

## **Indikace znečišťujících látek a plísňové kontaminace v ovzduší jako významný faktor pro zlepšení stavu knihovních fondů v Národní knihovně ČR (výzkumný záměr-zpráva za rok 2005)**

### Charakteristika polutantů (znečišťující látky prostředí)

Jako polutanty se obecně označují ty látky, které se v daném prostředí (např. v atmosféře) vyskytují v míře přesahující jejich obvyklou koncentraci. Velké množství znečišťujících látek se do atmosféry dostává průmyslovou činností člověka, mohou však být i produktem přirozených biologických a geologických procesů. Polutanty, které jsou vypouštěny z nějakých zdrojů (tovární komín, výfuk automobilu ...) se nazývají emise. Poté, co dojde ke styku emisí například s vodními parami, prachem, půdou, organismy a jiným látkami, stávají se z emisí imise.

Polutanty se pak různými netěsnostmi v objektech (okna, dveře ...) mohou dostávat do prostředí interiérů nebo se v interiérech přímo produkují (domácí topeniště, úklidové přípravky ...), kde se pak podílejí na degradaci materiálů a poškozování lidského zdraví. Mohou se vyskytovat v plynné, kapalné i pevné fázi, jakožto částice (plynné, kapalné, pevné) rozptýlené v prostředí. Mezi nejvýznamnější znečišťující látky ve venkovním a vnitřním ovzduší patří prach, saze a plynné polutanty.

V rámci výzkumného záměru budou sledovány výskyty prachových částic a plyných polutantů v úložných prostorách různých objektů Národní knihovny ČR.

### Prach

Prach patří mezi pevné polutanty, což jsou dobře rozmělněné tuhé látky, rozptýlené v atmosféře v níž po jistou dobu setrvávají. Do ovzduší se dostávají při některých samovolných pochodech v přírodě nebo nejčastěji lidskou činností a jsou vždy vedle plyných a kapalných přímíšenin obsaženy v ovzduší. Významnou vlastností prachových částic je adsorpce plynů a slouží rovněž jako nosiče choroboplodných zárodků, spor plísní a jiných mikroorganismů. Prach proniká do interiérů z venkovního prostředí, kde vzniká např. při zpracování a těžbě surovin, vířením ze zemského povrchu atd. a v interiérech se pak obohacuje o další částice. Prach tak tvoří komplex pevných částic, který obsahuje : pevné částice z průmyslu a zemského povrchu, spory nebo mycelia plísní, bakterie či frakce jejich těl, roztoče a produkty jejich metabolismu, šupinky lidské kůže, vlasy, částičky textilií i potravin aj. Prach je tvořen pevnými částicemi o různé velikosti a doba po kterou se prach udrží v ovzduší závisí právě na velikosti jeho částic a na probíhajících činnostech. Částice větších rozměrů (větší než 10  $\mu\text{m}$  ) podléhají velmi rychle gravitaci, čímž rychle sedimentují na povrchy materiálů ve vnitřním prostředí. Menší částice (pod 10  $\mu\text{m}$ ) setrvávají následkem proudění v ovzduší řádově hodiny až desítky dnů než začnou sedimentovat na povrchy materiálu. Částice menší než 1  $\mu\text{m}$  již podléhají Brownovu pohybu a sedimentují jen po shluknutí ve větší celky a mohou být neustále přítomny v ovzduší. Mezi činnostmi, které mají největší vliv na zvýšení množství pevných částic v ovzduší interiérů patří pohyb vzduchu, osob a úklidové práce.

V závislosti na velikosti a tvaru jsou tyto pevné částice také vdechovány a mohou způsobovat alergické a jiné reakce nebo být deponovány v plicích. Větší částice (nad 100  $\mu\text{m}$ ) sedimentují velmi rychle a do dýchacích cest se prakticky nedostanou. Částice jejichž velikost je mezi 100 a 10  $\mu\text{m}$  jsou většinou zachyceny v horních cestách dýchacích, částice menší než 10  $\mu\text{m}$  pronikají do dolních partií dýchacích cest a částice menší než 2,5  $\mu\text{m}$  se dostávají až do plicních alveolů.

Pro měření prachových částic (tzv. měření prašnosti) je možno použít následující metody : sedimentační, termoprecipitační, elektroprecipitační a konimetrické. Při sedimentační metodě se využívá schopnosti sedimentace prachových částic a zjišťuje se množství usazených prachových částic na měřící sondě. Při precipitačních (srážecích) metodách se využívá vysrážení prachových částic v určitých roztocích za působení tepla (termoprecipitační ) nebo elektrického proudu (elektroprecipitační). Při konimetrické metodě jsou částice zachycovány na skle (nebo jiném materiálu) při průchodu vzduchu tryskou. Po nárazu na sklo se částice zachytí (usazení je někdy

podporováno pokrytím skla lepkavou hmotou). Počet částic na sklíčku se pak vizuálně počítá pod mikroskopem.

### Plynné polutanty

Plynné polutanty tvoří plynné částice rozptýlené v prostředí. Mezi nejvýznamnější plynné polutanty ve venkovním ovzduší patří oxidy síry (oxid siřičitý, oxid sírový ...), oxidy dusíku (oxid dusnatý, oxid dusičitý ...), oxidy uhlíku (oxid uhelnatý, oxid uhličitý ...) a ozón. U těchto plynných polutantů se pak v prostředí interiérů vlivem přítomnosti člověka (metabolismus, dýchání), činností člověka (domácí topeniště, úklid ...) a materiálovým vybavením interiéru zvyšuje jejich koncentrace a popř. se obohacují další znečišťující látky (formaldehyd, organické těkavé sloučeniny ...).

#### Oxidy síry (oxid siřičitý, oxid sírový ...)

Oxidy síry vznikají hlavně při spalování fosilních paliv (ropa, uhlí) a dostávají se do interiérů z venkovního prostředí a nebo přímo z interiérových topenišť na uhlí a naftu.

Oxidy síry mají dráždivý účinek na horní cesty dýchací projevující se kašlem, podílí se na respiračních infekcích horních cest dýchacích a na snížení plicních funkcí.

#### Oxidy dusíku (oxid dusnatý, oxid dusičitý ...)

Oxidy dusíku se dostávají do interiérů jednak z venkovního prostředí jako emise z automobilové dopravy a ze stacionárních zdrojů spalující fosilní paliva za vysokých teplot. Dalším zdrojem oxidů dusíku je používání plynu jako energetického zdroje pro vaření a vytápění nebo ohřev teplé vody.

#### Oxid dusnatý (NO)

Oxid dusnatý se váže na krevní barvivo za vzniku methemoglobinu a způsobuje zhoršené okysličování tkání.

#### Oxid dusičitý (NO<sub>2</sub>)

Oxid dusičitý snižuje imunitu organismu, protože poškozuje funkci makrofágů a umožňuje tak snadnější pronikání bakterií, virů a alergenů z prostředí. Vysoké koncentrace mohou způsobovat edém plic.

#### Oxidy uhlíku (oxid uhelnatý, oxid uhličitý ...)

#### Oxid uhelnatý (CO)

Hlavním zdrojem tohoto plynu ve vnitřním prostředí jsou domácích topenišť na tuhá paliva (nedokonalé spalování paliv), plynové spotřebiče bez odtahu, garáže v těsné blízkosti obytných prostor a kouření tabákových výrobků. Je to bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, který způsobuje ve vysokých koncentracích příznaky akutní otravy tím, že má schopnost vázat se na hemoglobin a zabráňovat tak okysličování krve.

#### Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)

Hlavním zdrojem tohoto plynu v interiéru je především člověk, jeho metabolismus, dýchací a termoregulační pochody. Oxid uhličitý dále v interiéru vzniká při spalování fosilních paliv a jakýchkoliv jiných látek obsahujících uhlík (topení na tuhá paliva). Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého v obytném prostředí je považována za indikátor neadekvátního větrání, přeplněnosti užívaného prostoru osobami nebo technickou závadou na zařízení pro vytápění. Vyššími koncentracemi oxidu uhličitého mohou způsobovat bolest hlavy, závratě a v krajní míře akutní otravy. Jeho velké množství ve venkovní atmosféře zapříčiňuje zadržování sluneční tepla a podílí se tak skleníkovém efektu.

#### Přízemní ozón (O<sub>3</sub>)

Přízemní ozón se do interiérů dostává z venkovního prostředí, kde vzniká chemickou reakcí mezi výfukovými plyny (zejména oxidy dusíku a těkavými organickými látkami) za účinku

slunečního záření. Zvýšené koncentrace ozónu mají dráždivý účinek a vyvolávají podráždění spojivek, nosní sliznice a průdušek. Vyšší koncentrace ozónu pak mohou způsobovat poruchy dýchání.

#### Formaldehyd (HCH)

Hlavním zdrojem formaldehydu ve vnitřním prostředí jsou stavební materiály použité v konstrukci budovy, zařizovací předměty jako nábytek, podlahoviny, koberce, tapety, dále kosmetické, čisticí a desinfekční prostředky používané v interiérech. Zdrojem formaldehydu jsou také domácí topeniště na uhlí a plyn a kouření. Formaldehyd je bezbarvý plyn se štiplavým zápachem, jehož vyšší koncentrace v prostředí způsobuje bolest hlavy, dráždění sliznice horních cest dýchacích (kašel), pálení a slzení očí.

#### Organické těkavé sloučeniny (VOCs)

Tyto látky se dostávají do interiéru jednak z venkovního prostředí a to především v oblasti hustého dopravního provozu a dalším zdrojem je kouření, používané čisticí prostředky, deodoranty, kosmetické přípravky, osvěžovače vzduchu, vonné oleje, nátěry, barvy a laky, koberce, podlahoviny, fungicidy, desinfekční, deratizační a dezinfekční prostředky.

Jsou to sloučeniny schopné tvořit fotochemické oxidanty reakcí s oxidy dusíku za přítomnosti slunečního záření. Jejich toxikologické vlastnosti a mechanismus působení na člověka se navzájem liší. Většinou se v neprůmyslovém prostředí nevyskytují izolovaně, ale jako suma sloučenin v podprahových koncentracích. V interiérech je možné identifikovat asi 2000 různých chemických sloučenin, jen však asi 50 se jich vyskytuje běžně, z nichž jen asi 10 má prokázané či předpokládané závažné zdravotní účinky.

#### Charakteristika vybraných prostor

Národní knihovna ČR v současnosti má uloženy knihovní fondy ve třech různých objektech (Klementinum /Praha/, Hostivař /Praha/, Neratovice), které se liší stářím, umístěním a skladovacími podmínkami. V těchto objektech byly vytipovány vhodné úložné prostory, kde bude probíhat měření prašnosti a polutantů. Vybrané úložné prostory se liší rozměrovými parametry, prostorovou orientací, prostorovým umístěním, prostorovým vybavením, způsobem ovlivňování vnitřní klimatu a některými dalšími faktory.

Měření prašnosti a polutantů bude probíhat také ve venkovním prostředí v blízkosti daných objektů.

#### Klementinum

Klementinum je komplex historických budov, jejíž základní stavba (kaple sv.Klimenta) se datuje do 11.století. V dalším období objekt Klementina sloužil jako dominikánský klášter, který postupně chátral. K největšímu stavebnímu rozmachu Klementina dochází v 16.století po příchodu jezuitů, kteří na troskách dominikánského kláštera začínají budovat jezuitskou kolej jakožto komplex církevních a školních budov. Od konce 18.století tato budova slouží již pouze jako knihovna. K dalším významnějším stavebním zásahům dochází až ve 30.letech 20.století, kdy jsou provedeny novodobé úpravy pro potřeby knihovny. Objekt je v současnosti tvořen úložnými prostory, studovny, provozními pracovišti, administrativními pracovišti a odbornými pracovišti. Objekt se nachází v samotném centru města.

#### ORST-Trezor 2

Trezor 2 je umístěn ve 2.nadzemním podlaží a tvoří malý prostor (35 m<sup>2</sup>) s orientací oken na sever. Prostor není vytápěn a klima v prostoru je upravováno pomocí zvlhčovače vzduchu.

#### ORST-Fantovka dolní

Fantovka dolní je umístěna ve 3.nadzemním podlaží, a tvoří prostor kolem 360 m<sup>2</sup> s orientací oken na západ a východ. Sklad je součástí úložného prostoru Fantovka, který je situován do dvou nadzemních podlaží a jednotlivá podlaží jsou oddělena roštovou podlahou. Fantovka dolní tvoří

prostor kolem 360 m<sup>2</sup> s orientací oken na západ a východ. Daný prostor není vytápěn a klima v prostoru je upravováno pomocí zvlhčovačů vzduchu.

#### ORST-Barokní sál

Barokní sál je umístěn ve 2.nadzemním podlaží a tvoří prostor kolem 800 m<sup>2</sup> s orientací oken na západ. Daný prostor není vytápěn a klima v prostoru je upravováno pomocí odvlhčovačů vzduchu.

#### SK-Trezor

Trezor je umístěn ve 4.nadzemním podlaží a tvoří prostor bez oken kolem 90 m<sup>2</sup>. Daný prostor není vytápěn, klima v prostoru není upravováno a výměna vzduchu se provádí pomocí ventilačního zařízení.

#### ODF-Sklep 022

Sklep je umístěn v 1.podzemním podlaží a tvoří prostor kolem 100 m<sup>2</sup> s orientací oken na sever. Daný prostor není vytápěn a klima v prostoru není upravováno.

### Hostivař

Jedná se o zděný objekt z roku 1996, který vznikl přebudováním a dostavbou předchozího objektu (výstavnická hala ze druhé poloviny 20.století). Objekt je v současnosti tvořen depozitářem a dále odbornými a administrativními pracovišti. Objekt se nachází v klidné části na okraji města. Venkovní prostředí v areálu objektu je ovlivňováno nedalekými zdroji průmyslového znečištění (spalovna, barvy laky ...) a automobilovou dopravou.

#### Depozitář-sklad 11A

Sklad je umístěn 1.nadzemním podlaží a tvoří prostor bez oken kolem 670 m<sup>2</sup>. Sklad je součástí depozitáře, který je situován do třech nadzemních podlaží a jednotlivá podlaží jsou oddělena roštovou podlahou. Daný prostor je na vhodné klima (teplota, relativní vlhkost) upravován pomocí automatického klimatizačního zařízení.

#### OM-Sklad mikrofilmů

Sklad je umístěn v 1.nadzemním podlaží . Sklad je bez oken a tvoří prostor kolem 115 m<sup>2</sup>. Daný prostor je na vhodné klima (teplota, relativní vlhkost) upravován pomocí automatického klimatizačního zařízení.

### Neratovice

Jedná se o zděný objekt ze druhé poloviny 20.století. Objekt je v současnosti tvořen depozitářem a několika provozními místnostmi. Objekt se nachází v klidné části města avšak v blízkosti zdroje průmyslového znečištění (Spolana) a vodního toku.

#### Depozitář-Sklad P1

Sklad je umístěn 1.nadzemním podlaží a tvoří prostor bez oken kolem 700 m<sup>2</sup>. Sklad je součástí depozitáře, který je situován do třech nadzemních podlaží a jednotlivá podlaží jsou oddělena roštovou podlahou. Daný prostor je na vhodné klima upravován topením, ventilačním zařízením a odvlhčováním.

### Charakteristika vybraných zařízení

#### Indikační kupóny

Na zjištění plynných polutantů v ovzduší interiéru byly vybrány indikační testovací kupóny od firmy Purafil (USA). Tyto kupóny tvoří skleněné pásky potažené z poloviny vrstvou stříbra a z poloviny vrstvou mědi. Při testování se kupóny umístí do zkoumaného prostředí a ponechají se zde po dobu 30-60 dnů. Znečišťující plyny vytvoří během testované doby na povrchu stříbrné a měděné plošky vrstvu koroze. Exponované kupóny se pak vyhodnotí v odborných laboratořích Purafilu, kde se určí přítomnost a množství plynných polutantů za sledovaný časový interval.

### Microdust Pro

Na zjištění prašnosti ovzduší interiéru byl vybráno zařízení Microdust Pro od firmy Casella (USA). Toto zařízení umožňuje měření prašnosti v reálném čase sedimentační metodou. Na stanovení koncentrace prachových částic se využívá rozptylových vlastností infračerveného světla při jeho průchodu měřicím zařízením. Zařízení pracuje v rozsahu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  až  $25\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , má automatické přepínání rozsahů, umožňuje záznam přes 15 700 měřených hodnot, má odnímatelnou sondu pro lokalizaci prašných zdrojů, umožňuje měření různých frakcí prachu, umožňuje gravimetrickou kalibraci, umožňuje napájení baterií nebo akumulátorů a součástí zařízení je i 32 bitový vyhodnocovací software WinDust pro.



### Použitá literatura :

Weber J. : Měření prašnosti ovzduší, 1. vydání, Ústav pro výzkum motorových vozidel, Praha (1963)

Hejhálék J. : Emise CO<sub>2</sub> a globální oteplování. Stavebnictví a interiér č. 8/2003 (2003)

Smolík, J. a kol.: Technika prostředí. 1. vydání, SNTL, Praha (1985).

Cone J.E., Hodgson M.J.: "Problem buildings" Building-Associated Illness and the Sick Building Syndrome, Hanley-Belfus, Philadelphia (1989).

Drahoňovská H., Komárek L., Svobodová T.: Erasmus ve spolupráci se Státním zdravotním ústavem, 1993.

Warneck P. : Chemistry of the Natural Atmosphere. International Geophysics Series Volume 41, Academic Press Inc., Londýn (1988).

Seinfeld J. H. : Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution. John Wiley & Sons, New York (1986).

Hobbs P. V. : Introduction to Atmospheric Chemistry. Cambridge University Press, Cambridge (2000).

Boestroem C. E. : Nitrogen Oxides in Ambient Air - Properties, Sources and Concentrations. Health Risk Evaluation of Nitrogen Oxides. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health (1993).

WHO : Environmental Health Criteria 188 Nitrogen Oxides. Second Edition. WHO, Ženeva (1997).

WHO : Air Quality for Europe. WHO, Kodaň (1987).

Vanoušková S. : Zhodnocení koncepce imisních limitů pro ochranu zdraví před účinky oxidu dusíku v české legislativě. Diplomová práce, ÚŽP PŘF UK Praha (2000).

Hunová I., Šantroch J., Klein O. : Životné podmienky a zdravie. Vedecko-odborná konferencia, Liptovský Ján-Bystrá (1997).

Šuta M. : Účinky výfukových plynů z automobilů na lidské zdraví. Český a Slovenský dopravní klub, Brno (1996).

Copalle A., Delmas V., Bobbia M. : Variability of  $\text{NO}_x$  and  $\text{NO}_2$  Concentrations Observed at Pedestrian Level in the City of Medium Sized Urban Area. *Atm. Env.* 35 (2001).

Symon K., Bencko V. : Znečištění ovzduší a zdraví. Avicenum (1998).

Pivnička K., Braniš M., Úvod do studia životního prostředí. Karolinum, Praha (1998)

Landsperský H.: Měření povrchu a velikosti částic práškových materiálů, SNTL Praha (1967)

Tölgýessy J.: Chémia, biológia a toxikológia vody a ovzdušia, Veda Bratislava (1989 )

Šimeček J.: Měření a hodnocení prašnosti na pracovištích, ČSVTS Praha (1980)

Jokl M.: Interní mikroklima, ventilační a klimatizační technika pro stavební inženýry I., skripta ČVUT Praha (1981)

Zpracoval : ing. Jan Francl  
pracovník Národní knihovny ČR