



Ocena krótkoterminowego wpływu stężeń pyłu zawieszonego na zdrowie mieszkańców Wrocławia

Izabela Sówka^{}, Łukasz Pachurka^{*}, Marta Przepiórka^{*},
Wioletta Rogula-Kozłowska^{**}, Anna Zwoździak^{*}*
^{}Politechnika Wroclawska*

*^{**}Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze*

1. Wprowadzenie

Zgodnie z definicją Światowej Organizacji Zdrowia (WHO – ang. World Health Organization) zdrowie jest stanem pełnego, dobrego fizycznego, psychicznego i społecznego samopoczucia, a nie tylko brakiem choroby, czy niepełnosprawności (WHO 1948).

Pył zawieszony, w tym frakcje $PM_{2,5}$ oraz PM_{10} są czynnikami obniżającymi jakość powietrza atmosferycznego. Oprócz frakcji podstawowych normowanych prawnie wyróżnia się również pył o średnicach $\leq 1 \mu m$, nazywany pyłem $PM_{1,0}$ (Chłopek & Szczepański 2012).

Na obszarach miejskich do źródeł pyłowych oraz gazowych zanieczyszczeń powietrza należą przede wszystkim emisje antropogeniczne, pochodzące z sektora komunalno-bytowego, środków transportu oraz przemysłu (Cembrzyńska i in. 2012, Dmochowski i in. 2015). Zanieczyszczenie atmosfery pyłem zawieszonym stanowi istotny problem aglomeracji miejskich oraz dużych miast zarówno w Polsce, jak i w Europie. Około 83% ludności, zamieszkującej duże miasta europejskie jest narażona na niekorzystne działanie zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego ze względu na występowanie przekroczeń poziomów dopuszczalnych stężeń (WHO 2013). Według danych francuskiego towarzystwa „Respire” w rankingu najbardziej zanieczyszczonych miast Europy ze

względu na koncentracje pyłu zawieszonego PM₁₀, Wrocław znalazł się na 8 miejscu (Krzeszowiak 2015).

Celem pracy była analiza sezonowej zmienności stężeń pyłu zawieszonego oraz ocena jego wpływu na zdrowie mieszkańców na wybranych obszarach Wrocławia. W analizie wykorzystano wyniki stężeń pyłu pochodzące z badań własnych (przeprowadzone na przełomie lipca i sierpnia (14 dni) 2015 r. oraz Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ) we Wrocławiu (dane z lat: 2013-2015). Do określenia potencjalnego wpływu wybranych zanieczyszczeń powietrza na zdrowie mieszkańców zastosowano oprogramowanie AirQ 2.2.3 (The Air Quality Health Impact Assessment Tool) udostępnione i stosowane przez Światową Organizację Zdrowia (WHO 2016).

2. Skutki oddziaływania zanieczyszczeń na zdrowie człowieka

Substancje zanieczyszczające powietrze wpływają szczególnie niekorzystnie na stan zdrowia mieszkańców (Fortuna i in. 2013). Zła jakość powietrza pogarsza warunki życia oraz wypoczynku ludzi zamieszkujących obszary miejskie. Wpływ substancji szkodliwych sprzyja wzrostowi zachorowań populacji dużych miast oraz może powodować zgony ludzi (Wcisło 2008). Pyłowe zanieczyszczenia atmosferyczne ze względu na transgraniczny zasięg powodują skażenia dużych obszarów, a także stanowią zagrożenie dla zdrowia mieszkańców (Kozłowska i in. 2011).

Całkowite narażenie uzależnione jest od czasu przebywania w warunkach zanieczyszczonej atmosfery miejskiej. Dla zdrowia człowieka istotny jest czas trwania narażenia np. czy występuje on przez całe życie, czy wyłącznie podczas aktywności zawodowej (Biesiada & Bubak 2001). Do bardziej wrażliwych grup ryzyka zaliczamy kobiety w ciąży, osoby starsze, ludzi chorych oraz dzieci. System odpornościowy w tych grupach jest mniej aktywny niż u pozostałych członków danej populacji (Siemiński 2001). Ekspozycja na pyły zawieszone w powietrzu jest związana z wieloma różnymi skutkami zdrowotnymi, począwszy od lekkich zmian w układzie oddechowym, czy też zaburzeń czynności płuc, poprzez zwiększone ryzyko objawów wymagających leczenia szpitalnego, do zwiększenia ryzyka zgonu z powodu chorób sercowo-naczyniowych i dróg oddechowych lub raka płuc (WHO 2006b, Yunqu-

an i in. 2015). Szczególnie niebezpieczne dla zdrowia człowieka są cząstki pyłu o średnicy mniejszej niż $2,5 \mu\text{m}$, które mogą przebywać w powietrzu atmosferycznym nawet kilka tygodni. Cząstki pyłu $\text{PM}_{2,5}$ penetrując układ oddechowy głębiej (przez tchawicę, gardło, oskrzeliki) przemieszczają się do pęcherzyków płucnych, gdzie zachodzi wymiana gazowa, przez co zostaje zakłócony transport tlenu w organizmie człowieka (Kozłowska i in. 2011, Rogula-Kozłowska i in. 2013a).

3. Materiały i metody

Podczas badań własnych przeprowadzonych na przełomie lipca i sierpnia (14 dni) 2015 roku na terenie Wrocławia, określono stężenie pyłu zawieszonego $\text{PM}_{1,0}$, $\text{PM}_{2,5}$ oraz PM_{10} w punkcie pomiarowym zlokalizowanym na osiedlu Biskupin przy ul. Kosiby, w pobliżu zabudowy niskiej i wysokiej, charakterystycznej dla tej części miasta.

Do poboru próbek pyłu zawieszonego $\text{PM}_{1,0}$, $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10} podczas badań własnych wykorzystano impaktory typu Harvard (MS&T Area Samplers, Air Diagnostics and Engineering, Inc., Harrison, ME, USA). Przepływ powietrza wymuszały ultra-ciche bezolejowe pompy próżniowe (Air Diagnostics and Engineering, air sampling pump, model SP-280E). Do poboru prób pyłu zostały zastosowane filtry kwarcowe PALL PALLFLEX Membrane Filters, średnica 37 mm. Ustalone natężenie przepływu wynosiło kolejno przy poborze cząstek \leq od $1,0 \mu\text{m}$ – $23 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$, cząstek \leq od $2,5 \mu\text{m}$ oraz \leq od $10 \mu\text{m}$ – $10 \text{ dm}^3 \text{ min}^{-1}$. Objętość pompowanego powietrza była kontrolowana przez przepływomierz typu Ataris. Czas poboru wynosił 24 h. Filtry przed ważeniem były kondycjonowane w laboratorium wagowym, przy stałej temperaturze powietrza $20 \pm 2^\circ\text{C}$ i wilgotności $45 \pm 5\%$. Masa pyłu była oznaczane przy użyciu elektronicznej mikrowagi Mettler Toledo. Stężenie pyłu [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], wyznaczono jako stosunek masy pyłu zebranego na filtrze do objętości pobranego powietrza.

Do określenia potencjalnego wpływu wybranych zanieczyszczeń powietrza na zdrowie mieszkańców zastosowano oprogramowanie AirQ 2.2.3 udostępnione przez Światową Organizację Zdrowia. Wartości stężeń pyłu pozyskane z bazy danych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska we Wrocławiu oraz badań własnych pozwoliły na przeprowadzenie analizy ryzyka wystąpienia przypad-

ków śmiertelnych oraz dolegliwości zdrowotnych wywołanych zanieczyszczeniem powietrza pyłem zawieszonym $PM_{2,5}$ oraz PM_{10} .

Oprogramowanie AirQ umożliwia ocenę wpływu zanieczyszczeń powietrza na zdrowie człowieka w dwóch kategoriach: zachorowalności i śmiertelności, które wyrażane są jako całkowita liczba zgonów lub przypadków zachorowania spowodowanych ekspozycją danego zanieczyszczenia (np. ilość przypadków zachorowań/zgonów na 100 000 ludności), albo jako współczynnik AP (ang. Attributable Proportion) – określonych dla danego przedziału czasowego. Istnieje możliwość określenia wpływu na zdrowie zanieczyszczeń takich jak: ditlenek siarki, ditlenek azotu, pył całkowity, $PM_{2,5}$, PM_{10} sadza, ołów, ozon oraz benzo(a)piren.

4. Analiza stężeń pyłu zawieszonego oraz ocena jego wpływu na zdrowie mieszkańców na wybranym obszarze Wrocławia

Według WHO (World Health Organization- Światowa Organizacja Zdrowia) każda wartość stężenia pyłu w powietrzu atmosferycznym jest szkodliwa dla zdrowia człowieka. Nie ma więc granicznej wartości dopuszczalnej dla pyłu. Średnioroczne stężenie pyłu $PM_{2,5}$ według Światowej Organizacji Zdrowia nie powinno przekraczać $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, natomiast średnioroczne stężenie pyłu PM_{10} nie powinno być wyższe niż $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Są to wartości dwukrotnie niższe niż ustalone przez Unię Europejską (kolejno $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (WHO 2006a, 2006b, Dyrektywa CAFE 2008). Obecnie brak unormowań prawnych dotyczących średniorocznego stężenia pyłu $PM_{1,0}$.

Wyniki stężeń pyłu zawieszonego dla frakcji $PM_{1,0}$, $PM_{2,5}$ i PM_{10} zostały przedstawione w tabeli 1 oraz 2 (WIOŚ Wrocław 2014, 2015, 2016). Stacja pomiarowa przy Al. Wiśniowej zlokalizowana jest w pobliżu głównego ciągu komunikacyjnego we Wrocławiu, jest więc uznawana za stację komunikacyjną, natomiast pozostałe stacje są stacjami tła.

Tabela 1. Poziomy stężenie pyłu zawieszonego PM_{2,5} i PM_{1,0} we Wrocławiu (źródło danych: WIOŚ oraz badania własne)**Table 1.** The concentration levels of particulate matter PM_{2,5} and PM_{1,0} in Wrocław (data source: RIEP and own study)

Rok	2013		2014		2015		2015	2015
	Al. Wiśniowa	Na Grobli	Al. Wiśniowa	Na Grobli	Al. Wiśniowa	Na Grobli	ul. Kosiby (badania własne-PM _{2,5})	ul. Kosiby (badania własne-PM _{1,0})
średnie stężenie roczne [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	30 (7-138)	28 (6-132)	29 (6-110)	23 (5-88)	30 (8-180)	22 (5-142)	-	-
mediana [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	28	25	27	23	27	20	-	-
odchylenie standardowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	23	15	13	10	14	11	-	-
średnie stężenie w sezonie grzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	41	38	40	32	40	30	-	-
mediana [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	36	33	38	31	35	25	-	-
odchylenie standardowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	30	21	19	14	22	17	-	-
średnie stężenie w sezonie pozagrzewczym [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	20	18	17	16	20	15	13 (4,10-22,10)	7 (0,73-11,96)
mediana [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	20	16	17	15	19	14	13	9
odchylenie standardowe [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	17	8	6	5	5	5	6	3

Do głównych źródeł zanieczyszczeń na terenie aglomeracji wrocławskiej zalicza się zanieczyszczenia komunikacyjne oraz emisje zanieczyszczeń z kotłowni miejskich i gospodarstw domowych (Sówka i in. 2012).

Tabela 2. Poziomy stężenie pyłu zawieszonego PM₁₀ we Wrocławiu
(źródło danych: WIOŚ oraz badania własne)

Table 2. The concentration levels of particulate matter PM₁₀ in Wrocław
(data source: RIEP and own study)

Rok	2013		2014		2015		2015 ul. Kosiby (badania własne- PM ₁₀)
	Wyb. J. Conrada- Korzeniow- skiego	ul. Orzechowa	Wyb. J. Conrada- Korzeniow- skiego	ul. Orzechowa	Wyb. J. Conrada- Korzeniow- skiego	ul. Orzechowa	
średnie stężenie roczne [μg/m ³]	37 (6-152)	36 (5-143)	38 (7-216)	33 (8-171)	37 (10-199)	29 (6-113)	-
mediana [μg/m ³]	33	33	35	32	33	26	-
odchylenie standardowe [μg/m ³]	17	17	19	15	19	13	-
średnie stężenie w sezonie grzewczym [μg/m ³]	47	47	49	44	46	37	-
mediana [μg/m ³]	41	42	45	44	39	32	-
odchylenie standardowe [μg/m ³]	25	26	27	22	26	19	-
średnie stężenie w sezonie pozagrzew- czym [μg/m ³]	26	25	27	22	27	20	14 (4,71- 24,51)
mediana [μg/m ³]	25	25	25	21	27	20	15
odchylenie standardowe [μg/m ³]	9	8	10	7	10	7	6

Dobowe stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} na stacji przy Al. Wiśniowej) w 2014 r. mieściły się w przedziale 6-110 µg/m³, natomiast stężenia zarejestrowane przy ulicy Na Grobli były w zakresie 5-88 µg/m³. Średnie stężenie dla stacji przy ulicy Na Grobli odnotowane w 2014 r. wyniosło: w sezonie grzewczym 32 µg/m³ oraz 16 µg/m³ w sezonie pozagrzewczym (WIOŚ Wrocław 2015). Z przeprowadzonych badań własnych natomiast wynika iż stężenia pyłu zawieszonego mieściły się w przedziałach odpowiednio dla frakcji PM_{1,0}: 0,73-11,96 µg/m³, PM_{2,5}: 4,10-22,10 µg/m³, PM₁₀: 4,71-24,51 µg/m³. Zarówno dla frakcji PM_{2,5} oraz PM₁₀ odnotowywano przekroczenia wartości poziomów dopuszczalnych WHO. W tabelach 3-4 przedstawiono krótkoterminowy wpływ stężeń pyłu PM_{2,5} oraz PM₁₀ (odnoszących się do poziomu dopuszczalnego ustalonego przez WHO – PM_{2,5} (10 µg/m³ oraz PM₁₀ (20 µg/m³), mierzonych na poszczególnych stacjach w latach 2013-2015 oraz badań własnych, na zdrowie mieszkańców Wrocławia.

Tabela 3. Krótkoterminowy wpływ stężeń frakcji PM_{2,5} na zdrowie mieszkańców Wrocławia

Table 3. The short-term effect of concentrations of PM_{2,5} on the health of the inhabitants of Wrocław

Nazwa stacji	Rok	AP-Udział narażonych w określonej populacji na dane zjawisko/choroby z powodu ekspozycji na dany czynnik (zanieczyszczenie powietrza)			Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne niskie	Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne średnie	Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne wysokie
		ryzyko względne niskie	ryzyko względne średnie	ryzyko względne wysokie			
Śmiertelność całkowita							
Al. Wiśniowa	2013	2,3504	3,1780	3,9916	150,7	203,8	256,0
	2014	1,9119	2,5891	3,2570	122,6	166,0	208,8
	2015	2,0844	2,8210	3,5466	133,7	180,9	227,4
ul. Na Grobli	2013	2,1350	2,8889	3,6313	136,9	185,2	232,9
	2014	1,7289	2,3429	2,9492	110,9	150,2	189,1
	2015	1,5235	2,0661	2,6027	97,7	132,5	166,9
ul. Kosiby (badania własne)	2015	0,4692	0,6388	0,8077	30,1	41,0	51,8

Tabela 4. Krótkoterminowy wpływ stężeń frakcji PM10 na zdrowie mieszkańców Wrocławia**Table 4.** The short-term effect of concentrations of PM₁₀ on the health of the inhabitants of Wrocław

Nazwa stacji	Rok	AP-Udział narażonych w określonej populacji na dane zjawisko/choroby z powodu ekspozycji na dany czynnik (zanieczyszczenie powietrza)			Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne niskie	Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne średnie	Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne wysokie
		ryzyko względne niskie	ryzyko względne średnie	ryzyko względne wysokie			
Śmiertelność całkowita							
Wyb. J. Conrada-Korzeniowskiego	2013	1,1504	1,3701	1,5887	73,4	87,4	101,3
	2014	1,1916	1,4189	1,6453	74,3	88,4	102,5
	2015	1,0031	1,1949	1,3860	76,2	76,2	88,4
ul. Orzechowa	2013	1,1313	1,3473	1,5623	71,7	85,4	99,1
	2014	0,9742	1,1605	1,3462	61,1	72,7	61,1
	2015	0,7381	0,8798	1,0210	45,4	54,2	62,8
ul. Kosiby (badania własne)	2015	0,0310	0,0370	0,0430	1,4	1,7	2,0
Choroby układu oddechowego (śmiertelność)							
Wyb. J. Conrada-Korzeniowskiego	2013	1,4795	2,2029	6,4944	6,1	9,2	27,0
	2014	1,5322	2,2809	6,7137	6,2	9,3	27,3
	2015	1,2906	1,9234	5,7021	5,4	8,0	23,7
ul. Orzechowa	2013	1,4549	2,1666	6,3919	6,0	9,0	26,4
	2014	1,2535	1,8685	5,5453	5,1	7,6	22,6
	2015	0,9504	1,4189	4,2492	3,8	5,7	17,0
ul. Kosiby (badania własne)	2015	0,0400	0,0600	0,1847	0,1	0,2	0,6
Choroby układu krążenia (śmiertelność)							
Wyb. J. Conrada-Korzeniowskiego	2013	0,9298	1,4795	3,2684	29,1	46,3	102,2
	2014	0,9632	1,5322	3,3827	29,5	46,8	103,4
	2015	0,8105	1,2906	2,8577	25,4	40,4	89,4
ul. Orzechowa	2013	0,9143	1,4549	3,2151	28,4	45,3	100
	2014	0,7871	1,2535	2,7768	24,2	38,5	85,4
	2015	0,5961	0,9504	2,1133	18,0	28,7	63,8
ul. Kosiby (badania własne)	2015	0,0250	0,0400	0,0899	0,6	0,9	2,0

Tabela 4. cd.

Table 4. cont.

Nazwa stacji	Rok	AP-Udział narażonych w określonej populacji na dane zjawisko/choroby z powodu ekspozycji na dany czynnik			Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne niskie	Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne średnie	Szacunkowa liczba przypadków na 100 000 - ryzyko względne wysokie
		ryzyko względne niskie	ryzyko względne średnie	ryzyko względne wysokie			
Hospitalizacja – choroby układu oddechowego							
Wyb. J. Conrada-Korzeniowskiego	2013	0,8930	1,4795	2,0591	70,8	117,3	163,3
	2014	0,9250	1,5322	2,1321	71,7	118,8	165,3
	2015	0,7784	1,2906	1,7975	61,7	102,3	142,6
ul. Orzechowa	2013	0,8781	1,4549	2,0251	69,3	114,8	159,7
	2014	0,7559	1,2535	1,7461	58,9	97,7	136,1
	2015	0,5724	0,9504	1,3255	43,8	72,8	101,5
ul. Kosiby (badania własne)	2015	0,0240	0,0400	0,0560	1,4	2,3	3,2
Hospitalizacja- choroby układu krążenia							
Wyb. J. Conrada Korzeniowskiego	2013	1,1137	1,6614	2,3822	30,6	45,6	65,4
	2014	1,1536	1,7205	2,4663	30,9	46,1	66,2
	2015	0,9710	1,4495	2,0804	26,6	39,8	57,1
ul. Orzechowa	2013	1,0952	1,6338	2,3429	29,9	44,6	63,9
	2014	0,9430	1,4079	2,0210	25,4	38,0	54,5
	2015	0,7145	1,0679	1,5353	18,9	28,3	40,7
ul. Kosiby (badania własne)	2015	0,0300	0,0450	0,0650	0,6	0,9	1,3

Porównując wyniki uzyskane dla cząstek pyłu o średnicy $\leq 2,5 \mu\text{m}$ oraz frakcji pyłu $\leq 10 \mu\text{m}$ stwierdzono, iż zagrożenie spowodowane przez zanieczyszczenie powietrza pyłem $\text{PM}_{2,5}$ jest dwa razy wyższe niż dla frakcji PM_{10} . Może to być spowodowane dużą zawartością związków organicznych oraz metali ciężkich takich, jak: ołów, kadm, arsen, chrom i krzem w pyłe $\text{PM}_{2,5}$, które przedostają się do pęcherzyków płucnych oraz krwi i oddziałują długoterminowo (przewlekłe) na organizm człowieka (Rogula-Kozłowska 2013b).

Z przeprowadzonych analiz wynika iż szacunkowa liczba przypadków zgonów na 100 000 osób, odnosząca się do krótkoterminowego wpływu stężenia pyłu $\text{PM}_{2,5}$ przy średniej wartości ryzyka względnego 1,14 dla wartości zmierzonych w roku 2014, wyniosła kolejno 166,0 oraz 150,2 przypadków odpowiednio dla stacji zlokalizowanej przy Al. Wiśniowej oraz przy ulicy Na Grobli.

5. Podsumowanie

Z przeprowadzonych analiz wynika iż głównym problemem na obszarze aglomeracji wrocławskiej jest wysoki poziom zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego pyłem zawieszonym o średnicy cząstek mniejszej od 10 μm . Znacząco wyższe wartości stężeń pyłu zaobserwowano w okresie grzewczym, co przede wszystkim jest efektem emisji zanieczyszczeń pochodzących z sektora komunalno-bytowego. Dodatkowo występowanie przekroczeń mogło być spowodowane również emisją zanieczyszczeń z transportu drogowego.

Korzystając z danych, udostępnionych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, dotyczących stężeń pyłu oraz z oprogramowania AirQ 2.2.3 określono ryzyko wystąpienia zachorowań związanych z zanieczyszczeniem powietrza pyłem zawieszonym. Uzyskane wyniki wskazują na niebezpieczeństwo podwyższonej zachorowalności mieszkańców Wrocławia wywołanej zanieczyszczeniami pyłowymi.

W celu poprawy jakości powietrza na obszarze Wrocławia należy podjąć odpowiednie działania naprawcze i zapobiegające, zmierzające do redukcji emisji pyłów z procesów spalania w paleniskach indywidualnych, polegające na: wymianie niskosprawnych kotłów (na paliwa stałe) na ogrzewanie niskoemisyjne (kotły na paliwo gazowe), podłączenie domów mieszkańców do miejskiej sieci ciepłowniczej, jak również rozwój publicznego transportu zbiorowego oraz przeprowadzenie modernizacji sieci ciepłowniczych w celu zmniejszenia strat przy przesyłce energii.

Prace zrealizowano 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 oraz w ramach grantu nr 2012/07/D/ST10/02895 (ID 202319) tytuł: „Chemiczne domknięcie masy i pochodzenie pyłu PM1 w aglomeracjach miejskich różniących się wielkością oraz strukturą emisji pyłu i jego gazowych prekursorów”.

Literatura

- Biesiada, M., Bubak, A. (2001). *Podstawy oceny środowiskowego ryzyka zdrowotnego. Materiały szkoleniowe*. Sosnowiec: Instytut Medycyny Pracy i Zdrowia Środowiskowego. http://www.srodowiskoazdrowie.pl/wpr/ Dokumenty/Materiały_szkoleniowe/Szkol2/05-biesiada-bubak.pdf [dostęp: 3.04.2016 r.]
- Cembrzyńska, J., Krakowiak, E., Brewczyński, Z. (2012). Zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM10 oraz PM2,5 w warunkach silnej antropopresji na przykładzie miasta Sosnowiec. *Medycyna Środowiskowa*, 12(4), 31-38.
- Chłopek, Z., Szczepański, T. (2012). Ocena zagrożenia środowiska cząstkami stałymi ze źródeł cywilizacyjnych. *Inżynieria Ekologiczna*, 30, 174-193.
- Dmochowski, D., Dmochowska, A., Biedugnis, St. (2015). Emisja stałych cząstek z liniowych źródeł zanieczyszczenia jako główny czynnik wpływający na poziom stężeń pyłu zawieszonego PM10, PM2,5, PM1,0 w powietrzu atmosferycznym aglomeracji warszawskiej. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 17, 1403-1412.
- Dyrektywa CAFE (2008) Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/50/WE z dnia 21 maja 2008 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy. Dyrektywa europejska z dnia 21 maja 2008 opublikowano w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej 11 czerwca 2008.
- Fortuna, M., Pachurka, Ł., Sówka, I., Zwoździak, A. (2013). *Metody i wskaźniki stosowane w ocenach zdrowotności mieszkańców aglomeracji miejskich*, [w:] Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska. Tom 3. Praca zbiorowa pod red. Teodory M. Traczewskiej. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 155-162.
- Kozłowska, A., Olewińska, E., Kowalska-Pawlak, A., Pawlas, N. (2011). Obecność zanieczyszczeń mutagennych i cytotoksycznych we frakcjach PM10 i PM2,5 aerolu atmosferycznego na terenie miasta Sosnowca. *Medycyna Środowiska*, 14(4), 21-33.
- Krzeszowiak, J., Michalak, A., Pawlas, K. (2015). Zanieczyszczenie powietrza we Wrocławiu i potencjalne zagrożenie dla zdrowia z tym związane. *Medycyna Środowiskowa*, 18(2), 66-73.
- Rogula-Kozłowska, W., Klejnowski, K., Rogula-Kopiec, P., Błaszczak, B., Mathews, B., Szopa, S. (2013a). Masowy rozkład pierwiastków w próbkach pyłu zawieszonego pobranych w obszarze tła miejskiego: wyniki ośmiomiesięcznych badań w Zabrze. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 17, 1022-1040.

- Rogula-Kozłowska, W., Kozielska, B., Klejnowski, K., Szopa, S. (2013b). Hazardous compounds in urban pm in the central part of Upper Silesia (Poland) in winter. *Archives of Environmental Protection*, 39(01), 53-65.
- Siemiński, M. (2001). *Środowiskowe zagrożenia zdrowia*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Sówka, I., Fortuna, M., Zwoździak, A., Rybak, J., Skrętowicz, M., Kwiecińska, K. (2012). *Analiza stężeń pyłów drobnych w wybranych punktach Wrocławia*, [w:] Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska. Tom 2. Praca zbiorowa pod red. Teodory M. Traczewskiej. Wrocław: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 541-457.
- Wcisło, E. (2008). *Ocena środowiskowych zagrożeń zdrowia mieszkańców dużych miast Polski*. Białystok: Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko.
- WHO (World Health Organization) (1948): *Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference*. New York.
- WHO (World Health Organization) (2006a). *Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment*. Geneva.
- WHO (World Health Organization) (2006b). *Health risks of particulate matter from long-range transboundary air pollution*. Copenhagen: WHO Regional Office.
- WHO (World Health Organization) (2013). *Health effects of particulate matter. Policy implications for countries in eastern Europe Caucasus and central Asia*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
- WHO (World Health Organization) (2016). www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/tools-for-health-impact-assessment-of-air-quality-the-airq-2.2-software [dostęp: 17.05.2016]
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu (WIOŚ Wrocław 2014). *Ocena jakości powietrza na terenie województwa dolnośląskiego w 2013 roku*, Wrocław.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu (WIOŚ Wrocław 2015). *Ocena jakości powietrza na terenie województwa dolnośląskiego w 2014 roku*, Wrocław.
- Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu (WIOŚ Wrocław 2016). <http://air.wroclaw.pios.gov.pl/dane-pomiarowe> [dostęp: 6.04.2016.]
- Zhang, Y., He, M., Wu, S., Zhu, Y., Wang, S., Shima, M., Tamura, K., Ma, L. (2015). Short-Term Effects of Fine Particulate Matter and Temperature on Lung Function among Healthy College Students in Wuhan, China. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12, 7777-7793.

Assessment of the Short-term Influence of Particulate Matter Concentrations on the Health of the Inhabitants of Wrocław

Abstract

Atmospheric pollution caused by particulate matter is a major problem of urban agglomerations and big cities, both in Poland and in Europe. Almost 83% of the population living in major European cities is exposed to the adverse effects of air pollution, due to the presence of concentrations exceeding acceptable levels. The aim of the study was to analyze the seasonal variation of the fine particulate matter concentration and the assessment of its impact on the health of the inhabitants of Wrocław.

Measurement results of research on PM concentrations from Wrocław in 2013-2015 conducted by the authors, as well as the Regional Inspectorate of Environment Protection (RIEP) were used in this study. The analysis showed that daily concentrations of particulate matter PM_{2.5} (station situated in the vicinity of Al. Wisniowa) in 2015 were in the range of 6-110 µg/m³, whereas the concentrations registered on Na Grobli street were in the range of 5-88 µg/m³. The averaged concentration on Na Grobli street recorded in 2014 was: 32 µg/m³ in the heating season and 16 µg/m³ in the rest of the year, whereas in the case of Al. Wisniowa: 40 µg/m³ and 17 µg/m³, respectively.

In order to determine the potential impact of selected air pollutants on the health of the inhabitants of Wrocław, the AirQ 2.2.3 model (The Air Quality Health Impact Assessment Tool) was used. AirQ model allows the assessment of the impact of air pollution on human health in two categories: morbidity and mortality. Analyses showed that the estimated number of cases of mortality per 100 000, relating to the short-term impact of the concentration of dust at the average value of the relative risk of 1.14 for the PM_{2.5} concentration measured at Al. Wisniowa and at Na Grobli street in 2014 amounted to 166.0 cases and 150.2 cases, respectively.

Słowa kluczowe:

model AirQ, PM_{2.5}, pył drobny

Keywords:

AirQ model, PM_{2.5}, fine dust