

Amelia STASZOWSKA¹

POZIOMY METALI CIĘŻKICH W KURZU DOMOWYM Z OBSZARU LUBLINA

HEAVY METAL LEVELS IN INDOOR DUST FROM HOUSEHOLDS OF THE LUBLIN AREA, POLAND

Abstrakt: Dostępne badania literaturowe wskazują, że kurz domowy może być zapadliskiem dla wielu niebezpiecznych substancji chemicznych występujących w powietrzu wewnętrznym, np. średniolotnych związków organicznych (perfluorowanych, bromoorganicznych antypirenów, pestycydów, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych), materii organicznej oraz metali, których pochodzenie może mieć charakter naturalny lub związany z działalnością człowieka. Kurz domowy może być szczególnie ważnym źródłem zatruc metalami ciężkimi wśród małych dzieci, które mimowolnie spożywają go w trakcie zabaw. W pracy przedstawiono charakterystykę potencjalnych źródeł metali ciężkich: Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn i ich poziomów w kurzu domowym, zebranych w 30 lubelskich mieszkaniach.

Słowa kluczowe: metale ciężkie, kurz domowy, powietrze wewnętrzne

Kurz domowy to mieszanina zarówno składników mineralnych, jak i organicznych: cząstek gleby, sadzy, pyłków roślinnych, zarodników pleśni, części insektów, roztoczy, ich wydzielin i wydaliny. Dodatkowo na kurz domowy składają się także pozostawione przez ludzi ślady, np. złuszczone naskórek, włosy, fragmenty ubrań, włókna tekstylne z mebli i ścian oraz sierść zwierząt domowych [1]. Kurz domowy rozpatrywany jest głównie jako źródło alergenów, natomiast nie docenia się jego roli jako swoistego rodzaju zapadliska dla wielu niebezpiecznych substancji chemicznych występujących w powietrzu wewnętrznym, np. średniolotnych związków organicznych, np. polichlorowanych bifenili, związków perfluorowanych, bromoorganicznych antypirenów, pestycydów, wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych. Ponadto stanowi rezerwuuar materii organicznej oraz metali, których pochodzenie może mieć charakter naturalny lub związany z działalnością człowieka [2]. Obecność w kurzu domowym metali, szczególnie metali ciężkich, może skutkować wieloma niepożądanymi efektami zdrowotnymi.

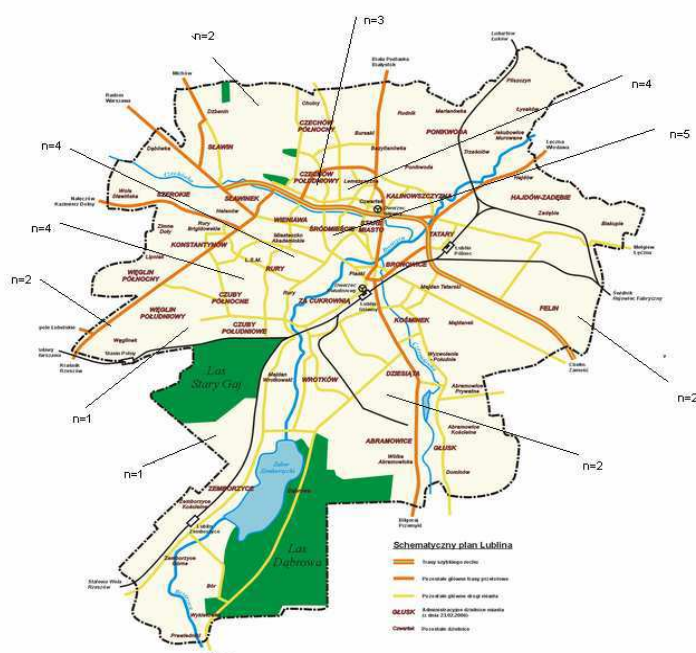
Kurz domowy stanowi szczególnie ważne źródło zatruc metalami ciężkimi wśród małych dzieci, które mimowolnie spożywają go w trakcie zabaw. Wśród możliwych rodzajów działalności, przemysłowej i pozaprzemysłowej, mogących być źródłem emisji metali ciężkich do środowiska, a pośrednio także kurzu domowego, należy wymienić m.in.: procesy związane z produkcją ciepła i energii elektrycznej (dominujące dla emisji Cr, Hg i Ni) oraz działalność przemysłową, w tym zwłaszcza hutnictwo, produkcję cementu i nawozów sztucznych.

Odrębną grupę źródeł, odpowiedzialnych zwłaszcza za emisję ołowiu, stanowił do niedawna transport [3]. Ważnym czynnikiem wpływającym na obecność metali ciężkich w pomieszczeniach mieszkalnych jest ich wyposażenie (materiał mebli, tkaniny) oraz wykończenie - czy są to materiały naturalne czy też sztuczne.

¹ Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 40B, 20-618 Lublin, tel. 81 538 44 04, email: a.staszowska@wis.pol.lublin.pl

Materiał i metody

Próbki kurzu do badań pobrano w maju 2009 roku z 30 gospodarstw domowych zlokalizowanych w różnych dzielnicach miasta Lublin zarówno w centrum miasta, przy ruchliwych arteriach komunikacyjnych, jak i w dzielnicach typowo mieszkalnych. Właściciele mieszkań byli proszeni o wypełnienie kwestionariusza - ankiety. Zawarte w nim pytania dotyczyły m.in. liczby mieszkańców, wieku mieszkania, jego kubatury i wyposażenia, typu ogrzewania, obecności i liczby zwierząt domowych oraz rodzaju aktywności mieszkańców, np. czy mieszkają tam osoby palące lub nie.



Rys. 1. Lokalizacja miejsc pobierania próbek na terenie miasta Lublin

Fig. 1. Distribution of sampling sites in Lublin

Kurz do badań pochodził z worków odkurzaczy używanych w poszczególnych mieszkaniach. Wiek kurzu w przybliżeniu wynosił około 2 tygodnie. Właściciele mieszkań byli proszeni o odkurzanie wszystkich pomieszczeń, które na co dzień są użytkowane. Po zebraniu próbek kurzu zostały one przetransportowane do Laboratorium Analiz Środowiskowych Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej. Następnie każda z próbek została przesiana i podzielona na frakcje, wykorzystując zestaw stalowych sit laboratoryjnych AS200 (Retsch GmbH & Co.KG. Haan, Niemcy) o średnicy oczek odpowiednio: 4 mm, 2 mm, 1,4 mm, 500 μm , 250 μm i 125 μm . Czas wytrząsania przyjęto jednakowy dla wszystkich 30 próbek. Wyniósł on 20 minut. Następnie każda z przesianych próbek kurzu została umieszczona w szklanym słoju ze szkła oranżowego i opatrzona

właściwą naklejką. Próbkę do czasu dalszych czynności analitycznych przechowywano w temperaturze pokojowej.

Proces mineralizacji próbek kurzu przeprowadzono, wykorzystując mineralizator mikrofalowy Microwave 3000 (Anton Paar). Z wysuszonych w 105°C próbek kurzu frakcji 125 µm odważono do naczyń reakcyjnych ok. 0,3 g kurzu i dodano 6 cm³ 70% HNO₃ (J.T. Baker), 1 cm³ 38% HCl (J. T. Baker) i 2 cm³ 30% H₂O₂ (POCh, Poland). Proces mineralizacji odbywał się w temperaturze 210°C i pod ciśnieniem maksymalnym 22,4 bar. Oznaczanie metali przeprowadzono przy użyciu techniki ICP-OES na aparacie Ultrace 238 (Jobin Yvon).

Wyniki i ich omówienie

Otrzymane wyniki badań zestawiono w tabeli 1. Wytypowane do badań metale ciężkie: Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn zostały oznaczone we wszystkich próbkach kurzu. Największe stężenia uzyskano dla cynku. Pozostałe metale występowały w stężeniach o rząd - dwa rzędu wielkości niższe.

Tabela 1
Stężenie metali ciężkich w próbkach kurzu domowego z miasta Lublin [µg/g s.m.]

Concentration of metals in household samples collected in Lublin [µg/g d.m.]

Parametr	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Liczba próbek	30	30	30	30	30	30	30
Min.	0,83	1,47	60,47	44	13	20	309
Max	4,51	7,48	137,24	137	61	131	935
SD	1,27	2,23	39,65	32,5	42	42	220
Średnia	2,07	3,76	53,55	86,9	62	62	564

Biorąc pod uwagę informacje zawarte w wypełnianych przez właścicieli mieszkań kwestionariuszach – ankietach, można stwierdzić, że metale ciężkie obecne w kurzu domowym zebrany z lubelskich mieszkań mają głównie pochodzenie antropogenne. Największy wpływ na stężenia metali miała lokalizacja mieszkania, jego wiek, wyposażenie oraz rodzaj systemu ogrzewania. Mniejszą rolę odgrywały aktywność mieszkańców, np. czy byli to osoby palące oraz czy w mieszkaniu przebywały zwierzęta domowe. Pomimo że Lublin nie ma charakteru miasta typowo przemysłowego, stanowi ważny węzeł komunikacyjny. Nasilony ruch uliczny generuje duże ilości m.in. cynku, który pochodzi ze ścierania opon pojazdów. Tym można wytłumaczyć tak duże jego stężenie w większości analizowanych próbek. Pozostałością transportu drogowego jest także obecność ołowiu, będącego składnikiem etyliny wykorzystywanej do 2001 roku na rynku paliw. W mieszkaniach dodatkowym źródłem ołowiu mogą być resztki starych farb oraz nowa stolarka okienna, gdzie związki ołowiu wykorzystuje się jako stabilizatory.

Obecność kadmu w kurzu domowym można tłumaczyć emisją z materiałów wykończeniowych znajdujących się w mieszkaniach, szczególnie dywanów, tkanin barwionych pigmentami zawierającymi związki kadmu. Ołów i kadm są także emitowane do powietrza zewnętrznego, a pośrednio do kurzu domowego z procesów spalania różnych rodzajów paliw. W Lublinie nadal wielu mieszkańców opala swoje mieszkania węglem

kamiennym. Energetyka oparta na węglu kamiennym jest podstawowym źródłem niklu, chromu i miedzi. W przypadku tych pierwiastków transport odgrywa marginalną rolę.

Porównując wartości liczbowe stężeń uzyskane dla warunków lubelskich i dostępne dane literaturowe (tab. 2), można stwierdzić, że w mieszkaniach lubelskich poziomy stężenie oznaczanych metali są znacznie niższe. Wynika to głównie z charakteru samego miasta. Jak wcześniej wspomniano, nie jest on dużym ośrodkiem przemysłowym. Dodatkowo Lubelszczyzna to obszar o rolniczym charakterze. Pozostałe miasta to typowe aglomeracje miejskie lub duże ośrodki przemysłowe.

Tabela 2
Porównanie uzyskanych średnich wartości stężeń metali ciężkich z danymi literaturowymi [$\mu\text{g/g}$ s.m.] [3-9]

Table 2
Comparison with means of other studies for heavy metals in household dust [$\mu\text{g/g}$ d.m.] [3-9]

Metal	Lublin (Polska, badania własne)	Warszawa (Polska)	Warszawa (Polska)	Sydney (Australia)	Ottawa (Kanada)	Taejon (Korea)	Hettstadt (Niemcy)	Riyadh (Arabia Saudyjska)
Liczba mieszkań	30	27	50	82	48	48	454	20
Rok badań	2009	1997	2003/ 2004	1999	2001	1998	1999	1996
Cd	2,07	-	3,22	4,4	4,4	-	2,6	2,0
Cr	53,55	81	134,5	83,6	75,4	-	-	69,2
Cu	86,9	121	123,41	147	170	128	-	271,1
Ni	62	33	40,78	27,2	53,6	-	-	52,9
Pb	62	131	23,52	389	232	178	127,9	639,1
Zn	564	1250	954,33	657	628	320	-	547,1

W przypadku warunków polskich dostępne są nieliczne dane literaturowe, ograniczające się jedynie do informacji o metalach ciężkich w kurzu domowym z warszawskich mieszkań z lat 1999 i 2006 (data publikacji). Lubelskie próbki kurzu zawierały wyższe stężenia ołowiu (prawie trzykrotnie wyższe) i niklu. Z kolei niższe poziomy odnotowano dla cynku, miedzi i chromu. Stężenie kadmu w obu miastach było podobne. Natomiast porównując zmiany zawartości analizowanych metali ciężkich w kurzu domowym miasta Warszawa, nie można przedstawić jednoznacznej zależności. O ile w ciągu 6-7 lat stężenie ołowiu zmalało o 80%, a cynku o 24%, to w przypadku pozostałych metali tendencja jest wzrostowa.

Podsumowanie i wnioski

Mając na uwadze, że mieszkaniec rozwiniętego kraju spędza około 90% swojego dziennego czasu w pomieszczeniach, a w mieszkaniu o powierzchni 150 m² rocznie może powstać 20 kg kurzu, uzasadnione wydaje się prowadzenie badania nad składem niechcianej aczkolwiek niedocenianej matrycy środowiskowej, jaką jest zwykły domowy kurz. Traktuje się go głównie jako źródło alergenów, natomiast nie docenia się jego roli jako swoistego rodzaju rezerwuaru dla wielu niebezpiecznych substancji chemicznych, m.in. metali ciężkich. W większości przypadków ich źródła w kurzu domowym mają charakter zewnętrzny i związany z przemysłową lub pozaprzemysłową działalnością człowieka. Uzyskane w trakcie badań wyniki pozwalają na stwierdzenie, że w aglomeracji lubelskiej metale ciężkie są powszechnym składnikiem kurzu domowego. Jednak ich

stężenia są znacznie niższe niż notowane w innych miastach Polski. Obecność i zakres stężeń oznaczony dla metali ciężkich wskazuje na ich związek z ruchem ulicznym oraz sektorem energetycznym (elektrociepłownie). Szczególnie wysokie stężenia odnotowano w próbkach kurzu z mieszkań zlokalizowanych blisko tras komunikacyjnych o dużym natężeniu ruchu oraz z dzielnic, gdzie dominowało ogrzewanie indywidualne (własne paleniska domowe).

Literatura

- [1] Morawska L. i Salthammer T.: *Indoor Environment: Airborne Particles and Settled Dust*. Wiley-VCH, Weinheim 2003.
- [2] Butte W. i Heinzow B.: *Rev. Environ. Contam. Toxicol.*, 2002, **175**, 1-46.
- [3] Jabeen N., Achmed S., Hassan S.T. i Alm N.M.: *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, 2001, **247**, 145-149.
- [4] Kim K.W., Myung J.H., Ahn J.S. i Chon H.T.: *J. Geochem. Explor.*, 1998, **64**, 409-419.
- [5] Chattopadhyay G., Lin K.C.P. i Feitz A.J.: *Environ. Res.*, 2003, **93**, 301-307.
- [6] Turner A. i Simmonds L.: *Sci. Total Environ.*, 2006, **371**, 74-81.
- [7] Jaradat Q.M., Momani K.A., Jbarah A.A.Q. i Massadeh A.: *Environ. Res.*, 2004, **96**, 139-144.
- [8] Al-Rajhl M.A. i Seaward M.R.D.: *Environ. Int.*, 1996, **22**, 315-324.
- [9] Lisiewicz M., Heimburger R. i Golimowski J.: *Sci. Total Environ.*, 2000, **263**, 69-78.

METAL LEVELS IN INDOOR DUST FROM HOUSEHOLDS OF THE LUBLIN AREA, POLAND

Faculty of Environmental Engineering, Lublin University of Technology

Abstract: Many studies have reported that household dust serves as a sink to hazardous substances including semivolatile organic compounds (perfluorinated compounds, brominated flame retardants, pesticides, PAHs), organic matter, and metals of both natural and man-made origin. Metal pollution in indoor dust, in particular heavy metals has been investigated from years in order to moderate elevation in children's blood and the unintentional ingestion of indoor dust. Generally, contamination of indoor dust by metals can be a result of industrial activity, automobile emission and other indoor sources, eg paints, devices etc. This study pays attention to the potential sources and levels of selected heavy metals distributed in the households of the Lublin area, Poland. The highest concentrations from investigated metals have been found for Zn, Cu, Cr, Pb and Ni, respectively.

Keywords: heavy metals, indoor air, house dust