

# VÝSKYT AEROSOLOVÉ FRAKCE PM<sub>2,5</sub> V OBDOBÍ ZIMNÍ INVERZE

## OCCURENCE OF AEROSOL FRACTION PM<sub>2,5</sub> DURING WINTER INVERSION

J. Dolejš, O. Toufar, J. Němečková, J. Knížek

Výzkumný ústav živočišné výroby Praha Uhřetíněves, Praha, Česká republika  
[dolejs.jan@vuzv.cz](mailto:dolejs.jan@vuzv.cz)

### Abstract

The measuring was realised 16.1. – 16.2.2006 by instrument Dusttrack. It was altogether 19 measurements, always during 24 hours. The analysis was focused on the conditions during measuring of this fraction concentration, i.e. in connection with characteristic weather and occurrence of absolute maxima and minima. Mentioned extremes were aggregated into 3-hour daily periods. The highest concentration of aerosol particles mainly of liquid character was recorded during the period with fog – 464.8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0.01$ ). This value of concentration is 14.4 times higher than the reference value. During the period without precipitation it was recorded on the average of 231.0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0.05$ ). The value was 7.2 times higher than concentration in the compared period. In the case of prevailing snowfall during the period the concentration of the follow-up aerosol was 148.0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0.001$ ). From point of view of daily occurrence of maximal concentrations of PM<sub>2,5</sub> aerosol fraction the highest frequency (n=6) was recorded at daily interval of 09–12 hours, i.e. 31.7 %. The following interval was interval of 06-09 hours (n=5), i.e. 26.3 %. Maxima occurrence was not recorded at interval of 21-06 hours, i.e. at night.

**Key words:** aerosol, PM<sub>2,5</sub> fraction, concentration, weather, aggregation

### Abstrakt

Měření bylo realizováno 16.1. – 16.2.2006 přístrojem Dusttrak. Bylo uskutečněno celkem 19 měření, každé po dobu 24 h. Analýza byla zaměřena na podmínky během měření této frakce, tj. ve spojení s charakteristickým počasím a se zaměřením na výskyt absolutních maxim a minim. Zjištěné extrémy byly agregovány do 3 hodinových denních period. Nejvyšší koncentrace aerosolových částic hlavně tekutého charakteru byly zaznamenány během mlhy – 464,8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0,01$ ). Tato koncentrace byla 14,4x vyšší než referenční hodnota. Během periody bez srážek bylo zaznamenán průměr 231,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0,05$ ). Hodnota byla 7,2x vyšší než koncentrace v porovnávací periodě. Během převažujícího sněžení v době periody byla koncentrace sledovaného aerosolu 148,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0,001$ ). Z hlediska denního výskytu maximální koncentrace frakce PM<sub>2,5</sub> byla největší četnost (n=6) zaznamenána v denním intervalu 09 – 12 hodin, tj. 31,7 %. Dále následoval interval 06 – 09 hodin s výskytem (n=5), tj. 26,3 %. Výskyt maxim nebyl zaznamenán v intervalu 21 – 06 hodin, tj. v nočních hodinách.

**Klíčová slova:** aerosol, frakce PM<sub>2,5</sub>, koncentrace, počasí, agregace

### ÚVOD

Znečištění ovzduší je předmětem pozornosti od doby, kdy průmyslový rozvoj společnosti začal vnášet, v důsledku jeho činnosti, do přírodního složení ovzduší další příměsi. Bylo prokázáno, že znečištění ovzduší má vliv na zdravotní stav obyvatel. Jedná se o řadu projevů, od zvýšení výskytu subjektivních potíží, přes změnu parametrů respiračního systému až po zvýšení úmrtnosti osob oslabených chronickým onemocněním respiračního a kardiovaskulárního ústrojí. Účinek prachových částic na organismus je závislý na složení, tvaru a velikosti. Částice nad 10  $\mu\text{m}$  se do dýchacích cest buď vůbec nedostanou, nebo jsou zachyceny v horních cestách dýchacích. Menší částice (pod 10  $\mu\text{m}$ ) pronikají do dolních partií dýchacích cest a ztěžují zde samočisticí mechanismy plic. Částice menší než 2,5  $\mu\text{m}$  se dostávají až do plicních alveol a negativně působí na funkční účinnost dýchání.

Podle současného vědeckého poznání dle van Leeuwena (1997), není možné pro prašný aerosol stanovit bezpečnou prahovou koncentraci, pod níž by nedocházelo k účinkům na lidské zdraví. Podle závěrů WHO je prašný aerosol látkou s bezprahovým účinkem.

V realizovaných epidemiologických studiích se dle Krzyzanovského at all (1998) objevuje větší závislost zdravotních účinků na koncentraci prachové frakce do 10  $\mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) než na TSP. Ještě vyšší korelaci vykazovala frakce  $\text{PM}_{2,5}$ . Dle WHO je dokonce možné použít koncentrace této frakce k predikci zdravotních účinků. Sledováním emise aerosolových částic  $\text{PM}_{10}$  ve venkovním ovzduší se zabývá Evropská norma 12341 – Kvalita ovzduší – stanovení frakce  $\text{PM}_{10}$  aerosolových částic.

## MATERIÁL A METODIKA

Místo měření: Praha Uhřetěves, areál klimatizované stáje-Účelové hospodářství VÚŽV Uhřetěves – jihovýchodní okraj Prahy

Souřadnice: 50°02'18,04'' N

14°36'54,29'' E

Přístroj byl umístěn v meteorologické budce – 2 m nad úroveň terénu

Doba měření: 16.1. – 16.2.2006

Celkem 19 měření. Měření vždy v průběhu 24 h.

Prostředky měření: přístroj Dusttrak – (TSI – USA)

Pracuje na principu odrazu laserového paprsku od aerosolových částic v měřicí komůrce, s následným elektronickým vyhodnocením. Pro uvedená měření byla použita vstupní tryska 2,5  $\mu\text{m}$ . U přístroje byla nastavena časová konstanta 10 s a interval ukládání do paměti přístroje 5 minut. Výstupní data byla zpracována firemním softwarem. Výsledkem byl protokol o každém měření se základními statistickými daty (průměr, absolutní maximum a minimum hodnot koncentrace, včetně záznamu doby jeho výskytu. Součástí software bylo i zpracování grafického záznamu z průběhu měření.

Analýza výsledků: Byla zaměřena na podmínky při měření koncentrace této frakce, tj. ve spojení s charakteristickým počasím a na výskyt absolutních maxim a minim. Uvedené extrémy byly agregovány do 3h denních period. Rozdíly v koncentraci aerosolu mezi periodami s charakteristickým počasím a referenční periodou byly zpracovány t- testem. Analýza zaměřená na směr a rychlost proudění vzduchu nepřinesla relevantní výsledek.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### 1. Analýza dle charakteristického počasí při měření

Byla zvolena referenční perioda v období 6.– 10.2.2006 s průměrnou koncentrací 32,3  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , po přechodu studené fronty. Další období – bez srážek, se srážkami (děšť, sněžení) a mlha. Četnost uvedených období byla 4 (3) měření. Přehled je uveden v tabulce 1.

Nejvyšší koncentrace aerosolových částic převážně tekutého charakteru byla zaznamenána v období s mlhou – 464,8  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0,01$ ). Tato hodnota koncentrace je 14,4x vyšší než referenční hodnota. V období bez srážek bylo zaznamenáno průměrně 231,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0,05$ ). Hodnota byla vyšší 7,2x než koncentrace ve srovnávaném období. Během převažujícího sněžení v době periody byla koncentrace sledovaného aerosolu 148,0  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  ( $P \leq 0,001$ ), což bylo cca 4,6x vyšší koncentrace. Nejméně se od referenčního období odchyloval průměr při dešti – 80,5  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  bez statistické významnosti, což bylo více cca 2,5x.

**Tabulka 1. Analýza dle podmínek výskytu (Analyse of occurrence conditions)**

Podmínky <sup>1)</sup>	n	$\bar{x}$ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	Statistická významnost <sup>2)</sup>		index Ref.=1,000	SD <sup>3)</sup>	V (%)
			p =	$P \leq x$			
Referenční <sup>4)</sup>	3	32,3	-	-	1,000	6,028	18,7
Mlha <sup>5)</sup>	4	464,8	0,0011	0,01	14,390	71,140	15,3
bez srážek <sup>6)</sup>	4	231,0	0,0109	0,05	7,151	71,199	30,8
Děšť <sup>7)</sup>	4	80,5	0,1995	NS	2,492	58,76	73,0
Sněžení <sup>8)</sup>	3	148,0	0,00004	0,001	4,582	3,606	2,4

Legend: <sup>1)</sup> conditions, <sup>2)</sup> statistical significance, <sup>3)</sup> standard deviation, <sup>4)</sup> referential, <sup>5)</sup> fog, <sup>6)</sup> without precipitation, <sup>7)</sup> rainfall, <sup>8)</sup> snowfall

## 2. Analýza z hlediska výskytu maxim a minim v průběhu 24 h

Z hlediska denního výskytu maximálních koncentrací aerosolové frakce  $PM_{2,5}$  byla nejvyšší četnost ( $n=6$ ) zaznamenána v denním intervalu 09 – 12 hodin (31,7 %). Následoval interval 06 – 09 hodin ( $n=5$ ), tj. 26,3 %. Znamená to tedy, že v intervalu 06 – 12 hodin se vyskytlo 58 % zjištěných maxim koncentrace  $PM_{2,5}$ . Další vrchol výskytu maxim byl interval 18 – 21 hodin ( $n=4$ ), tj. 21,1%. Výskyt maxim nebyl zaznamenán v intervalu 21 – 06 hodin, tj. v nočních hodinách.

Nejvyšší podíl minim byl v intervalu 15 – 18 hodin ( $n=7$ ) – 36,8 %. Následovalo období 06 – 09 hodin ( $n=4$ ), tj. 21,1 %. Z tohoto pohledu je uvedený denní interval značně rozporný, protože zároveň se v něm vyskytl stejný počet maxim – 21,1 %.

### Tabulka 2. Relativní četnost maxim a minim v průběhu dne

Relative frequency of maxima and minima during 24 hours

časová perioda <sup>1)</sup>	maximum			minimum		
	n	%	pořadí <sup>2)</sup>	n	%	pořadí
09 - 12	6	31,7	1	1	5,3	
12 - 15	2	10,5	4 - 5	2	10,5	3 - 5
15 - 18	2	10,5	4 - 5	7	36,8	1
18 - 21	4	21,1	3	2	10,5	3 - 5
21 - 24	0	0		0	0	
00 - 03	0	0		2	10,5	3 - 5
03 - 06	0	0		1	5,3	
06 - 09	5	26,3	2	4	21,1	2
celkem	19	100		19	100	

Legend: <sup>1)</sup> time period, <sup>2)</sup> order,

Pořadí výskytu maxim a minim koncentrací aerosolu  $PM_{2,5}$  je uvedena v tabulce 3 a graficky pak na grafech 1 a 2.

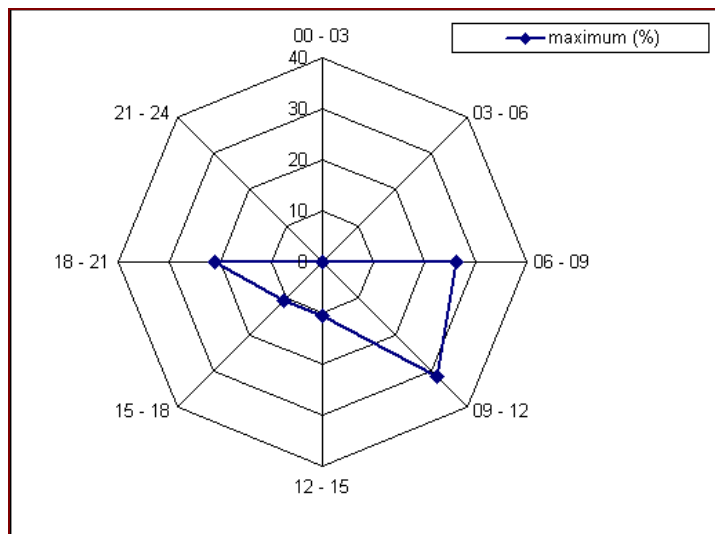
### Tabulka 3. Integrace denního výskytu

Integration of occurrence during day

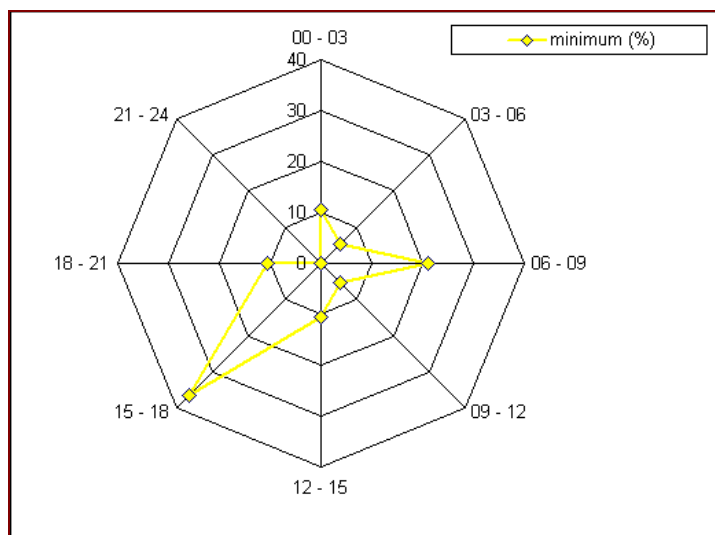
integrace <sup>1)</sup>	pořadí <sup>2)</sup>	časová perioda <sup>3)</sup>	%
maxima <sup>4)</sup>	1	09 - 12	31,7
	2	06 - 09	26,3
	3	18 - 21	21,1
	4.-5.	12 - 15	10,5
	4.-5.	15 - 18	10,5
minima <sup>5)</sup>	1	15 - 18	36,8
	2	06 - 09	21,1
	3.-5.	12 - 15	10,5
	3.-5.	18 - 21	10,5
	3.-5.	00 - 03	10,5

Legend: <sup>1)</sup> integration, <sup>2)</sup> order, <sup>3)</sup> time period  
<sup>4)</sup> maxima, <sup>5)</sup> minima

**Graf 1. Výskyt maximálních denních koncentrací PM<sub>2,5</sub>**  
The occurrence of value maxima during day



**Graf 2. Výskyt minimálních denních koncentrací PM<sub>2,5</sub>**  
The occurrence of value minima during day



## ZÁVĚR

Během inverze v lednu – únoru 2006 došlo ke zvýšení koncentrace aerosolové frakce (pevné a tekuté částice) PM<sub>2,5</sub> až 14ti násobně (mlha). Zvýšení koncentrace částic oproti referenčnímu průměru bylo statisticky velmi významné. Maxima koncentrace frakce PM<sub>2,5</sub> se vyskytovala nejvíce během dne v době 6 – 12 hodin.

## LITERATURA

- [1] Krzyzanovski, M., van Leeuwen, R.F.X., Youines, M., 1997: Update of WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter in Europe. In: Proc. International Conference held in Prague, April 23-25, 1997. Czech Medical Association J.E. Purkyně, Praha, 19-24
- [2] van Leeuwen, R. F. X. 1997: Update and revision of WHO Air Quality Guidelines for Europe. European EpiMarker, (1), 10-12.

*Příspěvek byl zpracován na základě výsledků řešení výzkumného záměru MZE 0002701402.*