



Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA

Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w Polsce w 2013 r.

Warszawa 2014

Opracowano w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym (przez zespół w składzie: Jacek Iwanek, Dominik Kobus, Jakub Kostrzewa, Grażyna Mitosek, Renata Parvi), 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 - Inspekcja Ochrony Środowiska*

SPIS TREŚCI

1.	Wstęp	1
2.	Emisja WWA.....	2
3.	System pomiarowy stężeń WWA	6
4.	Stężenia WWA.....	8
4.1	Stężenia benzo(a)pirenu	17
4.2	Stężenia benzo(a)antracenu	25
4.3	Stężenia benzo(b)fluorantenu	30
4.4	Stężenia benzo(j)fluorantenu	34
4.5	Stężenia benzo(k)fluorantenu	40
4.6	Stężenia dibenzo(a,h)antracenu	45
4.7	Stężenia indeno(1,2,3-cd)pirenu.....	50
5.	Wnioski.....	55

1. Wstęp

W opracowaniu przedstawiono ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) w Polsce w 2013 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 2013 r., przekazywanych przez wojewódzkie inspektoraty ochrony środowiska (WIOŚ) do Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i zgromadzonych w krajowej bazie danych JPOAT1.5. Dane na temat stężeń WWA z innych krajów europejskich a także wyniki pomiarów WWA z Polski z lat poprzednich uzyskano z bazy danych AirBase prowadzonej przez Europejską Agencję Środowiska (EAŚ) oraz z plików raportów zgodnych z decyzją 2004/461/EC umieszczonych na stronie Centralnego Repozytorium Danych EAŚ.

Omówienia 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 WWA 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 2013 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 JPOAT1.5, w postaci rocznych serii pomiarowych, podlegają dwustopniowej kontroli. Pierwszym stopniem jest weryfikacja na poziomie poszczególnych województw, prowadzona przez WIOŚ. Drugim etapem jest dokonywanie przeglądu wyników na poziomie krajowym – w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym. W wyniku przeglądu wyników pomiarów wykonanego w IOŚ-PIB, w przypadku 39 serii pomiarowych (dla WWA innych niż B(a)P – przegląd serii B(a)P wykonano w ramach innej pracy), przeprowadzona była procedura ponownej weryfikacji serii pomiarowych przez WIOŚ.

Serie zaakceptowane na obu poziomach poddawane są ocenie i selekcji pod kątem dotrzymania kryteriów, których spełnienie pozwala na poprawne obliczanie parametrów statystycznych na podstawie pomierzonych stężeń i ich wykorzystanie do oceny jakości powietrza. Na rysunkach przedstawiających przebieg stężeń poszczególnych WWA w 2013 r. zaprezentowano wyniki ze wszystkich stanowisk pomiarowych, w tabelach i w tekście omówiono wyniki ze stanowisk, z których serie pomiarowe spełniały ww. wymagania dotyczące kompletności i rozłożenia pomiarów w ciągu roku.

W opracowaniu uwzględniono wyniki ze 120 stanowisk pomiarowych benzo(a)pirenu, 32 stanowisk benzo(j)fluorantenu i po 33 stanowiska 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. Ocenia się, że emisja WWA związana z indywidualnym ogrzewaniem budynków stanowi ok. 77% całkowitej emisji B(a)P do powietrza z terenu Polski. Dodatkowo do pogorszenia jakości powietrza znacząco przyczyniają się wszelkiego rodzaju emisje nieorganizowane, jak wypalanie ściernisk, spalanie resztek roślinnych na polach, działkach i ogrodach, spalanie śmieci i odpadów w ogniskach i urządzeniach do tego nie przystosowanych. Wymienione wyżej źródła emisji WWA występują powszechnie na terenie całego kraju, a przez to, że emisja zanieczyszczeń z tych źródeł zachodzi z niewielkiej wysokości (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 obszarze dużych miast i aglomeracji, ale także (i to w znaczącym stopniu) na obszarze mniejszych miast z budynkami ogrzewanymi indywidualnie, również na terenie mniejszych miejscowości i wsi. Zgodnie z szacunkami 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 stanowi 87% sumarycznej emisji tych WWA z terenu Polski.

Kolejną kategorią źródeł emisji WWA, powszechnie występujących na terenie całego kraju, jest transport drogowy. Ocenia się, że emisja z samochodów stanowi ok. 6% całkowitej emisji B(a)P z kraju, i ok. 2% sumarycznej emisji czterech WWA (benzo(a)pirenu, benzo(b)-fluorantenu, benzo(k)-fluorantenu, indeno(1,2,3-cd)-pirenu).

Około 15% B(a)P i 10% sumy emisji czterech WWA emitowane jest z koksowni. 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, z podziałem na kategorie źródeł emisji zamieszczono w tabeli 2-1, a procentowy udział emisji z każdej kategorii źródeł emisji w emisji całkowitej podano w tabeli 2-2.

Tabela 2-1. Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w 2012 r. w Polsce.
Źródło: Poland's Informative Inventory Report 2013, Submission under UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution

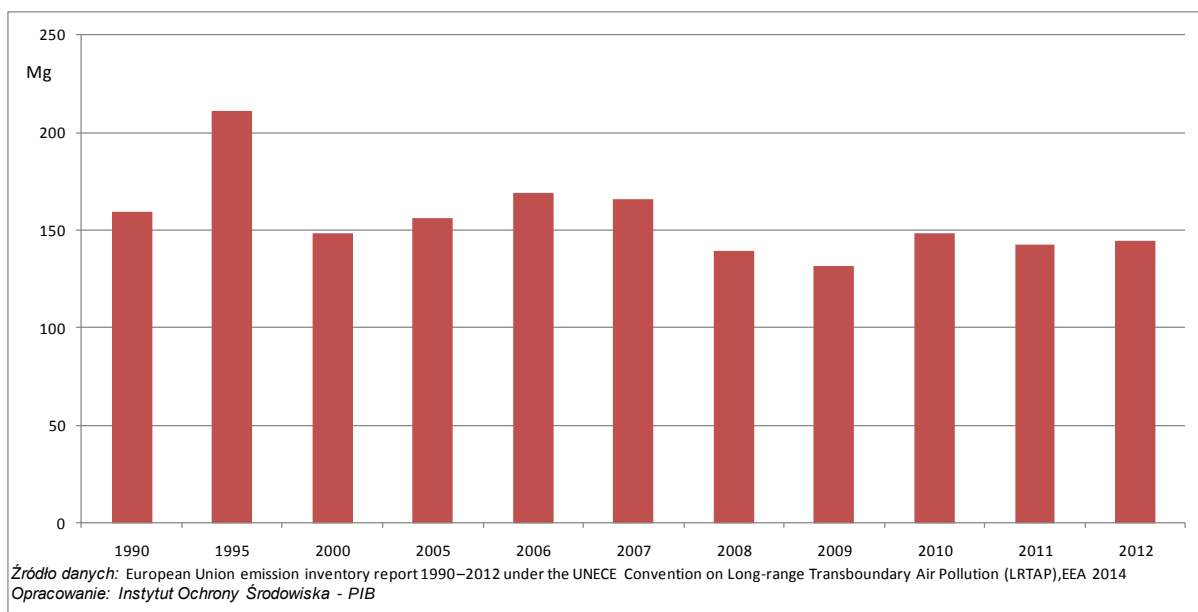
Kategoria źródeł emisji	Emisja w kg/rok				
	benzo(a)piren BaP	benzo(b)- fluoranten BbF	benzo(k)- fluoranten BkF	indeno(1,2,3- cd)-piren IP	Suma 4 WWA
Produkcja energii elektrycznej i ciepła	2	121	121	3	247
Spalanie paliw w instalacjach przemysłowych i w budownictwie	6	226	359	123	714
Transport drogowy	2657	4	4	2	2667
Indywidualne ogrzewanie budynków	33500	40633	9110	41811	125054
Rolnictwo, leśnictwo, rybołówstwo - maszyny robocze	501	1	1	1	504
Koksownie	6668	2223	2223	2667	13781
Produkcja aluminium	122	445	445	55	1067
Inne	55	105	105	67	332
Razem	43511	43758	12368	44729	144366

Tabela 2-2. Procentowy udział emisji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych z poszczególnych kategorii źródeł emisji w emisji całkowitej w 2012 r. w Polsce.

Opracowano na podstawie: Poland's Informative Inventory Report 2014, Submission under UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, marzec 2014

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
Produkcja energii elektrycznej i ciepła	0.005	0.28	0.98	0.01	0.2
Spalanie paliw w instalacjach przemysłowych i w budownictwie	0.01	0.52	2.90	0.27	0.5
Transport drogowy	6.1	0.0	0.0	0.0	1.8
Indywidualne ogrzewanie budynków	77.0	92.9	73.7	93.5	86.6
Rolnictwo, leśnictwo, rybołówstwo - maszyny robocze	1.2	0.0	0.0	0.0	0.3
Koksownie	15.3	5.1	18.0	6.0	9.5
Produkcja aluminium	0.3	1.0	3.6	0.1	0.7
Inne	0.1	0.2	0.8	0.1	0.2

W okresie 1990-2012 krajowa roczna emisja WWA do powietrza z terenu Polski wynosiła od 132 do 211 Mg/rok (rys. 2-1). Od 2008 roku, emisja nie przekracza 150 Mg/rok, a w latach 2010-2012 emisja ustabilizowała się na poziomie ok. 145 Mg/rok, przy zmianach z roku na rok nie przekraczających 4 procent.



Rys. 2-1. Roczna sumaryczna emisja czterech wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych do powietrza z terenu Polski w latach 1990-2012.

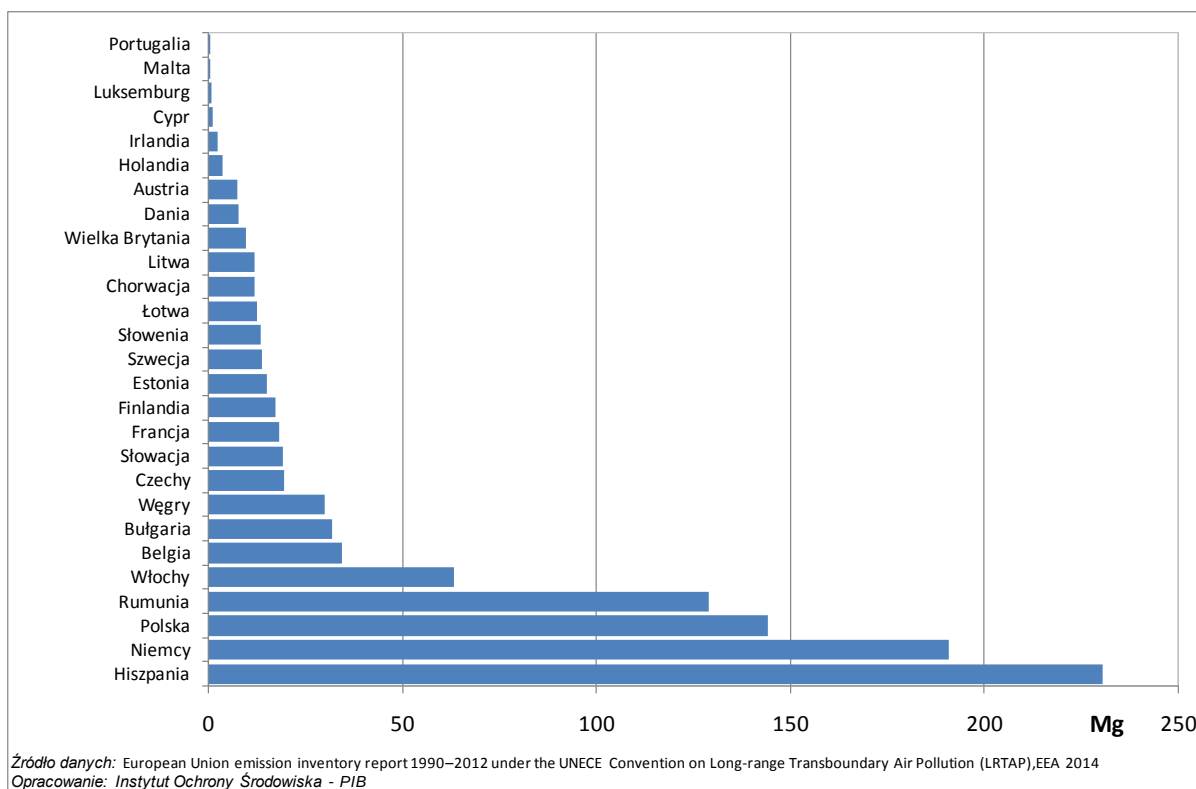
W 2012 r. emisja z terenu Polski czterech wymienionych wyżej WWA (144.4 Mg) stanowiła ok. 14% emisji WWA z krajów Unii Europejskiej (tab. 2-3). Więcej od Polski emitowane było z dwóch krajów UE – z Hiszpanii i z Niemiec (rys.2-2).

Tabela 3-3. Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w 2012 r. w krajach Unii Europejskiej.

Opracowano na podstawie: European Union emission inventory report 1990–2012 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP), EEA 2014

Kraj	Emisja 4 WWA w 2012 r. [Mg]	Procentowy udział w emisji EU-28 [%]
Austria	7.5	0.7
Belgia	34.5	3.3
Bułgaria	31.9	3.1
Chorwacja	11.9	1.1
Cypr	1.1	0.1
Czechy	19.5	1.9
Dania	7.7	0.7
Estonia	15	1.4
Finlandia	17.2	1.7
Francja	18.2	1.8
Hiszpania	230.7	22.2
Holandia	3.5	0.3
Irlandia	2.4	0.2
Litwa	11.8	1.1
Luksemburg	0.8	0.1
Łotwa	12.4	1.2

Kraj	Emisja 4 WWA w 2012 r. [Mg]	Procentowy udział w emisji EU-28 [%]
Malta	0.1	0
Niemcy	190.9	18.4
Polska	144.4	13.9
Portugalia	0.1	0.0
Rumunia	129	12.4
Słowacja	19.2	1.8
Słowenia	13.3	1.3
Szwecja	13.6	1.3
Węgry	30	2.9
Wielka Brytania	9.5	0.9
Włochy	63.2	6.1
EU-28	1039	100



Rys. 2-2. . Emisja wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w 2012 r. w krajach Unii Europejskiej.

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 ta emisja nie powodowała w otoczeniu instalacji przekroczeń poziomu 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 mierzonych w ramach PMŚ w Polsce, benzo(a)piren jest zanieczyszczeniem mierzonym na największej liczbie stanowisk (134 w 2013 r.). Pomiary prowadzone są najczęściej na kilku-kilkunastu stanowiskach w każdym województwie. Wyjątkiem jest woj. podlaskie, w którym pomiary stężeń B(a)P prowadzone były tylko na jednym stanowisku. Do potrzeb niniejszego opracowania wykorzystano wyniki pomiarów ze 120 stanowisk, z których wyniki wykorzystane były przez WIOŚ przy wykonywaniu rocznej oceny zanieczyszczenia powietrza w strefach za 2013 r. Wśród tych 120 stanowisk, 98 to stanowiska tła miejskiego, 6 tła pozamiejskiego, 9 stanowisk tła podmiejskiego, 3 stanowiska komunikacyjne i 4 stanowiska zlokalizowane w strefie oddziaływania emisji przemysłowych (w tym jedno poza obszarem miejskim).

W przypadku pozostałych WWA, stężenia mierzone są na 33 stanowiskach w kraju, z których 29 to stanowiska tła miejskiego, 3 stanowiska pozamiejskie i jedno zlokalizowane w strefie oddziaływania przemysłu. W większości województw jest tylko jedno stanowisko pomiarowe (tła miejskiego). W dwóch województwach (dolnośląskim i pomorskim) w 2013 r. funkcjonowało po 8 i 9 stanowisk pomiarowych. Liczba i rozmieszczenie stanowisk pomiarowych WWA spełnia wymagania podane w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 r. w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu, a w dwóch wymienionych wyżej województwach 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 zbiera się filtry z kilku-kilkudziesięciu dni i oznacza stężenia WWA w próbach łączonych. Bardzo różny jest sposób łączenia filtrów stosowanych przez poszczególne WIOŚ. W przypadku benzo(a)pirenu (rys. 4.1-1) stosowane

jest co najmniej kilkanaście systemów wyboru filtrów do oznaczeń (w przypadku innych WWA jest podobnie – rys. 4.2-1, 4.3-1, 4.4-1, 4.5-1, 4.6-1, 4.7-1).

a. oznaczanie WWA w próbach 24-godz.:

- co drugi dzień ,
- po parę dni po kolei, potem kilkudniowa przerwa w pomiarach,
- co parę dni jeden pomiar;

b. oznaczanie WWA w próbach łączonych:

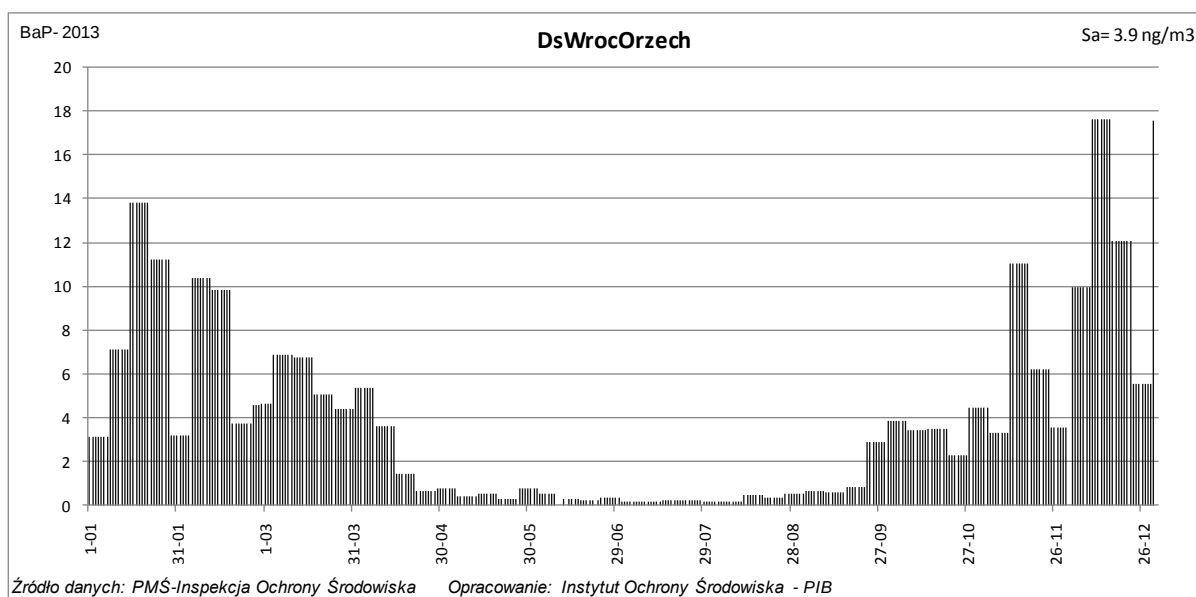
- 2 kolejne dni,
- 2 kolejne dni, przerwa 2 dni, 2 kolejne dni,
- 3 kolejne dni,
- 4 kolejne dni,
- 5 kolejnych dni,
- 6 kolejnych dni,
- 7 kolejnych dni,
- 10 kolejnych dni,
- 14 kolejnych dni,
- 10 filtrów co drugi dzień,
- 7 filtrów co drugi dzień,
- 4 próby łączone 5-dniowe w miesiącu,
- próba kompletowana jest z wszystkich filtrów z danego miesiąca.

W efekcie, w zależności od województwa i stanowiska, serie mają bardzo różne pokrycie roku pomiarami (od 13.4% do 100.0%), różny czas uśredniania pomiarów jednostkowych (od jednego dnia do 31 dni), na różnych stanowiskach pomiary obejmują inne dni w roku. W rezultacie trudno porównywać między sobą wyniki pomiarów jednostkowych z różnych stacji, np. stężenia 24-godz. ze stężeniami miesięcznymi. Dodatkowo należy wziąć pod uwagę, że przy pomiarach obejmujących zaledwie kilkanaście procent dni w roku, mogą być pominięte epizody wysokich stężeń, trwające niekiedy 2-3 dni, przez co uzyskana średnia arytmetyczna z takiej serii stężeń może znacząco odbiegać od rzeczywistego średniego rocznego stężenia WWA w rejonie stacji. Równie często może też dojść do zawyżania stężenia średniego rocznego przy obliczaniu średniej arytmetycznej z mało licznej serii pomiarowej¹.

¹ Zagadnienia dokładności określania stężenia średniego rocznego w zależności między innymi od liczebności i rozłożenia pomiarów w ciągu roku omówiono w pracy: Iwanek J., „Badanie możliwości wykorzystania niepełnych/niekompletnych serii pomiarowych do obliczania parametrów kryterialnych stosowanych w ocenach jakości powietrza”, Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa 2008

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 stężeń B(a)P na przykładzie wyników pomiarów ze stacji we Wrocławiu.



Rys. 4-1. Przebieg stężeń B(a)P w 2013 r. na stacji we Wrocławiu [ng/m³]

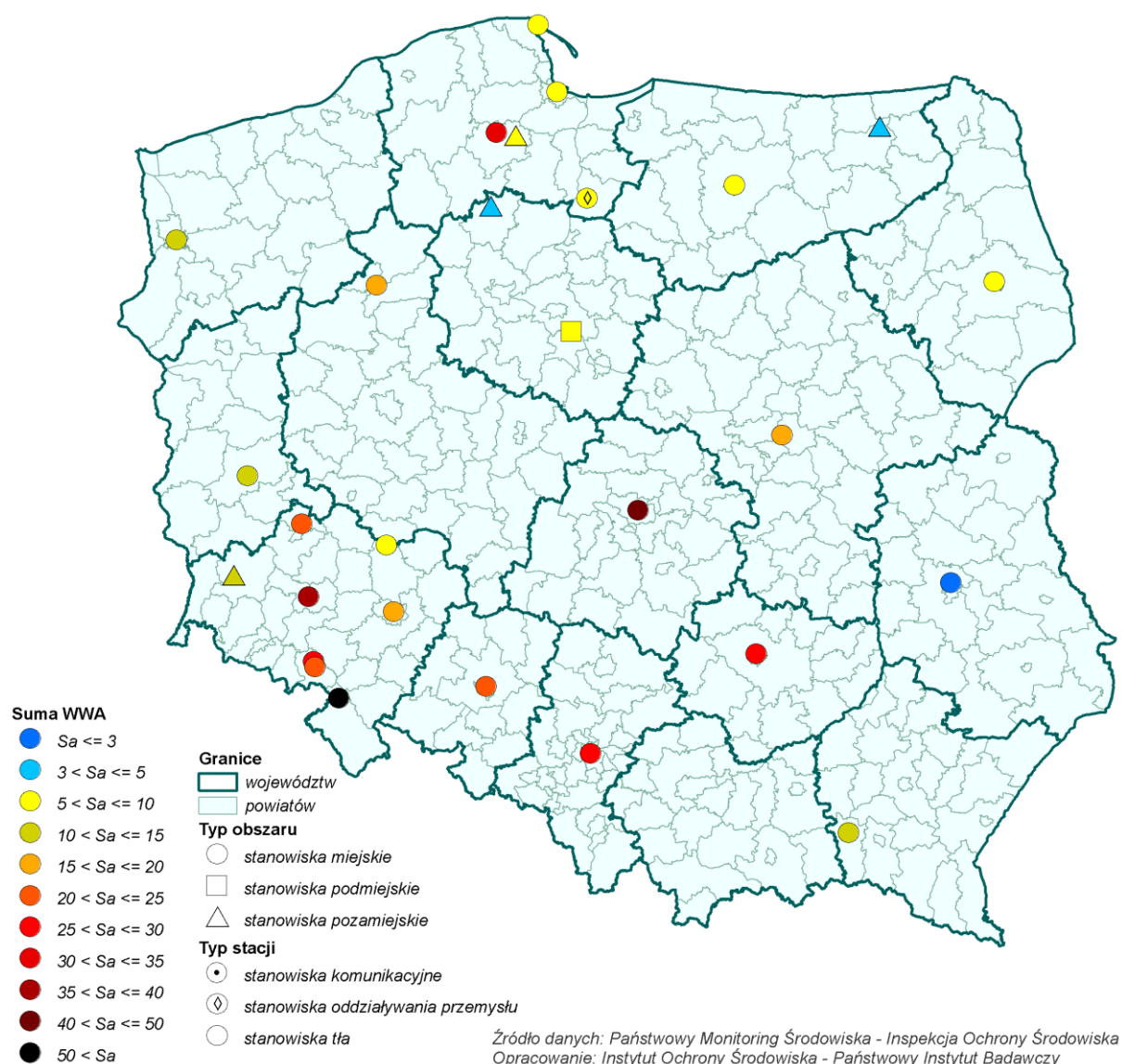
Wyniki pomiarów wskazują na znaczne zróżnicowanie stężeń WWA w Polsce (rys. 4-2), przy czym są to generalnie stężenia wysokie.

Stężenia średnie roczne B(a)P były wyższe od 1 ng/m³ na 117 spośród 120 stanowisk. Przekroczenie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) w 2013 r. wystąpiło na 107² spośród 120 stanowisk (89%), przy czym stężenie średnie roczne na niektórych stanowiskach przekraczało wartość docelową nawet o przeszło 1000 procent.

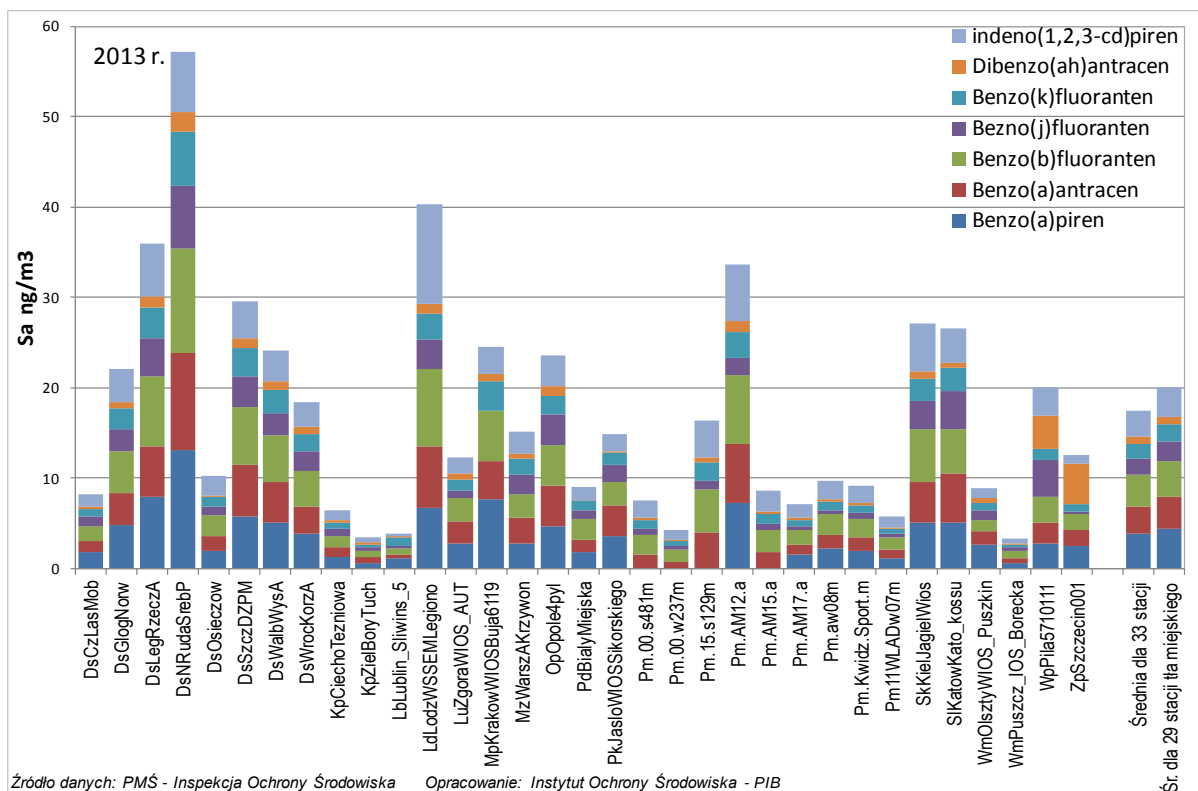
Wysokie stężenia występują nie tylko w największych miastach i aglomeracjach Polski, ale i w mniejszych miejscowościach, gdzie w większym stopniu niż w aglomeracjach stosowane jest indywidualne ogrzewanie budynków, z wykorzystaniem pieców i palenisk o niskiej sprawności energetycznej, na paliwa stałe różnej, często złej jakości. W rezultacie najwyższe stężenie benzo(a)pirenu zanotowano w 2013 na stacji w Suchej Beskidzkiej (16.2 ng/m³ – na stacji nie prowadzono pomiarów stężeń pozostałych WWA), a najwyższe stężenie sumy WWA na stacji w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (57.1 ng/m³), gdzie na wysokie stężenia B(a)P oprócz dużej emisji mają dodatkowo wpływ niekorzystne warunki rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń (miasto usytuowane w dolinie). Znacznie niższe

² 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.

stężenia WWA wystąpiły na stanowiskach w wielu większych miastach (Gdańsk, Białystok), w kilku miastach woj. pomorskiego i na stacjach tła regionalnego (rys. 4-2, 4-3)



Rys.4-2. Suma średnich rocznych stężeń siedmiu WWA w 2013 r.

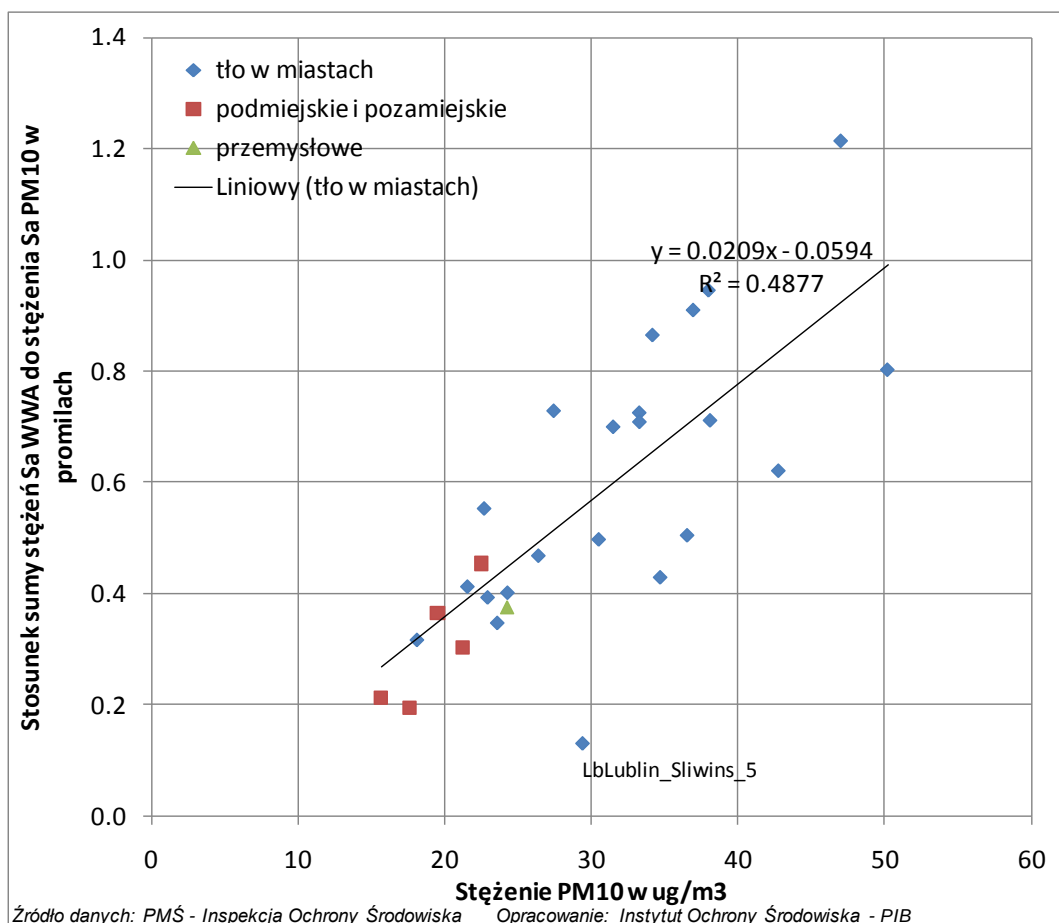


Rys. 4-3. Stężenia średnie roczne WWA w 2013 r. na stanowiskach pomiarowych PMŚ

Spośród wszystkich stanowisk w Polsce, na których mierzone są stężenia siedmiu WWA, najniższa suma stężeń WWA miała miejsce na stacjach tła pozamiejskiego – w Puszczy Boreckiej i w Zielonce.

Najniższe stężenia WWA na stacjach tła miejskiego, minimalnie tylko wyższe niż na stanowiskach tła regionalnego, notowane są w Lublinie.

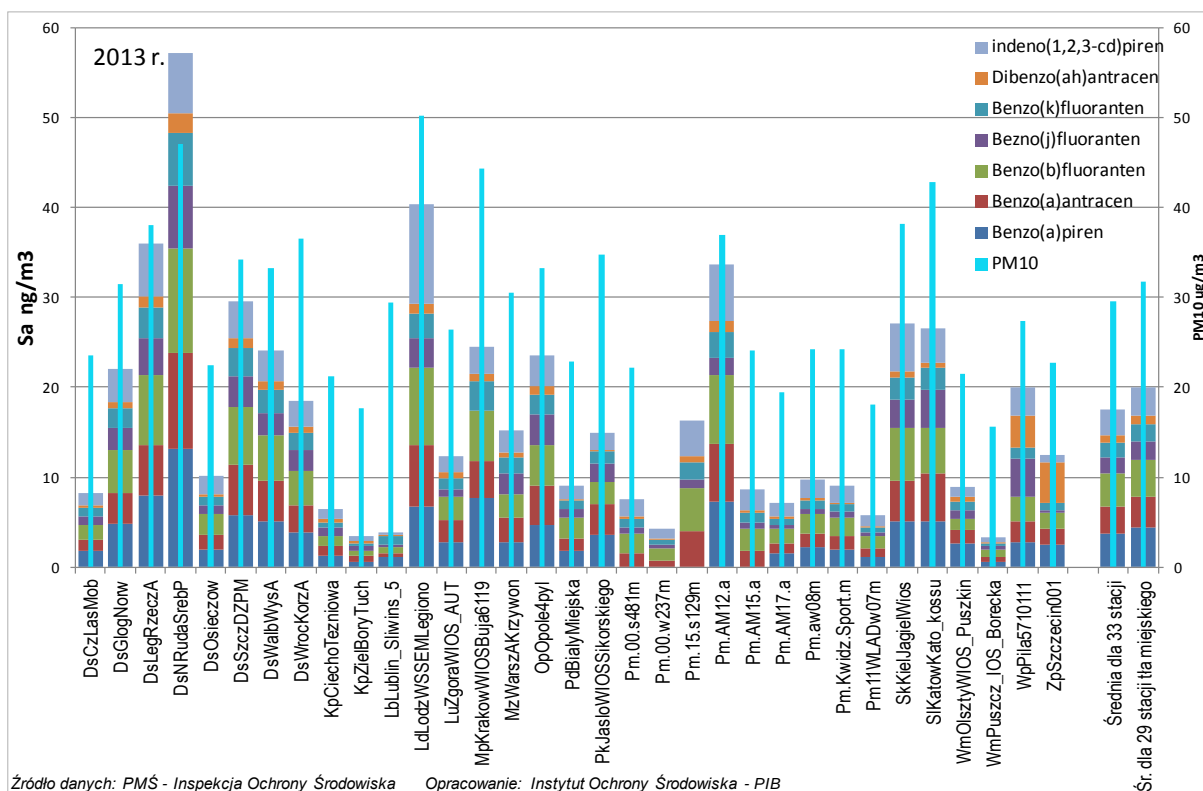
Stężenia WWA oznaczane są w pyłe PM₁₀. Z reguły, na stanowiskach gdzie notowane są większe stężenia pyłu PM₁₀, większy jest procentowy udział WWA w tym pyłe (rys. 4-4). Można to łączyć z faktem, że zwykle wyższe stężenia pyłu PM₁₀ występują w rejonach, w których na mierzone stężenia PM₁₀ znaczący wpływ 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 tej prawidłowości wyłamują się wyniki pomiarów stężeń WWA prowadzonych w Lublinie.



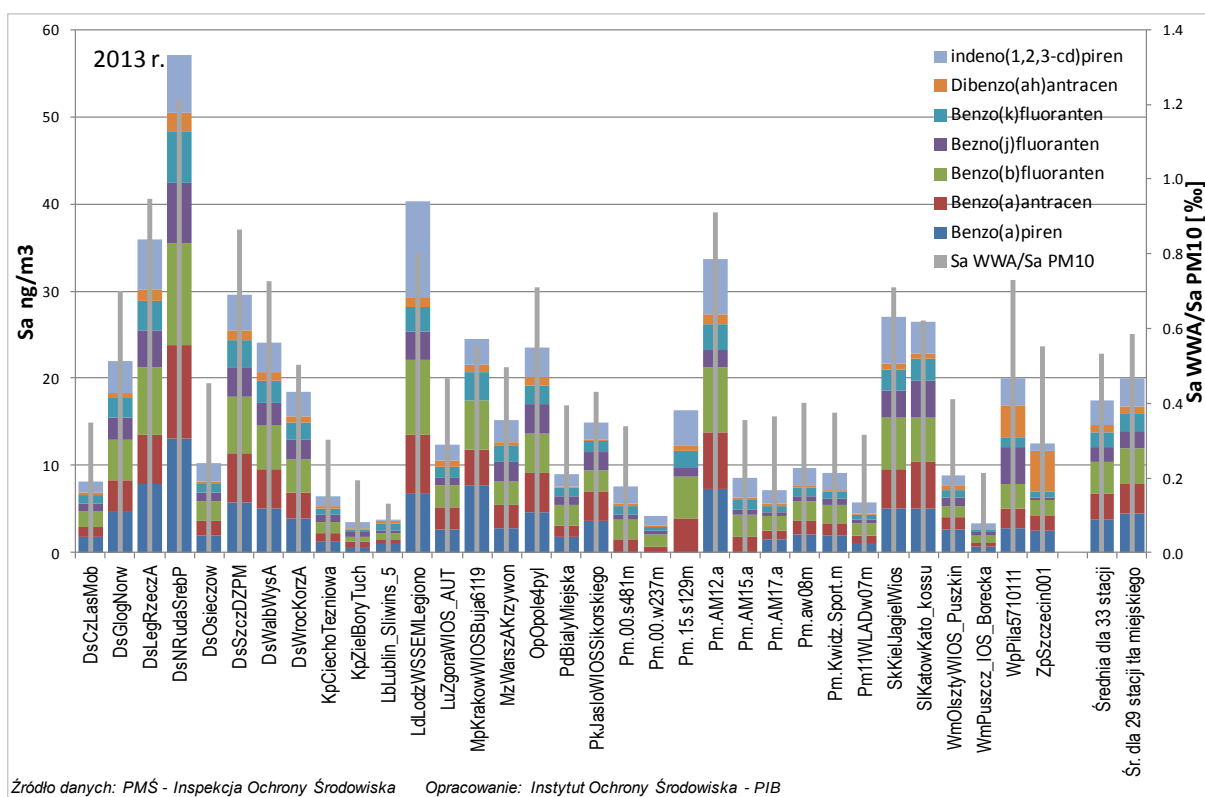
Rys. 4-4. Zależność zawartości WWA w pyłe PM10 w funkcji stężenia PM10 w 2013 r. na stanowiskach pomiarowych PMŚ

Należy zauważyć, że w Lublinie stężenia PM10 nie są wyraźnie niższe niż na wielu stanowiskach tła miejskiego w miastach innych województw (rys. 4-4., 4-5), a pomiary stężeń w Lublinie pokazują kilkukrotnie mniejsze wartości stężeń WWA niż w innych miastach w Polsce. Na stacji w Lublinie iloraz sumy stężeń średnich rocznych WWA do stężenia średniego PM10 jest wielokrotnie mniejszy niż na innych stanowiskach tła miejskiego w Polsce, a nawet przeszło 1.5 krotnie niższy niż na stacjach tła regionalnego (rys.4-6), gdzie zwykle wartość tego ilorazu jest mniejsza niż na stacjach tła miejskiego.

Przedstawione wyżej uwagi w połączeniu z faktem, że nie ma podstaw by zakładać, że emisja WWA na terenie województwa lubelskiego i w Lublinie odbiega w sposób znaczący od emisji z podobnych województw i miast, mogą świadczyć o potrzebie dalszych prac nad ujednoliceniem metodyk pomiarowych i zapewnieniem dobrej jakości pomiarów WWA w Polsce. W efekcie, powinno to zapewnić lepszą porównywalność uzyskiwanych wyników w skali Polski i Europy.



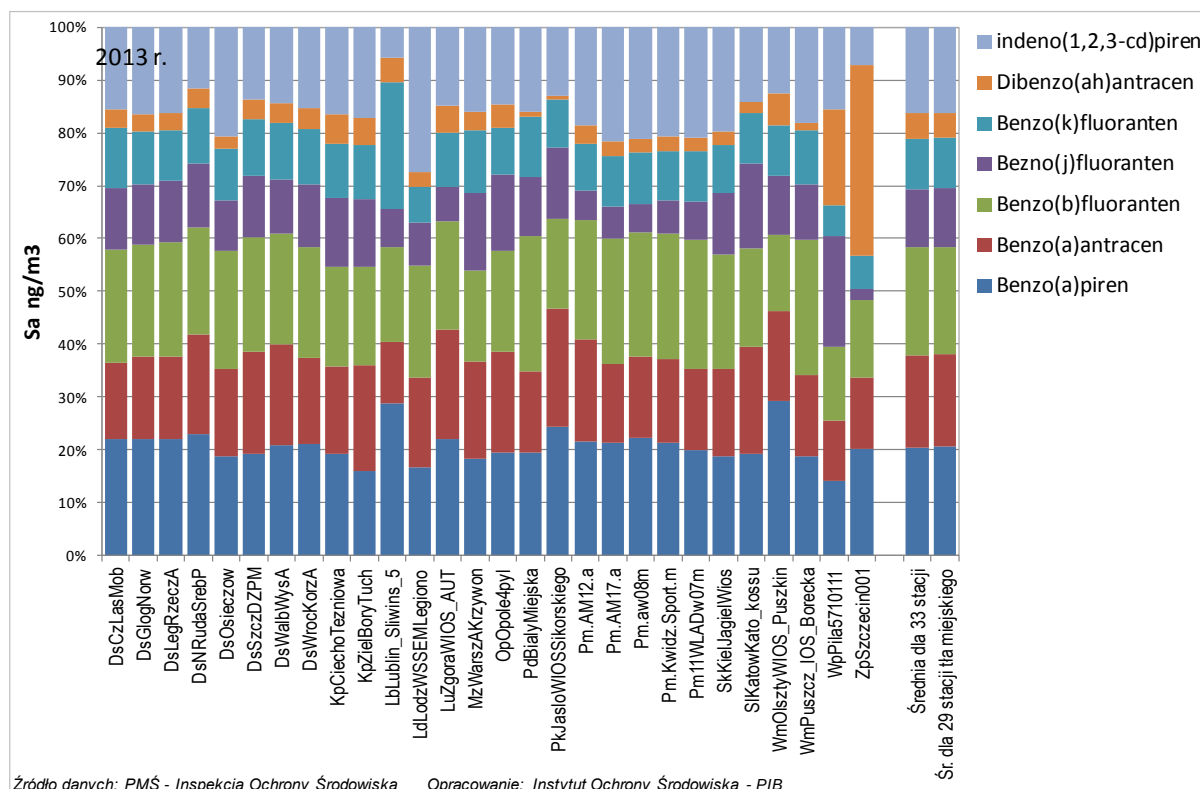
Rys. 4-5. Stężenia średnie roczne WWA oraz PM10 (skala po prawej stronie rysunku) w 2013 r. na stanowiskach pomiarowych PMŚ



Rys. 4-6. Stężenia średnie roczne WWA oraz ilaraz sumy stężeń WWA do stężenia PM10 (skala po prawej stronie rysunku) w 2013 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 2013 r. benzo(a)piren – ok. 21 % (rys. 4-7). W zależności od stanowiska, udział B(a)P w sumie stężeń WWA wynosił od 14% (Piła) do 29% w Olsztynie.

Stężenia benzo(a)antracenu stanowiły średnio ok. 17 procent sumy stężeń WWA. Udział stężenia tego związku w sumie stężeń WWA był najniższy na stacjach w Lublinie i Pile (12%), najwyższy na stacji w Jaśle (23%).



Rys. 4-7. Udział stężeń poszczególnych WWA w sumie stężeń WWA na stanowiskach pomiarowych w 2013 r. (na rysunku uwzględnione wyłącznie stacje, dla których uzyskano stężenia średnie roczne dla wszystkich siedmiu WWA).

Udział stężenia benzo(b)fluorantenu w sumie stężeń siedmiu WWA wynosił średnio dla kraju ok. 20%, najmniej na stacjach w Olszynie i Pile (14%), najwięcej (26%) na stacji tła miejskiego w Białymstoku i na stacji tła regionalnego Puszcza Borecka.

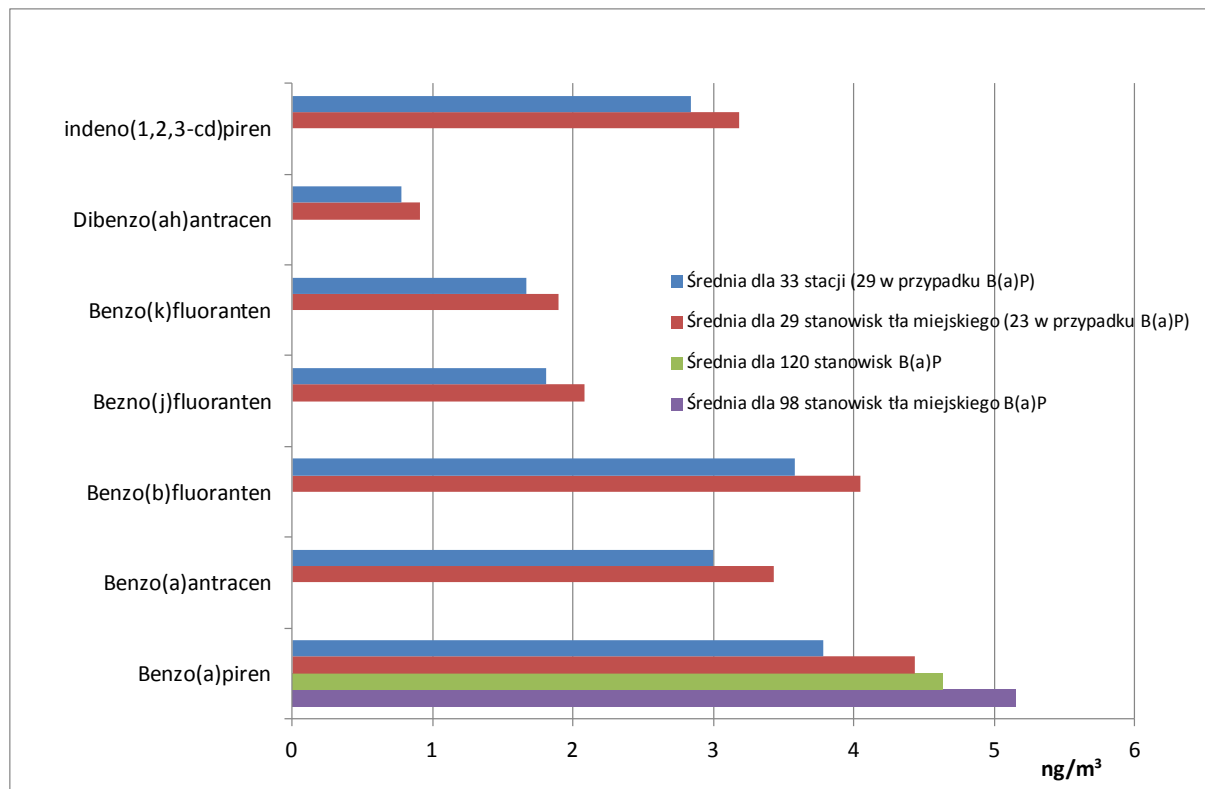
Stężenia bezno(j)fluorantenu stanowiły średnio ok. 11 procent sumy stężeń WWA. Udział stężenia tego związku w sumie stężeń WWA był najniższy na stacji w Szczecinie (2%), najwyższy na stacji w Pile (21%).

W przypadku benzo(k)fluorantenu, średnio w kraju udział stężeń tego związku w sumie stężeń WWA wynosił 10%. Najniższy udział B(k)F miał miejsce na stacjach w Pile i Szczecinie (6%), najwyższy na stacji w Lublinie (24%).

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 niespełna jednego procenta (Białystok, Jasło, Puszcza Borecka) do 36 procent w Szczecinie.

Stężenia indeno(1,2,3-cd)pirenu stanowiły średnio ok. 16 procent sumy stężeń WWA. Udział stężenia tego związku w sumie stężeń WWA był najniższy na stacji w Lublinie (6%), najwyższy na stacji w Łodzi (27%).

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. Lublin, Szczecin, Puszcza Borecka, Łódź).



Rys. 4-8. Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych WWA w 2013 r. na stanowiskach pomiarowych PMŚ

Na rys. 4-8 przedstawiono uśrednione w skali kraju stężenia poszczególnych WWA, dla wszystkich stacji z których uzyskano pomiary i tylko dla stacji tła miejskiego.

W przypadku każdej z analizowanych substancji, uśrednione stężenia WWA były wyższe dla stacji tła miejskiego niż dla wszystkich stacji w kraju.

Spośród badanych WWA, w przypadku B(a)P uzyskuje się najwyższe uśrednione dla kraju stężenia w porównaniu z innymi WWA.

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

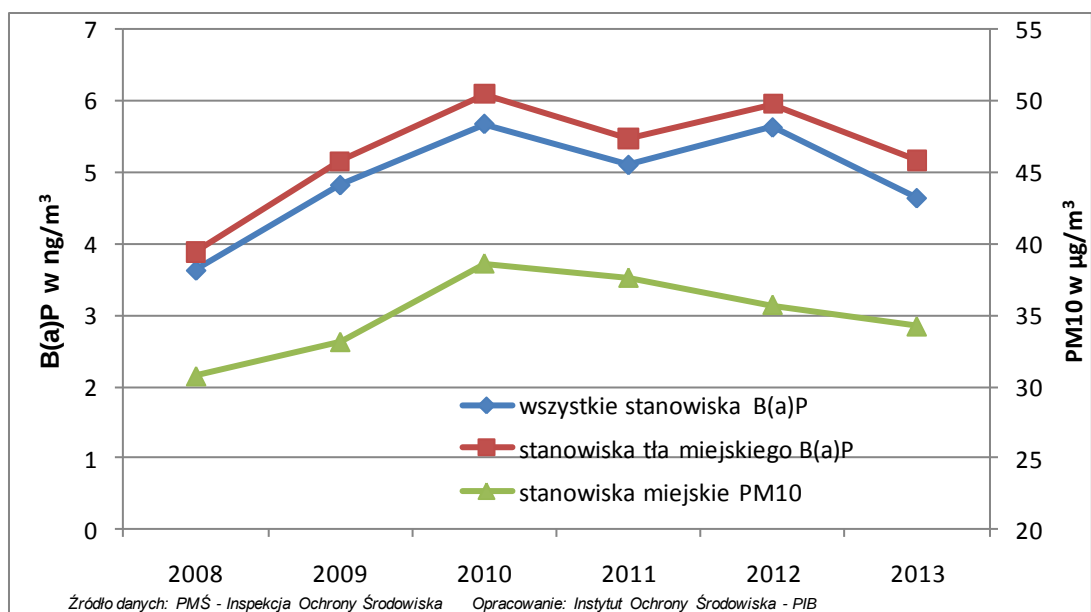
- średnią dla 29 stanowisk, na których mierzone były stężenia B(a)P i pozostałych 6 WWA;
- średnią dla 23 stanowisk tła miejskiego, na których mierzone były stężenia B(a)P i pozostałych 6 WWA;
- średnią dla 120 stanowisk B(a)P (wszystkie zaakceptowane serie pomiarowe z kraju)
- średnią dla 98 stanowisk tła miejskiego B(a)P.

Stężenia uśrednione z pełnego zbioru stanowisk pomiarowych B(a)P (120 stanowisk) są o ok. 20% wyższe od stężeń uśrednionych z 29 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, dla liczniejszej sieci pomiarowej, obejmującej pomiarami nie tylko duże miasta, ale i mniejsze miejscowości, stężenia uśrednione dla kraju mogłyby być wyższe niż uzyskane z sieci 33 stanowisk pomiarowych funkcjonujących w 2013 r.

Na rysunku 4-9 pokazano trendy zmian stężeń WWA na przykładzie stężeń benzo(a)pirenu, traktowanego jako wskaźnik zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi (w dalszej części opracowania przedstawiono również zmiany średnich rocznych stężeń poszczególnych WWA na wybranych stanowiskach pomiarowych).

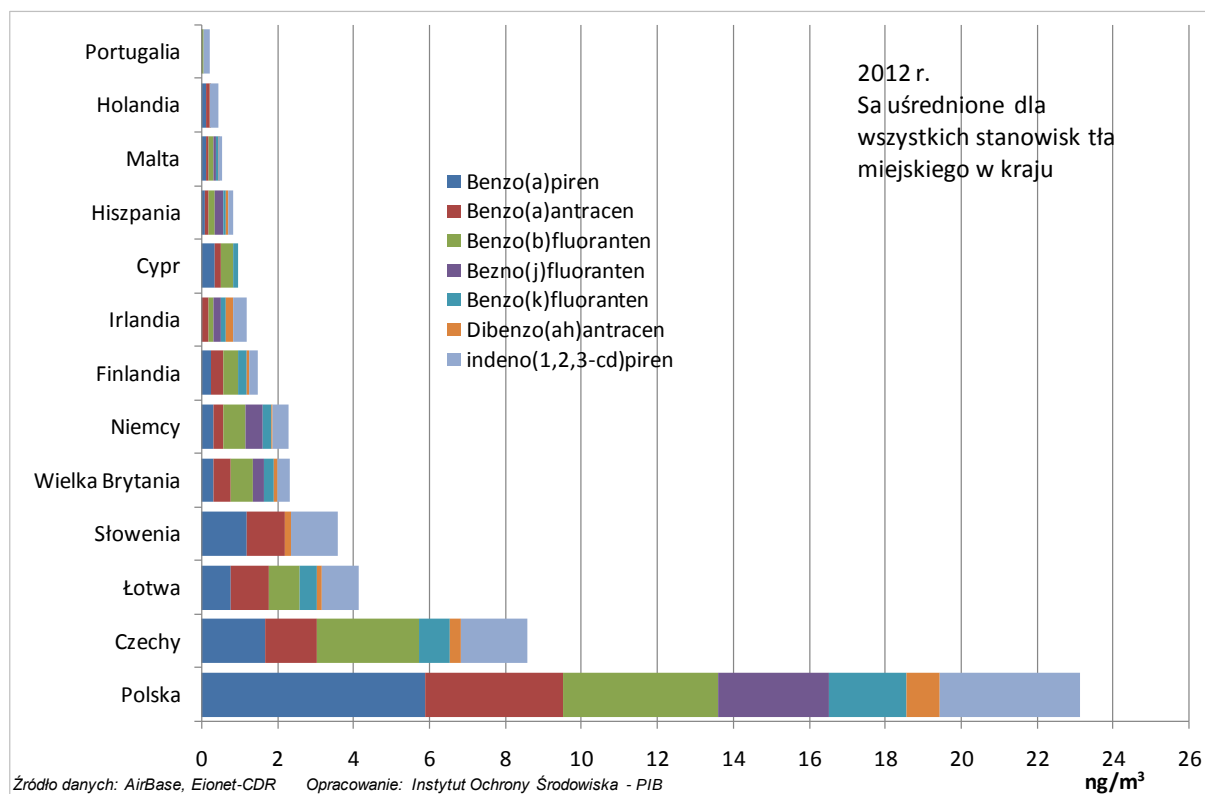
Na rys. 4-9 przedstawiono uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne B(a)P dla wszystkich stanowisk (przeszło 100 stanowisk pomiarowych) i dla stanowisk tła miejskiego dla lat 2008-2013. Trzecia łamana przedstawia uśrednione stężenia PM10 dla wszystkich stanowisk miejskich. Podobnie jak w przypadku stężeń PM10, również stężenia B(a)P najwyższe wartości przyjmowały w 2010 roku. W 2012 roku stężenia były wyższe niż rok wcześniej, minimalnie niższe niż w najgorszym, 2010 roku. W 2013 r. uśrednione stężenia B(a)P i PM10 były niższe niż rok wcześniej. Mimo tych spadków, linie trendu określone dla lat 2008-2013 wskazują na tendencję wzrostową stężeń B(a)P uśrednionych zarówno dla wszystkich stanowisk, jak i dla stanowisk tła miejskiego.

Zmiany w wieloleciu średnich rocznych stężeń każdego z siedmiu WWA na poszczególnych stanowiskach mogą znacznie odbiegać od przedstawionego na rys 4-9 przebiegu, co zilustrowano w dalszej części pracy poświęconej kolejnym WWA (rozdz. 4.1-4.7).

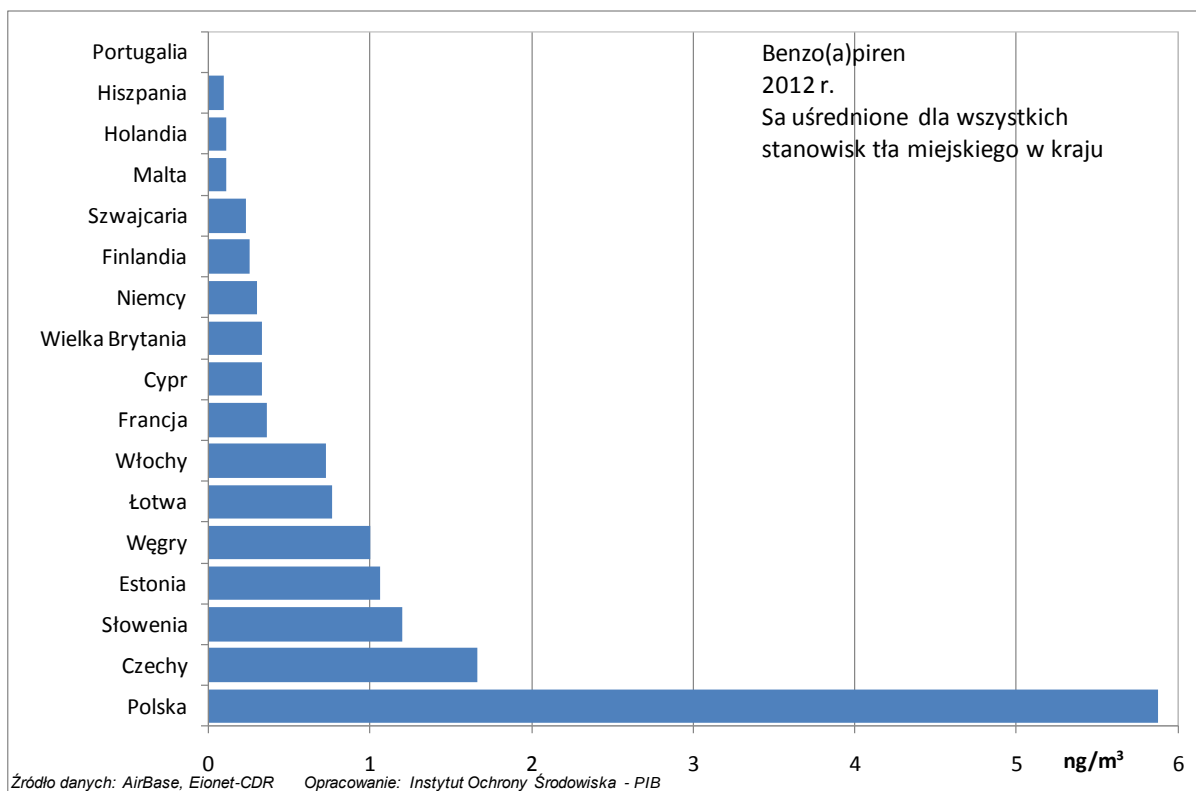


Rys. 4-9. Uśrednione dla kraju stężenia średnie roczne B(a)P dla wszystkich stanowisk i dla stanowisk tła miejskiego oraz uśrednione dla stanowisk miejskich stężenia średnie roczne PM10.

Wyniki pomiarów stężeń z 2012 r. wskazują, że stężenia WWA na stacjach tła miejskiego są w Polsce dużo wyższe niż w innych krajach europejskich (rys.4-10.). Stwierdzenie to dotyczy zarówno sumy WWA, jak i stężeń poszczególnych WWA, w tym benzo(a)pirenu (rys. 4-11.).



Rys. 4-10. Stężenia średnie roczne WWA w 2012 r. uśrednione dla wszystkich stanowisk pomiarowych tła miejskiego w poszczególnych krajach UE.



Rys. 4-11. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w 2012 r. uśrednione dla wszystkich stanowisk pomiarowych tła miejskiego w poszczególnych krajach UE.

4.1 Stężenia benzo(a)pirenu

Kryteria oceny

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

Tabela 4.1-1. Kryteria oceny zanieczyszczenia powietrza benzo(a)pirenem B(a)P w 2013 r. - ochrona zdrowia

Okres uśredniania stężeń	Poziom docelowy B(a)P w powietrzu [ng/m³]	Parametr odpowiadający wartości normowanej
rok kalendarzowy	1	Sa

benzo(a)piren – oznacza całkowitą zawartość benzo(a)pirenu w pyłe PM10

Stężenia benzo(a)pirenu

W Polsce pomiary stężeń B(a)P w 2013 r. prowadzone były na 134 stanowiskach. Do analiz wykorzystano wyniki ze 120 stanowisk pomiarowych, z których serie pomiarowe zostały zatwierdzone przez WIOŚ i dla których możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego Sa. Wśród tych 120 stanowisk, 98 to stanowiska tła miejskiego, 6 tła pozamiejskiego, 9 stanowisk tła podmiejskiego, 3 stanowiska komunikacyjne i 4 stanowiska zlokalizowane w strefie oddziaływania emisji przemysłowych (w tym jedno poza obszarem miejskim).

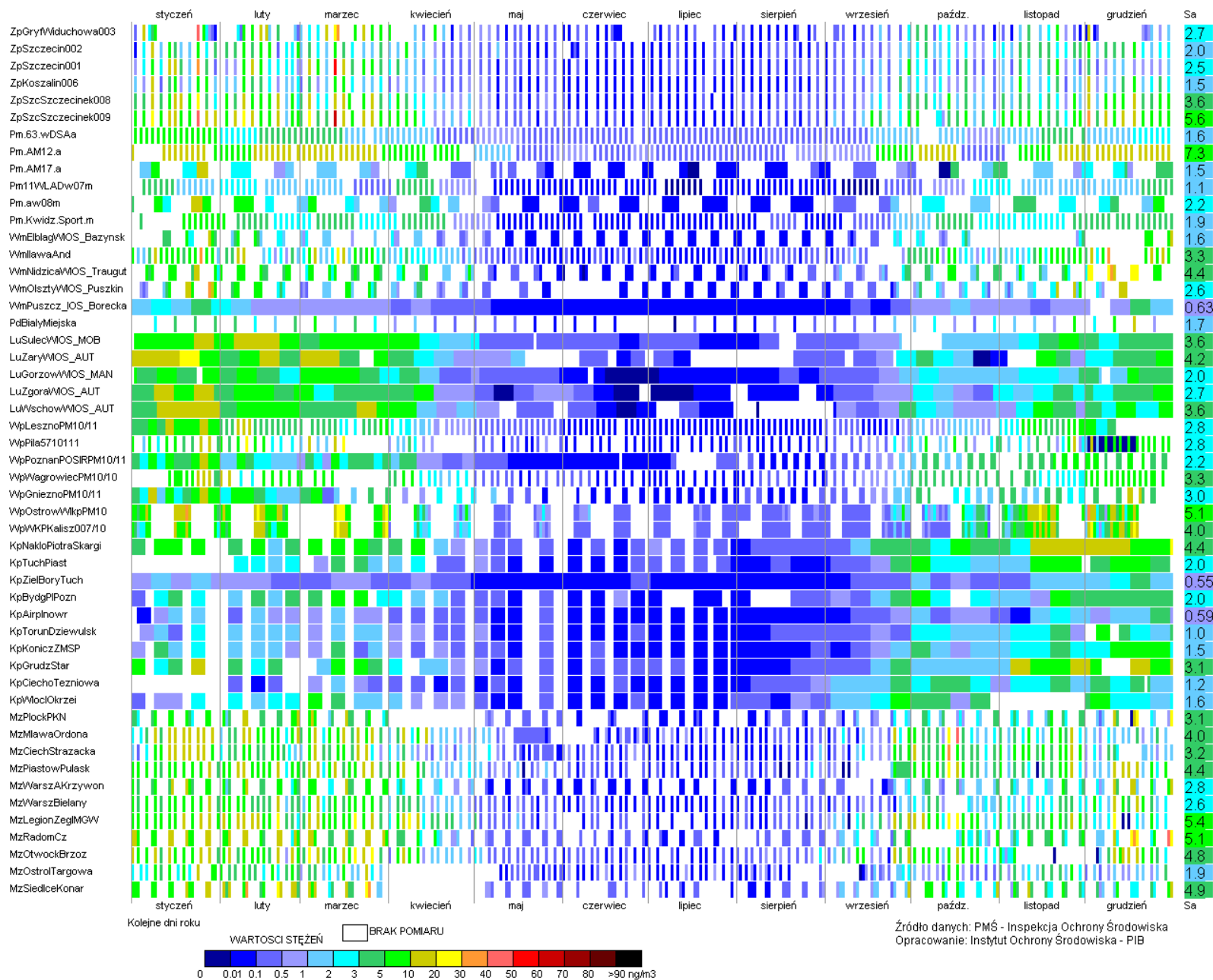
Przebieg stężeń B(a)P w 2013 r. przedstawiono na rys. 4.1-1 (w rozdziałach 4.2-4.7 w analogiczny sposób prezentowany jest przebieg stężeń pozostałych WWA). Na rysunku, dla każdego stanowiska każda wartość stężenia dobowego (przy próbach łączonych taka sama wartość przypisana jest dla wszystkich dni objętych pomiarem) oznaczona jest kolorową kreską, której kolor zależy od wysokości stężenia (zgodnie ze skalą kolorów pokazaną na dole rysunków). Miejsce puste – bez kolorowego paska oznacza, że dla tego dnia nie ma wyniku pomiaru. Po prawej stronie rysunku zamieszczono wartości średniego rocznego stężenia obliczone dla każdego stanowiska oddzielnie.

Wielkości stężenia średniorocznego B(a)P zaprezentowane zostały również na mapie na rys.4.1-2.

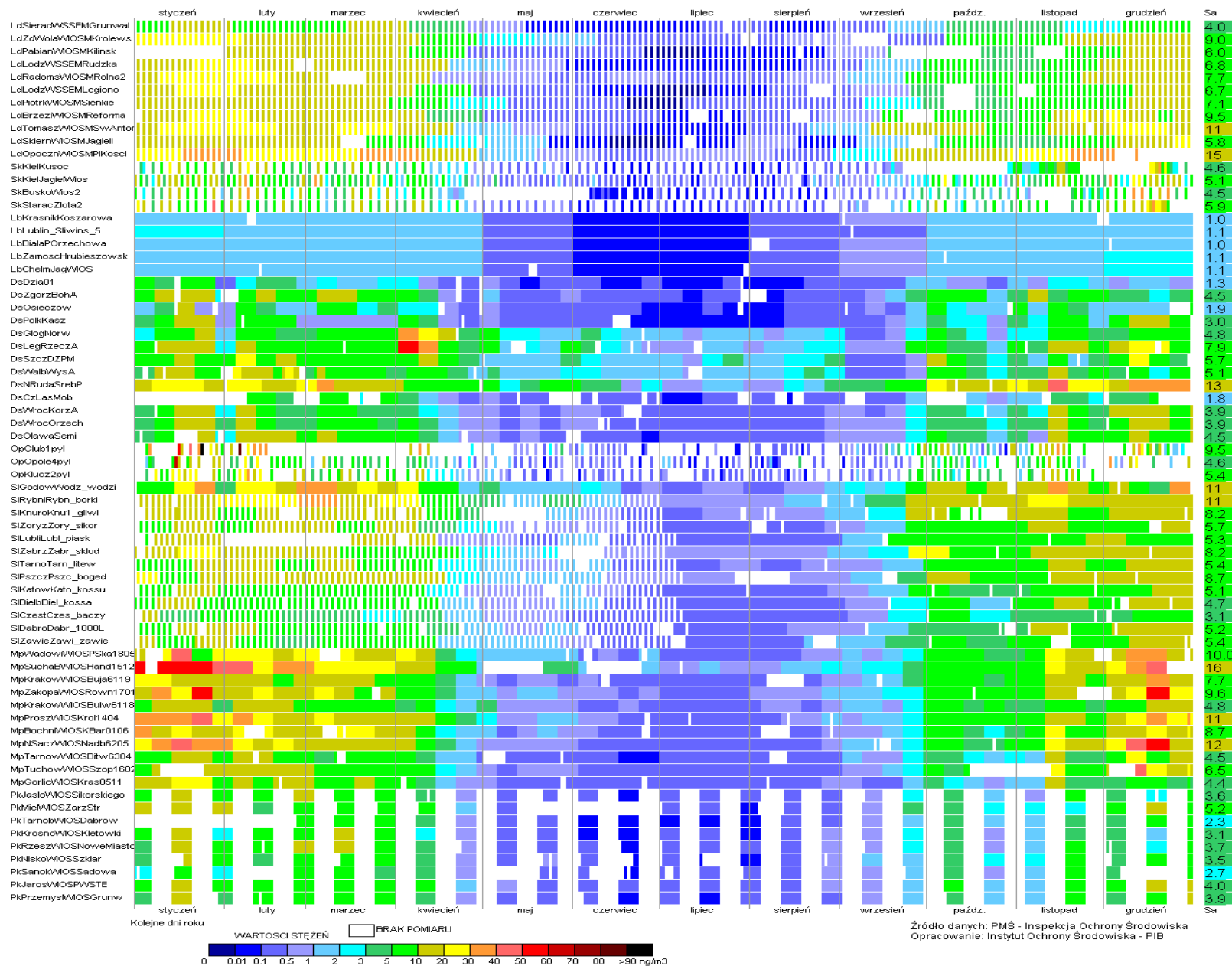
W 2013 r. na 107 stanowiskach (89%) stężenie B(a)P przekraczało poziom docelowy³ (tab.4.1-2). Przekroczenia te wystąpiły we wszystkich województwach z wyjątkiem woj. lubelskiego. Stężenia średnie roczne B(a)P wyższe od 1 ng/m³ wystąpiły na 117 ze 120 stanowisk. W 10 województwach przekroczenia te wystąpiły na wszystkich stanowiskach pomiarowych uwzględnionych w analizie. Najwyższe stężenia średnie roczne Sa notowano na stacji tła miejskiego w Suchej Beskidzkiej w woj. małopolskim (16.24 ng/m³). Wyższe niż przeciętne stężenia B(a)P notowane były głównie w miastach południowej i centralnej Polski. Najniższe stężenia uzyskano na stacji tła pozamiejskiego w Zielonce (0.55 ng/m³) i Puszczy Boreckiej (0.63 ng/m³) oraz na stacji tła miejskiego w Inowrocławiu (0.59 ng/m³). Stężenia niższe niż przeciętne dla kraju notowane były w woj. lubelskim oraz na większości stacji położonych w północnej i zachodniej części Polski (rys.4.1-2.).

Spośród 98 stanowisk tła miejskiego na 92 stanowiskach (94%) stężenie B(a)P przekraczało poziom docelowy³ (tab.4.1-3). Przekroczenia wystąpiły we wszystkich województwach z wyjątkiem woj. lubelskiego. W 12 województwach przekroczenia te wystąpiły na wszystkich stanowiskach pomiarowych tła miejskiego uwzględnionych w analizie.

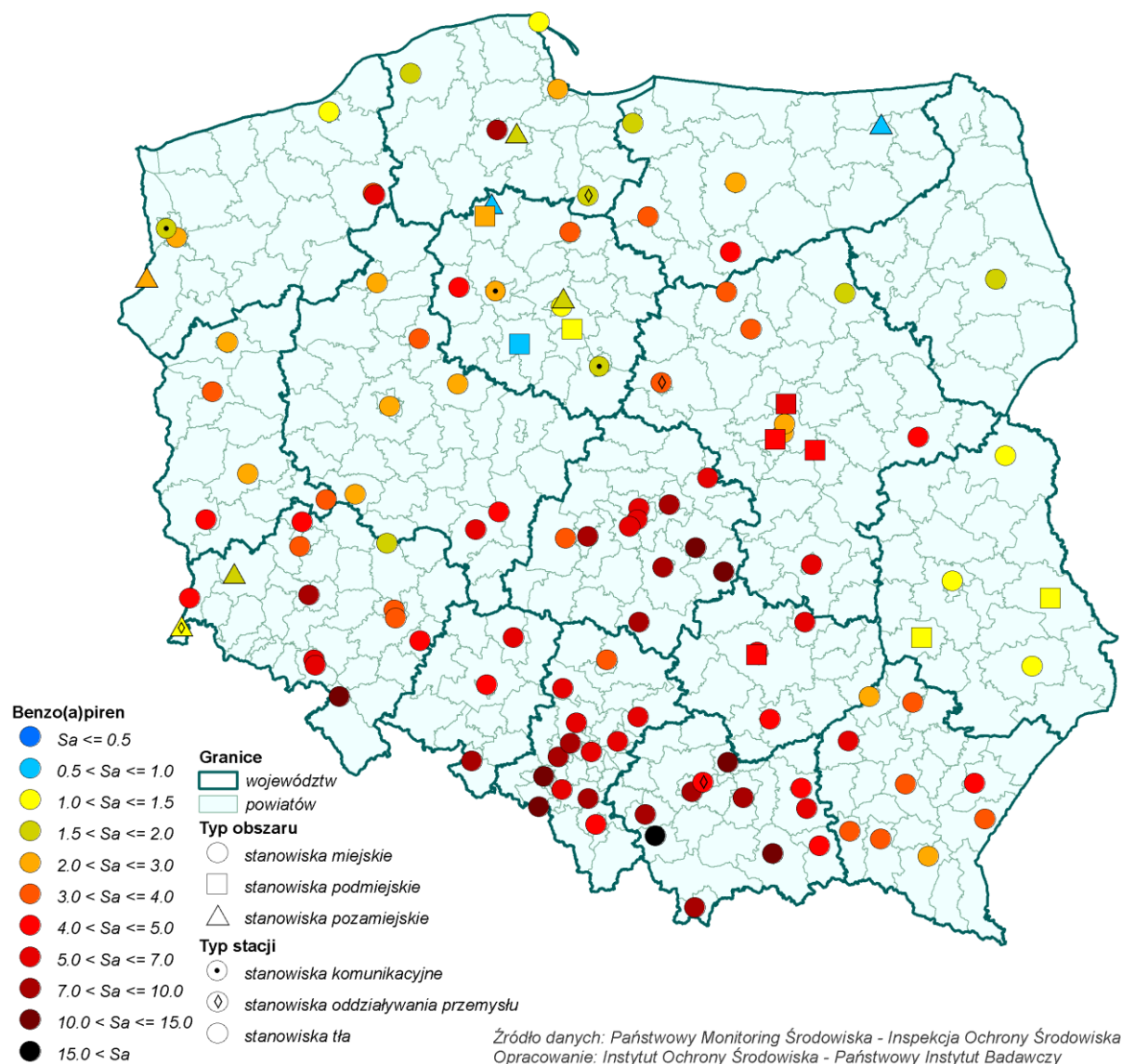
³ Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, stężenie docelowe uznaje się za przekroczone, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m³.



Rys. 4.1-1a. Przebieg stężeń 24-godz. benzo(a)pirenu (B(a)P w 2013 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 2013 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 2013 r.

Tabela 4.1-2. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w 2013 r.

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	12	1.27	4.725	13.14
2	kujawsko-pomorskie	10	6	0.55	1.828	4.37
3	lubelskie	5		1.00	1.054	1.10
4	lubuskie	5	5	2.04	3.238	4.19
5	łódzkie	11	11	3.97	8.060	14.64
6	małopolskie	11	11	4.39	8.647	16.24
7	mazowieckie	11	11	1.93	3.842	5.44
8	opolskie	3	3	4.61	6.508	9.52
9	podkarpackie	9	9	2.31	3.565	5.24
10	podlaskie	1	1	1.75	1.749	1.75
11	pomorskie	6	5	1.14	2.609	7.28
12	śląskie	13	13	3.05	6.663	11.34
13	świętokrzyskie	4	4	4.46	5.025	5.93
14	warmińsko-mazurskie	5	4	0.63	2.506	4.40
15	wielkopolskie	7	7	2.22	3.300	5.07
16	zachodniopomorskie	6	5	1.50	2.983	5.56
Razem		120	107	0.55	4.637	16.24

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 1.5 ng/m³.

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2013 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w województwie/kraju

Tabela 4.1-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu w 2013 r. na stanowiskach tła miejskiego

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	11	11	1.80	5.295	13.14
2	kujawsko-pomorskie	3	2	1.00	2.818	4.37
3	lubelskie	3		1.00	1.062	1.10
4	lubuskie	5	5	2.04	3.238	4.19
5	łódzkie	11	11	3.97	8.060	14.64
6	małopolskie	10	10	4.39	9.027	16.24
7	mazowieckie	7	7	1.93	3.491	5.12
8	opolskie	3	3	4.61	6.508	9.52
9	podkarpackie	9	9	2.31	3.565	5.24
10	podlaskie	1	1	1.75	1.749	1.75
11	pomorskie	4	3	1.14	3.049	7.28
12	śląskie	13	13	3.05	6.663	11.34
13	świętokrzyskie	3	3	4.46	5.151	5.93
14	warmińsko-mazurskie	4	4	1.64	2.976	4.40
15	wielkopolskie	7	7	2.22	3.300	5.07
16	zachodniopomorskie	4	3	1.50	3.299	5.56
Razem		98	92	1.00	5.156	16.24

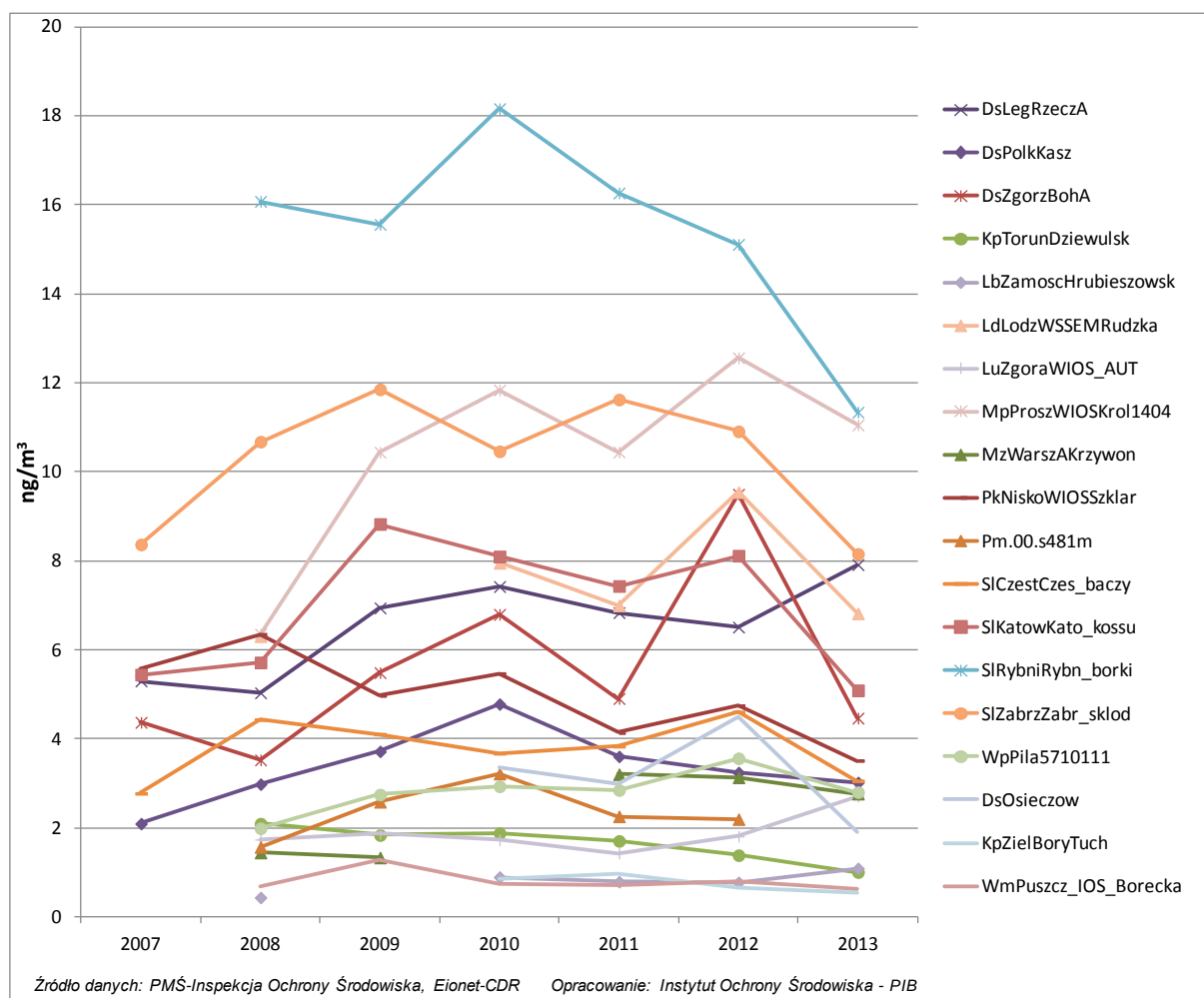
¹⁾ liczba stanowisk, na których stężenie średnie roczne B(a)P przekroczyło poziom docelowy. Zgodnie z Wytycznymi Komisji Europejskiej do decyzji 2011/850/UE, dotrzymanie poziomu docelowego B(a)P (1 ng/m³) sprawdza się po uprzednim zaokrągleniu wartości stężenia średniego rocznego B(a)P do całości. Oznacza to, że zgodnie z ww. Wytycznymi, stężenie docelowe uznaje się za przekroczone, jeżeli stężenie średnie roczne B(a)P jest równe lub wyższe 1.5 ng/m³.

²⁾ wartości: minimalna, średnia, maksymalna odnoszą się do zbioru wartości określonego parametru uzyskanych z pomiarów w 2013 roku na wszystkich (uwzględnionych w ocenie) stanowiskach w województwie/kraju

Na rys. 4.1-3 przedstawiono stężenia średnie roczne B(a)P z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z trzech stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2007-2013. Stężenia na poszczególnych stanowiskach zmieniały się z roku na rok. Na ogół trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego ujętego na wykresie. Często np. po dwóch latach wzrostu stężeń, w następnych latach następował jego spadek, lub też występowała sytuacja odwrotna. Na stanowiskach położonych 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/m³) 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.

W ostatnich latach, po wzroście stężeń na większości stanowisk w 2012 r., w 2013 r. nastąpił spadek stężeń średnich rocznych na 15 z 18 stanowisk uwzględnionych na wykresie. W niektórych przypadkach był to spadek znaczący (np. o przeszło 50%, to jest o przeszło 4 ng/m^3 , jak w przypadku stacji DsZgorzBohA).



Rys.4.1-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)pirenu B(a)P w latach 2007-2013 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 2013 r. prowadzone były na 33 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki z 33 stanowisk - dla wszystkich 33 stanowisk możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego S_a .

W zbiorze 33 stanowisk, 27 to stanowiska tła miejskiego, 4 stanowiska tła pozamiejskiego, 1 tła podmiejskiego i 1 stanowisko zlokalizowane w strefie oddziaływania emisji przemysłowych w mieście.

Przebieg stężeń B(a)A w 2013 r. przedstawiono na rys. 4.2-1. Wielkości stężenia średniorocznego B(a)A zaprezentowane zostały na rys. 4.2-2 i w tabeli 4.2-1.

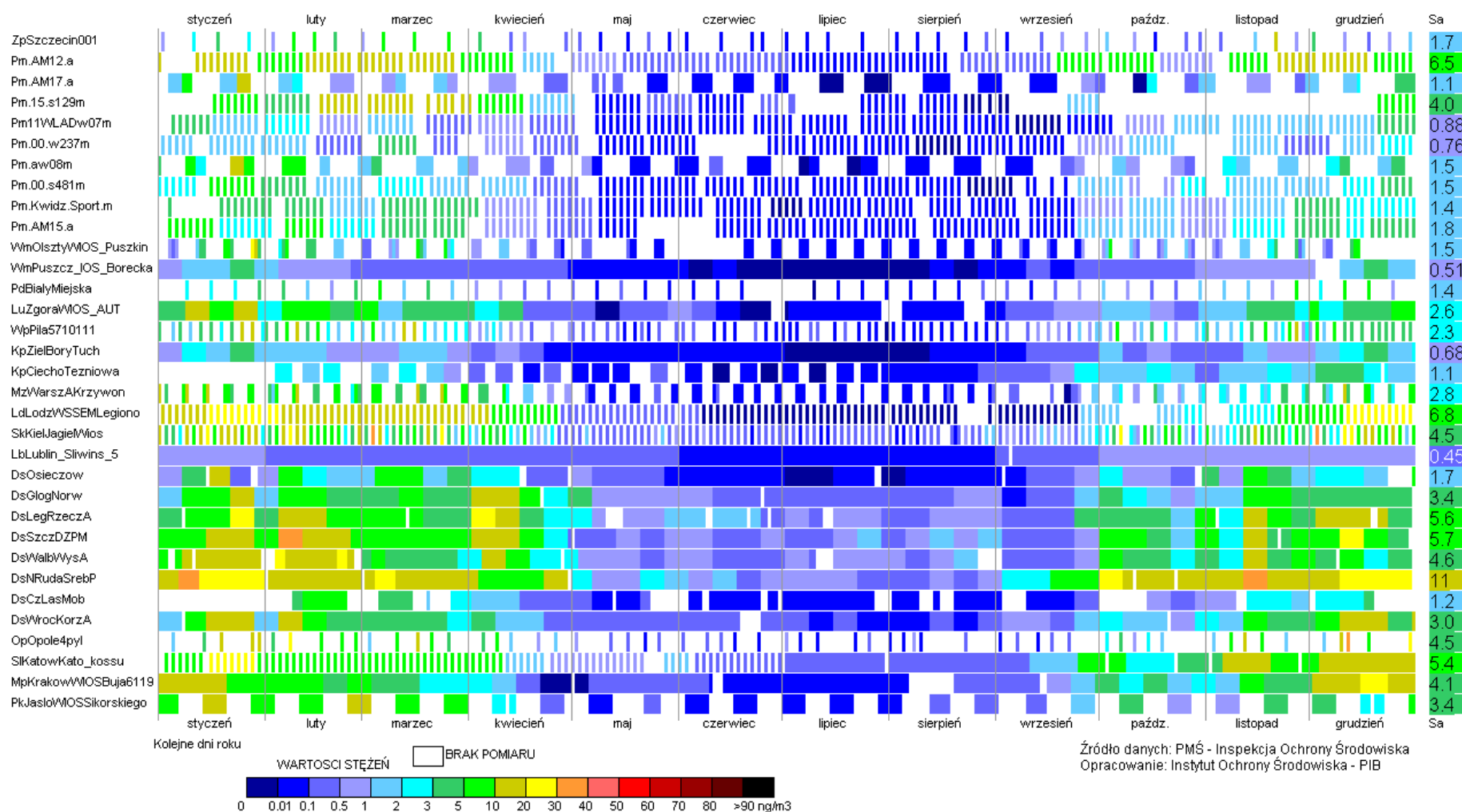
Najniższe stężenia średnie roczne B(a)A uzyskano na stacji tła miejskiego w Lublinie (0.45 ng/m^3). Jest to stężenie niższe niż stężenia notowane na stacjach tła regionalnego w Zielonce i Puszczy Boreckiej.

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 2.31 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w szesnastu miastach dziesięciu województw.

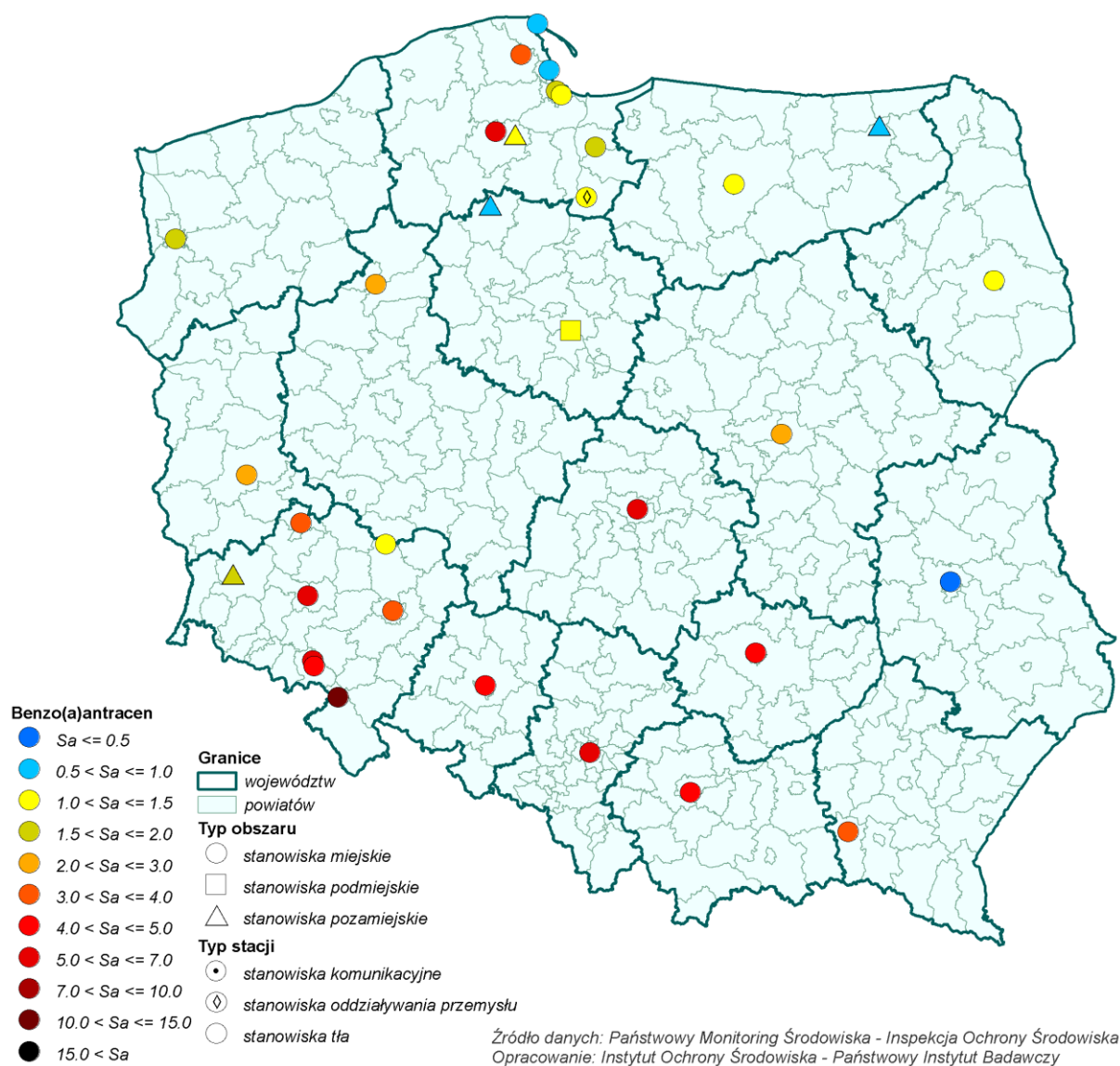
Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 3.00 ng/m^3 . Stężenia S_a wyższe od tej wartości wystąpiły w czternastu miastach ośmiu województw. Są to miasta położone w południowej i centralnej Polsce i dodatkowo dwa miasta w woj. pomorskim.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego wynosiła 3.43 ng/m^3 .

W 2013 r. najwyższe stężenie średnie roczne S_a notowano na stacji tła miejskiego w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (10.72 ng/m^3).



Rys. 4.2-1. Przebieg stężeń benzo(a)antracenu (B(a)A) w 2013 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 2013 r.

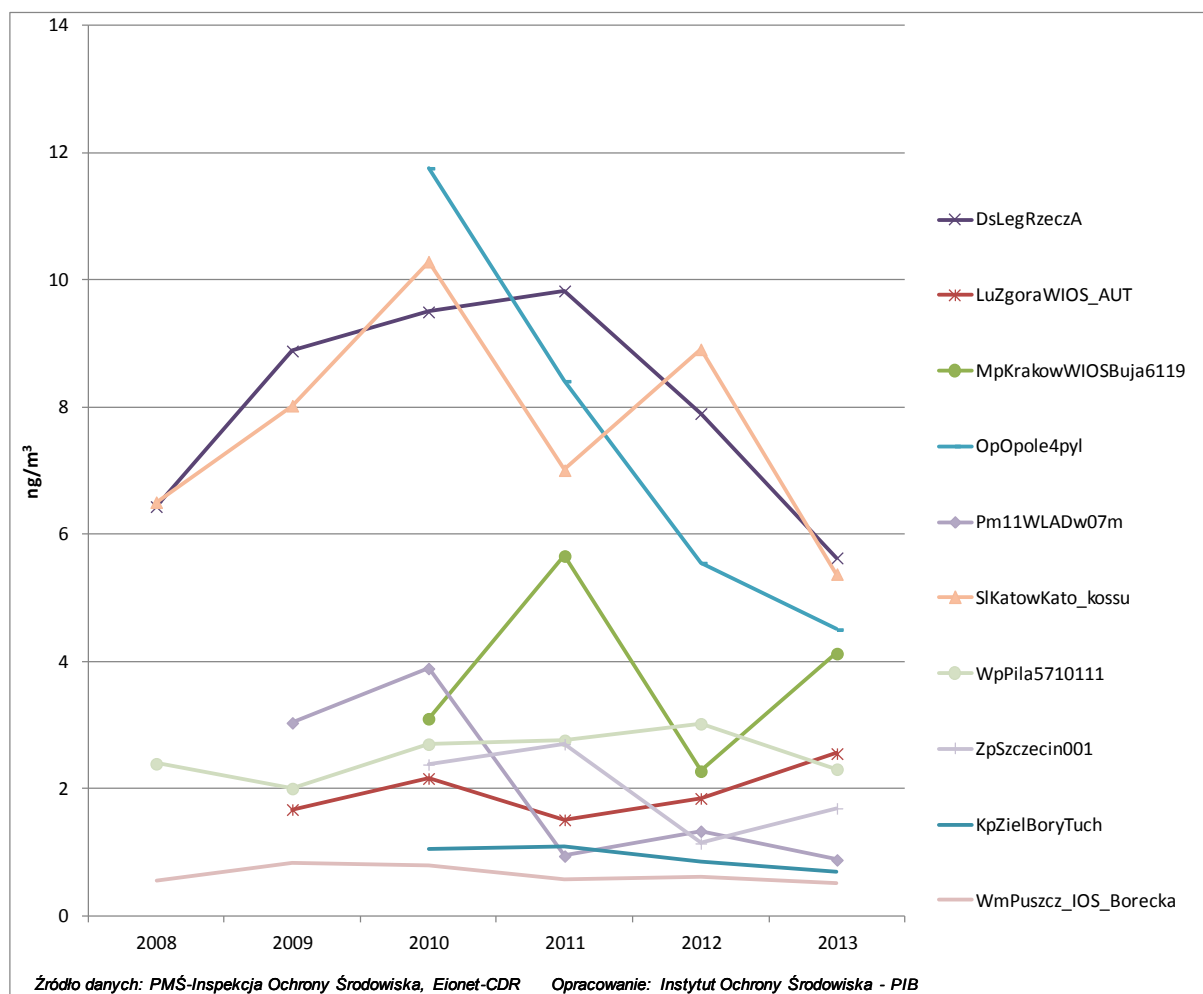
Tabela 4.2-1. Stężenia średnie roczne benzo(a)antracenu w 2013 r.

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	DsCzLasMob	Czarny Las	dolnośląskie	1.18
2	DsGlogNorw	Głogów	dolnośląskie	3.44
3	DsLegRzeczA	Legnica	dolnośląskie	5.63
4	DsNRudaSrebP	Nowa Ruda	dolnośląskie	10.72
5	<i>DsOsieczow</i>	<i>Osieczów</i>	<i>dolnośląskie</i>	<i>1.69</i>
6	DsSzczDZPM	Szczawno-Zdroj	dolnośląskie	5.70
7	DsWalbWysA	Wałbrzych	dolnośląskie	4.56
8	DsWrocKorzaA	Wrocław	dolnośląskie	3.00
9	<i>KpCiechoTezniowa</i>	<i>Ciechocinek</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>1.06</i>
10	<i>KpZielBoryTuch</i>	<i>Zielonka</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>0.68</i>
11	LbLublin_Sliwins_5	Lublin	lubelskie	<u>0.45</u>
12	LuZgoraWIOS_AUT	Zielona Góra	lubuskie	2.55
13	LdLodzWSSEMLegiono	Łódź	łódzkie	6.84
14	MpKrakowWIOSBuja6119	Kraków	małopolskie	4.13
15	MzWarszAKrzywon	Warszawa	mazowieckie	2.79
16	OpOpole4pyl	Opole	opolskie	4.50
17	PkJasloWIOSSikorskiego	Jasło	podkarpackie	3.35
18	PdBialyMiejska	Białystok	podlaskie	1.37
19	Pm.aw08m	Gdańsk Wrzeszcz	pomorskie	1.51
20	Pm.00.s481m	Gdańsk Przeróbka	pomorskie	1.48
21	Pm.00.w237m	Gdynia	pomorskie	0.76
22	Pm.AM12.a	Kościerzyna	pomorskie	6.49
23	<i>Pm.Kwidz.Sport.m</i>	<i>Kwidzyń</i>	<i>pomorskie</i>	<i>1.45</i>
24	<i>Pm.AM17.a</i>	<i>Liniewko Kościerskie</i>	<i>pomorskie</i>	<i>1.05</i>
25	Pm.AM15.a	Malbork	pomorskie	1.81
26	Pm.15.s129m	Wejherowo	pomorskie	4.00
27	Pm11WLADw07m	Władysławowo	pomorskie	0.88
28	SlKatowKato_kossu	Katowice	śląskie	5.38
29	SkKielJagielWios	Kielce	świętokrzyskie	4.54
30	WmOlsztyWIOS_Puszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1.50
31	<i>WmPuszcz_IOS_Borecka</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<i>0.51</i>
32	WpPila5710111	Pila	wielkopolskie	2.31
33	ZpSzczecin001	Szczecin	zachodniopomorskie	1.69

Uwaga – w tabeli wyniki ze stanowisk innych niż tła miejskiego napisane są *kursywą*, wartość najwyższa dla wszystkich stanowisk **czcionką pogrubioną**, wartość najniższa czcionką podkreśloną

Na rys. 4.2-3 przedstawiono stężenia średnie roczne B(a)A z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z dwóch stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2013. Stężenia na poszczególnych stanowiskach podlegały wahaniom. Na stanowiskach położonych w różnych miastach, kierunek zmian stężeń z roku na rok może być przeciwny (np. Kraków i Katowice) – brak jest jednoznacznej tendencji dla wszystkich stacji (związanej np. z warunkami meteorologicznymi). Na ogół trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego ujętego na wykresie – wyjątkiem jest stacja w Opolu, dla której widoczny jest stały trend spadkowy stężeń w okresie 2010-2013.



Rys.4.2-3. Stężenia średnie roczne benzo(a)antracenu B(a)A w latach 2008-2013 r. na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego w Zielonce i Puszczy Boreckiej.

4.3 Stężenia benzo(b)fluorantenu

Pomiary stężeń benzo(b)fluorantenu (B(b)F) w 2013 r. prowadzone były na 33 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki z 33 stanowisk - dla wszystkich 33 stanowisk możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego S_a .

W zbiorze 33 stanowisk, 27 to stanowiska tła miejskiego, 4 stanowiska tła pozamiejskiego, 1 tła podmiejskiego i 1 stanowisko zlokalizowane w strefie oddziaływania emisji przemysłowych w mieście.

Przebieg stężeń B(b)F w 2013 r. 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.

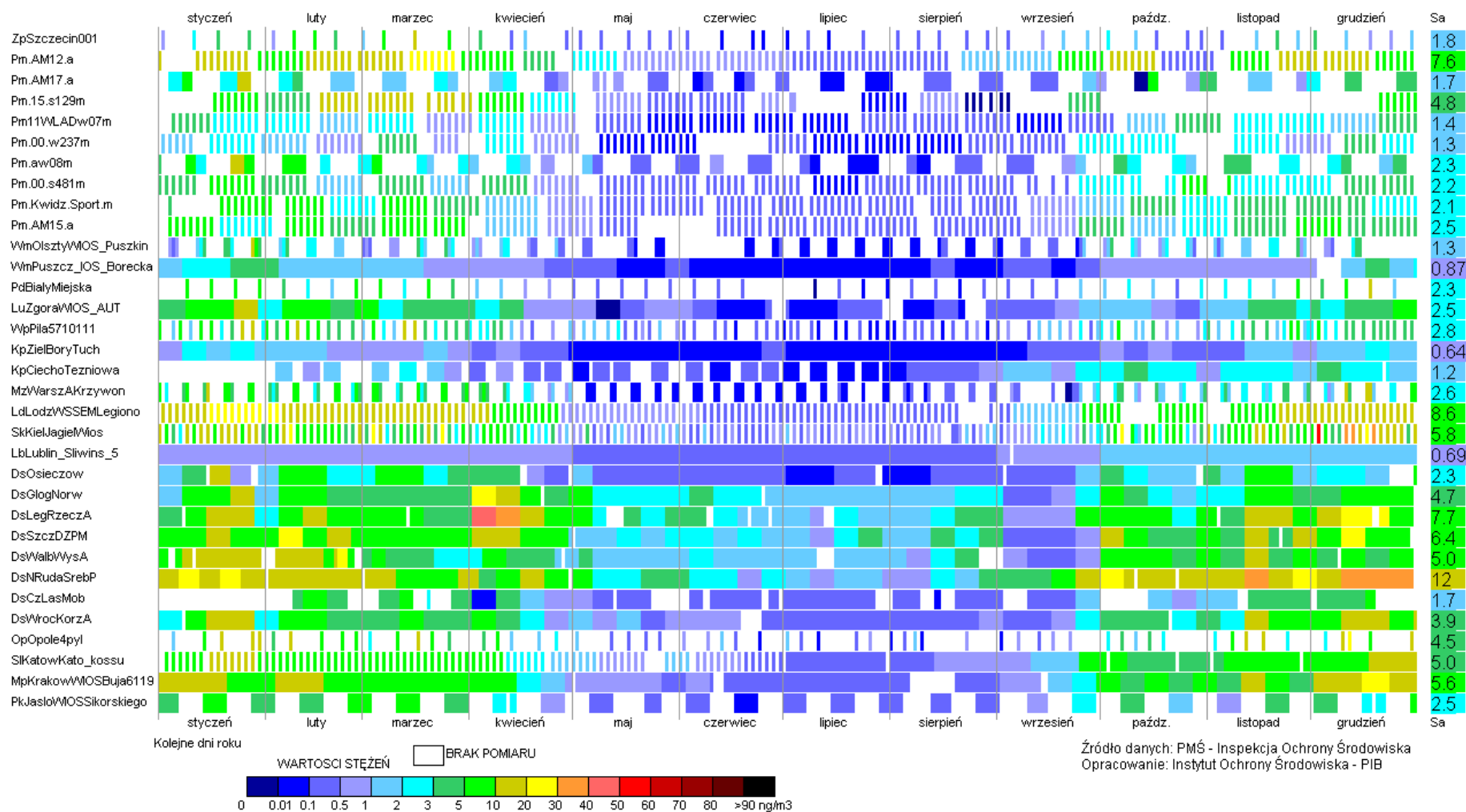
Najniższe stężenia średnie roczne B(b)F uzyskano na stacji pozamiejskiej w Zielonce (0.64 ng/m^3) i na stacji tła miejskiego w Lublinie (0.69 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 2.53 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w szesnastu miastach dziesięciu województw.

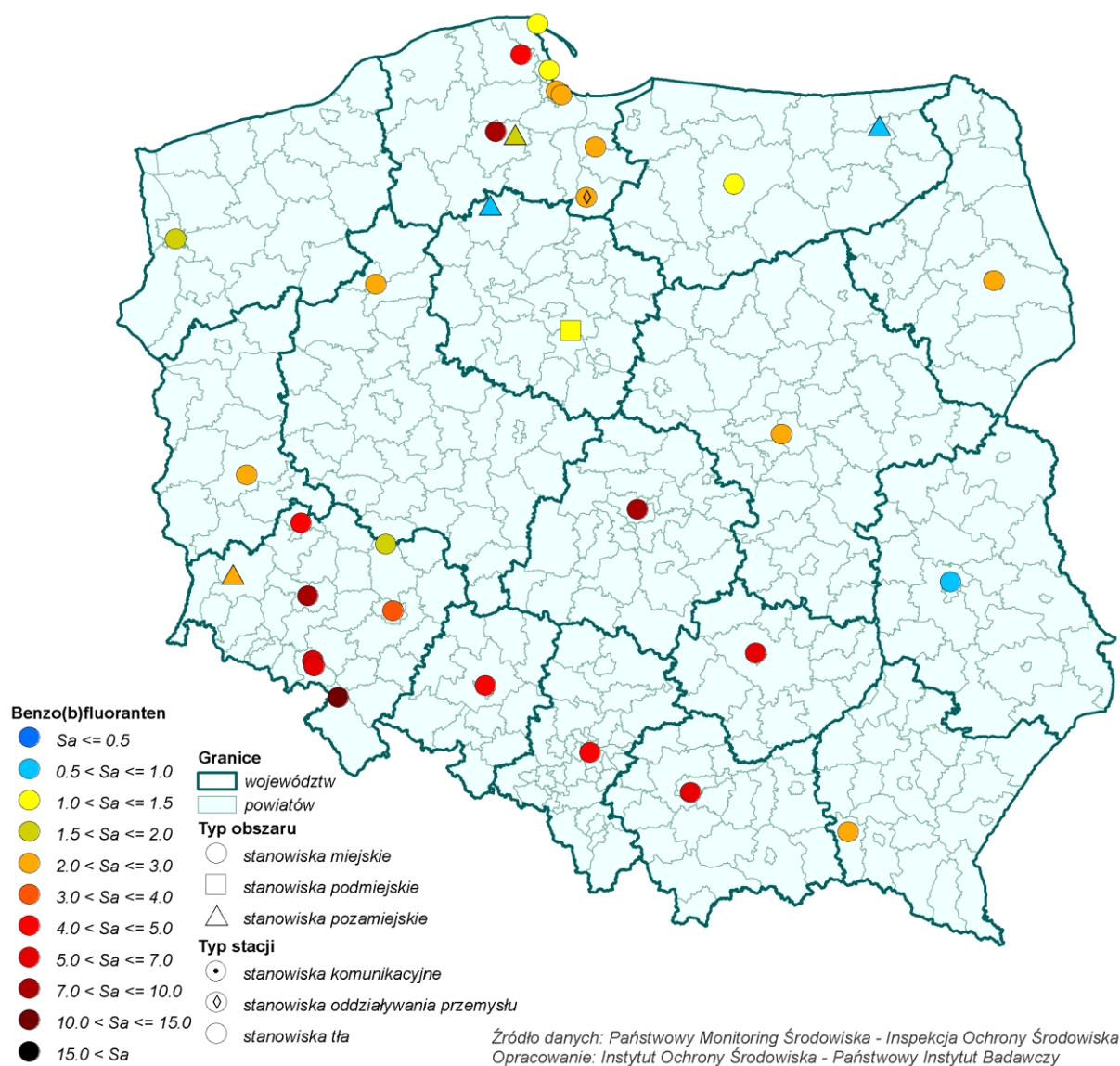
Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 3.58 ng/m^3 . Stężenia S_a wyższe od tej wartości wystąpiły w trzynastu miastach siedmiu województw. Są to miasta położone w południowej (bez woj. podkarpackiego) i centralnej Polsce oraz dodatkowo dwa miasta w woj. pomorskim.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego wynosiła 4.04 ng/m^3 .

W 2013 r. najwyższe stężenie średnie roczne S_a notowano na stacji tła miejskiego w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (11.59 ng/m^3).



Rys. 4.3-1. Przebieg stężeń benzo(b)fluorantenu (B(b)F) w 2013 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 2013 r.

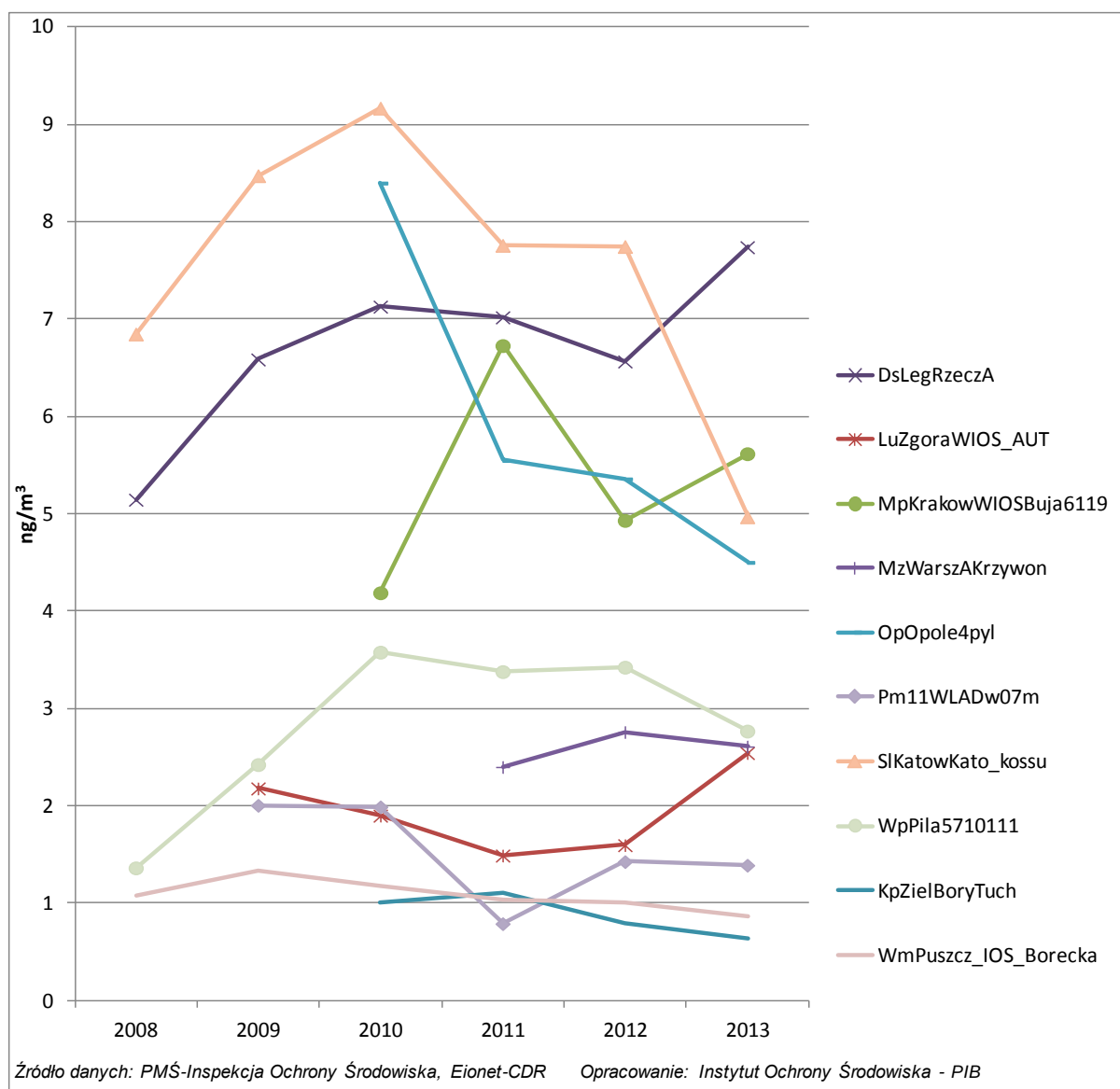
Tabela 4.3-1. Stężenia średnie roczne benzo(b)fluorantenu (B(b)F) w 2013 r.

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	DsCzLasMob	Czarny Las	dolnośląskie	1.74
2	DsGlogNorw	Głogów	dolnośląskie	4.69
3	DsLegRzeczA	Legnica	dolnośląskie	7.74
4	DsNRudaSrebP	Nowa Ruda	dolnośląskie	11.59
5	<i>DsOsieczow</i>	<i>Osieczów</i>	<i>dolnośląskie</i>	2.29
6	DsSzczDZPM	Szczawno-Zdroj	dolnośląskie	6.40
7	DsWalbWysA	Wałbrzych	dolnośląskie	5.05
8	DsWrocKorzA	Wrocław	dolnośląskie	3.85
9	<i>KpCiechoTezniowa</i>	<i>Ciechocinek</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	1.20
10	<i>KpZielBoryTuch</i>	<i>Zielonka</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<u>0.64</u>
11	LbLublin_Sliwins_5	Lublin	lubelskie	0.69
12	LuZgoraWIOS_AUT	Zielona Góra	lubuskie	2.54
13	LdLodzWSSEMLegiono	Łódź	łódzkie	8.59
14	MpKrakowWIOSBuja6119	Kraków	małopolskie	5.62
15	MzWarszAKrzywon	Warszawa	mazowieckie	2.61
16	OpOpole4pyl	Opole	opolskie	4.50
17	PkJasloWIOSSikorskiego	Jasło	podkarpackie	2.53
18	PdBialyMiejska	Białystok	podlaskie	2.31
19	Pm.aw08m	Gdańsk Wrzeszcz	pomorskie	2.29
20	Pm.00.s481m	Gdańsk Przeróbka	pomorskie	2.25
21	Pm.00.w237m	Gdynia	pomorskie	1.31
22	Pm.AM12.a	Kościerzyna	pomorskie	7.57
23	<i>Pm.Kwidz.Sport.m</i>	<i>Kwidzyń</i>	<i>pomorskie</i>	2.15
24	<i>Pm.AM17.a</i>	<i>Liniewko Kościerskie</i>	<i>pomorskie</i>	1.69
25	Pm.AM15.a	Malbork	pomorskie	2.50
26	Pm.15.s129m	Wejherowo	pomorskie	4.76
27	Pm11WLADw07m	Władysławowo	pomorskie	1.39
28	SlKatowKato_kossu	Katowice	śląskie	4.97
29	SkKielJagielWios	Kielce	świętokrzyskie	5.83
30	WmOlsztyWIOS_Puszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1.27
31	<i>WmPuszcz_IOS_Borecka</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<u>0.86</u>
32	WpPila5710111	Pila	wielkopolskie	2.77
33	ZpSzczecin001	Szczecin	zachodniopomorskie	1.84

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

Na rys. 4.3-3 przedstawiono stężenia średnie roczne B(b)F z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z dwóch stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2013. 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 itp. Na ogół trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego ujętego na wykresie – wyjątkiem jest stacja w Opolu, dla której widoczny jest stały trend spadkowy stężeń w okresie 2010-2013.



Rys.4.3-3. Stężenia średnie roczne benzo(b)fluorantenu B(b)F w latach 2008-2013 r. na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego w Zielonce i Puszczy Boreckiej.

4.4 Stężenia benzo(j)fluorantenu

Pomiary stężeń benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2013 r. prowadzone były na 33 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki z 32 stanowisk, dla których możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego S_a .

W zbiorze 33 stanowisk, 26 to stanowiska tła miejskiego, 4 stanowiska tła pozamiejskiego, 1 tła podmiejskiego i 1 stanowisko zlokalizowane w strefie oddziaływania emisji przemysłowych w mieście.

Przebieg stężeń B(j)F w 2013 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.

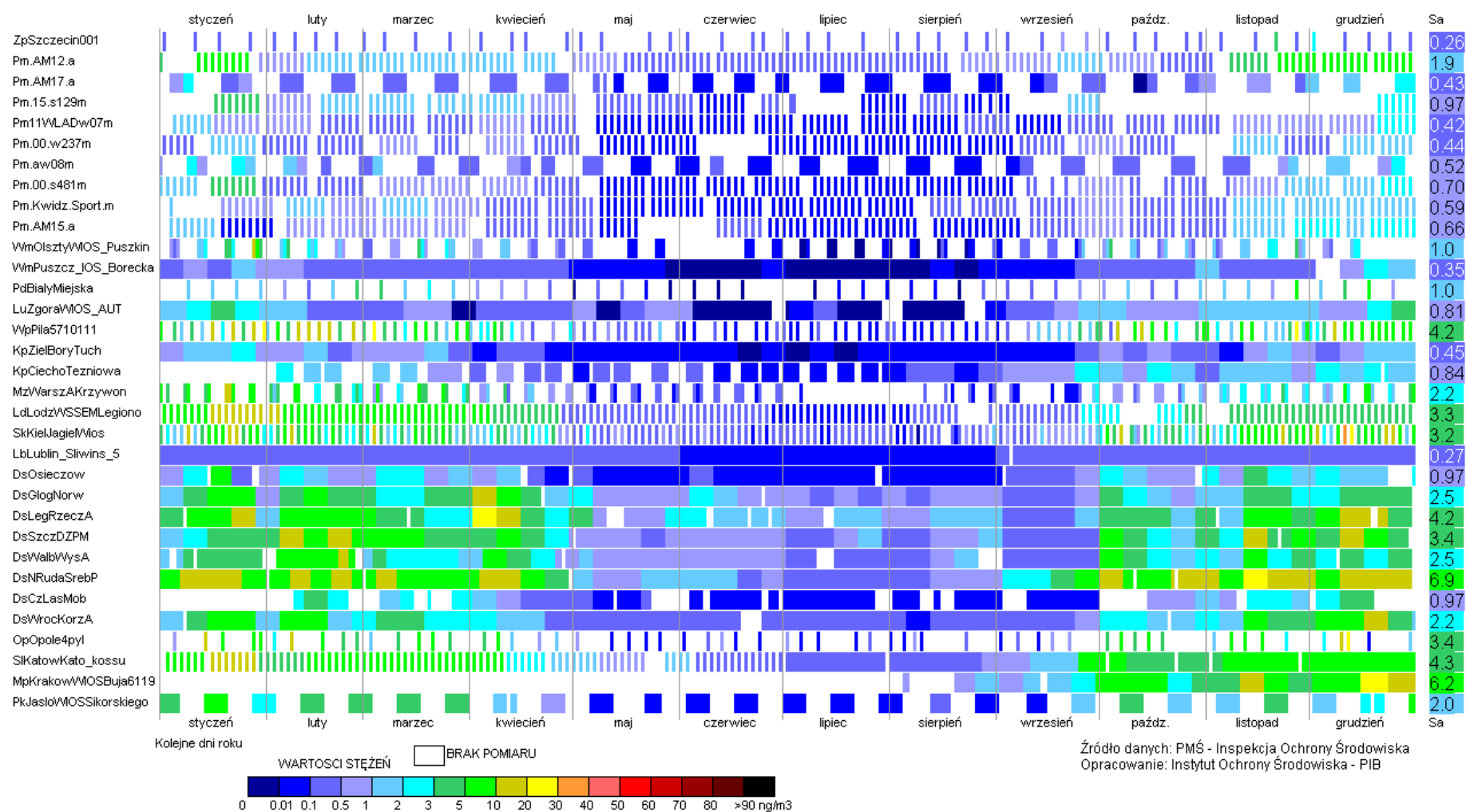
Najniższe stężenia średnie roczne B(j)F uzyskano na stacjach w Szczecinie (0.26 ng/m^3) i Lublinie (0.27 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 0.99 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w szesnastu miastach jedenastu województw (rys. 4.4-2).

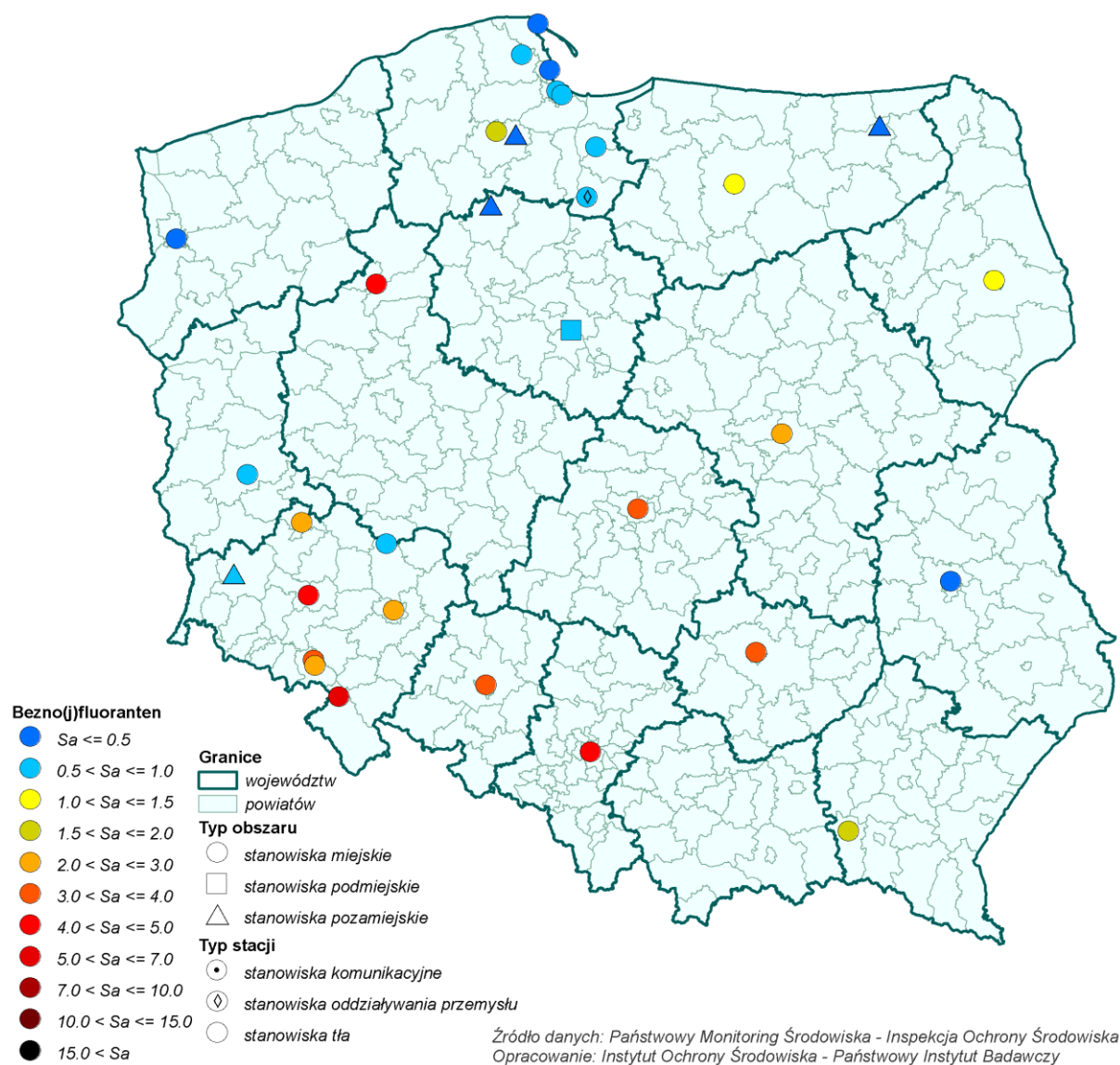
Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 1.81 ng/m^3 . Stężenia S_a wyższe od tej wartości wystąpiły w czternastu miastach dziewięciu województw. Są to miasta położone w południowej i centralnej Polsce oraz dodatkowo jedno miasto w woj. pomorskim.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego wynosiła 2.08 ng/m^3 .

W 2013 r. najwyższe stężenie średnie roczne S_a notowano na stacji tła miejskiego w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (6.91 ng/m^3).



Rys. 4.4-1. Przebieg stężeń benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2013 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.4.4-2. Stężenia średnie roczne benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2013 r.

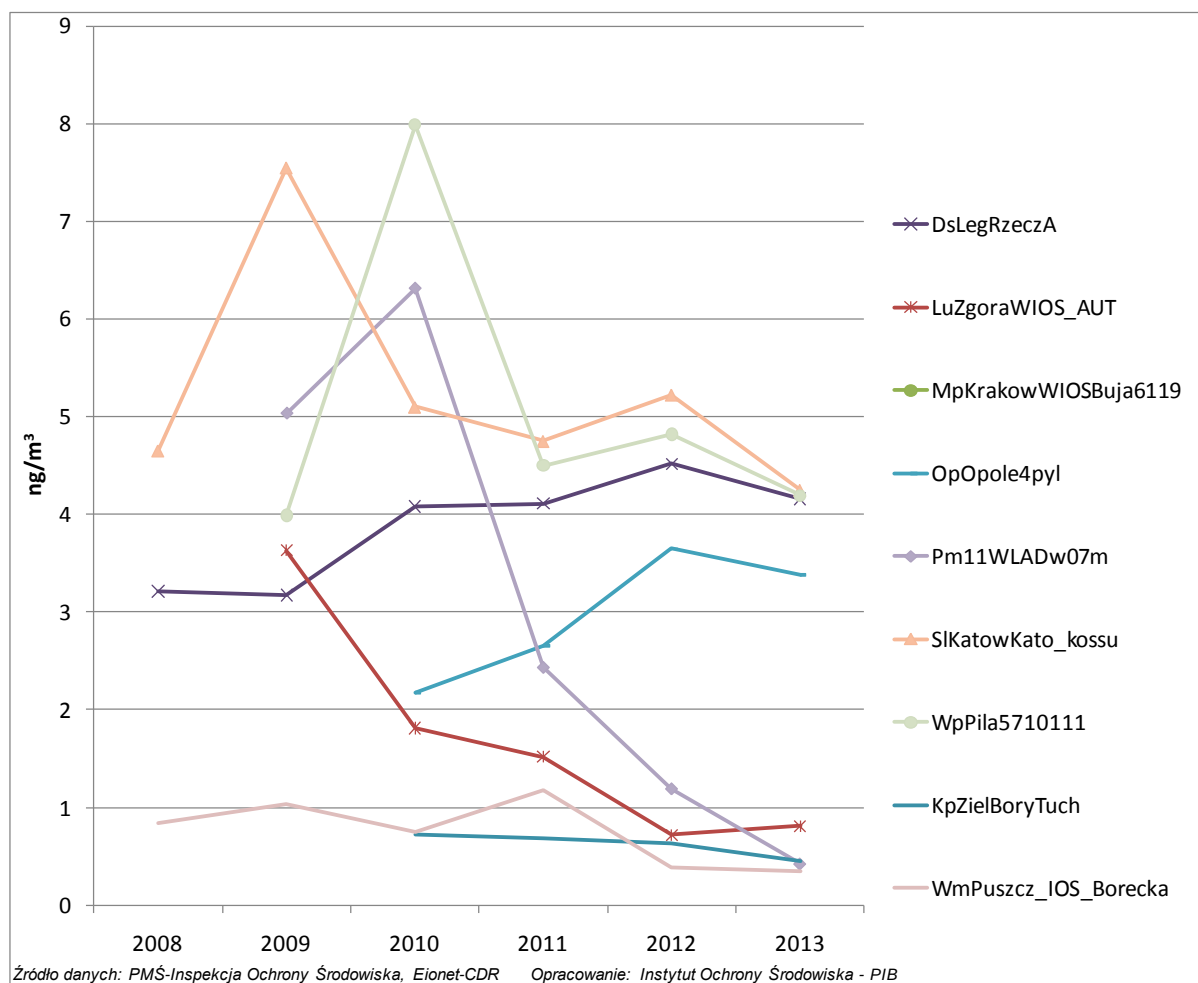
Tabela 4.3-1. Stężenia średnie roczne benzo(j)fluorantenu (B(j)F) w 2013 r.

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

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne benzo(j)fluorantenu [ng/m ³]
1	DsCzLasMob	Czarny Las	dolnośląskie	0.97
2	DsGlogNorw	Głogów	dolnośląskie	2.49
3	DsLegRzeczA	Legnica	dolnośląskie	4.16
4	DsNRudaSrebP	Nowa Ruda	dolnośląskie	6.91
5	<i>DsOsieczow</i>	<i>Osieczów</i>	<i>dolnośląskie</i>	<i>0.98</i>
6	DsSzczDZPM	Szczawno-Zdroj	dolnośląskie	3.43
7	DsWalbWysA	Wałbrzych	dolnośląskie	2.50
8	DsWrocKorzaA	Wrocław	dolnośląskie	2.23
9	<i>KpCiechoTezniowa</i>	<i>Ciechocinek</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>0.84</i>
10	<i>KpZielBoryTuch</i>	<i>Zielonka</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>0.45</i>
11	LbLublin_Sliwinski_5	Lublin	lubelskie	0.27
12	LuZgoraWIOS_AUT	Zielona Góra	lubuskie	0.81
13	LdLodzWSSEMLegiono	Łódź	łódzkie	3.28
14	MzWarszAKrzywon	Warszawa	mazowieckie	2.24
15	OpOpole4pyl	Opole	opolskie	3.38
16	PkJasloWIOSSikorskiego	Jasło	podkarpackie	2.00
17	PdBialyMiejska	Białystok	podlaskie	1.02
18	Pm.aw08m	Gdańsk Wrzeszcz	pomorskie	0.52
19	Pm.00.s481m	Gdańsk Przeróbka	pomorskie	0.70
20	Pm.00.w237m	Gdynia	pomorskie	0.44
21	Pm.AM12.a	Kościerzyna	pomorskie	1.90
22	<i>Pm.Kwidz.Sport.m</i>	<i>Kwidz</i>	<i>pomorskie</i>	<i>0.59</i>
23	<i>Pm.AM17.a</i>	<i>Liniewko</i> <i>Kościerskie</i>	<i>pomorskie</i>	<i>0.43</i>
24	Pm.AM15.a	Malbork	pomorskie	0.66
25	Pm.15.s129m	Wejherowo	pomorskie	0.97
26	Pm11WLADw07m	Władysławowo	pomorskie	0.42
27	SlKatowKato_kossu	Katowice	śląskie	4.25
28	SkKielJagielWios	Kielce	świętokrzyskie	3.18
29	WmOlsztyWIOS_Puszkini	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1.01
30	<i>WmPuszcz_IOS_Borecka</i>	<i>Puszcz Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<i>0.34</i>
31	WpPila5710111	Pila	wielkopolskie	4.19
32	ZpSzczecin001	Szczecin	zachodniopomorskie	<u>0.26</u>

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

Na rys. 4.4-3 przedstawiono stężenia średnie roczne B(j)F z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z dwóch stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2013. 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 itp. Trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego ujętego na wykresie. Na stanowiskach położonych w różnych miastach, kierunek zmian stężeń z roku na rok może być przeciwny (np. Legnica i Zielona Góra) – brak jest jednoznacznej tendencji dla wszystkich stacji w kraju lub w regionie (związanej np. z warunkami meteorologicznymi).



Rys.4.4-3. Stężenia średnie roczne benzo(j)fluorantenu B(j)F w latach 2008-2013 r. na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego w Zielonce i Puszczy Boreckiej.

4.5 Stężenia benzo(k)fluorantenu

Pomiary stężeń benzo(k)fluorantenu (B(k)F) w 2013 r. prowadzone były na 33 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki z 33 stanowisk - dla wszystkich 33 stanowisk możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego Sa. W zbiorze 33 stanowisk, 27 to stanowiska tła miejskiego, 4 stanowiska tła pozamiejskiego, 1 tła podmiejskiego i 1 stanowisko zlokalizowane w mieście w strefie oddziaływania emisji przemysłowych.

Przebieg stężeń B(k)F w 2013 r. przedstawiono na rys. 4.5-1. Wielkości stężenia średniorocznego B(k)F zaprezentowane zostały na mapie na rys.4.5-2 i w tabeli 4.5-1.

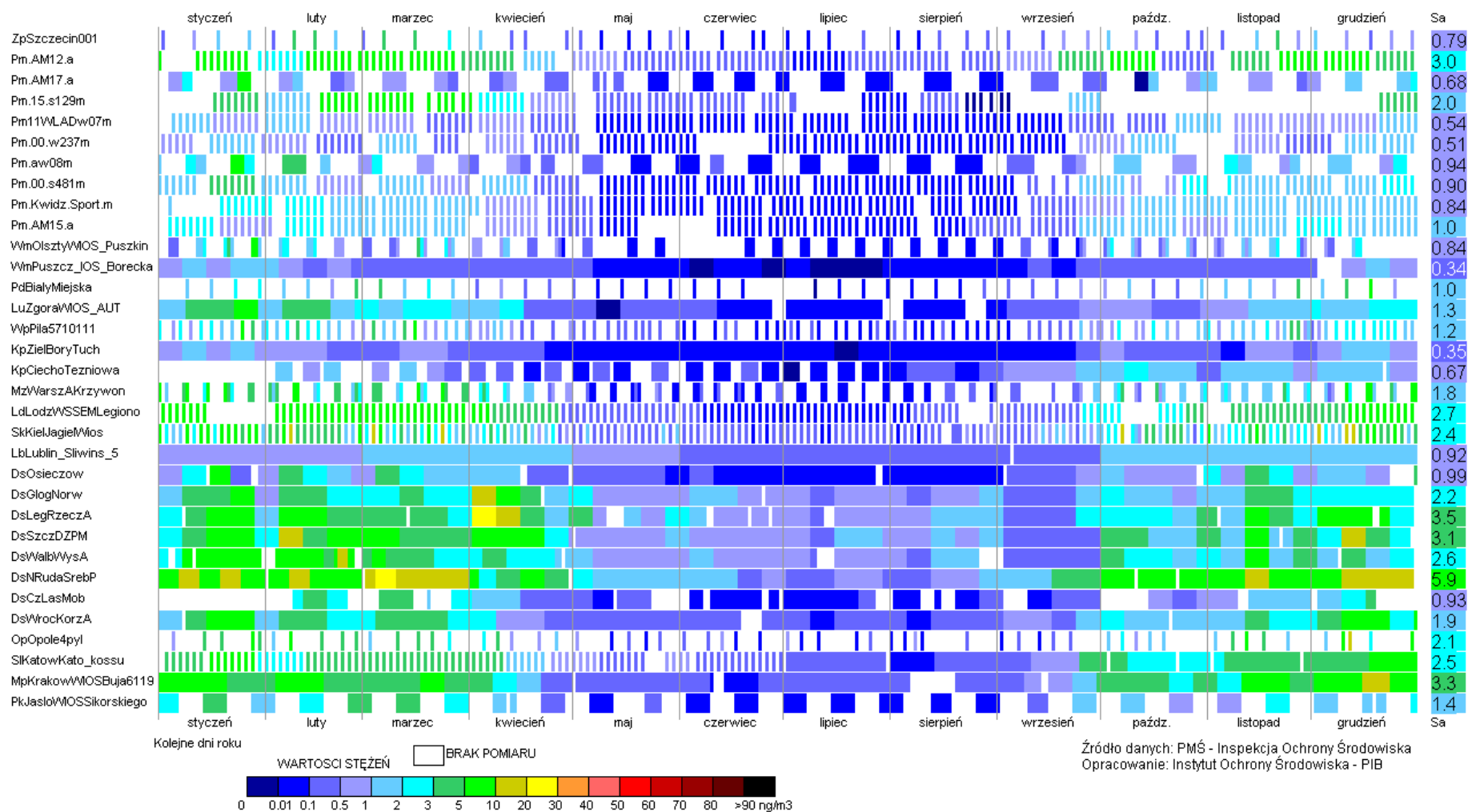
Najniższe stężenia średnie roczne B(k)F uzyskano na stacjach pozamiejskich w Puszczy Boreckiej (0.34 ng/m^3) i Zielonce (0.35 ng/m^3) oraz na stacji tła miejskiego w Gdyni (0.51 ng/m^3).

Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 1.18 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w szesnastu miastach w dziesięciu województwach (rys.4.5-2).

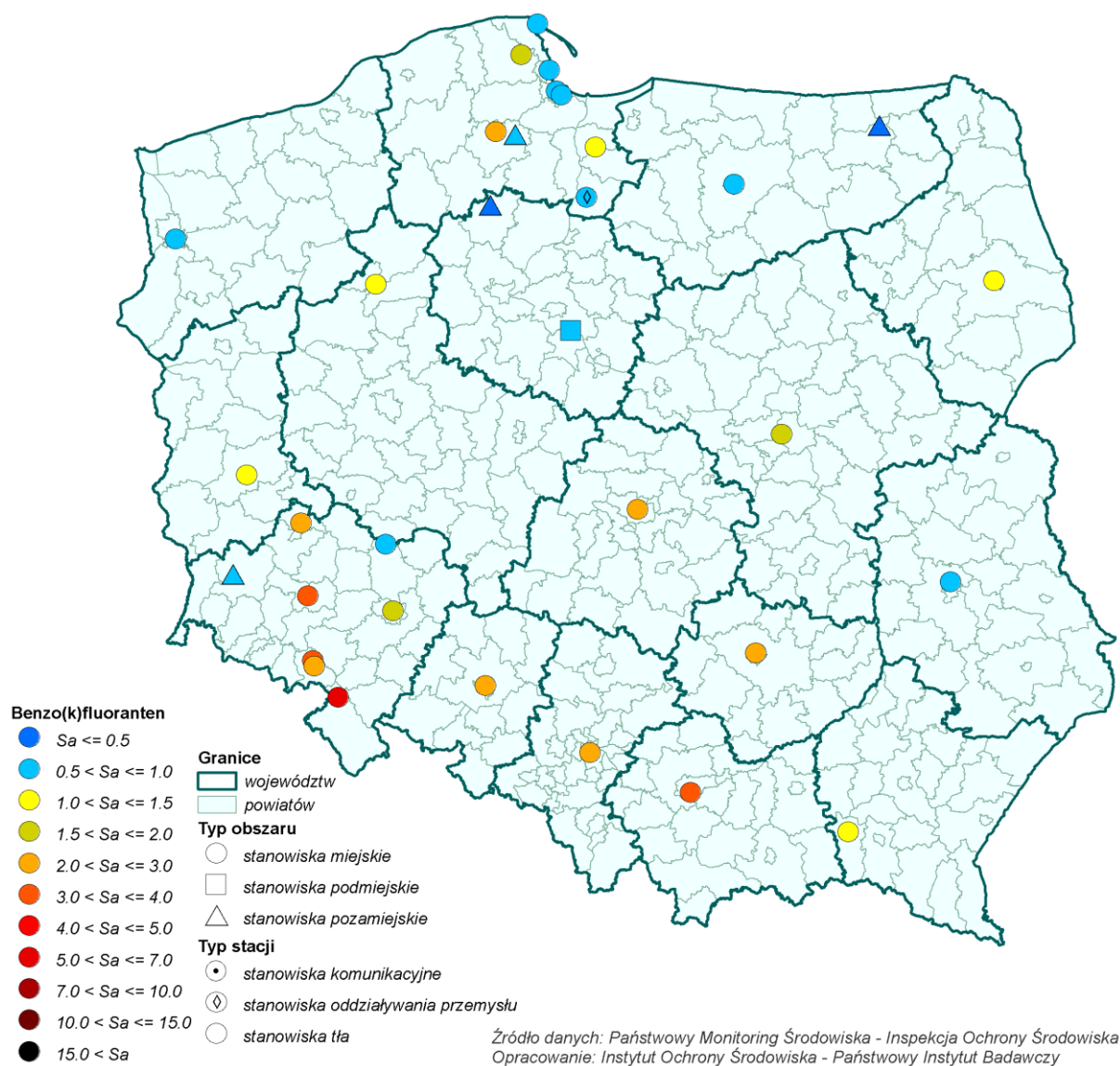
Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 1.67 ng/m^3 . Stężenia Sa wyższe od tej wartości wystąpiły w czternastu miastach ośmiu województw. Stężenia średnie roczne wyższe od 2 ng/m^3 wystąpiły w miastach położonych w południowej i centralnej Polsce oraz dodatkowo w jednym mieście w woj. pomorskim.

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego wynosiła 1.90 ng/m^3 .

W 2013 r. najwyższe stężenie średnie roczne Sa notowano na stacji tła miejskiego w Nowej Rudzie w woj. dolnośląskim (5.94 ng/m^3).



Rys. 4.5-1. Przebieg stężeń benzo(k)fluorantenu (B(k)F) w 2013 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 2013 r.

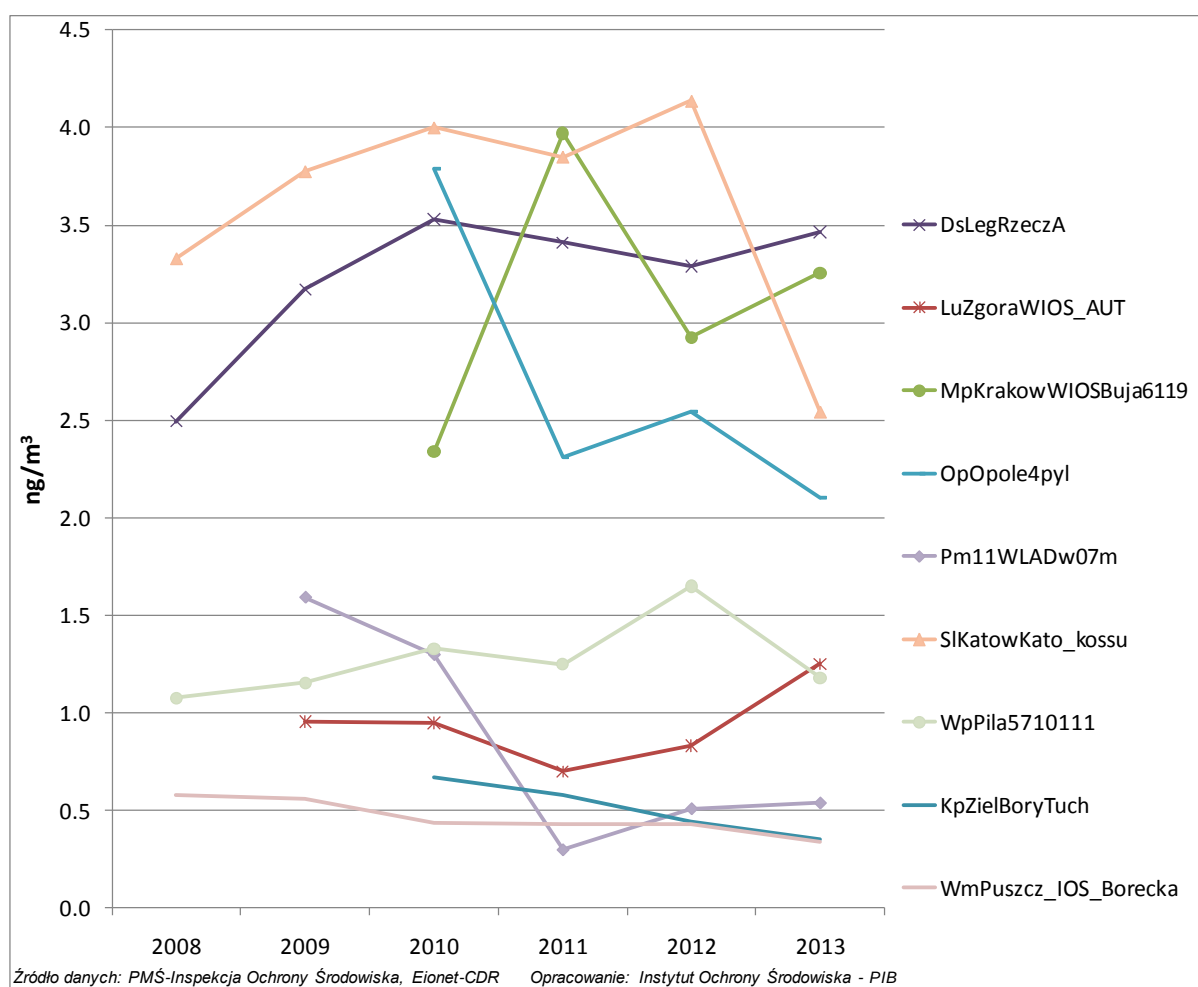
Tabela 3.5-1. Stężenia średnie roczne benzo(k)fluorantenu (B(k)F) w 2013 r.

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	DsCzLasMob	Czarny Las	dolnośląskie	0.93
2	DsGlogNorw	Głogów	dolnośląskie	2.21
3	DsLegRzeczA	Legnica	dolnośląskie	3.46
4	DsNRudaSrebP	Nowa Ruda	dolnośląskie	5.94
5	<i>DsOsieczow</i>	<i>Osieczów</i>	<i>dolnośląskie</i>	<i>1.00</i>
6	DsSzczDZPM	Szczawno-Zdroj	dolnośląskie	3.12
7	DsWalbWysA	Wałbrzych	dolnośląskie	2.58
8	DsWrocKorzA	Wrocław	dolnośląskie	1.92
9	<i>KpCiechoTezniowa</i>	<i>Ciechocinek</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>0.67</i>
10	<i>KpZielBoryTuch</i>	<i>Zielonka</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>0.35</i>
11	LbLublin_Sliwins_5	Lublin	lubelskie	0.92
12	LuZgoraWIOS_AUT	Zielona Góra	lubuskie	1.25
13	LdLodzWSSEMLegiono	Łódź	łódzkie	2.73
14	MpKrakowWIOSBuja6119	Kraków	małopolskie	3.26
15	MzWarszAKrzywon	Warszawa	mazowieckie	1.78
16	OpOpole4pyl	Opole	opolskie	2.11
17	PkJasloWIOSSikorskiego	Jasło	podkarpackie	1.36
18	PdBialyMiejska	Białystok	podlaskie	1.02
19	Pm.aw08m	Gdańsk Wrzeszcz	pomorskie	0.94
20	Pm.00.s481m	Gdańsk Przeróbka	pomorskie	0.90
21	Pm.00.w237m	Gdynia	pomorskie	0.51
22	Pm.AM12.a	Kościerzyna	pomorskie	2.96
23	<i>Pm.Kwidz.Sport.m</i>	<i>Kwidzyń</i>	<i>pomorskie</i>	<i>0.84</i>
24	<i>Pm.AM17.a</i>	<i>Liniewko Kościerskie</i>	<i>pomorskie</i>	<i>0.68</i>
25	Pm.AM15.a	Malbork	pomorskie	1.03
26	Pm.15.s129m	Wejherowo	pomorskie	1.96
27	Pm11WLADw07m	Władysławowo	pomorskie	0.54
28	SlKatowKato_kossu	Katowice	śląskie	2.54
29	SkKielJagielWios	Kielce	świętokrzyskie	2.42
30	WmOlsztyWIOS_Puszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	0.84
31	<i>WmPuszcz_IOS_Borecka</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<i><u>0.34</u></i>
32	WpPila5710111	Pila	wielkopolskie	1.18
33	ZpSzczecin001	Szczecin	zachodniopomorskie	0.79

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

Na rys. 4.5-3 przedstawiono stężenia średnie roczne B(k)F z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z dwóch stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2013. Stężenia na poszczególnych stanowiskach tła miejskiego zmieniały się z roku na rok. Po spadkach stężeń w jednym roku w stosunku do roku poprzedniego, w następnym roku występowały wzrosty stężeń itp. Dla stanowisk tła miejskiego trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego ujętego na wykresie. Stężenia średnie roczne B(k)F na stanowiskach pozamiejskich (Puszcza Borecka i Zielonka) systematycznie spadały w całym okresie ujętym na wykresie.



Rys.4.5-3. Stężenia średnie roczne benzo(k)fluorantenu B(k)F w latach 2008-2013 r. na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego w Zielonce i Puszczy Boreckiej.

4.6 Stężenia dibenzo(a,h)antracenu

Pomiary stężeń dibenzo(a,h)antracenu (DB(a,h)A) w 2013 r. prowadzone były na 33 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki z 33 stanowisk - dla wszystkich 33 stanowisk możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego S_a . W zbiorze 33 stanowisk, 27 to stanowiska tła miejskiego, 4 stanowiska tła pozamiejskiego, 1 tła podmiejskiego i 1 stanowisko zlokalizowane w mieście w strefie oddziaływania emisji przemysłowych.

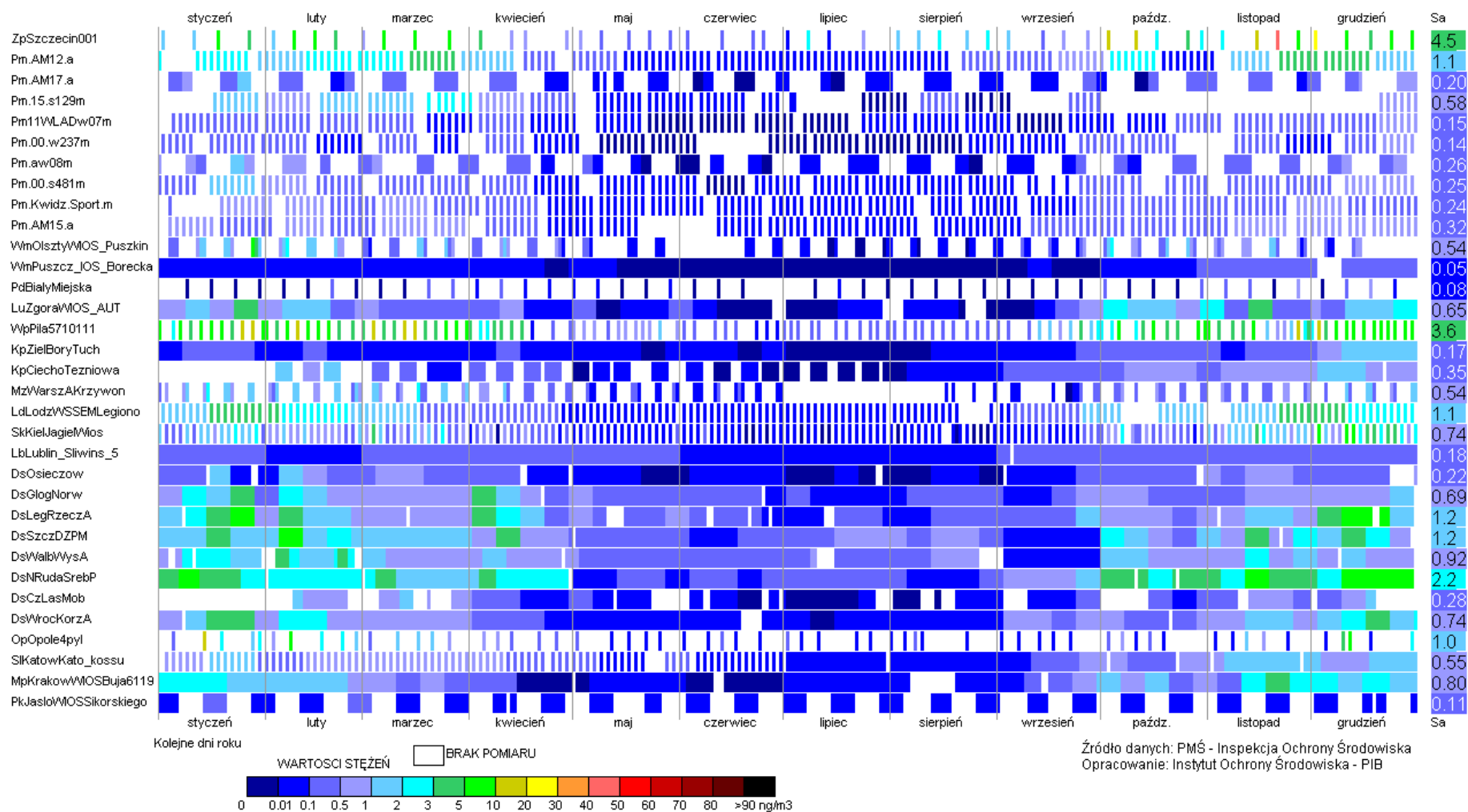
Przebieg stężeń DB(a,h)A w 2013 r. przedstawiono na rys. 4.6-1. Wielkości stężenia średniorocznego DB(a,h)A zaprezentowane zostały na rys.4.6-2 i w tabeli 4.6-1.

Najniższe stężenia średnie roczne DB(a,h)A uzyskano na stacji pozamiejskiej w Puszczy Boreckiej (0.05 ng/m^3) oraz na stacji tła miejskiego w Białymstoku (0.08 ng/m^3).

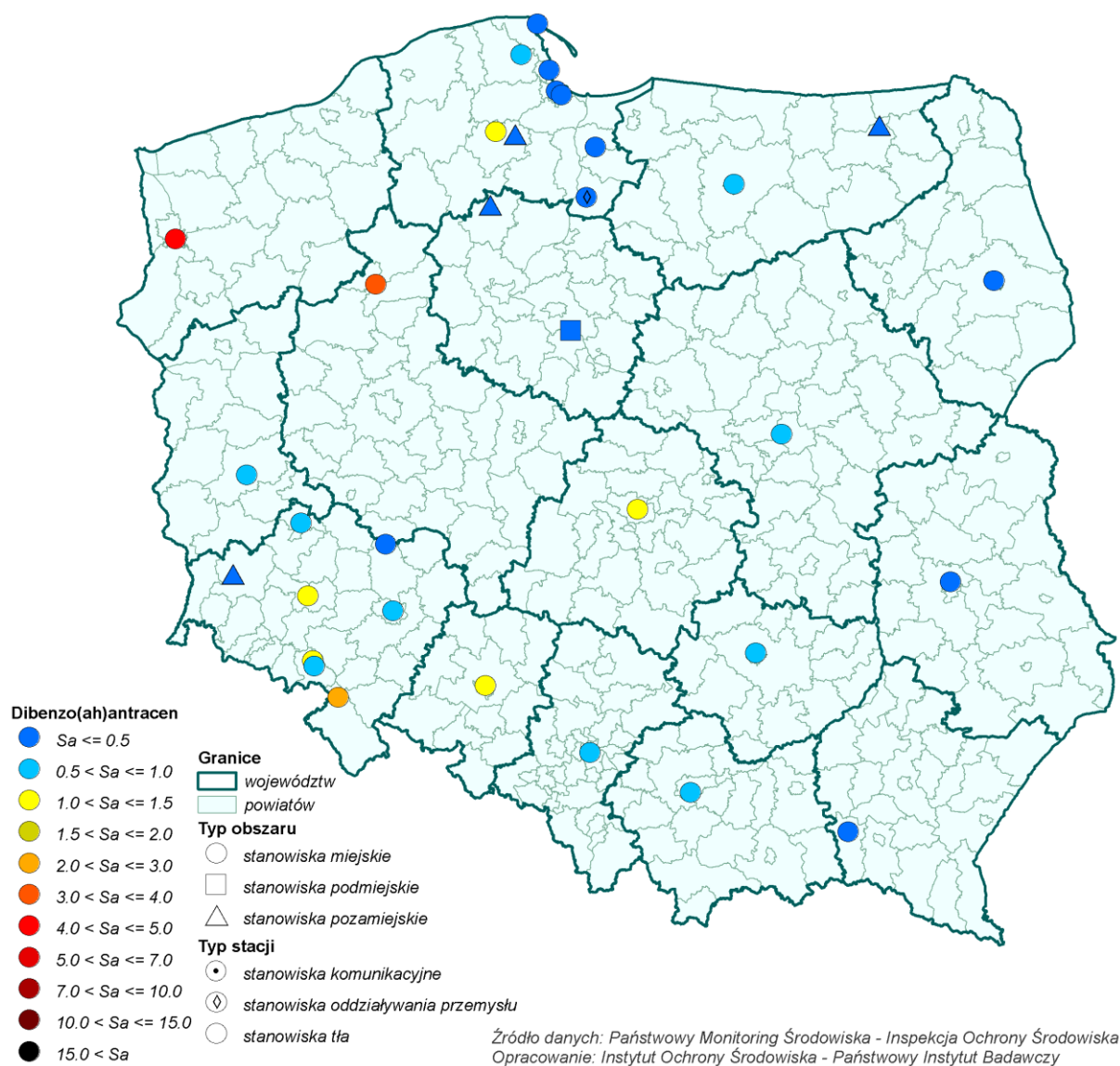
Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 1.18 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w szesnastu miastach dziesięciu województw (rys.4.6-2).

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 0.78 ng/m^3 . Stężenia S_a wyższe od tej wartości wystąpiły w dziesięciu miastach w siedmiu województwach. Stężenia średnie roczne wyższe od 1 ng/m^3 wystąpiły w miastach położonych w województwach: zachodniopomorskim, wielkopolskim, dolnośląskim, opolskim, łódzkim i pomorskim. Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego wynosiła 1.90 ng/m^3 .

W 2013 r. najwyższe stężenie średnie roczne S_a notowano na stacji tła miejskiego w Szczecinie (4.53 ng/m^3).



Rys. 4.6-1. Przebieg stężeń dibenzo(a,h)antracenu (DB(a,h)A) w 2013 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 2013 r.

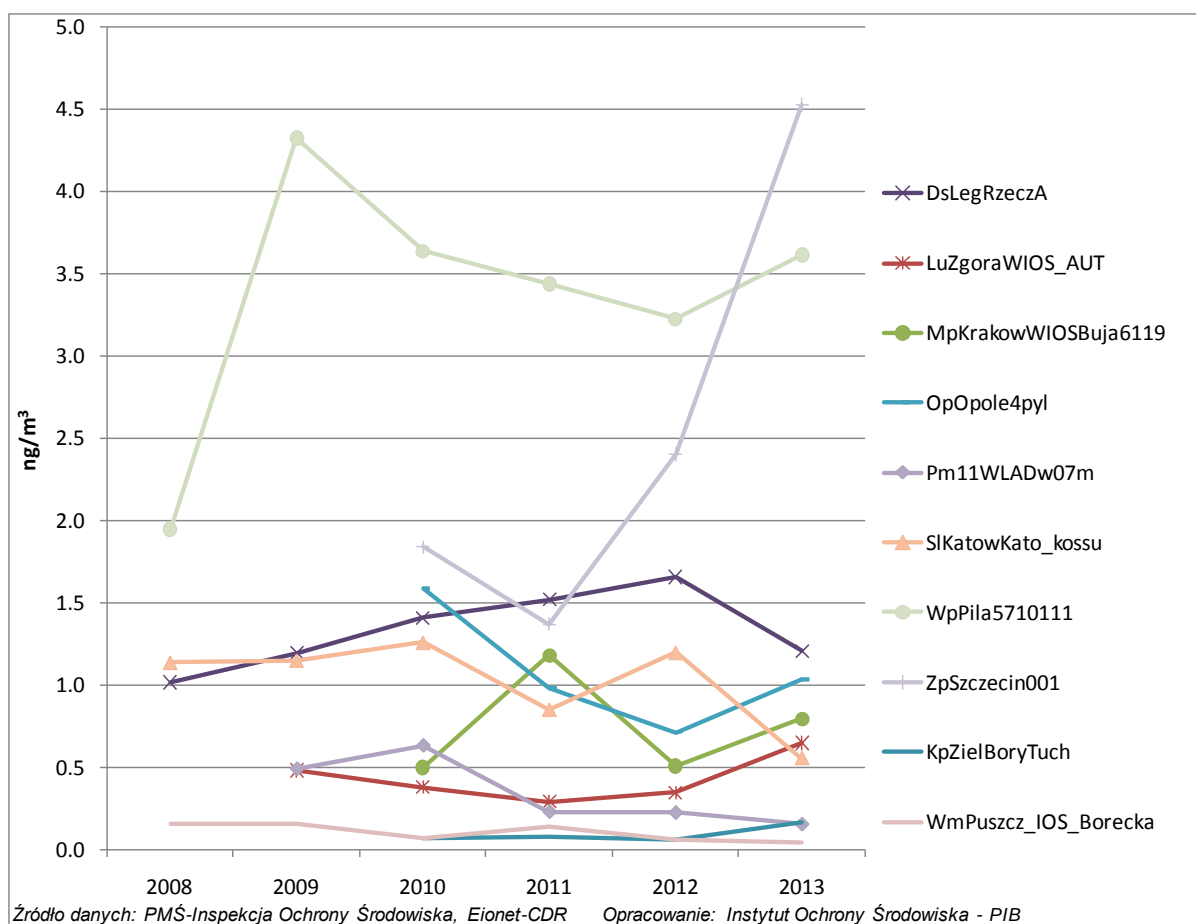
Tabela 4.6-1. Stężenia średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu (DB(a,h)A) w 2012 r.

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	DsCzLasMob	Czarny Las	dolnośląskie	0.28
2	DsGlogNorw	Głogów	dolnośląskie	0.69
3	DsLegRzeczA	Legnica	dolnośląskie	1.21
4	DsNRudaSrebP	Nowa Ruda	dolnośląskie	2.18
5	<i>DsOsieczow</i>	<i>Osieczów</i>	<i>dolnośląskie</i>	<i>0.22</i>
6	DsSzczDZPM	Szczawno-Zdroj	dolnośląskie	1.15
7	DsWalbWysA	Wałbrzych	dolnośląskie	0.92
8	DsWrocKorzA	Wrocław	dolnośląskie	0.74
9	<i>KpCiechoTezniowa</i>	<i>Ciechocinek</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>0.35</i>
10	<i>KpZielBoryTuch</i>	<i>Zielonka</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	<i>0.17</i>
11	LbLublin_Sliwins_5	Lublin	lubelskie	0.18
12	LuZgoraWIOS_AUT	Zielona Góra	lubuskie	0.65
13	LdLodzWSSEMLegiono	Łódź	łódzkie	1.14
14	MpKrakowWIOSBuja6119	Kraków	małopolskie	0.80
15	MzWarszAKrzywon	Warszawa	mazowieckie	0.54
16	OpOpole4pyl	Opole	opolskie	1.03
17	PkJasloWIOSSikorskiego	Jasło	podkarpackie	0.11
18	PdBialyMiejska	Białystok	podlaskie	0.08
19	Pm.aw08m	Gdańsk Wrzeszcz	pomorskie	0.26
20	Pm.00.s481m	Gdańsk Przeróbka	pomorskie	0.25
21	Pm.00.w237m	Gdynia	pomorskie	0.14
22	Pm.AM12.a	Kościerzyna	pomorskie	1.14
23	<i>Pm.Kwidz.Sport.m</i>	<i>Kwidzyń</i>	<i>pomorskie</i>	<i>0.24</i>
24	<i>Pm.AM17.a</i>	<i>Liniewko Kościerskie</i>	<i>pomorskie</i>	<i>0.20</i>
25	Pm.AM15.a	Malbork	pomorskie	0.32
26	Pm.15.s129m	Wejherowo	pomorskie	0.58
27	Pm11WLADw07m	Władysławowo	pomorskie	0.15
28	SlKatowKato_kossu	Katowice	śląskie	0.55
29	SkKielJagielWios	Kielce	świętokrzyskie	0.74
30	WmOlsztyWIOS_Puszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	0.54
31	<i>WmPuszcz_IOS_Borecka</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	<i><u>0.05</u></i>
32	WpPila5710111	Pila	wielkopolskie	3.62
33	ZpSzczecin001	Szczecin	zachodniopomorskie	4.53

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

Na rys. 4.6-3 przedstawiono stężenia średnie roczne DB(a,h)A z wybranych stanowisk pomiarowych z lat 2008-2013. Stężenia na poszczególnych stanowiskach tła miejskiego zmieniały się z roku na rok. Po spadkach stężeń w jednym roku w stosunku do roku poprzedniego, w następnym roku występowały wzrosty stężeń itp. Na stanowiskach położonych w różnych miastach, kierunek zmian stężeń z roku na rok może być przeciwny (np. Legnica i Opole) – brak jest jednoznacznej tendencji dla większości lub wszystkich stacji w Polsce. Dla większości stanowisk tła miejskiego trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego ujętego na wykresie. Na uwagę zasługuje silny trend rosnący stężenia DB(a,h)A dla lat 2011-2013 na stanowisku Szczecin001.



Rys.4.6-3. Stężenia średnie roczne dibenzo(a,h)antracenu DB(a,h)A w latach 2008-2013 r. na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego w Zielonce i Puszczy Boreckiej.

4.7 Stężenia indeno(1,2,3-cd)pirenu

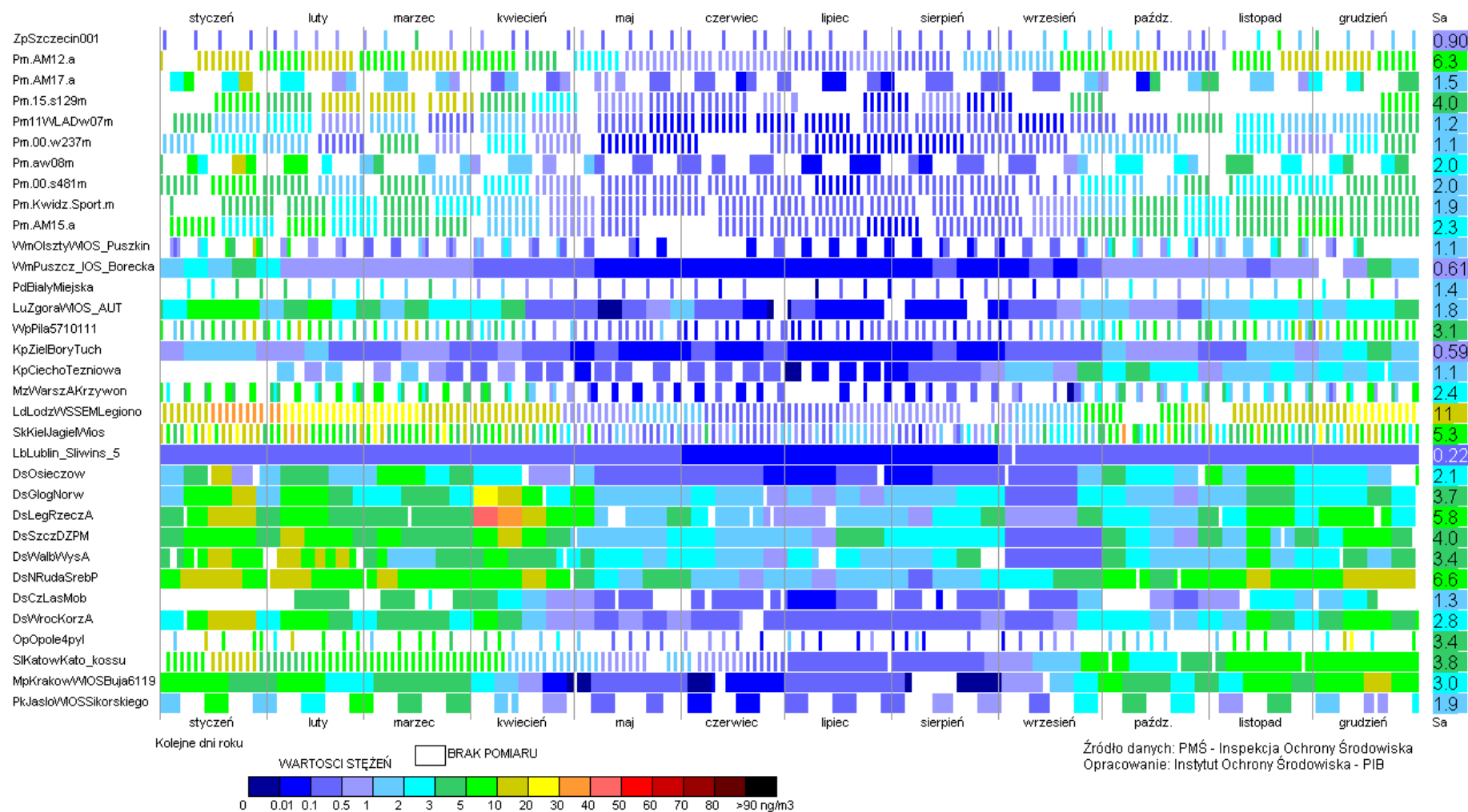
Pomiary stężeń indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w 2013 r. prowadzone były na 33 stanowiskach w kraju. W ocenie wykorzystano wyniki z 33 stanowisk - dla wszystkich 33 stanowisk możliwe było prawidłowe obliczenie stężenia średniego rocznego S_a . W zbiorze 33 stanowisk, 27 to stanowiska tła miejskiego, 4 stanowiska tła pozamiejskiego, 1 tła podmiejskiego i 1 stanowisko zlokalizowane w mieście w strefie oddziaływania emisji przemysłowych.

Przebieg stężeń IP w 2013 r. przedstawiono na rys. 4.7-1. Wielkości stężenia średniorocznego IP zaprezentowane zostały na mapie na rys.4.7-2 i w tabeli 4.7-1.

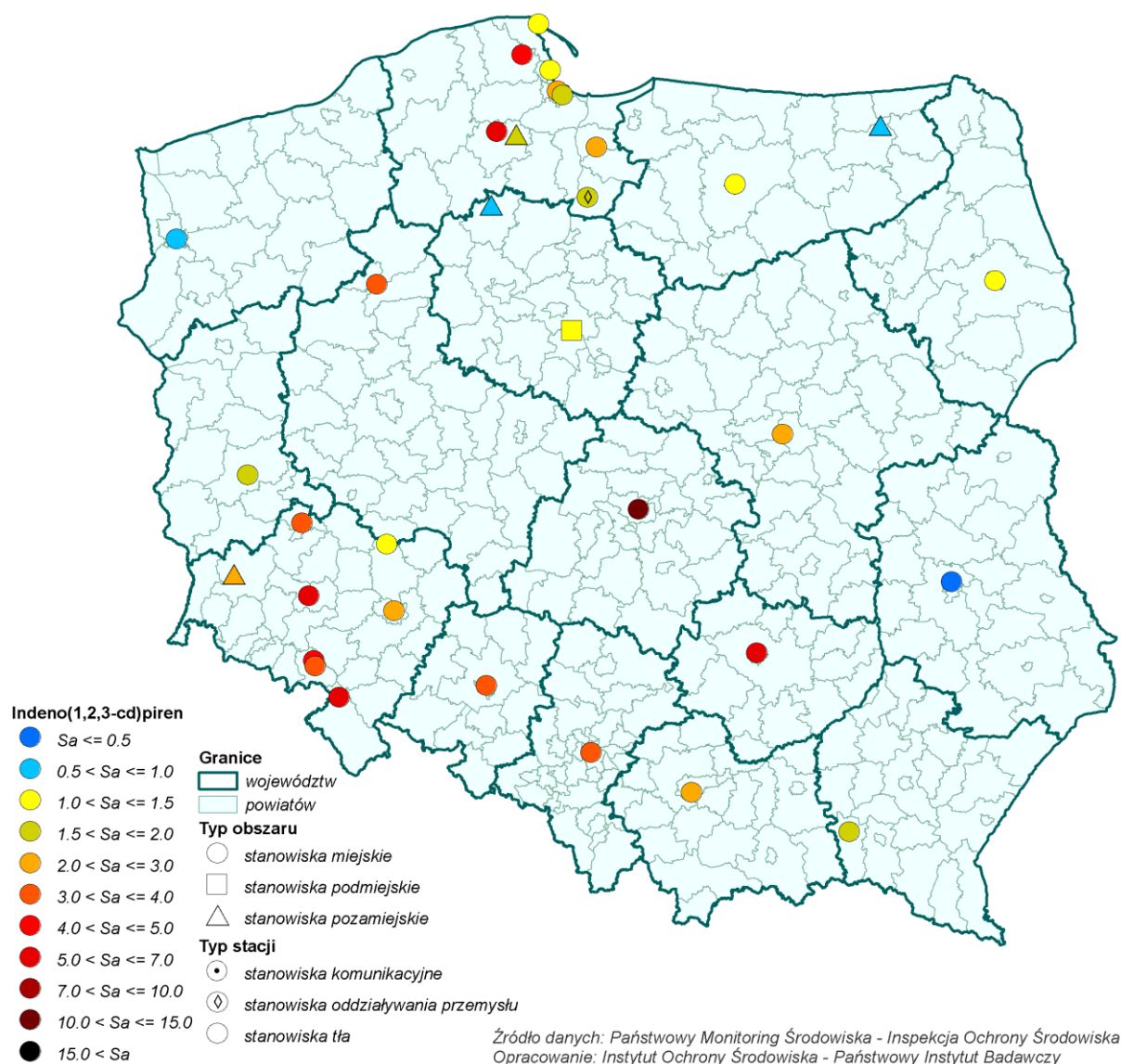
Najniższe stężenia średnie roczne IP uzyskano na stacji w Lublinie (0.22 ng/m^3). Na połowie stacji w kraju stężenia średnie roczne były wyższe od 2.12 ng/m^3 . Stacje te zlokalizowane były w szesnastu miastach w dziewięciu województwach (rys.4.6-2).

Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych dla wszystkich stanowisk w kraju uwzględnionych w analizach wynosiła 2.84 ng/m^3 . Stężenia S_a wyższe od tej wartości wystąpiły w trzynastu miastach w ośmiu województwach. Stężenia średnie roczne wyższe od 4 ng/m^3 wystąpiły w miastach położonych w województwach: zachodniopomorskim, dolnośląskim, łódzkim i pomorskim. Średnia arytmetyczna ze stężeń średnich rocznych na stanowiskach tła miejskiego wynosiła 3.18 ng/m^3 .

W 2013 r. najwyższe stężenie średnie roczne S_a wystąpiło na stacji tła miejskiego w Łodzi (11.03 ng/m^3).



Rys. 4.7-1. Przebieg stężeń indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w 2013 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 2013 r.

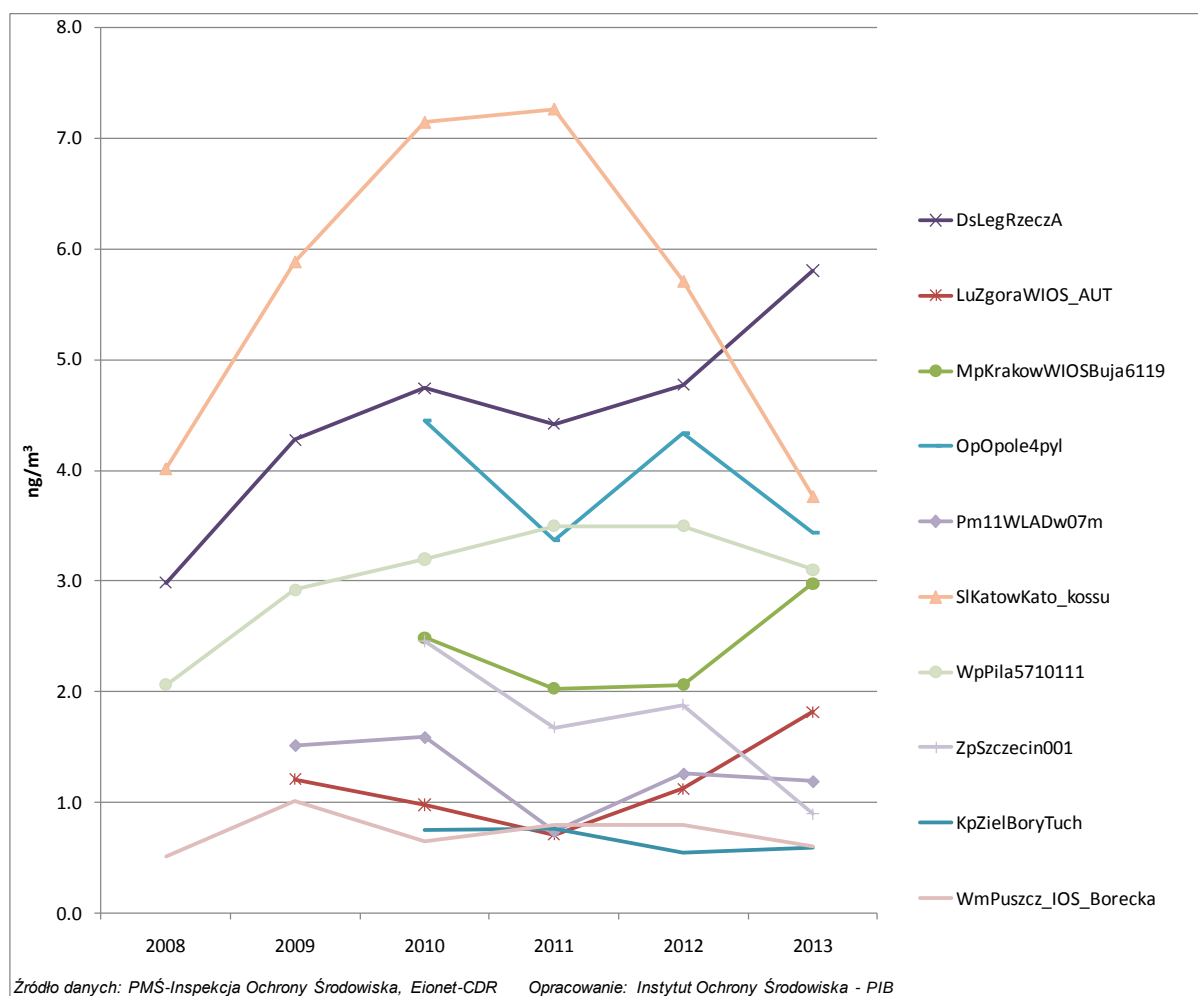
Tabela 4.7-1. Stężenia średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w 2013 r.

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

Lp.	Kod stanowiska	Miejscowość	Województwo	Stężenie średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu [ng/m ³]
1	DsCzLasMob	Czarny Las	dolnośląskie	1.27
2	DsGlogNorw	Głogów	dolnośląskie	3.66
3	DsLegRzeczA	Legnica	dolnośląskie	5.80
4	DsNRudaSrebP	Nowa Ruda	dolnośląskie	6.62
5	<i>DsOsieczow</i>	<i>Osieczów</i>	<i>dolnośląskie</i>	2.12
6	DsSzczDZPM	Szczawno-Zdroj	dolnośląskie	4.03
7	DsWalbWysA	Wałbrzych	dolnośląskie	3.45
8	DsWrocKorzA	Wrocław	dolnośląskie	2.80
9	<i>KpCiechoTezniowa</i>	<i>Ciechocinek</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	1.07
10	<i>KpZielBoryTuch</i>	<i>Zielonka</i>	<i>kujawsko-pomorskie</i>	0.59
11	LbLublin_Sliwins_5	Lublin	lubelskie	<u>0.22</u>
12	LuZgoraWIOS_AUT	Zielona Góra	lubuskie	1.82
13	LdLodzWSSEMLegiono	Łódź	łódzkie	11.03
14	MpKrakowWIOSBuja6119	Kraków	małopolskie	2.98
15	MzWarszAKrzywon	Warszawa	mazowieckie	2.43
16	OpOpole4pyl	Opole	opolskie	3.44
17	PkJasloWIOSSikorskiego	Jasło	podkarpackie	1.92
18	PdBialyMiejska	Białystok	podlaskie	1.44
19	Pm.aw08m	Gdańsk Wrzeszcz	pomorskie	2.05
20	Pm.00.s481m	Gdańsk Przeróbka	pomorskie	1.96
21	Pm.00.w237m	Gdynia	pomorskie	1.10
22	Pm.AM12.a	Kościerzyna	pomorskie	6.27
23	<i>Pm.Kwidz.Sport.m</i>	<i>Kwidzyń</i>	<i>pomorskie</i>	1.89
24	<i>Pm.AM17.a</i>	<i>Liniewko Kościerskie</i>	<i>pomorskie</i>	1.53
25	Pm.AM15.a	Malbork	pomorskie	2.27
26	Pm.15.s129m	Wejherowo	pomorskie	4.03
27	Pm11WLADw07m	Władysławowo	pomorskie	1.19
28	SlKatowKato_kossu	Katowice	śląskie	3.77
29	SkKielJagielWios	Kielce	świętokrzyskie	5.34
30	WmOlsztyWIOS_Puszkina	Olsztyn	warmińsko-mazurskie	1.10
31	<i>WmPuszcz_IOS_Borecka</i>	<i>Puszcza Borecka</i>	<i>warmińsko-mazurskie</i>	0.61
32	WpPila5710111	Pila	wielkopolskie	3.10
33	ZpSzczecin001	Szczecin	zachodniopomorskie	0.90

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

Na rys. 4.7-3 przedstawiono stężenia średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) z wybranych stanowisk tła miejskiego oraz z dwóch stanowisk tła pozamiejskiego z lat 2008-2013. Stężenia na poszczególnych stanowiskach tła miejskiego zmieniały się z roku na rok. W przypadku wielu stanowisk, po spadkach stężeń w jednym roku w stosunku do roku poprzedniego, w następnym roku występowały wzrosty stężeń itp. Dla większości stanowisk tła miejskiego trudno jest określić stały trend dla całego okresu pomiarowego ujętego na wykresie. Na uwagę zasługuje trend rosnący stężenia IP na stacji w Legnicy, gdzie stężenia IP wzrosły z 3.0 ng/m³ w 2008 r. do 5.8 ng/m³ w 2013 r.



Rys.4.7-3. Stężenia średnie roczne indeno(1,2,3-cd)pirenu (IP) w latach 2008-2013 r. na stanowiskach tła miejskiego oraz na stanowiskach tła pozamiejskiego w Zielonce i Puszczy Boreckiej.

5. Wnioski

1. W Polsce notowane są wysokie stężenia WWA. W przypadku benzo(a)pirenu, traktowanego jako wskaźnik zanieczyszczenia powietrza WWA, poziom docelowy B(a)P przekroczony był w 2013 r. na 107 ze 120 stanowisk, w tym na 92 spośród 98 stanowisk tła miejskiego. Uśrednione stężenie średnie roczne dla wszystkich stanowisk tła miejskiego w 2013 r. wynosiło 5.16 ng/m^3 , było więc przeszło pięciokrotnie wyższe od wartości poziomu docelowego. Na 8 procentach stanowisk tła miejskiego stężenie średnie roczne B(a)P ponad dziesięciokrotnie przewyższało poziom docelowy.
2. Średnia arytmetyczna z średnich rocznych stężeń B(a)P z 2013 r. ze wszystkich stanowisk w kraju była niższa niż rok wcześniej, w 2012 r., kiedy to stężenia były niewiele niższe niż w najgorszym dla lat 2008-2013 2010 roku. Mimo spadku stężeń B(a)P w 2013 r., linie trendu określone dla lat 2008-2013 wskazują na tendencję wzrostową stężeń B(a)P uśrednionych zarówno dla wszystkich stanowisk, jak i wyłącznie dla stanowisk tła miejskiego.
Zmiany w wieloleciu średnich rocznych stężeń poszczególnych WWA na poszczególnych stanowiskach nie wykazują jednolitych tendencji, np. na części stanowisk stężenia WWA w 2013 r. były wyższe niż rok wcześniej, na części niższe.
3. Stężenia WWA w Polsce są znacznie wyższe niż stężenia WWA notowane w innych krajach europejskich (dla których dostępne są wyniki pomiarów stężeń WWA na stronach Europejskiej Agencji Środowiska).
4. W skali kraju, największe ilości WWA emitowane są z systemów indywidualnego ogrzewania budynków. Szacuje się, że ta kategoria źródeł emisji odpowiedzialna jest za 87% całkowitej emisji WWA do powietrza z terenu Polski. Źródła emisji tej kategorii występują powszechnie na terenie całego kraju, a przez to, że emisja zanieczyszczeń z tych źródeł zachodzi z niewielkiej wysokości (np. kominy domów jednorodzinnych), emisja WWA z tych 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. Poprawy jakości powietrza w zakresie WWA (i jednocześnie w zakresie PM10 i PM2.5) można oczekiwać zatem po działaniach zmierzających do ograniczenia emisji WWA związanej z indywidualnym lub lokalnym ogrzewaniem budynków, takich jak: 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 o wysokiej sprawności, 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, itp.

5. Stężenia WWA oznaczane są w pyle PM10 zatrzymanym na filtrze. Stężenia WWA oznaczane są z pojedynczych filtrów lub zbiera się filtry z kilku-kilkudziesięciu dni i oznacza stężenia WWA w próbach łączonych. W kraju stosowane jest kilkanaście różnych systemów łączenia filtrów do oznaczeń WWA w pyle. W zależności od stanowiska, zatwierdzone serie pomiarowe WWA z 2013 r. obejmowały od 13.4% do 100.0 % dni w roku, a podstawowy czas uśredniania wyników pomiarów wynosił od jednego dnia do 31 dni. W rezultacie trudne jest porównywanie wyników pomiarów prowadzonych na różnych stanowiskach. Stopień pokrycia roku pomiarami może mieć też znaczący wpływ na obliczane z wyników pomiarów stężeń (jako średnia arytmetyczna) średnie roczne stężenie WWA. Mając to na uwadze, wskazane jest prowadzenie dalszych prac nad ujednoliceniem metodyk pomiarowych WWA w Polsce.