

Doc. RNDr. Adriana EŠTOKOVÁ, Ph.D.,
Ing. Lenka KUBINCOVÁ,
Prof. RNDr. Nadežda ŠTEVULOVÁ, PhD.
Technická univerzita v Košiciach
Stavebná fakulta, Ústav budov a prostredia

Sledovanie výskytu kovov vo vnútornom prostredí – prípadová štúdia

Monitoring of Metals Incidence in Interior Spaces – Case Study

Recenzentka

MUDr. Ariana Lajčíková, CSc.

Významným faktorom zdravotného rizika pri pôsobení tuhých častíc je prítomnosť kovových prvkov, resp. ich zlúčenín. Kovy vo vnútornom prostredí budov môžu pochádzať z vonkajších zdrojov, ako sú napr. rôzne priemyselné procesy, spaľovanie a pod., ako aj vnútorných zdrojov (fajčenie, spaľovacie procesy, emisie zo stavebných materiálov). V tomto príspevku sú prezentované výsledky monitorovania výskytu kovov v odobratých sedimentovaných ako aj suspendovaných aerosólových časticiach vo väzbe na ich možný zdroj výskytu. V suspendovaných vzorkách tuhých častíc bol zistený vyšší výskyt kovov v porovnaní so sedimentovanými časticami.

Kľúčové slová: ťažké kovy, aerosól, PM, tuhé častice

Metal substances occurrence in aerosol particulate matter is considered to be a significant factor of health risk. Indoor air metal contamination is affected by contribution from outdoor particle penetration as well as indoor sources (smoking, emission from building materials and use products). This paper is aimed to metal substances investigation in indoor suspended and deposited particulate matter. Higher of content metal has been found in suspended particulate matter in comparison to the suspended aerosol.

Key words: heavy metals, aerosol, PM, particulate matter

ÚVOD

Negatívne účinky aerosólových častíc na ľudský organizmus sú všeobecne známe a prejavujú sa v závažnej miere najmä u mestskej populácie. Za jeden z najnebezpečnejších faktorov sa považuje chemické zloženie častíc a prítomnosť ťažkých kovov resp. ich zlúčenín v tuhých časticiach. Kovy vo vnútornom prostredí môžu pochádzať tak z vonkajších ako aj z vnútorných zdrojov. K vonkajším zdrojom okrem prírodných zdrojov ako sú pôda, horniny a minerály patria rôzne priemyselné procesy, napr. výroba železa a neželezných kovov, spaľovanie fosílnych palív a pod. [1], [2]. Za najvýznamnejšie vnútorné zdroje sú považované spaľovacie procesy (fajčenie) ale aj emisie zo stavebných materiálov.

V cigaretovom dyme bolo identifikovaných vyše 4000 chemických zlúčenín, vrátane 70 karcinogénnych látok obsahujúcich ťažké kovy arzén, kadmium a chróm [3]. Podobne boli zistené vyššie koncentrácie olova v miestnostiach, kde sa fajčilo, v porovnaní s nefajčiarskymi [4]. Zo stavebných materiálov je možné k zdrojom kovov zaradiť napr. náterové látky, kde najmä staré nátery môžu byť zdrojom olova a pár ortuti alebo glazúrované povrchy [5], [6], [7].

Cieľom práce je monitorovanie výskytu kovových prvkov a ich zlúčenín v tuhých časticiach odobratých z vybraného vnútorného prostredia budov v závislosti od ich potenciálneho zdroja.

Doc. RNDr. Adriana Eštoková, PhD. (1968) absolvovala vysokoškolské štúdium v odbore Anorganická chémia na Prírodovedeckej fakulte UPJŠ v Košiciach. Od roku 1998 pôsobí na Stavebnej fakulte Technickej univerzity v Košiciach na Ústave budov a prostredia ako vysokoškolský pedagóg. Je vyškolenou odborníčkou v odbore Environmentálne inžinierstvo. Vedecky sa orientuje na environmentálne hodnotenie stavebných materiálov vo väzbe na ich vplyv na kvalitu vnútorného prostredia budov, ako aj na biodeterioračné procesy stavebných materiálov.

Ing. Lenka Kubincová, (1971) absolvovala vysokoškolské štúdium na Stavebnej fakulte Technickej univerzity v Košiciach, kde donedávna pôsobila ako denný doktorand v odbore Environmentálne inžinierstvo. Jej dizertačná práca sa zameriava na

METÓDY

Monitorovanie koncentrácie tuhých častíc bolo uskutočnené v troch miestnostiach vybraného bytového domu v Košiciach. Na monitorovanie boli zvolené kuchyňa, obývací izba a pracovňa z pohľadu rôznych vnútorných zdrojov tuhých častíc. Hlavným vnútorným zdrojom tuhých častíc v obývacej miestnosti bolo fajčenie a tabakový dym. Plynový sporák a spaľovacie procesy boli považované za dominantný zdroj tuhých častíc v kuchyni. V pracovni sa nenachádzal žiaden významný vnútorný zdroj tuhých častíc, uvažovalo sa len s prenikaním tuhých častíc z vonkajšieho prostredia, poprípade interzonálnym transportom z ostatných miestností.

Odber tuhých častíc sa realizoval dvomi spôsobmi – vo forme sedimentovaných a suspendovaných tuhých častíc. Sedimentované tuhé častice boli odoberané pasívnou metódou počas 28 dní do Petriho misiek s priemerom 8,5 cm umiestnených na troch výškových úrovniach. Výsledky sledovania závislosti medzi nameranými koncentraciami a výškovou úrovňou odberu boli už publikované [8]. Množstvá sedimentovaných častíc boli vyjadrené ako plošné koncentrácie. Sedimentované častice z Petriho misiek boli kvalitatívne premiestnené do destilovanej vody a následne sa uskutočnila filtrácia za účelom stanovenia nerozpustného podielu tuhých častíc v sedimentovanej vzorke prachu. Hmotnosť nerozpustného podielu bola stanovená gravimetricky. Suspendované aerosólové častice boli monitorované vo dvoch frakciách – ako celková prašnosť (TSP) a jemnejšia frakcia PM10. Odber častíc sa realizoval na membránový filter (Synpor, veľkosť pórov 0,83 μm) s priemerom 35 mm odberovým zariadením VPS 2000

štúdiom mechanizmu depozície aerosólových častíc a možnosti predikcie ich výskytu vo vnútornom prostredí budov.

Prof. RNDr. Nadežda Številová, PhD. (1952) skončila VŠ vzdelanie v odbore chémia na Prírodovedeckej fakulte UPJŠ v Košiciach a pôsobila na Ústave geotechniky SAV v oblasti prípravy práškových látok mletím a charakterizácie vlastností partikulárnych látok. Svojimi prácami významne prispela k rozvoju slovenskej školy v oblasti analýzy a modifikácie štruktúry a vlastností jemnodisperzných sústav. Hlboké teoretické znalosti a bohaté experimentálne skúsenosti tvorivo uplatňuje v pedagogickej práci viac ako 10 rokov na Stavebnej fakulte TU v Košiciach. Od r. 2001 je profesorkou v odbore Environmentálne inžinierstvo. Jednou z jej prioritných vedeckých orientácií sú chemické škodliviny vo vnútornom prostredí budov s dôrazom na aerosóly.

(Envitech, Trenčín) s prietokom 600 l/hod po dobu 24 hodín, resp. odberovou hlavickou pre PM10. Výskyt suspendovaných častíc vo vnútornom prostredí bol vyjadrený vo forme hmotnostných koncentrácií, ktoré boli stanovené gravimetricky.

Hodnotenie výskytu kovov v jednotlivých odobraných vzorkách sa uskutočnilo pomocou AAS analýzy na zariadení SpectraAA-30 (Varian, Austrália). Fe, Zn, a Cu boli stanovené štandardným postupom v plameni acetylén-vzduch, Cd, Cr, Ni, Pb a Co boli stanovené v grafitových kvetách na prídavnom zariadení GTA 96. Obsah arzénu bol stanovený hydridovou metódou na prídavnom zariadení VGA 76.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky monitorovania sedimentovaných tuhých častíc v jednotlivých miestnostiach sú zhrnuté v tab. 1. Najvyššie plošné koncentrácie sedimentovaných častíc boli v súlade s očakávaním zaznamenané v kuchyni, pravdepodobne v dôsledku existencie dominantného vnútorného zdroja (plynový sporák – spaľovacie procesy). Najvyšší nerozpustný podiel sedimentovaných častíc vyjadrený ako podiel hmotnosti nerozpustných častíc a celkovej hmotnosti sedimentovaných častíc bol pozorovaný v obývačke. Významnú časť nerozpustného podielu sedimentovaných častíc reprezentovali textilné vlákna, vlákna z koberca a čalúneného nábytku.

Tab.1 Sedimentované tuhé častice a nerozpustný podiel v celkovom množstve

	Celkové množstvo sedimentovaných častíc		Nerozpustný podiel	
	[µg]	[µg/cm ²]	[µg]	[%]
kuchyňa	44,8 x 10 ³	570,70	17,06 x 10 ³	38,1
obývacia izba	27,6 x 10 ³	351,59	19,70 x 10 ³	71,4
pracovňa	21,7 x 10 ³	276,43	7,36 x 10 ³	33,9

Hmotnostné koncentrácie suspendovaných tuhých častíc odobraté z vnútorného prostredia vyjadrené ako celková prašnosť TSP a frakcia PM10 ako aj podiel koncentrácií frakcie PM10 ku celkovej prašnosti ilustruje tab. 2.

Tab. 2 Suspendované tuhé častice

	TSP [µg/m ³]	PM10 [µg/m ³]	PM10/TSP
kuchyňa	80,556	48,611	0,60
obývacia izba	114,583	55,556	0,48
pracovňa	59,028	31,944	0,54

Tab. 3 Obsah kovov v sedimentovaných a suspendovaných časticiach v jednotlivých sledovaných miestnostiach

		Koncentrácia kovov v odobratých časticiach		Percentuálny podiel kovov [%]	
		Sedimentované častice [µg/cm ²]	Suspendované častice [µg/m ³]	Sedimentované častice	Suspendované častice
Vápnik	kuchyňa	0,64	2,16	0,11	3,34
	obývacia izba	1,46	2,47	0,42	2,91
	pracovňa	2,06	1,56	0,75	3,49
Meď	kuchyňa	0,04	0,18	0,01	0,29
	obývacia izba	0,06	0,10	0,02	0,12
	pracovňa	0,07	0,16	0,02	0,36
Železo	kuchyňa	2,56	0,14	0,42	0,22
	obývacia izba	1,78	0,4	0,51	0,47
	pracovňa	4,73	0,14	1,71	0,31
Horčík	kuchyňa	0,22	0,41	0,04	0,63
	obývacia izba	0,5	0,51	0,14	0,60
	pracovňa	0,67	0,37	0,24	0,82
Zinok	kuchyňa	0,29	0,2	0,05	0,32
	obývacia izba	2,8	0,21	4,18	0,24
	pracovňa	0,91	0,2	0,28	0,46

Tab. 4 Obsah kovov v sedimentovaných a suspendovaných časticiach vyjadrený ako priemerná hodnota za všetky tri miestnosti

	Priemerná koncentrácia		Percentuálny podiel kovov [%]	
	Sedimentované častice [µg/cm ²]	Suspendované častice [µg/m ³]	Sedimentované častice	Suspendované častice
arzén	0,10	0,28	0,03	0,46
kadmium	0,03	0,07	0,01	0,11
chróm	0,04	0,10	0,01	0,17
nikel	0,05	0,14	0,015	0,23
olovo	0,09	0,24	0,03	0,4

Najvyššie hodnoty hmotnostných koncentrácií celkovej prašnosti ako aj frakcie PM10 boli namerané v obývacej izbe. Zastúpenie frakcie PM10 v celkovom množstve odobratého prachu sa v jednotlivých miestnostiach pohybuje od 48 do 60% ako je to vidieť z tab. 2.

Výsledky stanovenia vybraných kovov v sedimentovaných a suspendovaných tuhých časticiach sú zhrnuté v tab. 3 a 4.

Tab. 3 predstavuje koncentrácie kovov a percentuálne zastúpenie kovov v jednotlivých sledovaných miestnostiach.

V tab. 4 sú uvedené priemerné koncentrácie kovov zo všetkých troch miestností, pre ktoré odobraté množstvá neboli dostatočné pre individuálne stanovenie v každej z miestností.

Koncentrácie kovov v sedimentovaných prachoch sa pohybovali v rozmedzí od 0,03 µg/cm² do 4,73 µg/cm². Najvyššie koncentrácie boli zistené u železa, vápnika a zinku. Zistené koncentrácie Cr, Ni, Pb a As boli nízke a pohybovali sa v blízkosti detekčného limitu. S výnimkou zinku neboli zistené výrazné rozdiely výskytu kovov v jednotlivých miestnostiach. Hmotnostné koncentrácie kovov v suspendovaných tuhých časticiach boli stanovené v rozsahu od 0,07 µg/m³ (kadmium) do 2,47 µg/m³ (vápnik). Podobne ako u sedimentovaných častíc ani v prípade suspendovaných tuhých častíc neboli zaznamenané výrazné rozdiely v koncentráciách kovov v jednotlivých miestnostiach.

Percentuálne zastúpenie kovov vo vzorkách tuhých častíc odobratých z vnútorného prostredia je porovnateľný s hodnotami stanovenými vo vonkajšom prostredí [9]. Vyšší percentuálny podiel výskytu kovov v celkovej odobratej vzorke prachu bol zaznamenaný v suspendovaných tuhých časticiach (s výnimkou železa a zinku) v porovnaní so sedimentovanými časticami. Toto zistenie potvrdzuje poznatok, že v sedimentovaných časticiach sa vďaka gravitačnému pôsobeniu ako hlavnému mechanizmu depozície prednostne vyskytujú častice väčších rozmerov a že kovy sa kumulujú v jemnejších frakciách tuhých častíc [10].

ZÁVER

Pri monitorovaní výskytu ťažkých kovov sledovaných v sedimentovaných ako aj suspendovaných tuhých časticiach vo vnútornom prostredí budov neboli zaznamenané výrazné rozdiely koncentrácií kovov v jednotlivých sledovaných miestnostiach (s výnimkou zinku). Napriek predpokladom neboli zistené ani výrazne vyššie koncentrácie kadmia, chrómu, arzénu

nu a olova a nebola tak potvrdená dominancia tabakového dymu ako významného zdroja sledovaných ťažkých kovov. Vyšší podiel výskytu kovov bol pozorovaný v suspendovaných tuhých časticách v porovnaní so sedimentovanými tuhými časticami.

Výsledky prípadovej štúdie naznačujú potrebu ďalšieho monitorovania výskytu kovov a sledovania závažnosti jednotlivých zdrojov tuhých častíc a kovov vo vnútornom prostredí budov.

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia vedeckej grantovej úlohy VEGA č. 1/3342/06.

Kontakt na autorky: Adriana.Estokova@tuke.sk, Lenka.Kubincova@tuke.sk, Nadezda.Stevulova@tuke.sk.

Literatúra:

- [1] Environmental Protection Agency. Air Quality Criteria for Particulate Matter, USA, October 2004, EPA/600/P-99/002aF
- [2] Morawska, L., Salthammer, T. Indoor Environment: Airborne Particles and Settled Dust. USA: WILEY-INTERSCIENCE, John Wiley and Sons, 2004, 467 p.
- [3] Fowles J. et al.: Chemical Composition of Tobacco and Cigarette Smoke in Two Brands of New Zealand Cigarettes.. Prepared as part of a New Zealand Ministry of Health: August, 2003
- [4] Suna S, et al.: Assessment of cadmium and lead released from cigarette smoke. Nippon eiseigaku zasshi. *Japanese journal of hygiene* 1991 Dec; 46(5):1014-24.
- [5] Consumer Product Safety Commission, American Medical Association, Environmental Protection Agency and the American Lung Association, Indoor Air Pollution: Introduction for Health Professionals, CPSC Document #455
- [6] Številová, N. et al.: Obsah ťažkých kovov v prachoch odobratých z vnútorného prostredia budov. In: Zb. z 13. konferencie Vnútorná klíma budov. Bratislava: SSTP Bratislava, 2002. s. 125–130. ISBN 80-967479-5-9.
- [7] Številová, N. et al.: Monitoring and characterisation of indoor particulate matter. In: Air Quality – Assessment and Policy at Local, Regional and Global Scales: The 14th international conference, Zagreb: CAPP, 2003. p. 331-337. ISBN 953-6609-03-7.
- [8] Kubincová, L., Eštoková, A., Številová, N.: Aerosols Deposition onto Horizontally Oriented Indoor Surfaces – the case study, *Selected Scientific Papers*. Vol. 3, Issue 1, 2008
- [9] Bobro, M., Hančulák, J.: Jemnodispergované minerály vo voľnom ovzduší. Košice: SAV, 2006. ISBN 80-7166-044-2.
- [10] Asmi, A. et al.: Connection between ultra-fine aerosols indoors and outdoors in an office environment. In: Healthy buildings 2000: International conference, Helsinki, 2000 proceedings. p. 543-548. ■

* AICHEMA 2009 opäť po 3 letech

Největší světový veletrh chemické techniky, životního prostředí a biotechnologie AICHEMA se blíží. Již 29. ročník se koná opět po 3 letech ve Frankfurtu nad Mohanem, ve dnech 11. až 15. 5. 2009.

Jak bylo s potěšením oznámeno na tiskové konferenci 29. 1. 2009, je navzdory světové krizi závažně přihlášeno nejméně 4000 vystavovatelů z 50 zemí světa, což je pouhé 1,5 % pod účasti na minulém veletrhu v roce 2006.

Největší zájem vystavovatelů se soustřeďuje, jako již tradičně, na obor čerpadla, kompresory a armatury (včetně potrubí), kde bude vystavovat 944 firem. Laboratorní a analytická technika přitáhla 671 vystavovatelů; na dalších místech je měřicí, regulační a procesní technika (automatizace procesů) s 567 vystavovatelů, tepelné procesy (výroba energie, teplosměnné procesy, klimatizace aj.), výzkum a inovace, materiály a zkoušení materiálu, konstrukce chemických zařízení, bezpečnostní technika a ochrana zdraví při práci a speciální Chemické a biotechnologické regenerativní suroviny a nosiče energie a dalších 6 oborů.

Doprovodnou akcí veletrhu je kongres AICHEMA 2009 s téměř 1000 přednášek a s diskuzemi ze všech oborů pro přihlášené (s úhradou poplatku). Pozornost bude mj. věnována i způsobům nakládání s emisemi CO₂ včetně perspektiv jejich možného chemického zpracování.

Očekává se, že výstavu na ploše 140 000 m² navštíví 180 000 návštěvníků z celého světa. Další informace na: www.achema.de, případně u pořadatele Dechema e.V. na: www.dechema.de.

Pramen: Tisková informace veletrhu AICHEMA 2009, Dechema e.V., Frankfurt/Main.

(AB)