

Anna CHLEBOWSKA-STYŚ, Izabela SÓWKA, Łukasz PACHURKA*

ANALIZA SKŁADU PYŁU ZAWIESZONEGO PM₁₀ NA STACJI TŁA MIEJSKIEGO W PIŁE

Celem opracowania była analiza składu pyłu zawieszzonego PM₁₀ na stacji tła miejskiego w województwie wielkopolskim w mieście Piła w latach 2011–2015. W tym celu wykorzystano dane z bazy Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Poznaniu. Zaprezentowano średnie roczne stężenia PM₁₀, metali ciężkich w PM₁₀ oraz WWA w PM₁₀. Zwrócono uwagę na wyraźną sezonową zmienność stężeń omawianych zanieczyszczeń. Wykazano, iż na terenie miasta Piła występuje problem z zanieczyszczeniem powietrza pyłem zawieszonym PM₁₀ oraz WWA. Nie stwierdzono natomiast przekroczenia dopuszczalnych norm określonych dla metali ciężkich. Występowanie najwyższych stężeń zanieczyszczeń w sezonie zimowym pozwala przypuszczać, że za stan zanieczyszczenia powietrza pyłami zawieszonymi oraz WWA w Piłie odpowiedzialne jest zjawisko niskiej emisji z sektora komunalno-bytowego.

1. WPROWADZENIE

1.1. INFORMACJE PODSTAWOWE

Zanieczyszczenie powietrza w znaczący sposób wpływa na środowisko i warunki zdrowotne populacji [1, 7, 19]. Szczególnie niebezpieczne dla ludzi jest narażenie na pyły zawieszane, które drogą inhalacji wnikają do wnętrza organizmów. Co więcej pyły zawieszane odgrywają ogromną rolę w zmianach klimatu poprzez zaburzenie równowagi radiacyjnej na Ziemi. Pyły powodują ochładzanie klimatu poprzez rozpraszanie promieni słonecznych, ale równocześnie prowadzą do ogrzania atmosfery w wyniku absorpcji promieniowania słonecznego. Pośredni wpływ pyłów zawieszonych na zmiany klimatu wynika z ich wpływu na zmiany w składzie chmur. Obecnie,

* Zakład Ekologii i Zarządzania Ryzykiem Środowiskowym, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wrocławska, pl. Grunwaldzki 9, 50–370 Wrocław, anna.chlebowska@pwr.edu.pl.

pośrednie, jak i bezpośrednie działanie pyłów zawieszonych stwarza dużą niepewność w tworzeniu prognoz klimatycznych [18, 13, 25].

Wpływ pyłów zawieszonych na zdrowie determinowany jest wielkością ich cząstek. Bardzo małe ziarna, których średnica aerodynamiczna jest mniejsza niż $1\ \mu\text{m}$, wykazują silne właściwości toksyczne, cytotoksyczne i mutagenne. Najwyższy potencjał mutagenny oraz oksydacyjny posiadają cząstki o średnicy mniejszej niż $0,1\ \mu\text{m}$ [4, 15]. Nie tylko wielkość ziaren wpływa na toksyczność pyłów, niezwykle istotny jest także ich skład chemiczny. Niektóre pierwiastki czy związki znajdujące się na powierzchni pyłów mają właściwości toksyczne. Szczególnie niebezpieczna dla zdrowia ludzkiego jest obecność w powietrzu metali ciężkich oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Nawet jeśli obecność wyżej wymienionych zanieczyszczeń nie powoduje przekroczenia dopuszczalnych norm, chroniczne narażenie na ich obecność negatywnie wpływa na stan zdrowia. Stwierdzono, że metale ciężkie mają zdolność do akumulacji w tkankach ludzkiego ciała, np. w kościach, nerkach, czy mózgu [6, 26]. Narażenie na tlenki lub sole metali ciężkich może powodować ostre lub chroniczne zatrucia, nowotwory, choroby układu naczyniowego i nerwowego [14]. Najdrobniejsze pyły zawierające w swym składzie tlenek miedzi wykazują wyższą szkodliwość dla komórek ludzkiego ciała niż pyły, które w swym składzie nie zawierają tego związku. Zgrubne ziarna pyłów zawierające dwutlenek tytanu częściej powodują zmiany w kodzie genetycznym niż ziarna o mniejszej średnicy [12]. Według różnych badań prowadzonych na zwierzętach, WWA i ich pochodne wykazują działanie mutagenne, rakotwórcze i nowotworowe [9], niektóre z nich wykazują właściwości teratogenne [28]. Wykazują zdolność addycji do kwasu deoksyrybonukleinowego i właściwości immunosupresyjne po kontakcie skórny, połknięciu lub wniknięciu do wnętrza organizmu drogą inhalacyjną [9]. Benzo(a)piren (B(a)P) został uznany za marker WWA ze względu na swoją wysoką toksyczność w stosunku do ludzi oraz powszechne występowanie w środowisku przyrodniczym [17]. B(a)P posiada zdolność ingerowania w łańcuch DNA, które prowadzi do niewłaściwych transformacji, tym samym przyczynią się do tworzenia zmian nowotworowych [17]. Narażenie na kontakt z WWA może powodować u ludzi zmiany skórne, zaćmy, uszkodzenia nerek i wątroby, żółtaczkę. Ponadto ekspozycja na WWA może powodować nowotwory płuc, piersi, skóry i przełyku [8].

Skład chemiczny pyłów zawieszonych określa ich właściwości takie, jak: gęstość, reaktywność czy toksyczność. Ponadto, skład chemiczny wskazuje na ich główne źródła emisji [20]. Stężenie oraz skład chemiczny pyłów zawieszonych zależą od wielu czynników, przede wszystkim od charakteru i rodzaju źródeł emisji, warunków meteorologicznych oraz obecności prekursorów ich powstawania. Przeprowadzane analizy pyłów (w Polsce głównie frakcji PM_{10} i $PM_{2,5}$) wykonuje się głównie w celu zrozumienia stałych oraz okresowych zależności między ich stężeniami a głównymi źródłami emisji [23, 33]. Są pomocne również w identyfikacji wpływu pyłów na zdrowie oraz środowisko [2, 5, 24,].

Głównymi źródłami metali ciężkich w powietrzu atmosferycznym są przemysł hutniczy oraz metalurgiczny, a także spalanie paliw kopalnych oraz transport. W przypadku WWA jako główne źródła przyjmuje się procesy niepełnego spalania materii organicznej. Za faktem tym przemawia występowanie wysokich stężeń WWA głównie w sezonie grzewczym, kiedy to w domowych instalacjach spalane są paliwa stałe. Emisja WWA związana z indywidualnym ogrzewaniem budynków to około 78% całkowitej emisji benzo(a)pirenu do powietrza z terenu Polski i około 87% sumarycznej emisji czterech WWA: benzo(a)antracenu (B(a)A), benzo(b)fluoroantenu (B(b)F), benzo(k)fluoroantenu (B(k)F) i indeno(1,2,3-cd)-pirenu (IP) [16]. Dodatkowo, na wysokie stężenia WWA oraz metali ciężkich w powietrzu wpływ mają emisje niezorganizowane takie jak wypalanie ściernisk na polach i w ogrodach, spalanie odpadów i śmieci w ogniskach lub urządzeniach do tego nieprzystosowanych. Transport drogowy jest również ważnym źródłem. Ocenia się, że emisja z samochodów stanowi 5% całkowitej emisji B(a)P oraz 2% sumarycznej emisji czterech WWA [16]. Na terenie Polski głównym źródłem emisji WWA i metali ciężkich do powietrza jest tak zwana niska emisja. Stosowanie konwencjonalnych nośników energii sprzyja emisji szkodliwych zanieczyszczeń do środowiska zarówno na obszarach aglomeracji miejskich, jak i terenach wiejskich [27]. Emisja zanieczyszczeń z rafinerii ropy naftowej, hut żelaza, aluminium i miedzi oraz z innych zakładów wykorzystujących w produkcji WWA ma znaczenie lokalne, w przeciwieństwie do zjawiska niskiej emisji, które dotyczy terenu całego kraju (tab. 1).

Tabela 1. Emisja WWA na terenie Polski w 2013 roku [33]

Kategoria źródeł emisji	Emisja w kg/rok			
	benzo(a)piren B(a)P	ben- zo(b)fluoroant en B(b)F	ben- zo(k)fluoroant en B(k)F	indeno(1,2,3- cd)-piren IP
Produkcja energii elektrycznej i ciepła publicznego	0	0,15	0,15	0,03
Stacjonarne spalanie w przemyśle wytwórczym i budownictwie	0	0,19	0,31	0,1
Transport drogowy	2,46	0	0	0
Transport szynowy	0,03	0	0	0
Indywidualne ogrzewanie budynków	35,9	43,24	9,25	46,6
Rolnictwo, leśnictwo, rybołówstwo – maszyny robocze	0,5	0,07	0,07	0,03
Koksownie	7,02	2,34	2,34	2,81
Produkcja aluminium	0,18	0,64	,064	0,08
Inne	0,1	0,01	0,03	0,01
Razem	46,1	46,64	12,79	49,66

W Polsce występuje poważny problem zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM_{10} oraz $PM_{2,5}$, a co za tym idzie również metalami ciężkimi oraz WWA. Polska odpowiada za 14,6% emisji czterech WWA (tj. B(a)A, B(b)F, B(k)F, IP) z terenu całej Unii Europejskiej. Więcej WWA do środowiska w 2013 roku wyemittowała tylko Hiszpania (16,1%) i Niemcy (16,2%) [16].

Ocenę jakości powietrza w Polsce prowadzi się zgodnie z prawodawstwem krajowym i europejskim. Monitoring prowadzony jest zgodnie z kryteriami określonymi w dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 roku w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy oraz dyrektywie Parlamentu Europejskiego i Rady 2004/107/WE z dnia 15 grudnia 2004 r. w sprawie arsenu, kadmu, niklu, rtęci i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w otaczającym powietrzu. Zgodnie z powyższymi dokumentami w Polsce wyznaczone zostały poziomy dopuszczalne substancji w powietrzu dla pyłów PM_{10} i $PM_{2,5}$ oraz Pb jak również poziomy docelowe dla pyłu $PM_{2,5}$ i As, Cd, Ni oraz B(a)P w PM_{10} (tab. 2). Niestety, zarówno w prawie krajowym jak i europejskim nie zostały określone normy regulujące emisję WWA do powietrza. Również w przypadku wykonywania oceny jakości powietrza uwzględnia się jedynie zanieczyszczenie powietrza B(a)P – nie bierze się pod uwagę pozostałych WWA. Wynika to z zapisów dyrektywy 2004/107/WE, według której B(a)P powinien być stosowany jako marker rakotwórczego ryzyka związanego z obecnością pozostałych kancerogennych WWA. Zgodnie z powyższym dokumentem, mimo, iż nie uwzględniane w ocenie jakości powietrza, monitorowane są również inne związki z grupy WWA – takie jak: benzo(a)antracen, benzo(b)fluoroanten, benzo(j)fluoroanten, benzo(k)fluoroanten, indeno(1,2,3-cd)piren, dibenzo(a,h,)antracen i bezno(a)piren.

Tabela 2. Poziomy dopuszczalne substancji w powietrzu [34]

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Poziom dopuszczalny [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Dopuszczalna częstość przekroczenia poziomu dopuszczalnego w roku kalendarzowym	Margines tolerancji [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
				2010	2011	2012	2013	2014
Pył PM_{10}	24 godziny	50	35	0	0	0	0	0
	rok kalendarzowy	40	-	0	0	0	0	0
Pył $PM_{2,5}$	rok kalendarzowy	25	-	4	3	2	1	1
	rok kalendarzowy	20	-	0	0	0	0	0
Ołów Pb*	rok kalendarzowy	0,5	-	0	0	0	0	0

Tabela 2 cd. Poziomy docelowe substancji w powietrzu [34]

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarowych	Poziom docelowy	Termin osiągnięcia poziomu docelowego
Pył PM _{2,5}	rok kalendarzowy	25 µg/m ³	2010
Arsen As*	rok kalendarzowy	6 ng/m ³	2013
Nikiel Ni*	rok kalendarzowy	20 ng/m ³	2013
Kadm Cd*	rok kalendarzowy	5 ng/m ³	2013
Benzo(a)piren**	rok kalendarzowy	1 ng/m ³	2013

* suma metali i jego związków w pyłe zawieszonym PM₁₀

** całkowita zawartość benzo(a)pirenu w pyłe PM₁₀

Celem pracy była analiza składu pyłu zawieszonego PM₁₀ na stacji tła miejskiego w Pile pod kątem zawartości metali ciężkich oraz WWA. Wskazano również na trendy zmian badanych zanieczyszczeń w latach 2011–2015. Z analizy danych literaturowych wynika bowiem, że na terenie Polski, w tym województwa wielkopolskiego stwierdza się wysokie stężenia omawianych zanieczyszczeń.

2. CHARAKTERYSTYKA OBSZARU I METODYKA BADAŃ

Dane wykorzystane w opracowaniu pochodzą ze stacji monitoringu powietrza zlokalizowanej w Pile (fot. 1), w województwie wielkopolskim, w strefie wielkopolskiej. Należy ona do wielkopolskiej wojewódzkiej sieci monitoringu powietrza działającej w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Właścicielem stacji jest Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Poznaniu, który prowadzi na niej m.in. monitoring tła miejskiego pod kątem WWA. Obowiązek prowadzenia pomiarów nakłada dyrektywa 2004/107/WE, a celem zadania jest określenie udziału benzo(a)pirenu w wielopierścieniowych węglowodorach aromatycznych zawartych w pyłe PM₁₀.



Fot. 1. Stacja monitoringu powietrza w Pile (autor: B. Gruchociak)

Stacja monitoringu powietrza w Pile jest stacją tła miejskiego, spełnia kryteria określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 13 września 2012 roku w sprawie dokonywania oceny substancji w powietrzu [21]. Zlokalizowana jest przy ul. Kusocińskiego, tym samym nie znajduje się w pobliżu ruchliwej drogi oraz źródeł emisji punktowej. Najbliższe otoczenie stacji to zabudowa mieszkaniowa wielorodzinna oraz usługowa (szkoły, stadion żużlowy MOSiR oraz sklepy) (Fot. 2). Warunki meteorologiczne panujące w otoczeniu stacji są typowe dla strefy, w której się znajduje, nie ma również w pobliżu przeszkód, które mogłyby zaburzyć proces dyspersji zanieczyszczeń. Poza manualnymi pomiarami pyłu PM_{10} na stacji prowadzone są automatyczne pomiary SO_2 , NO_2 , NO_x , NO , CO , PM_{10} . Dodatkowo mierzone są podstawowe parametry meteorologiczne. W materiale filtracyjnym z pobranym pyłem PM_{10} oznaczane są: As, Cd, Ni, Pb oraz siedem WWA: benzo(a)antracen (B(a)A), benzo(b)fluoroanten (B(b)F), benzo(j)fluoroanten (B(j)F), benzo(k)fluoroanten (B(k)F), indeno(1,2,3-cd)piren (IP), dibenzo(a,h)antracen (DB(ah)A) i bezno(a)piren (B(a)P) (tab. 3).



Fot. 2. Najbliższe otoczenie stacji monitoringu powietrza w Pile od strony północnej (a), południowej (b), wschodniej (c) i zachodniej (d) (autor: B. Gruchociak)

Tabela 3. Charakterystyka stacji monitoringu powietrza w Pile

Lp.	Parametr	Charakterystyka
1.	Kod krajowy stacji	WpPilaKusoci
2.	Województwo	wielkopolskie
3.	Nazwa i kod strefy	Strefa wielkopolska
4.	Adres	ul. Kusocińskiego 10a
5.	Współrzędne geograficzne	długość: 53.154408 szerokość: 16.759572
6.	Typ obszaru	miejski
7.	Typ stacji	tło miejskie
8.	Data uruchomienia	01.03.2003
9.	Właściciel	Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska w Poznaniu
10.	Mierzone zanieczyszczenia i parametry meteorologiczne	PM ₁₀ , NO ₂ , NO _x , NO, SO ₂ , CO, temperatura powietrza, kierunek i prędkość wiatru, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność względna
11.	Parametry oznaczane w PM ₁₀	As, Cd, Ni, Pb, BaP, BaA, BbF, BjF, BkF, IP, DBahA

Tabela 4. Charakterystyka punktu pomiarowego PM₁₀ w Pile

Stanowisko pomiarowe	Stężenie PM	Typ miernika/ producent	Wysokość czerpni n.p.m.	Czas próbkiwania	Lokalizacja miernika
Piła, ul. Kusi- cińskiego	PM ₁₀	HVS Enviro- Sense DHA- 80 sampler DIGITEL	5 m	24 godz.	miernik w obudowie zewnętrznej zlokalizowane na terenie stacji pomiarowej

Poboru pyłu PM₁₀ dokonywano przy pomocy impaktora sekwencyjnego wysokoobjętościowego HVS marki DIGITEL typu DHA-80 charakteryzującego się przepływem w zakresie od 200 do 1000 l/min. Impaktor posiada wejście cyfrowe RS232 oraz magazyn filtrów na maksymalnie 14 sztuk. Jako materiał eksploatacyjny wykorzystywane są filtry kwarcowe o średnicy 150 mm. Czerpnia impaktora znajduje się na wysokości 5 m od poziomu gruntu.

Filtry do/z punktu pomiarowego transportowano do/z WIOŚ w Poznaniu, gdzie poddawano je kondycjonowaniu i ważeniu przed i po ekspozycji w pokoju wagowym. Do pomiarów wykorzystywano wagę analityczną Xa 60/220 firmy RADWAG. Filtry po ekspozycji kondycjonowano w takich samych warunkach temperatury i wilgotności względnej, w jakich były przygotowane przed ekspozycją przez okres przynajmniej 48 godzin. Po kondycjonowaniu filtry ważono dwukrotnie, z 24 godzinną przerwą. Filtry po ekspozycji, kondycjonowaniu i ważeniu poddano chemicznej analizie oznaczenia WWA i metali ciężkich [34].

Oznaczenie metali ciężkich wykonywano w akredytowanym laboratorium WIOŚ w Poznaniu. Oznaczenia wykonywano na zbiorczych próbkach tygodniowych łączonych z dobowych wyników. Próbkę łączoną poddawano mineralizacji, do tego celu

wykorzystywano mineralizator falowy. Łączone próbki umieszczano w naczyniach teflonowych i mineralizowano je stopniowo dodając kolejno stężone kwasy: azotowy, fluorowodorowy, nadchlorowy i solny. Następnie zawartość metali oznaczana była metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej z atomizacją w piecu grafitowym zgodnie z normą PN-EN 14902 „Jakość powietrza atmosferycznego – Standardowa metoda oznaczania Pb, Cd, As i Ni we frakcji PM_{10} pyłu zawieszzonego. Do oznaczania próbek stosowano spektrometr absorpcji atomowej AA 240 DUO firmy Agilent Technologies.

Pomiarów stężeń WWA w PM_{10} dokonywano za pomocą ekstrakcji dichlorometanem związków organicznych z filtra z dodatkiem ziemi okrzemkowej, w automatycznym ekstraktorze typu ASE. Analizę ekstraktu wykonywano za pomocą wysokosprawnej chromatografii cieczowej HPLC przy użyciu detektorów fluorescencyjnego i diodowego. Urządzenie wykorzystywane do analizy to wysokosprawny chromatograf cieczowy HPLC FLEXAR FX-10 firmy Perkin Elmer. Stężenie badanych WWA określano metodą wzorca zewnętrznego przez porównanie powierzchni pików.

W pierwszej części opracowania poddano analizie średnioroczne oraz średniamięсяczne stężenia pyłu PM_{10} w latach 2011–2015. W drugiej części skupiono się na zawartościach metali ciężkich w pyłe PM_{10} i przedstawiono zmienność stężeń metali ciężkich w omawianym okresie czasu. W ostatniej części pracy przedstawiono zanieczyszczenie powietrza WWA oraz wskazano na problem przekraczania norm ustanowionych dla B(a)P.

3. ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Z analizy danych wynika, że w latach 2011–2015 na stacji monitoringu powietrza w Pile nie wystąpiło przekroczenie dopuszczalnej wartości średniorocznej dla pyłu zawieszzonego PM_{10} . Najwyższe średnie roczne stężenie odnotowano w 2014 roku, natomiast najniższe w 2015. Najwyższe stężenie wynosiło $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, co stanowi 85% wartości dopuszczalnej. Należy zwrócić uwagę, że zdecydowanie wyższe stężenia obserwowano w sezonie grzewczym, w sezonie letnim stężenie średnie wynosiło około 50% dopuszczalnej normy (tab. 5). Wysokimi stężeniami zanieczyszczeń charakteryzują się miesiące jesienno-zimowe, w których występuje zjawisko niskiej emisji z sektora komunalno-bytowego (tab. 6). W połączeniu z warunkami meteorologicznymi sprzyjającymi ograniczeniu dyspersji zanieczyszczeń (słaba prędkość wiatru, temperatura powietrza około 0°C) dochodzi do występowania sytuacji smogowych. Najniższymi stężeniami zanieczyszczeń charakteryzują się miesiące letnie (czerwiec, lipiec, sierpień) (rys. 1). Mimo, iż nie obserwowano przekroczenia dopuszczalnej wartości średniorocznej w latach 2011–2015, czterokrotnie wystąpiło przekroczenie dopuszczalnej liczby dni z przekroczeniami wartości średniodobowej, która wynosi

50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W 2014 roku stwierdzono 60 dni z przekroczeniem dopuszczalnej wartości średniodobowej, oznacza to, że przez około 20% roku w Pile oddychano powietrzem złej jakości. Przekroczenia dopuszczalnej liczby dni nie stwierdzono jedynie w 2013 roku.

Tabela 5. Średnioroczne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ na stacji monitoringu powietrza w Pile w latach 2011–2015

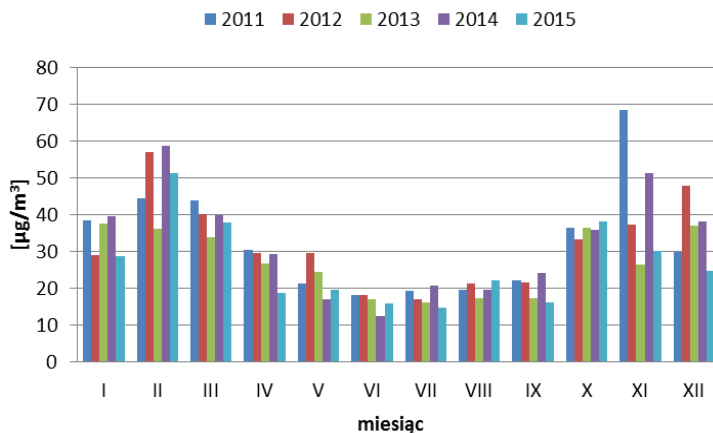
Rok	Stężenie średnie roczne	Stęż. śr. roczne w stosunku do wartości dop.	Stężenie średnie w sezonie grzewczym [IX-IV]	Stęż. śr. w sezonie grzewczym w stosunku do wart. dop.	Stężenie średnie w sezonie letnim [V-VIII]	Stęż. średnie w sezonie letnim w stosunku do wart. dop.	Liczba dni z przekroczeniami poziomem dop. w ciągu doby
	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[%]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[%]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[%]	[dni]
2011	32,6	81,5	39,2	98,0	19,6	49,0	57
2012	32,9	82,3	37,0	92,5	21,5	53,8	56
2013	27,4	68,5	31,5	78,75	18,7	46,8	34
2014	34,0	85,0	39,6	99,0	17,5	43,8	60
2015	26,6	66,5	30,7	76,75	18,2	45,5	38

Tabela 6. Średniomiesięczne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ na stacji monitoringu powietrza w Pile w latach 2011–2015

Rok	Stężenie średnie miesięczne PM ₁₀ [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2011	38,4	44,4	43,8	30,4	21,3	18,2	19,3	19,6	22,1	36,5	68,3	30,0
2012	29,1	57,0	40,2	29,5	29,5	18,1	17,2	21,3	21,5	33,4	37,4	47,9
2013	37,7	36,3	33,9	26,8	24,4	17,0	16,2	17,3	17,3	36,4	26,6	37,1
2014	39,6	58,8	40,0	29,4	17,2	12,5	20,7	19,7	24,1	35,8	51,3	38,1
2015	28,7	51,3	37,8	18,9	19,7	16,0	14,7	22,3	16,1	38,2	30,2	24,7

Zawartość metali ciężkich w pyłe PM₁₀ na stacji monitoringu powietrza w Pile nie stanowi problemu. W zdecydowanej większości przypadków w latach 2012–2015 stężenia metali były poniżej granicy oznaczalności (tab. 7), co świadczy o ich bardzo niskim stężeniu w pyłe zawieszonym. W 2011 roku WIOŚ w Poznaniu nie prowadził pomiarów metali ciężkich w PM₁₀. Najwyższe stężenia obserwowano w przypadku zawartości Pb w PM₁₀, jednak były one znacznie poniżej poziomu dopuszczalnego. W 2013 roku została obniżona granica oznaczalności dla wszystkich metali, jednak i ten zabieg nie pozwolił na oznaczenie zawartości arsenu, kadmu i niklu w PM₁₀. W miesiącach zimowych występowały epizody wyższych stężeń poszczególnych me-

tali, dla których możliwe było oznaczenie stężenia w PM₁₀. W związku z tym, iż w większości przypadków stężenia metali w pyłe PM₁₀ były poniżej granicy oznaczalności można stwierdzić, że wartości docelowe dla metali ciężkich w PM₁₀ nie zostały przekroczone.



Rys. 1. Wartości średniomiesięczne pyłu zawieszonego PM₁₀ w latach 2011–2015

Zawartość metali ciężkich w pyłe PM₁₀ na stacji monitoringu powietrza w Pile nie stanowi problemu. W zdecydowanej większości przypadków w latach 2012–2015 stężenia metali były poniżej granicy oznaczalności (tab. 7), co świadczy o ich bardzo niskim stężeniu w pyłe zawieszonym. W 2011 roku WIOŚ w Poznaniu nie prowadził pomiarów metali ciężkich w PM₁₀. Najwyższe stężenia obserwowano w przypadku zawartości Pb w PM₁₀, jednak były one znacznie poniżej poziomu dopuszczalnego. W 2013 roku została obniżona granica oznaczalności dla wszystkich metali, jednak i ten zabieg nie pozwolił na oznaczenie zawartości arsenu, kadmu i niklu w PM₁₀. W miesiącach zimowych występowały epizody wyższych stężeń poszczególnych metali, dla których możliwe było oznaczenie stężenia w PM₁₀. W związku z tym, iż w większości przypadków stężenia metali w pyłe PM₁₀ były poniżej granicy oznaczalności można stwierdzić, że wartości docelowe dla metali ciężkich w PM₁₀ nie zostały przekroczone.

Analiza stężeń WWA w PM₁₀ w latach 2011–2015 wykazała coroczne przekroczenia normy docelowej ustanowionej dla B(a)P, który jest wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (tab. 8). W poszczególnych latach norma przekraczana była o 200% do 300%. Również stężenia pozostałych sześciu WWA były na wysokim poziomie. Podobnie jak w przypadku pyłu zawieszonego PM₁₀ jak i zawartości metali ciężkich w PM₁₀, WWA wykazują wyraźną zmienność sezonową. Dużo wyższe stężenia obserwowane są

w miesiącach zimowych, imisja WWA jest wtedy kilkunastokrotnie wyższa niż w miesiącach letnich. Na rys. 2 przedstawiono zmienność sezonową BaP w PM₁₀. Z analizy danych wynika iż wyraźnie wyższe stężenia występowały w miesiącach sezonu grzewczego, najwyższe w grudniu, styczniu i lutym. Podobną zależność obserwowano w przypadku wszystkich oznaczanych WWA (rys. 3). Najwyższymi stężeniami B(a)P, podobnie jak w przypadku pozostałych omawianych zanieczyszczeń charakteryzował się 2014 rok.

Tabela 7. Średniomiesięczne wartości stężenia metali ciężkich w pyłe PM₁₀ na stanowisku monitoringu powietrza w Pile

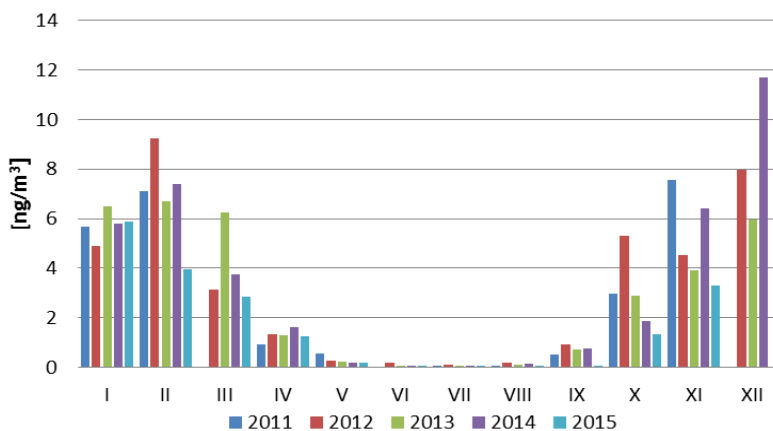
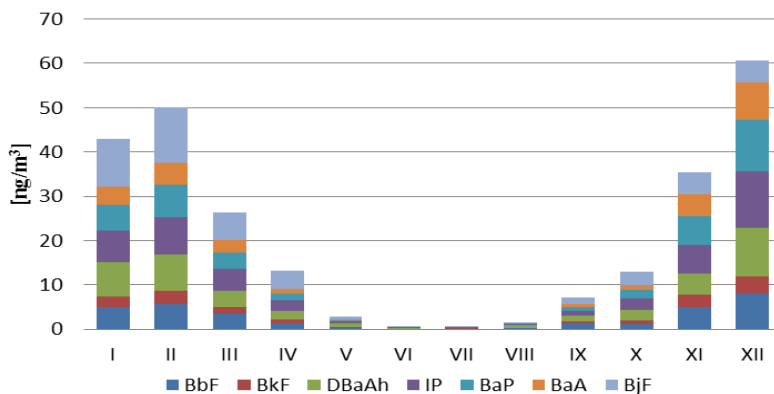
Metal	Stężenie średnie miesięczne													gr. oznacz.
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
	2012													
As [ng/m ³]	<go	2,24	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	2,24	1,8	
Cd [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	1	
Ni [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	3	
Pb [μg/m ³]	<go	0,03	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	0,035	0,024	
	2013													
As [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	1,8	
Cd [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	1	
Ni [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	3	
Pb [μg/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	0,024	
	2014													
As [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	1,5	
Cd [ng/m ³]	0,55	0,55	0,37	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	0,3	
Ni [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	1,5	
Pb [μg/m ³]	0,014	0,021	0,01	0,006	0,007	0,004	0,005	0,004	0,003	0,008	0,015	0,014	0,002	
	2015													
As [ng/m ³]	1,29	1,86	1,12	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	3,35	<go	1	
Cd [ng/m ³]	<go	0,3	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	0,41	0,66	0,49	0,2	
Ni [ng/m ³]	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	<go	1	
Pb [μg/m ³]	0,006	0,011	0,011	0,006	<go	<go	0,004	0,002	0,005	0,013	0,006	0,004	0,002	

• go – granica oznaczalności

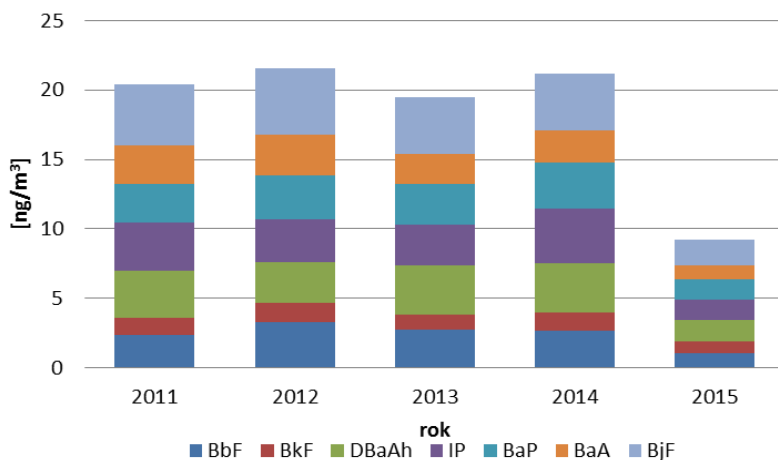
Tabela 8. Średnimiesięczne oraz średnioroczne stężenia siedmiu WWA w PM₁₀ w latach 2011–2015

WWA	Stężenie średnimiesięczne [ng/m ³]												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	śr.
	2011												
B(b)F	6,90	6,91	bd	1,56	1,07	bd	0,10	0,07	0,82	2,68	0,92	bd	2,34
B(k)F	2,82	2,74	bd	0,46	0,31	bd	0,05	0,10	0,29	1,04	3,29	bd	1,23
DB(ah)A	9,52	7,66	bd	1,74	0,89	bd	0,03	0,17	0,73	3,99	5,72	bd	3,38
IP	7,69	7,49	bd	1,35	0,94	bd	0,06	0,08	0,82	2,72	10,07	bd	3,47
B(a)P	5,67	7,11	bd	0,92	0,57	bd	0,03	0,05	0,51	2,97	7,55	bd	2,82
B(a)A	6,73	5,89	bd	0,73	0,56	bd	0,04	0,05	0,52	2,14	7,92	bd	2,73
B(j)F	12,62	9,03	bd	1,91	0,72	bd	0,05	0,14	0,74	1,89	12,93	bd	4,45
	2012												
B(b)F	6,58	7,80	3,43	1,90	0,47	0,20	0,27	0,49	1,20	4,36	4,81	7,68	3,27
B(k)F	2,29	2,74	1,27	0,66	0,14	0,11	0,06	0,14	0,39	2,01	2,90	4,16	1,41
DB(ah)A	4,22	6,13	3,34	1,81	0,41	0,14	0,17	0,53	1,29	4,43	5,02	7,25	2,90
IP	6,96	5,46	2,76	1,25	0,26	0,15	0,10	0,25	1,09	4,51	5,50	8,65	3,08
B(a)P	4,91	9,24	3,14	1,35	0,27	0,17	0,09	0,20	0,93	5,29	4,54	7,98	3,18
B(a)A	6,25	8,50	2,85	0,86	0,13	0,11	0,06	0,12	0,42	4,22	3,91	7,78	2,96
B(j)F	6,36	15,74	5,47	2,40	0,30	0,17	0,09	0,26	1,79	5,00	8,69	10,77	4,75
	2013												
B(b)F	5,75	6,71	4,95	2,19	0,93	0,21	0,15	0,26	1,07	2,32	3,68	4,20	2,70
B(k)F	2,48	2,30	2,12	0,72	0,22	0,07	0,09	0,07	0,40	1,40	1,93	1,86	1,14
DB(ah)A	7,67	7,19	6,93	2,53	0,69	0,16	0,26	0,32	1,40	4,58	4,06	6,34	3,51
IP	5,63	5,37	5,94	1,87	0,43	0,11	0,09	0,19	1,31	3,74	4,54	6,41	2,97
B(a)P	6,50	6,69	6,23	1,27	0,21	0,05	0,05	0,09	0,73	2,88	3,91	5,98	2,88
B(a)A	5,06	5,03	4,41	1,01	0,17	0,08	0,08	0,04	0,66	2,03	3,64	4,36	2,21
B(j)F	7,79	9,72	6,84	2,49	0,45	0,08	0,11	0,09	1,61	6,43	5,95	7,39	4,08
	2014												
B(b)F	5,06	5,74	3,43	1,39	0,34	0,07	0,11	0,18	1,38	1,09	5,00	8,10	2,66
B(k)F	2,29	2,83	1,54	0,74	0,19	0,06	0,06	0,13	0,44	0,79	2,72	3,90	1,31
DB(ah)A	7,70	8,20	3,67	1,96	0,74	0,17	0,10	0,52	1,31	2,41	4,74	10,80	3,53
IP	7,30	8,52	4,92	2,31	0,59	0,10	0,10	0,32	1,10	2,67	6,60	12,80	3,94
B(a)P	5,79	7,41	3,76	1,60	0,20	0,06	0,05	0,13	0,77	1,87	6,40	11,70	3,31
B(a)A	4,04	4,89	2,86	1,02	0,16	0,05	0,07	0,11	0,61	1,19	5,00	8,30	2,36
B(j)F	10,70	12,40	6,18	4,07	0,72	0,09	0,10	0,16	1,48	2,87	4,90	5,06	4,06
	2015												
B(b)F	3,31	3,27	2,46	1,28	0,09	0,02	0,06	0,04	0,09	1,06	2,27	bp	1,06
B(k)F	1,70	2,17	1,88	0,74	0,16	0,05	0,05	0,06	0,11	0,67	2,78	bp	0,80
DB(ah)A	4,73	3,63	3,70	1,50	0,61	0,24	0,18	0,30	0,60	1,61	2,98	bp	1,55
IP	5,07	2,79	3,01	1,07	0,59	0,16	0,08	0,11	0,24	2,23	3,34	bp	1,47
B(a)P	5,89	3,94	2,84	1,23	0,18	0,04	0,05	0,06	0,08	1,33	3,30	bp	1,48
B(a)A	2,95	3,34	1,72	0,91	0,14	0,04	0,04	0,03	0,08	0,94	2,48	bp	0,98
B(j)F	8,88	3,38	3,00	1,31	0,32	0,05	0,20	0,14	0,19	2,99	3,74	bp	1,91

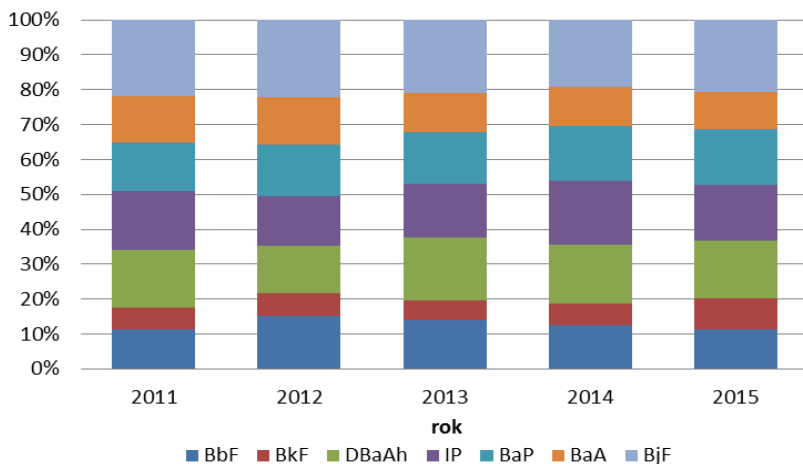
bp – brak pomiarów

Rys. 2. Średniomiesięczne stężenia B(a)P w PM₁₀ a latach 2011–2015Rys. 3. Średniomiesięczne stężenia siedmiu WWA w PM₁₀ w 2014 roku

W latach 2011–2015 suma siedmiu WWA w PM₁₀ w kształtowała się na zbliżonym poziomie. Najwyższe stwierdzone stężenia wystąpiły w 2012 i 2014 roku (rys. 4). Spośród wszystkich badanych WWA, w każdym z analizowanych lat, najwyższą ilość w PM₁₀ stanowił benzo(j)fluoroanten (około 20% sumy wszystkich WWA), w dalszej kolejności benzo(a)piren, indeno(1,2,3-)piren, dibenzo(a,h)antracen oraz benzo(b)fluoroanten. Zdecydowanie najmniej stwierdzono benzo(k)fluoroantenu (rys. 5).



Rys. 4. Suma siedmiu WWA w PM₁₀ w latach 2011–2015



Rys. 5. Udział poszczególnych WWA w sumie siedmiu WWA w latach 2011–2015

Reasumując, na stanowisku monitoringu powietrza w Pile nie stwierdzono przekroczeń średniorocznej wartości dopuszczalnej dla pyłu zawieszonego PM₁₀, jednakże w każdym z analizowanych lat stwierdzono przekroczenie dopuszczalnej liczby dni w ciągu roku z przekroczeniem wartości średniodobowej (z wyjątkiem 2013 r.). Zawartość metali ciężkich w pyłe PM₁₀ w każdym roku kształtowała się poniżej poziomu docelowego. W przypadku stężenia B(a)P w PM₁₀ obserwowano przekroczenie wartości docelowej. Stężenia pozostałych WWA również były na wysokim poziomie. Dla wszystkich analizowanych zanieczyszczeń zaobserwowano

zależność – zdecydowanie wyższe stężenia w okresie jeziennno-zimowym. Świadczy to o wpływie niskiej emisji na kształtowanie jakości powietrza na terenie miasta Piła.

4. WNIOSKI

Z przedstawionych danych wynika, iż na terenie miasta Piła występuje problem z jakością powietrza. Przekraczane są dopuszczalne normy ustalone dla pyłu zawieszonego PM_{10} i B(a)P. Stężenia pozostałych WWA również kształtowały się na wysokim poziomie.

Stężenie pyłu zawieszonego PM_{10} na terenie innych miast Wielkopolski jest wyższe niż w Pile [3]. Zdecydowanie najgorsza jakość powietrza pod względem zanieczyszczenia powietrza pyłem PM_{10} w regionie występuje w Kaliszu. Wyższe zanieczyszczenie obserwuje się województwach południowych Polski. Dla porównania województwa nadmorskie charakteryzują się najlepszą jakością powietrza w Polsce, występują tam silniejsze wiatry oraz teren jest mniej uprzemysłowiony, co w konsekwencji wpływa na dobrą jakość powietrza w tym regionie [10]. Piła znajduje się na północy województwa, panują tam dobre warunki do dyspersji zanieczyszczeń, poza tym rejon ten jest ubogi w przemysł, w przeciwieństwie do wschodniej części województwa, gdzie duży obszar zajęty jest przez przemysł wydobywczy i energetyczny.

Zanieczyszczenie powietrza metalami ciężkimi na terenie Piły znajduje się na poziomie poniżej określonego poziomu docelowego i dopuszczalnego. Podobne zależności obserwuje się na terenie województwa Wielkopolskiego i całego kraju [10, 29–32].

Zanieczyszczenie powietrza B(a)P na terenie kraju jest istotnym problemem. Miasto Piła nie jest wyjątkiem od tej sytuacji. Spalanie paliw stałych niskiej jakości, czy odpadów w domowych kotłowniach oraz wzmożony ruch samochodowy sprzyjają emisji szkodliwych WWA do środowiska. Na terenie Polski obserwuje się zależność, zgodnie z którą zdecydowanie niższe stężenia wielopierścieniowych węglowodorów występują na stanowiskach tła pozamiejskiego oraz na stanowiskach miejskich w miejscowościach nadmorskich [16]. Silne wiatry w tychże miejscowościach sprzyjają dyspersji zanieczyszczeń wpływając w ten sposób na poprawę jakości powietrza. Na podstawie pomiarów prowadzonych przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska można przyjąć, że im wyższe jest stężenie pyłu PM_{10} w powietrzu tym większy jest procentowy udział WWA w PM_{10} . Zgodnie z powyższym, na obszarach o wysokim stężeniu PM_{10} stężenia WWA rosną proporcjonalnie w większym stopniu niż stężenia PM_{10} .

Praca współfinansowana w ramach zlecenia B50601 z dotacji celowej przyznawanej dla Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Wrocławskiej (W-7) przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego na prowadzenie badań naukowych lub prac rozwojowych oraz zadań z nimi związanych służących rozwojowi młodych naukowców oraz uczestników studiów doktoranckich w roku 2015/2016.

LITERATURA

- [1] ATKINSON R.W., MILLS I.C., WALTON H.A., ANDERSON H.R., *Fine particle components and health – a systematic review and meta analysis of epidemiological time series studies of daily mortality and hospital admissions*, Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 2015, Vol. 25, 208–2014.
- [2] BAXTER L.K. DUVALL R.M., SACKS J., *Examining the effects of air pollution composition on within region differences in PM_{2.5} mortality risk estimates*, Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology, 2013, Vol. 23, 457–465.
- [3] CHLEBOWSKA A., SÓWKA I., *Trendy zmian stężeń oraz składu pyłu zawieszzonego (PM₁₀ i PM_{2.5}) na przykładzie wybranych miast wielkopolski*, [w]: Interdyscyplinarne Zagadnienia w Inżynierii i Ochronie Środowiska, Tom 6, pod red. A. Kotowskiego, K. Piekarskiej i B. Kaźmierczaka, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2015, 40-53.
- [4] DAHER N., SALIBA N., SHIHADDEH A.L., JAAFAR M., BAALBAKI R., SHAFER M.M., SCHAUER J.J., SIOUTAS C., *Oxidative potential and chemical speciation of size-resolved particulate matter (PM) at near-freeway and urban background sites in the greater Beirut area*, Science of the Total Environment, 2014, 417–426.
- [5] DUVALL R.M., MAJESTIC B.J., SHAFER M.M., CHUANG P.Y., SIMONEIT B.R.T., SCHAUER J.J., *The water-soluble fraction of carbon, sulfur and crustal elements in Asian aerosols and Asian soils*, Atmospheric Environment, 2008, Vol. 42, 5872–5884.
- [6] EC, *Council Directive 2004/107/EC relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air*.
- [7] ENGLERT N., *Fine particles and human health – a review of epidemiological studies*, Toxicology Letters, 2004, 149–235.
- [8] GUO Y., WU K., HUO X., XU X., *Sources, distribution and toxicity of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*, Journal of Environmental Health, 2011, Vol. 73, 22–25.
- [9] HENNER P., SCHIAVON M., MOREL J.L., LICHTFOUSE E., *Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) Occurance and Remediation Methods*, Analusis, 1997, Vol. 25, M56–M59.
- [10] <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/maps/air/quality/type/R>
- [11] INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA – PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY, KRAJOWY ÓŚRODEK BILANSOWANIA I ZARZĄDZANIA EMISJAMI, *Poland's informative inventory report 2015 Submission under the UN ECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*, Warszawa 2015.
- [12] KARLSSON H., GUSTAFSSON J., CRONHOLM P., MÖLLER L., *Size-dependent toxicity of metal oxide particles – a comparison between nano- and micrometer size*, Toxicology Letters, Vol. 188, 112–118.
- [13] LIM S., LEE M., LEE G., KIM S., YOON S., KANG K., *Ionic and carbonaceous compositions of PM₁₀, PM_{2.5} and PM_{1.0} at Gosan ABC Superstation and their ratios as source signature*, Atmospheric Chemistry and Physics, 2012, Vol. 12, 2007–2024.

- [14] LIPPMANN M., *Environmental toxicants: human exposure and their health effects*, Third Edition, John Wiley & Sons, 2008.
- [15] MASSOLO L., MULLER A., TUEROS M., REHWAGEN M., FRANCK U., RONCO A., HERBATH O., *Assessment of mutagenicity and toxicity of different-size fractions of air particulates from La Plata, Argentina and Leipzig, Germany*, *Environmental Toxicology*, 2002, Vol. 17, 219–231.
- [16] PAŃSTWOWY MONITORING ŚRODOWISKA – INSPEKCJA OCHRONY ŚRODOWISKA, *Zanieczyszczenie powietrza wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi na stacjach tła miejskiego w 2014 roku*, Warszawa 2015.
- [17] PASHIN Y.V., BAKHITOVA L., *Mutagenic and Carcinogenic Properties of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons*, *Environmental Health Perspectives*, 1979, Vol. 30, 185.
- [18] PASTUSZKA J. S., ROGULA-KOZŁOWSKA W., KLEJNOWSKI K., ROGULA-KOPIEC P., *Optical Properties of Fine Particulate Matter in Upper Silesia, Poland*, *Atmosphere*, 2015, Vol. 6, 1521–1538.
- [19] POPE C.A., DOCKERY D.W., *Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect*, *Journal of the Air & Waste Management Association*, 2006, Vol. 56, 709–742.
- [20] ROGULA KOZŁOWSKA W., *Size-segregated urban particulate matter: mass closure, chemical composition, and primary and secondary matter content*, *Air Quality, Atmosphere and Health*, 2015.
- [21] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z 13 września 2012 roku w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu, Dz.U. 2012 poz. 1032.
- [22] ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu, Dz.U. 2012 poz. 1031.
- [23] SÓWKA I., ZWOŹDZIAK A., TRZEPLA-NABAGLO K., SKRĘTOWICZ M., ZWOŹDZIAK J., *PM_{2.5} elemental composition and source apportionment in residential area of Wrocław, Poland*, *Environment Protection Engineering*, 2012, Vol. 38, 73–79.
- [24] SWAINE D.W., *Why trace elements are important*, *Fuel Process Technol.*, 2000, Vol. 65–66, 21–33.
- [25] WANG Y., KHALIZOV A., LEVY M., ZHANG R., *New directions: Light absorbing aerosols and their atmospheric impacts*, *Atmospheric Environment*, 2013, Vol. 81, 713–715.
- [26] WHO, *Air quality guidelines for Europe, 2nd end*, Regional Office for Europe 2000, Copenhagen.
- [27] WIECZOREK J., WIECZOREK Z., MOZOLEWSKI W., POMIANOWSKI J., *Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w pyłe PM₁₀*, *Inżynieria i Aparatura Chemiczna*, 2011, Vol. 50, No. 2, 26–27.
- [28] WŁÓKA D., KACPRZAK M., GROBELAK A., GROSSER A., NAPORA A., *The Impact of PAHs Contamination on the Physicochemical Properties and Microbiological activity of Industrial Soils*, *Polycyclic Aromatic Compounds*, 2014, Vol. 35, 372–386.
- [29] WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W POZNANIU, *Roczna ocena jakości powietrza w województwie wielkopolskim za 2011 rok*, Poznań 2012.
- [30] WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W POZNANIU, *Roczna ocena jakości powietrza w województwie wielkopolskim za 2012 rok*, Poznań 2013.
- [31] WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W POZNANIU, *Roczna ocena jakości powietrza w województwie wielkopolskim za 2013 rok*, Poznań 2014.
- [32] WOJEWÓDZKI INSPEKTORAT OCHRONY ŚRODOWISKA W POZNANIU, *Roczna ocena jakości powietrza w województwie wielkopolskim za 2014 rok*, Poznań 2015.
- [33] ZHANG W., LEI T., LIN Z.Q., ZHANG H.S., YANG D.F., XI Z.G., CHEN J.H., WANG W., *Pulmonary toxicity study in rats with PM₁₀ and PM_{2.5}: differential responses related to scale and composition*, *Atmospheric Environment*, 2011, Vol. 45, 1034–1041.

- [34] ŻABICKI R., *Pomiary stężeń pyłu PM₁₀ i PM_{2,5} metodą grawimetryczną pobornikami sekwencyjnymi wysoko i niskoobjętościowymi*, Laboratorium WIOŚ w Poznaniu.

ANALYSIS OF THE PARTICULATE MATTER (PM₁₀) COMPOSITION AT THE URBAN BACKGROUND MEASUREMENT STATION IN PIŁA

The aim of the study was to analyze the concentrations and composition of PM₁₀ at urban background station in the Wielkopolska voivodship in the Piła city in 2011-2015. For this purpose, the data from the database of the Regional Inspectorate for Environmental Protection in Poznań was used. The annual average concentrations of PM₁₀, heavy metals in PM₁₀ and PAHs in PM₁₀ were presented. It has been indicated that in the Piła city there is a problem with particulate matter PM₁₀ and PAHs pollution. In case of heavy metals The highest concentrations of pollutants in the winter season suggest that for the low air quality in Piła is responsible the phenomenon of low-emissions from the municipal sector.