



národní  
úložiště  
šedé  
literatury

## **Metodika hodnocení zatížení vnitřního prostředí knihoven a archivů prachovými částicemi.**

Mašková, Ludmila  
2015

Dostupný z <http://www.nusl.cz/ntk/nusl-201325>

Dílo je chráněno podle autorského zákona č. 121/2000 Sb.

Tento dokument byl stažen z Národního úložiště šedé literatury (NUŠL).

Datum stažení: 22.05.2024

Další dokumenty můžete najít prostřednictvím vyhledávacího rozhraní [nusl.cz](http://nusl.cz) .

Ludmila MAŠKOVÁ, Jiří SMOLÍK, Jakub ONDRÁČEK

Ústav chemických procesů AV ČR, Praha, [maskova@icpf.cas.cz](mailto:maskova@icpf.cas.cz)

Cílem této práce bylo vytvoření metodiky vedoucí k zhodnocení zatížení vnitřního prostředí knihoven a archivů prachovými částicemi. Jednoduchým způsobem je použití pasivního vzorkovače, na kterém prach usazuje. K detailnější analýze byl vyvinut nový aerosolový spektrometr. Pomocí tohoto přístroje je možné zhodnotit dynamiku koncentrací prachových částic, odhalit intenzitu vnitřních zdrojů a stanovit vztah vnitřního a vnějšího prostředí. Měření je vhodné doplnit chemickou analýzou částic, pomocí které lze odhadnout možný vliv na materiály.

Obvyklými parametry, které jsou v muzeích, knihovnách a depozitářích sledovány, jsou většinou pouze teplota a relativní vlhkost, v některých případech intenzita UV záření a koncentrace některých plynných polutantů (Hatchfield, 2002). Ke znečištění však výrazně přispívají i prachové částice. Cílem této práce bylo vytvoření metodiky vedoucí k zhodnocení zatížení vnitřního prostředí knihoven a archivů prachovými částicemi za účelem snížení škod na uložených fondech, způsobených nepříznivými vlivy prostředí. Za tímto cílem byl vyvinut soubor postupů a nástrojů pokročilejšího monitoringu kvality vnitřního ovzduší.

#### METODIKA

Jednoduchým způsobem zhodnocení zatížení vnitřního prostředí prachovými částicemi je použití pasivního vzorkovače, na kterém se prach usazuje a jeho koncentrace se následně zjišťuje pomocí iontové chromatografie. Doposud vyvinuté pasivní vzorkovače prachových částic hodnotily pouze příspěvek hrubých částic a zcela zanedbávaly vliv submikronové frakce (Costa a Dubus, 2007; Lloyd a kol., 2007). Nově vyvinuté vzorkovače jsou exponovány v orientaci směřující nahoru a dolů, čímž umožňují posoudit jak celkovou depozici částic pomocí sedimentace a difúze na vzorkovač směřující nahoru, tak i depozici submikronových částic pomocí difúze na vzorkovač směřující dolů (Obr. 1).



Obr. 1: Příklad umístění pasivních vzorkovačů depozice prachových částic v depozitáři Jihočeské vědecké knihovny na Zlaté Koruně

K detailnější analýze byl vyvinut nový aerosolový spektrometr, který umožňuje měření rozdělení částic v širokém velikostním rozmezí od 20 nm do 20  $\mu$ m zároveň ve vnitřním i vnějším ovzduší. Pomocí tohoto přístroje je možné zhodnotit dynamiku koncentrací prachových částic, zjistit intenzitu vnitřních zdrojů a stanovit vztah vnitřního a vnějšího prostředí. Přístroj monitoruje zároveň kvalitu vnitřního i vnějšího prostředí, čímž eliminuje chybu měření více přístroji. Měření je vhodné doplnit chemickou analýzou částic, pomocí které lze odhadnout možný vliv prachových částic na materiály a detailněji popsat zdroje znečištění (Mašková a kol., 2014).

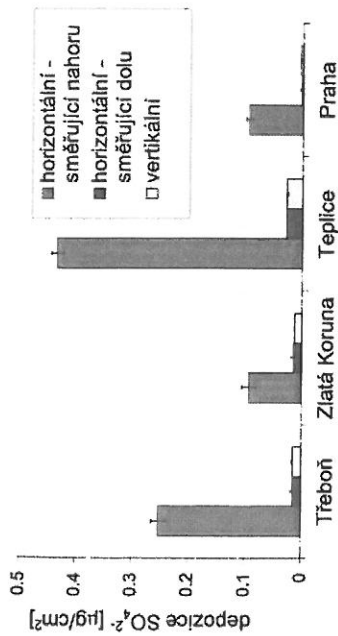
#### PŘÍPADOVÁ STUDIE

Metodika byla ověřena ve 4 typech archivů v průběhu různých ročních období. Měření probíhala na lokalitách, které reprezentují odlišné venkovní prostředí: (1) malá obec (Jihočeská vědecká knihovna na Zlaté Koruně), (2) malé město (Státní oblastní archiv v Třeboni), (3) průmyslová oblast (knihovna Regionálního muzea v Teplicích) a (4) velké město (Národní archiv v Praze). Tři z vybraných archivů byly přirozeně větrané (Třeboň, Zlatá Koruna a Teplice) a jeden byl vybaven ventilačním a filtračním systémem (Praha). Všechny archivy byly pro veřejnost uzavřené, kromě archivu v Praze, do kterého měly přístup malé skupinky návštěvníků. Veškeré další vnitřní aktivity v těchto prostorách byly velmi omezené.

#### Pasivní vzorkovače

Pasivní vzorkovače byly exponovány pod dobu jednoho roku, množství depozitu bylo sledováno stanovením koncentrace síranu amonného, který je jednou ze složek jemných a hrubých prachových částic, pomocí iontové chromatografie. Nejvyšší koncentrace síranu byly nalezeny na horizontálních vzorkovačích směřujících nahoru, což bylo způsobeno zejména depozicí hrubých částic pomocí sedimentace. Výsledky také

ukázaly, že jemné částice se mohou deponovat na veškeré dostupné povrchy knih a mohou pronikat i mezi jednotlivé listy (Obr. 2).



Obr. 2: Celková depozice síranu na pasivní vzorkovače

#### Vnitřní koncentrace

V jednotlivých lokalitách byly sledovány aerosolovým spektrometrem koncentrace částic jak ve vnitřním tak vnějším ovzduší. Výsledky ukázaly, že prakticky jediným zdrojem jemným částic v ovzduší archivů a deponií jsou částice pronikající dovnitř z vnějšího ovzduší a prakticky jediným zdrojem hrubých částic pak aktivita personálu a přítomnost návštěvníků. Vnitřní koncentrace jemných částic byly ve všech případech nižší než vnější, a to z důvodu ztrát při průniku částic obálkou budov a následnou deponici na vnitřní povrchy (knihy, police apod.)

Dalším důvodem byly i velmi omezené vnitřní zdroje. V přirozené větraných archívech se vnitřní početní koncentrace pohybovaly v řádech  $10^3$  částic/cm<sup>3</sup>, což je obvyklé pro městské přirozeně ventilované vnitřní prostředí bez vnitřních zdrojů. Ve filtrovaném archívu byly tyto koncentrace o řád nižší.

#### Zdroje

V jednotlivých lokalitách byly prachové částice odebrány na filtry a následně analyzovány na obsah vodorozpustných iontů (iontová chromatografie), prvků (PIXE) a na obsah organického a elementárního (saze) uhlíku (termo-optická metoda). Na základě přítomnosti typických prvků pak byly odhadovány možné zdroje.

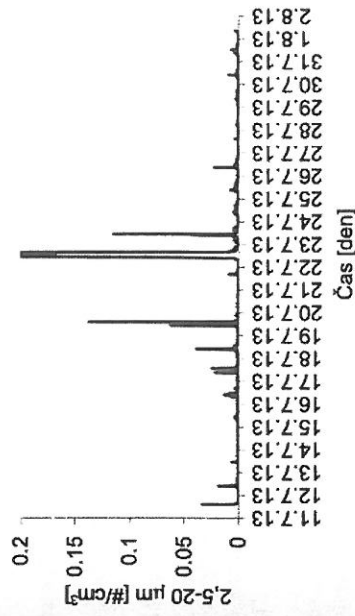
Draslík v jemné frakci je typickým markerem spalování biomasy (Rau a kol., 1989). Výsledky naznačují, že domácí topeniště jsou významným zdrojem částic ve vnitřním prostředí přirozeně větraných archivů v malých městech (Třeboň a Teplice), ale také v malé obci (Zlatá Koruna). V letních měsících pak na Zlaté Koruně bylo zdrojem pálení dřeva v táborových ohnících, zatímco na všech ostatních lokalitách se v tomto období hodnoty pohybovaly na hranici detekčního limitu. V Praze byly koncentrace těchto částic opět velmi silně redukovány díky filtračnímu systému.

Měď v hrubé frakci je typickým markerem pro automobilovou dopravu (Viana a kol., 2008). Tyto částice pocházejí z otěru brzd a různých částí motoru. Ze sezónní variability koncentrací tohoto prvku ve vnitřním prostředí knihoven vyplývá, že doprava představovala významný zdroj částic především v přirozeně ventilovaných městských

knihovnách (Třeboň a Teplice), zatímco ve filtrovaném městském archívu (Praha) byl vliv opět zanedbatelný. V archívu na Zlaté Koruně se doprava projevila jako významný zdroj částic pouze v průběhu letní turistické sezóny.

Koncentrace stopových prvků v jemné frakci byly ve vnitřním prostředí všech sledovaných knihoven většinou velmi nízké nebo pod detekčním limitem. Jedinou výjimkou byla knihovna v Teplicích, kde byly pozorovány několikanásobně vyšší koncentrace některých stopových prvků (Cr, Mn, Ni, Pb, Sr, Ti a Zr) než na ostatních lokalitách. Zmíněné kovy jsou v jemné frakci typické pro emise z průmyslu (Minguillon a kol., 2012).

Zvýšené koncentrace hrubých částic ve vnitřním ovzduší jsou typickým markerem pro vnitřní aktivity (Cassar a kol., 1999). Koncentrace hrubých částic (2,5-20 µm) v archívu v Praze vykazovaly periodický nárůst a pokles v závislosti na přítomnosti návštěvníků. To ukazuje návštěvníky jako zdroj těchto částic (Obr. 3).



Obr. 3: Časový průběh početních koncentrací hrubých částic velikostní frakce 2,5-20 µm ve vnitřním prostředí archívu v Praze

#### Vliv na materiály

Dominantní chemickou složkou jemných i hrubých částic na všech lokalitách byly organické látky (průměrně 67%). Tyto částice mohou způsobovat viditelné zašpinění povrchů (Baer a Banks, 1994; Brimblecombe a Grossi, 2004), ale mohou být i hygrokopické a přispívat tak k navlhání předmětů (Hatchfield, 2002). Elementární uhlík, který průměrně představoval 12% vnitřního prachu, může rovněž způsobovat zašpinění a tmavnutí povrchů (Baer and Banks, 1994; Brimblecombe and Grossi, 2004) a navíc má schopnost působit jako adsorbent pro plynné polutanty (Springmann a kol., 2009). Síran amonný, který reprezentoval zhruba 10% vnitřních částic, může být příčinou degradace barev (Brimblecombe, 1990) a v důsledku svých hygrokopických vlastností také způsobovat navlhání (Hatchfield, 2002). Hrubé částice, které představovaly asi 20% vnitřního aerosolu, mohou způsobovat abrazi povrchů (Nazaroff a Cass, 1991). V průměru 26% hrubých částic bylo tvořeno prvky zemské kůry, které mohou být rovněž původcem zašpinění (Baer and Banks, 1994; Brimblecombe and Grossi, 2004). Zhruba 2% částic představoval prach bohatý na železo. Tyto částice mohou hrát katalytickou roli při oxidaci oxidu siřičitého na kyselinu sírovou (Thomson, 1965), která je původcem barevných změn materiálů. Z těchto výsledků vyplývá, že zhruba 85% částic nalezených ve vnitřním prostředí archivů má potenciál působit

zašpinění povrchů, 20% slouží jako centrum kondenzace vlhkosti nebo adsorbce plynných polutantů, 20% může způsobovat abrazi a 15% představuje riziko pro stálost barev.

#### ZÁVĚR

Tato metodika je široce využitelná v muzeích, knihovnách, archívech, galeriích a deponitářích, neboť prachové částice představují velmi podstatný zdroj znečištění těchto prostor. Pasivní postup stanovení slouží především jako jednoduchá metoda k odhalení možných problémových lokalit, na které je třeba se zaměřit. Detailnější analýzu zdrojů a případného vlivu na uložené materiály pak poskytuje nový aerosolový spektrometr a studie chemického složení částic.

#### LITERATURA

- Baer, N.S., Banks, P.N. Indoor air pollution: Effects on cultural and historical materials. Care of collections. Londýn a New York: *Routledge*, 150-163, (1994).
- Brimblecombe, P. Review article: The composition of museum atmospheres. *Atoms. Environ.*, 24B, 1, 1-8, (1990).
- Brimblecombe, P., Grossi, C.M. The rate of darkening of material surfaces. *Air Pollution and Cultural Heritage*. Londýn, 193-198, (2004).
- Cassar, M., Blades, N., Oreszczyn, T. Air pollution levels in air-conditioned and naturally ventilated museum: a pilot study. Preprints of the 12th Triennial Meeting of the ICOM Committee for Conservation. Lyon: *International Council of Museums*, 1, 31-37, (1999).
- Costa, V., Dubus, M. Impact of the Environmental Conditions on the Conservation of Metal Artifacts: an Evaluation Using Electrochemical Techniques. Copenhagen: *National Museum of Denmark*, 63-65, (2007).
- Hatchfield, P.B. Pollutants in the Museum Environment, Practical Strategies for Problem Solving in Design Exhibition and Storage. London: *Archeotype Publications*, (2002).
- Lloyd, H., Bendix, C., Brimblecombe, P., Thickett, D. Dust in historic libraries. T., Borchersen, K. Padfield. Museum microclimates. Copenhagen: *National Museum of Denmark*, (2007).
- Mašková, L., Smolík, J., Vodička, P. Characterization of Particulate Matter in Different Archives. 15th Annual Conference of the Czech Aerosol Society, *Proceedings of 15th Annual Conference of the Czech Aerosol Society*, Valtice, Czech Republic, 30-31 October 2014, 65-66.
- Mingulion, M.C., Querol, X., Baltensperger, U., Prevot, A.S.H. Fine and coarse PM composition and sources in rural and urban sites in Switzerland: Local or regional pollution? *Sci.Total Environ.*, 427-428, 191-202, (2012).
- Nazaroff, W.W., Cass, G.R. Protecting museum collections from soiling due to the deposition of airborne particles. *Atmos. Environ.*, 25(5-6), 841-852, (1991).
- Rau, J.A. Composition and Size Distribution of Residential Wood Smoke Particles. *Aerosol Sci. Technol.*, 10(1), 181-192, (1989).
- Springmann, M., Knopf, D.A., Riemer, N. Detailed Heterogeneous Chemistry in an Urban Plume Box Model: Reversible Co-adsorption of O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>, and H<sub>2</sub>O on Soot Coated with Benzo[a]pyrene. *Atmos. Chem. Phys.*, 9, 7461-7479, (2009).

Thomson, G. Air pollution-a review for conservation chemists. *Stud. Conser.*, 10, 147-167, (1965).

Viana, M., Kuhlbusch, T.A.J., Querol, X., Alastuey, A., Harrison, R.M., Hopke, P.K., Winiwarter, W., Vallius, M., Szidat, S., Prévôt, A.S.H., Hueglin, C., Bloemen, H., Wählin, P., Vecchi, R., Miranda, A.I., Kasper-Giebl, A., Maenhaut, W., Hitztenberg, R. Source apportionment of particulate matter in Europe: a review of methods and results. *J. Aerosol Sci.*, 39, 827-849, (2008).