



Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2016 roku



Praca wykonana na podstawie umowy nr 46/2015/F z dnia 3.11.2015r. zawartej pomiędzy Głównym Inspektoratem Ochrony Środowiska a Instytutem Ochrony Środowiska – Państwowym Instytutem Badawczym, finansowanej ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej na podstawie umowy nr 810/2014/Wn-50/MN-PO-CR/D z dnia 21.11.2014 r.

Warszawa 2017

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym (przez zespół w składzie: Jacek Iwanek, Grażyna Mitosek, Dominik Kobus), na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska, na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS).

*Przy cytowaniu danych należy podawać źródło danych:
Państwowy Monitoring Środowiska - Inspekcja Ochrony Środowiska*

SPIS TREŚCI

1.	Wstęp	1
2.	Emisja WWA.....	2
3.	System pomiarowy stężeń WWA	7
4.	Stężenia WWA.....	7
4.1	Stężenia benzo(a)pirenu	15
4.2	Stężenia benzo(a)antracenu	23
4.3	Stężenia benzo(b)fluorantenu	27
4.4	Stężenia benzo(j)fluorantenu	32
4.5	Stężenia benzo(k)fluorantenu	37
4.6	Stężenia dibenzo(a,h)antracenu	42
4.7	Stężenia indeno(1,2,3-cd)pirenu.....	47
5.	Wnioski	52

1. Wstęp

W opracowaniu przedstawiono ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) w Polsce w 2016 roku. W pracy uwzględniono stężenia następujących WWA: benzo(a)antracen, benzo(b)fluoranten, benzo(j)fluoranten, benzo(k)fluoranten, indeno(1,2,3-cd)piren i dibenzo(a,h)antracen, benzo(a)piren.

Informacje zawarte w pracy opracowano na podstawie wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) w 2016 r., przekazywanych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska (WIOŚ) do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) i zgromadzonych w krajowej bazie danych JPOAT2.0. Dane na temat stężeń WWA z innych krajów europejskich uzyskano z bazy danych Europejskiej Agencji Środowiska (EAŚ).

Omówienie stężeń dla każdego z WWA oddzielnie poprzedzono rozdziałem dotyczącym emisji WWA do powietrza, opisem systemu pomiarowego WWA w Polsce oraz przedstawieniem ogólnych informacji o zanieczyszczeniu powietrza WWA w kraju. Pokazano też poziom stężeń benzo(a)pirenu w Polsce na tle wyników pomiarów z innych krajów europejskich.

Przedstawiając i omawiając wyniki oceny jakości powietrza dla poszczególnych WWA, każdorazowo podawano informacje na temat zbioru i liczby stanowisk wykorzystanych do oceny. W opracowaniu, oprócz wyników ze stanowisk tła miejskiego, przedstawiono też wyniki z innych typów stanowisk pomiarowych. Dla każdego z WWA przedstawiono przebieg stężeń w 2016 r., stężenia średnie roczne na mapie i w tabeli, trendy zmian stężeń średnich rocznych dla wybranych stanowisk.

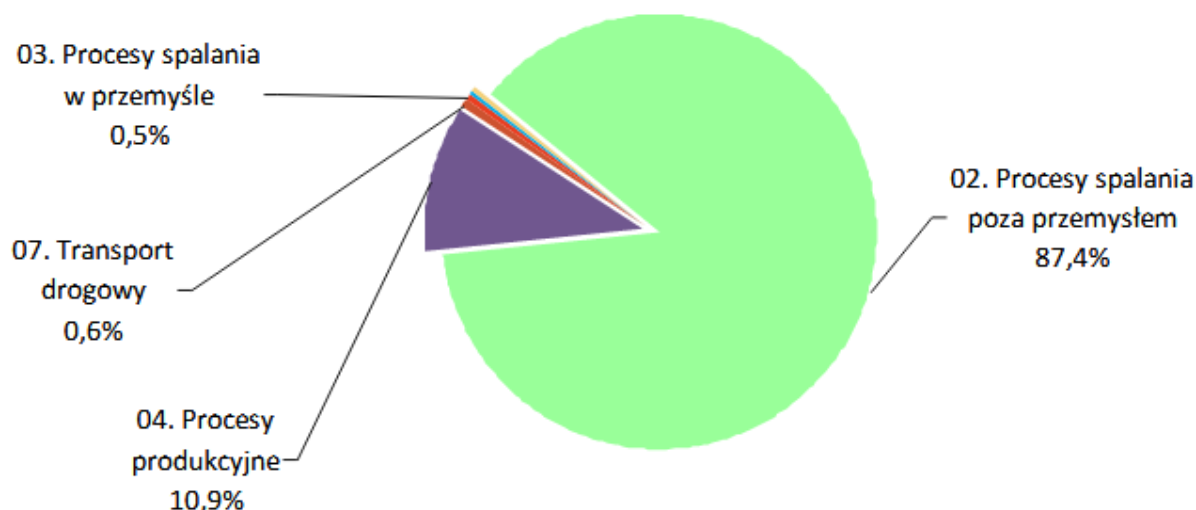
Wyniki pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza, zapisane w krajowej bazie danych JPOAT2.0 w postaci rocznych serii pomiarowych, podlegają dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem jest weryfikacja na poziomie poszczególnych województw, prowadzona przez WIOŚ. Drugim etapem jest dokonywanie, na zlecenie GIOŚ, przeglądu wyników na poziomie krajowym w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym (IOŚ-PIB). Serie zaakceptowane na obu poziomach poddawane są dodatkowej ocenie i selekcji pod kątem dotrzymania kryteriów, których spełnienie pozwala na poprawne obliczanie parametrów statystycznych na podstawie pomierzonych stężeń. W przypadku serii benzo(a)pirenu (B(a)P), w raporcie uwzględniono wyłącznie zatwierdzone wyniki wykorzystane wcześniej przez WIOŚ do oceny jakości powietrza w strefach. W przypadku pozostałych WWA, zaprezentowano dane, które przeszły pozytywnie proces dwustopniowej weryfikacji wyników. W tabelach i w tekście omówiono wyniki ze stanowisk, z których serie pomiarowe spełniały wspomniane wymagania dotyczące kompletności i rozłożenia pomiarów w ciągu roku.

W opracowaniu uwzględniono wyniki ze 129 stanowisk pomiarów stężeń benzo(a)pirenu, 19 stanowisk benzo(j)fluorantenu i z 22 stanowisk dla pozostałych WWA.

Ze względu na znaczną liczbę uwzględnionych stanowisk B(a)P wyniki dla tego zanieczyszczenia w tabelach przedstawiono w sposób zbiorczy dla każdego województwa oddzielnie. Dla pozostałych WWA w tabelach zestawiano wyniki z poszczególnych stanowisk pomiarowych.

2. Emisja WWA

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) powstają głównie podczas procesu spalania paliw stałych, odpadów, resztek roślinnych itp. w warunkach z miejscowym deficytem tlenu w palenisku. Zjawisko takie zachodzi, między innymi, w domowych piecach grzewczych na paliwa stałe, domowych piecach centralnego ogrzewania, kuchniach kaflowych, kominkach itp. Zgodnie z obliczeniami Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBIZE) emisja czterech WWA, uwzględnionych w tabelach 2-1 i 2-2 (B(a)A, B(b)F, B(k)F, IP), związana z ogrzewaniem budynków (procesy spalania poza przemysłem) stanowi 87% sumarycznej emisji tych WWA z terenu Polski (rys. 2-1). Dodatkowo do pogorszenia jakości powietrza znacząco przyczyniają się wszelkiego rodzaju emisje niezorganizowane, jak wypalanie ściernisk, spalanie resztek roślinnych na polach, działkach i w ogrodach, spalanie śmieci i odpadów w ogniskach i urządzeniach do tego nieprzystosowanych. Wymienione wyżej źródła emisji WWA występują powszechnie na terenie całego kraju. Z uwagi na niewielką wysokość punktu emisji nad powierzchnią gruntu (np. kominy domów jednorodzinnych lub powierzchnia ziemi przy spalaniu resztek roślinnych na polach i w ogrodach), emisja WWA prowadzi do występowania wysokich stężeń WWA na dużym obszarze kraju, nie tylko na terenie dużych miast i aglomeracji, ale także (i to w znaczącym stopniu) na obszarze mniejszych miejscowości i wsi z budynkami ogrzewanymi indywidualnie.



Rys. 2-1. Udział największych sektorów w emisji WWA w Polsce w roku 2015

Źródło: Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014 – 2015 w układzie klasyfikacji SNAP Raport syntetyczny. KOBiZE 2017

Kolejną kategorią źródeł emisji WWA powszechnie występujących na terenie całego kraju jest transport drogowy. Ocenia się, że emisja z samochodów stanowi ok. 0.43% całkowitej emisji B(a)P z kraju i ok. 0.6% sumarycznej emisji czterech WWA (benzo(a)pirenu, benzo(b)-fluorantenu, benzo(k)-fluorantenu, indeno(1,2,3-cd)-pirenu).

Około 18% B(a)P i 11% sumy emisji czterech WWA związane jest z procesami produkcyjnymi (głównie koksownie i produkcja aluminium). Znacznie mniejsze ilości WWA emitowane są do atmosfery z rafinerii ropy naftowej, hut żelaza, aluminium i miedzi, przy produkcji smoły, krezotu i węgla drzewnego oraz z innych zakładów wykorzystujących WWA w procesie produkcji. Emisje z tych źródeł mogą mieć istotne znaczenie jedynie lokalnie.

Wielkość emisji poszczególnych WWA z Polski w 2015 r., z podziałem na kategorie źródeł emisji, zamieszczono w tabeli 2-1, a procentowy udział emisji z każdej kategorii źródeł w emisji całkowitej podano w tabeli 2-2.

Tabela 2-1. Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w 2015 r. w Polsce z podziałem na sektory o największej emisji WWA

Źródło: IOŚ-PIB KOBIZE

Kategoria źródeł emisji	Emisja w Mg/rok				
	benzo(a)piren BaP	benzo(b)- fluoranten BbF	benzo(k)- fluoranten BkF	indeno(1,2,3 -cd)-piren IP	Suma 4 WWA
01. Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii	0.004	0.112	0.113	0.010	0.238
02. Procesy spalania poza przemysłem	32.384	39.049	8.373	42.093	121.899
03. Procesy spalania w przemyśle	0.006	0.228	0.357	0.110	0.702
04. Procesy produkcyjne	7.344	2.448	2.448	2.937	15.177
05. Wydobycie i dystrybucja paliw kopalnych	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
06. Zastosowanie rozpuszczalników i innych produktów	0.004	0.000	0.002	0.002	0.009
07. Transport drogowy	0.175	0.284	0.253	0.183	0.896
08. Inne pojazdy i urządzenia	0.507	0.001	0.001	0.001	0.508
Ogółem	40.423	42.121	11.547	45.337	139.429

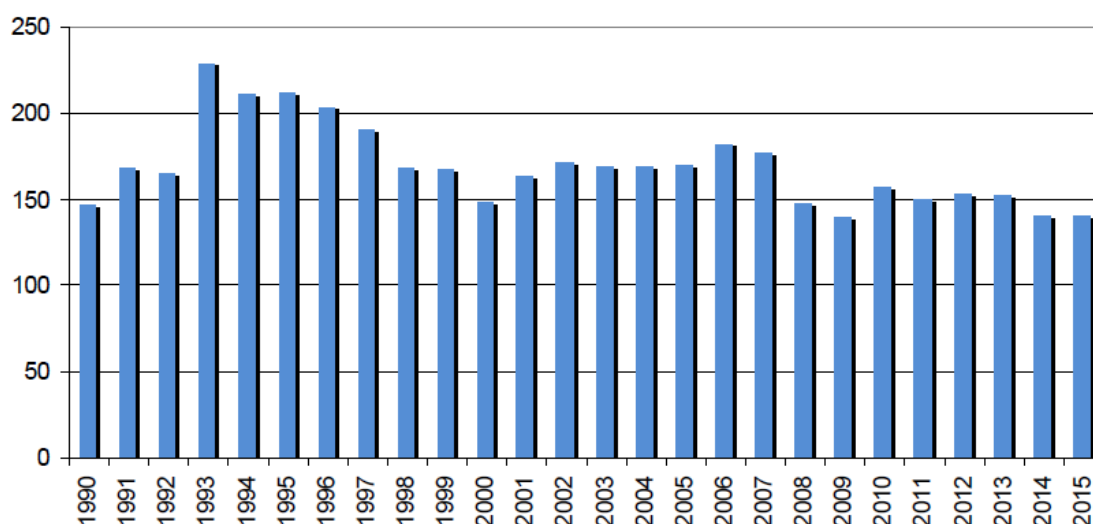
Tabela 2-2. Procentowy udział emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych z poszczególnych kategorii źródeł emisji w emisji całkowitej w 2015 r. w Polsce

Źródło: IOŚ-PIB KOBIZE

Kategoria źródeł emisji	benzo(a)piren BaP	benzo(b)- fluoranten BbF	benzo(k)- fluoranten BkF	indeno(1,2,3 -cd)-piren IP	Suma 4 WWA
01. Procesy spalania w sektorze produkcji i transformacji energii	0.01	0.27	0.98	0.02	0.17
02. Procesy spalania poza przemysłem	80.11	92.71	72.51	92.84	87.43

Kategoria źródeł emisji	benzo(a)piren BaP	benzo(b)- fluoranten BbF	benzo(k)- fluoranten BkF	indeno(1,2,3- cd)-piren IP	Suma 4 WWA
03. Procesy spalania w przemyśle	0.01	0.54	3.09	0.24	0.50
04. Procesy produkcyjne	18.17	5.81	21.20	6.48	10.89
05. Wydobycie i dystrybucja paliw kopalnych	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
06. Zastosowanie rozpuszczalników i innych produktów	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01
07. Transport drogowy	0.43	0.67	2.19	0.40	0.64
08. Inne pojazdy i urządzenia	1.25	0.00	0.01	0.00	0.36

W okresie 1990-2014 krajowa roczna emisja WWA do powietrza z terenu Polski wynosiła od 139.28 Mg/rok (2009 r.) do 228.31 Mg/rok (1993 r.) - rys. 2-2. W latach 2010-2013 emisja utrzymywała się na poziomie od 150 do 157 Mg/rok, przy zmianach z roku na rok nie przekraczających 5%. Emisja sumy czterech WWA w latach 2014-2015 była niższa niż w poprzednim czterolecu i wynosiła ok. 140 Mg/rok.



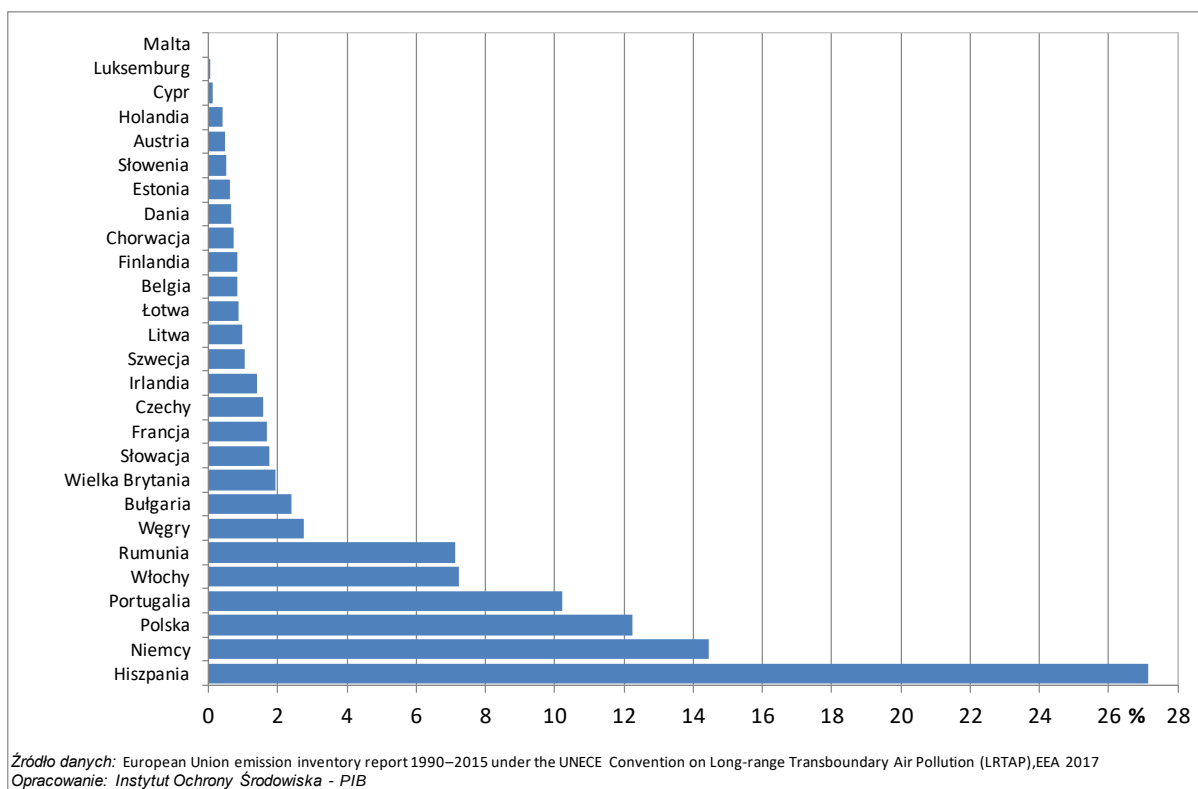
Rys. 2-2. Roczna sumaryczna emisja czterech wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (benzo(a)pirenu, benzo(b)-fluorantenu, benzo(k)-fluorantenu, indeno(1,2,3-cd)-pirenu) do powietrza z terenu Polski w latach 1990-2015 w Mg/rok. Źródło: *Poland's informative inventory report 2017*, KOBiZE 2017

W 2015 r. emisja z terenu Polski czterech wymienionych wyżej WWA (139 Mg) stanowiła ok. 12% łącznej emisji WWA z krajów Unii Europejskiej (tab. 2-3). Wyższą niż w Polsce emisję wykazały dwa kraje UE – Hiszpania i Niemcy (rys. 2-3).

Tabela 2-3. Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w 2015 r. w krajach Unii Europejskiej

Opracowano na podstawie: *European Union emission inventory report 1990–2015 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*, EEA 2017

Kraj	Emisja 4 WWA w 2015 r. [Mg]	Procentowy udział w emisji EU-28 [%]
Austria	5.3	0.5
Belgia	9.4	0.8
Bułgaria	27	2.4
Chorwacja	8.2	0.7
Cypr	1.2	0.1
Czechy	18	1.6
Dania	7.3	0.6
Estonia	7	0.6
Finlandia	9.4	0.8
Francja	19	1.7
Niemcy	164	14.5
Węgry	31	2.7
Irlandia	16	1.4
Włochy	82	7.2
Łotwa	9.7	0.9
Litwa	11	1.0
Luksemburg	0.5	0.04
Malta	0	0.00
Holandia	4.7	0.4
Polska	139	12.3
Portugalia	116	10.2
Rumunia	81	7.1
Słowacja	20	1.8
Słowenia	5.6	0.5
Hiszpania	308	27.2
Szwecja	12	1.1
Wielka Brytania	22	1.9
EU-28	1135	100



Rys. 2-3. Udział poszczególnych krajów w całkowitej emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych z Unii Europejskiej w 2015 r.

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 (Dz.U. L 309 z 27.11.2001, s. 22) 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) również nie dotyczą emisji WWA.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 kwietnia 2011 r. w sprawie standardów emisyjnych z instalacji nie obejmuje w swych uregulowaniach emisji WWA.

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 określonego w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (12 ng/m^3 dla stężeń 1-godz. i 1 ng/m^3 dla stężeń średnich rocznych). Obliczenia emisji dopuszczalnej zwykle wykonuje się z wykorzystaniem referencyjnej metodyki modelowania dyspersji zanieczyszczeń określonej w ww. rozporządzeniu.

3. System pomiarowy stężeń WWA

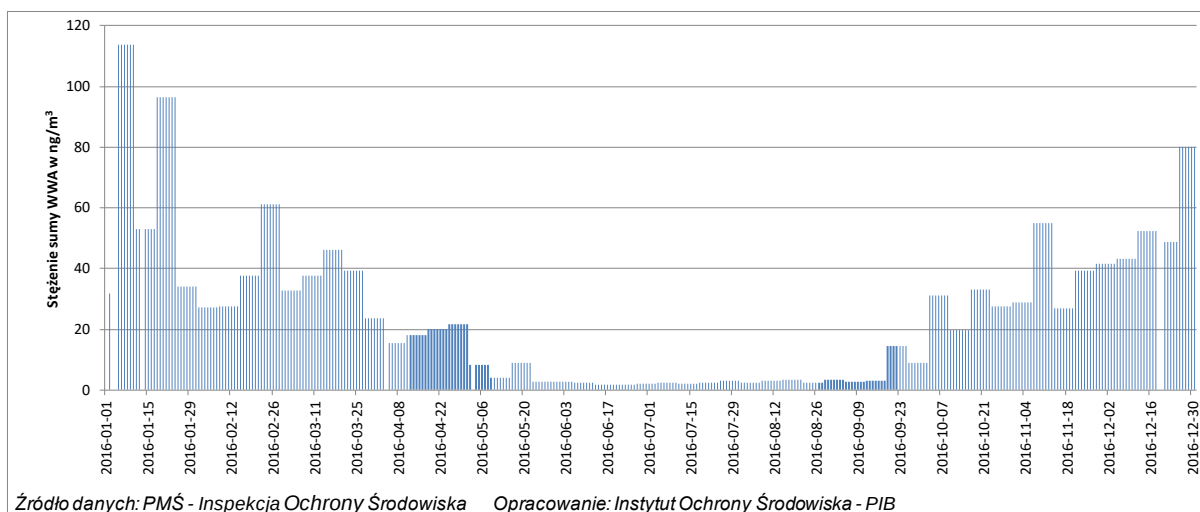
Spośród wszystkich WWA, których stężenia mierzone są w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, benzo(a)piren jest zanieczyszczeniem badanym na największej liczbie stanowisk (132 w 2016 r.). Pomiarów prowadzone są najczęściej na kilku-kilkunastu stanowiskach w każdym województwie. Mniej stanowisk niż w pozostałych województwach znajduje się na terenie woj. podlaskiego (2), opolskiego (3) i pomorskiego (3). Na potrzeby niniejszego opracowania wykorzystano wyniki pomiarów ze 129 stanowisk, z których dane wykorzystane były przez WIOŚ przy wykonywaniu rocznej oceny zanieczyszczenia powietrza w strefach za 2016 r. Do grupy tej należą: 106 stanowisk tła miejskiego, 8 stanowisk tła podmiejskiego, 7 tła pozamiejskiego, 4 stanowiska komunikacyjne i 4 stanowiska zlokalizowane w strefie oddziaływania emisji przemysłowych w miastach.

W przypadku pozostałych WWA, stężenia mierzone są na 22 stanowiskach w kraju, z których 18 to stanowiska tła miejskiego, 1 tła podmiejskiego, 3 stanowiska tła pozamiejskiego. W większości województw jest tylko jedno stanowisko pomiarowe (tła miejskiego). W województwie pomorskim w 2016 r. funkcjonowały 3 stanowiska pomiarowe. Liczba i rozmieszczenie stanowisk pomiarowych stężeń WWA w 15 województwach spełnia wymagania podane w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu, a w woj. pomorskim liczba stanowisk pomiarowych WWA innych niż B(a)P jest wyższa niż wymagana ww. rozporządzeniem.

Stężenia WWA oznaczane są w pyłe zawieszonym zebranym na filtrze. Do pomiarów stosowane są zarówno poborniki wysokoobjętościowe, jak i niskoobjętościowe. Stężenia WWA oznaczane są z pojedynczych filtrów lub z prób łączonych (filtry z 7 dni). Na 6 stacjach w woj. małopolskim prowadzone są pomiary okresowe obejmujące ok. 30% dni w roku. Zgodnie z prawem polskim i UE, jeżeli pomiary stężeń B(a)P rozłożone są równomiernie w ciągu roku i obejmują minimum 28% dni w roku, to wyniki tak prowadzonych pomiarów należy uznać za spełniające wymagania w zakresie kompletności serii pomiarowych B(a)P.

4. Stężenia WWA

Ze względu na fakt, iż głównym źródłem emisji WWA w Polsce jest emisja z niskich emitorów związana z ogrzewaniem budynków, stężenia wszystkich WWA cechuje wyraźna sezonowa zmienność (podobnie jak stężenia PM₁₀ i PM_{2.5}) i zależność od zapotrzebowania na ciepło do ogrzewania domów. Na rys. 4-1 przedstawiono typowy dla stacji tła miejskiego roczny przebieg sumy stężeń siedmiu WWA na przykładzie wyników pomiarów ze stacji w Katowicach.



Rys. 4-1. Przebieg stężeń sumy siedmiu WWA w 2016 r. na stacji w Katowicach [ng/m³]

Wyniki pomiarów wskazują na znaczne zróżnicowanie stężeń WWA w Polsce (rys. 4-2), przy czym są to generalnie stężenia wysokie.

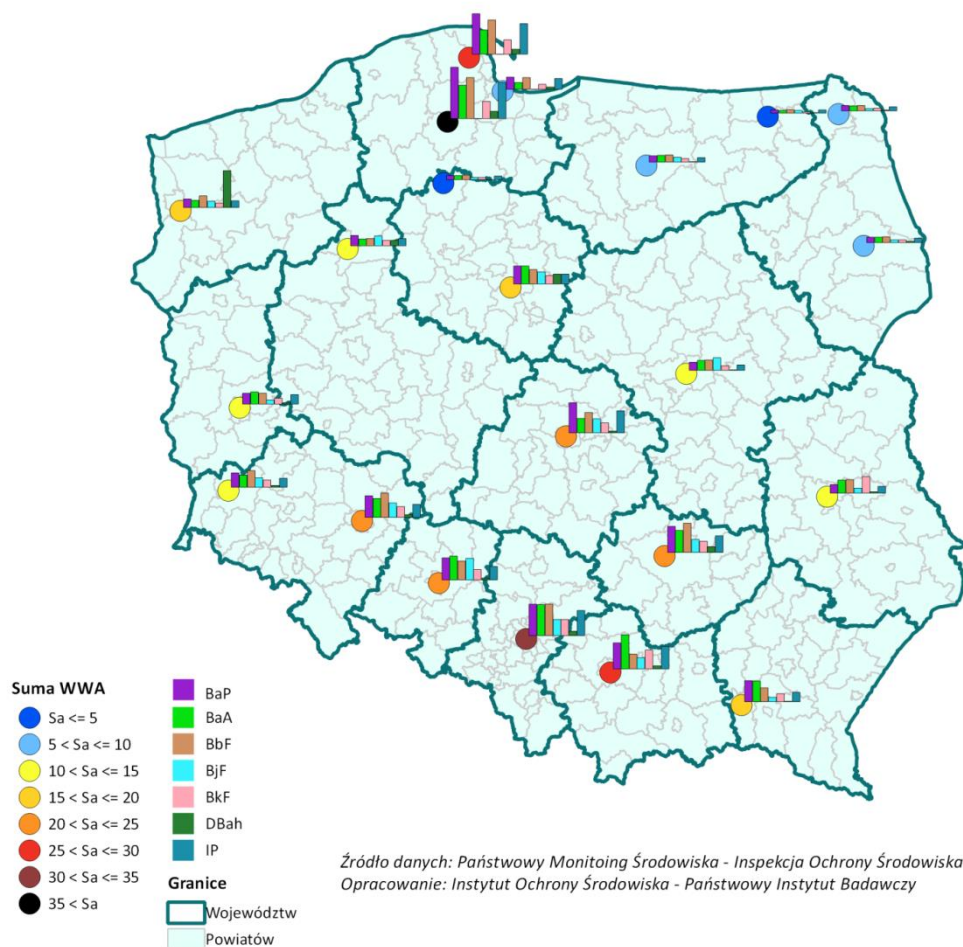
Stężenia średnie roczne B(a)P były wyższe od 1 ng/m³ na 127 spośród 129 stanowisk. Przekroczenie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) w 2016 r. wystąpiło na 122¹ spośród 129 stanowisk (95%), przy czym stężenie średnie roczne na niektórych stanowiskach przekraczało poziom docelowy nawet przeszło 17 krotnie.

Wysokie stężenia występują nie tylko w największych miastach i aglomeracjach Polski, ale i w mniejszych miejscowościach, gdzie w większym stopniu niż w aglomeracjach stosowane jest indywidualne ogrzewanie budynków, z wykorzystaniem pieców i palenisk o niskiej sprawności energetycznej, na paliwa stałe różnej, często złej jakości. W rezultacie najwyższe średnie roczne stężenie benzo(a)pirenu -powyżej 17 ng/m³ - zanotowano w 2016 r. na stacjach w Opocznie w woj. łódzkim i w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (na stacjach tych nie prowadzono pomiarów stężeń pozostałych WWA). Najwyższe średnie roczne stężenie sumy WWA zarejestrowano na stacjach w Kościerzynie w woj. pomorskim (36.8 ng/m³ suma stężeń Sa sześciu WWA – brak danych o stężeniach B(j)F) i w Katowicach (31.1 ng/m³). Znacznie niższe stężenia WWA (Sa < 10 ng/m³) wystąpiły na stanowiskach pozamiejskich oraz w miastach w woj. podlaskim i warmińsko-mazurskim, a także w Gdańsku - rys. 4-2, rys. 4-3.

Spośród wszystkich stanowisk w Polsce, na których mierzone są stężenia siedmiu WWA, najniższą sumę stężeń WWA uzyskano na stacjach tła pozamiejskiego – w Puszczy Boreckiej (3.7 ng/m³) i w Zielonce (4.4 ng/m³).

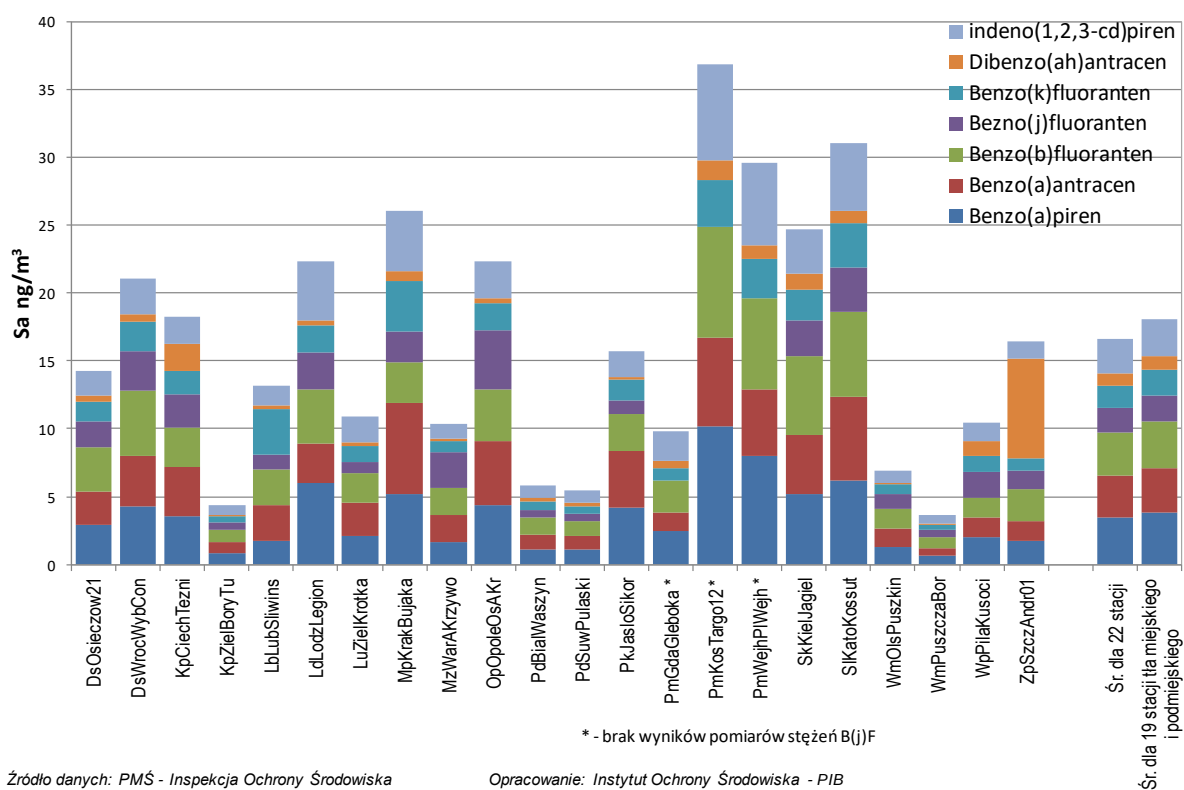
Najniższe stężenie Sa sumy siedmiu WWA na stacjach tła miejskiego uzyskano w Suwałkach (5.4 ng/m³).

¹ 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 1.5 ng/m³.

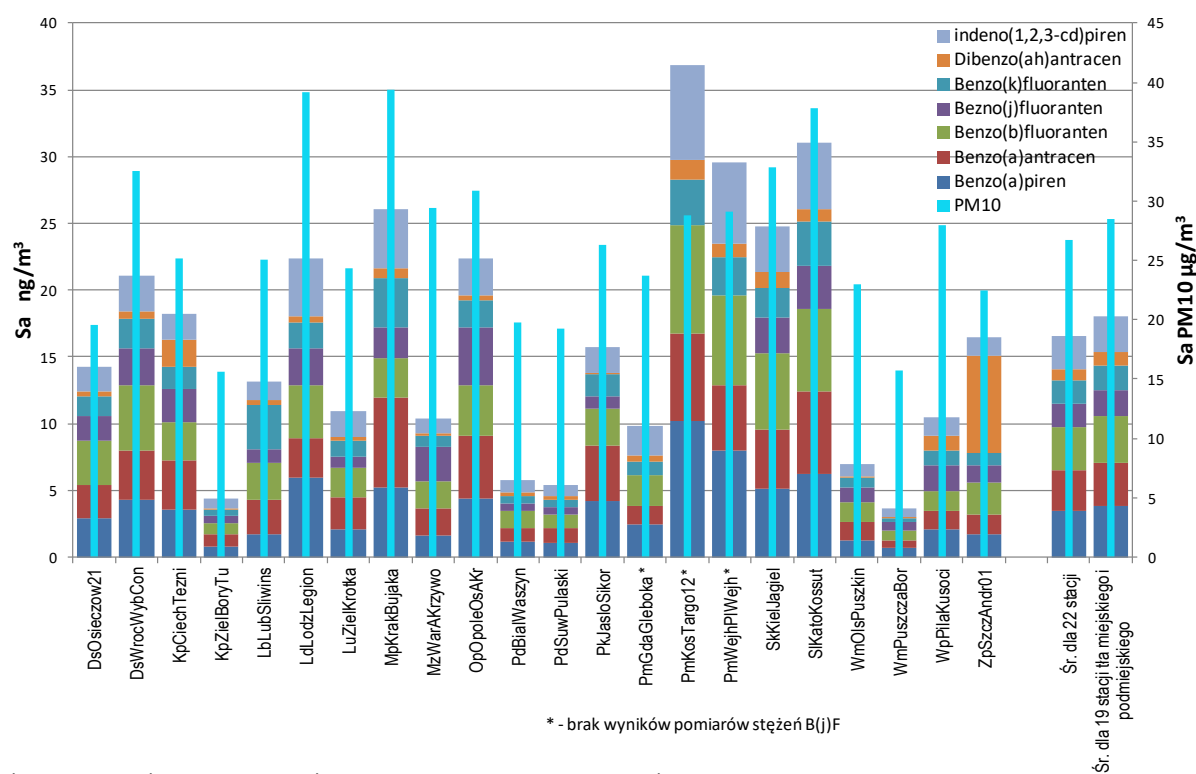


Rys. 4-2. Średnie roczne stężenia WWA w 2016 r. [ng/m³].

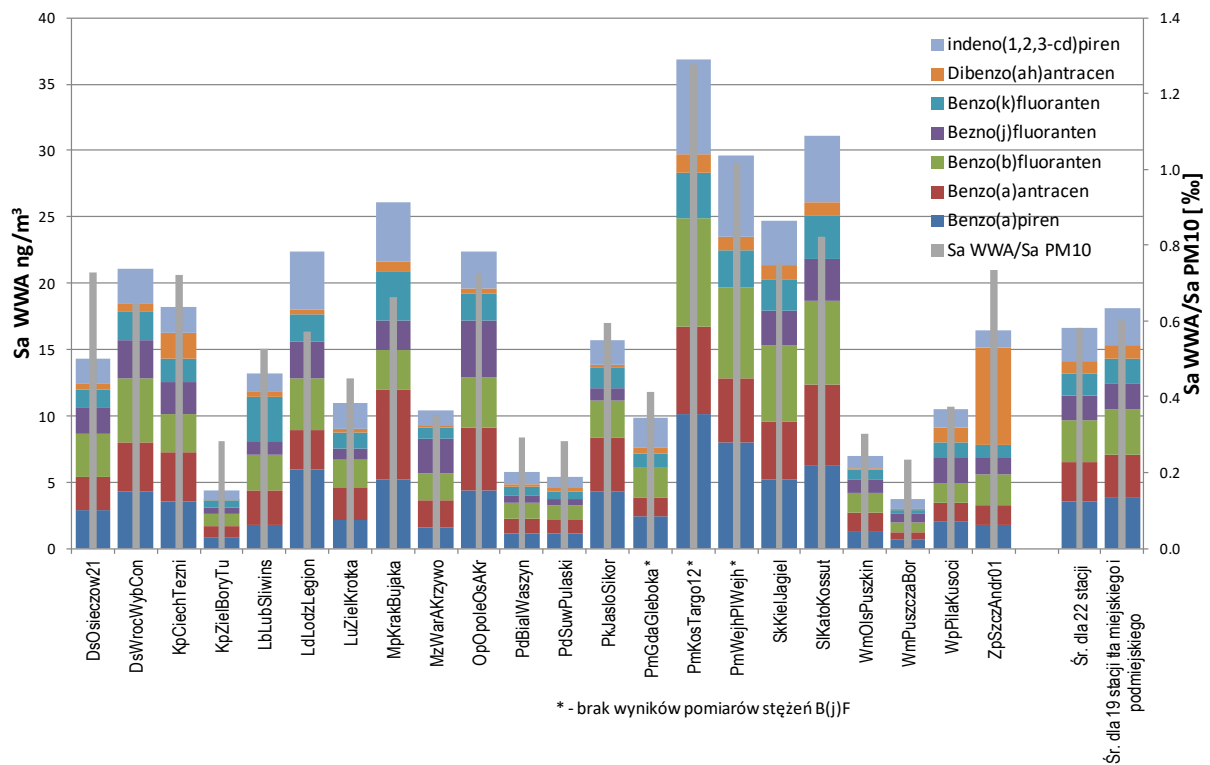
Stężenia WWA oznaczane są w pyłe PM₁₀. Z reguły na stanowiskach gdzie notowane są większe stężenia pyłu PM₁₀, większe są również stężenia WWA (rys. 4-4). Można to łączyć z faktem, że zwykle wyższe stężenia pyłu PM₁₀ występują w rejonach, w których na mierzone stężenia PM₁₀ znaczący wpływ ma emisja z niskich emitorów związanych z ogrzewaniem budynków. Ta kategoria źródeł emisji charakteryzuje się dużą emisją WWA do powietrza. W czystych rejonach, oddalonych od obszarów z dużą emisją zanieczyszczeń z ogrzewania budynków, stężenie WWA w pyłe PM₁₀ jest znacznie mniejsze. Wraz z przesuwaniem się w kierunku rejonów o dużym stężeniu PM₁₀, stężenia WWA rosną proporcjonalnie w większym stopniu niż stężenia PM₁₀. Z reguły na stanowiskach gdzie notowane są większe stężenia pyłu PM₁₀, większy jest procentowy udział WWA w tym pyłe (rys. 4-5, 4-6).



Rys. 4-3. Stężenia średnie roczne WWA w 2016 r. na stanowiskach pomiarowych PMS

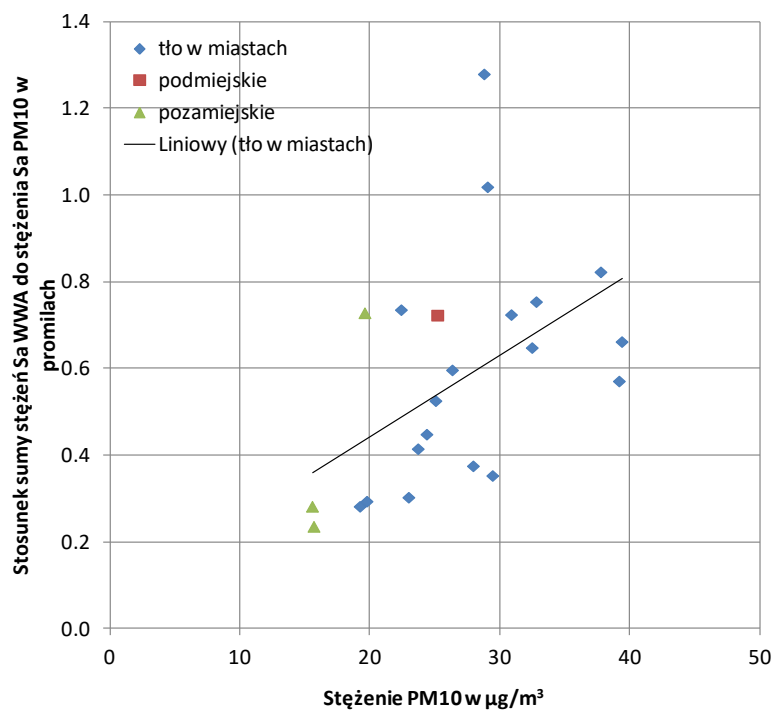


Rys. 4-4. Stężenia średnie roczne WWA (skala z lewej strony rysunku) oraz PM10 (skala z prawej strony) w 2016 r. na stanowiskach pomiarowych PMS



Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 4-5. Stężenia średnie roczne WWA oraz stosunek sumy stężeń WWA do stężenia PM10 (skala po prawej stronie rysunku) w 2016 r. na stanowiskach pomiarowych PMŚ

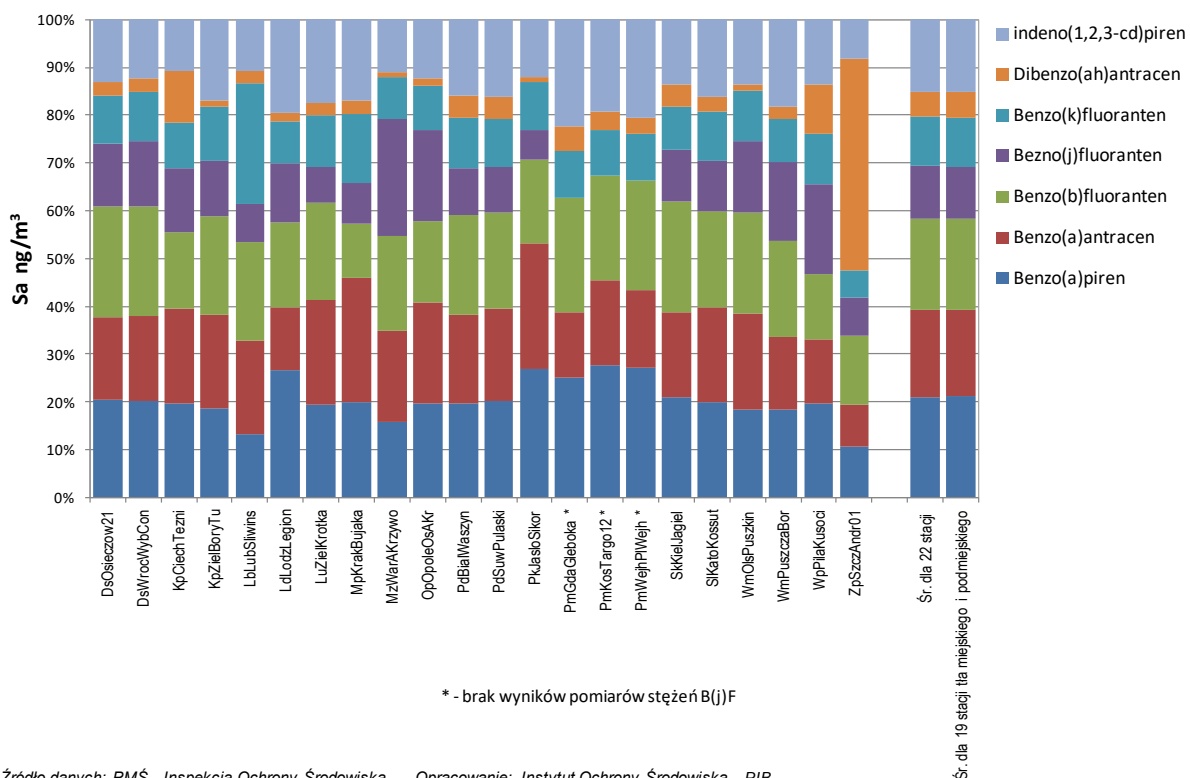


Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 4-6. Zależność zawartości WWA w pyłe PM10 od stężenia PM10 w 2016 r. na stanowiskach pomiarowych PMŚ

W łącznym stężeniu WWA, obliczanym jako suma stężeń średnich rocznych siedmiu WWA, największy uśredniony dla kraju procentowy udział miał w 2016 r. benzo(a)piren – ok. 21 % (rys. 4-7). W zależności od stanowiska, udział B(a)P w sumie stężeń WWA wynosił od 11% (Szczecin) do 28% (Kościerzyna).

Stężenia benzo(a)antracenu stanowiły średnio ok. 18% sumy stężeń WWA. Udział stężenia tego związku w sumie stężeń WWA był najniższy na stacji w Szczecinie (9%), najwyższy na stacjach w Krakowie i Jaśle (26%).



Rys. 4-7. Udział stężeń poszczególnych WWA w sumie stężeń WWA na stanowiskach pomiarowych w 2016 r.

Udział stężenia benzo(b)fluorantenu w sumie stężeń siedmiu WWA wynosił średnio dla kraju ok. 21%, najmniej na stacji w Krakowie (1%), najwięcej (24%) na stacji w Gdańsku.

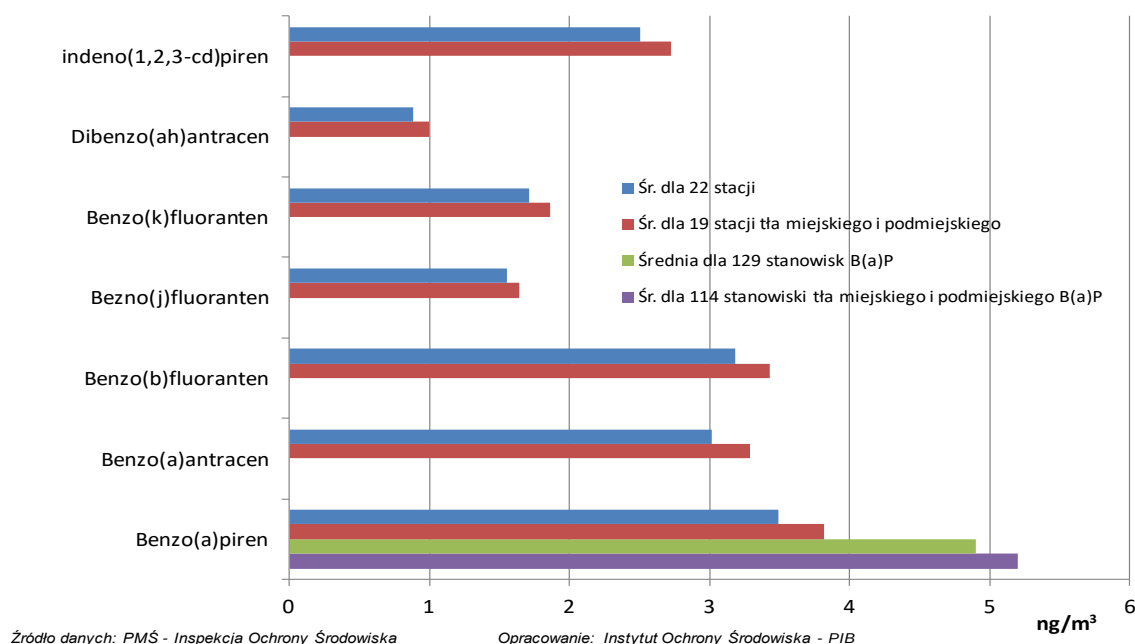
Stężenia bezno(j)fluorantenu stanowiły średnio ok. 11% sumy stężeń WWA. Udział stężenia tego związku w sumie stężeń WWA był najniższy na stacji w Jaśle w woj. podkarpackim (6%), najwyższy na stacji w Warszawie (25%).

W przypadku benzo(k)fluorantenu, średnio w kraju udział stężeń tego związku w sumie stężeń WWA wynosił 10%. Najniższy udział B(k)F zarejestrowano na stacjach w Szczecinie i Łodzi (5%), najwyższy na stacji w Lublinie (25%).

Stężenia dibenzo(ah)antracenu stanowiły średnio 5 procent sumy stężeń WWA, a jego udział procentowy w stężeniu WWA zmieniał się w dużym zakresie w zależności od stanowiska, od jednego procenta w Jaśle, Warszawie, Olsztynie i Zielonce do 44% w Szczecinie i 11% w Ciechocinku.

Stężenia indeno(1,2,3-cd)pirenu stanowiły średnio ok. 15% sumy stężeń WWA. Udział stężenia tego związku w sumie stężeń WWA był najniższy na stacji w Szczecinie (8%), najwyższy w Gdańsku (22%).

Procentowe udziały stężeń poszczególnych WWA w sumie stężeń WWA na wielu stacjach były zbliżone do średnich udziałów obliczonych dla wszystkich stacji pomiarowych w kraju. Na niektórych stacjach proporcje stężeń poszczególnych WWA wyraźnie odbiegały od średniej krajowej (np. Piła, Szczecin, Ciechocinek).



Rys. 4-8. Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych WWA w 2016 r. na stanowiskach pomiarowych PMŚ

Na rys. 4-8 przedstawiono uśrednione w skali kraju stężenia poszczególnych WWA w 2016 r., dla wszystkich stacji, z których wyniki uwzględniono w opracowaniu i tylko dla stacji tła miejskiego i podmiejskiego. W przypadku każdej z analizowanych substancji, uśrednione stężenia WWA były wyższe dla stacji tła miejskiego i podmiejskiego niż uśrednione dla wszystkich stacji w kraju.

Spośród badanych WWA, w przypadku B(a)P uzyskano najwyższe uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne w porównaniu z innymi WWA. Stężenia B(b)F były w 2016 roku tylko nieznacznie niższe.

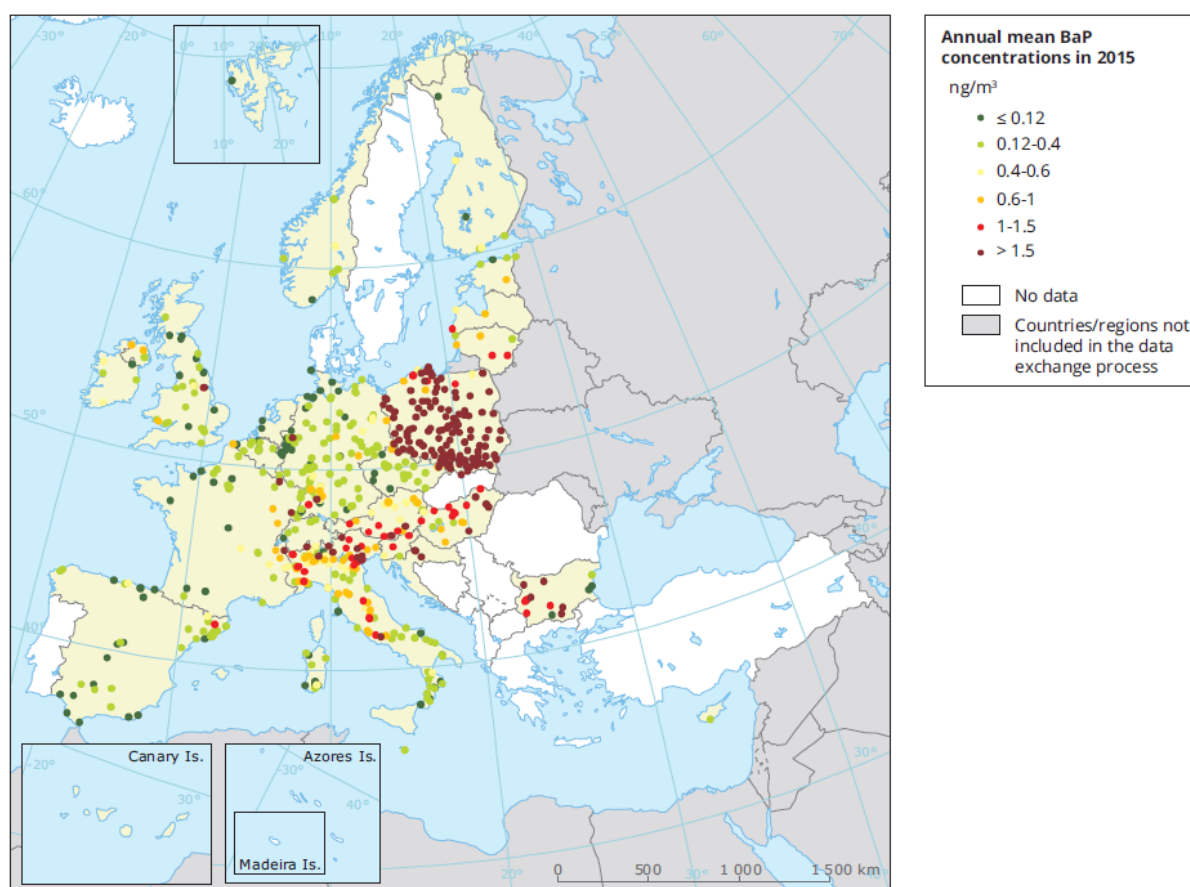
Dla B(a)P na rys. 4-8 przedstawiono 4 wartości stężeń:

- średnią dla 22 stanowisk, na których mierzone były stężenia B(a)P i pozostałych 6 WWA;
- średnią dla 19 stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego, na których mierzone były stężenia B(a)P i pozostałych 6 WWA;

- średnią dla 129 stanowisk B(a)P (wszystkie zaakceptowane serie pomiarowe z kraju);
- średnią dla 114 stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego B(a)P.

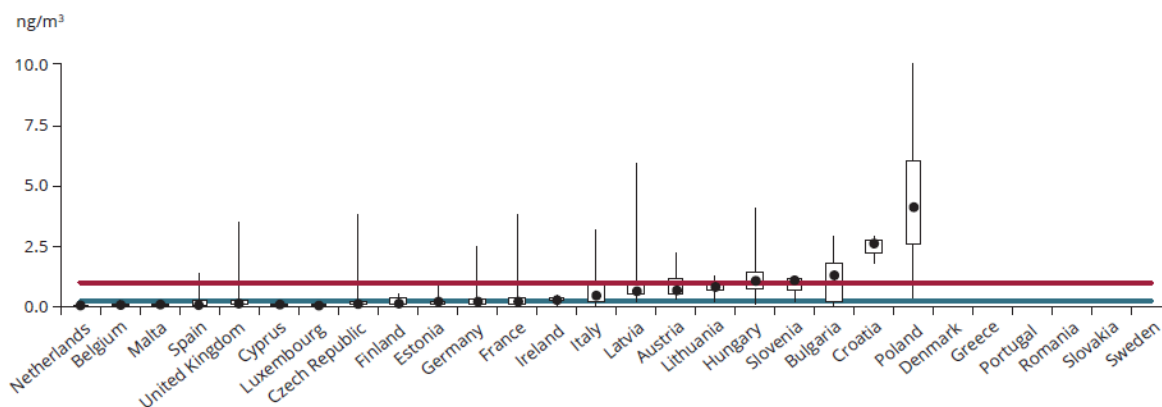
Stężenia uśrednione z pełnego zbioru stanowisk pomiarowych B(a)P (129 stanowisk) są o 40% wyższe od stężeń uśrednionych z 22 stacji pomiarowych, na których mierzone były stężenia siedmiu WWA. Analogiczna zależność występuje w przypadku stanowisk tła miejskiego B(a)P. Mając na uwadze podobny udział poszczególnych WWA w stężeniach sumy WWA na większości stacji, można zakładać, że również w przypadku pozostałych WWA, przy większej liczbie stanowisk pomiarów stężeń WWA, zlokalizowanych między innymi na terenie mniejszych miejscowości, stężenia uśrednione dla kraju byłyby wyższe niż uzyskane z sieci 22 stanowisk pomiarowych funkcjonujących w 2016 r.

Wyniki pomiarów stężeń z 2015 r. opublikowane przez Europejską Agencję Środowiska wskazują, że stężenia B(a)P są w Polsce dużo wyższe niż w większości innych krajach europejskich (rys. 4-9, rys. 4-10).



Rys. 4-9. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w Europie w 2015 r.

Źródło: *Air quality in Europe – 2017 report*, European Environment Agency, 2017.



Rys. 4-10. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w 2015 r. w poszczególnych krajach europejskich. Dla każdego kraju podano minimalne i maksymalne stężenie średnie roczne, medianę z tych stężeń oraz percentyle 25 i 75. Czerwona linia oznacza wartość poziomu docelowego dla B(a)P (1 ng/m³). Niebieska linia oznacza wartość poziomu odniesienia wg badań WHO (0.12 ng/m³).

Źródło: *Air quality in Europe – 2017 report*, European Environment Agency, 2017

4.1 Stężenia benzo(a)pirenu

Poziom stężenie benzo(a)pirenu traktowany jest jako wskaźnik zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi. Dla tego zanieczyszczenia, jako jedyne z grupy WWA, określone zostało w prawie krajowym i w dyrektywie UE stężenie dopuszczalne – poziom docelowy (tab. 4.1-1).

Tabela 4.1-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem B(a)P - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy B(a)P w powietrzu [ng/m ³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1 ¹⁾	Sa – stężenie średnie roczne

¹⁾ 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.

Pomiary stężeń B(a)P w Polsce w 2016 r. prowadzone były na 132 stanowiskach. Do analiz wykorzystano wyniki ze 129 stanowisk pomiarowych, z których serie pomiarowe zostały zatwierdzone przez WIOŚ i dla których możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego Sa. Stanowiska te zostały uwzględnione przez WIOŚ w rocznej ocenie jakości powietrza w strefach. Należą do nich: 106 stanowisk tła miejskiego, 8 stanowisk tła podmiejskiego, 7 tła pozamiejskiego, 4 stanowiska komunikacyjne i 4 stanowiska zlokalizowane miastach w strefie oddziaływania emisji przemysłowych.

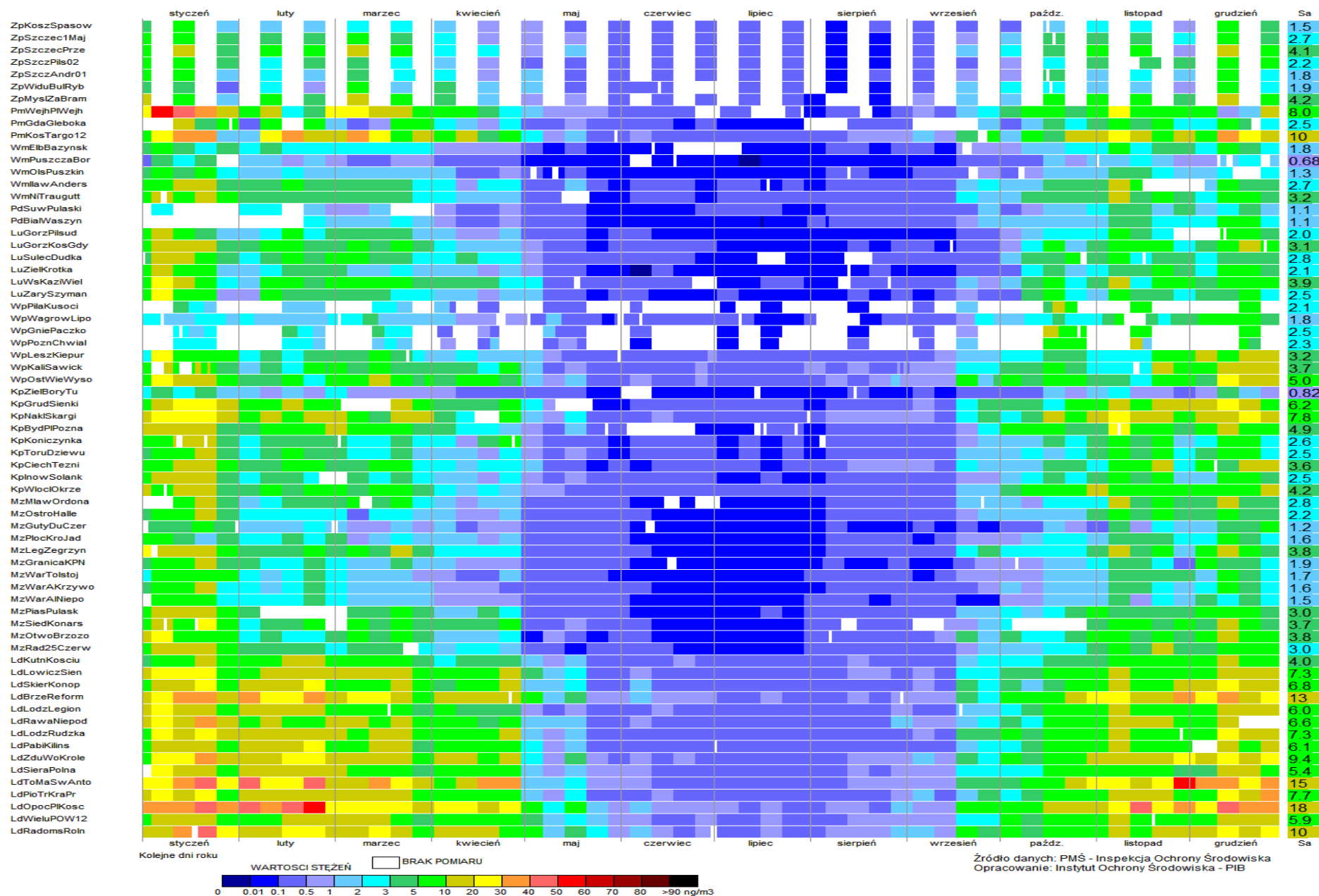
Na rys. 4.1-1 przedstawiono przebieg stężeń B(a)P w 2016 r. na uwzględnionych w raporcie stanowiskach pomiarowych (w rozdziałach 4.2-4.7 w analogiczny sposób zilustrowano przebieg stężeń pozostałych WWA). Na rysunku, dla każdego stanowiska każda wartość stężenia dobowego oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia - zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków. Przy próbach łączonych taka sama wartość stężenia dobowego przypisana jest do każdego z dni objętych pomiarem). Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Na rysunkach w pierwszej kolejności prezentowane są wyniki pomiarów stężeń ze stacji znajdujących się na północnym zachodzie kraju (woj. zachodniopomorskie), a w dalszej kolejności ze stacji położonych dalej na wschód i południe, kończąc na stacjach z woj. podkarpackiego. Po prawej stronie rysunku zamieszczono wartości średniego rocznego stężenia S_a obliczone dla każdego stanowiska oddzielnie. Wielkości średniego rocznego stężenia B(a)P przedstawiono również na mapie na rys. 4.1-2.

W 2016 r. na 122 stanowiskach (95%) stężenie B(a)P przekraczało poziom docelowy² (tab. 4.1-2). Przekroczenia te wystąpiły we wszystkich województwach. Stężenia średnie roczne B(a)P wyższe od 1 ng/m^3 wystąpiły na 127 ze 129 stanowisk (98%). W 12 województwach przekroczenia poziomu docelowego wystąpiły na wszystkich stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w analizie (łącznie ze stanowiskami pozamiejskimi i podmiejskimi). Najwyższe stężenia średnie roczne S_a notowano na stacjach tła miejskiego w Opocznie (17.8 ng/m^3) i Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (17.7 ng/m^3). Stężenia B(a)P wyższe niż przeciętne dla kraju notowane były głównie w miastach południowej i centralnej Polski oraz w woj. pomorskim.

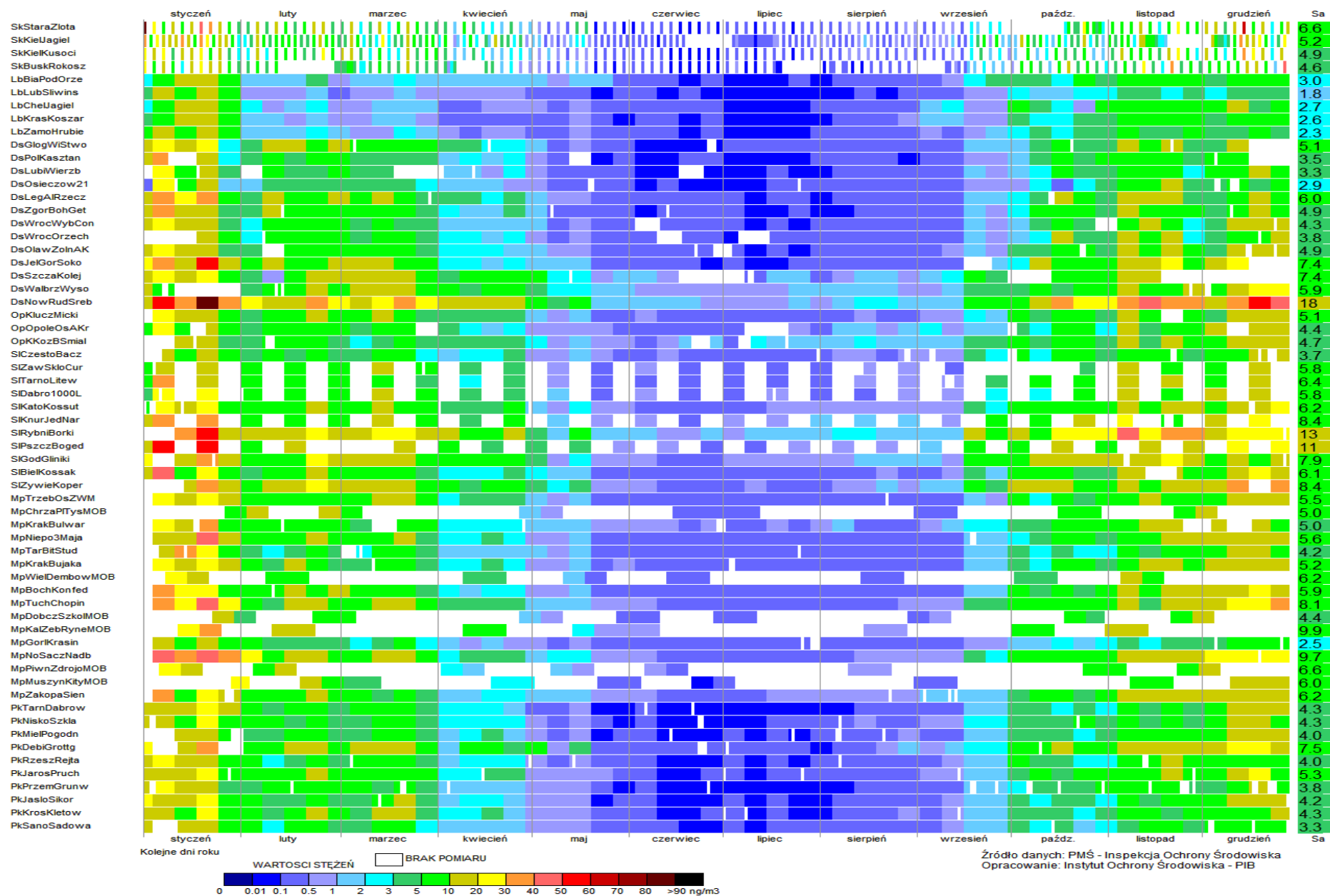
Najniższe stężenia uzyskano na stacji tła pozamiejskiego w Puszczy Boreckiej (0.7 ng/m^3), a na stacjach tła miejskiego – w Suwałkach i Białymstoku (1.1 ng/m^3). Stężenia niższe niż w większości pozostałych województw notowane były w woj. podlaskim i warmińsko-mazurskim (rys. 4.1-2.).

Spośród 114 stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego na 111 (97%) stężenie B(a)P przekraczało poziom docelowy³ (tab. 4.1-3). Przekroczenia wystąpiły we wszystkich województwach, z wyjątkiem woj. podlaskiego. W 12 województwach przekroczenia te wystąpiły na wszystkich stanowiskach pomiarowych tła miejskiego uwzględnionych w analizie.

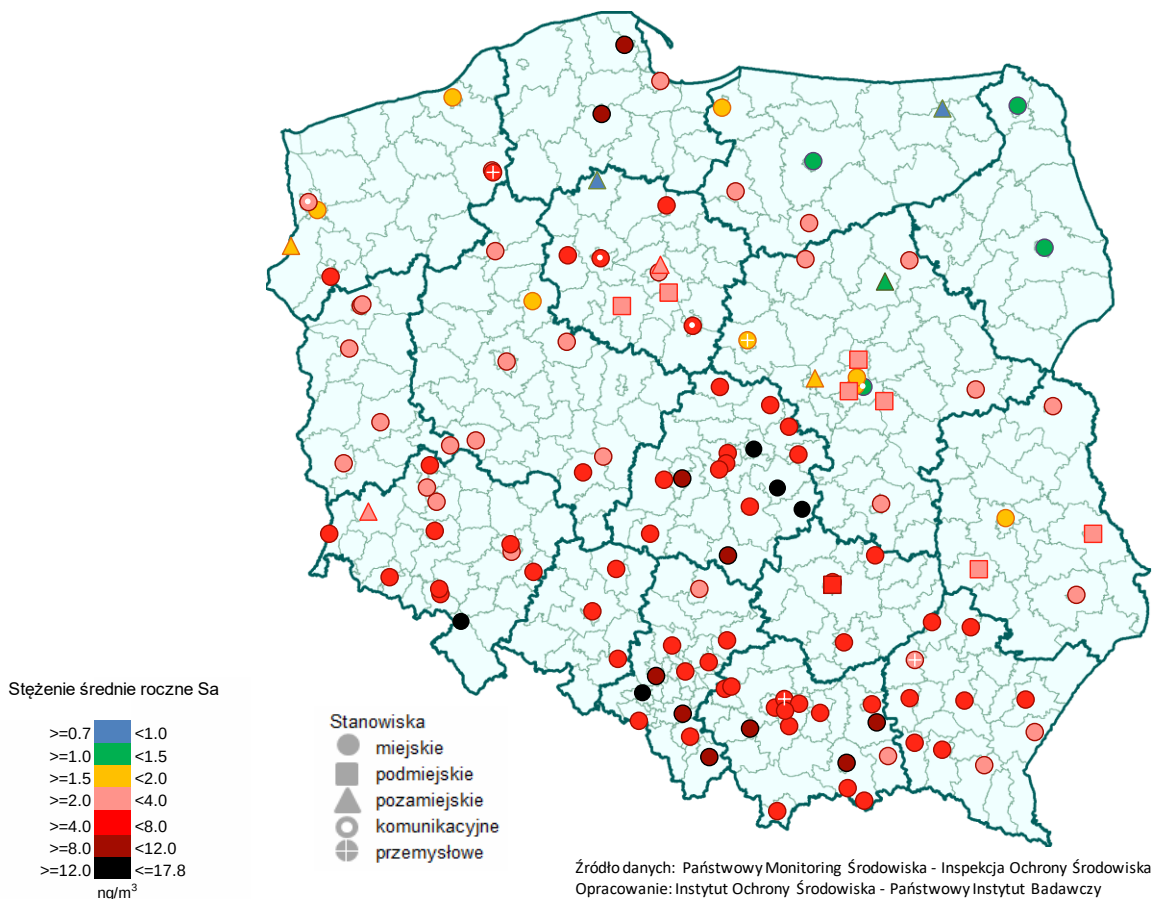
² Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m^3) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, stężenie docelowe uznaje się za przekroczone, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe od 1.5 ng/m^3 .



Rys. 4.1-1a. Przebieg stężeń 24-godz. benzo(a)pirenu (B(a)P) w 2016 na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pm - pomorskie, Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.1-1b. Przebieg stężeń 24-godz. benzo(a)pirenu (B(a)P) w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pm - pomorskie, Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.1-2. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P w 2016 r.

Tabela 4.1-2. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w 2016 r. na stanowiskach pomiarowych

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp	Województwo	Liczba stanowisk uwzględnionych	Liczba stanowisk z przekroczeniami ¹⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	dolnośląskie	13	13	2.9	5.93	17.7
2	kujawsko-pomorskie	9	8	0.8	3.89	7.8
3	lubelskie	5	5	1.8	2.46	3.0
4	lubuskie	6	6	2.0	2.75	3.9
5	łódzkie	15	15	4.0	8.55	17.8
6	małopolskie	16	16	2.5	5.99	9.9
7	mazowieckie	13	11	1.2	2.45	3.8
8	opolskie	3	3	4.4	4.71	5.1
9	podkarpackie	10	10	3.3	4.50	7.5
10	podlaskie	2		1.1	1.11	1.1

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk uwzględnionych	Liczba stanowisk z przekroczeniami ¹⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
11	pomorskie	3	3	2.5	6.88	10.2
12	śląskie	11	11	3.7	7.55	13.4
13	świętokrzyskie	4	4	4.6	5.32	6.6
14	warmińsko-mazurskie	5	3	0.7	1.93	3.2
15	wielkopolskie	7	7	1.8	2.93	5.0
16	zachodniopomorskie	7	7	1.5	2.62	4.2
Razem		129	122	0.7	4.90	17.8

¹⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne B(a)P przekroczyło poziom docelowy. 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.

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w województwie/kraju

Tabela 4.1-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w 2016 r. na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Województwo	Liczba stanowisk uwzględnionych	Liczba stanowisk z przekroczeniami ¹⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
1	dolnośląskie	12	12	3.3	6.18	17.7
2	kujawsko-pomorskie	5	5	2.5	4.51	7.8
3	lubelskie	5	5	1.8	2.46	3.0
4	lubuskie	6	6	2.0	2.75	3.9
5	łódzkie	15	15	4.0	8.55	17.8
6	małopolskie	15	15	2.5	6.06	9.9
7	mazowieckie	9	9	1.6	2.85	3.8
8	opolskie	3	3	4.4	4.71	5.1
9	podkarpackie	9	9	3.3	4.56	7.5
10	podlaskie	2		1.1	1.11	1.1
11	pomorskie	3	3	2.5	6.88	10.2
12	śląskie	11	11	3.7	7.55	13.4

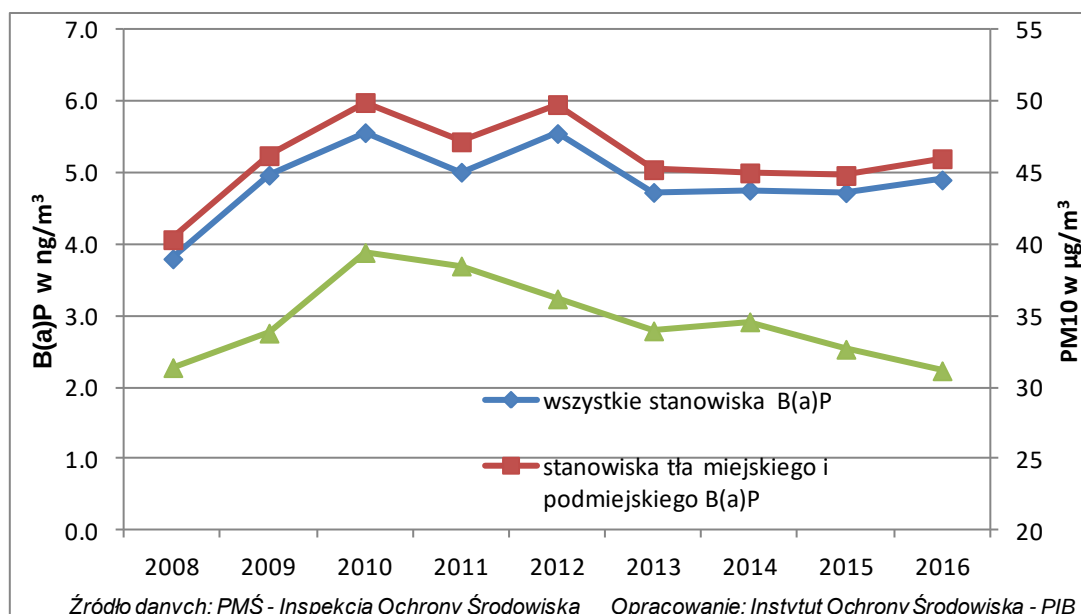
Lp.	Województwo	Liczba stanowisk uwzględnionych	Liczba stanowisk z przekroczeniami ¹⁾	Stężenie średnie roczne B(a)P		
				Wartość minimalna ²⁾	Wartość średnia ²⁾	Wartość maksymalna ²⁾
		[-]	[-]	[ng/m ³]	[ng/m ³]	[ng/m ³]
13	świętokrzyskie	4	4	4.6	5.32	6.6
14	warmińsko-mazurskie	4	3	1.3	2.24	3.2
15	wielkopolskie	7	7	1.8	2.93	5.0
16	zachodniopomorskie	4	4	1.5	2.53	4.2
Razem		114	111	1.1	5.20	17.8

¹⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne B(a)P przekroczyło poziom docelowy. 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.

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2016 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w województwie/kraju

Na rysunku 4.1-3 przedstawiono stężenia średnie roczne B(a)P w latach 2008-2016 uśrednione w skali kraju dla wszystkich stanowisk oraz dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego, a także stężenia pyłu PM₁₀ uśrednione w skali kraju dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego. Stężenia B(a)P przyjmowały najwyższe wartości w 2010 roku, podobnie jak w przypadku stężeń PM₁₀. Średnia arytmetyczna ze stężeń rocznych na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego osiągnęła wówczas wartość 6.0 ng/m³ (dla wszystkich stanowisk średnia wynosiła 5.6 ng/m³). W 2012 roku stężenia były wyższe niż rok wcześniej, nieznacznie niższe niż w najgorszym, 2010 roku. W latach 2013-2015 uśrednione stężenia B(a)P utrzymywały się na niższym poziomie (odpowiednio ok. 5.0 ng/m³ i 4.7 ng/m³). W 2016 r. nastąpił wzrost uśrednionych stężeń B(a)P o ok. 4% w stosunku do poprzedniego roku, mimo spadku uśrednionego stężenia PM₁₀.

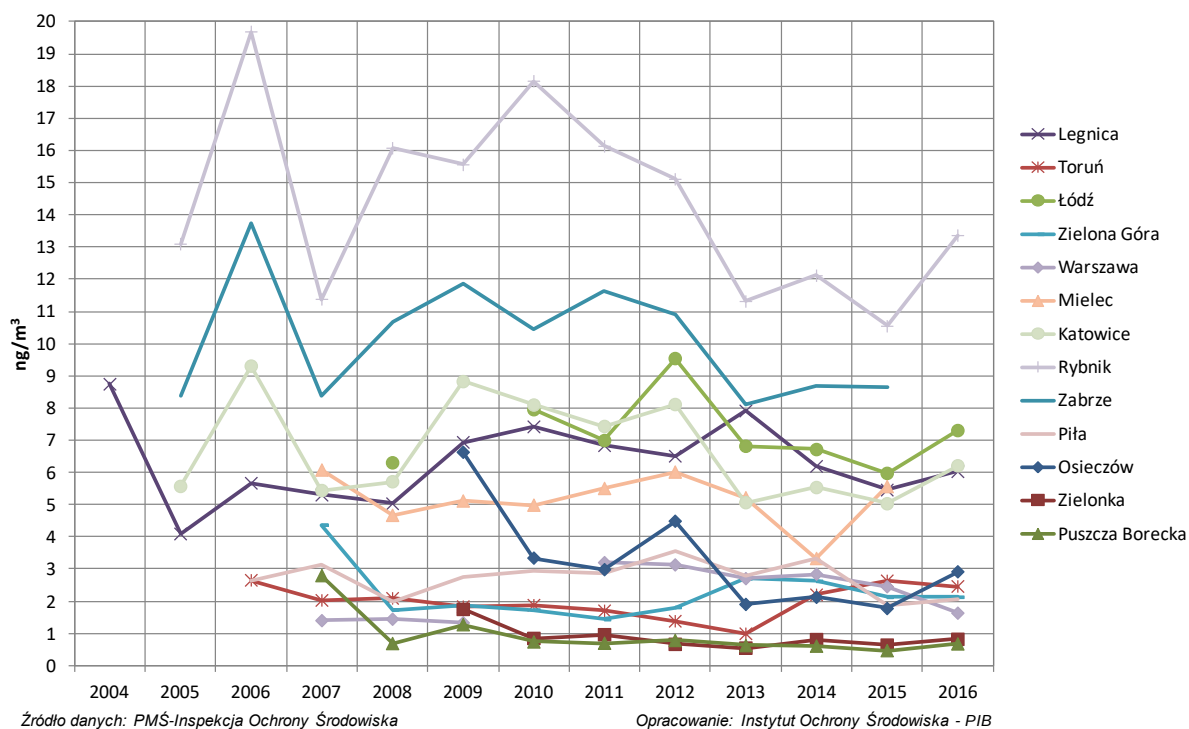
Stężenia B(a)P utrzymują się od wielu lat na wysokim poziomie, na zdecydowanej większości stacji znacznie przekraczającym wartość dopuszczalną (określoną w polskim prawie jako poziom docelowy).



Rys. 4.1-3. Stężenia średnie roczne B(a)P w Polsce w latach 2008-2016 uśrednione w skali kraju dla wszystkich stanowisk, dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego oraz średnie roczne stężenia pyłu PM10 uśrednione dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego

Zmiany średnich rocznych stężeń B(a)P w wieloleciu na poszczególnych stanowiskach (rys. 4.1-4) mogą odbiegać od przedstawionego na rys 4.1-3 przebiegu wartości uśrednionych. Stężenia na poszczególnych stanowiskach zmieniały się z roku na rok. Na ogół trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego uwzględnionego na wykresie. Niekiedy np. po dwóch latach wzrostu stężeń, w następnych latach następował ich spadek lub też występowała sytuacja odwrotna. Na stanowiskach zlokalizowanych w różnych miastach, kierunek zmian stężeń z roku na rok może być przeciwny – brak jest jednoznacznej tendencji dla wszystkich stacji (związanej np. z warunkami meteorologicznymi). Coroczne zmiany stężeń średnich rocznych S_a wyrażone w jednostkach bezwzględnych (w ng/m^3) są większe w przypadku stanowisk, na których notowane są wysokie stężenia B(a)P. Mniejsze zmiany, wyrażone zarówno w ng/m^3 jak i w procentach, notowane są najczęściej w przypadku stanowisk zlokalizowanych na obszarach z mniejszymi stężeniami, w tym na dwóch (z trzech) stanowiskach pozamiejskich.

Po wzroście stężeń na większości stanowisk w 2012 r., w latach 2013-2015 nastąpił spadek stężeń średnich rocznych. W 2016 r. na 8 z 11 stanowisk stężenia średnie roczne B(a)P wzrosły w stosunku do roku poprzedniego, na jednym S_a nie zmieniło się i na 2 stanowiskach stężenie S_a zmniejszyło się.



Rys. 4.1-4. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P w latach 2004-2016 r. na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego (w Osieczowie, Zielonce i Puszczy Boreckiej)

4.2 Stężenia benzo(a)antracenu

Pomiary stężeń benzo(a)antracenu (B(a)A) w 2016 r. prowadzone były na 22 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki ze wszystkich 22 stanowisk: 18 stanowisk tła miejskiego, 3 stanowisk tła pozamiejskiego i 1 stanowiska tła podmiejskiego.

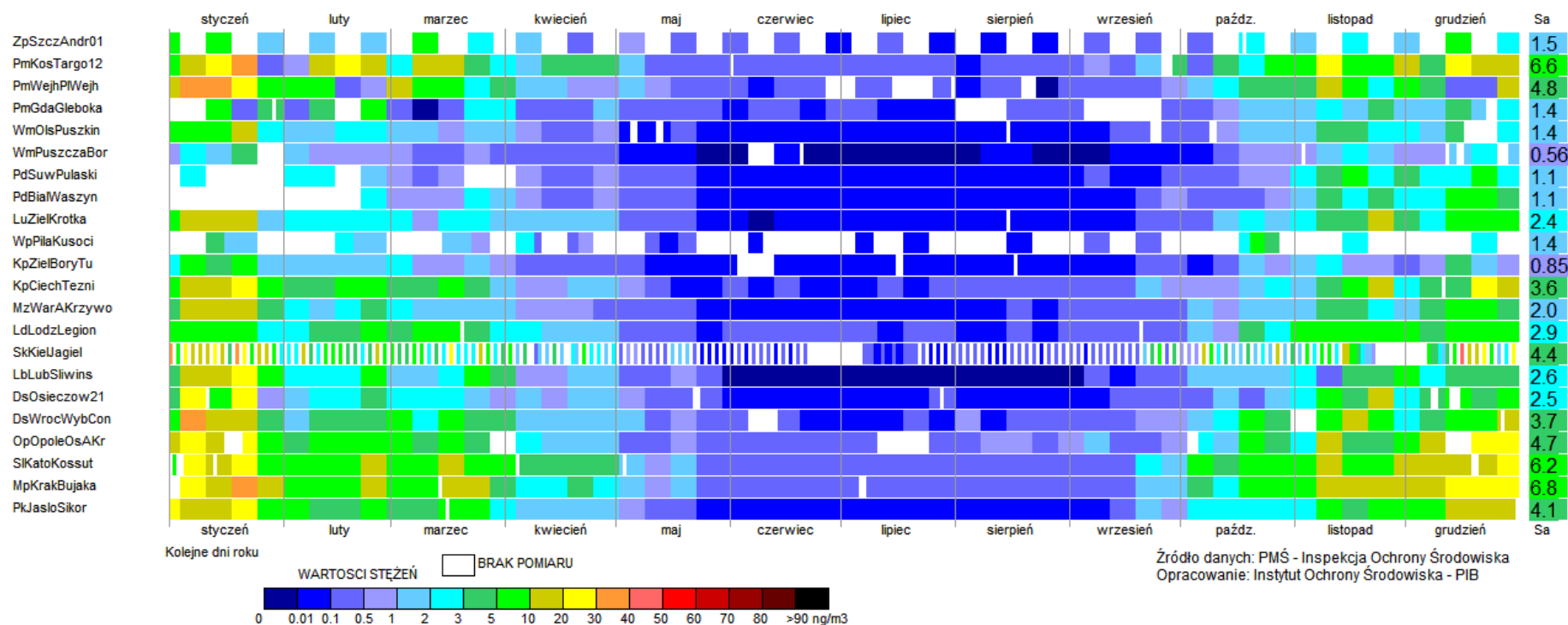
Przebieg stężeń B(a)A w 2016 r. przedstawiono na rys. 4.2-1. Wielkości stężenia średniorocznego B(a)A zaprezentowane zostały na rys. 4.2-1, rys. 4.2-2 i w tabeli 4.2-1.

Najniższe stężenia średnie roczne B(a)A uzyskano na stacji tła regionalnego Puszcza Borecka (0.56 ng/m^3), a spośród stanowisk tła miejskiego – na stanowisku w Suwałkach (1.05 ng/m^3).

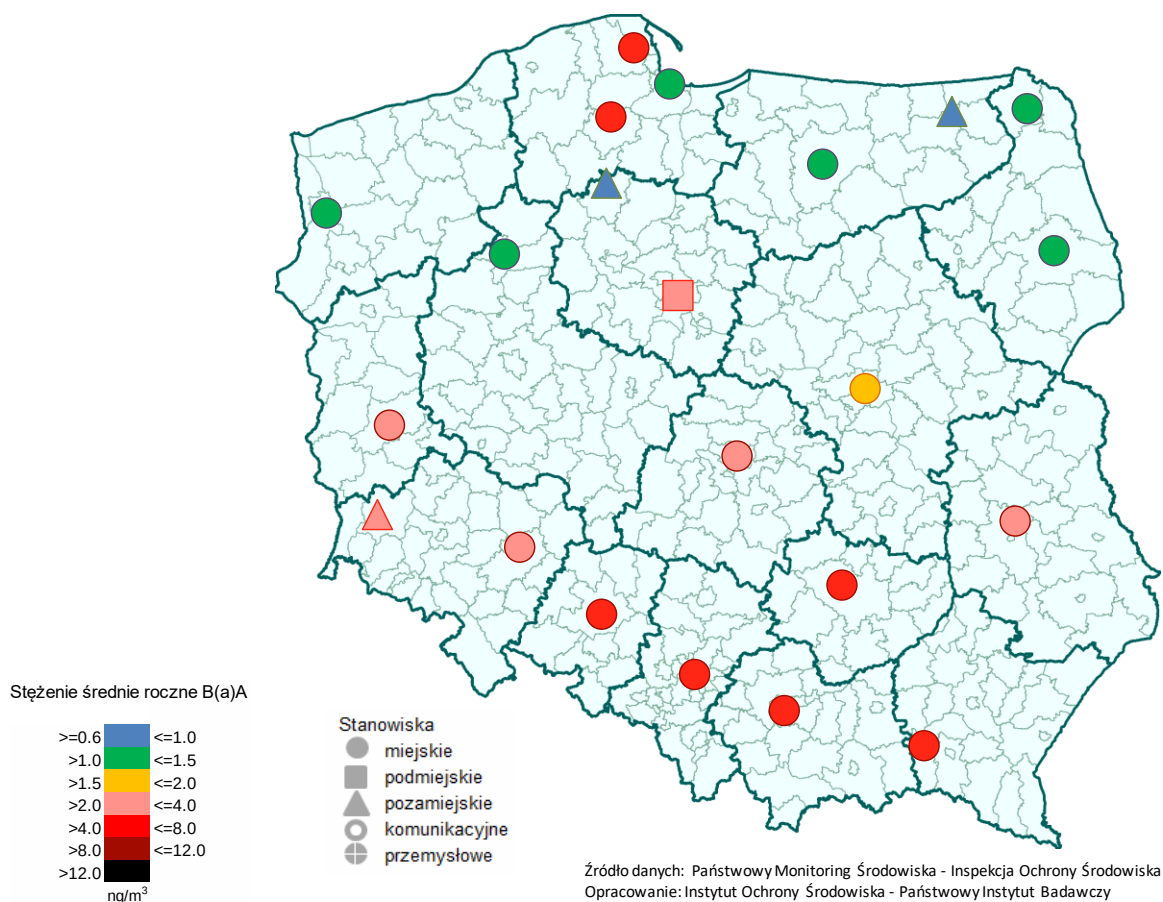
Najwyższe stężenie średnie roczne Sa odnotowano na stacji tła miejskiego w Krakowie (6.78 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 2.53 ng/m^3 .

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 3.02 ng/m^3 , a dla stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego 3.29 ng/m^3 . Stężenia Sa wyższe od 2.75 ng/m^3 (mediana) wystąpiły w 11 miastach 11 województw.



Rys. 4.2-1. Przebieg stężeń benzo(a)antracenu (B(a)A) w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pm - pomorskie, Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.2-2. Stężenia średnie roczne benzo(a)antracenu B(a)A w 2016 r. [ng/m³]

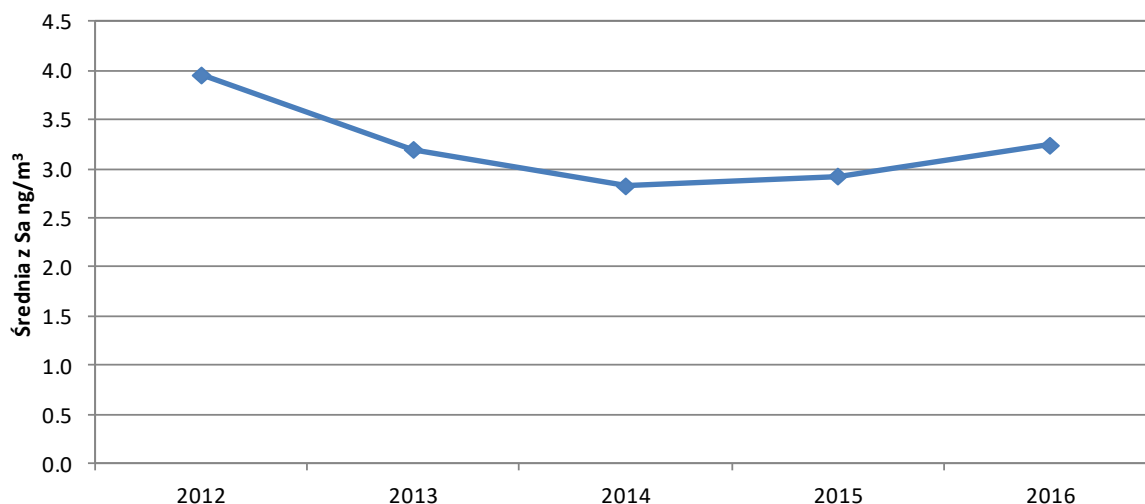
Tabela 4.2-1. Stężenia średnie roczne benzo(a)antracenu w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(a)antracenu [ng/m ³]
1	DsOsieczow21	Osieczów	dolnośląskie	2.48
2	DsWrocWybCon	Wrocław	dolnośląskie	3.73
3	KpCiechTezni	Ciechocinek	kujawsko-pomorskie	3.63
4	KpZielBoryTu	Zielonka	kujawsko-pomorskie	0.85
5	LbLubSliwins	Lublin	lubelskie	2.57
6	LdLodzLegion	Łódź	łódzkie	2.90
7	LuZielKrotka	Zielona Góra	lubuskie	2.40
8	MpKrakBujaka	Kraków	małopolskie	6.78
9	MzWarAKrzywo	Warszawa	mazowieckie	2.00
10	OpOpoleOsAKr	Opole	opolskie	4.73
11	PdBialWaszyn	Białystok	podlaskie	1.09
12	PdSuwPulaski	Suwałki	podlaskie	1.05
13	PkJasloSikor	Jasło	podkarpackie	4.10

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(a)antracenu [ng/m ³]
14	PmGdaGleboka	Gdańsk	pomorskie	1.35
15	PmKosTargo12	Kościerzyna	pomorskie	6.55
16	PmWejhPlWejh	Wejherowo	pomorskie	4.85
17	SkKielJagiel	Kielce	świętokrzyskie	4.38
18	SlKatoKossut	Katowice	śląskie	6.17
19	WmOlsPuszkIn	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1.39
20	WmPuszczaBor	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<u>0.56</u>
21	WpPilaKusoci	Piła	wielkopolskie	1.41
22	ZpSzczAndr01	Szczecin	zachodniopomorskie	1.46

Uwaga – wyniki ze stanowisk tła pozamiejskiego zapisane są w tabeli *kursywą*, wartość najwyższa dla wszystkich stanowisk **czcionką pogrubioną**, wartość najniższą czcionką podkreśloną



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

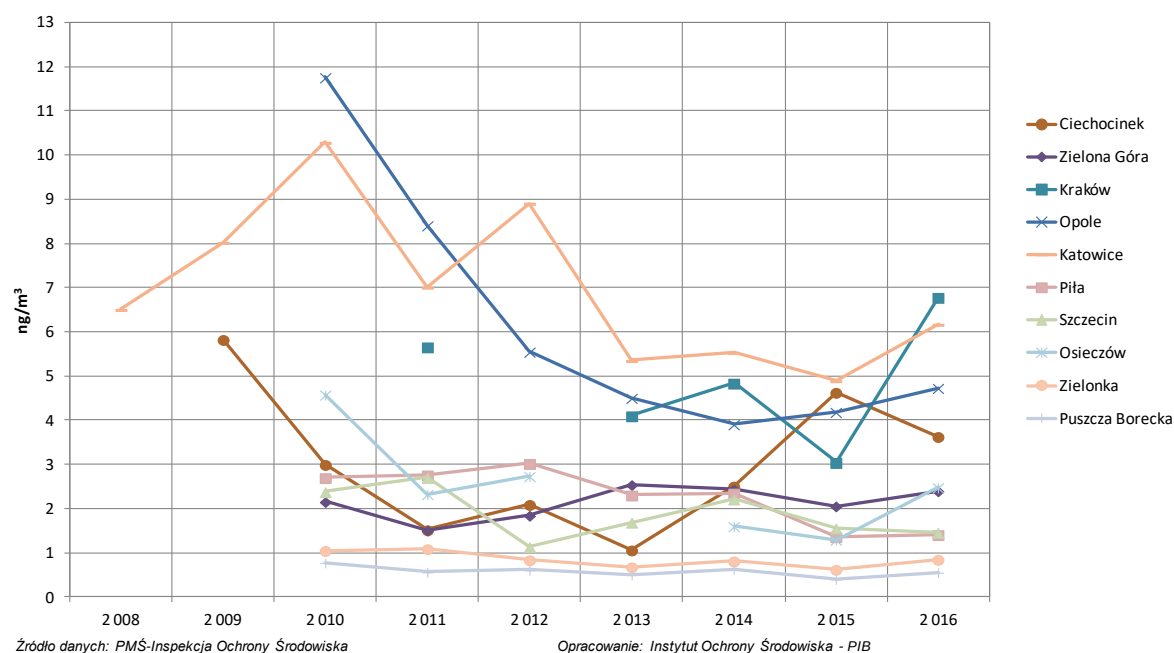
Rys. 4.2-3. Uśrednione stężenia średnie roczne B(a)A ze stanowisk tła miejskiego (nie więcej niż po jednym stanowisku z województwa) w latach 2012-2016.

Na rys. 4.2-3 przedstawiono uśrednione stężenia średnie roczne B(a)A ze stanowisk tła miejskiego - piętnastu w latach 2012 i 2013 i szesnastu w latach 2014 – 2016. Uśrednione stężenie miało najwyższą wartość w 2012 r., najniższą w 2014 r. Od 2014 r. do 2016 r. następował stopniowy wzrost wartości wskaźnika.

Zmiany średnich rocznych stężeń B(a)A na poszczególnych stanowiskach w wieloleciu (rys. 4.2-4) mogą znacznie odbiegać od przedstawionego na rys 4.2-3 przebiegu uśrednionych wartości stężeń.

Na rys. 4.2-4 przedstawiono stężenia średnie roczne B(a)A z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z 3 stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2016. Stężenia na poszczególnych stanowiskach podlegały wahaniom. Na stanowiskach pomiarowych w różnych miastach

kierunek zmian stężeń z roku na rok może być przeciwny (np. Kraków i Opole w latach 2013-2015) – brak jest jednoznacznej tendencji dla wszystkich stacji (związanej np. z warunkami meteorologicznymi). Na ogół trudno jest określić stały trend dla poszczególnych stanowisk dla całego okresu pomiarowego uwzględnionego na wykresie. Na większości stanowisk (ośmiu z dziesięciu) stężenia w 2016 r. były wyższe niż rok wcześniej.



Rys. 4.2-4. Stężenia średnie roczne benzo(a)antracenu B(a)A w latach 2008-2016 na stanowiskach tła miejskiego, podmiejskiego (Ciechocinek) oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego (w Osieczowie, Zielonce i Puszczy Boreckiej)

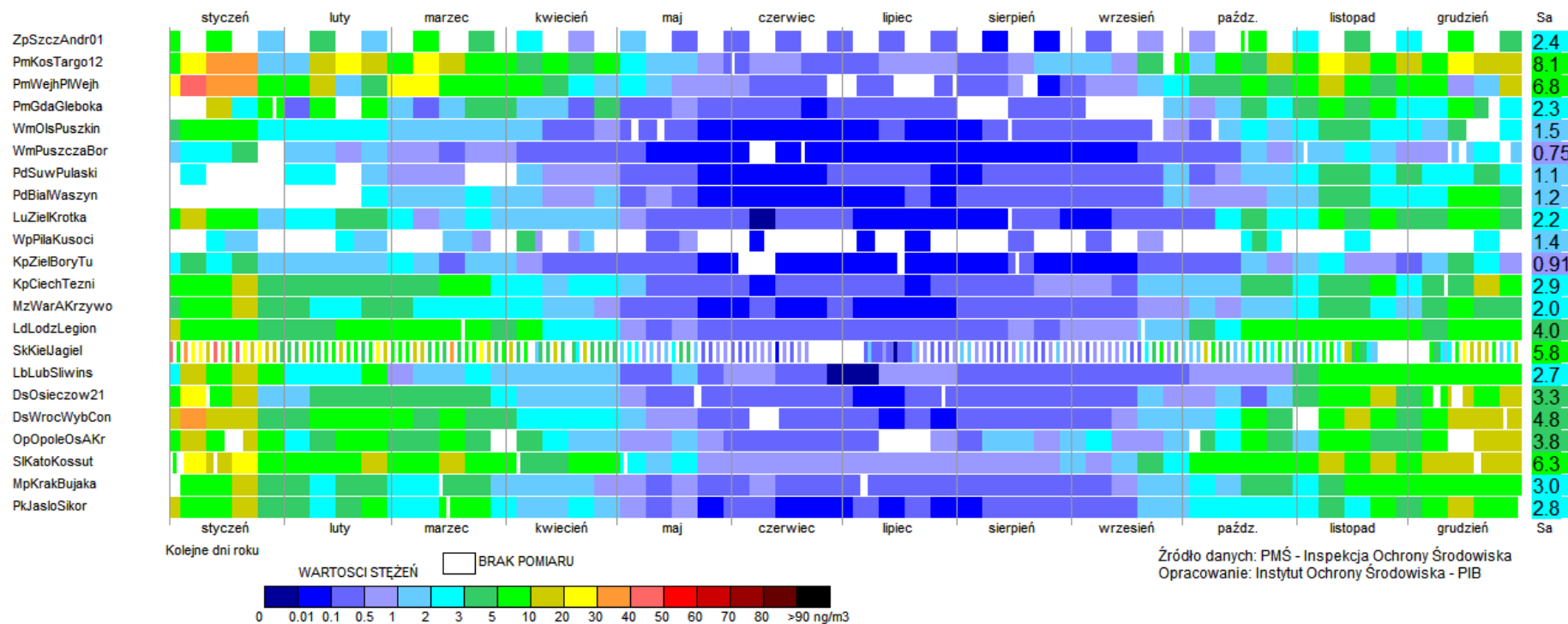
4.3 Stężenia benzo(b)fluorantenu

Pomiary stężeń benzo(b)fluorantenu (B(b)F) w 2016 r. prowadzone były na 22 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki ze wszystkich 22 stanowisk (podobnie jak dla innych WWA, z wyjątkiem B(a)P i B(j)F).

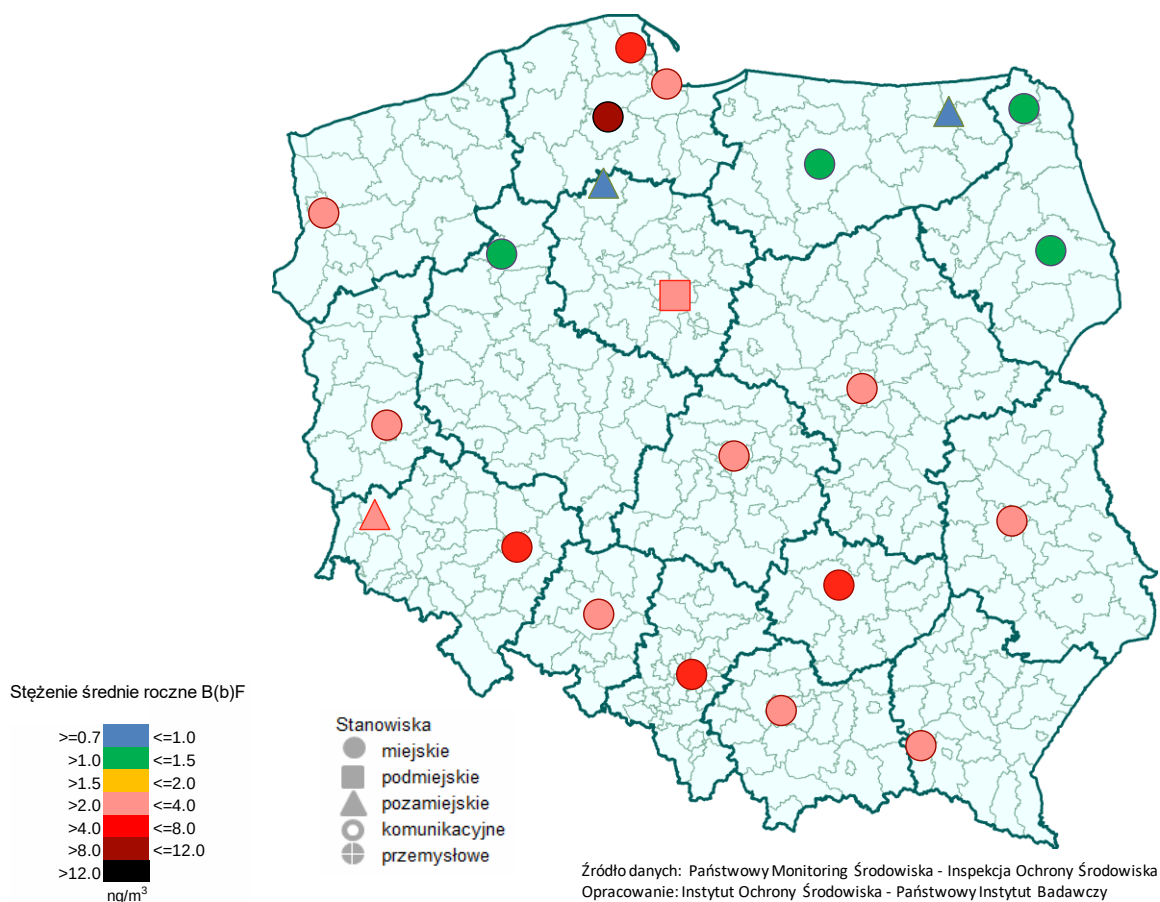
Przebieg stężeń B(b)F w 2016 r. na poszczególnych stanowiskach pomiarowych przedstawiono na rys. 4.3-1. Wielkości stężenia średniorocznego B(b)F zaprezentowane zostały na mapie na rys. 4.3-2 i w tabeli 4.3-1.

Najniższe stężenia średnie roczne B(b)F uzyskano na stacji pozamiejskiej w Puszczy Boreckiej (0.75 ng/m^3), a spośród stanowisk tła miejskiego - w Suwałkach (1.09 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 2.75 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w jedenastu miastach dziewięciu województw.



Rys. 4.3-1. Przebieg stężeń benzo(b)fluorantenu (B(b)F) w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pm - pomorskie, Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.3-2. Stężenia średnie roczne benzo(b)fluorantenu (B(b)F) w 2016 r. [ng/m³]

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 3.18 ng/m³. Stężenia Sa wyższe od tej wartości wystąpiły w 10 miastach dziewięciu województw. Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego wynosiła 3.43 ng/m³.

W 2016 r. najwyższe stężenie średnie roczne Sa uzyskano z pomiarów na stacji tła miejskiego w Kościerzynie w woj. pomorskim (8.12 ng/m³).

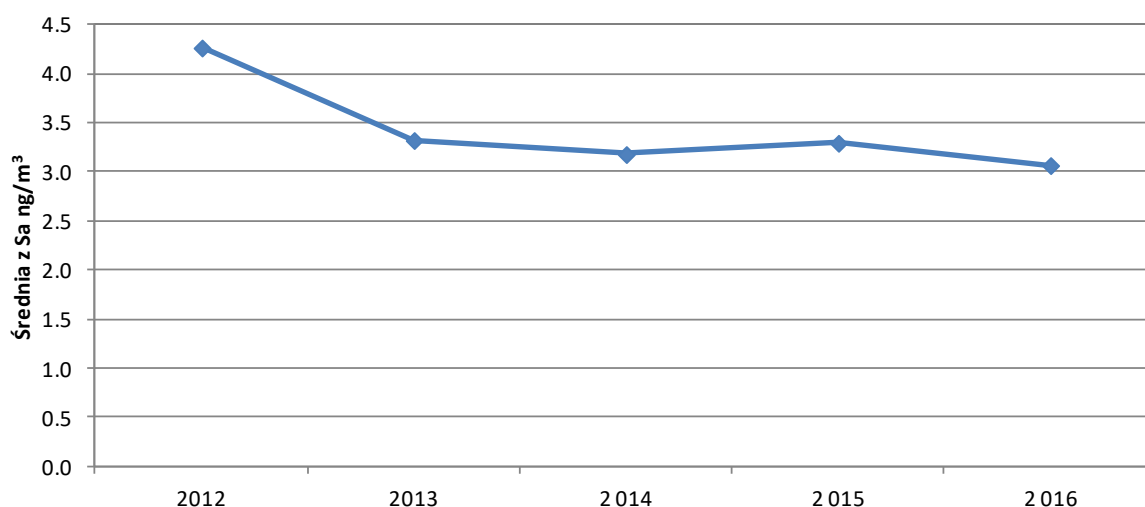
Tabela 4.3-1. Stężenia średnie roczne benzo(b)fluorantenu (B(b)F) w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(b)fluorantenu [ng/m ³]
1	DsOsieczow21	Osieczów	dolnośląskie	3.28
2	DsWrocWybCon	Wrocław	dolnośląskie	4.84
3	KpCiechTezni	Ciechocinek	kujawsko-pomorskie	2.92
4	KpZielBoryTu	Zielonka	kujawsko-pomorskie	0.91
5	LbLubSliwins	Lublin	lubelskie	2.70
6	LdLodzLegion	Łódź	łódzkie	3.99
7	LuZielKrotka	Zielona Góra	lubuskie	2.20

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(b)fluorantenu [ng/m ³]
8	MpKrakBujaka	Kraków	małopolskie	2.99
9	MzWarAKrzywo	Warszawa	mazowieckie	2.04
10	OpOpoleOsAKr	Opole	opolskie	3.77
11	PdBialWaszyn	Białystok	podlaskie	1.21
12	PdSuwPulaski	Suwałki	podlaskie	1.09
13	PkJasloSikor	Jasło	podkarpackie	2.79
14	PmGdaGleboka	Gdańsk	pomorskie	2.34
15	PmKosTargo12	Kościerzyna	pomorskie	8.12
16	PmWejhPIWejh	Wejherowo	pomorskie	6.79
17	SkKielJagiel	Kielce	świętokrzyskie	5.77
18	SlKatoKossut	Katowice	śląskie	6.26
19	WmOlsPuszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1.48
20	WmPuszczaBor	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<u>0.75</u>
21	WpPilaKusoci	Piła	wielkopolskie	1.44
22	ZpSzczAndr01	Szczecin	zachodniopomorskie	2.37

Uwaga – wyniki ze stanowisk tła pozamiejskiego zapisane są w tabeli *kursywą*, wartość najwyższa dla wszystkich stanowisk **czcionką pogrubioną**, wartość najniższa czcionką podkreśloną



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 4.3-3. Uśrednione stężenia średnie roczne B(b)F ze stanowisk tła miejskiego (po jednym z każdego województwa) w latach 2012-2016

Na rys. 4.3-3 przedstawiono uśrednione stężenia średnie roczne B(b)F, uśrednione z 13 stanowisk tła miejskiego w 2012 r. i z 16 stanowisk w latach 2013-2016. Uśrednione stężenie miało najwyższą wartość w 2012 r., najniższą w 2016 r. W 2015 r. nastąpił niewielki wzrost wartości wskaźnika, w 2016 r. spadek.

Zmiany w wieloleciu średnich rocznych stężeń B(b)F na poszczególnych stanowiskach

(rys. 4.3-4) znacznie odbiegają od przedstawionego na rys. 4.3-3 przebiegu uśrednionych wartości Sa.

Na rys. 4.3-4 przedstawiono stężenia średnie roczne B(b)F z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z trzech stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2016. Stężenia na poszczególnych stanowiskach zmieniały się w kolejnych latach bez określonych tendencji. Po spadkach stężeń w danym roku w stosunku do poprzedniego, w następnym roku występowały wzrosty stężeń lub na odwrót. Na ogół trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego zobrazowanego na wykresie – wyjątkiem są stacje w Krakowie i w Puszczy Boreckiej, dla których widoczny jest trend spadkowy stężeń w okresie 2010-2016. W 2016 r. na 8 z 12 stacji, z których wyniki prezentowane są na wykresie, stężenia średnie roczne były wyższe niż rok wcześniej, na 4 niższe.



Rys. 4.3-4. Stężenia średnie roczne benzo(b)fluorantenu B(b)F w latach 2008-2016 na stanowiskach tła miejskiego, podmiejskiego (Ciechocinek) oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego (w Osieczowie, Zielonke i Puszczy Boreckiej)

4.4 Stężenia benzo(j)fluorantenu

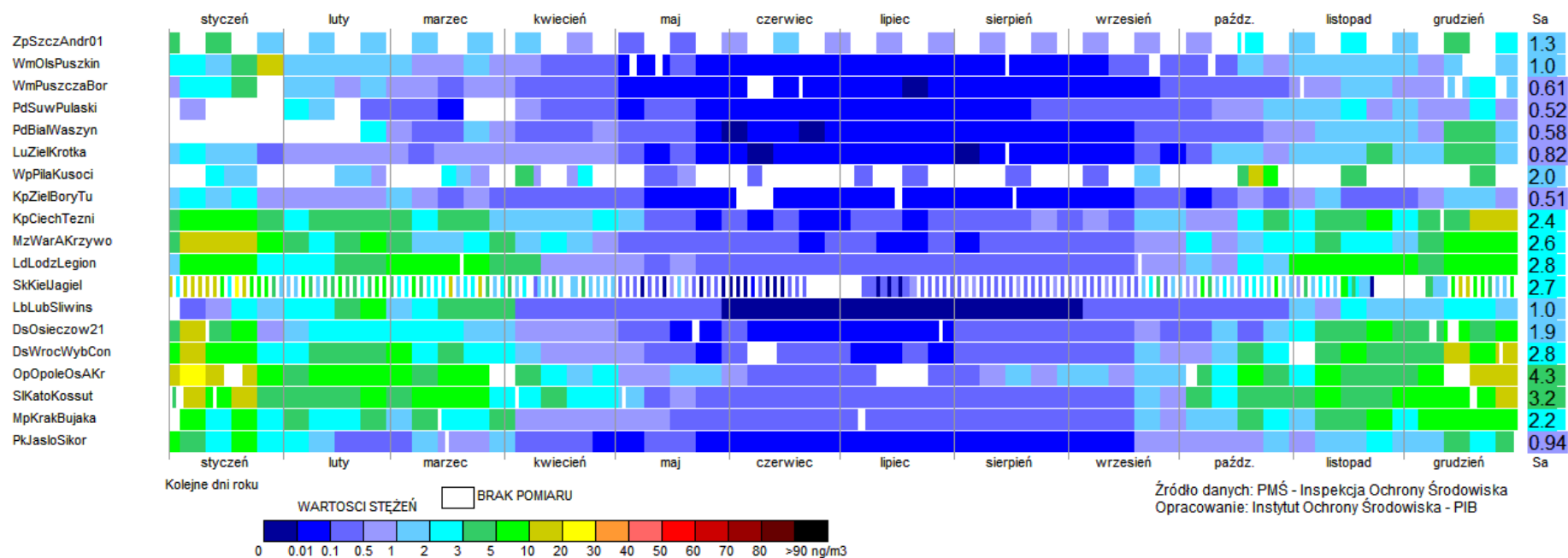
Pomiary stężeń benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2016 r. prowadzone były na 22 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano dane z 19 stanowisk.

Przebieg stężeń B(j)F na poszczególnych stanowiskach pomiarowych w 2016 r. przedstawiono na rys. 4.4-1. Wielkości stężenia średniorocznego B(j)F zaprezentowane zostały na rys. 4.4-2 i w tabeli 4.4-1.

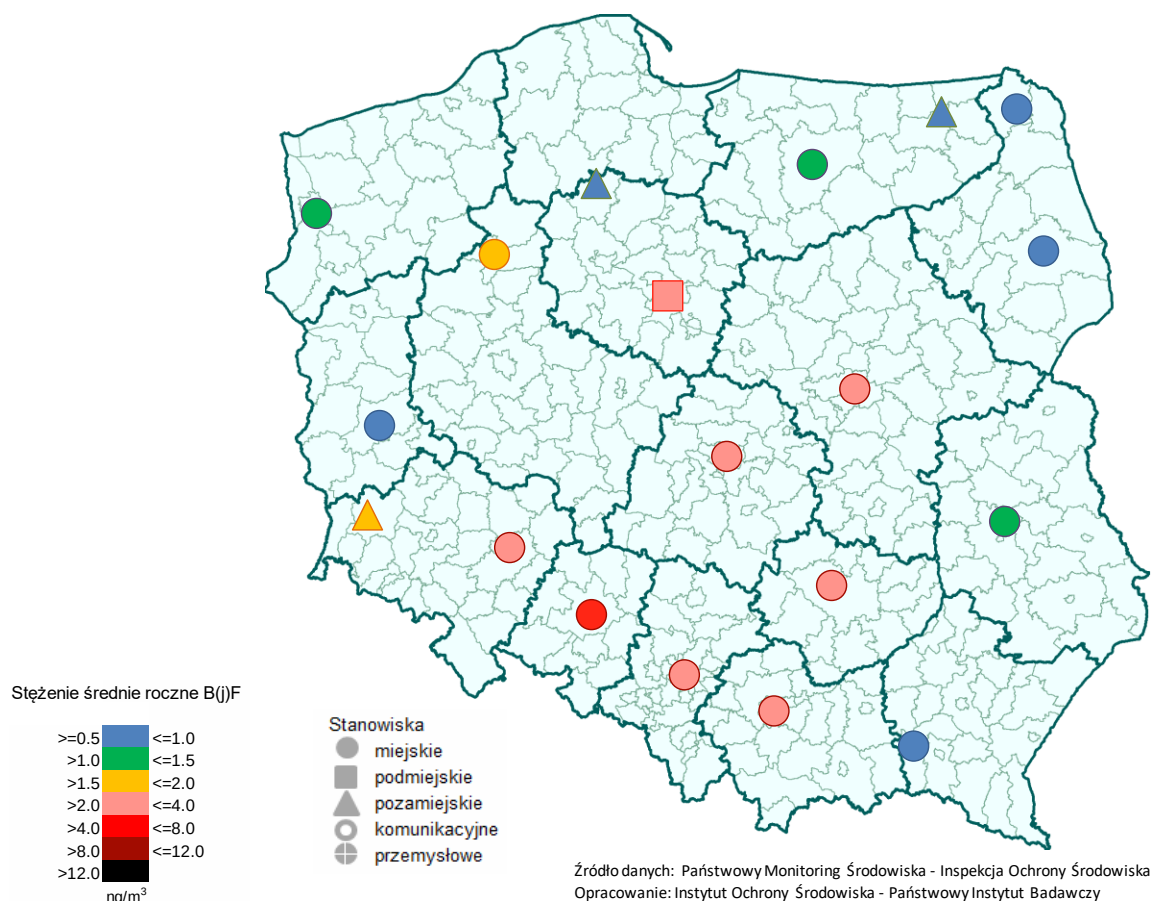
Najniższe stężenie średnie roczne B(j)F uzyskano na stacji w Zielonce w Borach Tucholskich (0.51 ng/m^3), a spośród stanowisk tła miejskiego – w Suwałkach (0.54 ng/m^3). Najwyższe stężenie średnie roczne uzyskano z pomiarów na stanowisku w Opolu (4.31 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 1.89 ng/m^3 . Wyniki takie uzyskano na stanowiskach zlokalizowanych w 9 miastach, w tym na jednym stanowisku podmiejskim - w Ciechocinku oraz na stanowisku pozamiejskim w Osieczowie w woj. dolnośląskim (rys. 4.4-2).

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach w 2016 r. wynosiła 1.80 ng/m^3 . Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego wynosiła 1.95 ng/m^3 .



Rys. 4.4-1. Przebieg stężeń benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.4-2. Stężenia średnie roczne benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2016 r. [ng/m³]

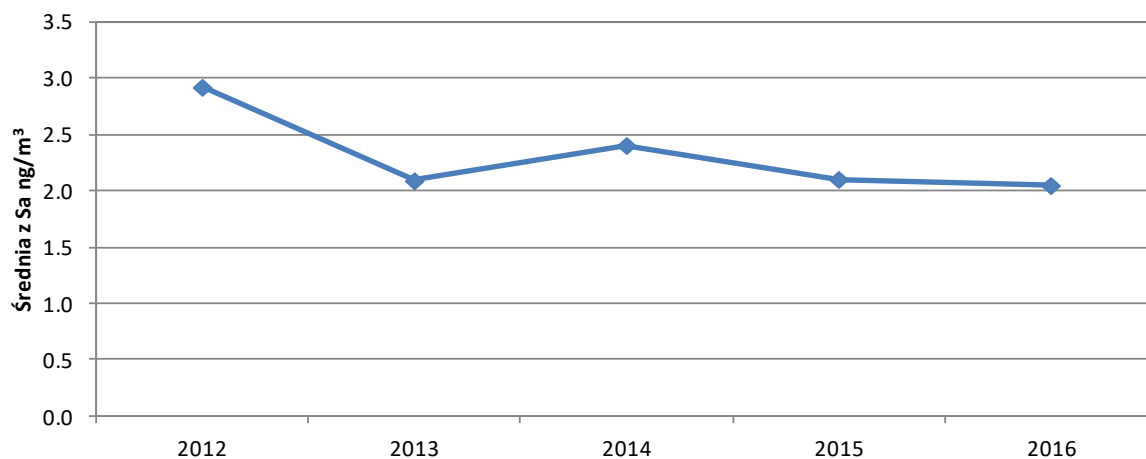
Tabela 4.4-1. Stężenia średnie roczne benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2016 r.

Źródło danych: PMŚ - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(j)fluorantenu [ng/m ³]
1	DsOsieczow21	Osieczów	dolnośląskie	1.89
2	DsWrocWybCon	Wrocław	dolnośląskie	2.84
3	KpCiechTezni	Ciechocinek	kujawsko-pomorskie	2.44
4	KpZielBoryTu	Zielonka	kujawsko-pomorskie	0.51
5	LbLubSliwins	Lublin	lubelskie	1.05
6	LdLodzLegion	Łódź	łódzkie	2.77
7	LuZielKrotka	Zielona Góra	lubuskie	0.82
8	MpKrakBujaka	Kraków	małopolskie	2.24
9	MzWarAKrzywo	Warszawa	mazowieckie	2.56
10	OpOpoleOsAKr	Opole	opolskie	4.31
11	PdBialWaszyn	Białystok	podlaskie	0.58
12	PdSuwPulaski	Suwałki	podlaskie	0.52
13	PkJasloSikor	Jasło	podkarpackie	0.94
14	SkKielJagiel	Kielce	świętokrzyskie	2.65
15	SlKatoKossut	Katowice	śląskie	3.22

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(j)fluorantenu [ng/m ³]
16	WmOlsPuszk	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1.03
17	WmPuszczaBor	Puszcza Borecka	warmińsko-mazurskie	0.61
18	WpPiłaKusoci	Piła	wielkopolskie	1.96
19	ZpSzczAndr01	Szczecin	zachodniopomorskie	1.33

Uwaga – wyniki ze stanowisk tła pozamiejskiego zapisane są w tabeli *kursywą*, wartość najwyższa dla wszystkich stanowisk **czcionką pogrubioną**, wartość najniższa czcionką podkreśloną



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

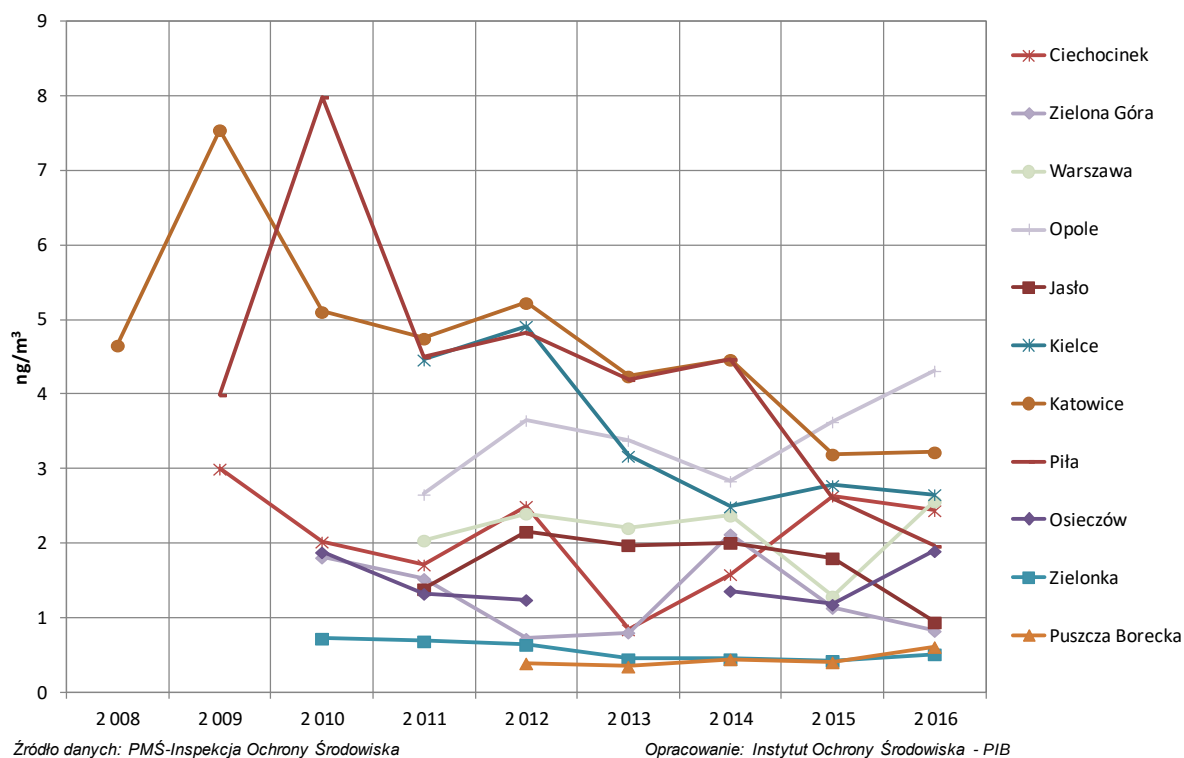
Rys. 4.4-3. Uśrednione stężenia średnie roczne B(j)F ze stanowisk tła miejskiego (nie więcej niż po jednym z każdego województwa) w latach 2012-2016

Na rys. 4.4-3 przedstawiono uśrednione wartości stężeń średnich rocznych B(j)F uzyskanych z pomiarów na stanowiskach tła miejskiego w latach 2012-2016 (od 12 do 15 stanowisk w zależności od dostępności wyników w danym roku). Uśrednione stężenie miało najwyższą wartość w 2012 r., najniższą w 2016 r. W 2015 r. nastąpił spadek wartości wskaźnika w stosunku do roku poprzedniego. W 2016 r. utrzymała się tendencja spadkowa wskaźnika.

Zmiany w wieloleciu średnich rocznych stężeń B(j)F na poszczególnych stanowiskach (rys. 4.4-4) najczęściej znacznie odbiegają od przedstawionego na rys 4.4-3 przebiegu uśrednionych wartości Sa.

Na rys. 4.4-4 przedstawiono stężenia średnie roczne B(j)F z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z trzech stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2016. Stężenia na poszczególnych stanowiskach zmieniały się z roku na rok. Po spadkach stężeń w jednym roku w stosunku do roku poprzedniego, w następnym roku występowały wzrosty stężeń. Dla większości stanowisk trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego uwzględnionego na wykresie. Tendencję spadkową daje się zauważyć na stanowiskach, na których w latach 2009-2010 notowane były wysokie stężenia B(j)F (Katowice, Piła, Kielce). Na stanowiskach znajdujących się w różnych miastach, kierunek zmian stężeń z roku na rok

może być przeciwny (np. Katowice i Kielce dla lat 2013-2015) – brak jest jednoznacznej tendencji dla wszystkich stacji w kraju lub w regionie (związanej np. z warunkami meteorologicznymi). W 2016 r. na 5 z 11 stanowisk, z których wyniki prezentowane są na wykresie, stężenie średnie roczne B(j)F było niższe niż rok wcześniej, na 6 stanowiskach nastąpił wzrost stężenia średniego rocznego B(j)F.



Rys. 4.4-4. Stężenia średnie roczne benzo(j)fluorantenu B(j)F w latach 2008-2016 na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego (w Osieczowie, Zielonce i Puszczy Boreckiej).

4.5 Stężenia benzo(k)fluorantenu

Pomiary stężeń benzo(k)fluorantenu (B(k)F) w 2016 r. prowadzone były na 22 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki ze wszystkich 22 stanowisk, w tym: 18 stanowisk tła miejskiego, 3 tła pozamiejskiego i 1 tła podmiejskiego.

Przebieg stężeń B(k)F na poszczególnych stanowiskach w 2016 r. przedstawiono na rys. 4.5-1. Stężenia średnie roczne B(k)F uzyskane z pomiarów na tych stanowiskach zaprezentowano na rys. 4.5-1, rys. 4.5-2 i w tabeli 4.5-1.

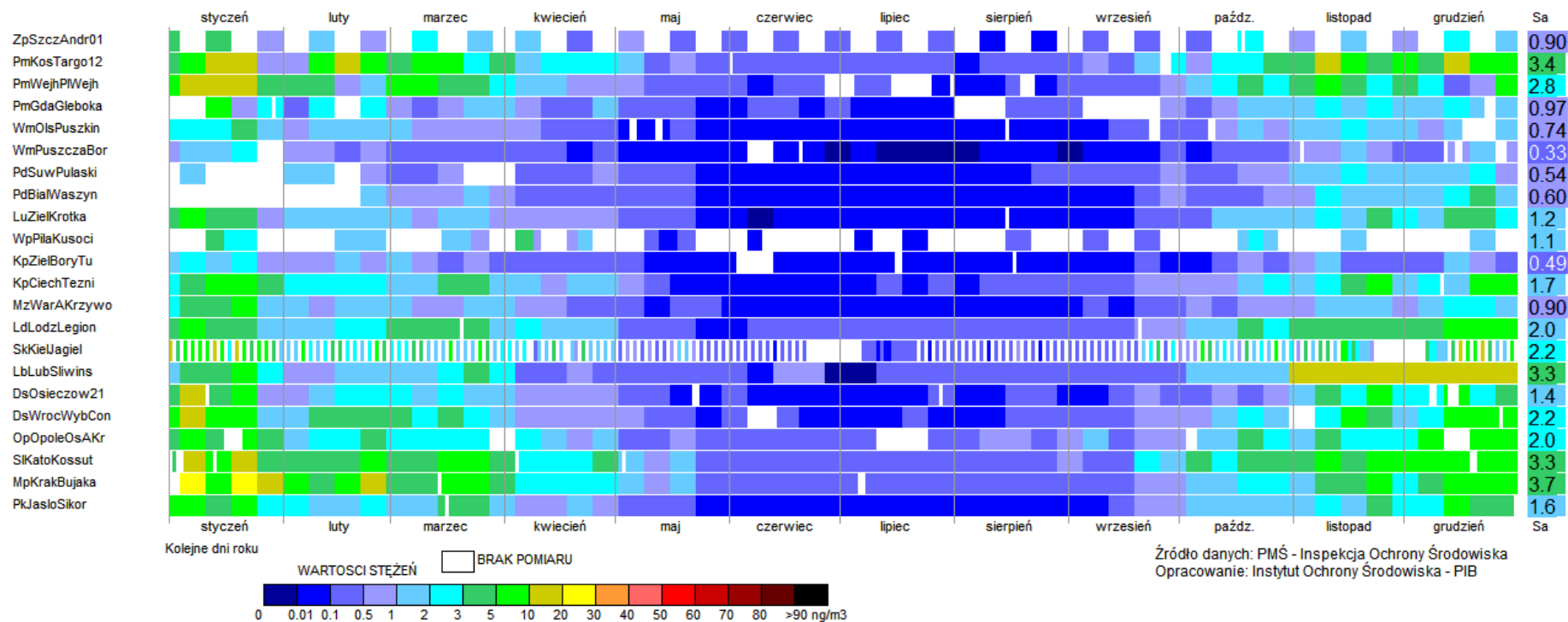
Najniższe stężenia średnie roczne B(k)F uzyskano na stacji pozamiejskiej Puszcza Borecka (0.33 ng/m^3), a spośród stanowisk tła miejskiego, na stacji w Suwałkach (0.54 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 1.52 ng/m^3 (mediana). Stacje te zlokalizowane były w jedenastu miastach w dziesięciu województwach (rys. 4.5-2).

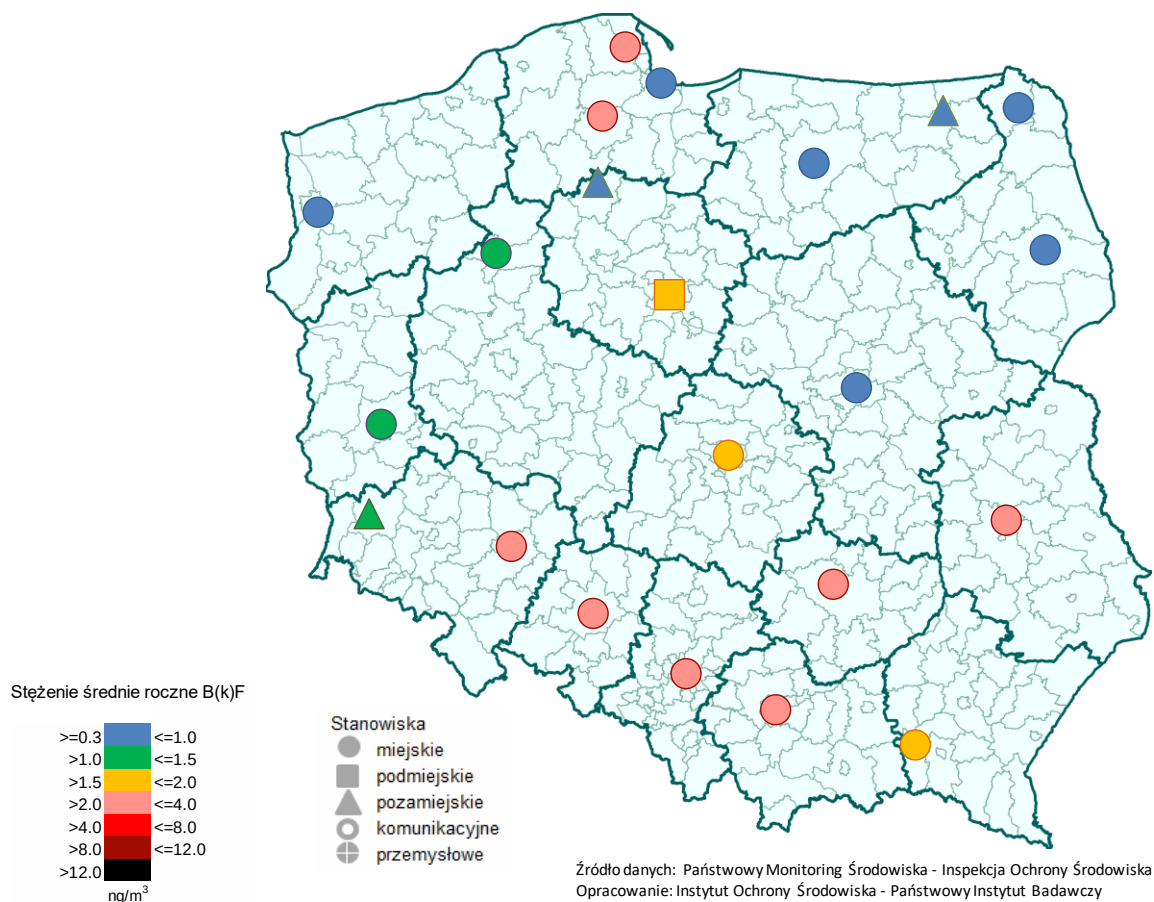
Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach dotyczących roku 2016 wynosiła 1.71 ng/m^3 . Stężenia Sa wyższe od tej wartości wystąpiły w dziesięciu miastach dziewięciu województw.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego wynosiła 1.86 ng/m^3 .

W 2016 r. najwyższe stężenie średnie roczne Sa notowano na stacji tła miejskiego w Krakowie (3.74 ng/m^3).



Rys. 4.5-1. Przebieg stężeń benzo(k)fluorantenu (B(k)F) w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pm - pomorskie, Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.5-2. Stężenia średnie roczne benzo(k)fluorantenu (B(k)F) w 2016 r. [ng/m³]

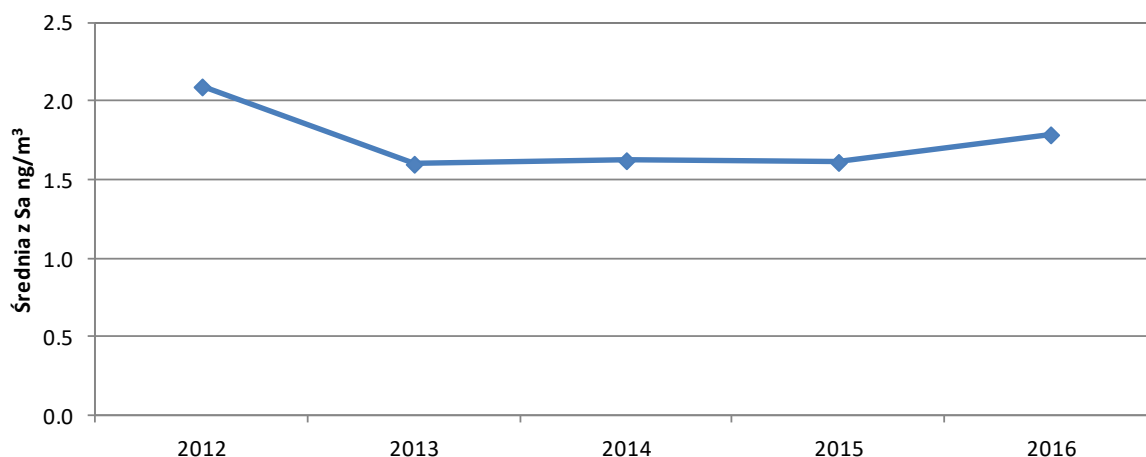
Tabela 4.5-1. Stężenia średnie roczne benzo(k)fluorantenu (B(k)F) w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(k)fluorantenu [ng/m ³]
1	DsOsieczow21	Osieczów	dolnośląskie	1.45
2	DsWrocWybCon	Wrocław	dolnośląskie	2.20
3	KpCiechTezni	Ciechocinek	kujawsko-pomorskie	1.73
4	KpZielBoryTu	Zielonka	kujawsko-pomorskie	0.49
5	LbLubSliwins	Lublin	lubelskie	3.34
6	LdLodzLegion	Łódź	łódzkie	1.99
7	LuZielKrotka	Zielona Góra	lubuskie	1.19
8	MpKrakBujaka	Kraków	małopolskie	3.74
9	MzWarAKrzywo	Warszawa	mazowieckie	0.90
10	OpOpoleOsAKr	Opole	opolskie	2.05
11	PdBialWaszyn	Białystok	podlaskie	0.60
12	PdSuwPulaski	Suwałki	podlaskie	0.54
13	PkJasloSikor	Jasło	podkarpackie	1.60
14	PmGdaGleboka	Gdańsk	pomorskie	0.97

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(k)fluorantenu [ng/m ³]
15	PmKosTargo12	Kościerzyna	pomorskie	3.45
16	PmWejhPIWejh	Wejherowo	pomorskie	2.84
17	SkKielJagiel	Kielce	świętokrzyskie	2.24
18	SlKatoKossut	Katowice	śląskie	3.26
19	WmOlsPuszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	0.74
20	WmPuszczaBor	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<u>0.33</u>
21	WpPilaKusoci	Piła	wielkopolskie	1.12
22	ZpSzczAndr01	Szczecin	zachodniopomorskie	0.90

Uwaga – wyniki ze stanowisk tła pozamiejskiego zapisane są w tabeli *kursywą*, wartość najwyższa dla wszystkich stanowisk **czcionką pogrubioną**, wartość najniższa czcionką podkreśloną



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

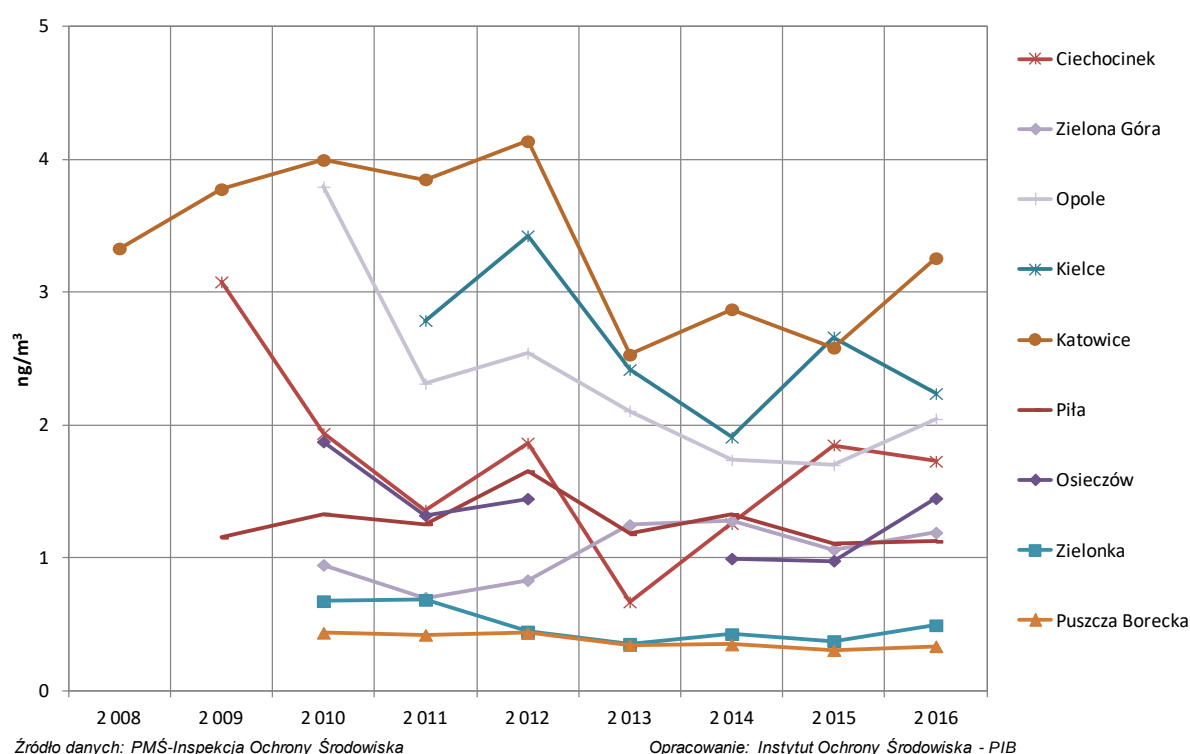
Rys. 4.5-3. Uśrednione stężenia średnie roczne B(k)F ze stanowisk tła miejskiego (po jednym z każdego województwa) w latach 2012-2016.

Na rys. 4.5-3 przedstawiono stężenia średnie roczne B(k)F uśrednione w skali kraju dla stanowisk tła miejskiego – z uwzględnieniem od 13 do 16 stanowisk w zależności od dostępności wyników w danym roku. Uśrednione stężenie miało najwyższą wartość w 2012 r. W 2013 r. nastąpił spadek wskaźnika. W latach 2013-2015 uśrednione stężenie utrzymywało się na tym samym poziomie. W 2016 r. nastąpił jego wzrost o ok. 11% ponad poziom z lat 2013-2015.

Zmiany w wieloleciu średnich rocznych stężeń B(k)F na poszczególnych stanowiskach (rys. 4.5-4) najczęściej różnią się istotnie od przedstawionego na rys. 4.5-3 przebiegu uśrednionych wartości stężeń średnich rocznych. Niemniej jednak na 7 z 9 stanowisk, z których wyniki przedstawiono na wykresie, stężenia średnie B(k)F były w 2016 r. wyższe niż rok wcześniej - podobnie jak w przypadku uśrednionego stężenia Sa dla 16 stanowisk.

Na rys. 4.5-4 przedstawiono stężenia średnie roczne B(k)F z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z trzech stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2016. Stężenia

na poszczególnych stanowiskach zmieniały się w kolejnych latach. Po spadkach stężeń w jednym roku w stosunku do poprzedniego, w następnym roku występowały wzrosty stężeń itp. Dla większości stanowisk trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego uwzględnionego na wykresie. Na stanowiskach zlokalizowanych w różnych miastach, kierunek zmian stężeń z roku na rok może być przeciwny (np. Katowice i Kielce dla lat 2013-2016) – brak jest jednoznacznej tendencji dla wszystkich stacji w kraju lub w regionie (związanej np. z warunkami meteorologicznymi). Tylko w przypadku stężeń w 2012 r. daje się zaobserwować wzrost stężeń S_a na większości stanowisk, z których wyniki prezentowane są na wykresie. Jak wspomniano wcześniej, w 2016 r. na większości stanowisk (na 7 z 9) stężenie średnie roczne B(k)F było wyższe niż rok wcześniej.



Rys. 4.5-4. Stężenia średnie roczne benzo(k)fluorantenu B(k)F w latach 2008-2016 na stanowiskach tła miejskiego, podmiejskiego (Ciechocinek) oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego (w Osieczowie, Zielonce i Puszczy Boreckiej)

4.6 Stężenia dibenzo(a,h)antracenu

Pomiary stężeń dibenzo(a,h)antracenu (DB(a,h)A) w 2016 r. prowadzone były na 22 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki ze wszystkich 22 stanowisk.

Stężenia DB(a,h)A, podobnie jak i innych WWA, cechuje wyraźna sezonowa zmienność. W sezonie chłodnym stężenia są znacznie wyższe niż latem.

Przebieg stężeń DB(a,h)A w 2016 r. na poszczególnych stanowiskach pomiarowych przedstawiono na rys. 4.6-1. Stężenia średnie roczne DB(a,h)A zaprezentowano na rys. 4.6-1, rys. 4.6-2 i w tabeli 4.6-1.

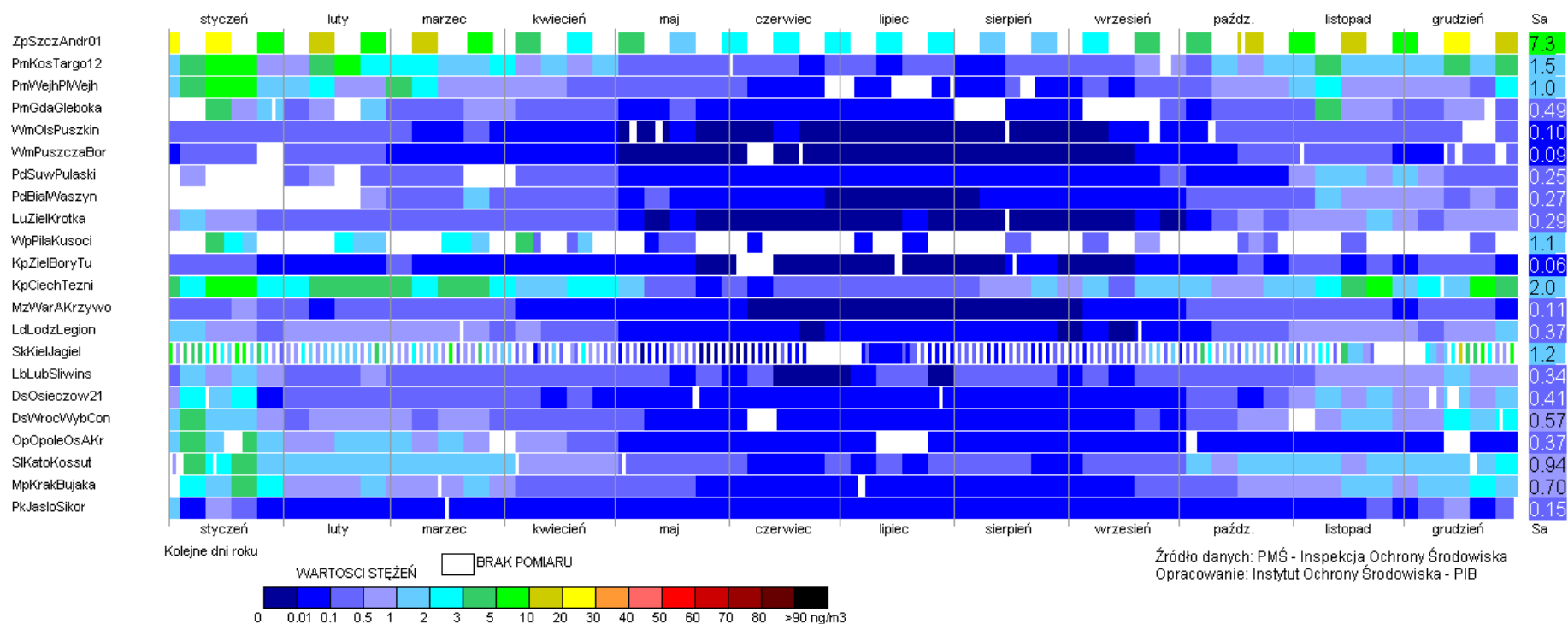
Najniższe stężenia średnie roczne DB(a,h)A uzyskano na stacji pozamiejskiej w Zielonce (0.06 ng/m^3), a spośród stanowisk tła miejskiego – na stacji w Olsztynie (0.10 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 0.39 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w dziesięciu miastach (w jednym przypadku było to stanowisko podmiejskie) w ośmiu województwach (rys. 4.6-2) oraz na jednej stacji pozamiejskiej (w Osieczowie w woj. dolnośląskim).

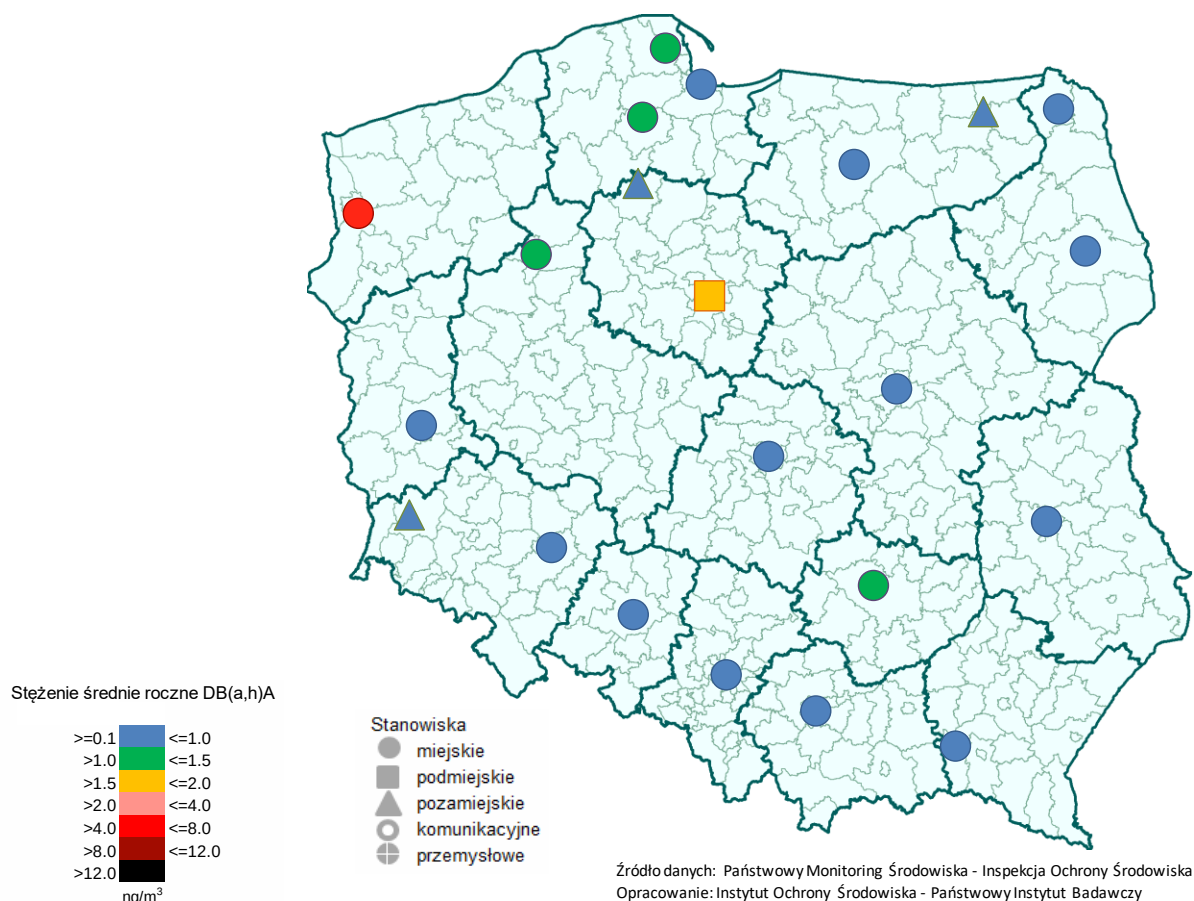
Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła w 2016 roku 0.89 ng/m^3 . Stężenia Sa wyższe od tej wartości wystąpiły w siedmiu miastach w sześciu województwach.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego wynosiła 1.00 ng/m^3 .

W 2016 r. najwyższe stężenie średnie roczne Sa odnotowano na stacji tła miejskiego w Szczecinie (7.32 ng/m^3). Stężenia DB(a,h)A uzyskiwane z pomiarów w Szczecinie znacznie odbiegają w górę od stężeń notowanych w innych miejscach.



Rys. 4.6-1. Przebieg stężeń dibenzo(a,h)antracenu (DB(a,h)A) w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pm - pomorskie, Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.6-2. Stężenia średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu (DB(a,h)A) w 2016 r. [ng/m³]

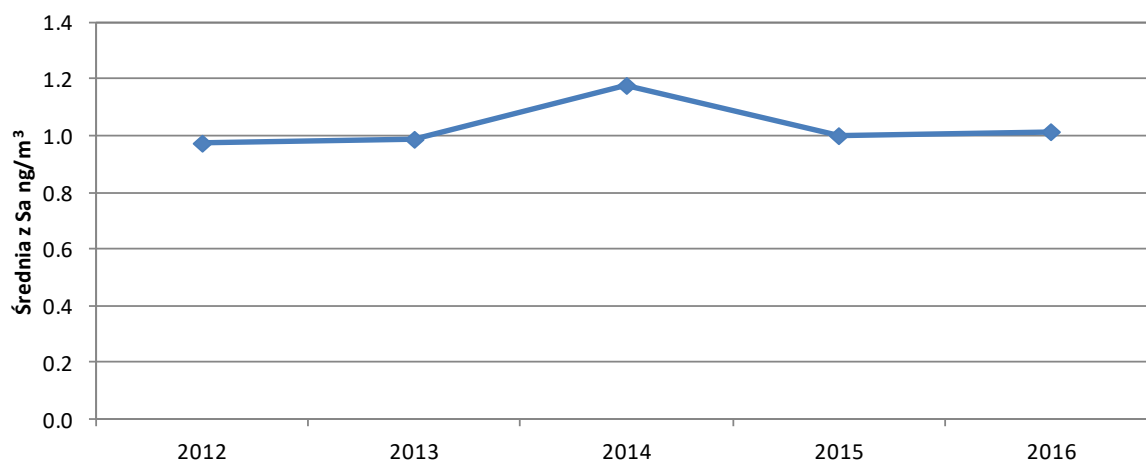
Tabela 4.6-1. Stężenia średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu (DB(a,h)A) w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska – PIB

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu [ng/m ³]
1	DsOsieczow21	Osieczów	dolnośląskie	0.41
2	DsWrocWybCon	Wrocław	dolnośląskie	0.57
3	KpCiechTezni	Ciechocinek	kujawsko-pomorskie	1.96
4	KpZielBoryTu	Zielonka	kujawsko-pomorskie	0.06
5	LbLubSliwins	Lublin	lubelskie	0.34
6	LdLodzLegion	Łódź	łódzkie	0.37
7	LuZielKrotka	Zielona Góra	lubuskie	0.29
8	MpKrakBujaka	Kraków	małopolskie	0.70
9	MzWarAKrzywo	Warszawa	mazowieckie	0.11
10	OpOpoleOsAKr	Opole	opolskie	0.37
11	PdBialWaszyn	Białystok	podlaskie	0.27
12	PdSuwPulaski	Suwałki	podlaskie	0.25
13	PkJasloSikor	Jasło	podkarpackie	0.15
14	PmGdaGleboka	Gdańsk	pomorskie	0.49
15	PmKosTargo12	Kościerzyna	pomorskie	1.45

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu [ng/m ³]
16	PmWejhPIWejh	Wejherowo	pomorskie	1.03
17	SkKielJagiel	Kielce	świętokrzyskie	1.18
18	SlKatoKossut	Katowice	śląskie	0.94
19	WmOlsPuszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	0.10
20	WmPuszczaBor	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<i>0.09</i>
21	WpPilaKusoci	Piła	wielkopolskie	1.08
22	ZpSzcAndr01	Szczecin	zachodniopomorskie	7.32

Uwaga – wyniki ze stanowisk tła pozamiejskiego zapisane są w tabeli *kursywą*, wartość najwyższa dla wszystkich stanowisk **czcionką pogrubioną**, wartość najniższą czcionką podkreśloną



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Rys. 4.6-3. Uśrednione stężenia średnie roczne DB(a,h)A ze stanowisk tła miejskiego (po jednym z każdego województwa) w latach 2012-2016

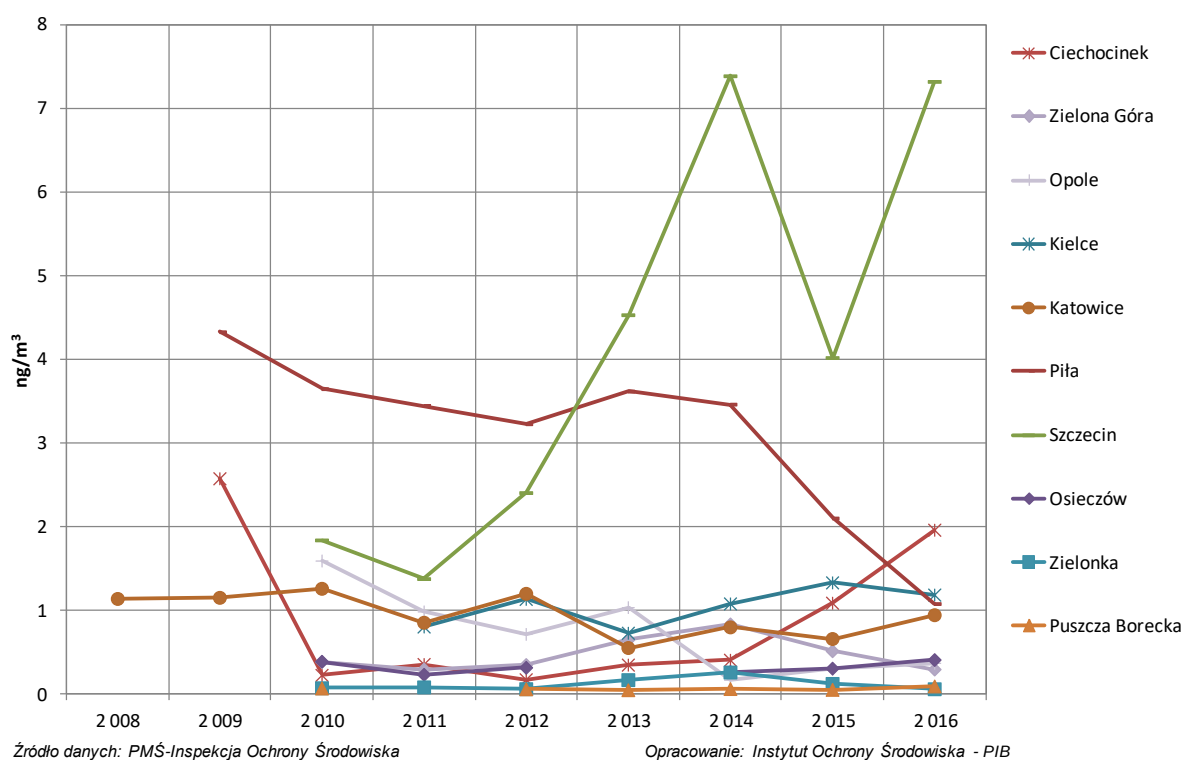
Na rys. 4.6-3 przedstawiono uśrednione w skali kraju stężenia średnie roczne DB(a,h)A w latach 2012-2016, uzyskane z pomiarów na 13 do 16 stanowisk tła miejskiego (w zależności od dostępności wyników w danym roku). Uśrednione stężenie miało najwyższą wartość w 2014 r. - co miało związek się z wysokimi stężeniami na stanowiskach w Szczecinie i Pile w tym roku (rys. 4.6-4). W 2016 r. wartość wskaźnika była zbliżona do wartości z roku poprzedniego i zarazem wyższa niż w latach 2012-2013.

Zmiany w wieloleciu średnich rocznych stężeń DB(a,h)A na poszczególnych stanowiskach (rys. 4.6-4) najczęściej znacznie odbiegają od przedstawionego na rys 4.6-3 przebiegu uśrednionych wartości stężeń średnich rocznych, zarówno w zakresie wartości stężeń, jak i stopnia i kierunku zmian stężeń Sa.

Jedynie w przypadku stacji w Szczecinie zmiany stężenia średniego rocznego DB(a,h)A odpowiadają w przybliżeniu zmianom wartości wskaźnika obliczanego na podstawie wyników z 13-16 stacji. Zgodność ta wynika z faktu, że stężenia średnie roczne na stanowisku

w Szczecinie są wyraźnie wyższe (od kilku do przeszło stu razy) niż na innych stacjach i, w rezultacie, mają największy wpływ na wartość uśrednionego stężenia i na jego zmiany w kolejnych latach.

Na rys. 4.6-4 przedstawiono stężenia średnie roczne DB(a,h)A uzyskane z pomiarów na wybranych stanowiskach tła miejskiego, na trzech stanowiskach tła pozamiejskiego i jednym tła podmiejskiego, w latach 2008-2016. Stężenia na poszczególnych stanowiskach zmieniały się z roku na rok. Po spadkach stężeń w jednym roku w stosunku do poprzedniego, w następnym roku występowały wzrosty stężeń itp. Dla większości stanowisk trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego przedstawionego na wykresie. Na stanowiskach znajdujących się w różnych miastach, zmiany stężeń obserwowane z roku na rok mogą wykazywać odwrotny kierunek (np. Piła i Kielce dla lat 2011-2015) – brak jest jednoznacznej tendencji dla wszystkich stacji w kraju lub w regionie (związanej np. z warunkami meteorologicznymi). W 2016 r. na większości rozważanych stanowisk (na 6 z 10) stężenie średnie roczne DB(a,h)A było wyższe niż rok wcześniej.



Rys. 4.6-4. Stężenia średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu DB(a,h)A w latach 2008-2016 na stanowiskach tła miejskiego, podmiejskiego (Ciechocinek) oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego (w Osieczowie, Zielonce i Puszczy Boreckiej)

4.7 Stężenia indeno(1,2,3-cd)pirenu

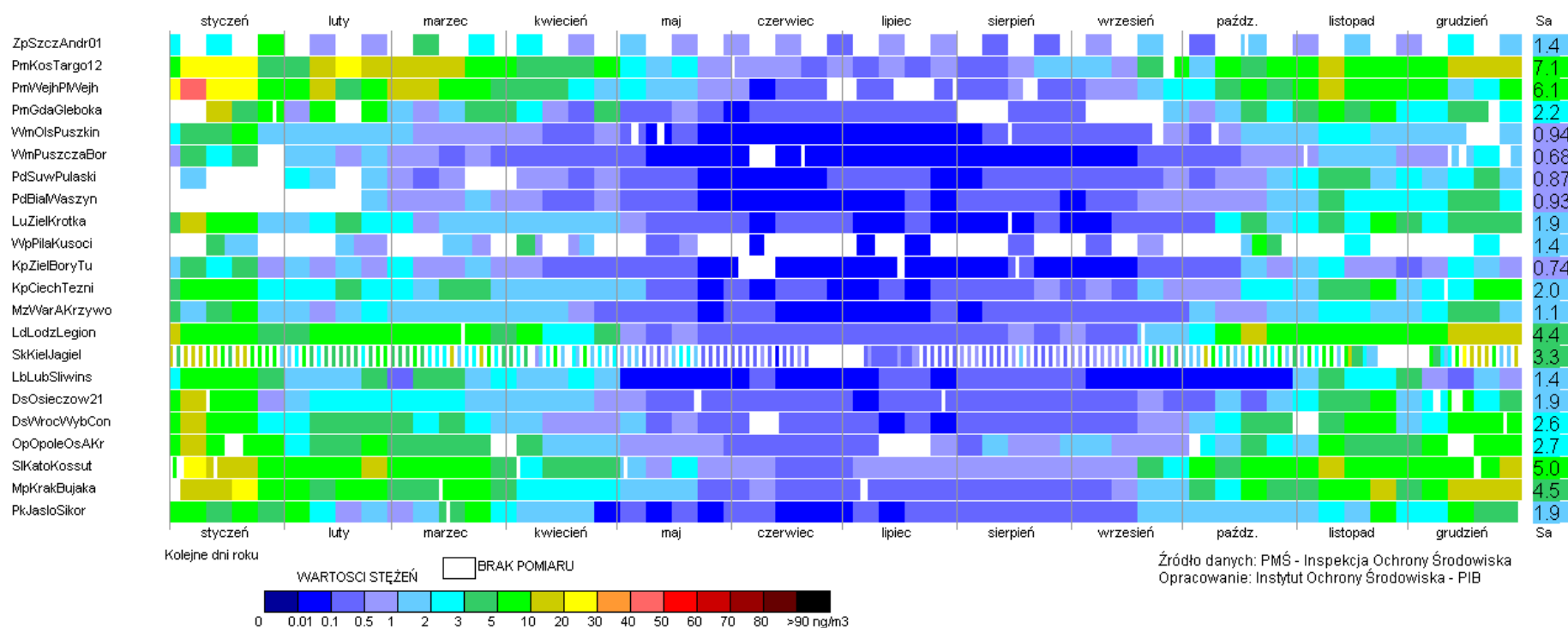
Pomiary stężeń indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w 2016 r. prowadzone były na 22 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki ze wszystkich 22 stanowisk.

Przebieg stężeń IP w 2016 r. na poszczególnych stanowiskach przedstawiono na rys. 4.7-1. Wielkości stężenia średniorocznego IP zaprezentowane zostały na rys. 4.7-1, na mapie na rys. 4.7-2 i w tabeli 4.7-1.

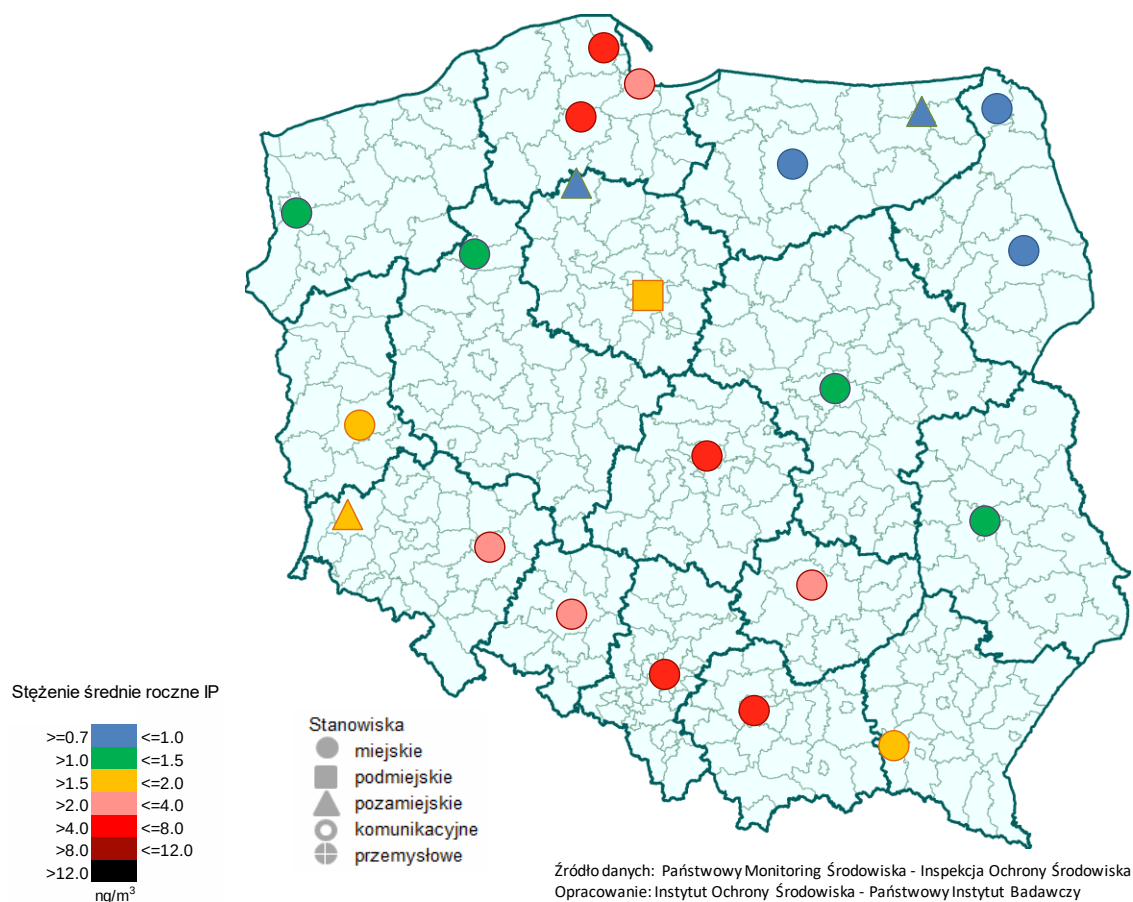
Najniższe stężenia średnie roczne IP uzyskano na stacji w Puszczy Boreckiej (0.68 ng/m^3), a na stanowiskach tła miejskiego – w Suwałkach (0.87 ng/m^3). Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 1.90 ng/m^3 . Wyniki takie uzyskano na stacjach zlokalizowanych w jedenastu miastach (w tym na stanowisku podmiejskim w Ciechocinku), w dziewięciu województwach (rys. 4.7-2).

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 2.50 ng/m^3 . Stężenia Sa wyższe od tej wartości wystąpiły w ośmiu miastach w siedmiu województwach. Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego i podmiejskiego wynosiła 2.72 ng/m^3 .

W 2016 r. najwyższe stężenie średnie roczne Sa zanotowano na stacji tła miejskiego w Kościerzynie w woj. pomorskim (7.09 ng/m^3).



Rys. 4.7-1. Przebieg stężeń indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w 2016 r. na stanowiskach, z których wyniki wykorzystano w ocenie (dwie pierwsze litery w kodzie stanowisk to skrót nazwy województwa, na obszarze którego zlokalizowane jest stanowisko, np. Pm - pomorskie, Kp – kujawsko-pomorskie itd.)



Rys. 4.7-2. Stężenia średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w 2016 r. [ng/m³]

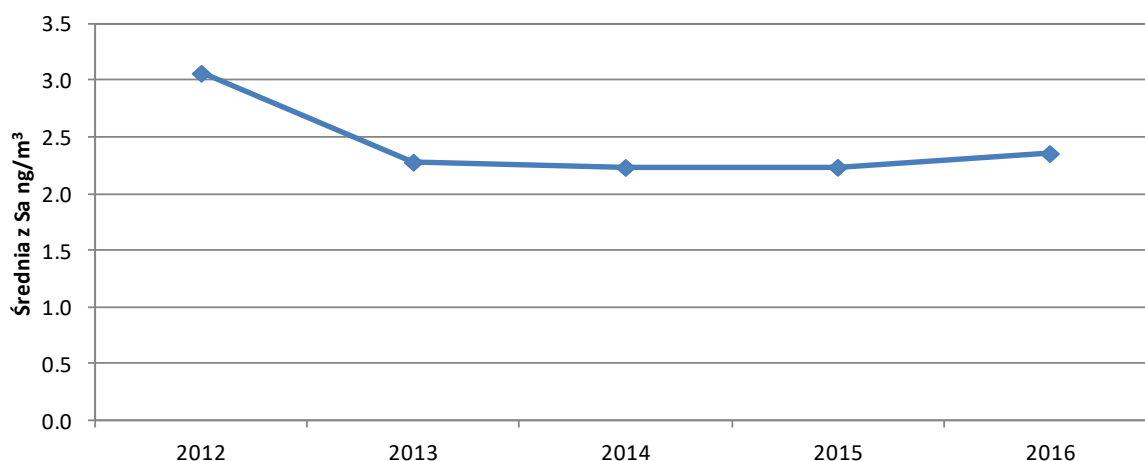
Tabela 4.7-1. Stężenia średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w 2016 r.

Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska. Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu [ng/m ³]
1	DsOsieczow21	Osieczów	dolnośląskie	1.86
2	DsWrocWybCon	Wrocław	dolnośląskie	2.60
3	KpCiechTezni	Ciechocinek	kujawsko-pomorskie	1.97
4	KpZielBoryTu	Zielonka	kujawsko-pomorskie	0.74
5	LbLubSliwins	Lublin	lubelskie	1.40
6	LdLodzLegion	Łódź	łódzkie	4.37
7	LuZielKrotka	Zielona Góra	lubuskie	1.90
8	MpKrakBujaka	Kraków	małopolskie	4.45
9	MzWarAKrzywo	Warszawa	mazowieckie	1.14
10	OpOpoleOsAKr	Opole	opolskie	2.74
11	PdBialWaszyn	Białystok	podlaskie	0.93
12	PdSuwPulaski	Suwałki	podlaskie	0.87
13	PkJasloSikor	Jasło	podkarpackie	1.91
14	PmGdaGleboka	Gdańsk	pomorskie	2.21
15	PmKosTargo12	Kościerzyna	pomorskie	7.09

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu [ng/m ³]
16	PmWejhPIWejh	Wejherowo	pomorskie	6.09
17	SkKielJagiel	Kielce	świętokrzyskie	3.35
18	SlKatoKossut	Katowice	śląskie	5.02
19	WmOlsPuszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	0.94
20	<i>WmPuszczaBor</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<u>0.68</u>
21	WpPiłaKusoci	Piła	wielkopolskie	1.42
22	ZpSzczAndr01	Szczecin	zachodniopomorskie	1.36

Uwaga – wyniki ze stanowisk tła pozamiejskiego zapisane są w tabeli *kursywą*, wartość najwyższa dla wszystkich stanowisk **czcionką pogrubioną**, wartość najniższą czcionką podkreśloną



Źródło danych: PMS - Inspekcja Ochrony Środowiska Opracowanie: Instytut Ochrony Środowiska - PIB

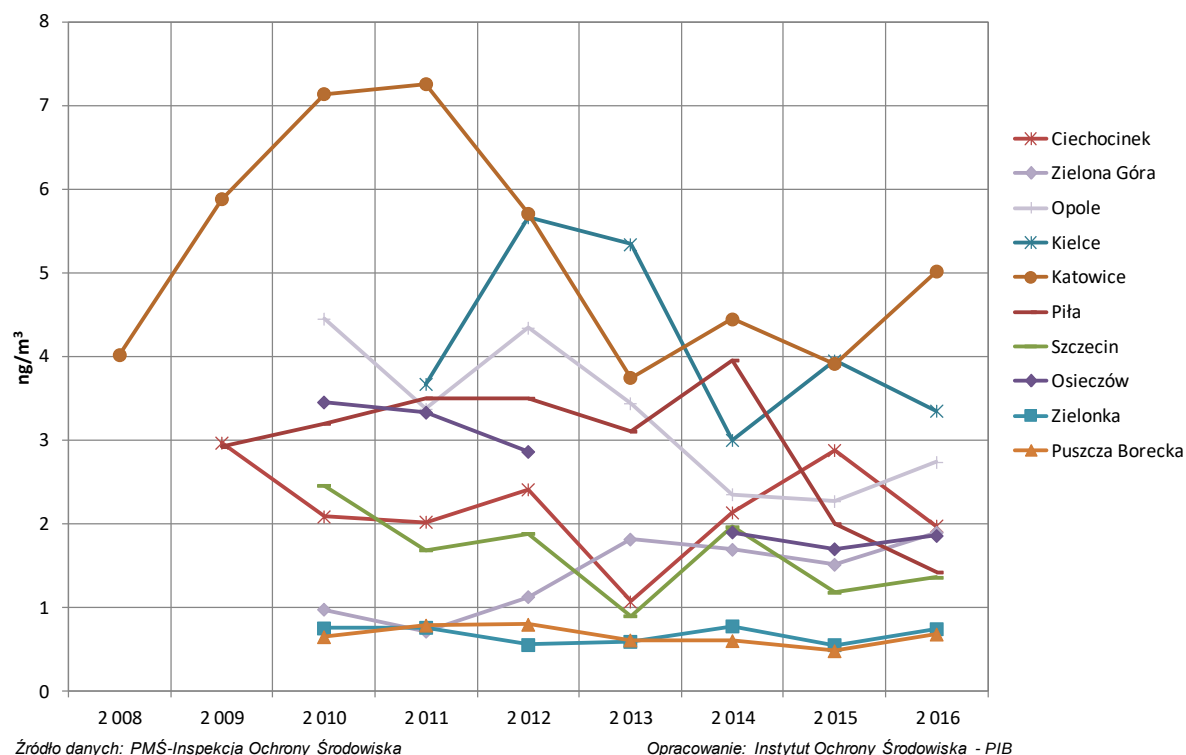
Rys. 4.7-3. Uśrednione stężenia średnie roczne IP ze stanowisk tła miejskiego (nie więcej niż po jednym stanowisku z województwa) w latach 2012-2016

Na rys. 4.7-3 przedstawiono stężenia średnie roczne IP uśrednione z 12 do 16 stanowisk tła miejskiego (w zależności od dostępności wyników w danym roku). Uśrednione stężenie miało najwyższą wartość w 2012 r. W 2013 r. nastąpił spadek wskaźnika. W latach 2013-2015 uśrednione stężenie utrzymywało się na tym samym poziomie, w 2016 r. wzrosło o 5% w stosunku do roku poprzedniego.

Zmiany w wieloleciu średnich rocznych stężeń IP na poszczególnych stanowiskach (rys. 4.7-4) najczęściej znacznie odbiegają od przedstawionego na rys. 4.7-3 przebiegu uśrednionych wartości stężeń średnich rocznych, zarówno w zakresie wartości stężeń, jak i stopnia i kierunku zmian stężeń Sa.

Na rys. 4.7-4 przedstawiono stężenia średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) na wybranych stanowiskach tła miejskiego (i podmiejskiego dla Ciechocinka) oraz na trzech stanowiskach tła pozamiejskiego, w latach 2008-2016. Stężenia na poszczególnych

stanowiskach zmieniały się w kolejnych latach, nie wykazując stałych tendencji wzrostowych lub spadkowych w całym okresie pomiarowym uwzględnionym w analizie. Na większości rozważanych stanowisk (na 7 z 10) stężenia średnie roczne IP w 2016 r. były wyższe niż rok wcześniej.



Rys. 4.7-4. Stężenia średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w latach 2008-2016 na stanowiskach tła miejskiego, podmiejskiego (Ciechocinek) oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego (w Osieczowie, Zielonce i Puszczy Boreckiej)

5. Wnioski

1. W Polsce notowane są wysokie stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych WWA. Jedynym zanieczyszczeniem w tej grupie, dla którego w prawie krajowym i unijnym określono stężenie dopuszczalne (poziom docelowy, wynoszący 1 ng/m^3 dla stężenia średniego rocznego) jest benzo(a)piren, traktowany jako wskaźnik zanieczyszczenia powietrza WWA. W roku 2016 poziom docelowy B(a)P przekroczony był na 122 ze 129 stanowisk w kraju, w tym na 111 spośród 114 stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego. Uśrednione stężenie średnie roczne B(a)P dla wszystkich stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego w 2016 r. wynosiło 5.20 ng/m^3 , było więc przeszło pięciokrotnie wyższe od wartości poziomu docelowego. Na 7% stanowisk tła miejskiego i podmiejskiego stężenie średnie roczne B(a)P ponad dziesięciokrotnie przewyższało poziom docelowy.
2. Stężenia B(a)P w Polsce od wielu lat utrzymują się na wysokim poziomie. Najwyższe wartości uśrednionego stężenia B(a)P wystąpiły w 2010 i 2012 r. Wartości te przekraczały wówczas około sześciokrotnie poziom docelowy. W latach 2013-2015 stężenia były niższe niż w 2012 r., ale w dalszym ciągu uśrednione wartości stężeń średnich rocznych B(a)P około pięciokrotnie przekraczały poziom docelowy. W 2016 r. nastąpił wzrost uśrednionych stężeń B(a)P o ok. 4% w stosunku do poprzedniego roku.
3. Zmiany średnich rocznych stężeń rozważanych w opracowaniu WWA na poszczególnych stanowiskach pomiarowych z reguły nie wykazują jednolitych tendencji w okresie wielolecia. Stężenia WWA na większości stanowisk w 2016 r. były wyższe niż rok wcześniej. Stężenia benzo(a)pirenu, benzo(a)antracenu, benzo(k)fluorantenu, dibenzo(a,h)antracenu i indeno(1,2,3-cd)pirenu uśrednione w skali kraju były w 2016 r. wyższe niż rok wcześniej. W przypadku benzo(b)fluorantenu i benzo(j)fluorantenu w 2016 r. nastąpił spadek wartości uśrednionych stężeń.
4. Stężenia wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, w tym B(a)P, są w Polsce znacznie wyższe niż w większości innych krajów europejskich.
5. W skali kraju, największe ilości WWA emitowane są z systemów indywidualnego ogrzewania budynków. Szacuje się, że ta kategoria źródeł emisji odpowiedzialna była za 87% całkowitej emisji WWA i 80% emisji B(a)P z terenu Polski w 2015 r. Źródła emisji tej kategorii występują powszechnie na terenie całego kraju. Z uwagi na małą wysokość kominów odprowadzających spaliny z tych źródeł, emisja WWA z tej kategorii źródeł jest odpowiedzialna w największym stopniu za występowanie wysokich stężeń WWA na dużym obszarze kraju na terenach zamieszkałych, nie tylko na obszarze dużych miast i aglomeracji, ale także na obszarze mniejszych miast, miejscowości i wsi zabudowanych budynkami ogrzewanymi indywidualnie. Poprawa jakości powietrza w zakresie WWA (i jednocześnie w zakresie pyłu PM₁₀ i PM_{2.5}) wymaga zatem podejmowania i prowadzenia działań zmierzających do ograniczenia emisji WWA związanej z indywidualnym ogrzewaniem budynków. Do działań takich należą m.in.:

rozbudowa miejskich systemów sieci ciepłych; zmiana źródła ciepła w indywidualnych instalacjach - z paliw stałych na gaz, olej opałowy lub elektryczność; zastosowanie pomp ciepła i paneli słonecznych; termomodernizacja budynków; zamiana starych pieców na nowe, niskoemisyjne, o wysokiej sprawności cieplnej; zakaz dystrybucji i stosowania paliw stałych o niskiej jakości; edukacja społeczeństwa w zakresie zagrożeń związanych z zanieczyszczeniem powietrza i wpływu niewłaściwych zachowań na jego jakość.

Bibliografia

1. Poland's informative inventory report 2017 Submission under the UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, KOBIZE, 2017
2. Krajowy bilans emisji SO₂, NO_x, CO, NH₃, NMLZO, pyłów, metali ciężkich i TZO za lata 2014 – 2015 w układzie klasyfikacji SNAP Raport syntetyczny. KOBIZE 2017
3. European Union emission inventory report 1990–2015 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP), EEA Report No 9/2017
4. Dyrektywa 2008/50/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (Dz. Urz. UE L. 152 z 11.06.2008, str.1)
5. Dyrektywa Komisji (UE) 2015/1480 z dnia 28 sierpnia 2015 r. zmieniająca 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, str.4);
6. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1031)
7. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r. poz. 1032)
8. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2010 r. Nr 16 poz. 87)
9. Air quality in Europe – 2017 report, European Environment Agency, 2017
10. GIOŚ 2017, „Ocena jakości powietrza w strefach w Polsce za rok 2016”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Kobus D., Iwanek J., Mitosek G., Warszawa 2017
11. GIOŚ 2017, „Jakość powietrza w Polsce w roku 2016 w świetle wyników pomiarów prowadzonych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska”; praca wykonana na zlecenie Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska przez Instytut Ochrony Środowiska – PIB, autorzy: Iwanek J., Mitosek G., Kobus D., Warszawa 2017
12. 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