

Scientific Review – Engineering and Environmental Sciences (2020), 29 (1), 27–36
Sci. Rev. Eng. Env. Sci. (2020), 29 (1)
Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska (2020), 29 (1), 27–36
Prz. Nauk. Inż. Kszt. Środ. (2020), 29 (1)
<http://iks.pn.sggw.pl>
DOI 10.22630/PNIKS.2020.29.1.3

**Magdalena WRÓBEL¹, Justyna RYBAK¹,
Wioletta ROGULA-KOZŁOWSKA²**

¹Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wroclawska
Faculty of Environmental Engineering, University of Science and Technology
²Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego, Szkoła Główna Służby Pożarniczej
w Warszawie
Institute of Fire Safety Engineering, The Main School of Fire Service

Przykłady wykorzystania testu OSTRACODTOXKIT FTM do oceny zanieczyszczenia pyłów drogowych metalami w aglomeracji wrocławskiej

The application of OSTRACODTOXKIT FTM test to assess metals contamination in road dust in Wrocław agglomeration

Słowa kluczowe: pył drogowy, metale ciężkie, toksyczność, ruch drogowy, małżoraczki, Wrocław

Key words: road dust, heavy metals, toxicity, traffic, ostracods, Wrocław

Wprowadzenie

Komponenty pyłu drogowego są ściśle zależne od składu gleby, emisji przemysłowych, depozycji składników spalin samochodowych, startej nawierzchni dróg i startych elementów samochodu takich jak opony samochodowe (Rogula-Kozłowska, Rogula-Kopiec & Majewski, 2014). Jako że pył drogowy

składa się z tak wielu różnych składników (w dodatku występujących w różnych formach: stałej, ciekłej i gazowej), może być szczególnie niebezpieczny dla zdrowia i życia organizmów żywych, a także wpływać na stan środowiska naturalnego. Ważne jest też, że może on bardzo łatwo przedostawać się do jednolitych części wód za sprawą splywów powierzchniowych. Zanieczyszczony metalami ciężkimi i węglowodorami aromatycznymi pył drogowy przedostając się do wód, skaża osady denne, co ma negatywne konsekwencje dla biocenozy wodnej. Często prowadzi się więc badania dotyczące zawartości zanieczyszczeń

w pyłach drogowych oraz osadach dennych, ale zwykle polegają one jedynie na analizach chemicznych (Hwang, Fiala, Park & Wade, 2016). Doskonałym ich uzupełnieniem jest zastosowanie metod biologicznych (Soldner i in., 2004). Jedną z takich metod jest test toksyczności chronicznej OSTRACODTOXKIT F™, który użyto w prezentowanych badaniach. Polega on na badaniach rozwoju skorupiaków – małżoraczków *Heterocypris incogruens* (Ostracoda), które naturalnie zamieszkują osady denne (Shuhaimi-Othman, Yakub, Ramle & Abas, 2011). Toksyczność osadów dennych dla organizmów wodnych była często przedmiotem badań z wykorzystaniem tego testu, ale toksyczność pyłów drogowych, a konkretnie wymywanie pyłów do fazy wodnej i ich toksyczność wobec organizmów dennych, rzadko była badana (Watanabe, Nakajima, Kasuga & Furumai, 2013). Co więcej większość badaczy skupiła się na ocenie wpływu rozpuszczalnego ekstraktu organicznego, który może zawyżać wskaźniki biodostępności związków organicznych i wykluczać związki nieorganiczne jako substancje toksyczne (Watanabe, Nakajima, Kasuga & Furumai, 2011). Jak wiadomo, drobna frakcja pyłu z drogi jest uważana za główne źródło substancji toksycznych w wodzie (Watanabe i in., 2011). W Polsce nie badano wpływu wymytych pyłów drogowych na biocenozę wodną. Jednocześnie czystość i jakość wód są bardzo ważnymi aspektami oceny stanu środowiska (Wolf & Siedlecka, 2018), a testowanie toksyczności jest niezbę-

nym narzędziem do oceny wpływu i losu substancji toksycznych w ekosystemie wodnym i jest powszechnie wykorzystywane na całym świecie.

Podsumowując, celem prezentowanej pracy było wykazanie przydatności testów toksyczności z zastosowaniem organizmów dennych do oceny toksyczności pyłów drogowych, które są splukiwane wraz z deszczem do wód, a w konsekwencji deponowane na wiele lat w osadach dennych, zagrażając biocenozie wodnej, a pośrednio też wpływając na jakość środowiska przyrodniczego i zdrowie ludzi.

Materiały i metody

Badania przeprowadzono w aglomeracji wrocławskiej, zarówno w centrum miasta, jak i na przedmieściach (rys. 1). Stanowiska, gdzie pobierano pył drogowy, różniły się intensywnością ruchu samochodów. Szczegółowy opis przedstawiono w tabeli 1.

Próbki były zbierane na przełomie kwietnia i maja 2018 roku. Uzyskane pyły przesiano przez sita w celu usunięcia większych zanieczyszczeń (do badań wykorzystano frakcję pyłu o średnicy mniejszej niż 63 µm). Aby otrzymać roztwory wodne, wysuszone próbki pyłu zmieszano z wodą w stosunku 1 : 2, następnie próbki trzymano w ciemności i odwirowano według procedury podanej przez Watanabe i innych (2013). Końcowym etapem przygotowania próbek było ich wytrząsanie przez 12 h.



RYSUNEK 1. Plan rozmieszczenia miejsc poboru próbek (źródło: Geoportal)
FIGURE 1. Map of sampling sites (source: Geoportal)

Test OSTRACODTOXKIT F™

Test ekspozycji małżoraczków na pyły drogowe przeprowadzono w formie sześciu powtórzeń. Zbadano ekstrakty wodne pyłów drogowych oraz próbki kontrolne, które stanowił osad referencyjny przygotowany zgodnie z procedurami operacyjnymi zestawu testowego MicroBiotest Inc., Belgia (OSTRACODTOXKIT F™). Początkowym etapem testu było przeprowadzenie wyklucia z jaj organizmów testowych (małżoraczków).

W tym celu użyto inkubatora, gdzie utrzymywano stałą temperaturę 25°C oraz stałe oświetlenie. Inkubacja trwała 52 h. Po upływie 48 h przeprowadzono wstępne karmienie larw proszkiem zawierającym spirulinę. Testy przeprowadzono w sześciu powtórzeniach z użyciem płytek wielodołkowych zawierających mieszaninę 1 ml badanej próbki, 2 ml pożywki i 2 ml zawiesiny glonów. Następnie próbki inkubowano w ciemności w temperaturze 25°C przez

TABELA 1. Charakterystyka stanowisk badawczych
 TABLE 1. Basic characteristics of sampling sites

Miejsce pobierania próbek Sampling site	Współrzędne Coordinates	Opis Description	Natężenie ruchu pojazdów [średnia liczba pojazdów·h ⁻¹] Traffic density [vehicles number averaged·h ⁻¹]
Most Grunwaldzki	51°06'33.9"N 17°03'07.6"E	Most w centrum miasta przy drodze krajowej 94 w kierunku Warszawy. Okolica o bardzo intensywnym ruchu samochodowym	800
Legnicka	51°07'14.4"N 16°59'41.6"E	Ulica znajduje się w zachodniej części miasta i prowadzi w kierunku autostradowej obwodnicy Wrocławia (AOW). W pobliżu jedno z największych centrów handlowych w mieście. Okolica o bardzo intensywnym ruchu samochodowym	800
Oławska	51°06'28.1"N 17°02'24.9"E	Ulica zlokalizowana w centrum miasta, blisko rynku. Okolica o wzmożonym ruchu samochodowym	400
Obornicka	51°08'44.9"N 17°01'20.7"E	Ulica na północy miasta. Jest to trasa wylotowa w kierunku Poznania. Okolica o wzmożonym ruchu samochodowym	300
Gliniana	51°05'39.6"N 17°01'57.1"E	Ulica znajdują się na południu miasta przy drodze krajowej 98 w kierunku Bielán Wrocławskich i dalej na południe Polski. Okolica o wzmożonym ruchu samochodowym	300
Bielany Wrocławskie	51°02'55.5"N 16°57'01.6"E	Przedmieścia Wrocławia (na południowy wschód od miasta). Znajduje się tam wiele fabryk (przemysł rolno-spożywczy) i centrów handlowych. Okolica o bardzo intensywnym ruchu samochodowym	700
Maślice	51°09'03.1"N 16°57'00.2"E	Jedno z nowych osiedli Wrocławia położone na północnym zachodzie, nieopodal autostradowej obwodnicy Wrocławia i stadionu miejskiego. Okolica o niewielkim ruchu samochodowym	250
Radwanice	51°02'46.5"N 17°07'09.5"E	Przedmieścia Wrocławia na południowy wschód od miasta, przy drodze krajowej 94 w kierunku Opola i niedaleko wschodniej obwodnicy Wrocławia. Okolica o niewielkim ruchu samochodowym	200
Mirków	51°09'56.2"N 17°09'37.1"E	Przedmieścia położone na północny wschód od miasta, w odległości około 12 km, położona wzdłuż drogi krajowej 98 w kierunku południowym. Okolica o niewielkim ruchu samochodowym	100

6 dni. Po upływie tego czasu zliczono wszystkie żywe osobniki i zmierzono ich długość, używając szkiełka mikrometrycznego i mikroskopu stereoskopowego. Test toksyczności uznano za prawidłowo wykonany, gdyż spełnione zostały następujące kryteria w próbkach kontrolnych: procentowa śmiertelność małżoraczków nie przekroczyła 20%, a średnia długość organizmów wzrosła o współczynnik 1,5 w porównaniu do początkowej średniej długości (Niyomanerat, Nakajima, Tobino & Yamamoto, 2017).

Analizy chemiczne

Oznaczono zawartość 12 pierwiastków: Mn, Ni, Cu, Zn, As, Rb, Sr, Ba, Cr, Mo, Mg, Al. W celu ich oznaczenia w pyłe drogowy próbki suszono przez 48 h w temperaturze 50°C, następnie sortowano w celu usunięcia większych zanieczyszczeń, a potem zważono (0,3–0,7 g).

Kolejnym etapem było trawienie próbek w mieszaninie 3 cm³ HNO₃ (65%) i 1 cm³ HF (40%) przez 6 min. Po tym czasie próby przeniesiono do kolb miarowych o pojemności 10 ml i zmierzono stężenia metali za pomocą płomieniowej spektrometrii atomowej z absorpcją z użyciem SpectrAA 880 (Varian) z lampami UltrAA. Stężenie metali w próbkach obliczono za pomocą wcześniej przygotowanych standardów Merck. Stężenie metali wyrażono w 1 ng metalu na 1 g suchej masy.

Wyniki i dyskusja

Próbki pyłów drogowych pobrane w centrum miasta oraz na terenach przemysłowych (przemysł rolno-spożywczy), tj. przy ul. Oławskiej i na Bielanach Wrocławskich, wskazują na silną toksyczność pyłów drogowych. Pył z Bielan Wrocławskich cechuje 100-procentowa śmiertelność małżoraczków,

TABELA 2. Wyniki testu OSTRACODTOXKIT F™
TABLE 2. Results of OSTRACODTOXKIT F™ test

Miejsce poboru próby Sampling site	Średnia długość organizmu, dzień 0 The average length of the body, day 0	Średnia długość organizmu, dzień 6 The average length of the body, day 6	Śmiertelność Mortality	Zahamowanie wzrostu Growth inhibition
	mm		%	
Kontrola	182	510	–	–
Most Grunwaldzki	191	300	0	76
ul. Legnicka	185	380	0	46
ul. Oławska	186	360	60	45
ul. Obornicka	196	370	0	44
ul. Gliniana	190	300	0	65
Bielany Wrocławskie	147	0	100	–
Maślice	154	470	0	15
Radwanice	199	470	0	18
Mirków	153	490	0	12

a z ul. Oławskiej 60-procentowa śmiertelność organizmów testowych. Śmiertelność na innych stanowiskach nie była obserwowana, chociaż odnotowano zahamowanie wzrostu małżoraczków, które wynosiło od 12 do 76% (tab. 2). Pył z ulic Legnickiej, Obornickiej i Glinianej cechuje stosunkowo duży procent zahamowania wzrostu małżoraczków (44–65%), co ma związek z dużym natężeniem ruchu w tych miejscach, gdyż są to drogi wylotowe miasta. Badania wykazały słabe zahamowanie wzrostu małżoraczków jedynie na przedmieściach Wrocławia (Radwanice, Maślice, Mirków). Ma to prawdopodobnie związek z mniejszym natężeniem ruchu na tych terenach, co zostało potwierdzone w obserwacjach. Badania prowadzone przez Watanabe i innych (2011) wykazały, że substancje toksyczne pochodzą głównie z ruchu drogowego. Z przeprowadzonych wcześniej testów toksyczności (Khanal, Furumai & Nakajima, 2014; Niyommaneerat i in., 2017) wynika, że czasami zróżnicowanie śmiertelności małżoraczków może być też spowodowane różnym czasem przechowywania bądź niejednorodnością próbek osadów, ponieważ drobne cząstki mogą akumulować wyższe stężenia substancji toksycznych niż cząsteczki piasku lub pyły gruboziarniste. Jednakże w omawianym przypadku czas przechowywania nie miał wpływu na poziom toksyczności, gdyż próbki były przechowywane tylko kilka dni przed rozpoczęciem badań. Jeśli chodzi o niejednorodność próbek, to badaniom poddano jedynie frakcję pyłu o średnicy mniejszej niż 63 μm , dlatego też można wykluczyć, że różnice śmiertelności mogły być spowodowane wymienionymi czynnikami.

TABELA 3. Stężenie metali w pyłe drogowym na stanowiskach badawczych [$\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$]
TABLE 3. Metal concentrations in road dust at sampling sites [$\text{ng}\cdot\text{g}^{-1}$]

Miejsce poboru próby Sampling site	Mn	Ni	Cu	Zn	As	Rb	Sr	Ba	Cr	Mo	Mg	Al
Most Grunwaldzki	47,68	9,45	27,84	5,32	3,42	7,70	541,83	81,47	12,49	20,24	5643,5	5,68
ul. Legnicka	0,68	5,25	26,78	11,07	1,46	3,86	166,45	40,21	2,54	24,97	2839	3,81
ul. Oławska	153,28	6,27	15,23	1,43	2,09	10,52	180,40	52,45	1,83	19,23	3710	7,29
ul. Obornicka	34,50	4,12	4,25	1,64	0,77	3,09	136,92	43,32	2,86	19,61	4396	0,67
ul. Gliniana	1,53	12,29	56,89	11,34	4,02	19,82	350,94	34,48	5,17	19,76	3003	4,24
Bielany Wrocławskie	21,56	4,99	22,02	6,66	2,35	1,65	100,88	26,16	1,80	12,21	3073,5	3,83
Maślice	193,21	7,00	14,16	5,45	2,67	6,40	293,26	45,77	3,82	15,32	4440	2,73
Radwanice	7,76	8,61	15,33	1,95	3,97	2,60	103,28	22,99	4,25	17,48	3511,5	3,21
Mirków	51,25	7,96	23,88	9,00	3,67	6,54	1061,54	63,05	14,32	12,28	4538,5	5,70

Zawartość metali w ekstrakcie wodnym badanych pyłów drogowych przedstawiono w tabeli 3. Pył drogowy pobrany z mostu Grunwaldzkiego cechował się wysokimi stężeniami badanych pierwiastków w stosunku do innych stanowisk, stężenie manganu wynosiło $47,68 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$, miedzi $27,84 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$, strontu $541,83 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$, baru $81,47 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$ (w tym punkcie poboru odnotowano najwyższe stężenie tego pierwiastka), a stężenie magnezu wynosiło aż $5643,5 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$, co sugeruje, że ten pierwiastek może pochodzić głównie z pyłu nawiewanego (Zechmeister i in., 2006). Duża zawartość wymienionych pierwiastków w pyłe drogowym pobranym w okolicy mostu Grunwaldzkiego znajduje potwierdzenie w szczególnie dużym natężeniu ruchu w tym miejscu, co znalazło bezpośrednie odzwierciedlenie w wynikach testu toksyczności na małżoraczkach. Zaobserwowano tam zahamowanie wzrostu badanej populacji skorupiaków na poziomie 76%. Pyły pobrane przy ul. Legnickiej cechuje z kolei duża zawartość miedzi, cynku, molibdenu i magnezu. Stężenie molibdenu osiągnęło tam wartość maksymalną ($24,97 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$) w porównaniu z innymi stanowiskami. Molibden jest pierwiastkiem występującym w stopach, elektrodach i katalizatorach wykorzystywanych w procesie rafinacji ropy naftowej. Jak wynika z obserwacji odnośnie zahamowania wzrostu badanych organizmów, wpływ wymienionych pierwiastków nie był aż tak toksyczny, ponieważ odnotowano 46-procentowe zahamowanie wzrostu małżoraczków. Z kolei pył drogowy pochodzący z ul. Oławskiej okazał się bardziej toksyczny od tego zebranego przy ul. Legnickiej, ponieważ odnotowano

tam 60-procentową śmiertelność skorupiaków przy jednoczesnym porównywalnym poziomie zahamowania ich wzrostu (pył z ul. Legnickiej powodował zahamowanie wzrostu na poziomie 46%, a z ul. Oławskiej na poziomie 45%). Jest to prawdopodobnie rezultat odnotowanych niższych stężeń metali ciężkich takich jak miedź, cynk czy molibden na tym stanowisku. Stwierdzono tam jednakże najwyższe spośród badanych stanowisk stężenie glinu ($7,29 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$), co może wpływać na śmiertelność skorupiaków i świadczyć o toksycznym oddziaływaniu glinu na organizmy żywe. Glin w pyłe drogowym może pochodzić m.in. z karoserii samochodowej. Na ul. Glinianej odnotowano z kolei maksymalne stężenie niklu ($12,29 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$) oraz miedzi ($56,89 \text{ ng}\cdot\text{g}^{-1}$). Stopy miedzi używane są do poprawy odporności na korozję i wytrzymałości części samochodowych, a nikiel może pochodzić ze spalania węgla, ropy, gazu lub z emisji przemysłowych (Chen, Lu, Li, Gao & Chang, 2014). Na tym stanowisku odnotowano również największą zawartość cynku spośród badanych pyłów, który może pochodzić ze zużycia opon samochodowych i z korozji ocynkowanych części samochodowych (Naderizadeh, Khademi & Ayoubi, 2016). Stwierdzone wysokie stężenia tych metali znalazły także odzwierciedlenie w zahamowaniu wzrostu skorupiaków, zaobserwowano stosunkowo duży procent zahamowania ich wzrostu (65%). Próbkami pyłów drogowych pochodzące z przedmieść Wrocławia (Radwanice, Maślice, Mirków) zawierają stosunkowo niskie stężenia metali ciężkich w porównaniu z pyłami zebranymi w centrum miasta (most Grunwaldzki, ul. Oławska) oraz rejonach

o dużym natężeniu ruchu (ul. Legnicka, ul. Obornicka, ul. Gliniana, Bielany Wrocławskie). Znalazło to odzwierciedlenie w obserwacji wzrostu małżoraczków. Stwierdzono bowiem, że znajdujące się w próbkach pochodzących z przedmieść oraz obszarów o małym natężeniu ruchu drogowego skorupiaki nie dość, że wszystkie przeżyły eksperyment (śmiertelność na tych stanowiskach wynosiła 0%), to w małym stopniu miały zahamowany wzrost.

Wnioski

Stwierdzono, że pył drogowy może mieć istotny wpływ na zahamowanie wzrostu oraz żywotność małżoraczków. Badania wykazały, że na obszarach o dużym natężeniu ruchu (ul. Oławska i Bielany Wrocławskie) śmiertelność skorupiaków była znacząca. Pył drogowy charakteryzował się wysokimi stężeniami badanych pierwiastków na skrzyżowaniach i w obrębie głównych dróg (ul. Oławska, most Grunwaldzki, ul. Legnicka, ul. Obornicka), co bezpośrednio wpłynęło na rozwój skorupiaków. Pył drogowy zebrany na przedmieściach Wrocławia (Maślice, Radwanice, Mirków) nie powodował śmiertelności małżoraczków i tylko nieznacznie wpłynął na ich rozwój (zaobserwowano niewielkie zahamowanie wzrostu). Po przeprowadzeniu badań stwierdzono, że test toksyczności chronicznej na skorupiakach jest przydatny do oceny toksyczności pyłu drogowego, który jest splukiwany z nawierzchni i wpływa na ekosystem wodny. Należy mieć na uwadze, że z tego typu pyłu mobilne formy metali i metaloidów migrują w dalszej kolejno-

ści do wód podziemnych i powierzchniowych. Szybka i prosta wskaźnikowa ocena toksyczności wymywanego pyłu jest więc narzędziem niezwykle przydatnym do oceny stopnia zanieczyszczenia wód na danym obszarze właśnie związkami metali pochodzącymi ze spływów powierzchniowych.

Literatura

- Chen, H., Lu, X., Li, L.Y., Gao, T. & Chang, Y. (2014). Metal contamination in campus dust of Xi'an, China: A study based on multivariate statistics and spatial distribution. *Science of the Total Environment*, 484, 27-35. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.03.026>
- Hwang, H.M., Fiala, M.J., Park, D. & Wade, T.L. (2016). Review of pollutants in urban road dust and stormwater runoff: part 1. Heavy metals released from vehicles. *International Journal of Urban Sciences*, 20(3), 334-360. <https://doi.org/10.1080/12265934.2016.1193041>
- Khanal, R., Furumai, H. & Nakajima, F. (2014). Toxicity assessment of size-fractionated urban road dust using ostracod *Heterocypris incongruens* direct contact test. *Journal of Hazardous Materials*, 264, 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.10.058>
- Naderizadeh, Z., Khademi, H. & Ayoubi, S. (2016). Biomonitoring of atmospheric heavy metals pollution using dust deposited on date palm leaves in southwestern Iran. *Atmosfera*, 29(2), 141-155. <https://doi.org/10.20937/ATM.2016.29.02.04>
- Niyommaneerat, W., Nakajima, F., Tobino, T. & Yamamoto, K. (2017). Development of a chronic sediment toxicity test using the benthic ostracod *Heterocypris incongruens* and their application to toxicity assessments of urban road dust. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 143, 266-274. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.05.011>
- Rogula-Kozłowska, W., Rogula-Kopiec, P. & Majewski, G. (2014). Udokumentowane skutki oddziaływania aerozolu atmosferycznego na środowisko. *Przegląd Naukowy – Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 23(3), 290-303.

- Shuhaimi-Othman, M., Yakub, N., Ramle, N.A. & Abas, A. (2011). Toxicity of metals to a freshwater ostracod: *Stenocypris major*. *Journal of Toxicology*, 2011, 136104. <https://doi.org/10.1155/2011/136104>
- Soldner, M., Stephen, I., Ramos, L., Angus, R., Wells, N.C., Grosso, A., Crane, M. (2004). Relationship between macroinvertebrate fauna and environmental variables in small streams of Dominican Republic. *Water Research*, 38(4), 863-874.
- Watanabe, H., Nakajima, F., Kasuga, I. & Furumai, H. (2013). Application of whole sediment toxicity identification evaluation procedures to road dust using a benthic ostracod *Heterocypris incongruens*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 89, 245-251. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2012.12.003>
- Watanabe, H., Nakajima, F., Kasuga, I. & Furumai, H. (2011). Toxicity evaluation of road dust in the runoff process using a benthic ostracod *Heterocypris incongruens*. *Science of the Total Environment*, 409(12), 2366-2372. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2011.03.001>
- Wolf, M. & Siedlecka, A. (2018). Variability of bacterial biofilms under environmental stress conditions in water supply networks – a review. *Transylvanian Review*, 36(31), 1-15.
- Zechmeister, H.G., Dullinger, S., Hohenwallner, D., Riss, A., Hanus-Ilmar, A. & Scharf, S., 2006. Pilot study on road traffic emissions (PAHs, heavy metals) measured by using mosses in a tunnel experiment in Vienna, Austria. *Environmental Science and Pollution Research*, 13(6), 398-405. <https://doi.org/10.1065/espr2006.01.292>

Streszczenie

Przykłady wykorzystania testu OSTRACODTOXKIT F™ do oceny zanieczyszczenia pyłami drogowymi metalami w aglomeracji wrocławskiej. Zanieczyszczenia obecne w pyłach drogowych, pochodzące z ruchu ulicznego takie jak WWA i inne związki organiczne czy metale ciężkie, są wymywane wraz z deszczem i dostają się do wód, ostatecznie kumulując się w osadzie dennym na wiele lat, tym samym zagrażając organi-

zmom wodnym oraz istotnie wpływając na jakość wód. Aby zbadać wpływ tych związków na zdrowie organizmów żywych, nie wystarczą tylko rutynowe badania chemizmu wód i badania osadów dennych, ponieważ do tego celu bardziej nadają się organizmy żywe. Z tego powodu chcąc poznać reakcję na tego typu zanieczyszczenia organizmów żywych, do badania toksyczności pyłów drogowych splukiwanych z dróg po raz pierwszy w Polsce zastosowano test toksyczności chronicznej OSTRACODTOXKIT F™, który polega na obserwacji rozwoju *Heterocypris incongruens* naturalnie występującego w osadach dennych. Małżoraczki *H. incongruens* wykorzystane w badaniach są bardzo wrażliwe na zanieczyszczenie metalami ciężkimi, stanowią zatem odpowiednie narzędzie do badania toksyczności pyłu drogowego wymywanego do fazy wodnej. Badania prowadzono w aglomeracji wrocławskiej (w centrum miasta i na przedmieściach), na stanowiskach różniących się intensywnością ruchu drogowego. Stwierdzono, że pył drogowy ma istotny wpływ na zahamowanie wzrostu oraz żywotność małżoraczek, ponieważ na obszarach o dużym natężeniu ruchu drogowego ich śmiertelność była bardzo duża, co korespondowało z podwyższonymi poziomami stężenia badanych pierwiastków na tych stanowiskach badawczych. Z kolei pył drogowy zebrany na przedmieściach Wrocławia nie powodował śmiertelności małżoraczek i tylko nieznacznie wpłynął na ich rozwój. Podsumowując, stwierdzono, że test toksyczności chronicznej OSTRACODTOXKIT F™ jest odpowiednim narzędziem do badania wpływu pyłów drogowych na ekosystem wodny.

Summary

The application of OSTRACODTOXKIT F™ test to assess metals contamination in road dust in Wrocław agglomeration. Pollutants present in road dust deriving from traffic, such as PAHs and other organic compounds or heavy metals, are

washed out with rain and get into the water bodies accumulating in sediments for many years and simultaneously posing a threat to aquatic life and significantly affecting water quality. To study the impact of these toxic compounds on the health of living organisms, routine tests of water and sediments chemistry are insufficient as studies based on living organisms are much more reliable. And therefore, in order to know the response of living organisms to road dust pollutants which enter the water bodies the chronic toxicity test OSTRACODTOXKIT F™ was used. This test is based on the observation of development of *Heterocypris incongruens* that normally lives in sediments. Ostracod, *H. incongruens* is very sensitive to heavy metal contamination, thus it is a very good tool to study toxicity of road dust washed out with rain into the water bodies. The research was conducted in the Wrocław agglomeration (in the city centre and suburbs) at sites differing in the intensity of car traffic. We observed that road dust had a significant effect on growth inhibition and death of ostracods, as highest growth inhibition and mortality in the busy areas occurred which also corres-

ponded with highest concentrations of studied elements at these sites. On the other hand, road dust collected in the suburbs of Wrocław did not cause death of *H. incongruens* and only slightly affected their development. In conclusion, we can state that the chronic toxicity test OSTRACODTOXKIT F™ is a suitable tool to study the impact of road dust on the aquatic ecosystem.

Authors' address:

Magdalena Wróbel
Justyna Rybak
(<https://orcid.org/0000-0002-3606-4220>)
Politechnika Wrocławska
Wydział Inżynierii Środowiska
ul. Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370
Wrocław
Poland

Wioletta Rogula-Kozłowska
(<https://orcid.org/0000-0002-4339-0657>)
Szkoła Główna Służby Pożarniczej w Warszawie
Instytut Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego
ul. Słowackiego 52/54, 01-629 Warszawa
Poland
e-mail: wrogula@sgsp.edu.pl