a nie obszarze tła miejskiego.

Rozmieszczenie wszystkich stanowisk, na których wykonywano pomiary WWA 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 (sumy WWA i benzo(a)pirenu) w 2020 r. z uwzględnieniem typu stacji i obszaru

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

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

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

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

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

Województwo	Typ stacji	Typ obszaru	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P
dolnośląskie	tło	miejski	15	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1	1	1	1	1	1	1
kujawsko-pomorskie	tło	miejski	4						
	tło	podmiejski	4	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	2	1	1	1	1	1	1
lubelskie	tło	miejski	4	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	3						
lubuskie	tło	miejski	7	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1						
łódzkie	tło	miejski	17	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	1						
	tło	pozamiejski	1						
małopolskie	tło	miejski	18	1	1	1	1	1	1
	komunikacyjna	miejski	1						
	przemysłowa	miejski	2						
mazowieckie	tło	miejski	7	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
	tło	podmiejski	4						
opolskie	tło	miejski	3	1	1	1	1	1	1
podkarpackie	tło	miejski	10	1	1	1	1	1	1
	przemysłowa	miejski	1						
	tło	podmiejski	2						
	tło	pozamiejski	1						
podlaskie	tło	miejski	3	1	1	1	1	1	1
pomorskie	tło	miejski	4	1	1	1	1	1	1
śląskie	tło	miejski	10	1	1	1	1	1	1
świętokrzyskie	tło	miejski	5	1	1	1	1	1	1
	tło	podmiejski	2						
warmińsko-mazurskie	tło	miejski	6	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	1	1	1	1	1	1	1
wielkopolskie	tło	miejski	8	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	127	15	15	15	15	15	15
	komunikacyjna	miejski	2						
	przemysłowa	miejski	5						
	tło	podmiejski	16	1	1	1	1	1	1
	tło	pozamiejski	7	3	3	3	3	3	3
	łącznie		157	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 pomiarów w Europie, uzyskane w 2020 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 2020 r. odniesiono do wartości z wcześniejszej dekady (tam, gdzie było to możliwe) i do roku poprzedniego, a wyniki ze stacji europejskich pokazano na tle danych z 2019 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 trzech wariantach:

- uwzględniając wszystkie stacje w kraju,
- pomijając stacje tła pozamiejskiego, czyli uwzględniając stacje tła miejskiego i podmiejskiego
- uwzględniając tylko stacje tła miejskiego (Tab. 6.1-1).

Najniższe wartości – zarówno dla sumy stężeń WWA jak i dla poszczególnych związków i pyłu zawieszonego PM₁₀ – uzyskano wówczas, gdy w obliczeniach uwzględniono wszystkie stacje, zarówno miejskie, jak i pozamiejskie. Średnie stężenie pyłu zawieszonego PM₁₀ było w tym przypadku o 6-7% mniejsze niż w dwóch pozostałych wariantach, w których nie uwzględniano stacji tła pozamiejskiego i podmiejskiego. Różnice sumy stężeń WWA wyniosły po 11%, a poszczególnych związków po kilkanaście procent od 9% dla B(b)F pomiędzy danymi ze wszystkich stacji a danymi bez stacji pozamiejskich do 20% dla D(a,h)A pomiędzy danymi ze wszystkich stacji i danymi ze stacji miejskich.

Ocena wyników stężeń ze stanowisk reprezentujących różne typy obszaru pokazuje, że dla wszystkich analizowanych związków (poza B(a)P) największe wartości stężenia odnotowano na stanowiskach tła miejskiego (wartość średnia z 15 stanowisk), mniejsze na stanowisku podmiejskim, a najmniejsze na stanowiskach tła miejskiego (uśrednione dla 3 stanowisk) (Rys. 6.1-1). Różnice względne pomiędzy wynikami dla stanowiska z obszaru podmiejskiego i średniej ze stanowisk miejskich wyniosły od 2% dla benzo(a)pirenu przez -4% do -8% dla I(1,2,3-cd)P, B(k)F, B(a)A, B(b)F po -23% dla B(j) i -77% dla D(a,h)A. Różnica sumy stężeń WWA wyniosła 11%. Różnice względne zarówno sumy stężeń WWA, jak i poszczególnych związków na stanowiskach pozamiejskich i miejskich wynosiły po kilkadziesiąt procent: od 55% w przypadku B(b)F po 82% w przypadku D(a,h)A, przy różnicy stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ na poziomie 37%. Wydaje się, że stężenia D(a,h)A są bardziej zbliżone na obszarach podmiejskich i pozamiejskich, a pozostałych związków na obszarach miejskich i podmiejskich. Należy jednak pamiętać o różnej liczbie porównywanych stanowisk (Tab. 6.1-2).

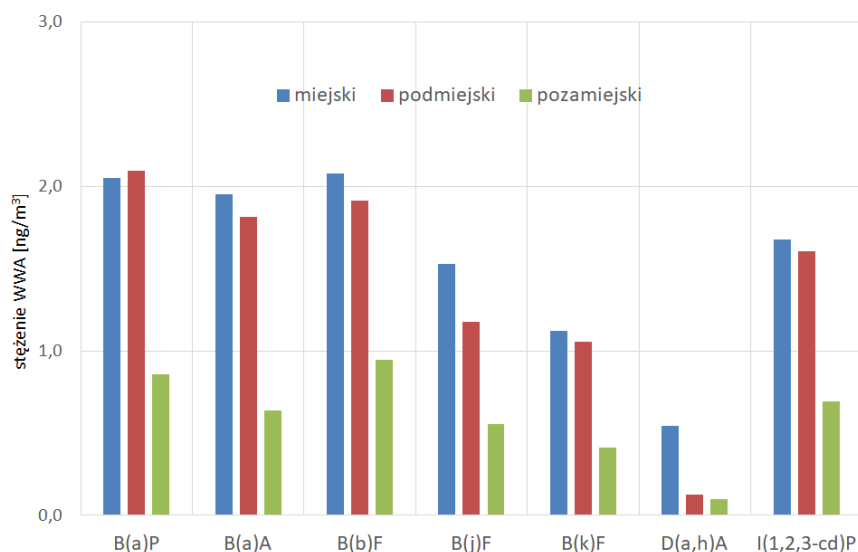
Tab. 6.1-1. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i ich sumy w pyłe zawieszonym PM₁₀ oraz stężenia pyłu PM₁₀ w 2020 r.

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

Województwo	Miejscowość	Kod stacji	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P	suma WWA	PM ₁₀
			[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[μg/m ³]
dolnośląskie	Wrocław	DsWrocWybCon	2,59	1,58	2,74	1,77	1,33	0,34	1,74	12,09	23,04
dolnośląskie	Osieczów	DsOsieczow2*	1,41	0,95	1,47	0,87	0,62	0,19	1,02	6,52	15,87
kujawsko-pomorskie	Ciechocinek	KpCiechTezni**	2,09	1,81	1,91	1,18	1,06	0,12	1,60	9,78	20,11
kujawsko-pomorskie	Zielonka	KpZielBoryTu*	0,66	0,55	0,69	0,46	0,35	0,04	0,54	3,28	14,67
lubelskie	Lublin	LbLubSliwins	2,00	1,83	1,56	0,68	1,01	0,24	1,23	8,56	20,98
lubuskie	Zielona Góra	LuZielKrotka	2,27	2,08	2,23	1,17	1,32	0,50	1,83	11,39	17,83
łódzkie	Łódź	LdLodzLegion	2,32	1,63	1,93	1,75	1,12	0,60	2,25	11,61	31,43
małopolskie	Kraków	MpKrakBujaka	3,73	3,92	2,18	1,92	1,46	0,30	2,85	16,36	30,70
mazowieckie	Warszawa	MzWarAKrzywo	0,83	1,09	1,25	1,80	0,69	0,11	0,77	6,54	22,37
opolskie	Opole	OpOpoleOsAKr	2,66	2,65	2,34	2,88	1,26	0,01	2,03	13,82	24,56
podkarpackie	Rzeszów	PkRzeszRejta	1,32	2,03	1,78	1,09	0,88	0,19	1,19	8,47	22,77
podlaskie	Białystok	PdBialWaszyn	1,63	1,43	2,09	0,65	0,95	0,14	1,48	8,38	19,83
pomorskie	Gdańsk	PmGdaLecz08m	0,77	0,78	1,32	0,62	0,58	0,18	1,35	5,59	19,35
śląskie	Katowice	SlKatoKossut	3,49	3,57	3,92	3,24	2,07	0,54	2,96	19,78	28,74
świętokrzyskie	Kielce	SkKielTargow	4,43	4,39	4,93	2,91	2,39	1,70	3,14	23,88	27,96
warmińsko-mazurskie	Olsztyn	WmOlsPuszkin	0,77	0,71	0,73	0,57	0,52	0,03	0,70	4,03	18,05
warmińsko-mazurskie	Puszcza Borecka	WmPuszczaBor*	0,51	0,42	0,67	0,35	0,26	0,07	0,51	2,79	12,89
wielkopolskie	Piła	WpPilaKusoci	1,22	1,18	1,40	1,50	0,94	1,17	1,19	8,61	21,96
zachodniopomorskie	Szczecin	ZpSzczAndr01	0,75	0,44	0,76	0,39	0,33	2,11	0,43	5,21	17,59
Polska	średnia z 19 stacji		1,87	1,74	1,89	1,36	1,01	0,45	1,52	9,83	21,62
	średnia z 16 stacji, bez pozamiejskich		2,05	1,95	2,07	1,51	1,12	0,52	1,67	10,88	22,95
	średnia z 15 stacji miejskich		2,05	1,95	2,08	1,53	1,12	0,54	1,68	10,96	23,14

Kursywą zaznaczono stacje poza miastami: *stacja pozamiejska ** 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 2020 r. uśrednione dla poszczególnych typów obszaru

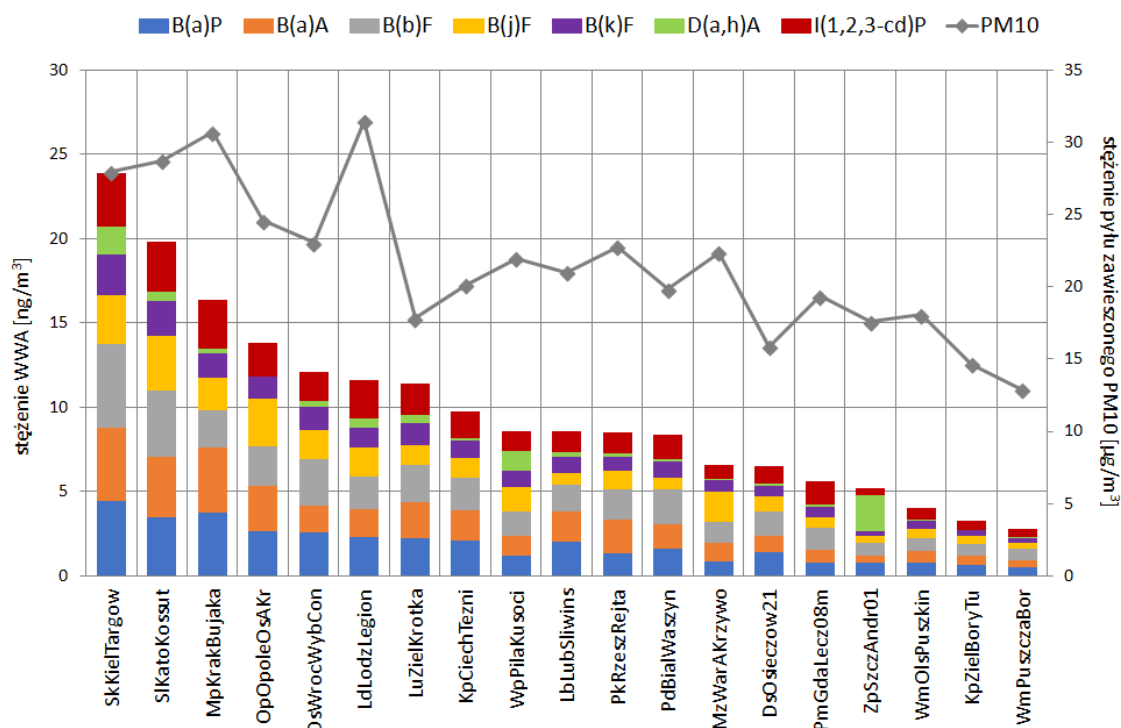
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 6.1-2. Średnie roczne stężenia poszczególnych WWA i ich sumy w pyłe zawieszonym PM10 oraz stężenia pyłu PM10 w 2020 r., uśrednione dla różnych typów obszaru

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	2,05	1,95	2,08	1,53	1,12	0,54	1,68	10,96	23,14
podmiejski	1	2,09	1,81	1,91	1,18	1,06	0,12	1,60	9,78	20,11
pozamiejski	3	0,86	0,64	0,94	0,56	0,41	0,10	0,69	4,20	14,47
różnice względne obszar podmiejski/miejski										
		2%	-7%	-8%	-23%	-6%	-77%	-4%	-11%	-13%
różnice względne obszar pozamiejski/miejski										
		-58%	-67%	-55%	-64%	-63%	-82%	-59%	-62%	-37%

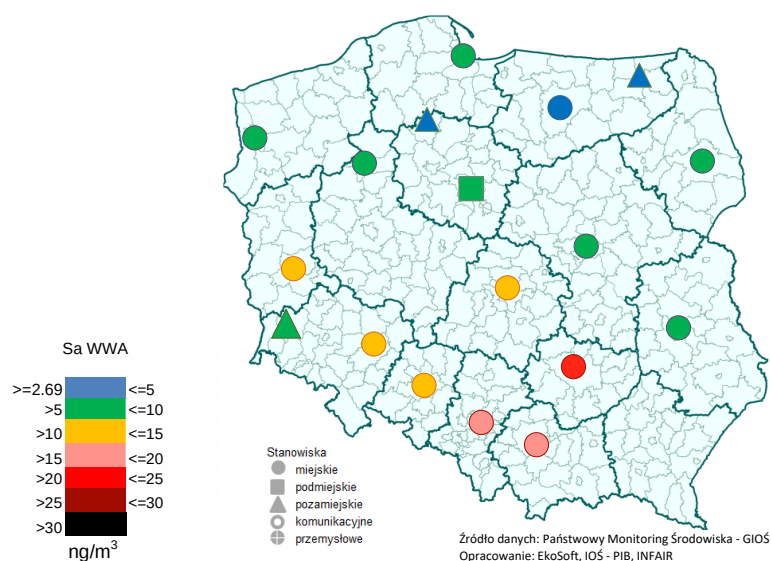
Stężenia poszczególnych WWA i ich suma wykazują duże zróżnicowanie w kraju (Rys. 6.1-2). Zmienność ta jest zbliżona do zmienności stężenia pyłu zawieszonego PM10, ale nie identyczna. Największe średnie roczne stężenia pyłu występują na stacjach w Łodzi (31,4 µg/m³), Krakowie (30,7 µg/m³), Katowicach (28,7 µg/m³) i Kielcach (28,0 µg/m³). Natomiast największą sumę średnich rocznych stężeń WWA, wynoszącą 23,9 ng/m³, zanotowano w 2020 r. na stacji w Kielcach, a kolejne w Katowicach (19,8 ng/m³), Krakowie (16,4 ng/m³) i Opolu (13,9 ng/m³). Niemal identyczne sumy stężeń WWA, znajdujące się w strefie wartości średnich w kraju – ok. 8,5 ng/m³, odnotowano na stacjach: w Pile, Lublinie, Rzeszowie i Białymstoku. Najmniejsze średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 są charakterystyczne dla stacji pozamiejskich: Osieczowa (15,9 µg/m³), Zielonki (14,7 µg/m³) i Puszczy Boreckiej (12,9 µg/m³). O ile na dwóch ostatnich również sumy stężeń WWA są najmniejsze – odpowiednio 3,3 ng/m³ w Zielonce i 2,8 ng/m³ w Puszczy Boreckiej, to mniejsze niż w Osieczowie (6,5 ng/m³) sumy zanotowano w trzech miastach: Gdańsku (5,6 ng/m³), Szczecinie (5,2 ng/m³) i Olsztynie (4,0 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 2020 r. na poszczególnych stacjach

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

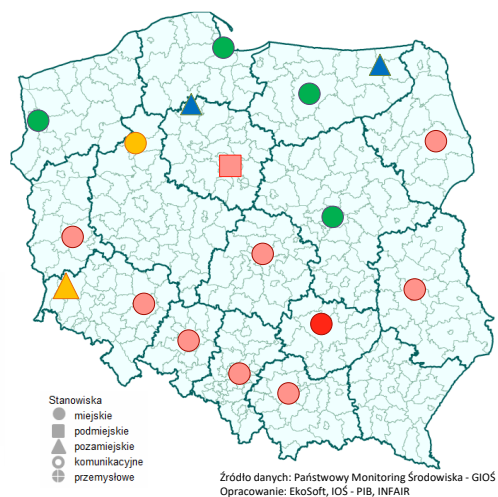
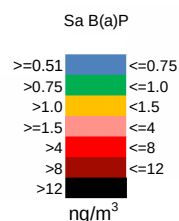
Analizując rozkład przestrzenny sumy stężeń WWA można zauważyć wyraźny gradient: najmniejsze wartości występują w miastach na północy Polski – w Olsztynie ($4,0 \text{ ng/m}^3$) i Gdańsku ($5,6 \text{ ng/m}^3$) i rosną one w miarę przesuwania się na południe, osiągając maksymalne wartości na stacjach w Kielcach ($23,9 \text{ ng/m}^3$), Katowicach ($19,8 \text{ ng/m}^3$) i Krakowie ($16,4 \text{ ng/m}^3$) (Rys. 6.1-3). 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.



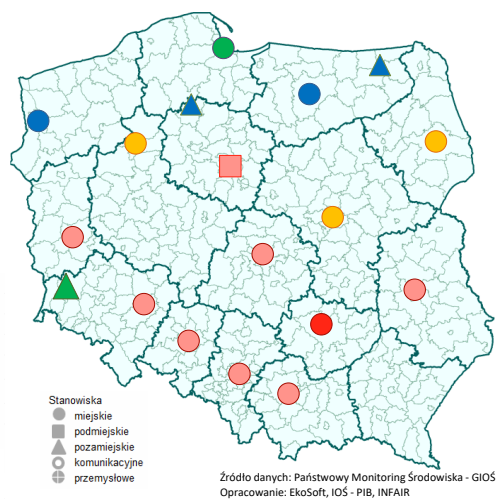
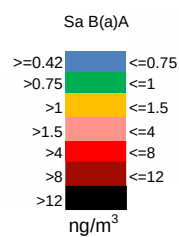
Rys. 6.1-3. Średnie roczne sumy stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.

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

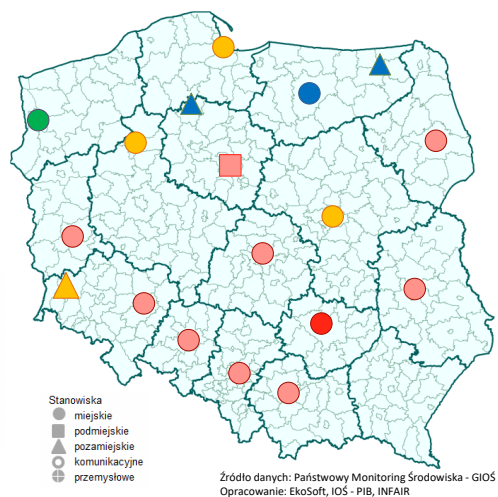
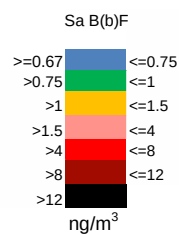
B(a)P



B(a)A

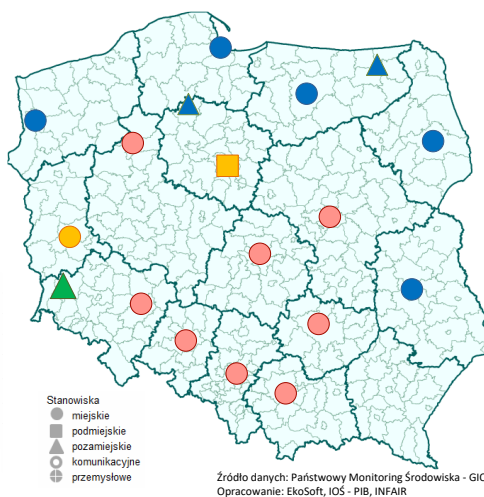
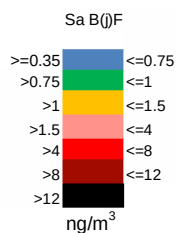


B(b)F

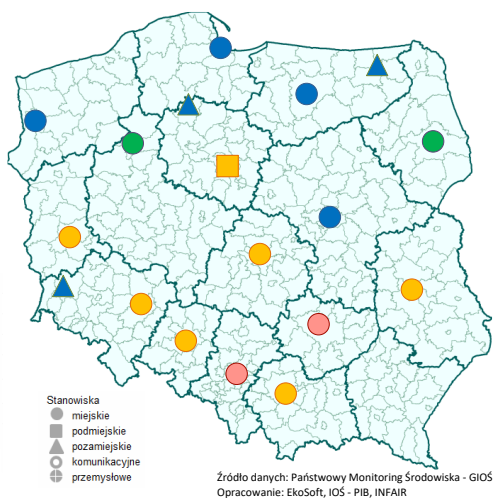
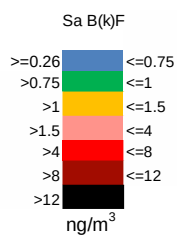


Rys. 6.1-4. Średnie roczne stężenia B(a)P, B(a)A i B(j)F w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2020 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

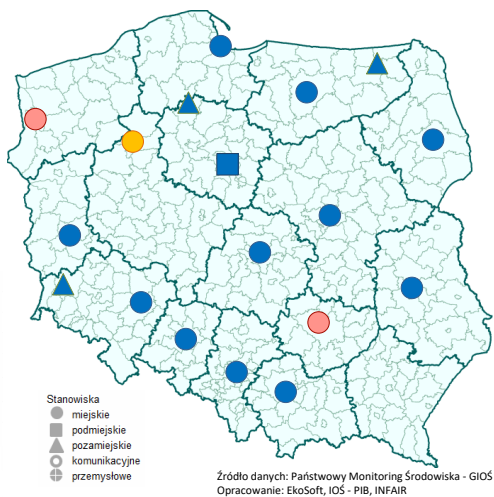
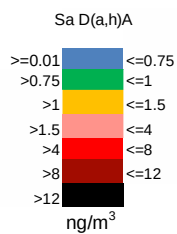
$B(j)F$



$B(k)F$

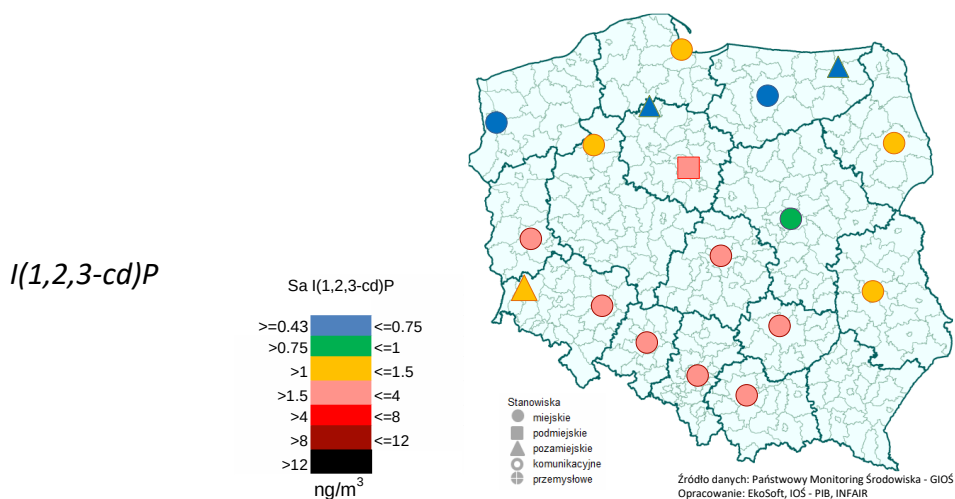


$D(a,h)A$



Rys. 6.1-5. Średnie roczne stężenia $B(j)F$, $B(k)F$ i $D(a,h)A$ w pyłe zawieszonym PM_{10} w 2020 r.

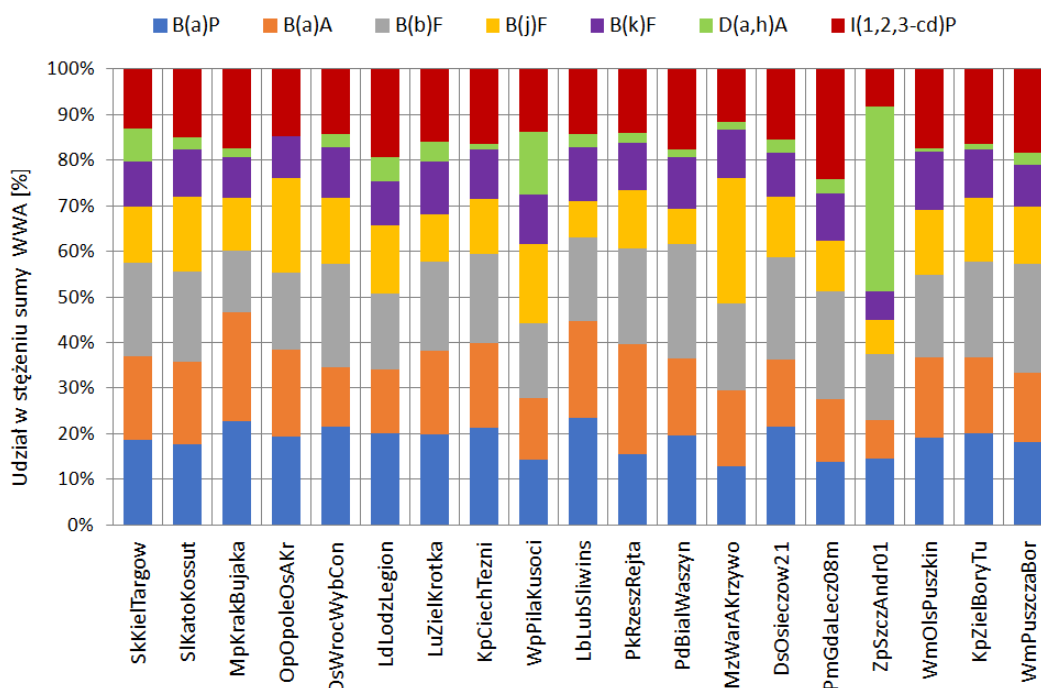
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR



Rys. 6.1-6. Średnie roczne stężenia $I(1,2,3\text{-cd})P$ w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 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 2020 r. na poszczególnych stacjach

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

W uśrednionych dla 19 stacji wynikach stężeń poszczególnych WWA na pierwszym i drugim miejscu, z bardzo bliskimi udziałami w sumie stężeń WWA (ok. 19%) znajdują się B(b)F i B(a)P,

na trzecim – B(a)A z udziałem ok. 18%, a na czwartym – I(1,2,3-cd)F z udziałem ok. 15%. Dwa ostatnie miejsca należą do B(k)F, którego udział nieco przekracza 10% i D(a,h)A z udziałem poniżej 5% (Tab. 6.1-3).

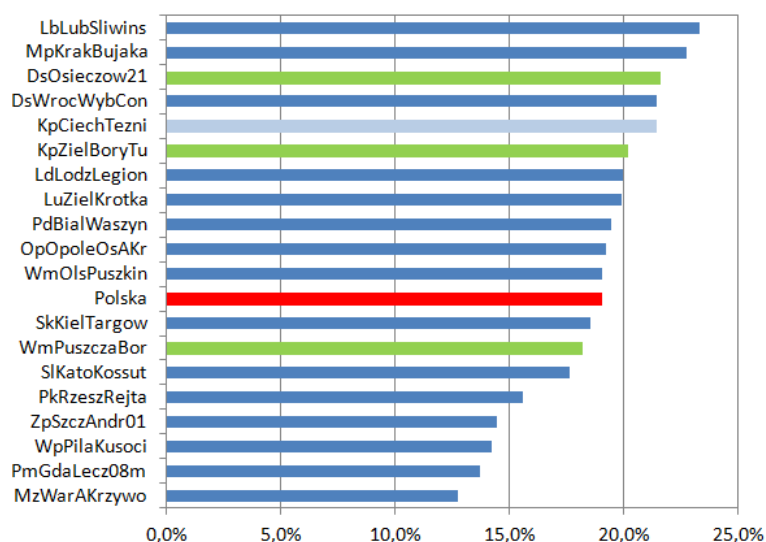
Na siedmiu spośród dziewiętnastu stacji: we Wrocławiu, Osieczowie, Zielonce, Białymstoku, Katowicach, Kielcach i Puszczy Boreckiej na pierwszym miejscu występuje B(b)F, na pięciu: w Ciechocinku, Lublinie, Zielonej Górze, Łodzi i Olsztynie pierwsze miejsce w sumie zajmuje B(a)P, na kolejnych trzech stacjach: w Warszawie, Opolu i Pile pierwszy jest B(j)F, a na dwóch: w Krakowie i Rzeszowie - B(a)A. Na dwóch stacjach na północy kraju dominują inne związki – w Gdańsku I(1,2,3-cd)F, a w Szczecinie D(a,h)A. Warto zauważyć, że na wszystkich stacjach – poza dwiema: w Pile i w 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 2020 r. (źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ)

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

DsWrocWybCon	B(b)F	B(a)P	B(j)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
DsOsieczow21	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
KpCiechTezni	B(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
KpZielBoryTu	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
LbLubSliwinski	B(a)P	B(a)A	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
LuZielKrotka	B(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	B(j)F	D(a,h)A
LdLodzLegion	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(j)F	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
MpKrakBujaka	B(a)A	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
MzWarAKrzywo	B(j)F	B(b)F	B(a)A	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
OpOpoleOsAKr	B(j)F	B(a)P	B(a)A	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
PkRzeszRejta	B(a)A	B(b)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
PdBialWaszyn	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
PmGdaLecz08m	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(a)A	B(a)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
SlKatoKossut	B(b)F	B(a)A	B(a)P	B(j)F	I(1,2,3-cd)P	B(k)F	D(a,h)A
SkKielTargow	B(b)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
WmOlsPuszkini	B(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
WmPuszczaBor	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(a)A	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A
WpPilaKusoci	B(j)F	B(b)F	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(a)A	D(a,h)A	B(k)F
ZpSzczAndr01	D(a,h)A	B(b)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F
Polska	B(b)F	B(a)P	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A

Tylko na dwóch z analizowanych stacji, B(a)P zajmuje dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Warszawie i Gdańsku, gdzie znajduje się na czwartym miejscu. Jego udział w sumie WWA na poszczególnych stanowiskach osiągnął w 2020 r. od 12,7% w Warszawie do 23,3% w Lublinie, a dla wyników średnich Polsce udział B(a)P wyniósł 19,0% (Rys. 6.1-8). Najbliżej tej wartości dla uśrednionych wyników stężeń na stacjach w Polsce są stacje w Olsztynie, Opolu, Kielcach i Białymstoku (udział stężenia B(a)P w sumie stężeń WWA wyniósł tam od 18,5% do 19,5%). Udział B(a)P na poziomie 20% i wyższym obserwuje się na siedmiu stacjach, przy czym w tej grupie są zarówno stacje miejskie (w Łodzi, Wrocławiu, Krakowie i Lublinie), jak i stacje pozamiejskie (w Zielonce i Osieczowie) oraz podmiejska (w Ciechocinku). Udział poniżej 15% odnotowano na czterech stacjach: w Warszawie, Gdańsku, Pile i Szczecinie.

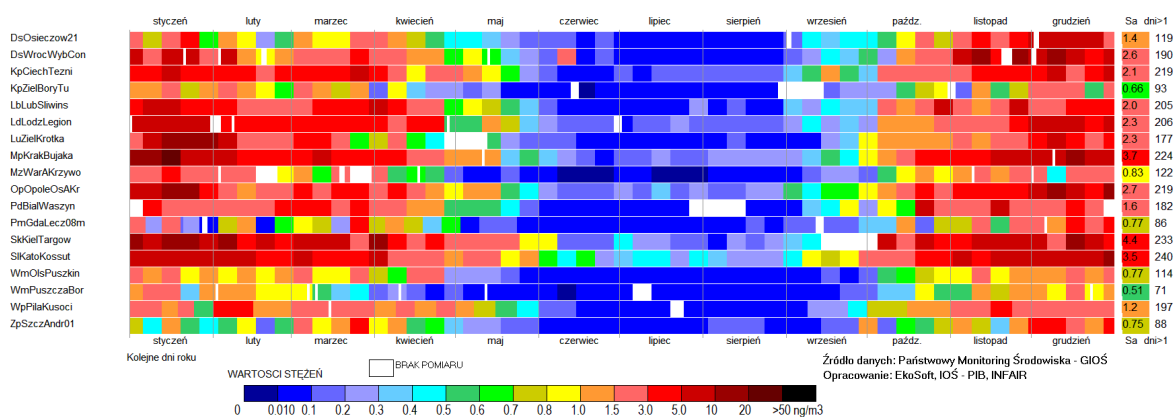


Rys. 6.1-8. Udział B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2020 r. na poszczególnych stacjach.
(zielonym kolorem zaznaczono stacje pozamiejskie, jasnoniebieskim – stację podmiejską)
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

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 poszczególnych związków oraz sumy stężeń siedmiu WWA w 2020 r. na analizowanych stacjach pomiarowych. Dla poszczególnych stanowisk każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną w legendzie na dole rysunku. Przy próbkach łączonych z tygodniowych taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarami. Miejsce puste, bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma danej.

W przebiegu dobowych wartości stężeń B(a)P zaznacza się wyraźna przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza (Rys. 6.1-9). W ciągu trzech letnich miesięcy niemal na wszystkich stacjach wartości są najmniejsze, nie przekraczają $0,3 \text{ ng/m}^3$. Ale w pozostałych miesiącach wartości ulegają zmianom i rosną w miarę obniżania temperatury powietrza, osiągając maksymalne wartości w najbardziej zimowych miesiącach – styczniu i grudniu. Na niektórych stacjach wartości maksymalne pojawiają się też w innych miesiącach (później wiosną a wcześniej jesienią) niż na innych np. w Kielcach (w marcu i październiku), we Wrocławiu, Krakowie (w lutym i listopadzie), w Zielonej Górze i Katowicach (w lutym).

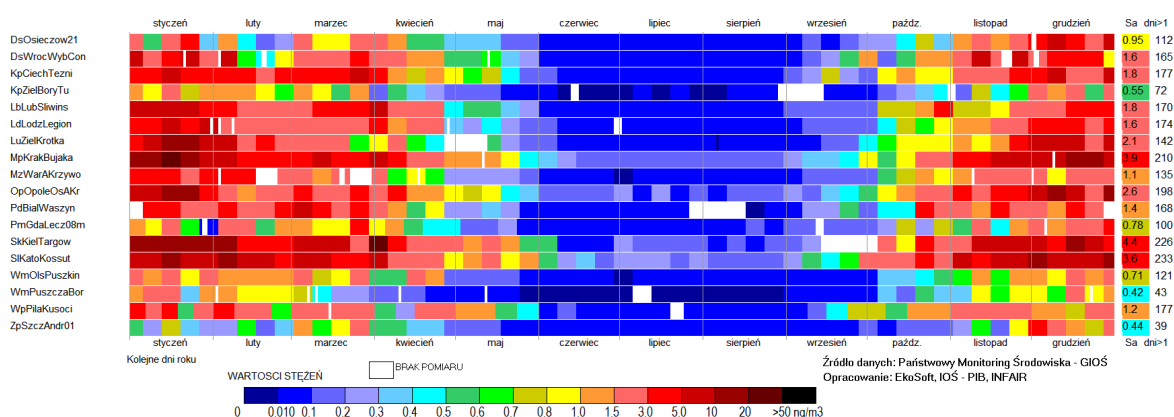
Największe różnice między stężeniami B(a)P w chłodnej połowie roku i w ciepłej połowie roku są widoczne na stacji w Zielonej Górze (15 razy) oraz na stacjach pozamiejskich (od 8 do ponad 13 razy). Na większości stacji miejskich stężenie w sezonie chłodnym jest od 5 do 8 razy większe niż w sezonie ciepłym, a dla średnich wartości w kraju – 6 razy większe.



Rys. 6.1-9. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)P na poszczególnych stacjach w 2020 r. (źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ)

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

Bardzo zbliżoną zmienność sezonową i podobne przedziały stężeń widać w przebiegu stężeń B(a)A (Rys. 6.1-10). Wysokie stężenia utrzymują się przez większą liczbę dni w tych samych lokalizacjach. Jest to prawidłowość obserwowana dla wszystkich opisywanych WWA. Średnie w kraju stężenie B(a)A w sezonie chłodnym jest 7-krotnie większe niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach ten wzrost wynosił od 5 razy na stacjach w Pile i Kielcach do 20 razy w Puszczy Boreckiej.



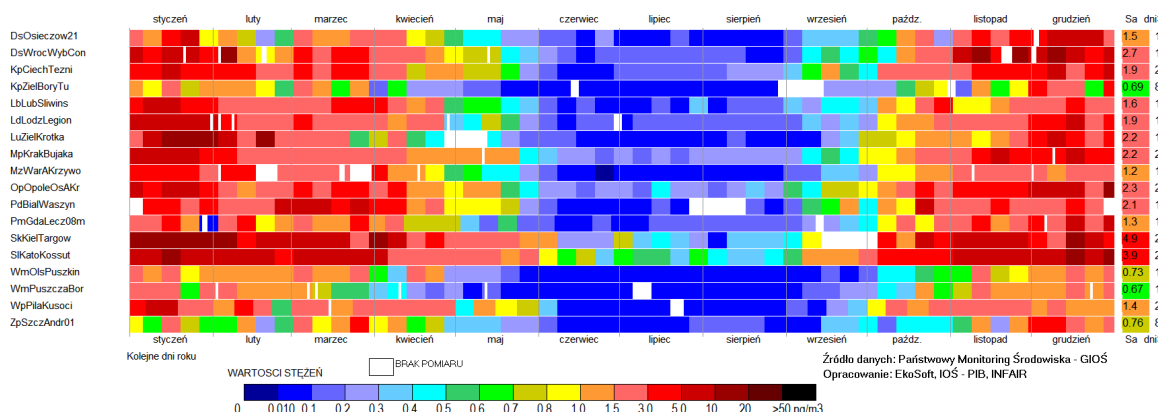
Rys. 6.1-10. Przebieg stężeń 24-godz. B(a)A na poszczególnych stacjach w 2020 r.

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

W przypadku B(b)F (Rys. 6.1-11) w miesiącach letnich (czerwiec, lipiec i sierpień) obserwuje się na większości stacji stężenia poniżej 0,3 ng/m³. Jedynie na stacjach o największych stężeniach – w Katowicach, Kielcach zdarzają się latem wyniki z przedziałów 0,3-0,5 ng/m³ i 0,5-0,8 ng/m³. Największe wartości obserwuje się w styczniu i grudniu, przy dużym zróżnicowaniu wartości w zależności od lokalizacji stacji. Na stacji w Kielcach maksymalne wartości (powyżej 7 ng/m³) występują także w niektórych tygodniach w lutym, marcu i kwietniu, a po ciepłym sezonie, z niższymi stężeniami, pojawiają się już w październiku. W grudniu stężenia z tego najwyższego przedziału notowane są także na stacjach we Wrocławiu, Osieczowie, Krakowie, Opolu, Kielcach, Katowicach (cały grudzień) i Ciechocinku (ostatnie dni grudnia).

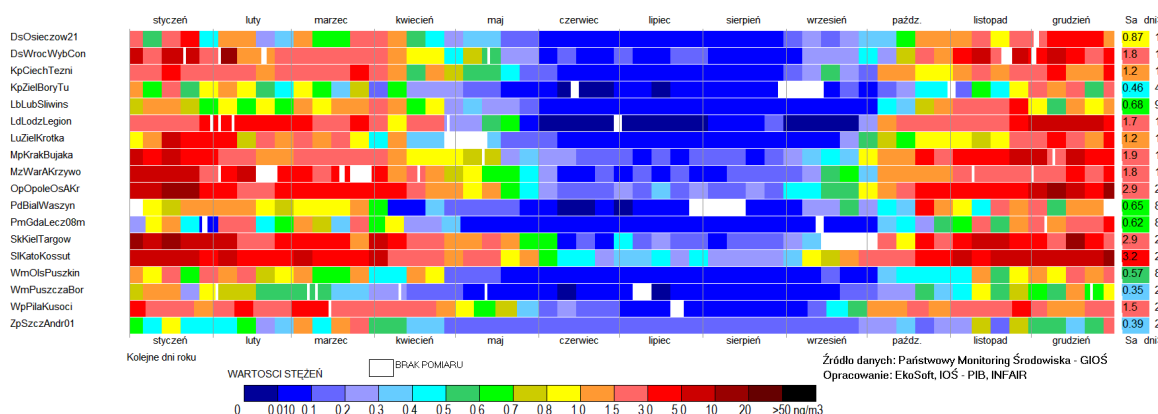
Dla uśrednionych w skali kraju wyników ze wszystkich stacji stężenie w sezonie chłodnym jest blisko 6-krotnie większe niż w sezonie ciepłym. Największe różnice – podobnie, jak dla innych WWA – obserwuje się na stacji w Zielonej Górze (16-krotna) oraz na stacjach tła

pozamiejskiego (różnice rzędu 9-11 razy). Na pozostałych stacjach średnie stężenia z sezonu chłodnego są od 5 do 7 razy większe niż średnie z sezonu ciepłego.



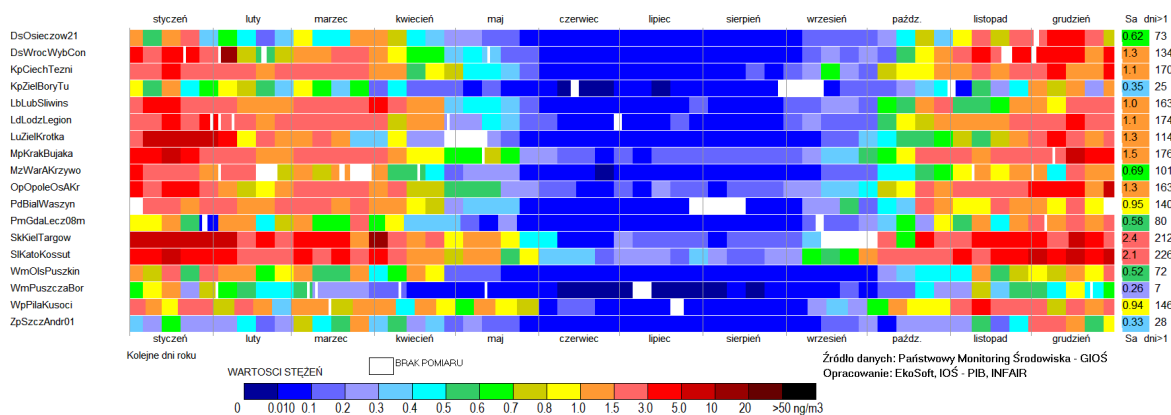
Rys. 6.1-11. Przebieg stężeń 24-godz. B(b)F na poszczególnych stacjach w 2020 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

Najmniejsze wartości stężeń B(j)F występują latem, a największe zimą. Różnice pomiędzy wartościami stężeń w sezonie chłodnym i ciepłym są podobne do opisywanych wcześniej dla innych WWA. w przypadku tego związku stężenie uśrednione w chłodnym sezonie w skali kraju jest ponad 6-krotnie większe niż odpowiadające mu stężenie z sezonu ciepłego. Stężenia na poszczególnych stacjach są między 5 a 8 razy większe w chłodnej połowie roku (Rys. 6.1-12).



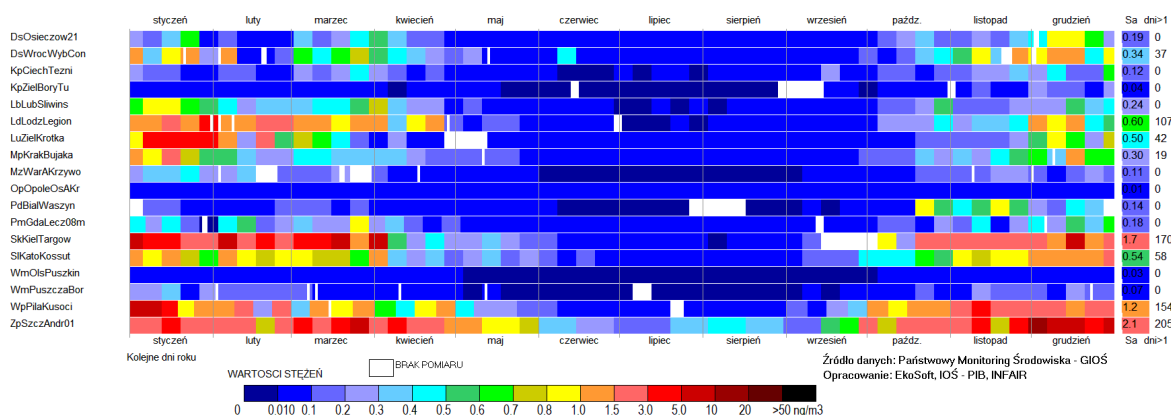
Rys. 6.1-12. Przebieg stężeń 24-godz. B(j)F na poszczególnych stacjach w 2020 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INF AIR

W przypadku B(k)F obserwuje się mniej dni z wartościami powyżej 7 ng/m³ niż dla omawianych wcześniej WWA, gdyż występuje on w mniejszych ilościach od pozostałych składników sumy WWA. Przebieg sezonowy stężeń nie odbiega od obserwowanego dla innych związków z tej grupy, potwierdzając występowanie wyższych wartości w chłodnej połowie roku niż w ciepłej (Rys. 6.1-13). Proporcje między wynikami dla obu sezonów są podobne, jak dla pozostałych WWA – wartość uśredniona w skali kraju w sezonie chłodnym jest blisko 6-krotnie wyższa niż w sezonie ciepłym, a na poszczególnych stacjach przewyższa ją od 4 do 8 razy w przypadku stacji miejskich (za wyjątkiem Zielonej Góry, gdzie różnica jest 17-krotna) i od 5 do 12 razy w przypadku stacji pozamiejskich.



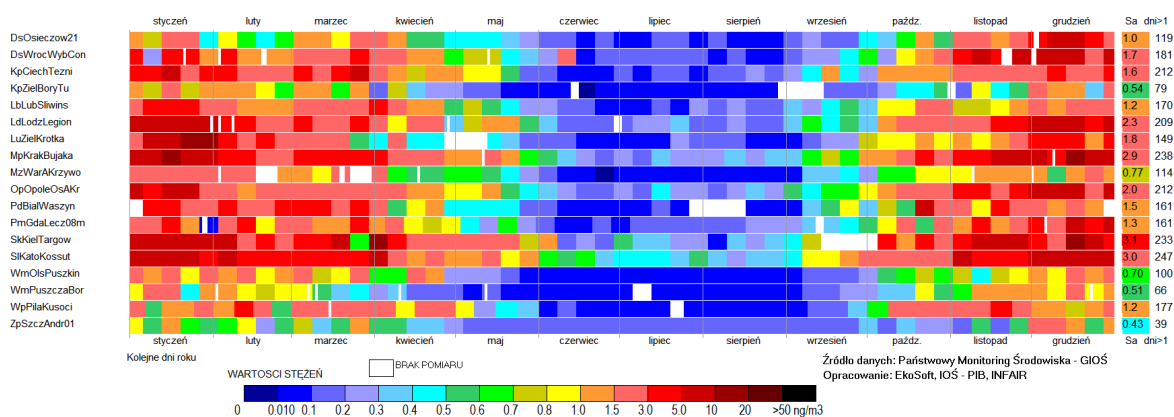
Rys. 6.1-13. Przebieg stężeń 24-godz. B(k)F na poszczególnych stacjach w 2020 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Ze względu na fakt, że D(a,h)A na większości stacji występuje w najmniejszych ilościach, to przy zastosowaniu wspólnej skali dla wszystkich związków, widać dla niego najmniejsze różnice sezonowe (Rys. 6.1-14). W rzeczywistości różnice procentowe stężeń są duże, ale wartości stężeń mieszczą się w przedziałach niskich wartości. Na tym obrazie zaznacza się odmiennosć stacji w Szczecinie, na której zarówno stężenie D(a,h)A, jak i jego udział w sumie WWA są największe spośród wszystkich analizowanych stacji. Dla wartości średnich sezonowych w kraju stężenie w chłodnej połowie roku jest 6 razy większe niż w ciepłej. Na poszczególnych stacjach różnice te przyjmują różne wartości – od kilku do kilkunastu razy, a w przypadku stacji w Zielonej Górze to 24 razy.



Rys. 6.1-14. Przebieg stężeń 24-godz. D(a,h)A na poszczególnych stacjach w 2020 r.
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

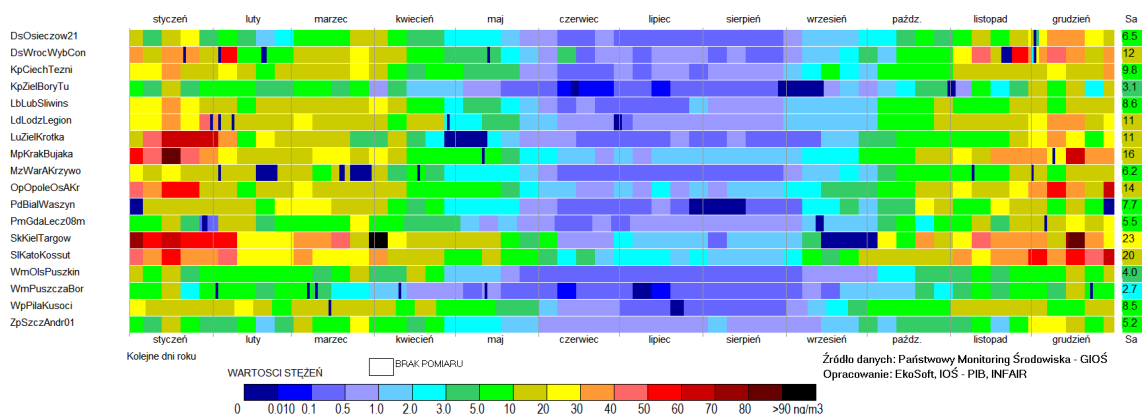
Obraz sezonowych zmian stężeń I(1,2,3-cd)P jest taki, jak obserwowany dla innych WWA. Okres występowania najmniejszych wartości przypada na wszystkich stacjach na miesiące letnie i wydłuża się na stacjach pozamiejskich i stacjach miejskich o niższym poziomie stężeń na późną wiosnę i wczesną jesień (Rys. 6.1-15). Na wszystkich stacjach obserwuje się duże dysproporcje pomiędzy wartościami z chłodnej i ciepłej połowy roku, a średnie z chłodnego sezonu są wyższe od 4 do 9 razy od średnich z ciepłego sezonu (poza stacją w Zielonej Górze, gdzie różnica jest 13-krotna), a dla średnich w kraju obserwuje się 5-krotną różnicę.



Rys. 6.1-15. Przebieg stężeń 24-godz. I(1,2,3-cd)P na poszczególnych stacjach w 2020 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 i grudniu, a najniższe w lipcu i sierpniu, przy czym poziomy te są uzależnione od lokalizacji stacji. Wysokie stężenia, charakterystyczne dla sezonu chłodnego, utrzymują się jeszcze w kwietniu, chociaż jest on zaliczany do ciepłej połowy roku. Na stacjach pozamiejskich, szczególnie w Zielonce i Puszczy Boreckiej oraz na stacjach miejskich charakteryzujących się najmniejszymi sumami stężeń WWA nawet w chłodnej połowie roku zdarzają się dni z wartościami występującymi na stacjach w bardziej zanieczyszczonych rejonach tylko wiosną i jesienią.

Suma średnich stężeń WWA ze wszystkich stacji w sezonie chłodnym była ponad 6-krotnie większa od sumy średnich stężeń w sezonie ciepłym. Największą różnicę – ponad 16-krotną przewagę wartości z sezonu chłodnego – widać na stacji w Zielonej Górze, a najmniejsze – poniżej 5-krotnego wzrostu – na stacjach w Lublinie, Rzeszowie, Olsztynie, Pile i Szczecinie. Na stacjach pozamiejskich stężenia w chłodnej połowie roku były większe: 8-krotnie w Osieczowie, ponad 9-krotnie w Zielonce i 12-krotnie w Puszczy Boreckiej. Różnice na stacjach miejskich były mniejsze (za wyjątkiem stacji w Zielonej Górze).



Rys. 6.1-16. Przebieg sumy stężeń 24-godz. WWA na poszczególnych stacjach w 2020 r.
(uwaga - zastosowano inną skalę niż w rysunkach 6.1.9 - 15)

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

Przedstawiony przebieg stężeń poszczególnych WWA i ich sumy odzwierciedla aktywność źródeł emisji w sektorze komunalno-bytowym. Większe zapotrzebowanie na ciepło

w chłodnym sezonie wiąże się ze zwiększeniem zużycia paliw, a tym samym ze wzrostem emisji WWA (oraz pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5}) z pieców i palenisk na paliwa stałe, często o niskiej sprawności energetycznej. Ponadto w sezonie chłodnym często występują warunki meteorologiczne utrudniające dyspersję zanieczyszczeń powietrza i sprzyjające kumulacji zanieczyszczeń przy powierzchni ziemi.

W 2020 r. na wszystkich stacjach, poza stacją w Białymstoku, odnotowano mniejsze średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ niż w 2019 r. Różnice względne pomiędzy wartościami stężeń w tych dwóch latach wyniosły od kilku do kilkunastu procent, osiągając wartości od ok. -5% na stacjach z Zieloncy, Gdańsku i Ciechocinku do -15,5% na stacji w Pile oraz -19,8% na stacji Puszcza Borecka. Uśrednione stężenie pyłu zawieszonego PM₁₀ z wszystkich 19 stacji uwzględnionych w ocenie było w 2020 r. o 10,7% niższe od notowanego rok wcześniej; dla stacji miejskich i podmiejskiej (bez uwzględniania 3 stacji pozamiejskich) różnica była niemal identyczna – wyniosła -10,5% (Tab. 6.1-4).

Tab. 6.1-4. Zmiany względne w roku 2020 w stosunku wartości średnich z 2019 roku stężeń średnich rocznych pyłu PM₁₀ i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA

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

Stacja	Poszczególne WWA							Suma WWA	PM ₁₀
	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
DsWrocWybCon	58,3%	0,3%	18,0%	31,6%	34,9%	19,9%	45,9%	29,4%	-12,5%
DsOsieczow2	8,9%	-21,1%	-15,7%	-23,4%	-15,8%	-15,8%	17,4%	-9,4%	-13,7%
KpCiechTezni	12,8%	-9,3%	0,0%	6,0%	6,8%	38,3%	1,5%	2,6%	-5,1%
KpZielBoryTu	20,4%	4,0%	9,4%	16,8%	6,8%	49,3%	-0,4%	9,7%	-4,8%
LbLubSliwinski	23,9%	53,5%	38,8%	13,4%	52,9%	5,1%	40,8%	35,9%	-6,8%
LuZielKrotka	-30,3%	-6,9%	-5,9%	4,6%	2,1%	-34,4%	-11,2%	-12,9%	-12,7%
LdLodzLegion	-13,0%	-12,6%	-16,1%	23,5%	-8,9%	-0,4%	-17,7%	-9,5%	-8,9%
MpKrakBujaka	-5,5%	-11,0%	-5,2%	17,4%	-6,8%	-7,2%	2,1%	-3,6%	-11,9%
MzWarAKrzywo	-19,3%	-17,6%	-15,2%	-30,9%	-0,1%	0,9%	-17,6%	-19,9%	-12,4%
OpOpoleOsAKr	-16,3%	-13,4%	-14,3%	3,8%	-17,2%	0,0%	-16,2%	-11,9%	-8,7%
PdBialWaszyn	73,9%	75,1%	100,7%	40,5%	63,3%	222,9%	65,3%	75,2%	4,3%
PmGdaLecz08m	-27,3%	14,9%	0,5%	185,8%	4,6%	36,5%	10,3%	8,1%	-5,0%
SlKatoKossut	-14,1%	-6,2%	-6,5%	-7,4%	-7,8%	-17,3%	-15,6%	-9,9%	-11,8%
SkKielTargow	-5,0%	0,3%	10,8%	9,8%	5,4%	42,9%	10,0%	6,4%	-14,0%
WmOlsPuszkini	-16,5%	-14,1%	-31,1%	-13,1%	-7,5%	-71,5%	-20,2%	-4,6%	-9,9%
WmPuszczaBor	-5,7%	-3,7%	-3,1%	-12,7%	-4,7%	-7,8%	0,8%	-19,7%	-19,8%
WpPilaKusoci	-59,1%	-42,3%	-50,1%	-42,6%	-50,4%	-49,2%	-53,9%	-50,1%	-15,5%
ZpSzczAndr01	-16,2%	-33,5%	-31,3%	-30,0%	-31,3%	-13,3%	-40,2%	-24,0%	-3,5%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

w zestawieniu nie uwzględniono stacji z województwa podkarpackiego, gdyż w 2020 r. nastąpiła zmiana stacji z Jasta na Rzeszów

Takie zmiany stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ nie przełożyły się bezpośrednio na identyczne zmiany stężeń badanych WWA. Co prawda uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne wszystkich WWA są mniejsze niż w 2019 r., spadek sumy stężeń WWA wyniósł 6,5%, największy był dla D(a,h)A (15,3%) a najmniejszy dla B(j)F (3,0%), ale na poszczególnych stacjach sytuacja przedstawia się różnie. Tylko na 5 spośród 19 stacji notuje się spadek stężeń wszystkich badanych WWA: w Szczecinie, Pile, Olsztynie, Katowicach i w Puszczy Boreckiej (przy niezmiennym stężeniu jednego związku – I(1,2,3-cd)P). Na 4 stacjach obserwuje się

wzrost stężeń wszystkich badanych WWA: w Białymstoku, Lublinie oraz w Zielonce i we Wrocławiu (przy niezmiennym stężeniu jednego związku – I(1,2,3-cd)P w Zielonce i B(a)A we Wrocławiu). Na pozostałych stacjach sytuacja jest zmienna dla poszczególnych związków. Wśród stacji, na których dla większości badanych związków wystąpił wzrost stężeń są stacje: we Wrocławiu, Ciechocinku, Gdańsku i Kielcach. Natomiast na pozostałych stacjach: w Osieczowie, Zielonej Górze, Łodzi, Krakowie, Warszawie i Opolu dla większości WWA widać spadki stężeń w stosunku do poprzedniego roku.

Zmiany względne – zarówno spadki, jak i wzrosty – osiągnęły wartości od kilku do kilkudziesięciu procent. Największe wzrosty widać na stacji w Białymstoku (w przypadku B(b)F osiąga ponad 100%, a w przypadku D(a,h)A - 223%).

Dla wszystkich badanych WWA, uśrednione dla stacji miejskich stężenia w roku 2020 są mniejsze niż w poprzednim, podobnie, jak stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ (Tab. 6.1-5). Różnice względne są podobne zarówno dla stężeń pyłu, jak i poszczególnych WWA i wynoszą od -17,1% dla D(a,h)A i -12,6% dla B(a)P do -4,9% dla B(k)F i B(b)F i -3,4% dla B(j)F. Dla uśrednionych wyników ze stacji pozamiejskich wyższe wartości widać tylko dla B(a)P (o 8,3%) i I(1,2,3-cd)P (o 8,0%), przy spadku stężenia pyłu zawieszonego o 12,9%. Wyniki dla obszaru podmiejskiego opierają się na jednej stacji, gdzie stężenia większości badanych WWA są większe niż rok wcześniej, co przekłada się na wzrost sumy stężeń badanych związków, mimo spadku stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀.

Tab. 6.1-5. Zmiany względne w roku 2020 w stosunku wartości średnich z 2019 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	PM ₁₀
miejski	-12,6%	-7,5%	-4,9%	-3,4%	-4,9%	-17,1%	-8,6%	-7,4%	-10,8%
podmiejski	12,8%	-9,3%	0,0%	6,0%	6,8%	38,3%	1,5%	2,6%	-5,1%
pozamiejski	8,3%	-11,5%	-7,6%	-13,0%	-8,0%	-8,9%	8,0%	-9,0%	-12,9%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

Podobną analizę przeprowadzono dla wyników uzyskanych w 2020 r. w odniesieniu do wartości średnich z okresu 2011-2019. Na niektórych stacjach rozpoczęto badania WWA wcześniej, ale od 2011 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 2020 r. na wszystkich omawianych stacjach niższe wartości niż średnie w latach 2011-2019, a różnice względne wynoszą od -8,2% na stacji w Gdańsku do -34,7% na stacji we Wrocławiu, przy różnicy dla wartości uśrednionych w skali kraju na poziomie -25,1%. Różnice te są większe niż przy porównaniu wartości z roku 2020 i poprzedniego.

W przypadku sumy stężeń WWA widać spadek na wszystkich stacjach, oprócz stacji w Zielonej Górze i Białymstoku, gdzie w 2020 r. stężenia są wyższe od średniej z wielolecia oraz stacji w Lublinie, gdzie wartość utrzymała się na poziomie zbliżonym do średniej (mniejsza o 1,0% w stosunku do średniej z lat 2013-2019). Na wszystkich stacjach notujących spadki różnice względne były istotne i sięgały kilkudziesięciu procent – od -19,6% (niemal 20%) na stacji w Zielonce do -61,8% na stacji w Szczecinie. Wartość uśredniona w skali kraju sumy średnich stężeń WWA była mniejsza w 2020 r. od średniej z wielolecia 2011-2019 o 30,5%. Na 12 stacjach z 17 uwzględnionych w tym porównaniu widać spadek stężeń wszystkich badanych

WWA, a na pozostałych stacjach dla pojedynczych związków widać wzrost w stosunku do wartości średnich. Najwięcej przypadków wzrostu ma miejsce na stacji w Zielonej Górze (dla 5 WWA), Białymstoku (dla 4 WWA) i Lublinie (dla 3 WWA). Na stacjach w Krakowie i Puszczy Boreckiej większe wartości od średnich z wielolecia obserwuje się dla jednego związku.

Tab. 6.1-6. Zmiany względne w roku 2020 w stosunku do wartości średnich z okresu 2011-2019 stężeń średnich rocznych pyłu PM₁₀ i oznaczanych w nim WWA oraz sumy stężeń WWA

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

Stacja	Poszczególne WWA							Suma WWA	PM ₁₀
	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
DsWrocWybCon	-33,8%	-52,5%	-35,9%	-33,0%	-36,0%	-46,1%	-44,0%	-39,5%	-34,7%
DsOsieczow21	-41,9%	-51,2%	-44,5%	-38,8%	-46,6%	-36,6%	-47,5%	-39,5%	-24,2%
KpCiechTezni	-26,1%	-29,3%	-24,6%	-37,7%	-25,5%	-80,1%	-19,5%	-29,4%	-17,9%
KpZielBoryTu	-14,3%	-32,6%	-18,2%	-15,7%	-24,9%	-63,3%	-23,0%	-22,6%	-19,6%
LbLubSliwins*	4,1%	-3,5%	-14,5%	8,2%	-25,4%	-16,6%	51,0%	-1,0%	-25,1%
LuZielKrotka	-6,3%	-2,3%	7,7%	-0,8%	20,1%	2,4%	13,7%	3,7%	-25,2%
LdLodzLegion**	-50,8%	-55,2%	-64,0%	-23,5%	-49,2%	-33,8%	-64,8%	-52,3%	-25,9%
MpKrakBujaka	-42,9%	-21,4%	-48,0%	-38,3%	-51,2%	-65,8%	-4,2%	-33,6%	-31,5%
MzWarAKrzywo	-62,7%	-49,1%	-44,1%	-25,6%	-44,0%	-64,2%	-57,2%	-47,1%	-28,7%
OpOpoleOsAKR	-37,2%	-44,7%	-41,5%	-14,8%	-36,8%	-97,7%	-30,6%	-36,5%	-23,5%
PdBialWaszyn***	-0,3%	-6,4%	31,0%	-28,7%	13,7%	-36,7%	11,7%	41,5%	-15,8%
PmGdaLecz08m	-59,0%	-45,1%	-28,4%	-61,6%	-24,6%	-38,7%	-23,5%	-49,6%	-8,2%
SlKatoKossut	-41,8%	-41,3%	-34,4%	-23,7%	-34,0%	-36,2%	-39,5%	-36,5%	-31,0%
WmOlsPuszkina	-52,1%	-45,0%	-42,7%	-38,0%	-35,2%	-86,9%	-34,7%	-42,7%	-24,5%
WmPuszczaBor	-17,0%	-20,0%	-18,7%	-33,7%	-24,0%	9,2%	-19,1%	-20,9%	-22,7%
WpPilaKusoci	-57,4%	-46,4%	-50,1%	-58,9%	-32,7%	-53,1%	-57,0%	-52,7%	-28,7%
ZpSzczAndr01	-61,7%	-73,8%	-65,9%	-65,1%	-66,4%	-57,4%	-69,2%	-61,8%	-26,1%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

*Lublin - odniesienie do średniej z lat 2013-2019

** Łódź - odniesienie do średniej z lat 2012-2019

*** Białystok - odniesienie do średniej z lat 2014-2019

W zestawieniu nie uwzględniono województwa podkarpackiego, gdyż w 2020 r. nastąpiła zmiana stacji z Jasła na Rzeszów oraz świętokrzyskiego, gdyż stacja w Kielcach wykonywała pomiary WWA tylko w latach 2019-2020

Wyniki uśrednione dla poszczególnych typów obszaru wykazują w 2020 r. tendencję spadkową - w stosunku do wartości z wielolecia są mniejsze o kilkadziesiąt procent, a różnice dla poszczególnych WWA i ich sum są większe niż różnice dla pyłu PM₁₀ (Tab. 6.1-7).

Tab. 6.1-7. Zmiany względne w roku 2020 w stosunku wartości średnich z 2019 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	PM ₁₀
miejski	-37,4%	-35,7%	-34,1%	-30,4%	-32,1%	-46,4%	-34,3%	-31,5%	-26,2%
podmiejski	-26,1%	-29,3%	-24,6%	-37,7%	-25,5%	-80,1%	-19,5%	-29,4%	-17,9%
pozamiejski	-32,3%	-41,6%	-34,4%	-32,6%	-37,6%	-35,8%	-36,7%	-25,4%	-22,3%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

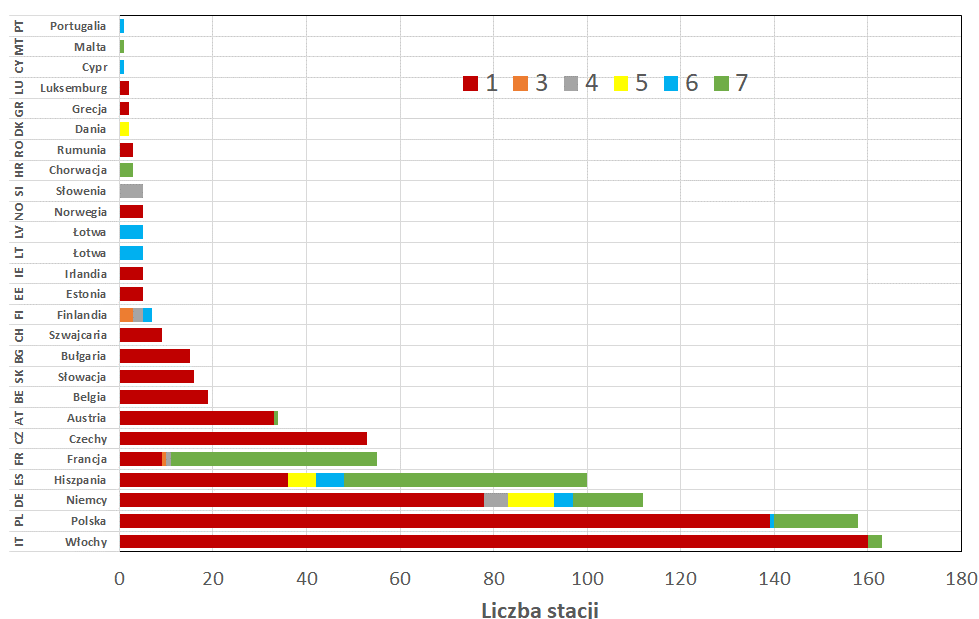
6.2. Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie w roku 2020 oznaczane były w 26 krajach na 786 stacjach. Najwięcej - blisko 68% wszystkich stacji - zlokalizowanych było we Włoszech, w Polsce, Niemczech i Hiszpanii (powyżej 100 stacji w kraju). Należy podkreślić, że nieco ponad 17% stacji wykonuje oznaczenia wszystkich 7 rozważanych w opracowaniu WWA (137 stacji). Takie stacje funkcjonowały tylko w 8 krajach: we Włoszech, Polsce, Niemczech, Hiszpanii, Francji, Austrii, Chorwacji i na Malcie, większość w Hiszpanii (55) i Francji (44) - Tab. 6.2-1, Rys. 6.2-1.

Tab. 6.2-1. Liczba stacji w poszczególnych krajach Europy w roku 2020 wykonujących oznaczenia stężeń WWA zawartych w pyłe zawieszonym PM10

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

Kraj		Liczba stacji	Liczba stacji mierzących od 1 do 7 WWA					
Kod (ISO)	Nazwa	Ogółem	1	3	4	5	6	7
AT	Austria	34	33					1
BE	Belgia	19	19					
BG	Bułgaria	15	15					
CH	Szwajcaria	9	9					
CY	Cypr	1					1	
CZ	Czechy	53	53					
DE	Niemcy	112	78		5	10	4	15
DK	Dania	2				2		
EE	Estonia	5	5					
ES	Hiszpania	100	36			6	6	52
FI	Finlandia	7		3	2		2	
FR	Francja	55	9	1	1			44
GR	Grecja	2	2					
HR	Chorwacja	3						3
IE	Irlandia	5	5					
IT	Włochy	163	160					3
LT	Łotwa	5					5	
LU	Luksemburg	2	2					
LV	Łotwa	5					5	
MT	Malta	1						1
NO	Norwegia	5	5					
PL	Polska	158	139				1	18
PT	Portugalia	1					1	
RO	Rumunia	3	3					
SI	Słowenia	5			5			
SK	Słowacja	16	16					
Łącznie		786	589	4	13	18	25	137



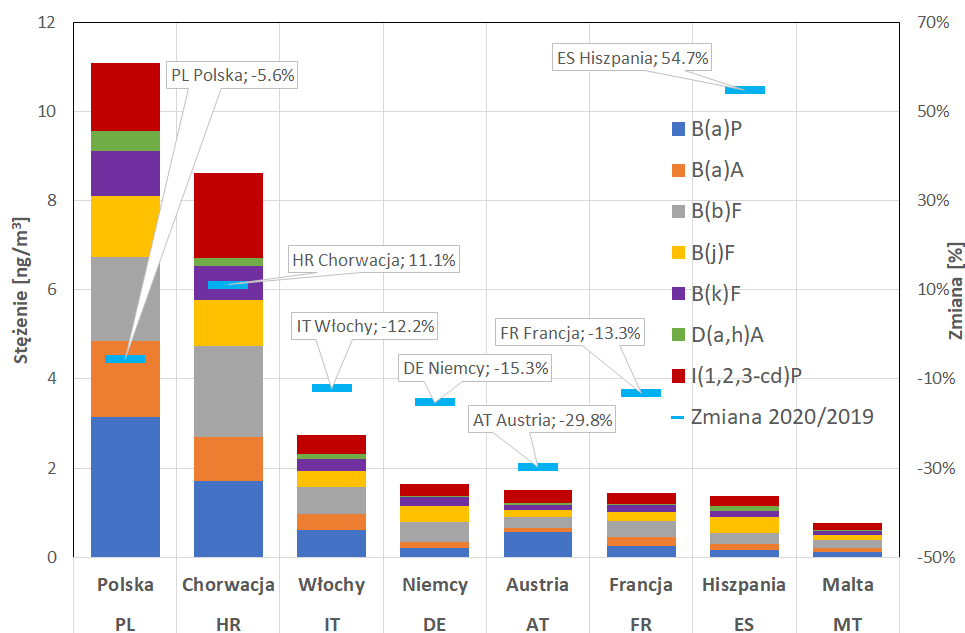
Rys. 6.2-1. Liczba stacji wykonujący oznaczenia WWA w poszczególnych krajach europejskich w roku 2020 z uwzględnieniem liczby mierzonych WWA na stacjach

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

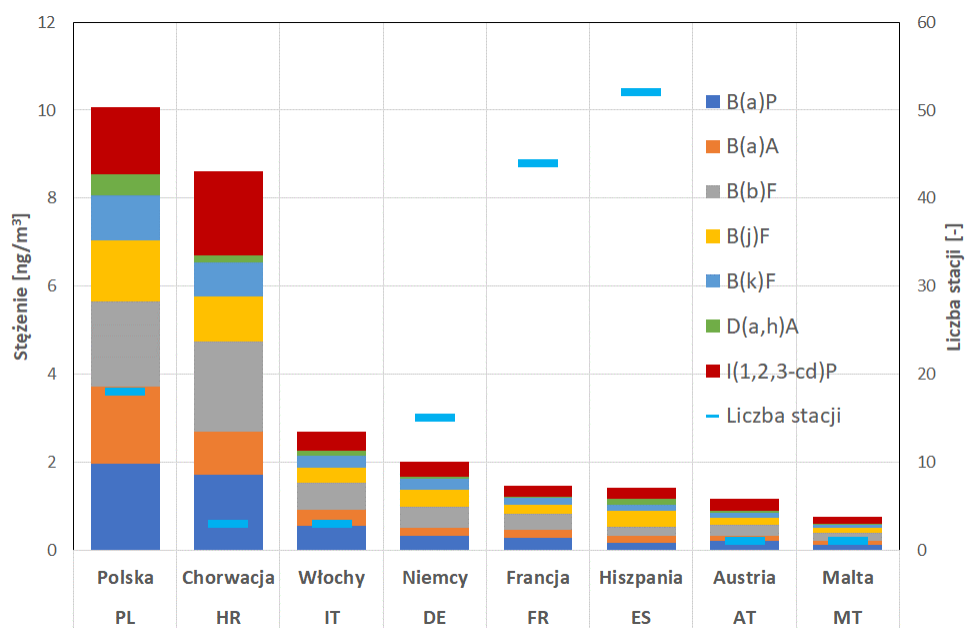
Ze względu na niewielką liczbę stacji wykonujących oznaczenia wszystkich 7 WWA objętych analizą, w celu lepszego uwzględnienia reprezentatywności przestrzennej wartości średnich dla danego kraju, sumę stężeń WWA obliczono w oparciu o średnie wartości stężeń obliczone dla poszczególnych WWA w danym kraju. W celu oceny różnic pomiędzy tak policzoną sumą WWA, wykonano również obliczenia dla krajów z uwzględnieniem tylko stacji prowadzących pomiary wszystkich 7 WWA. Uzyskane wyniki policzone obiema metodami są bardzo zbliżone do siebie (Rys. 6.2-2a,b), stąd w dalszych analizach oceniono wyniki uśrednione dla danego kraju ze wszystkich stacji działających na danym terenie. Dzięki takiemu podejściu możliwe było również przeprowadzenie analizy z uwzględnieniem typu obszaru (stacji).

Przeprowadzone analizy zmienności uśrednionych wartości sumy stężeń analizowanych WWA w poszczególnych krajach wskazują na najwyższe stężenia w Polsce i Chorwacji, znacznie odbiegające od pozostałych analizowanych krajów, pomimo, że w tych krajach emisje sumy WWA różnią się znacząco (Rys. 6.2-2a).

Analiza zmian sumy stężeń WWA z roku na rok (w roku 2020 w stosunku do roku 2019) w omawianych 8 krajach wskazuje na spadek stężeń w Hiszpanii (44%), w Polsce (15%) i Chorwacji (10%). Największe wzrosty sumy stężeń WWA dotyczą Francji (50%) i Austrii (42%).



Rys. 6.2-2a. Średnie roczne sumy stężeń WWA w roku 2020 obliczone jako średnia ze wszystkich stacji w danym kraju
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR



Rys. 6.2-2b. Średnie roczne sumy stężeń WWA w roku 2020 obliczone jako średnia ze stacji wykonujących oznaczenia 7 WWA w danym kraju
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Tab. 6.2-2. Zmiany względne w roku 2020 w stosunku do wartości średnich z 2019 roku stężeń średnich rocznych pyłu PM10 i oznaczanych w nim WWA oraz sumy WWA w poszczególnych krajach Europy wykonujących oznaczenie co najmniej dwóch WWA

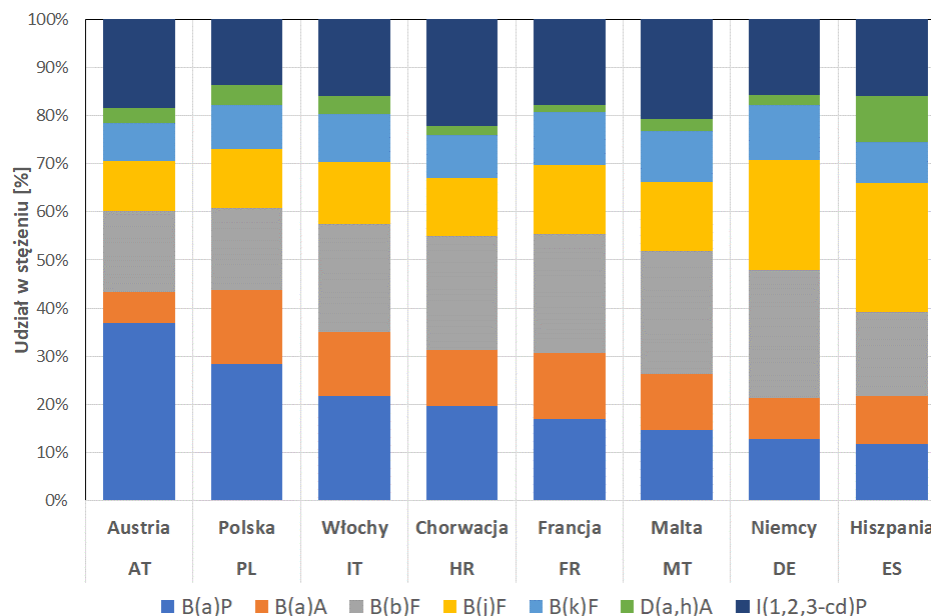
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Kraje		Poszczególne WWA							Suma WWA	PM10
Kod	Nazwa	B(a)P	B(a)A	B(b)F	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A	I(1,2,3-cd)P		
AT	Austria	3,6%	-42,2%	-17,9%	-40,5%	-43,7%	-68,2%	-45,6%	-29,8%	-7,1%
CY	Cypr	80,0%	112,8%	50,4%		66,7%	150,0%	46,6%		-4,4%
DE	Niemcy	-15,1%	-28,4%	-10,5%	-15,0%	-13,4%	-18,7%	-16,0%	-15,3%	-8,7%
DK	Dania	-22,5%	-26,5%			-11,3%	23,1%	-18,6%		-12,4%
ES	Hiszpania	7,0%	60,6%	-4,7%	272,7%	25,1%	44,9%	87,9%	54,7%	-4,6%
FI	Finlandia	-35,2%	-36,8%	-36,0%		-38,8%	18,3%	-39,1%		-9,3%
FR	Francja	-14,9%	-20,6%	-12,3%	-10,5%	-14,0%	-26,2%	-6,8%	-13,3%	-7,0%
HR	Chorwacja	10,3%	11,7%	9,8%	1,9%	5,7%	-26,8%	28,5%	11,1%	-9,8%
IT	Włochy	20,9%	-20,8%	8,2%	-47,6%	-18,3%	3,4%	-11,4%	-12,2%	0,9%
LT	Łotwa	-16,6%	-23,5%	-18,5%		-4,3%	-36,5%	7,1%		-17,1%
LV	Łotwa	-2,4%	14,6%	3,2%		7,3%	-11,3%	-10,9%		7,5%
PL	Polska	-4,1%	-8,5%	-7,7%	4,4%	-5,6%	-8,2%	-9,5%	-5,6%	-10,1%
PT	Portugalia	-58,7%	-56,8%	-63,4%		-63,8%	-20,0%	-61,3%		-21,7%
SI	Słowenia	32,5%	28,7%				20,8%	25,8%		-8,2%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

Najwyższy udział stężenia B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2020 roku spośród krajów europejskich poddanych analizie zanotowano w przypadku Austrii (blisko 37%) i Polski (28%) zaś najniższe, nie przekraczające 13%, dla Niemiec oraz Hiszpanii. W przypadku udziału stężeń B(b)F było odwrotnie - najwyższy udział dotyczył Niemiec (27%) i Malty (25%), zaś najniższy (blisko 17%) Austrii i Polski (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 2020

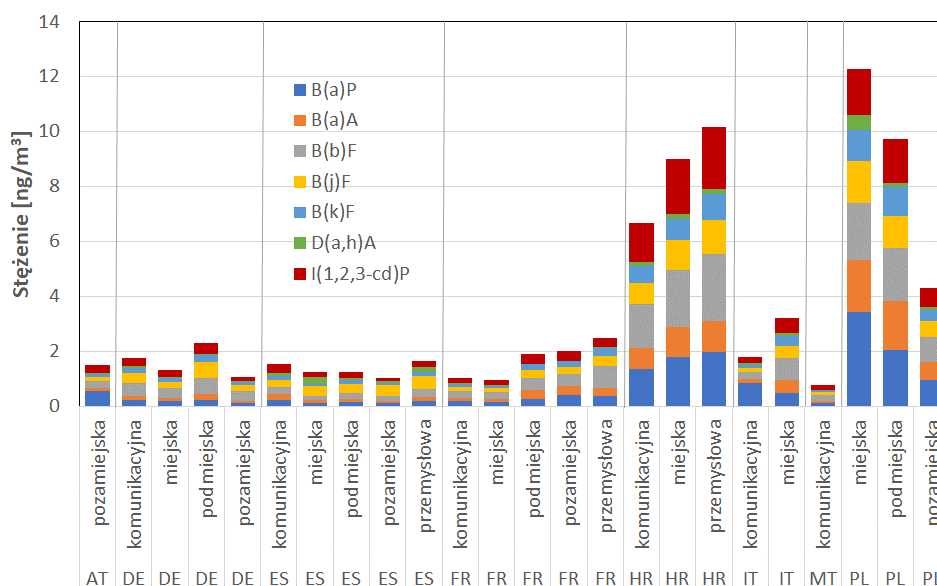
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Tab. 6.2-3. Kolejność występowania poszczególnych WWA w krajach Europy ze względu na stężenie średnie roczne w 2020

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

AT	Austria	B(a)P	I(1,2,3-cd)P	B(b)F	B(j)F	B(k)F	B(a)A	D(a,h)A
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
ES	Hiszpania	B(j)F	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(a)A	D(a,h)A	B(k)F
FR	Francja	B(b)F	I(1,2,3-cd)P	B(a)P	B(j)F	B(a)A	B(k)F	D(a,h)A
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
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(a)P	B(b)F	B(a)A	I(1,2,3-cd)P	B(j)F	B(k)F	D(a,h)A

Ocena zmienności sumy WWA z uwzględnieniem typu obszaru wskazuje, że wśród analizowanych krajów najwyższe wartości sumy WWA na obszarach miejskich obserwowane są tylko w przypadku Polski. Podobnie jest w przypadku Hiszpanii, przy czym wyższe wartości obserwowane są na terenach przemysłowych. We Francji wysokie i zbliżone do siebie wartości obserwuje się na terenach przemysłowych, pozamiejskich i podmiejskich, a w Niemczech to obszary podmiejskie decydują o poziomie sumy stężeń WWA w kraju (Rys. 6.2-4).



Rys. 6.2-4. Średnie roczne stężenia sumy WWA z uwzględnieniem udziału poszczególnych WWA w krajach europejskich w roku 2020 z uwzględnieniem typu obszaru stacji

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

Dokonana ocena zmian stężeń średnich poszczególnych WWA oraz sumy WWA uśrednionych w krajach europejskich wskazuje na generalne spadki w roku 2020 w stosunku do roku poprzedniego. Dotyczy to przede wszystkim Niemiec, Francji, Portugalii oraz Austrii i Polski pomimo obserwowanych wzrostów dla jednego z WWA. Zdecydowane wzrosty WWA obserwuje się dla Cypru, Hiszpanii, Chorwacji oraz Słowenii (Tab. 6.2-3).

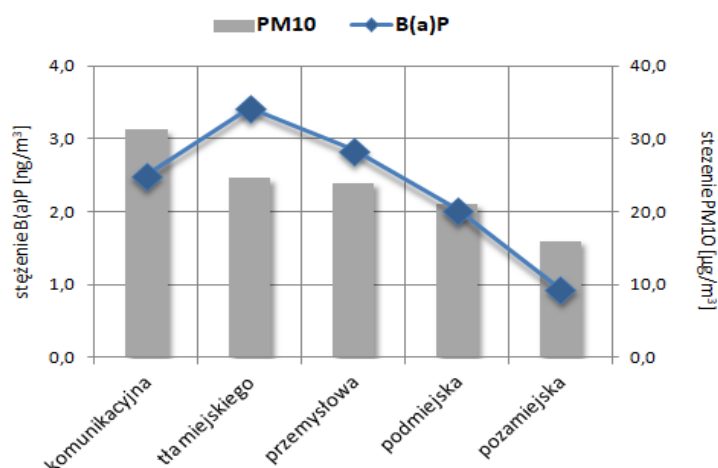
6.3. Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 Polsce

Stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce były mierzone w 2020 r. na 157 stacjach pomiarowych, na których wykonywane są również pomiary stężenia pyłu. Najwięcej na których realizowane są te pomiary to stacje tła miejskiego, a najmniej jest stacji komunikacyjnych. Na stacjach komunikacyjnych w 2020 r. obserwowano największe wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10, ale nie towarzyszyły im największe wartości stężeń B(a)P (Tab. 6.3-1). Największe średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla danego typu stacji i obszaru, obserwuje się na stacjach tła miejskiego – w 2020 roku 3,43 ng/m³ (na podstawie danych ze 127 stacji). Niższe stężenie B(a)P notują stacje przemysłowe – 2,85 ng/m³ (na podstawie wyników z 5 stacji). Najniższą wartość średniego stężenia B(a)P notuje się dla stacji pozamiejskich – 0,95 ng/m³ (dane z 7 punktów pomiarowych). Jedynie na tego typu stacjach średnie stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym nie przekracza 1 ng/m³, gdyż średnia wartość dla stacji podmiejskich (na podstawie danych z 16 stacji) wynosi 2,03 ng/m³ (Rys. 6.3- 1).

Tab. 6.3-1. Średnie roczne stężenia pyłu zawieszonego PM10 i zawartego w nim B(a)P w 2020 r. uśrednione dla poszczególnych typów stacji i obszaru

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

Typ stacji	Typ obszaru	Liczba stanowisk	B(a)P	PM10
			[ng/m ³]	[μg/m ³]
komunikacyjna	miejski	2	2,51	31,2
tło	miejski	127	3,43	24,5
przemysłowa	miejski	5	2,84	23,9
tło	podmiejski	16	2,03	21,0
tło	pozamiejski	7	0,95	16,0



Rys. 6.3-1. Średnie roczne stężenia B(a)P na tle średnich stężeń pyłu zawieszonego PM10 w 2020 r. uśrednione dla poszczególnych typów stacji

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

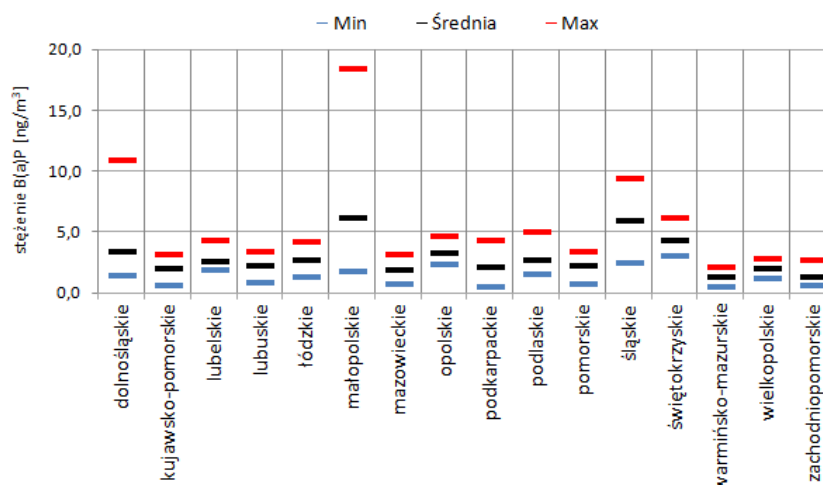
Dla poszczególnych województw podano w Tabeli 6.3-2 zakres średnich rocznych wartości stężenia B(a)P w pyłe i pyłu zawieszonego PM10 ze stacji prowadzących pomiary benzo(a)pirenu oraz wartości uśrednione dla województwa. Wskazano również kod stacji, na której wystąpiło maksimum w 2020 r. w większości przypadków są to te same stacje dla B(a)P i pyłu zawieszonego PM10 (poza województwami: kujawsko-pomorskim, łódzkim, pomorskim, śląskim, warmińsko-mazurskim 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 2020 w poszczególnych województwach
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

Województwo	Liczba stacji	B(a)P				PM10			
		Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max	Min	Średnia	Max	Stacja ze stężeniem max
		[ng/m³]				[µg/m³]			
dolnośląskie	16	1,41	3,38	10,90	DsNowRudJezi	15,9	21,8	36,3	DsNowRudJezi
kujawsko-pomorskie	10	0,66	1,95	3,16	KpBrodKochan	14,7	21,7	25,2	KpBydWarszaw
lubelskie	7	1,85	2,52	4,33	LbBiaPodOrze	17,7	22,3	27,8	LbBiaPodOrze
lubuskie	8	0,80	2,26	3,36	LuWsKaziWiel	14,1	19,9	24,8	LuWsKaziWiel
łódzkie	19	1,26	2,72	4,27	LdBrzeReform	20,3	26,5	31,8	LdRadomsRoln
małopolskie	21	1,78	6,15	18,44	MpNoTargPSlo	17,0	29,1	41,8	MpNoTargPSlo
mazowieckie	12	0,78	1,90	3,21	MzOtwoBrzozo	19,4	23,6	28,3	MzOtwoBrzozo
opolskie	3	2,39	3,24	4,66	OpGlubRatusz	21,4	24,0	26,1	OpGlubRatusz
podkarpackie	14	0,45	2,06	4,32	PkDebiGrottg	12,5	20,8	27,3	PkDebiGrottg
podlaskie	3	1,52	2,73	5,03	PdLomSikorsk	19,7	22,9	29,3	PdLomSikorsk
pomorskie	4	0,77	2,26	3,44	PmLebMalcz16	19,3	20,4	21,2	PmChojnMOB
śląskie	10	2,50	5,94	9,42	SlRybniBorki	22,9	30,9	38,3	SlPszczBoged
świętokrzyskie	7	3,05	4,32	6,19	SkJedrMieszkMOB	21,6	25,2	28,2	SkJedrMieszkMOB
warmińsko-mazurskie	7	0,51	1,33	2,09	WmIlawAnders	12,9	19,2	23,7	WmNiTraugutt
wielkopolskie	8	1,15	1,98	2,77	WpOstWieWyso	21,4	24,6	29,4	WpOstWieWyso
zachodniopomorskie	8	0,66	1,31	2,74	ZpSzczecPrze	12,3	18,0	24,5	ZpSzczPils02

Największe wartości średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 zanotowano w 2020 r. w województwach: małopolskim (6,15 ng/m³), śląskim (5,94 ng/m³) i świętokrzyskim (4,32 ng/m³). Pierwsze trzy maksymalne stężenia B(a)P dla pojedynczych stacji przypadają na: województwo małopolskie – stację w Nowym Targu (MpNoTargPSlo) z wartością średniego rocznego stężenia B(a)P wynosi 18,44 ng/m³, województwo dolnośląskie – stację w Nowej Rudzie (DsNowRudJezi) ze stężeniem średnim rocznym wynoszącym 10,90 ng/m³ oraz województwo śląskie – stację w Rybniku (SlRybniBorki) z wartością 9,42 ng/m³. Największe średnie roczne (uśrednione dla województwa) stężenia pyłu zawieszonego PM10 obserwuje się w: śląskim (30,9 µg/m³), małopolskim (29,1 µg/m³) i łódzkim (26,5 µg/m³). Natomiast pierwsze trzy maksima średnich rocznych stężeń pyłu zawieszonego PM10 przypadają na stacje w Nowym Targu (małopolskie), Pszczynie (śląskie) Nowej Rudzie (dolnośląskie).

Największe rozstępy 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 – 16,66 ng/m³, dolnośląskim 9,49 ng/m³ i śląskim 6,92 ng/m³, a najmniejsze w warmińsko-mazurskim i wielkopolskim (1,6 ng/m³), gdzie notuje się jedno z najmniejszych wartości średnich w województwach (Rys. 6.3-2).

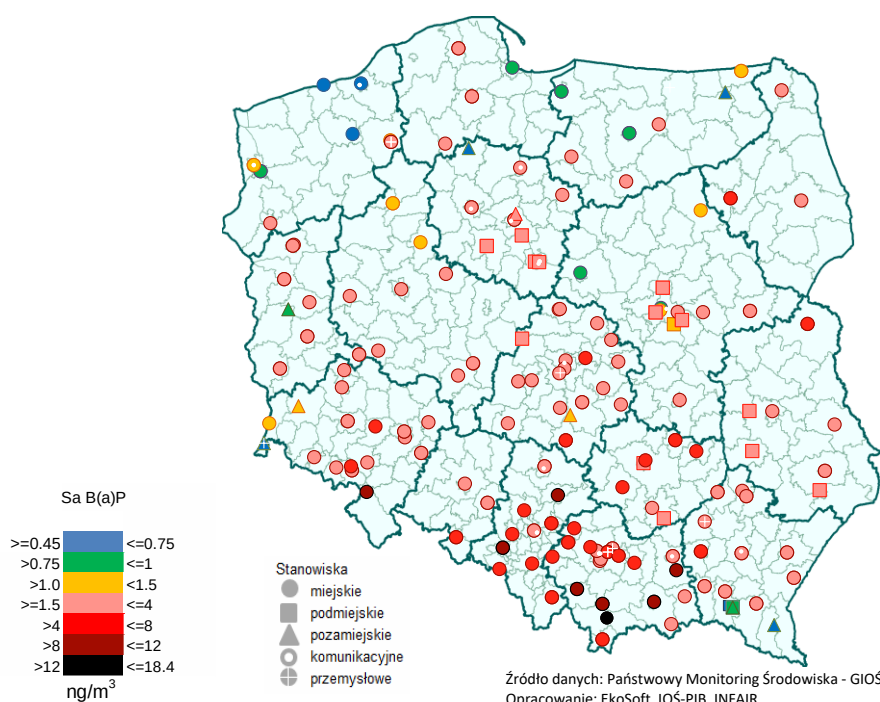


Rys. 6.3-2. Stężenia średnie roczne B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2020 w poszczególnych województwach

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

Warto zauważyć, że maksymalne stężenie ze stacji zlokalizowanych w województwie warmińsko-mazurskim (odnotowane na stacji w Iławie WmllawAnders) jest mniejsze od minimalnego stężenia średniego rocznego ze stacji pracujących w województwie małopolskim.

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



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

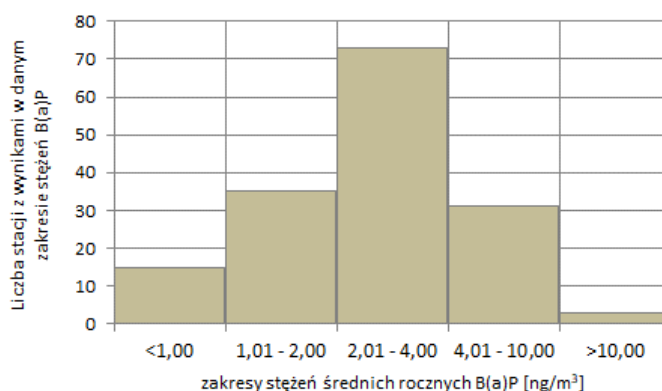
Rys. 6.3-3. Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.

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

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

Średnie roczne stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2020 r. 3,15 ng/m³. Na 33% stacji w kraju (54 spośród 157, na których badano w 2020 r. zawartość B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀) uzyskano wartości stężenia średniego rocznego wyższe od średniego dla całego kraju.

Najwięcej wartości średnich rocznych stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ – 46% – znajduje się w przedziale od 2,01 do 4,00 ng/m³, a najmniej – 2% – w przedziale >10 ng/m³ (Rys. 6.3-4).



Rys. 6.3-4. Liczba stacji z wynikami średniego rocznego stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w poszczególnych przedziałach w 2020 r.

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

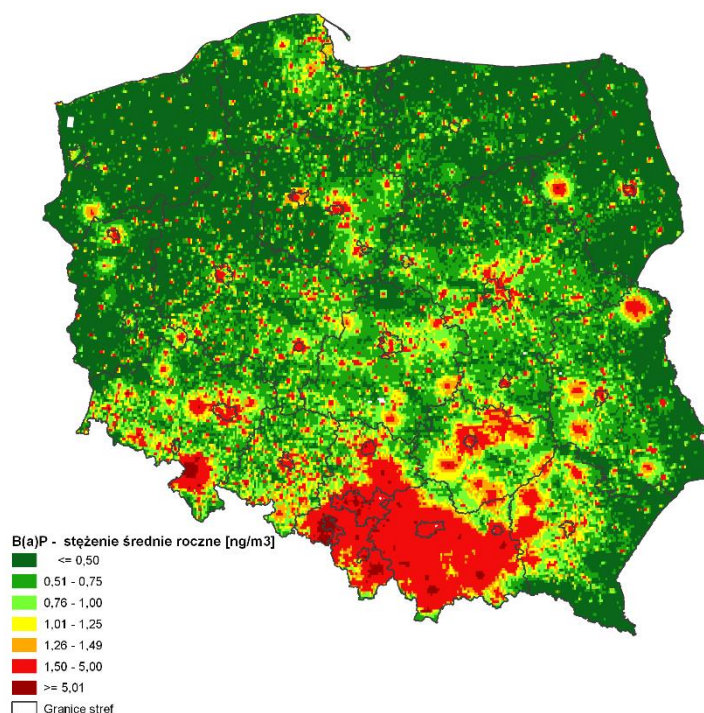
Jedynie na 26 stacjach (co stanowi 16,5% stacji), na których mierzono stężenie B(a)P średnie roczne stężenie było mniejsze od poziomu docelowego, określonego dla B(a)P w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu²¹, czyli osiągnęło wartość poniżej 1,5 ng/m³. Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, stężenie docelowe uznaje się za przekroczone, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe od 1,5 ng/m³.

W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2020 roku²², dla benzo(a)pirenu w 39 strefach z ocenianych 45 stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C (ok. 87%). W roku poprzednim klasę tę, świadczącą o wystąpieniu przekroczenia, uzyskało 36 stref. Sześć stref, będących aglomeracjami lub dużymi miastami, powyżej 100 tys. mieszkańców, położonych w północnym i centralnym rejonie kraju, uzyskało w 2020 roku klasę A. W roku 2019 było to dziesięć stref, natomiast w 2018 – dwie strefy.

²¹ Dz. U. z 2021, poz. 845

²² GIOŚ 2021, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020. Zbiórny raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB i INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Skotak K., Warszawa, 2021

Obszary z najwyższym poziomem stężenia średniego rocznego B(a)P oznaczanego w pył zawieszonym PM₁₀, znajdują się w południowych oraz centralnych rejonach kraju. Są one również obserwowane w większych ośrodkach miejskich w innych częściach Polski, a także, w nieco mniejszym stopniu, również w mniejszych miejscowościach. Świadczy to spalaniu paliw stałych w gospodarstwach domowych.



Rys. 6.3-5. Rozkład przestrzenny średniego rocznego stężenia B(a)P na obszarze Polski w 2020 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 2020 roku zajmowały ponad 15% powierzchni kraju, zamieszkałej przez ponad połowę populacji Polski.

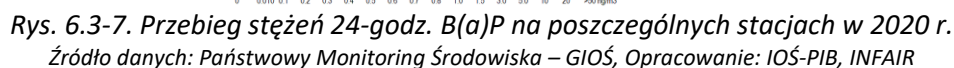
Dla wszystkich przypadków przekroczeń (100%) jako główną, decydującą przyczynę wskazano oddziaływanie emisji związanych z indywidualnym ogrzewaniem budynków. Jako przyczyny dodatkowe wskazywano, przede wszystkim, oddziaływanie źródeł transportowych, zakładów przemysłowych, ciepłowni i elektrowni zlokalizowanych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



Rys. 6.3-6. Zasięg obszaru przekroczenia oszacowanego dla średniego rocznego stężenia benzo(a)pirenu na obszarze Polski w 2020 roku

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

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



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 2020, 2019 i wielolecia 2010-2019. Liczba stacji funkcjonujących w poszczególnych latach była różna, zmieniały się też ich lokalizacje, ale dzięki uśrednieniu uzyskano przybliżony obraz zmian w ciągu ostatniej dekady (Tab. 6.3-3). Spadki stężeń pyłu zawieszonego PM10 są widoczne zarówno w stosunku do roku 2019 (za wyjątkiem województwa podlaskiego), jak do wielolecia. W przypadku B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 spadki są bardzo wyraźne w stosunku do wartości średnich z minionych 10 lat we wszystkich województwach, poza lubelskim i podlaskim. Ale już zmiany w 2020 r. w stosunku do 2019 r. nie są tak spektakularne i spadki widać tylko w 8 województwach. Może to mieć związek ze zmianami lokalizacji uwzględnionych stacji, jednak takiego efektu nie widać w przypadku pyłu zawieszonego PM10, a zmiany w ostatnich dwóch latach były mniejsze niż w okresie całego 10-lecia.

Tab. 6.3-3. Zmiany względne w roku 2020 w stosunku do wartości z roku 2019 i średnich z okresu 2010-2019 stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P uśrednionych dla poszczególnych województw

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

Województwo	Zmiany względne stężenia			
	B(a)P		PM10	
	2020/2019	2020/śr	2020/2019	2020/śr
dolnośląskie	34,6%	-30,5%	-11,3%	-30,7%
kujawsko-pomorskie	-4,0%	-35,7%	-10,4%	-25,9%
lubelskie	4,4%	23,2%	-11,9%	-28,3%
lubuskie	-48,2%	-24,1%	-12,4%	-22,5%
łódzkie	-12,3%	-61,6%	-10,9%	-35,2%
małopolskie	2,4%	-20,1%	-7,3%	-29,6%
mazowieckie	8,6%	-43,0%	-7,4%	-26,8%
opolskie	-37,7%	-54,9%	-13,6%	-33,0%
podkarpackie	-7,8%	-49,7%	-15,0%	-37,9%
podlaskie	135,4%	68,5%	18,2%	-4,5%
pomorskie	-1,0%	-39,4%	-4,5%	-19,4%
śląskie	-4,0%	-20,9%	-12,5%	-29,5%
świętokrzyskie	10,1%	-16,3%	-4,1%	-26,6%
warmińsko-mazurskie	-1,5%	-39,2%	-3,2%	-19,6%
wielkopolskie	-27,5%	-35,3%	-11,8%	-24,9%
zachodniopomorskie	6,3%	-52,3%	-14,5%	-30,9%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

Podobną analizę przeprowadzono dla różnych typów stacji i obszaru (uśredniając wyniki uzyskane w ostatnich dwóch latach i w 10-leciu). Również w tym przypadku dla stężeń pyłu zawieszonego PM10 widoczne są w 2020 r. wyraźne spadki – zarówno w stosunku do poprzedniego roku, jak i do wartości średniej z 10-lecia (Tab. 6.3-4). Większe różnice względne widać w stosunku do wartości z wielolecia. W przypadku B(a)P dla większości typów stacji i obszarów widoczna jest tendencja malejąca, bardziej wyraźna w stosunku do średniej niż do wartości z poprzedniego roku. Jedynie dla stacji komunikacyjnych stężenie B(a)P w pyłe zawieszonym PM10 jest większe niż w 2019 r. (o 11,5%) i niemal identyczne, jak wartość średnia z lat 2010-2019. Dla stacji tłowych w obszarach podmiejskich nie widać zmian stężenia B(a)P w 2020 r. w stosunku do wartości z roku 2019. Na pozostałych stacjach różnice względne

w stosunku do poprzedniego roku wynoszą po kilka procent, a w stosunku do wartości średniej z 10-lecia po kilkadziesiąt procent.

Tab. 6.3-4. Zmiany względne w roku 2020 w stosunku do wartości z roku 2019 i średnich z okresu 2010-2019 stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM10 i oznaczanego w nim B(a)P uśrednionych dla typów obszarów

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

Typ stacji	Typ obszaru	Zmiany względne stężenia			
		B(a)P		PM10	
		2020/2019	2020/śr	2020/2019	2020/śr
komunikacyjna	miejski	11,5%	-0,4%	-17,2%	-12,4%
przemysłowa	miejski	-6,1%	-40,1%	-11,6%	-41,2%
tło	miejski	-4,4%	-34,8%	-9,9%	-29,5%
tło	podmiejski	-0,4%	-38,9%	-9,4%	-31,2%
tło	pozamiejski	-8,4%	-38,3%	-14,9%	-25,5%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

6.4. Stężenia B(a)P pyłu zawieszonego PM10 w Europie

Ocenę zmienności stężeń B(a)P oznaczanego w pyłu zawieszonym PM10 w Europie przeprowadzono dla roku 2020 na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 783 stacji funkcjonujących w 26 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było we Włoszech, Polsce i w Niemczech. W 3 krajach (Cypr, Malta i Portugalia) ocenę wykonano w oparciu o wyniki pomiarów pochodzące z 1 stacji (Tab. 6.4-1).

Tab. 6.4-1. Stężenia średnie roczne B(a)P oznaczanego w PM10 (wartości minimalne, średnie i maksymalne) uzyskane w roku 2020 w poszczególnych krajach Europy oraz zmiana względna stężenia w latach 2019-2020

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

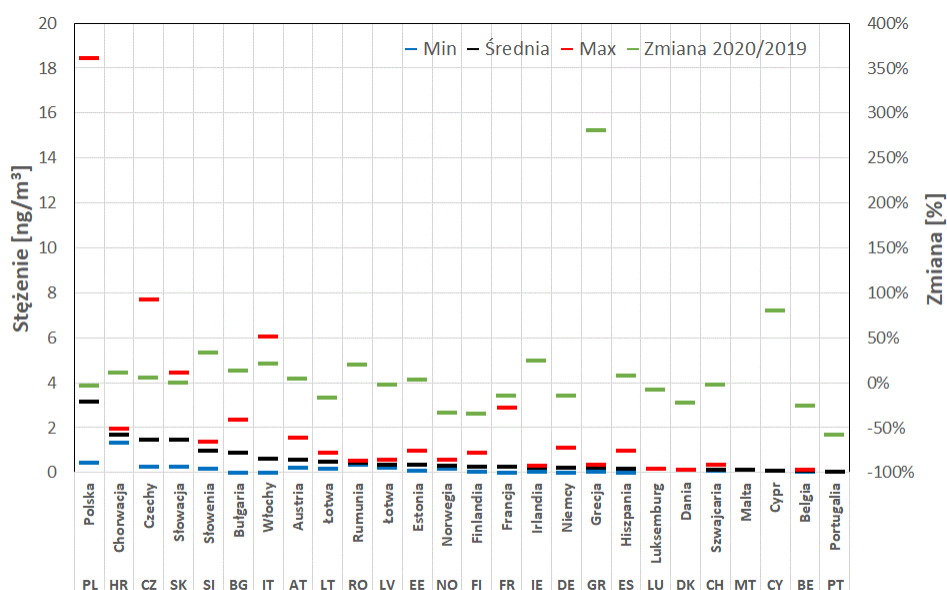
Kraj		Liczba stacji	Stężenie średnie roczne			Zmiana względna 2020/2019
			Min	Średnia	Max	
Kod (ISO)	Nazwa		[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	
AT	Austria	34	0,219	0,554	1,547	3,6%
BE	Belgia	19	0,030	0,081	0,148	-26,5%
BG	Bułgaria	15	0,004	0,897	2,357	12,5%
CH	Szwajcaria	9	0,070	0,141	0,330	-2,2%
CY	Cypr	1	0,090	0,090	0,090	80,0%
CZ	Czechy	53	0,261	1,471	7,703	5,6%
DE	Niemcy	112	0,013	0,210	1,108	-15,1%
DK	Dania	2	0,135	0,142	0,148	-22,5%
EE	Estonia	5	0,081	0,341	0,981	2,9%
ES	Hiszpania	98	0,001	0,161	0,973	7,0%
FI	Finlandia	7	0,017	0,281	0,865	-35,2%
FR	Francja	55	0,014	0,246	2,875	-14,9%
GR	Grecja	2	0,049	0,198	0,346	279,8%
HR	Chorwacja	3	1,333	1,702	1,973	10,3%
IE	Irlandia	5	0,040	0,216	0,310	24,1%
IT	Włochy	163	0,006	0,599	6,044	20,9%
LT	Łotwa	5	0,161	0,484	0,905	-16,6%
LU	Luksemburg	2	0,157	0,160	0,163	-8,6%

Kraj		Liczba stacji	Stężenie średnie roczne			Zmiana względna 2020/2019
			Min	Średnia	Max	
Kod (ISO)	Nazwa		[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	
LV	Łotwa	5	0,215	0,349	0,590	-2,4%
MT	Malta	1	0,112	0,112	0,112	-
NO	Norwegia	5	0,152	0,294	0,570	-33,4%
PL	Polska	157	0,454	3,146	18,440	-4,1%
PT	Portugalia	1	0,031	0,031	0,031	-58,7%
RO	Rumunia	3	0,372	0,438	0,518	19,7%
SI	Słowenia	5	0,173	0,977	1,388	32,5%
SK	Słowacja	16	0,243	1,459	4,456	-0,9%
Europa		783	0,001	0,569	18,440	10,3%

Legenda

wzrost brak zmian (poniżej 1%) spadek brak danych

Uzyskane w 2020 roku uśrednione wyniki dla poszczególnych krajów pokazują, że przeciętne roczne stężenie w Polsce B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM₁₀ (3,1 ng/m³) było najwyższe w Europie. Wysokie stężenia średnie dla kraju, przekraczające 1 ng/m³, uzyskano również dla Chorwacji, Czech i Słowacji. Należy podkreślić, że w Polsce obserwowana jest również najwyższa rozpiętość stężeń pomiędzy stacjami przekraczająca 18 ng/m³. Najniższe stężenie B(a)P, nie przekraczające 0,1 ng/m³, zanotowano dla Portugalii, Belgii i Cypru (Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1).

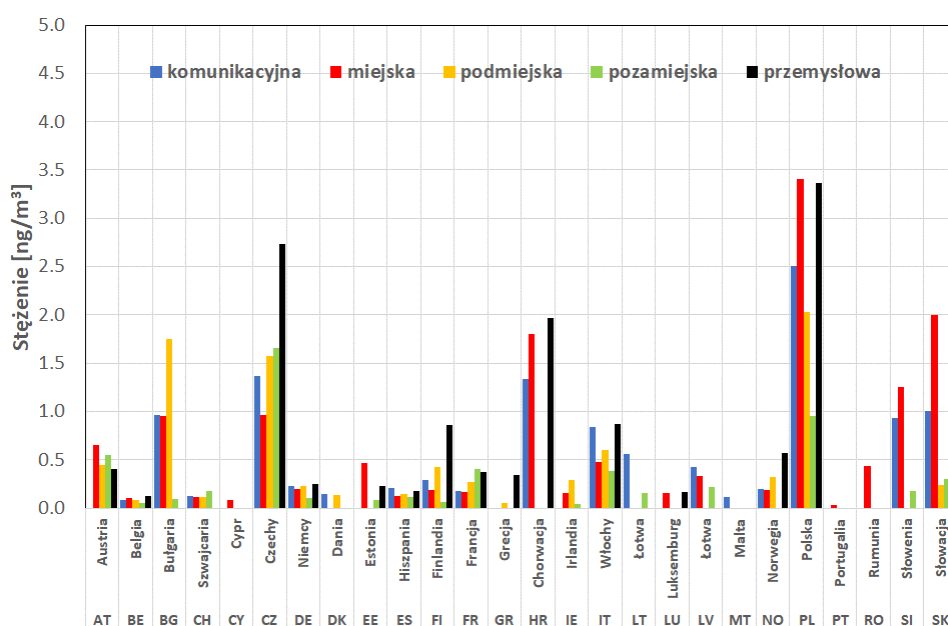


Rys. 6.4-1. Wartości stężeń średnich rocznych dla B(a)P w pyłe PM₁₀ (minimalne, średnie i maksymalne) w poszczególnych krajach Europy w roku 2020 na tle zmian stężenie średniego rocznego w okresie 2019-2020
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOS-PIB, INFAIR

Analiza względnych zmian stężeń uśrednionych dla każdego z krajów w ostatnich 2 latach (2019-2020) pokazuje wzrost poziomu B(a)P z roku na rok dla 12 z 25 krajów, dla których dostępne były dane w obu latach (brak danych z Malty w roku 2019). Największy wzrost zaobserwowano dla Grecji (blisko 280%) i Cypru (80%). Istotne, kilkudziesięcio procentowe,

zmiany z roku na rok zanotowano również dla Słowenii, Irlandii, Włoch i Rumunii. Największy spadek uśrednionego dla kraju stężenia B(a)P wśród 13 pozostałych krajów zanotowano dla Portugalii (blisko 59%) oraz Finlandii i Norwegii (ponad 30%). W przypadku Polski, stężenie w roku 2020 było nieznacznie niższe niż w 2019 roku (spadek o nieco ponad 4%) - Tab. 6.4-1, Rys. 6.4-1.

Ocena zmienności stężenia B(a)P z uwzględnieniem typu obszaru wskazuje, że wśród analizowanych krajów najwyższe wartości na obszarach miejskich obserwowane są dla wielu krajów w tym Polski. W przypadku Belgii, Czech, Niemiec, Finlandii, Chorwacji, Grecji, Norwegii, Włoch i Słowacji najwyższe wartości obserwuje się na terenach o dużym wpływie przemysłu. W przypadku Łotwy najwyższe wartości obserwuje się dla obszarów w pobliżu dróg, zaś Bułgarii na terenach podmiejskich. Najwyższe wartości na obszarach pozamiejskich uzyskano dla Szwajcarii i Francji (Rys. 6.4-2).



Rys. 6.4-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w krajach europejskich w roku 2020 z uwzględnieniem typu obszaru stacji
Źródło danych: AirBase EAŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

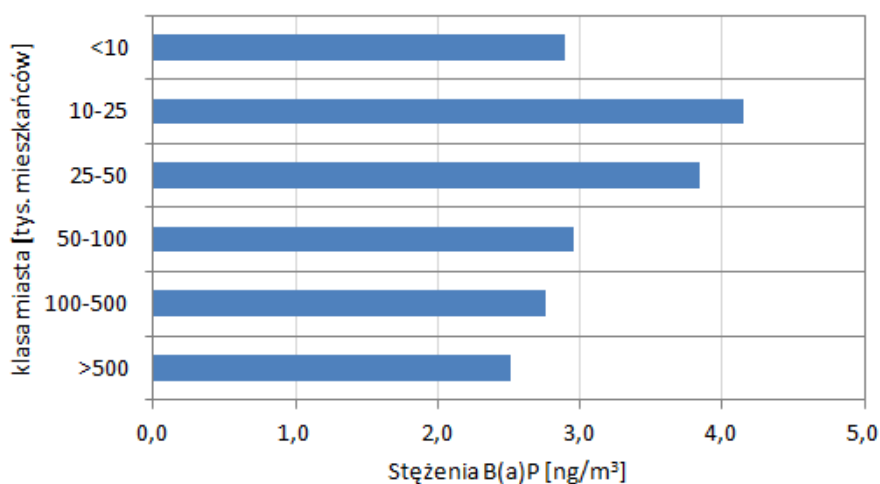
Wartości średnie roczne stężenia B(a)P oznaczanego w pyłe zawieszonym PM10 na analizowanych stacjach w Europie w roku 2020 zawierały się w granicach 0,01-18,44 ng/m³. Wśród 5% stacji z najwyższymi stężeniami średnimi rocznymi w roku 2020, znajdowały się: 32 stacje z Polski (w tym 10 maksimum europejskich), 3 stacje z Czech (w tym 11 i 12 maksimum) oraz po 2 stacje z Włoch i Słowacji. Najniższe wartości w Europie, nie przekraczające 0,01 ng/m³, zaobserwowano na 2 stacjach w Hiszpanii i pojedynczych w Bułgarii oraz we Włoszech.

7. Stężenia WWA w miastach Polski

7.1. Analiza w miastach

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

Najwyższe stężenia B(a)P w 2020 r. obserwowano w miastach o liczbie mieszkańców 10-25 tys. (4,15 ng/m³) i 25-50 tys. (3,85 ng/m³), a najniższe w największych aglomeracjach, ponad 500 tys. mieszkańców (2,51 ng/m³) (Tab. 7-1). Niewiele wyższe od notowanych w aglomeracjach są również stężenia w najmniejszych miastach – o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys. (Rys. 7-1).



Rys. 7-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w 2020 r.

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

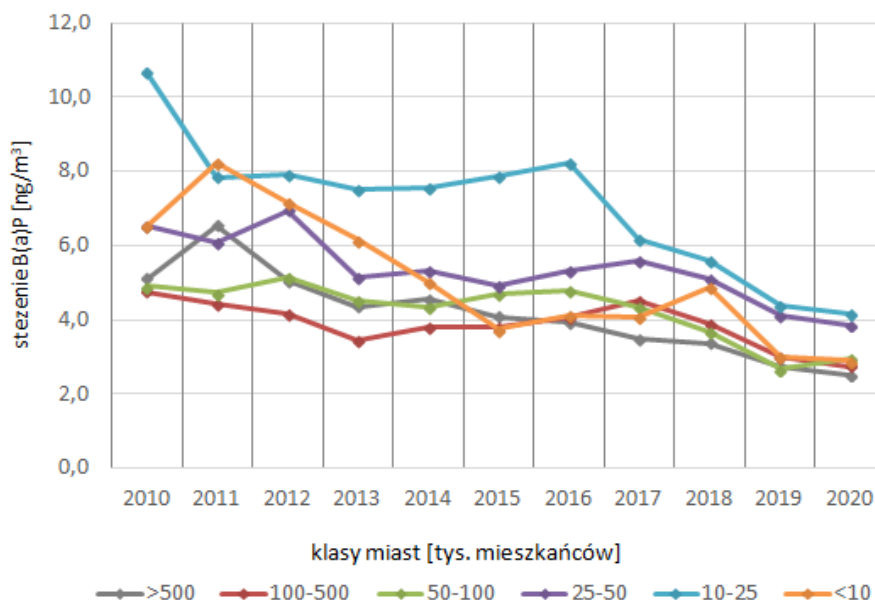
W 2020 r. średnie stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym we wszystkich klasach miast – poza miastami o liczbie mieszkańców 50-100 tys. – były mniejsze niż rok wcześniej, a zmiany względne wynoszą od 3,7% w najmniejszych miastach przez 5,6% w miastach liczących 10-25 tys. mieszkańców i 6,8% w miastach liczących 25-50 tys. o 8,6% w największych miastach – o populacji 100-500 tys. i powyżej 500 tys. (Tab. 7-1). Wzrost stężenia średniego B(a)P o 10,4% obserwuje się jedynie w miastach średnich, zamieszkałych przez 50-100 tys. osób. Odniesienie wartości średnich z roku 2020 do uśrednionych z okresu 2010-2019 pokazuje tendencję malejącą we wszystkich kategoriach miast. Największy spadek stężeń – ponad 40% - notuje się w najmniejszych miastach, w dwóch kategoriach: poniżej 10 tys. mieszkańców i pomiędzy 10 a 25 tys. mieszkańców. Niewiele niższy spadek – o 39% - widać w miastach zamieszkałych przez 50-100 tys. mieszkańców. Spadek w największych aglomeracjach sięga 36,5%. Najmniejszy spadek w stosunku do wartości średniej notuje się w miastach o populacji pomiędzy 100 a 500 tys. mieszkańców (o 24,4%) i w średnich miastach, zamieszkałych przez 25-20 tys. ludzi (25,1%).

Tab. 7-1. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2019- 2020 i średnie w okresie 2010-2019 oraz zmiany względne w roku 2020 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	
	2019	2020	Średnia 2010-2019	2020/2019	2020 / Średnia (2010-2019)
>500	2,747	2,510	4,329	-8,6%	-36,5%
100-500	3,016	2,757	3,993	-8,6%	-24,4%
50-100	2,674	2,953	4,385	10,4%	-39,0%
25-50	4,126	3,847	5,510	-6,8%	-25,1%
10-25	4,399	4,152	7,377	-5,6%	-40,4%
<10	3,005	2,894	5,290	-3,7%	-43,2%

Analizując zmiany średnich stężeń B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ we wszystkich klasach miast z roku na rok w okresie 2010-2020 widać okresy większych i mniejszych spadków i nie są one jednakowe dla wszystkich kategorii miast (Rys. 7-2). Najbardziej spektakularny spadek zauważalny jest dla miast o liczbie mieszkańców pomiędzy 10 a 25 tys., przy czym miał on miejsce na początku wielolecia, potem nastąpiła stabilizacja i kolejny spadek od roku 2016. Wyraźny spadek notuje się też dla stężenia średniego B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach liczących poniżej 10 tys. mieszkańców – szczególnie w okresie 2012-2015. Przebieg stężeń B(a)P w ostatniej dekadzie wskazuje na zbliżenie wartości w dwóch grupach miast: pierwsza to miasta liczące 10-25 tys. i 25-50 tys. mieszkańców, a druga to grupa miast największych – o liczbie mieszkańców większej niż 50 tys. i najmniejszych, zamieszkałych przez mniej niż 10 tys. ludzi.

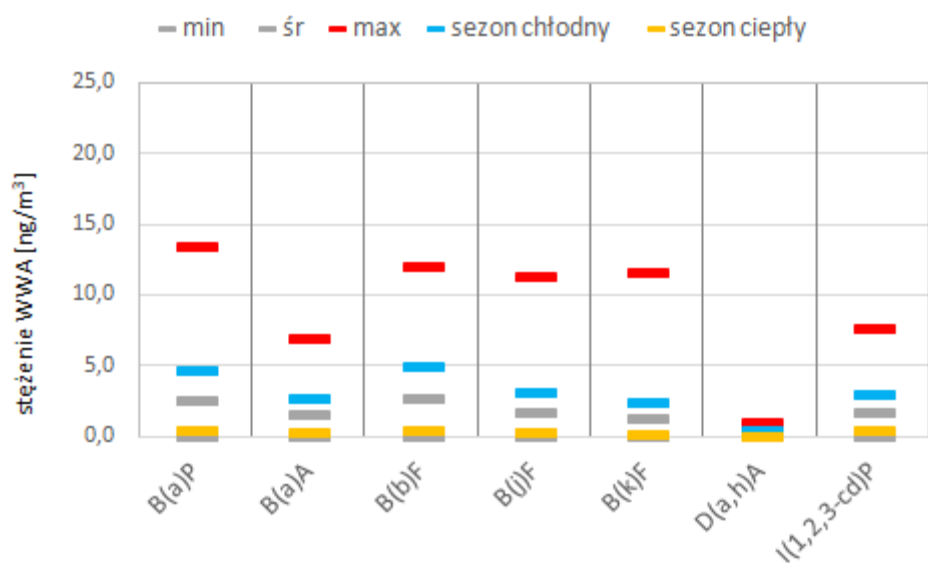


Rys. 7-2. Średnie roczne stężenia B(a)P w pyłe zawieszonym PM₁₀ w miastach o różnej liczbie mieszkańców w latach 2010-2020

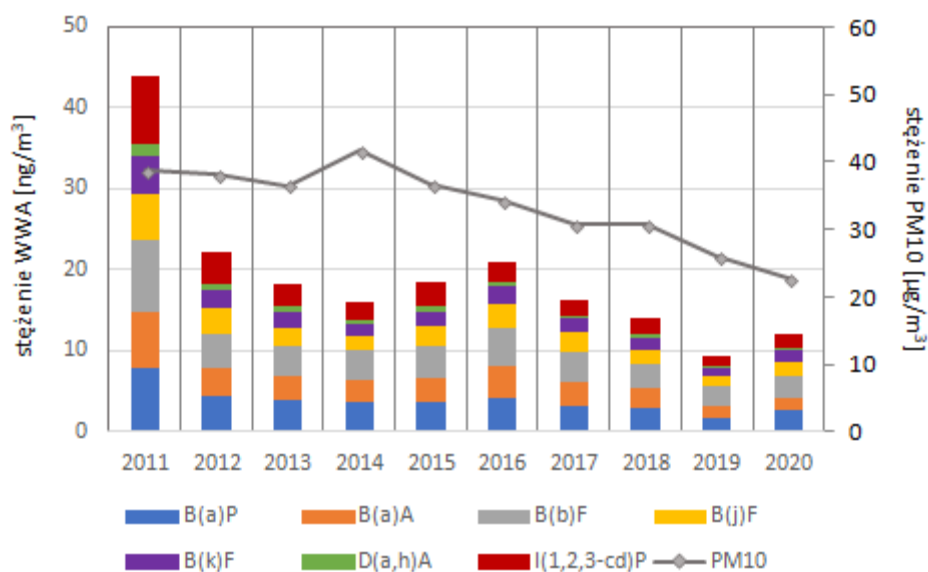
Źródło danych: Państwowy Monitoring Środowiska – GIOŚ, Opracowanie: IOŚ-PIB, INFAIR

7.2. Karty miast

Miasto	Wrocław
Województwo	dolnośląskie
Liczba ludności	641 928
Stacja pomiarowa WWA	DsWrocWybCon
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,59 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	21,4%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	2,47 ng/m ³



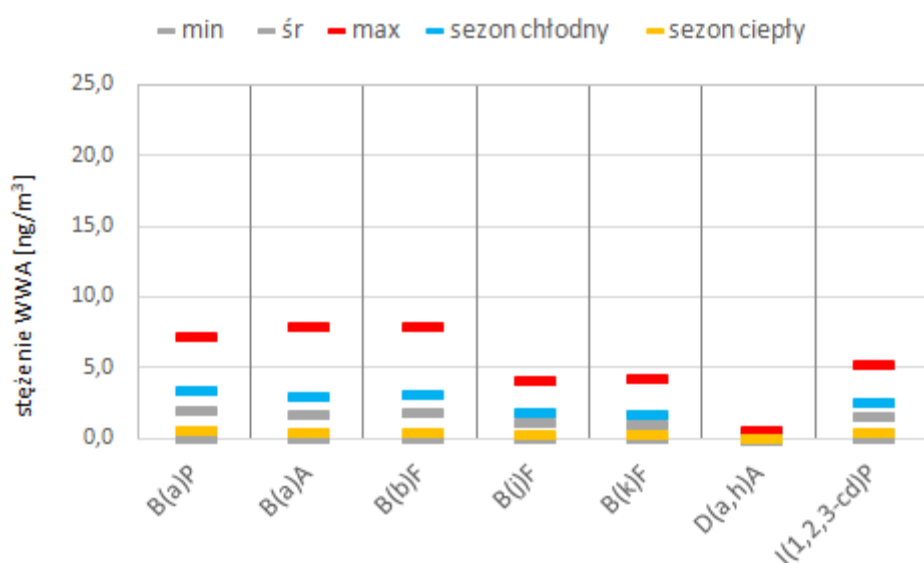
Zmienność stężeń 7 WWA w pylenie zawieszonym PM10 w 2020 r.



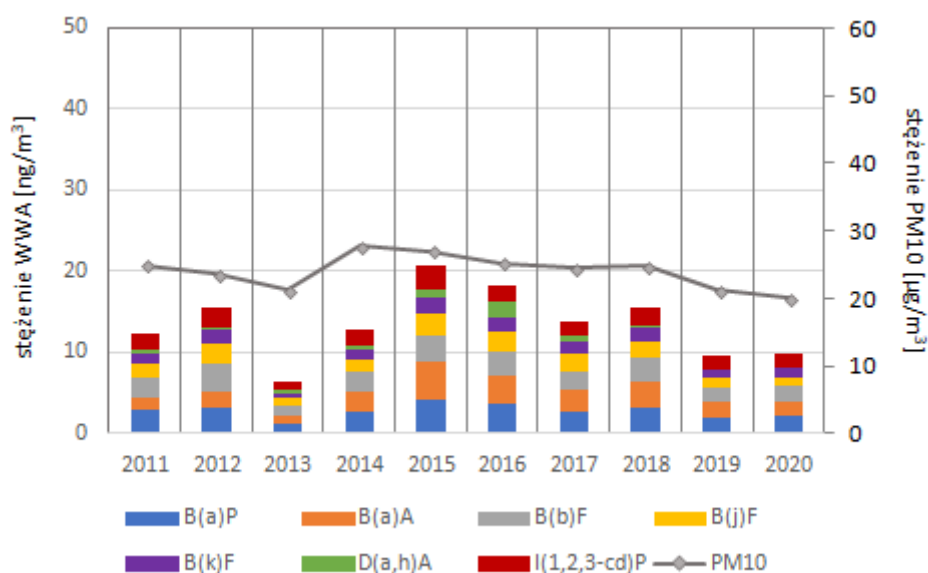
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Ciechocinek
Województwo	kujawsko-pomorskie
Liczba ludności	10 534
Stacja pomiarowa WWA	KpCiechTezni
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,09 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	21,4%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



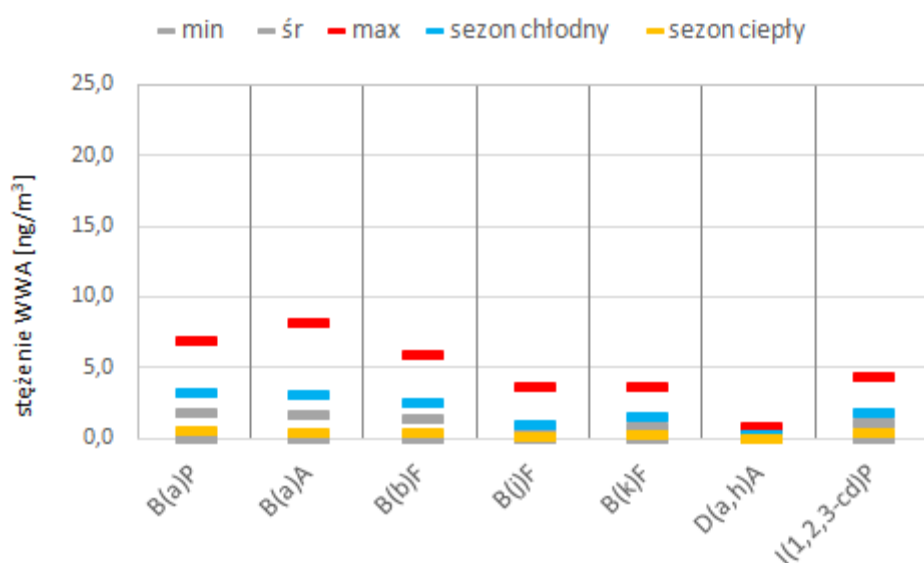
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



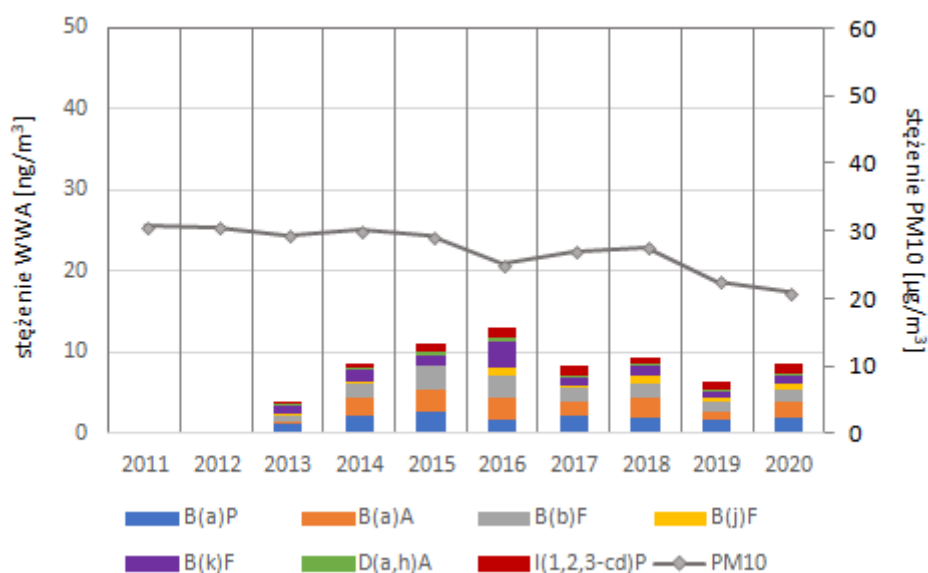
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Lublin
Województwo	lubelskie
Liczba ludności	338 586
Stacja pomiarowa WWA	LbLubSliwina
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,00 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	23,3%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



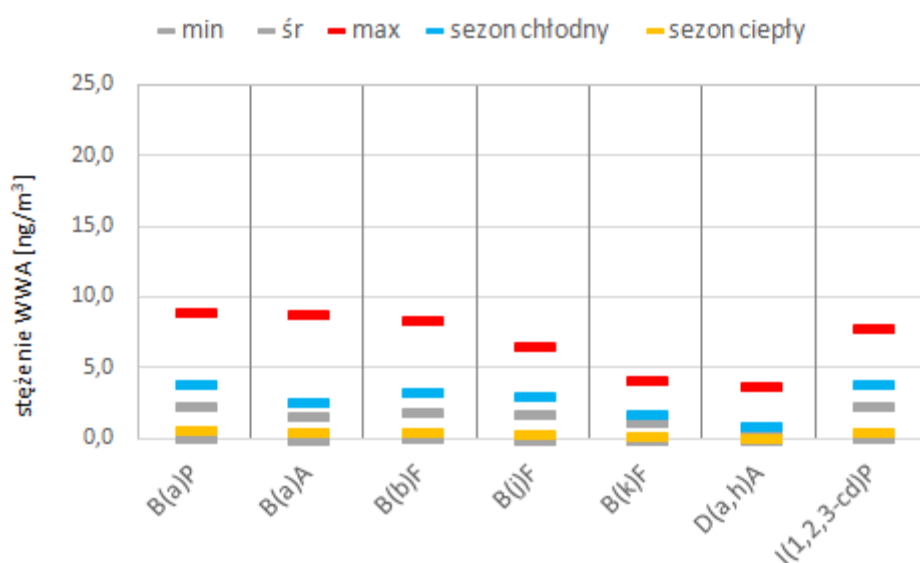
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w 2020 r.



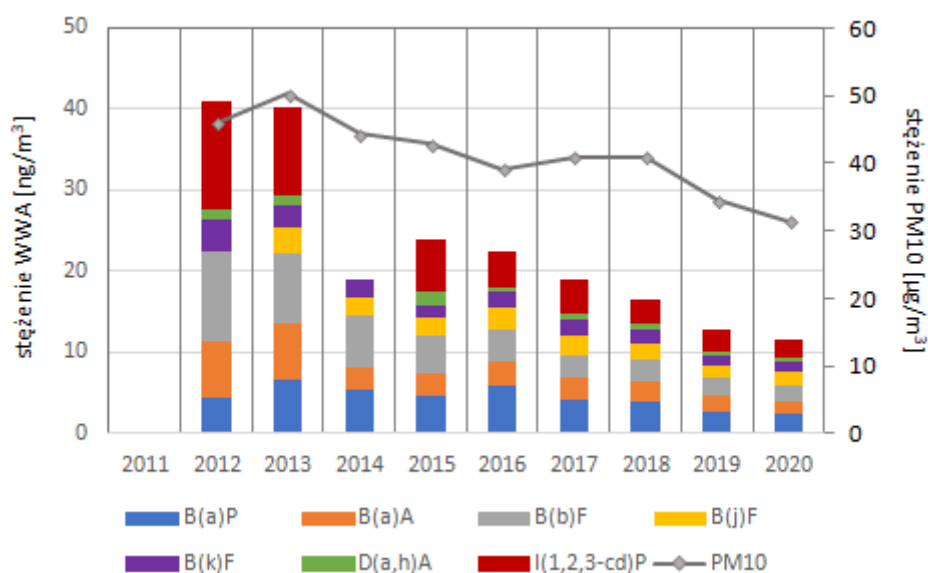
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Łódź
Województwo	łódzkie
Liczba ludności	672 185
Stacja pomiarowa WWA	LdLodzLegion
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,32 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	20,0%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	2,74 ng/m ³



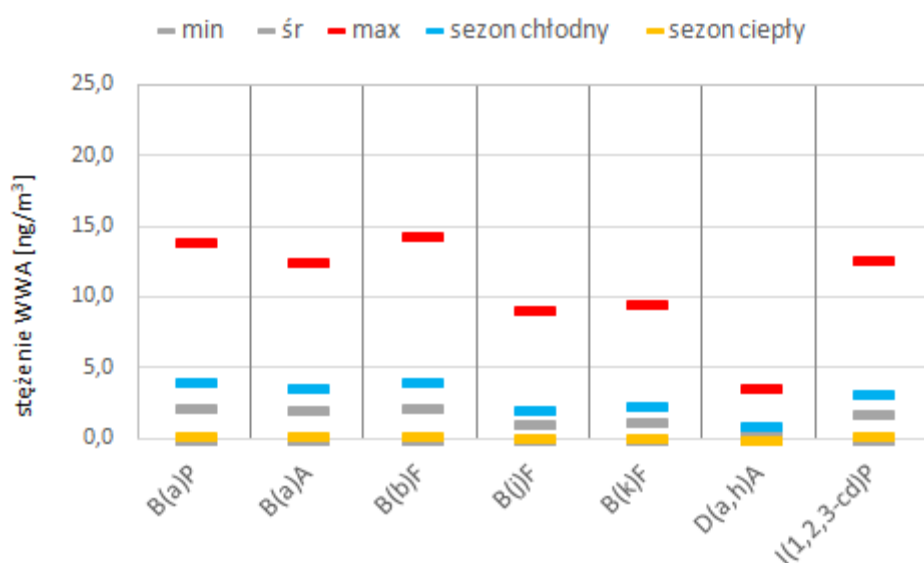
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



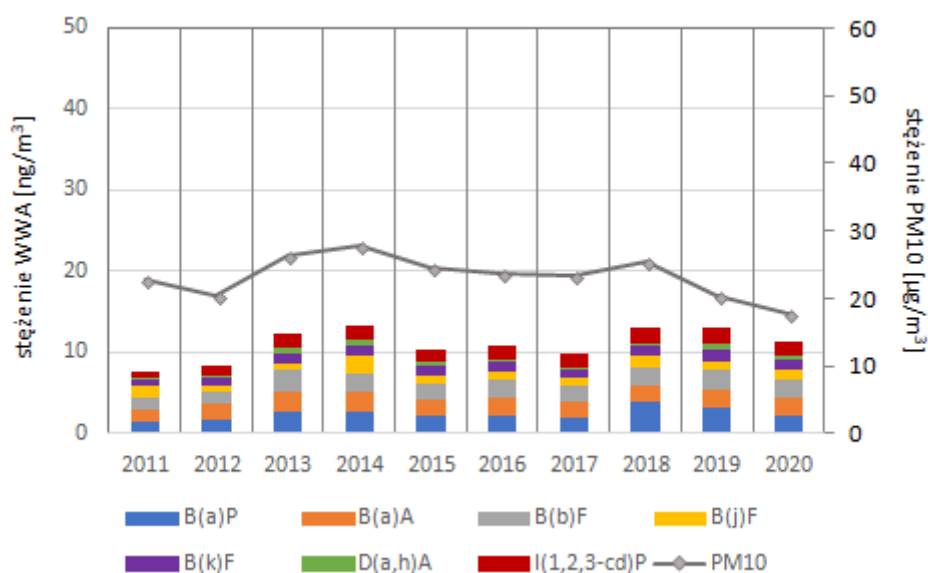
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Zielona Góra
Województwo	lubuskie
Liczba ludności	140 892
Stacja pomiarowa WWA	LuZielKrotka
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,27 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	19,9%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



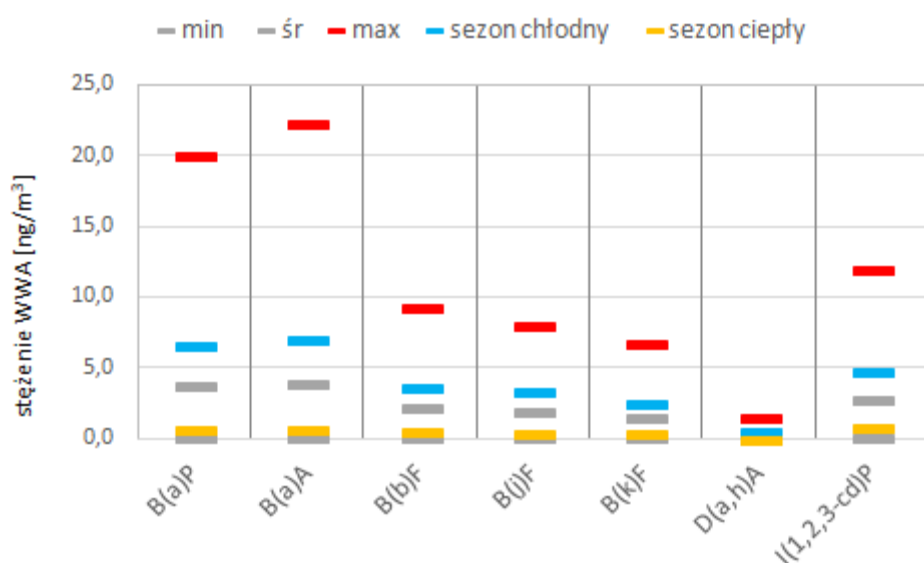
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



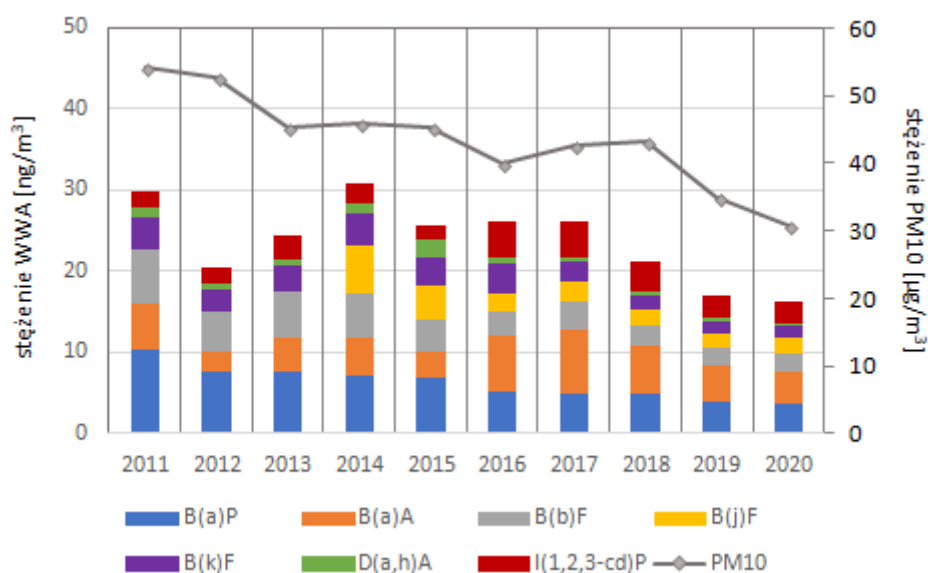
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Kraków
Województwo	małopolskie
Liczba ludności	779 966
Stacja pomiarowa WWA	MpKrakBujaka
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	3,73 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	22,8%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	3,88 ng/m ³



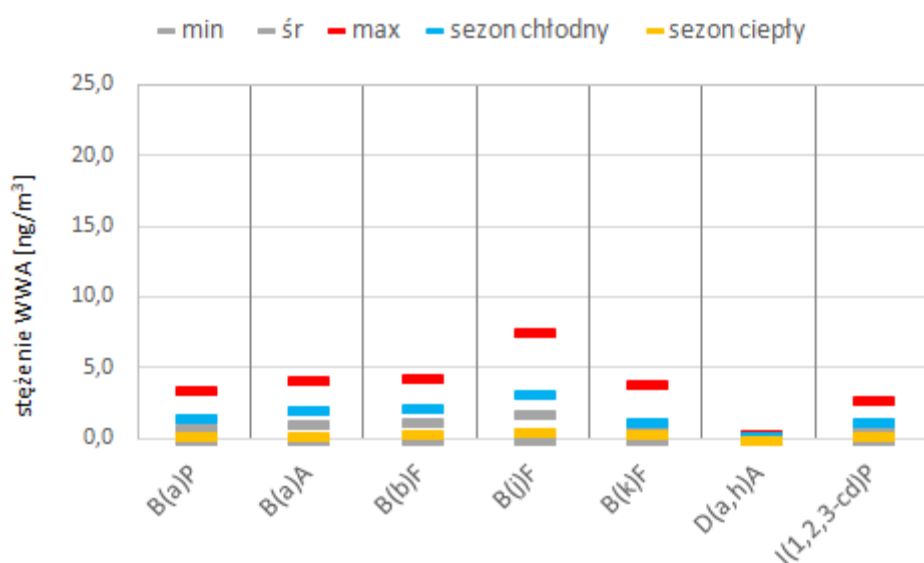
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



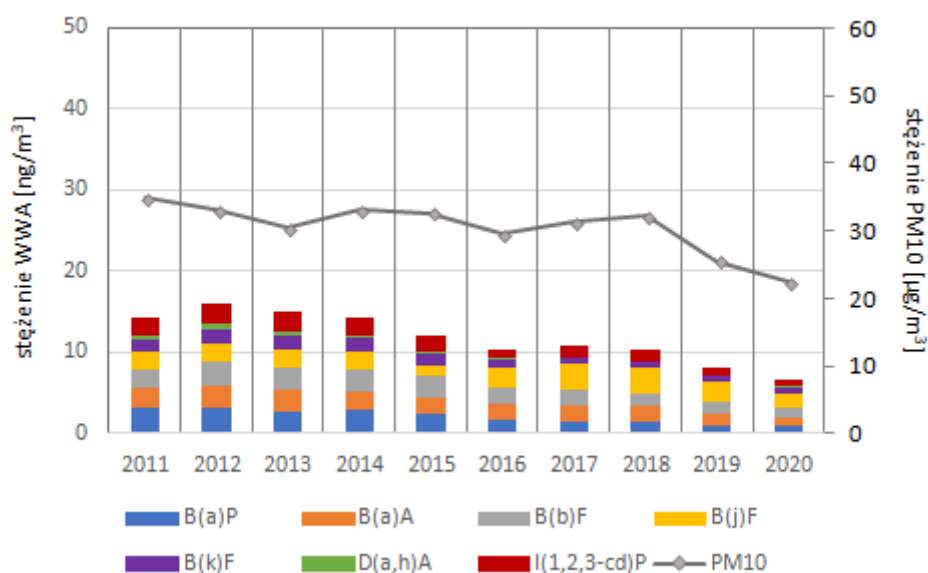
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Warszawa
Województwo	mazowieckie
Liczba ludności	1 794 166
Stacja pomiarowa WWA	MzWarAKrzywo
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,83 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	12,7%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	1,45 ng/m ³



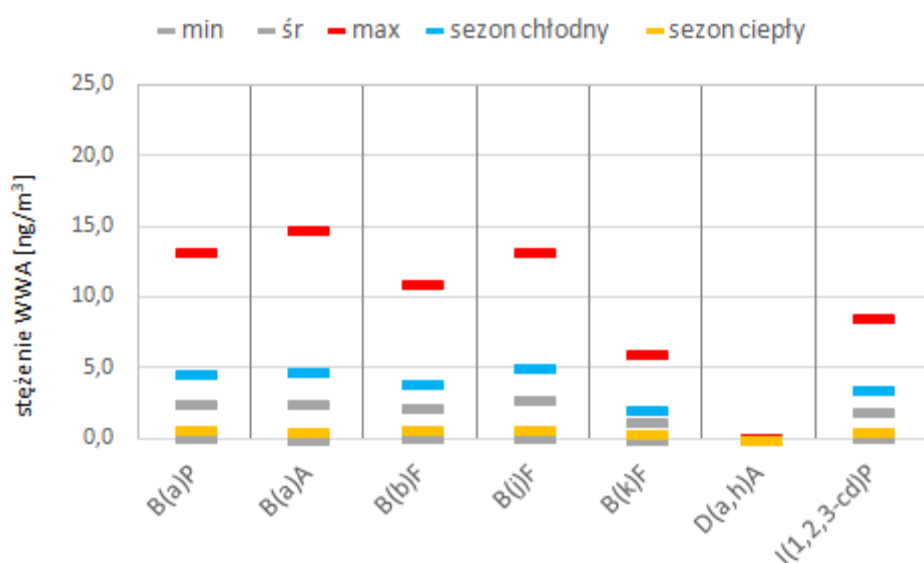
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



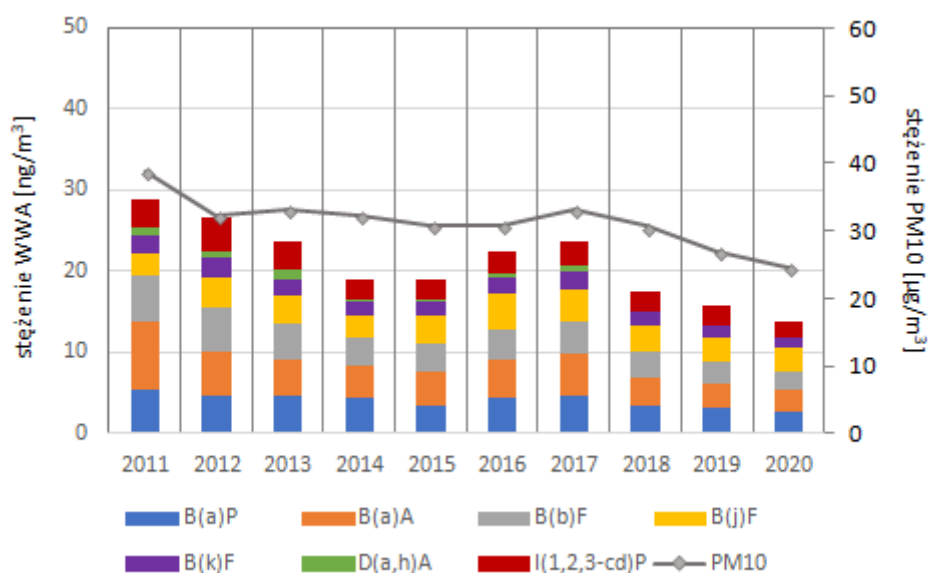
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Opole
Województwo	opolskie
Liczba ludności	127 839
Stacja pomiarowa WWA	OpoleOsAKr
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	2,66 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	19,3%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



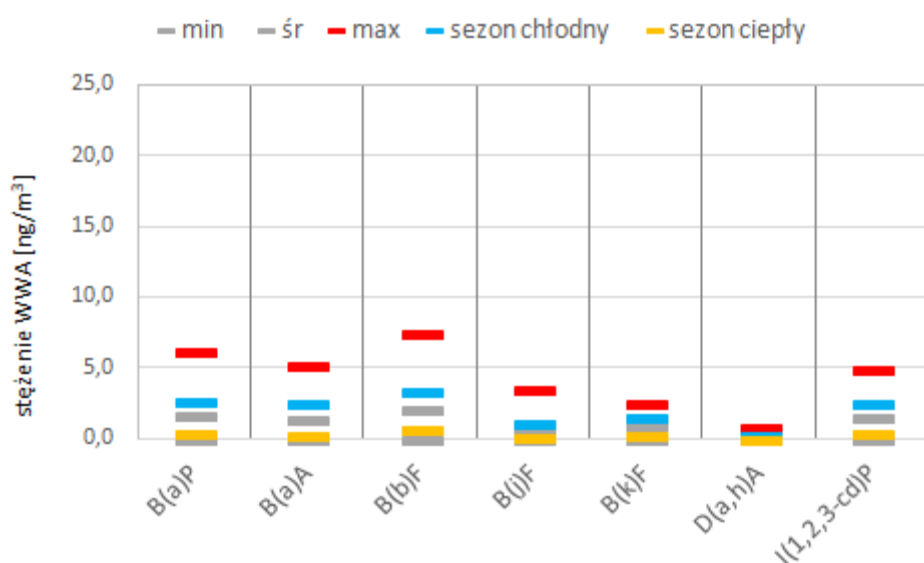
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



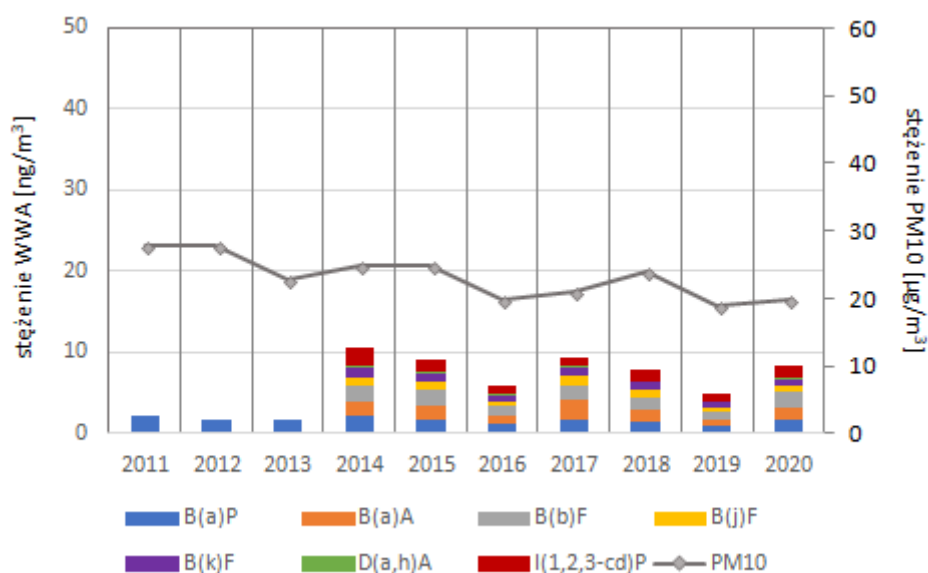
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Białystok
Województwo	podlaskie
Liczba ludności	296 958
Stacja pomiarowa WWA	PdBiałWaszyn
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,63 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	19,5%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	2
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



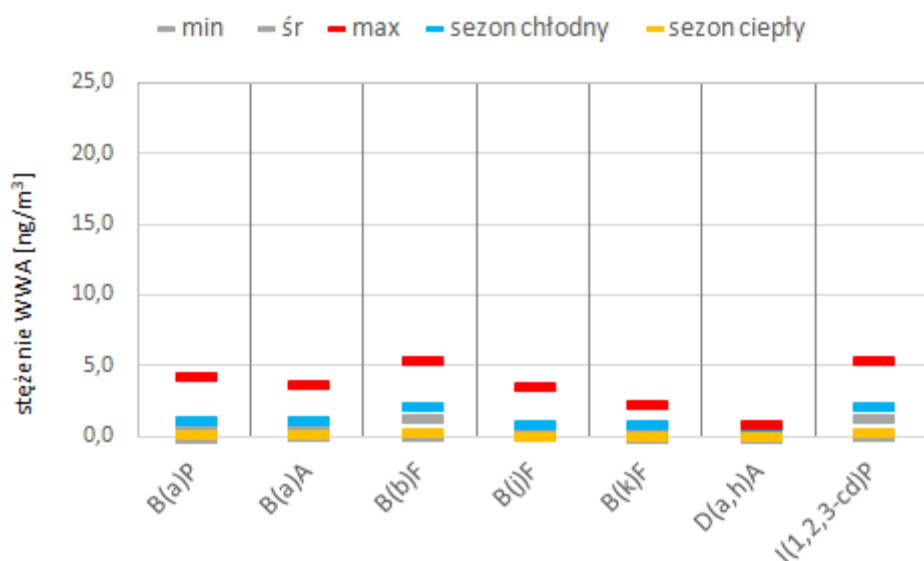
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



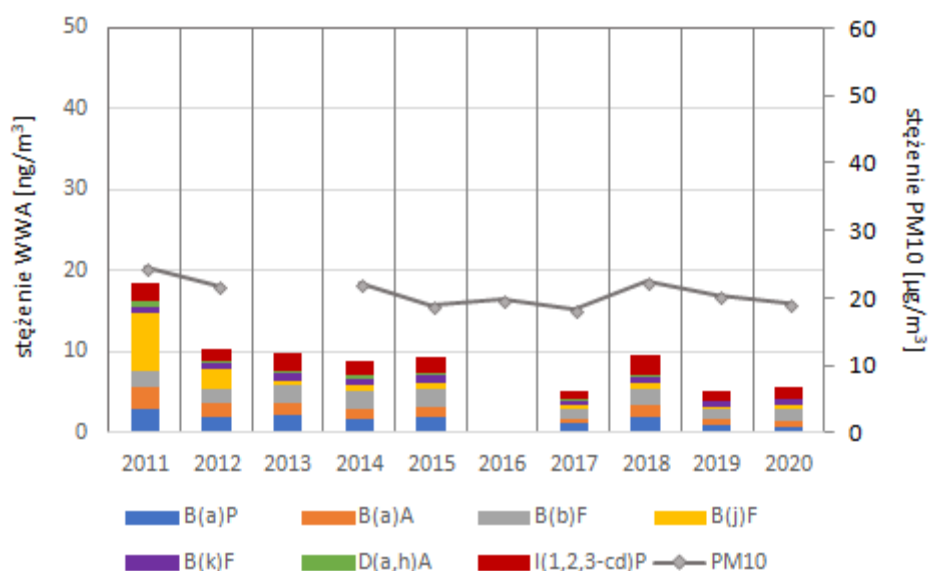
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Gdańsk
Województwo	pomorskie
Liczba ludności	470 805
Stacja pomiarowa WWA	PmGdaLecz08m
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,77 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	13,7%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	4
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



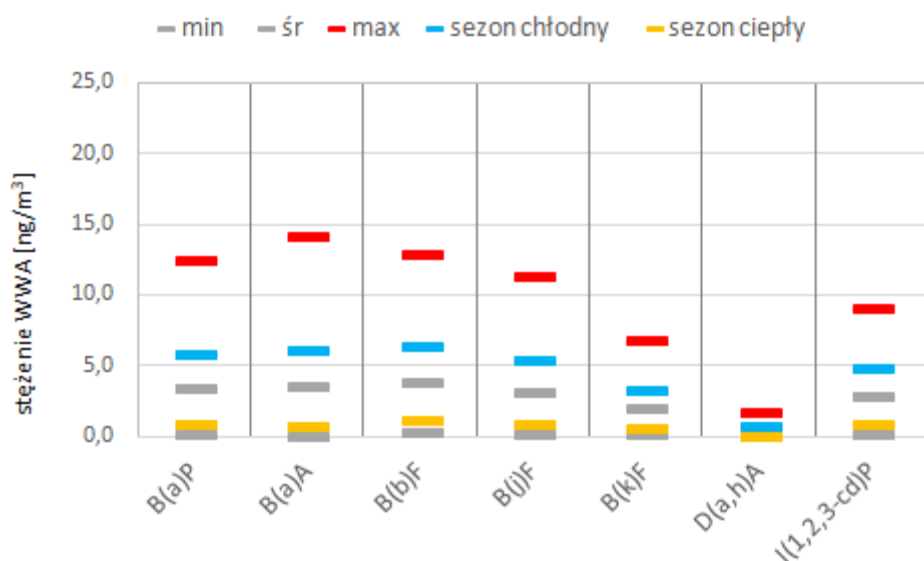
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



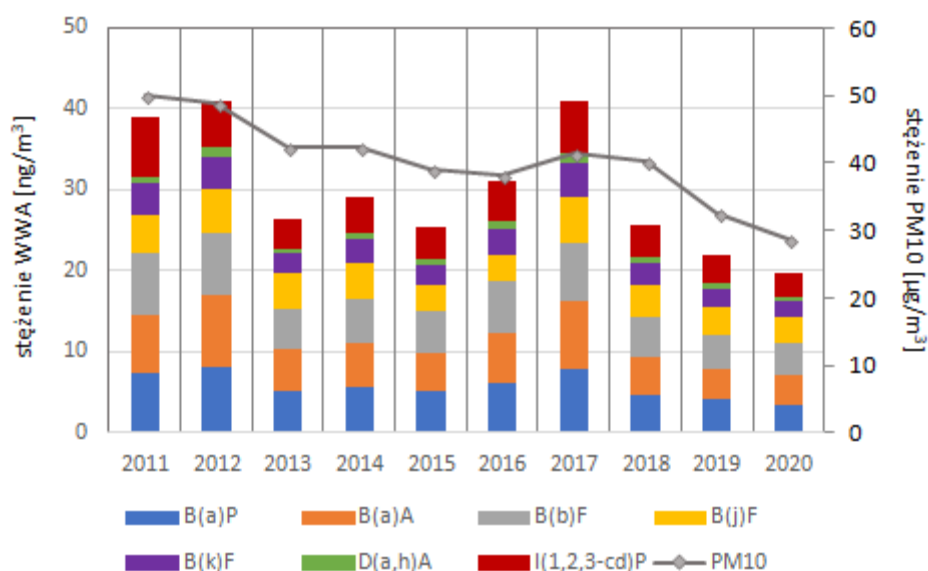
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Katowice
Województwo	śląskie
Liczba ludności	470 805
Stacja pomiarowa WWA	SKatoKossut
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	3,49 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	17,6%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



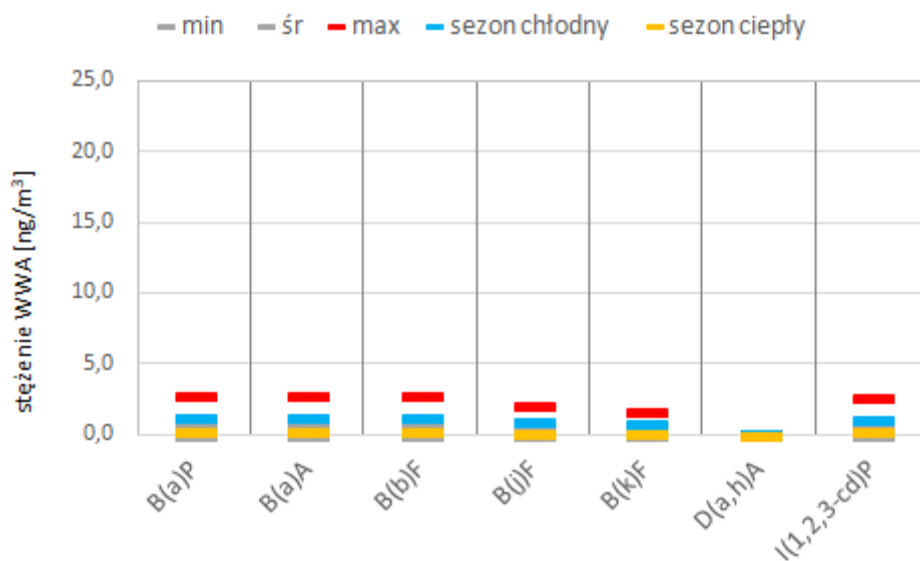
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



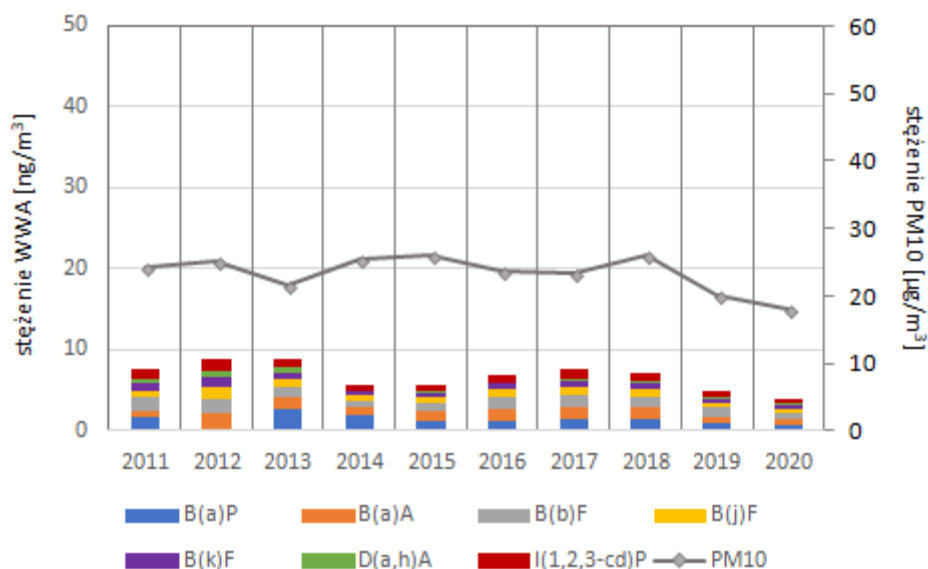
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Olsztyn
Województwo	warmińsko-mazurskie
Liczba ludności	171 249
Stacja pomiarowa WWA	WmOlsPuszk
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,77 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	19,1%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	1
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



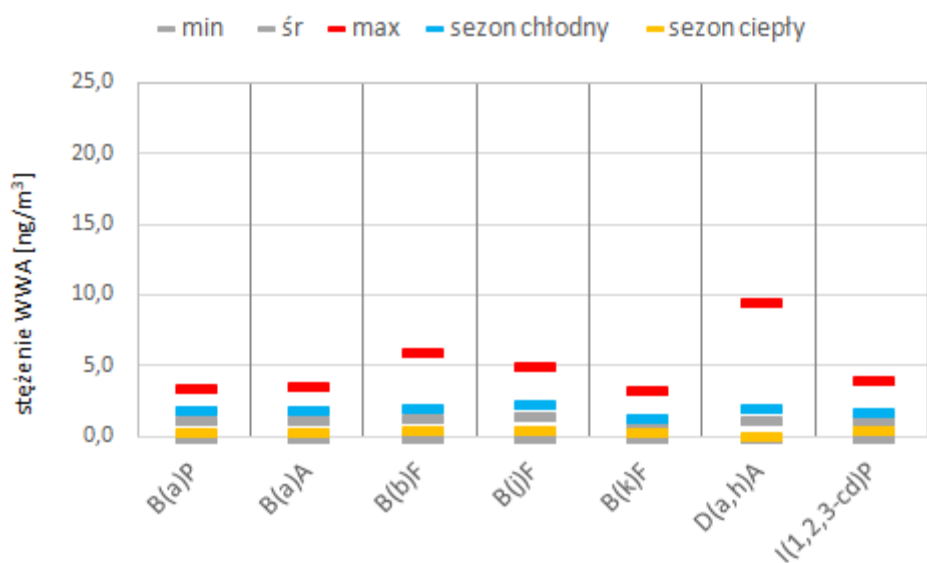
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



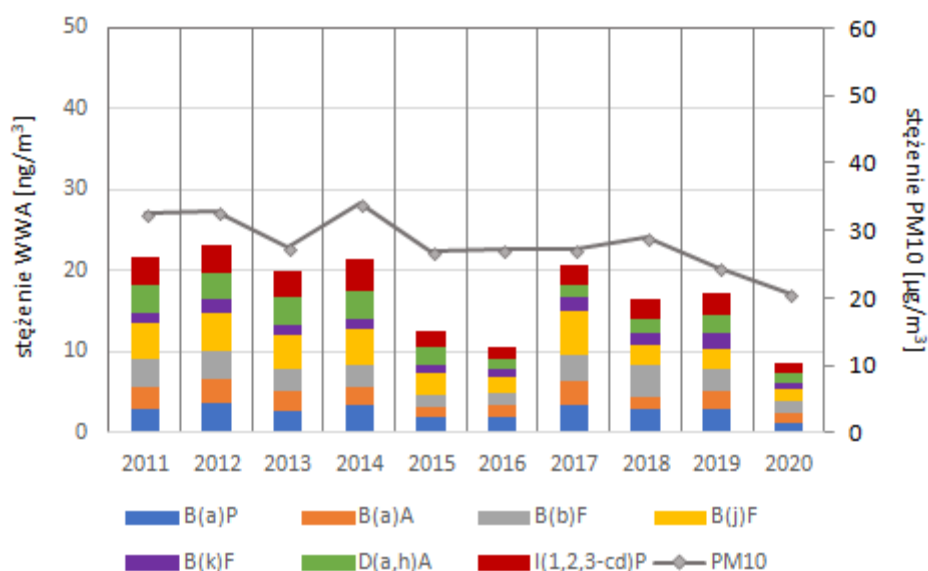
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Piła
Województwo	wielkopolskie
Liczba ludności	72 527
Stacja pomiarowa WWA	WpPilaKusoci
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	1,22 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	14,2%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	j.w. – 1 stacja



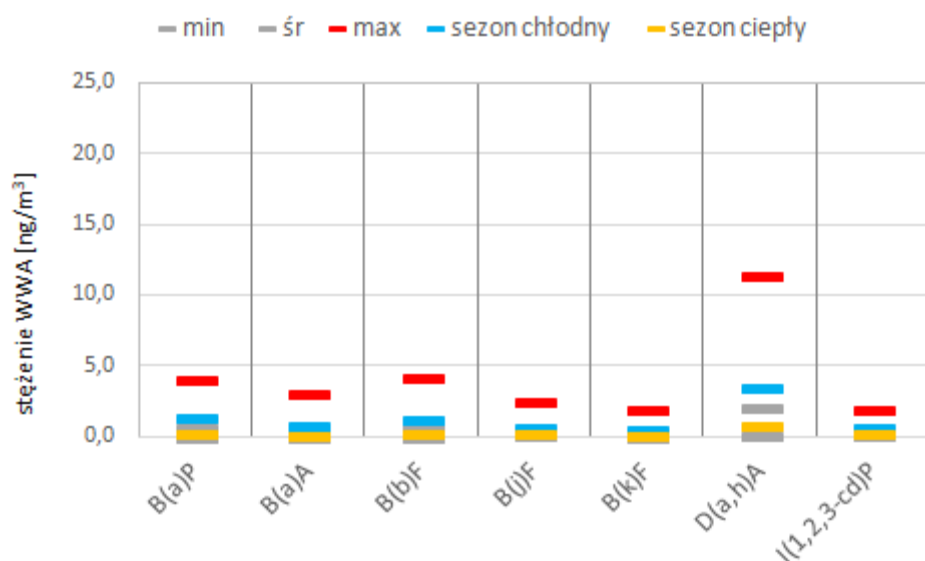
Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



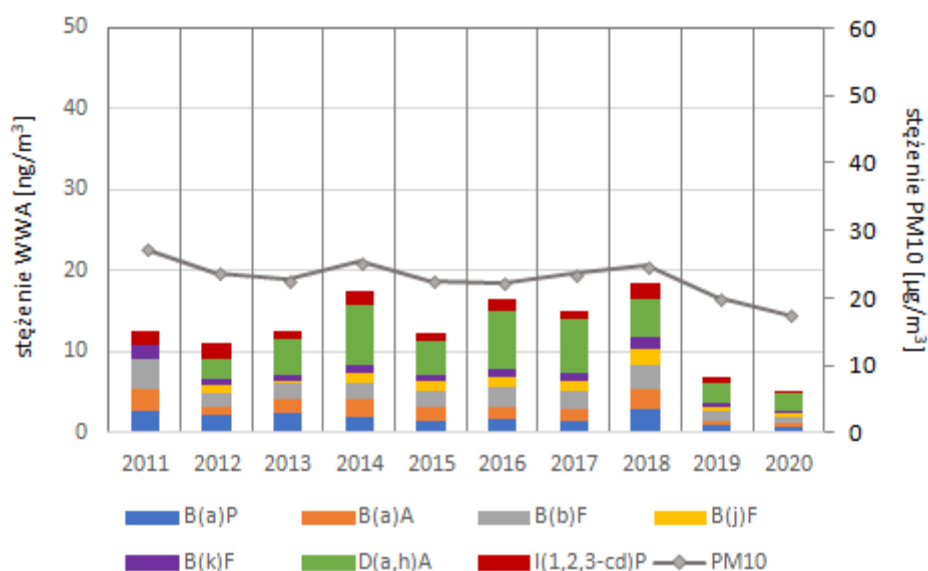
Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

Miasto	Szczecin
Województwo	zachodniopomorskie
Liczba ludności	398 255
Stacja pomiarowa WWA	ZpSzcAndr01
Dane pomiarowe z 2020 r.	
Stężenie B(a)P ze stacji pomiarowej WWA	0,75 ng/m ³
Udział B(a)P w sumie WWA	14,5%
Miejsce B(a)P wśród 7 WWA	3
Stężenie średnie B(a)P ze wszystkich stacji w mieście	0,94 ng/m ³



Zmienność stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 w 2020 r.



Wartości stężeń pyłu zawieszonego PM10 i zawartych w nim WWA w latach 2011-2020

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

8. Przyczyny wysokich stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ w Polsce i metody ich ograniczania

Wysokie stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM₁₀ występują w wielu miastach i aglomeracjach Polski, ale także w mniejszych miejscowościach, gdzie na większą skalę niż w aglomeracjach stosowane jest indywidualne ogrzewanie budynków, z wykorzystaniem pieców i palenisk na paliwa stałe, często o niskiej klasie i sprawności energetycznej.

Emitory związane z indywidualnym ogrzewaniem mieszkań i budynków usytuowane są na niewielkich wysokościach nad poziomem gruntu w obszarach z budownictwem mieszkaniowym, przez co bezpośrednio kształtują poziom zanieczyszczenia w miejscach przebywania ludzi. Koncentracja zanieczyszczenia wzrasta w okresie występowania niekorzystnych pod względem jakości powietrza warunków atmosferycznych, w tym niskiej prędkości wiatru i zjawiska tzw. inwersji termicznej. Dodatkowo niska temperatura powietrza powoduje zwiększenie zapotrzebowania na ciepło i w konsekwencji, wzrost emisji B(a)P w sezonie grzewczym. Zgodnie z informacjami zawartymi w rozdziale 3, dotyczącym emisji WWA, największy udział w emisji tych związków ma emisja z sektora komunalno-bytowego, w tym związana z ogrzewaniem budynków. Pochodzi ona z niskich emitorów, zlokalizowanych często na terenach z gęstą zabudową mieszkaniową, przez co ma ona na wielu obszarach wpływ na występowanie wysokich stężeń i przekroczenia wartości docelowej (określonej dla B(a)P w pyłe zawieszonym) i dopuszczalnych (określonych dla pyłu zawieszonego). Poprawę jakości powietrza w odniesieniu do benzo(a)pirenu i innych wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w pyłe PM₁₀ można uzyskać poprzez ograniczenie emisji przede wszystkim z tej kategorii źródeł emisji.

Do ograniczenia tzw. niskiej emisji komunalno-bytowej służą działania mające charakter techniczny, administracyjny, organizacyjny, ekonomiczny itp. Istotną rolę w kształtowaniu właściwych postaw pro-ekologicznych i podejmowania odpowiednich decyzji odgrywa poziom świadomości mieszkańców i edukacji ekologicznej.

Część działań została już zrealizowana np. poprzez zmiany legislacyjne. Niektóre działania są również przedmiotem rozwiązań administracyjno-organizacyjnych wdrażanych na poziomie krajowym oraz regionalnym i lokalnym. Obejmują one np. programy ochrony powietrza oraz plany działań długoterminowych opracowywane na mocy art. 91 i 92 ustawy – Prawo ochrony środowiska, programy wsparcia finansowego, programy rozwojowe czy administracyjne środki zarządczo-kontrolne. Więcej informacji na temat opracowanych programów ochrony powietrza oraz planów działań krótkoterminowych można znaleźć, między innymi, na Portalu Jakości Powietrza GIOŚ²³.

Działania mające na celu ograniczanie tzw. niskiej emisji przedstawiono i opisano szczegółowo w raporcie dotyczącym rocznej oceny jakości powietrza w strefach za rok 2020²⁴, w kontekście ograniczania emisji pyłu zawieszonego. Działania te powinny skutkować również ograniczaniem emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.

²³ http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/air_protection_programs

²⁴ GIOŚ 2021, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020. Zbiórny raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB i INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Skotak K., Warszawa, 2021

Kluczowe działania w zakresie ograniczania emisji zanieczyszczeń (szczególnie pyłu oraz zawartych w nim WWA) z sektora komunalno-bytowego, które są aktualnie wdrażane lub planowane są następujące:

- ✓ wprowadzenie standardów jakościowych dla paliw stałych,
- ✓ wprowadzenie i kontrola standardów emisyjnych dla kotłów, które są stosowane przy indywidualnym ogrzewaniu budynków,
- ✓ dofinansowanie modernizacji indywidualnych systemów grzewczych – kluczowe narzędzie stanowi program „Czyste Powietrze”, prowadzony przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej²⁵,

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

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

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

Programy wsparcia finansowego inwestycji wymiany indywidualnych nieefektywnych urządzeń grzewczych są realizowane również przez samorządy lokalne.

- ✓ utworzenie bazy urządzeń grzewczych spełniających wymagania programu priorytetowego „Czyste Powietrze”;
- ✓ podniesienie poziomu wiedzy ekologicznej ludności, promowanie zachowań proekologicznych;
- ✓ wprowadzanie lokalnych ograniczeń w zakresie stosowania paliw stałych do ogrzewania budynków i podgrzewania wody użytkowej oraz urządzeń grzewczych na paliwa stałe;
- ✓ utworzenie Centralnej Ewidencji Emisyjności Budynków (narzędzie wspierające wymianę pieców, skorelowane z wprowadzanymi zmianami w funkcjonującym programie „Stop Smog”).

²⁵ <https://czystepowietrze.gov.pl>

Część z wymienionych działań zmierzających do ograniczenia emisji zanieczyszczeń z sektora komunalno-bytowego została uwzględniona w przyjmowanych na poziomie województw uchwałach antysmogowych. Są one aktami prawa miejscowego. Aktualnie uchwały antysmogowe zostały przyjęte dla następujących województw lub ich części: małopolskiego, śląskiego, dolnośląskiego, mazowieckiego, łódzkiego, wielkopolskiego, opolskiego, podkarpackiego, lubuskiego, zachodniopomorskiego, kujawsko-pomorskiego, pomorskiego, świętokrzyskiego, lubelskiego.

Generalnie uchwały obejmują, między innymi, ograniczenia w zakresie:

- dopuszczalnego udziału masowego określonych frakcji ziaren węgla kamiennego i/lub brunatnego wykorzystywanego na cele grzewcze,
- zakazu wykorzystania paliw opartych na węglu brunatnym,
- zakazu stosowania mułów i flotokoncentratów oraz mieszanek z ich udziałem na cele ogrzewania,
- dopuszczalnej wilgotności drewna,
- wymagań jakościowych względem kotłów, pieców i kominków.

9. Podsumowanie

Emisja

WWA w środowisku występują powszechnie zawsze w postaci mieszaniny. Obecność jednego związku z grupy WWA w próbie środowiskowej jest jednoznaczna z obecnością innych związków z tej grupy. Głównym źródłem WWA jest proces spalania paliw kopalnianych: węgla i ropy naftowej, co oznacza, że wiele sektorów gospodarki przyczynia się do emisji tych związków do atmosfery (m.in. energetyka, transport, gospodarstwa domowe czy przemysł). W przypadku Polski głównym źródłem emisji WWA są przede wszystkim źródła komunalno-bytowe (ponad 94% emisja całkowitej). W Europie wysokość emisji WWA szacuje się na ponad 700 Gg, a udział emisji z Polski w łącznej emisji europejskiej jest największy, głównie za sprawą emisji B(b)F i B(a)P. Trend redukcji emisji kluczowego WWA, jakim jest B(a)P, w Polsce na tle innych krajów europejskich w okresie 1990-2017 wskazuje na relatywnie niewielkie zmiany, niemniej jednak ocena zmian emisji w ostatniej dekadzie wskazuje na wyraźną redukcję emisji w przypadku Polski wynoszącą 40% i jest to, obok Belgii, największa redukcja wśród krajów europejskich.

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Polsce

Pomiary stężeń 7 WWA w pyłe zawieszonym PM10 są prowadzone na 19 stacjach w Polsce – 15 stacjach tła miejskiego, 1 stacji podmiejskiej i 3 stacjach pozamiejskich. Na stacjach miejskich i podmiejskiej notowane są zbliżone wartości stężeń poszczególnych WWA, a dużo niższe wartości są typowe dla stacji pozamiejskich. W uśrednionych wynikach stężeń poszczególnych WWA na pierwszym i drugim miejscu znajdują się B(b)F i B(a)P, a na trzecim – B(a)A. Tylko na dwóch stacjach B(a)P zajmuje dalsze niż trzecie miejsce w kolejności występowania w sumie WWA – w Warszawie i Gdańsku. Jego udział w sumie WWA dla wyników średnich w Polsce wyniósł 19,0%. W rozkładzie przestrzennym stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 widać wyraźny gradient: najmniejsze wartości występują w miastach na północy Polski i rosną one w miarę przesuwania się na południe, osiągając maksymalne wartości na stacjach w Kielcach, Katowicach i Krakowie. W przebiegu dobowych wartości stężeń WWA zaznacza się bardzo wyraźna przewaga wartości obserwowanych w sezonie chłodnym nad wartościami z ciepłego półrocza. Spadki stężenia pyłu zawieszonego PM10 w 2020 r. w stosunku do roku poprzedniego nie przełożyły się bezpośrednio na identyczne zmiany stężeń badanych WWA. Uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne wszystkich WWA są mniejsze niż w 2019 r., spadek sumy stężeń WWA wyniósł 6,5%, ale na poszczególnych stacjach sytuacja przedstawia się różnie. Tylko na 5 spośród 19 stacji notuje się spadek stężeń wszystkich badanych WWA. W stosunku do wartości średniej z wielolecia 2011-2019 w przypadku sumy stężeń WWA widać spadek na wszystkich stacjach, oprócz stacji w Zielonej Górze i Białymstoku oraz stacji w Lublinie, gdzie wartość utrzymała się na poziomie zbliżonym do średniej.

Suma stężeń WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie

Stężenia WWA w pyłe zawieszonym PM10 w Europie w roku 2020 oznaczane były w 26 krajach na 786 stacjach. Najwięcej stacji zlokalizowanych było we Włoszech, w Polsce, Niemczech i Hiszpanii (powyżej 100 stacji w kraju). Tylko 137 stacji w 8 krajach (Włoszech, Polsce, Niemczech, Hiszpanii, Francji, Austrii, Chorwacji i na Malcie) wykonuje oznaczenia wszystkich 7 rozważanych w opracowaniu WWA. Wśród tych 8 krajów, wartości sumy stężeń WWA

wskazują na najwyższe stężenia w Polsce i Chorwacji, znacznie różniące się poziomem od pozostałych krajów. Analiza zmian sumy stężeń WWA w roku 2020 w stosunku do roku 2019 wskazuje na spadek stężeń w Hiszpanii (44%) i w Polsce (15%). Największy, ponad 40% wzrost stężeń dotyczył Francji i Austrii. Najwyższy udział stężenia B(a)P w średnim stężeniu sumy WWA w 2020 roku spośród krajów europejskich poddanych analizie zanotowano w przypadku Austrii (blisko 37%) i Polski (28%) zaś najniższe, nie przekraczające 13%, dla Niemiec oraz Hiszpanii.

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

Stężenia B(a)P w pyle zawieszonym PM10 w Polsce były mierzone w 2020 r. na 157 stacjach pomiarowych, na których wykonywane są również pomiary stężenia pyłu zawieszonego PM10. Największe średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla typu stacji i obszaru, obserwuje się na stacjach tła miejskiego, a najmniejsze na stacjach pozamiejskich. Największe wartości średnie stężenia B(a)P w pyle zawieszonym PM10 zanotowano w 2020 r. w województwach: małopolskim, śląskim i świętokrzyskim. Pierwsze trzy maksima stężenia B(a)P dla pojedynczych stacji przypadają na: województwo małopolskie – stację w Nowym Targu, województwo dolnośląskie – stację w Nowej Rudzie oraz województwo śląskie – stację w Rybniku. Rozkład przestrzenny stężeń średnich rocznych B(a)P w pyle zawieszonym PM10 pokazuje bardzo wyraźny gradient wartości – od najniższych na północy kraju, poprzez średnie w centrum kraju, po największe na południu Polski. Średnie roczne stężenie B(a)P, uśrednione dla wszystkich stacji w skali kraju, wynosiło w 2020 r. 3,15 ng/m³. Na 33% stacji w kraju uzyskano wartości stężenia średniego rocznego wyższe od średniego dla całego kraju. Najwięcej wartości średnich rocznych stężenia B(a)P w pyle zawieszonym PM10 – 46% – znajduje się w przedziale od 2,01 do 4,00 ng/m³. W ocenie jakości powietrza, przeprowadzonej dla 2020 roku, dla benzo(a)pirenu w 39 strefach spośród 45 ocenianych stwierdzono przekroczenie poziomu docelowego i zaliczono je do klasy C. Najwyższe stężenia B(a)P w 2020 r. obserwuje się w miastach o liczbie mieszkańców 10-25 tys. i 25-50 tys., najniższe w największych aglomeracjach, ponad 500 tys. mieszkańców. Niewiele wyższe od notowanych w aglomeracjach są również stężenia w najmniejszych miastach – o liczbie mieszkańców poniżej 10 tys.

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

Ocenę zmienności stężeń B(a)P w Europie przeprowadzono dla roku 2020 na podstawie wyników pomiarów pochodzących z 783 stacji funkcjonujących w 26 krajach. Najwięcej stacji (powyżej 100 w danym kraju) zlokalizowanych było we Włoszech, Polsce i w Niemczech. Uśrednione wyniki dla poszczególnych krajów wskazują na najwyższe stężenie dla Polski. Wysokie stężenia przekraczające 1 ng/m³, uzyskano ponadto dla Chorwacji, Czech i Słowacji. Analiza względnych zmian stężeń B(a)P z roku na rok w krajach Europy (w roku 2020 w stosunku do roku poprzedniego) pokazuje wzrost dla 12 z 25 krajów. Największy wzrost dotyczy Grecji (blisko 280%) i Cypru (80%). Wśród 13 krajów, dla których zaobserwowano spadki, największy dotyczył Portugalii (blisko 59%) oraz Finlandii i Norwegii (ponad 30%). w przypadku Polski, spadek uśrednionej wartości B(a)P wyniósł nieco ponad 4%. Ocena zmienności stężenia B(a)P z uwzględnieniem typu obszaru wskazują, że wśród analizowanych krajów najwyższe wartości dla większości z nich, w tym Polski, obserwowane są na obszarach miejskich.

10. Bibliografia

1. GIOŚ 2021, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2020. Zbiórny raport krajowy z rocznej oceny jakości powietrza w strefach wykonanej przez GIOŚ według zasad określonych w art. 89 ustawy-Prawo ochrony środowiska”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB i INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Kobus D, Iwanek J., Skotak K., Warszawa, 2021
2. GIOŚ 2021, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2020 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2021
3. GIOŚ 2020, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2019 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez konsorcjum: Instytut Ochrony Środowiska – PIB oraz INFAIR Dominik Kobus, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Skotak K., Warszawa, 2020
4. GIOŚ 2020, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2019 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2020
5. 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”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Skotak K., Warszawa, 2019
6. GIOŚ 2019, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2018 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Warszawa, 2019
7. GIOŚ 2019, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2018 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2019
8. GIOŚ 2018, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2017 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2018
9. GIOŚ 2017, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2016 w zakresie składu pyłu PM10 i PM2,5 oraz depozycji metali ciężkich

- i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2017
10. GIOŚ 2016, „Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2015 roku”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Kobus D., Mitosek G., Parvi R., Warszawa, 2016
 11. GIOŚ 2016, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2015 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2016
 12. GIOŚ 2015, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2014 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2015
 13. GIOŚ 2014, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2013 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Warszawa, 2014
 14. GIOŚ 2013, „Ocena zanieczyszczenia powietrza na stacjach monitoringu tła regionalnego w Polsce w roku 2012 w zakresie składu pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} oraz depozycji metali ciężkich i WWA”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Skotak K., Degórska A., Prządka Z., Śnieżek T., Warszawa, 2013
 15. GIOŚ 2012, „Ocena zanieczyszczenia powietrza metalami ciężkimi i WWA oraz ocena składu pyłu PM_{2,5} na stacjach tła regionalnego w Polsce w latach 2010-2011”, praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Degórska A., Prządka Z., Skotak K., Śnieżek T., Warszawa, 2012
 16. MSC-E, CCC, CEIP, IOŚ-PIB 2021, „Heavy metals and POPs: Pollution assessment of toxic substances on regional and global scales” Ilyin I., Batrakova N., Gusev A., Kleimenov M., Rozovskaya O., Shatalov V., I.Strijkina O.Travnikov, Breivik K., Halvorsen H. L., Nizetto P. B., Pfaffhuber K. A., Aas W., Mareckova K., Poupa S., Wankmueller R., Ullrich B., Degórska A., EMEP Status Report 2/2021
 17. MSC-E i IOŚ-PIB 2021, “Assessment of PAH pollution levels, key sources and trends: contribution to analysis of the effectiveness of the POPs Protocol”, Gusev A., Batrakova N., Rozovskaya O., Shatalov V., Vulyh N., Degórska A., MSC-E Technical Report 2/2021.

Dokumenty w zakresie prawa krajowego i dokumenty programowe

1. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2021, poz. 845)
2. Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 11 grudnia 2020 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2020 r. poz. 2279)
3. Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2010, Nr 16, poz. 87)
4. 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 poz. 1860)
5. Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. - Prawo ochrony środowiska (Dz.U. z 2020 poz. 1219, z późn. zm.)
6. Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2020. Monitoring jakości powietrza. GIOŚ, 2020
7. Wykonawczy Program Państwowego Monitoringu Środowiska na rok 2021. Monitoring jakości powietrza. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2020, Warszawa

Dokumenty w zakresie prawa Unii Europejskiej

1. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (Dz. Urz. UE L 152 z 11.06.2008, str. 1 oraz Dz. Urz. UE L 226 z 29.08.2015)
2. 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)
3. 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)
4. Dyrektywa 2001/81/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001 r. w sprawie krajowych poziomów emisji dla niektórych rodzajów zanieczyszczenia powietrza (Dz. Urz. UE L 309 z 27.11.2001)
5. 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)
6. 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)

Bazy danych

1. Bank danych pomiarowych GIOŚ (<http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives>)
2. Baza danych Europejskiej Agencji Środowiska AQ e-Reporting (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/aqereporting-9>)
3. Baza danych LRTAP (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/national-emissions-reported-to-the-convention-on-long-range-transboundary-air-pollution-lrtap-convention-15>)