

Abstrakt

Atmosférický aerosol je všudypřítomnou součástí zemské atmosféry. Vztaženo na hmotu, přírodní zdroje aerosolů předčí antropogenní zdroje, které tvoří pouze 5 % celkového zatížení aerosoly (Jaenicke, 2008). Nicméně v průmyslových oblastech může tento podíl narůst až na 80–90%. Antropogenní zdroje jsou většinou spojeny s vysokoteplotními procesy, a proto v městském prostředí co do velikostního rozdělení aerosolů převažují tzv. ultrajemné částice - UFP ($d < 100$ nm). UFP mají nejvyšší poměr povrchu ku hmotnosti mezi ostatními aerosoly, a tudíž, vztaženo k hmotě částic, na sebe váží nejvíce znečišťujících látek. V neposlední řadě mají UFP vysokou účinnost depozice v dolních cestách dýchacích lidského organismu. Z výše uvedených důvodů byla tato práce zacílena na studium městského aerosolu s přihlédnutím k jeho časové a prostorové distribuci, dále k fyzikálním a chemickým vlastnostem a rovněž k identifikaci zdrojů, vše se zvláštním zaměřením na UFP.

V prvním článku předkládané disertační práce, který se zabývá znečištěním ovzduší v residenční části Ostrava-Radvanice a Bartovice, jež je v tomto směru evropským *hot spotem*, byl jako dominantní zdroj UFP identifikován průmysl. Vysoké početní koncentrace částic (NC) byly naměřeny v kouřové vlečce blízkého průmyslového závodu (1.4×10^5 částic cm^{-3}). UFP pocházející z kouřové vlečky se skládaly hlavně z nanočástic o velikosti 19–44 nm s obsahem až 4,5 % karcinogenních polycyklických aromatických uhlovodíků (PAH). Nanočástice z průmyslových zdrojů mají velmi krátkou životnost a rychle se akumulují, což vysvětluje jejich nabohacení PAH, jež představují na takto exponovaných lokalitách největší hrozbu. Tento nález umožní lépe odhadnout vliv průmyslových UFP na lidské zdraví, protože částice o průměru 20–40 nm mají dvakrát vyšší účinnost depozice v plicních alveolách než jiné UFP (Venkatamaran et al., 1999). Metodika měření vlivu zdrojů aerosolů se zaměřením na NC a velikostní rozlišení částic (SD), která je zde prezentována, kombinuje letecká i pozemní měření s vysokým časovým a prostorovým rozlišením. Takto ucelená strategie měření může být aplikována k identifikaci průmyslových zdrojů znečištění na exponovaných lokalitách po celém světě.

NC a SD se liší dle různých výšek mezní vrstvy zemské atmosféry (PBL). In situ měření vertikálního profilu v PBL, obzvláště ve výškách do 300 m nad zemí, nejsou častá. Jsou-li takováto měření prováděna pomocí vzducholodi, umožňují vyšetření vertikální distribuce částic ve spodní části troposféry s vysokým rozlišením v prostoru i v čase. Letecké měření

zmíněné v druhém článku odkrylo 2 teplotní inverzní vrstvy, a to ve výšce 70 a 120 m. Během časného rána byly hrubé částice o hmotnostních koncentracích do $50 \mu\text{g m}^{-3}$ akumulovány pod první vrstvou teplotní inverze, což odráželo vliv emisí zdrojů hrubých částic. Oproti tomu se UFP o koncentraci $2,5 \times 10^4$ částic cm^{-3} nacházely ve výškách mezi 90–120 m. Takovéto výsledky ukazují na původ částic v kouřové vlečce ze vzdáleného zdroje o vysoké emisní výšce, protože nárůst UFP při zemi nebyl zaznamenán. V poledne byl ve výškách 380–400 m zaznamenán strmý nárůst v koncentraci UFP až na $3,7 \times 10^4$ částic cm^{-3} . Protože zvrstvení PBL se v průběhu odpoledne pomalu vytrácelo a pozvolna se vyvíjelo turbulentní směšování, byla následně zaznamenána zvýšená koncentrace UFP při zemi a to o hodnotě $1,5\text{--}2 \times 10^4$ částic cm^{-3} . Tímto způsobem bylo možné na sledované lokalitě rozlišit různé zdroje UFP.

Na stejné lokalitě jako v prvním článku byla provedena i zevrubnější studie zaměřená na zdroje aerosolů v rozsahu velikostí částic 14 nm–10 μm (3. článek). Metodika uplatněná v této studii - aplikace Positive Matrix Factorization (PMF) na velikostní spektrum částic - umožnila identifikaci hlavních zdrojů přispívajících k NC a obzvláště k NC UFP. V ultrajemném rozsahu velikostí byly rozlišeny 2 faktory : průmyslové UFP (28 %, mód velikostního průměru počtu částic – (NMD) 45 nm) a průmyslové/čerstvé nanočástice z dopravy (26 %, NMD 26 nm). Tři faktory byly zjištěny v akumulačním rozsahu velikostí: průmyslové pozadí (24 %, NMD 93 nm), spalování uhlí (14 %, mód velikostního průměru objemu částic - VMD 0,5 μm) a regionální znečištění (3 %, VMD 0,8 μm), a dále jeden faktor hrubých částic: průmyslové hrubé částice/prach z dopravy (2 %, VMD 5 μm). Organické markery - homohopany korelovaly s faktorem spalování uhlí a levoglukosan s faktorem městské pozadí. PMF analýza chemického složení hmoty ($\text{PM}_{0,09\text{--}1,15}$) ukázala 4 faktory: sekundární anorganický aerosol/spalování uhlí/spalování biomasy (52 %), prach z dopravy (18 %), sintrování/výroba oceli (16 %), a výroba železa (16 %). Faktory v rozsahu ultrajemných částic mají pozitivní korelaci se sintrováním, výrobou oceli a železa. PAH naměřené během 24 hodin v PM_1 byly spojeny s faktorem spalování uhlí ($r^2 = 0,68$), s homohopany ($r^2=0,88$) a levoglukosanem ($r^2 = 0,67$). Nicméně 24 hodinové měření PAH není dostatečné pro identifikaci zdrojů a vyšší časové rozlišení je nutné k jednoznačnému určení zdrojů.

Fyzikální a chemické vlastnosti SD aerosolů jsou různé v čase a prostoru v návaznosti na aktuální meteorologické podmínky a zdroje. Čtvrtý rukopis článku se zabývá vlastnostmi SD se zaměřením na intermodální frakci. Na 4 lokalitách v České republice (průmyslově-obytná, předměstská-obytná a městská a předměstská) byly měřeny hmotnostní koncentrace a

chemické složení jemné, hrubé a intermodální frakce (1–2.5 μm) částic. Bylo zjištěno, že nejvyšší hmotnostní koncentrace s Fe jako převládajícím prvkem ve všech frakcích se nacházejí na nejexponovanější lokalitě (průmyslově-obytná). Navíc v případě nízké relativní vlhkosti $\text{PM}_{1-2.5}$ lépe odpovídá hrubé frakci PM. Na druhou stranu s vyšší relativní vlhkostí jemná frakce PM roste do intermodální frakce, a tudíž $\text{PM}_{2.5}$ představuje vhodnější indikátor.