

VLIV METEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK NA ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ SUSPENDOVANÝMI ČÁSTICEMI

Robert Skeřil, Jana Šimková, Gražyna Knozová

Český hydrometeorologický ústav, pobočka Brno, Kroftova 43, 61667 Brno

Abstract

THE METEOROLOGICAL CONDITIONS INFLUENCE ON AIR POLLUTION BY SUSPENDED PARTICLES
Meteorological conditions influence the concentration of suspended particles in air and also the particle size distribution. The study of the meteorological aspects of air quality is proceeding in micro-scale, where the concentration change are studied in minutes to days system, but also in macro-scale, where the annual averages are studied. The emphasis is on PM₁₀ fraction, which has the imission limit determined by the legislative for annual and 24hours concentration. In recent days becomes also the fraction PM_{2,5} very important. The imission limit for PM_{2,5} will be determined in next years.

Influence on suspended particles concentration and distribution was studied in Czech Republic air-quality monitoring network and also in campaign measure close to the important source of air pollution in the area characteristic for city Brno background. In this campaign the most recent technique was used. The suspended particle size distribution is very important from health risk rating point of view. In a simplified way the smaller is the aerodynamic diameter of the suspended particle the bigger is the risk of negative effect on human health.

The suspended particles size fraction PM₁₀, PM_{2,5} and PM₁ were studied by several methods, such as gravimetry, radiometry, nephelometry. Collected particles were chemically analyzed. The influence of measured suspended particles concentration and their size distribution on meteorological conditions (temperature, relative humidity) was studied.

Keywords: Suspended particles, meteorological conditions, PM10, PM2,5

Abstrakt

Meteorologické podmínky významně ovlivňují koncentraci suspendovaných částic v ovzduší. Studium vlivu meteorologických aspektů na kvalitu ovzduší probíhá jak na úrovni mikroměřítko, kdy jsou sledovány změny koncentrací v řádu minut až dní, tak v makroměřítko, kdy jsou hodnoceny roční průměry. Důraz je kladen především na frakci PM₁₀, která má legislativou stanovený imisní limit pro průměrnou roční a 24hodinovou koncentraci. V poslední době se však stále více zmiňuje rovněž frakce PM_{2,5}, pro kterou se imisní limit připravuje v následujících letech.

Kromě koncentrace se však také mění distribuce velikostních frakcí suspendovaných částic, což naznačují výsledky imisního monitoringu ČR a rovněž kampaňových měření v blízkosti významného zdroje znečištění ovzduší, nacházejícího se v oblasti charakterizující pozadí města Brna. V kampani byla využita nejmodernější přístrojová technika umožňující sledování částic PM₁₀, PM_{2,5} a PM₁. Distribuce suspendovaných částic je důležitá zejména z hlediska hodnocení zdravotních rizik, kde zjednodušeně platí, že se snižujícím se aerodynamickým průměrem suspendované částice roste riziko negativního působení na organismus.

Suspendované částice byly hodnoceny pomocí několika metod, jako je gravimetrie, radiometrie, nefelometrie. Částice byly dále analyzovány z hlediska jejich chemického složení. Byla sledována závislost naměřených koncentrací suspendovaných částic na teplotě, relativní vlhkosti vzduchu a dalších faktorech.

Klíčová slova: Suspendované částice, meteorologické podmínky, PM10, PM2,5

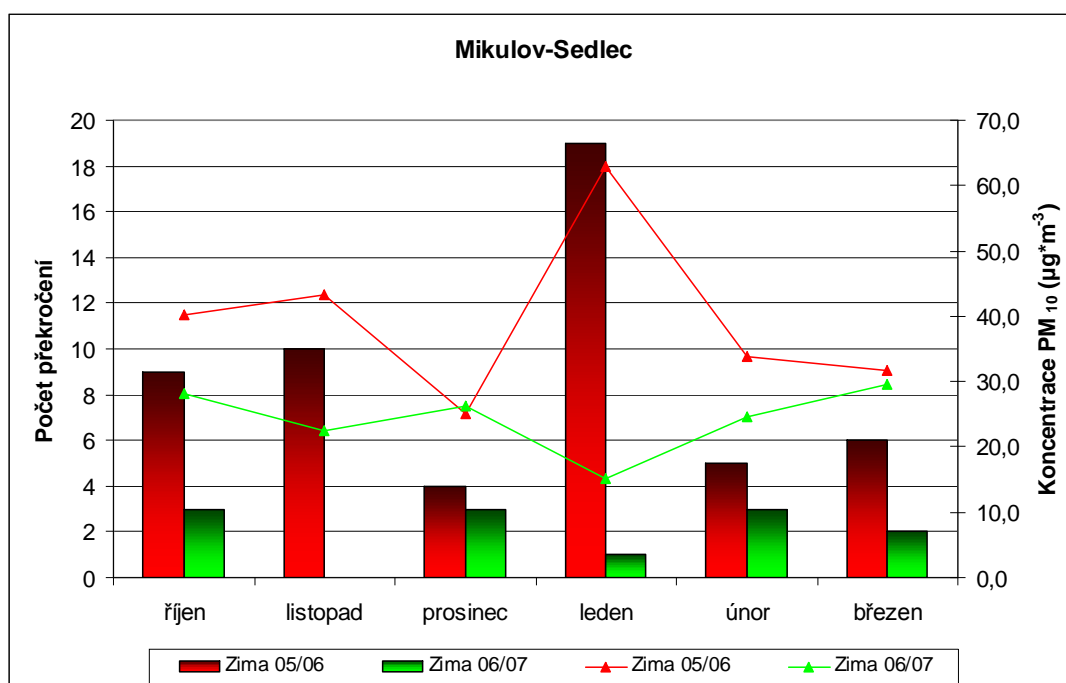
Úvod

Suspendované částice jsou v současné době považovány za nejproblematictější znečišťující látku v ovzduší, a to jednak z důvodu jejich velmi nepříznivých účinků na zdraví obyvatelstva a dále také proto, že se zřejmě jen obtížně podaří naplnit původní představy o snížení jejich koncentrací pod úroveň imisních limitů, stanovených evropskými směrnici a domácí legislativou. Tento nepříznivý vývoj dokumentují rovněž výsledky imisního monitoringu na území ČR. Suspendované částice jsou typickou imisní zátěží zejména větších městských aglomerací, kde jsou emitovány jak stacionárními, tak především mobilními zdroji. Zdravotní rizika, spojená se suspendovanými částicemi, se odvíjí od velikosti částic, jejich morfologie a chemického složení [1]. Imisní limity regulují koncentrace PM_{10} , v současné době se však dostávají do středu zájmu jemnější částice – $PM_{2,5}$ a PM_1 . Tyto de-

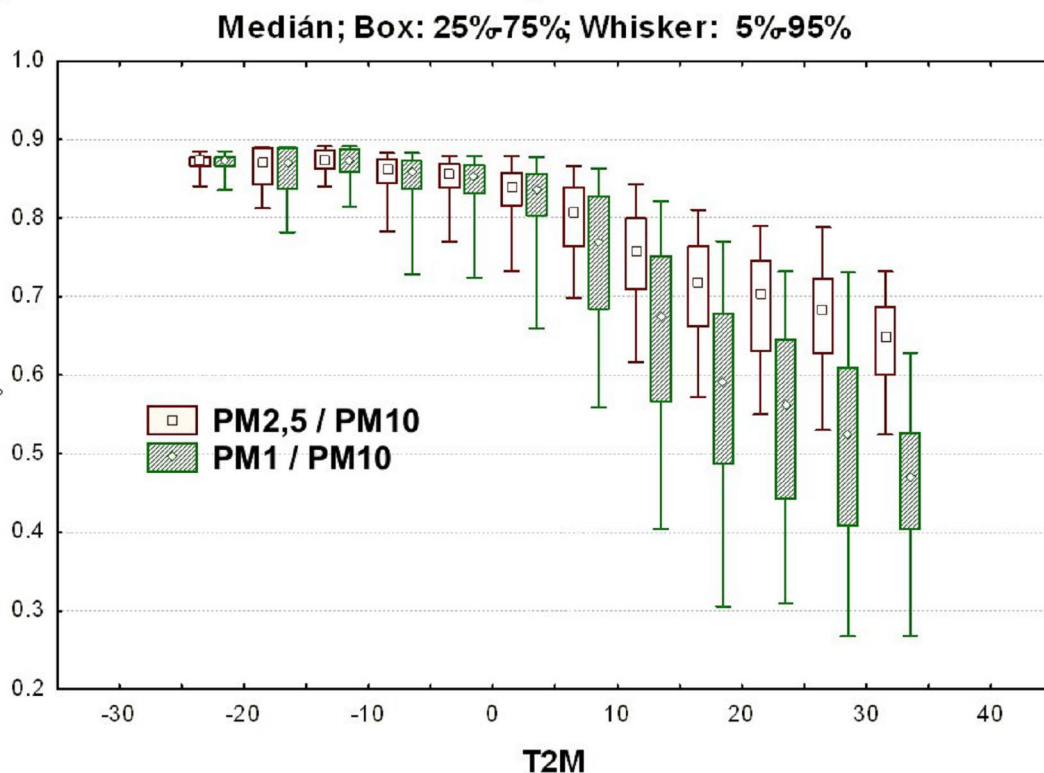
ponují v dolních cestách dýchacích a jsou považovány za jednu z hlavních příčin zvýšené nemocnosti a úmrtnosti, vyvolané znečištěným ovzduším.

Experimentální část

K analýze byla využita data ze stanic imisního monitoringu ČR, které měří koncentraci suspendovaných částic radiometrickou metodou pomocí přístroje Thermo ESM Andersen FH 62 I-R. Dále byly využity nízko-objemové vzorkovače Sven Leckel LVS3 / MVS6. V neposlední řadě pak byly využity analyzátory Grimm Aerosol Technik, GmbH Co. KG – Modely 180 a 190. Analyzátory Grimm pracuje na principu počítání částic prашného aerosolu různých velikostních frakcí pomocí metody ortogonální nefelometrie (měření rozptylu světla v úhlu 90°). Pro následnou chemickou analýzu bylo rovněž připraveno odběrové zařízení pro odběr suspendovaných částic do destilované vody.



Obr. 1 – Počet překročení a průměrné měsíční koncentrace v zimě 05/06 a 06/07 v lokalitě Mikulov - Sedlec



Obr. 2 Analyzátor Grimm – vliv teploty vzduchu na zastoupení frakcí PM_1 a $PM_{2,5}$ v celkové PM_{10} .

Dosažené výsledky

Počasi a meteorologické podmínky velmi významně ovlivňují kvalitu ovzduší. Z hlediska suspendovaných částic jsou velmi důležité rozptylové podmínky, teplota vzduchu, relativní vlhkost či rychlost a směr větru. Vliv uvedených meteorologických podmínek na koncentraci suspendovaných částic velmi dobře reprezentují epizody např. z počátku roku 2006, kdy kvůli silné inverzi a velmi nízké teplotě dosahovaly průměrné 24-hodinové koncentrace PM_{10} hodnoty kolem $200 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ a to i na pozadových stanicích bez ovliv. Z hlediska distribuce velikostních frakcí v závislosti na meteorologických podmínkách vychází práce z výsledků dlouhodobé analýzy velikostních frakcí suspendovaných částic, která probíhá na stanicích imisního monitoringu Praha – Mlynářka a Ostrava – Fifejdy, které byly kromě standardních analyzátorů Thermo ESM Andersen FH 62 I-R vybaveny rovněž analyzáto-rem Grimm.

nění blízkým zdrojem znečištění. Z hlediska legislativy např. na stanici Mikulov-Sedlec došlo v lednu 2006 k 19 překročením koncentrace $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ z 35 povolených NV č.597/2006 Sb. ČR. V lednu 2007 se špatné rozptylové podmínky prakticky nevyskytly, teploty byly oproti roku 2006 vyšší a na téže stanici Mikulov-Sedlec došlo pouze k jedinému překročení koncentrace $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ [2]. Graf (Obr. 1) ukazuje počet překročení (sloupcový graf) a průměrné měsíční koncentrace (spojnicový graf) v jednotlivých měsících zimy 05/06 a 06/07.

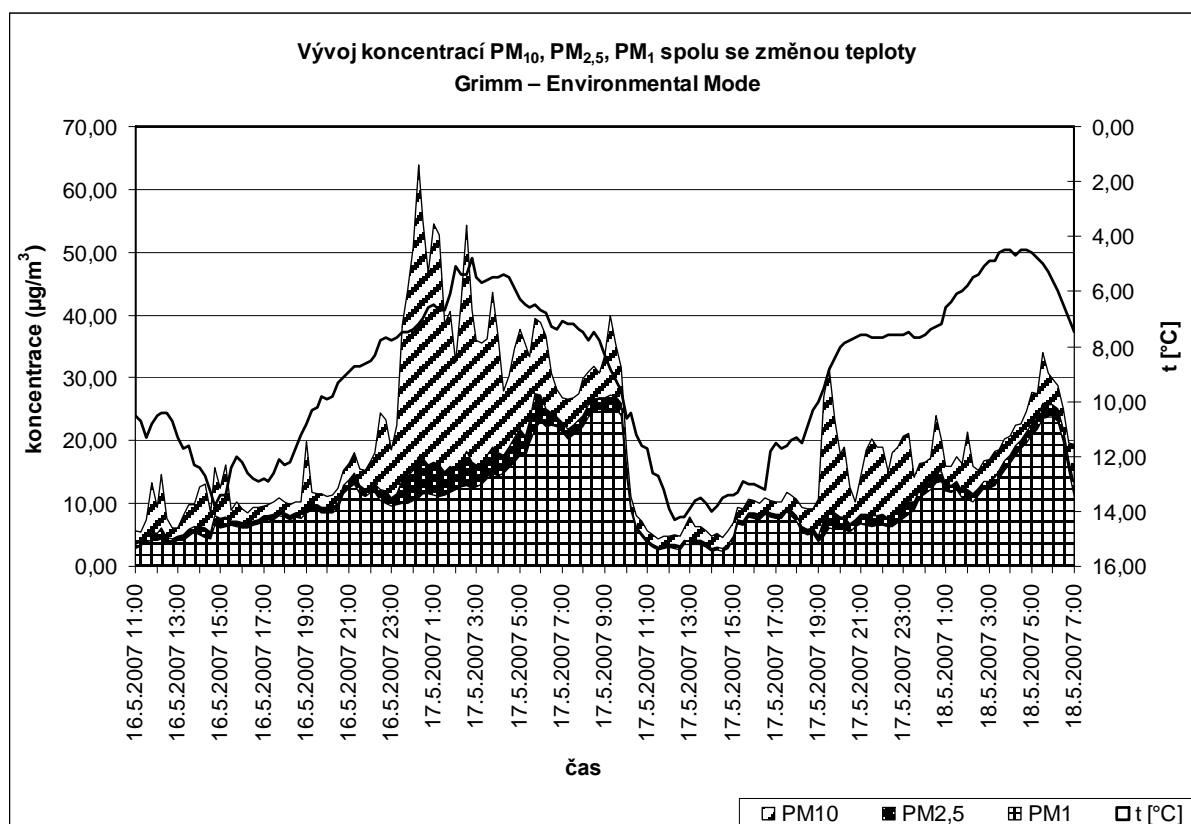
Z dlouhodobé analýzy vyplývá, že zastoupení frakcí PM_1 a $PM_{2,5}$ v celkové PM_{10} se mění s teplotou. S klesající teplotou roste podíl jemné frakce na celkové PM_{10} (Obr. 2). Pro nízké teploty je prakticky celá frakce $PM_{2,5}$ tvořena částicemi PM_1 s aerodynamickým průměrem pod $1 \mu\text{m}$, které jsou z hlediska zdravotních účinků hodny zvláštního zřetele. Podobně významnou se ukázala závislost rozložení podílů obou

frakcí v celkové PM_{10} na relativní vlhkosti vzduchu. Zastoupení jemné frakce v PM_{10} se zvyšuje s rostoucí relativní vlhkostí vzduchu a podíl PM_1 na $PM_{2,5}$ s rostoucí vlhkostí rovněž stoupá. V oboru hodnot relativní vlhkosti mezi 80 a 90% je prakticky celá $PM_{2,5}$ tvořena PM_1 [3].

V návaznosti na dlouhodobá měření se začaly provádět kampaňová ambulantní měření, jehož pilotní část probíhá v oblasti regionálního pozadí aglomerace Brno. Měření probíhá vždy 1 týden v měsíci. V blízkosti je významný zdroj znečištění, který provádí své vlastní měření kvality ovzduší, cca 5km je vzdálena stanice imisního monitoringu Brno-Tuřany, charakteristická stanice pro pozadí města Brna, měřící frakce suspendovaných částic PM_{10}

a $PM_{2,5}$. Měření probíhala rovněž při odstavce zdroje, nebo při měření emisí.

Z naměřených výsledků vyplývá, že koncentrace PM_{10} velmi dobře koreluje s teplotou vzduchu (Obr. 3). Velmi podobný graf byl vypracován i pro stanici imisního monitoringu Brno-Tuřany. Z dosavadních výsledků lze rovněž potvrdit skutečnost, že se změnou teploty se mění distribuce velikostních frakcí suspendovaných částic. Například při červencové kampani tvořila frakce PM_1 28% celkové PM_{10} , kdežto v říjnové to bylo již 63%. V případě červencové kampaně tvořila $PM_{2,5}$ zhruba 35%, v případě říjnové 67%. V obou případech tvoří PM_1 takřka celou frakci $PM_{2,5}$, avšak v říjnovém měření je tato skutečnost zřetelnější.



Obr. 3 Analyzátor Grimm – vývoj koncentrací suspendovaných částic spolu se změnou teploty.

Ze suspendovaných částic odebraných mokrou cestou byla dále provedena chemická analýza. Odběry probíhaly současně pro frakci PM_{10} a $PM_{2,5}$. V laboratořích pak byly stanoveny amonné ionty, chlori-

dové ionty, dusičnany, fluoridy, anorganické fosforečnany a sírany (Tab. 1). Z tabulky vyplývá, že koncentrace dusičnanů, fluoridů a anorganických fosforečnanů byly pod mezí detekce analyzátorů,

koncentrace chloridy a amonných iontů byla ve vybraných dnech pod mezí detekce, sírany byly detekovány vždy. Analýza rovněž nasvědčuje, že amonné ionty a

sírany tvoří především frakci PM_{2,5}, kdežto chloridové ionty převážně zastoupeny v hrubší frakci.

Tab. 1 Chemická analýza vzorků PM₁₀ a PM_{2,5} odebraných mokrou cestou.

Odběr	Amonné ionty μg*m ⁻³	Chloridy μg*m ⁻³	Dusičnany μg*m ⁻³	Fluoridy μg*m ⁻³	Fosforečnany μg*m ⁻³	Sírany μg*m ⁻³	V m ³
23.7.PM10	5,64	51,28	< 12,82	< 2,56	< 1,28	51,28	2,73
23.7.PM2,5	4,94	30,86	< 15,43	< 3,09	< 1,54	61,73	2,68
24.7.PM10	< 1,33	26,69	< 13,34	< 2,67	< 1,33	26,69	2,62
24.7.PM2,5	< 1,37	27,38	< 13,69	< 2,74	< 1,37	27,38	2,56
25.7.PM10	1,16	56,57	< 11,64	< 2,33	< 1,16	23,29	3,01
25.7.PM2,5	< 1,15	< 22,92	< 11,46	< 2,29	< 1,15	22,92	3,05
26.7.PM10	1,99	49,75	< 12,44	< 2,49	< 1,24	24,88	2,81
26.7.PM2,5	2,70	< 27,02	< 13,51	< 2,70	< 1,35	27,02	2,59

Závěry

Výsledky kampaňových ambulantních měření suspendovaných částic je možné velmi dobře korelovat se sítí imisního monitoringu ČR. Rovněž byla nalezena shoda s dlouhodobým měřením suspendovaných částic pomocí analyzátoru Grimm. Byly nalezeny závislosti koncentrace suspendovaných částic na teplotě, relativní vlhkosti či směru proudění větru. Teplota vzduchu se rovněž odráží v zastoupení jednotlivých velikostních frakcí suspendovaných částic.

Z výsledků vyplývá, že s klesající teplotou a rostoucí relativní vlhkostí roste koncentrace celkové PM₁₀. S klesající teplotou rovněž roste podíl ultra jemné frakce pod 1 μm.

Kromě odběru na filtry proběhnul speciální odběr mokrou cestou, při kterém byly suspendované částice odebírány do destilované vody a následně analyzovány na přítomnost jednotlivých iontů ve frakcích PM₁₀ a PM_{2,5}.

Poděkování

Tato práce byla podporována Grantovou agenturou akademie věd ČR v rámci grantu č. KJB307530701 – Výskyt letního a zimního smogu v klimatických podmínkách ČR.

Literatura

- [1] Pope III, C.A., Dockery, D.W.: Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. Air Waste Manage. Assoc., 56, 709-742 (2006)
- [2] Skeřil R., Elfenbein Z., Vývoj emisí a imisí prašných částic na území Jihomoravského a Zlínského kraje. Sborník Ovzduší 2007, 55-58. Brno 2007.
- [3] Keder J.: Rozbor výsledků kontinuálního měření spekter velikostí částic analyzátory Grimm. Sborník Ovzduší 2007, 165-169. Brno 2007.