

**ATMOSFÉRICKÝ AEROSOL V OVZDUŠÍ**

**MLADÉ BOLESLAVI V ZIMĚ 2013:**

**MÍSTNÍ KONCENTRAČNÍ ROZDÍLY, NAVÁZANÉ ŠKODLIVINY**

**ZDROJE**

**Jan Hovorka<sup>1</sup>, Jan Topinka<sup>2</sup>, Martin Braniš<sup>1</sup>, Petra Pokorná<sup>1</sup>,  
Alexandra Baranová<sup>1</sup>, Jan Bendl<sup>1</sup>, Martina Píšová<sup>1</sup>**

- 1. Laboratoř pro měření kvality ovzduší, Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta UK v Praze, Albertov 6, 128 43 Praha 2*
- 2. Oddělení genetické ekotoxikologie, Ústav experimentální medicíny AV ČR, v.v.i., Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4*

# Atmosférický aerosol - definice

- všudypřítomná složka atmosféry
- pevné, kapalné nebo směsné částice

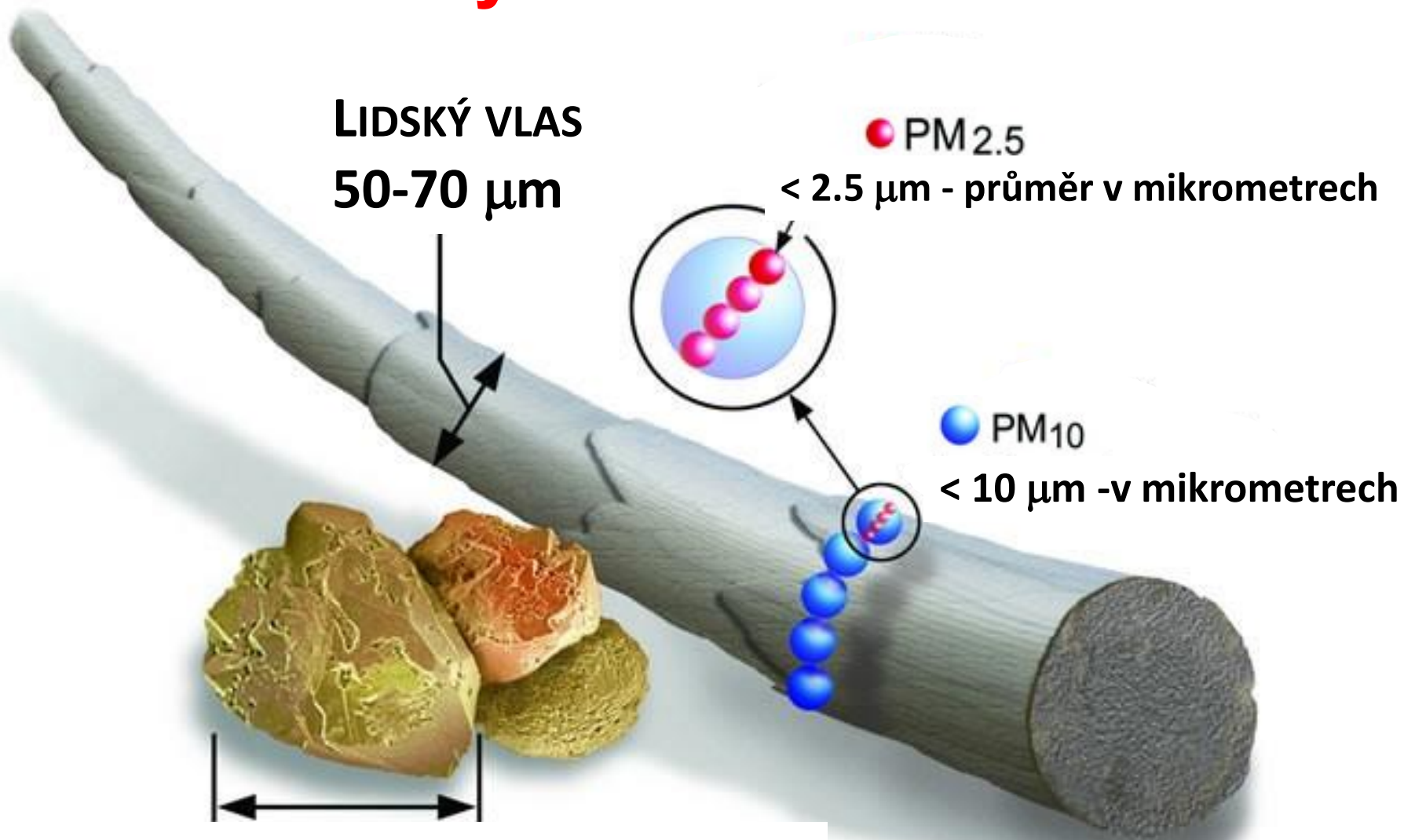
rozsah velikosti: **1nm – 100  $\mu$ m**

**MILIONTINA – DESETINA MILIMETRU**

Jednotlivé aerosolové částice jsou prostým okem  
neviditelné ale shluky ano:

**MRAKY, MLHA, OPAR, DÝM, KOUŘ, PRACH**

# Atmosférický aerosol - velikost částic



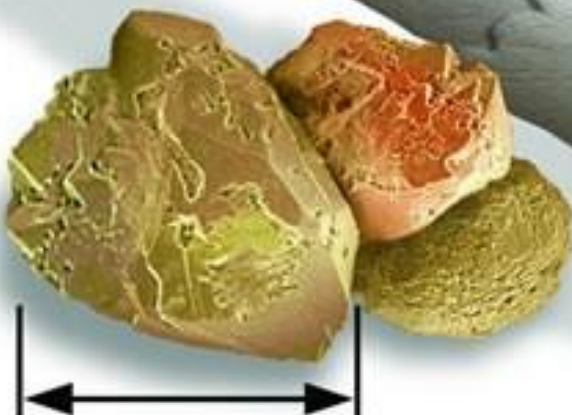
LIDSKÝ VLAS  
50-70  $\mu\text{m}$

● PM<sub>2.5</sub>

< 2.5  $\mu\text{m}$  - průměr v mikrometrech

● PM<sub>10</sub>

< 10  $\mu\text{m}$  - v mikrometrech

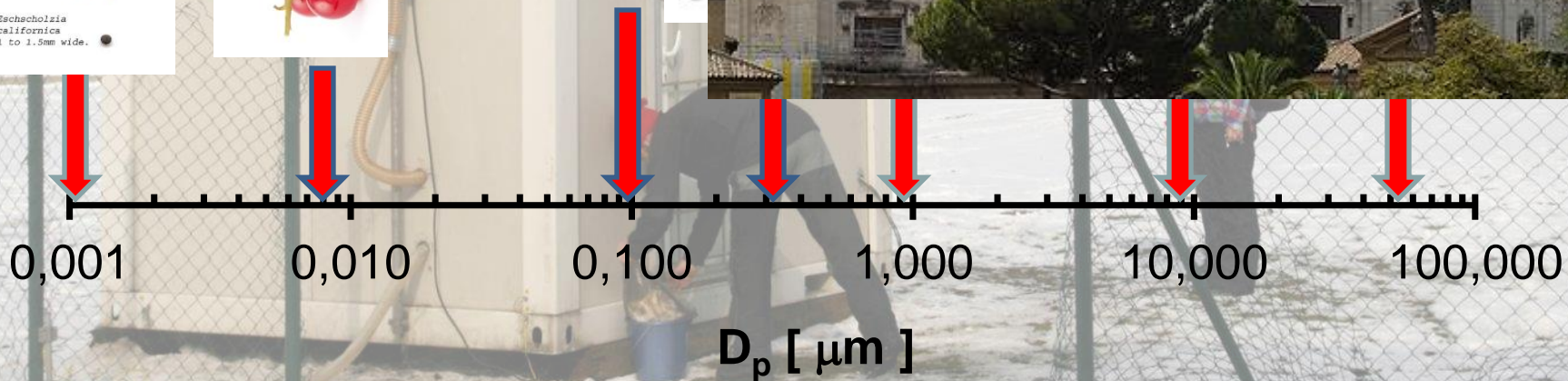
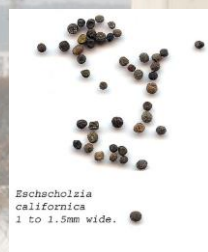


Průměr 90  $\mu\text{m}$  - mikrometrů (0.001 mm)

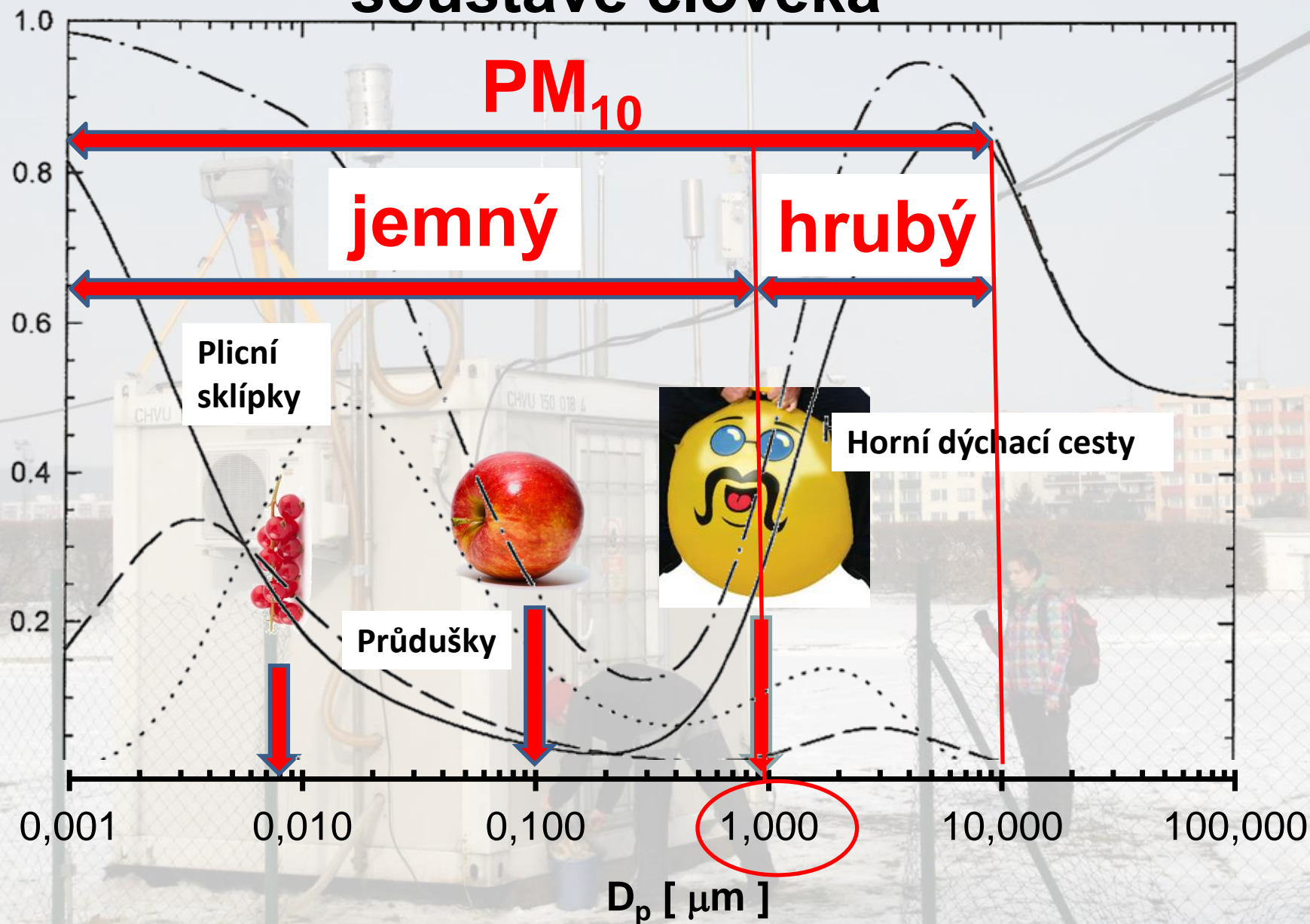
JEMNÝ MOŘSKÝ PÍSEK

# Atmosférický aerosol -

relativní  
velikost částic



# Atmosférický aerosol - záchyt v dýchací soustavě člověka



# Atmosférický aerosol - měřené parametry

počtu částic aerosolu

0.09-0.26  $\mu\text{m}$   
0.26-0.34  $\mu\text{m}$   
0.34-0.56  $\mu\text{m}$   
0.56-0.75  $\mu\text{m}$   
0.75-1.15  $\mu\text{m}$   
1.15-2.5  $\mu\text{m}$   
2.5-5  $\mu\text{m}$   
5-10  $\mu\text{m}$   
28 prvků

PM<sub>10</sub>

<0.25  $\mu\text{m}$ , 0.25-0.5  $\mu\text{m}$ , 0.5-1.0  $\mu\text{m}$ , 1.0-2.5  $\mu\text{m}$ , 2.5-10  $\mu\text{m}$   
velikostní distribuce  
hmotnosti aerosolu, US-EPA

vlhkost

teplota

globální záření

0.15-0.34  $\mu\text{m}$   
0.34-1.15  $\mu\text{m}$   
>1.15  $\mu\text{m}$   
28 prvků

velikost a počet hydrometeorů

## BGI-900

1-10  $\mu\text{m}$ , 0.5-1  $\mu\text{m}$ , 0.17-0.5  $\mu\text{m}$ , <0.17  $\mu\text{m}$   
fenantren (PHE), antracen (ANT)  
fluoranten (FLU), pyren (PYR), koronen (COR),  
benzo[ghi]perylen (B[ghi]P) benz[a]antracen (B[a]A),  
chrysen (CHRY) benzo[b]fluoranten (B[b]F),  
benzo[k]fluoranten (B[k]F), benzo[a]pyren (B[a]P)  
dibenzo[a,h]antracen (DB[ah]A)  
aindeno[1,2,3-cd]pyren (I[1,2,3-cd]P).

NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO,  
SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NMHC

integrační doba měření :

5 min

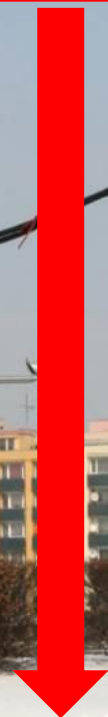
1 hod.

24 hod.

**Mladá Boleslav**

**13.2 – 1.3.2013**

**Místní rozdíly v  $PM_{10}$**



**Sít'ové měření monitory  $PM_{10}$**



# Sít'ové měření monitory PM<sub>10</sub>

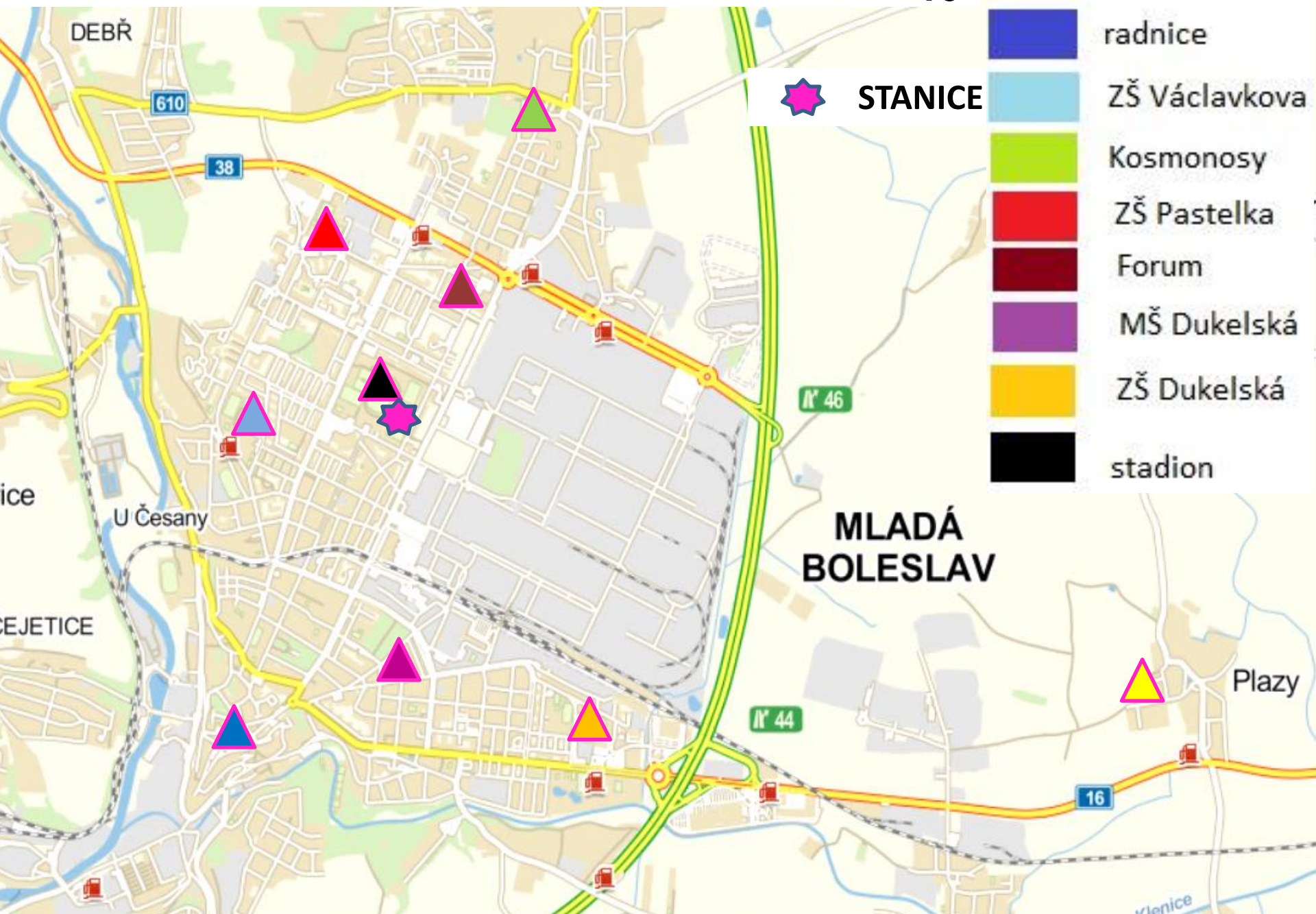
?? liší se vybraná místa v Mladé Boleslavi v ??  
?? koncentraci PM<sub>10</sub> ??

?? co může být příčinou případných rozdílů??  
?? v koncentraci PM<sub>10</sub> ??

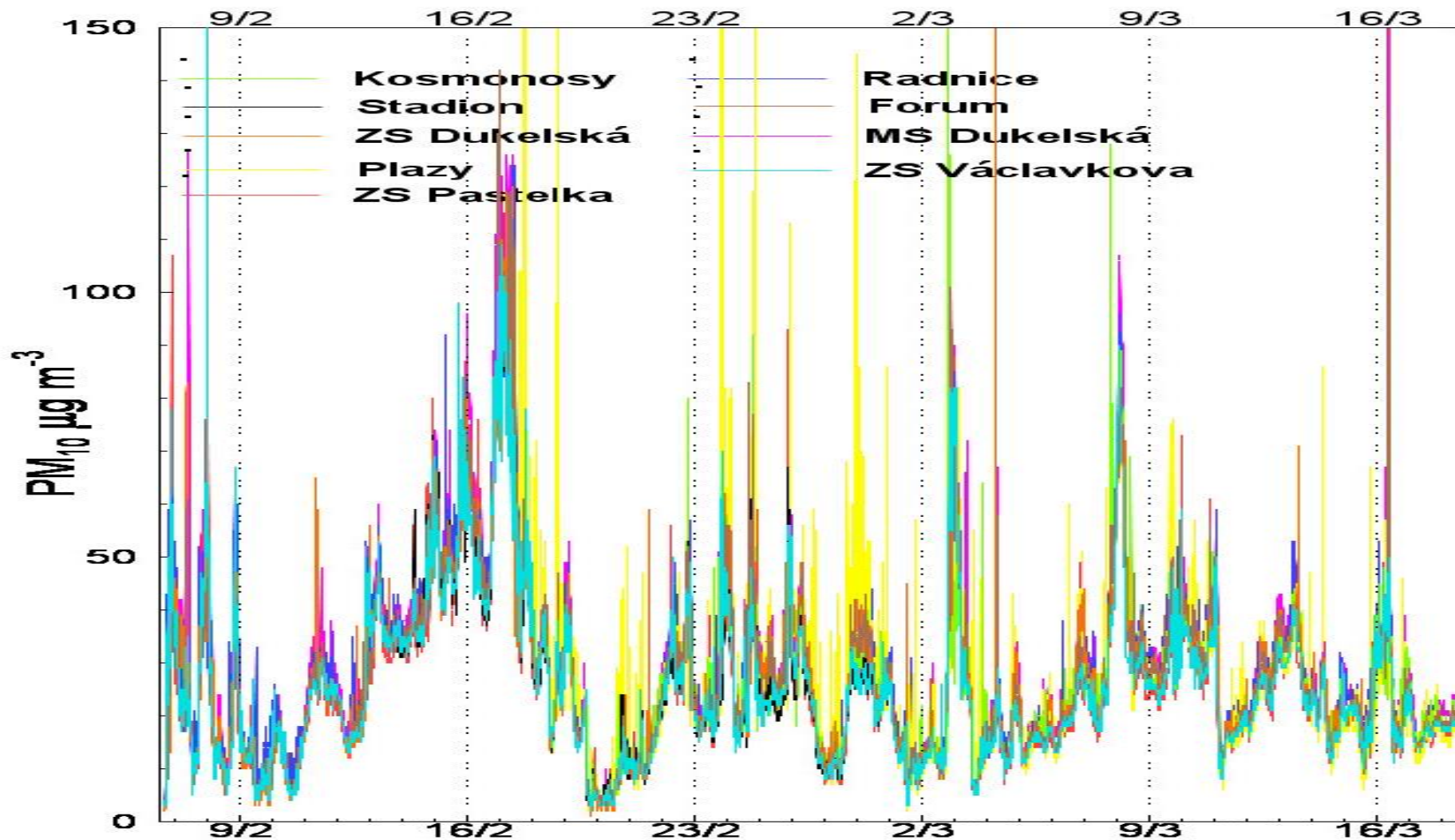
?? mohou být příčinou rozdílů v PM<sub>10</sub> ??  
?? lokální topeniště ??



# Umístění stanice a monitorů PM<sub>10</sub>

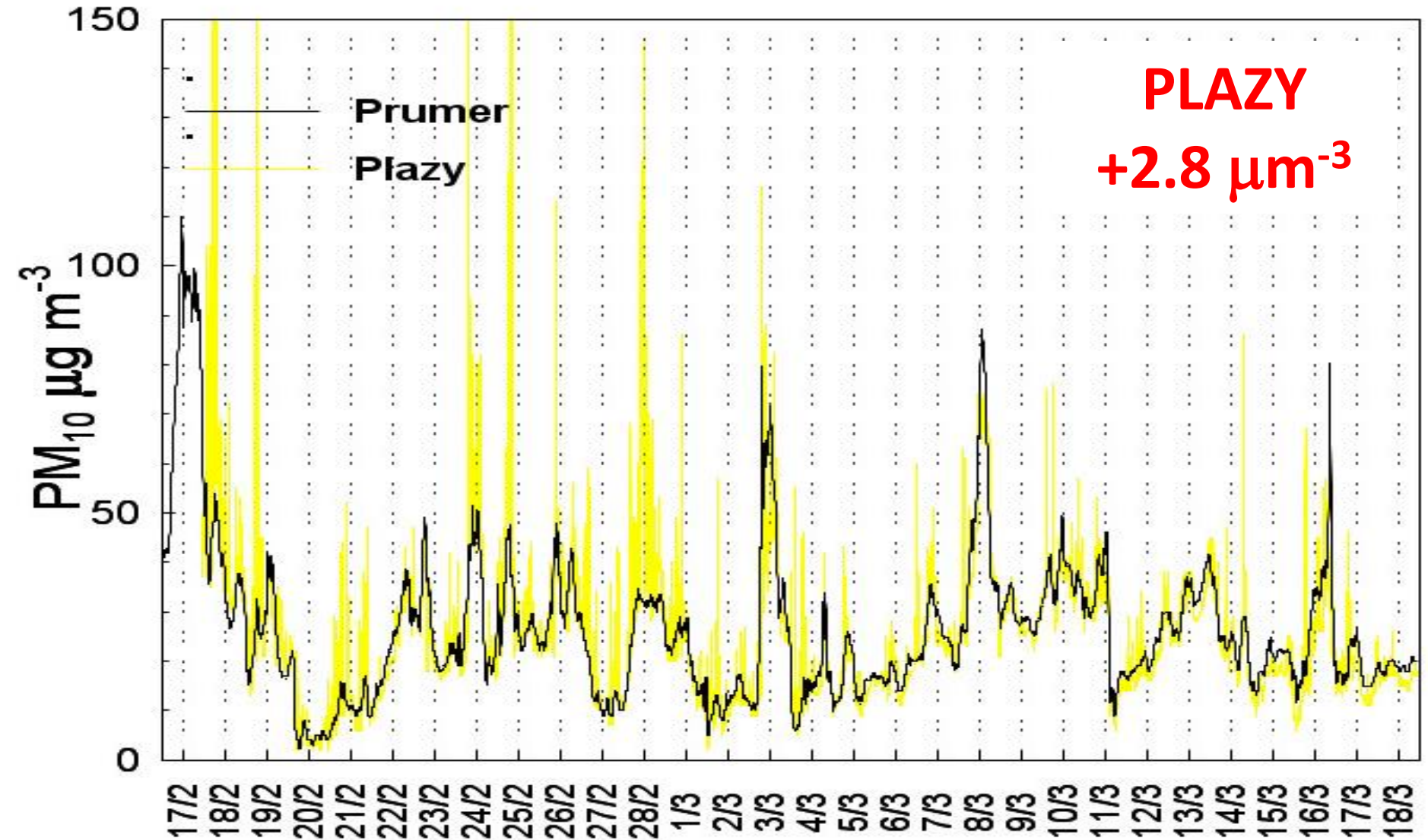


# PM<sub>10</sub> - rozdíly mezi monitory



rozdíl mezi monitory **NENÍ** významný **kromě PLAZY**

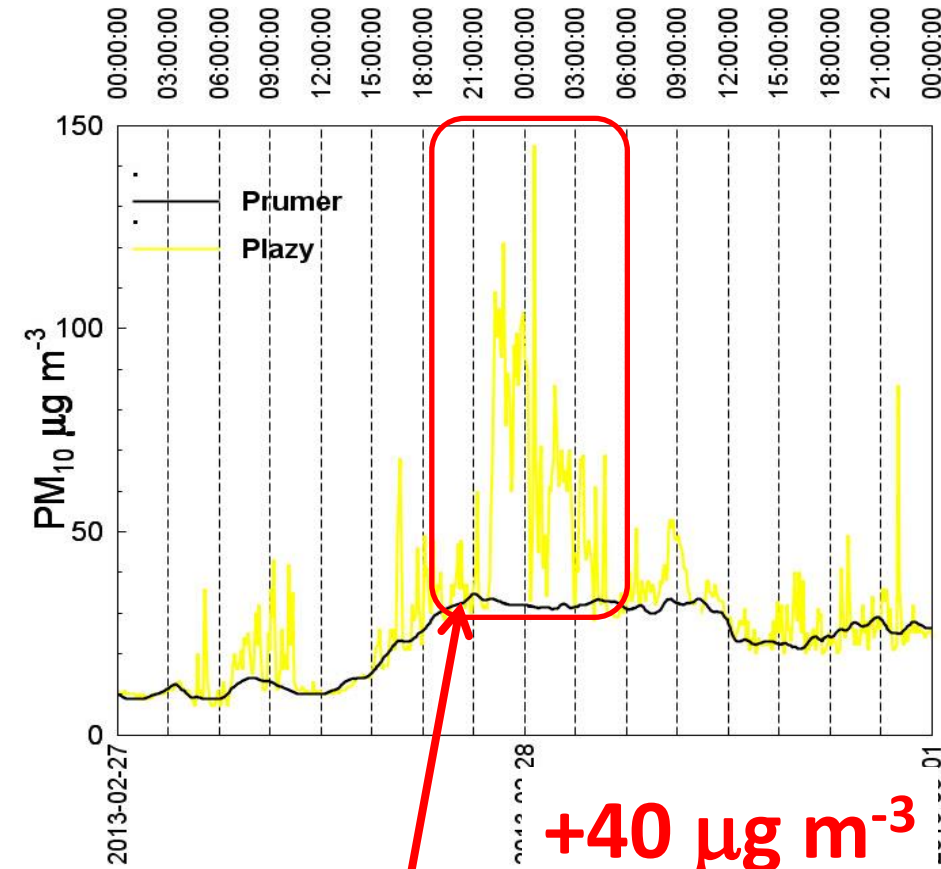
# PM<sub>10</sub> nadprůměrné zvýšení : Plazy



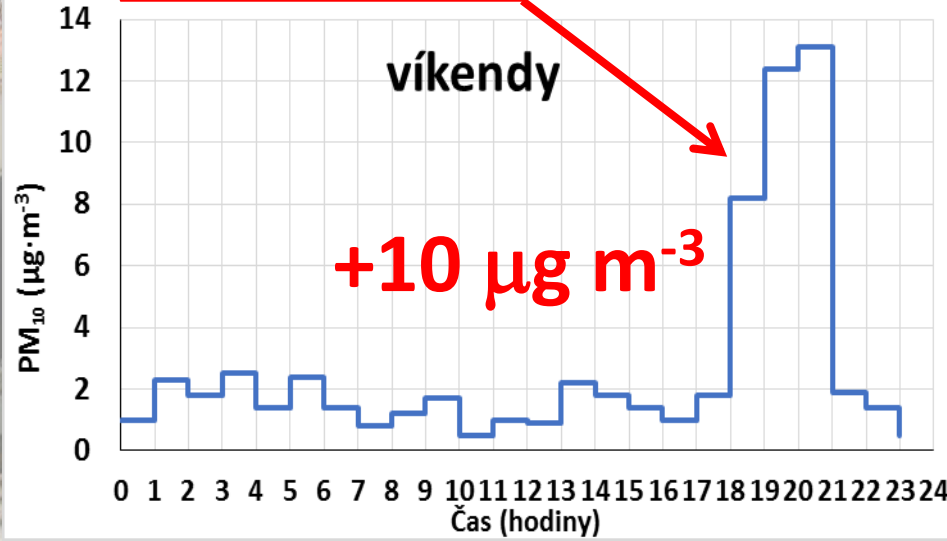
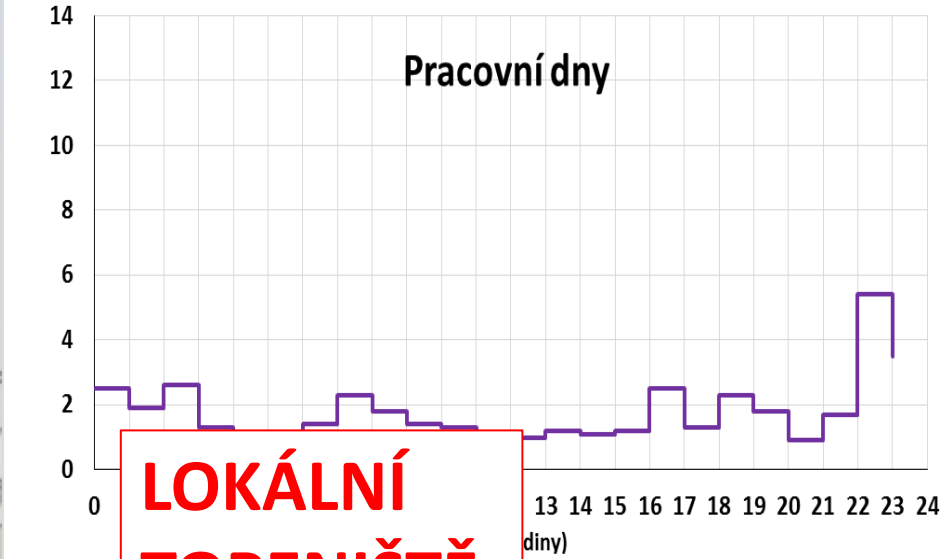
# PM<sub>10</sub> denní chod nadprůměrných konc.

**PLAZY**

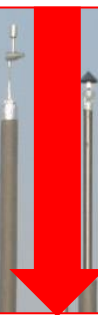
**+2.8  $\mu\text{g m}^{-3}$**



**LOKÁLNÍ  
TOPENIŠTĚ**



Škodliviny navázané na  $PM_{10}$

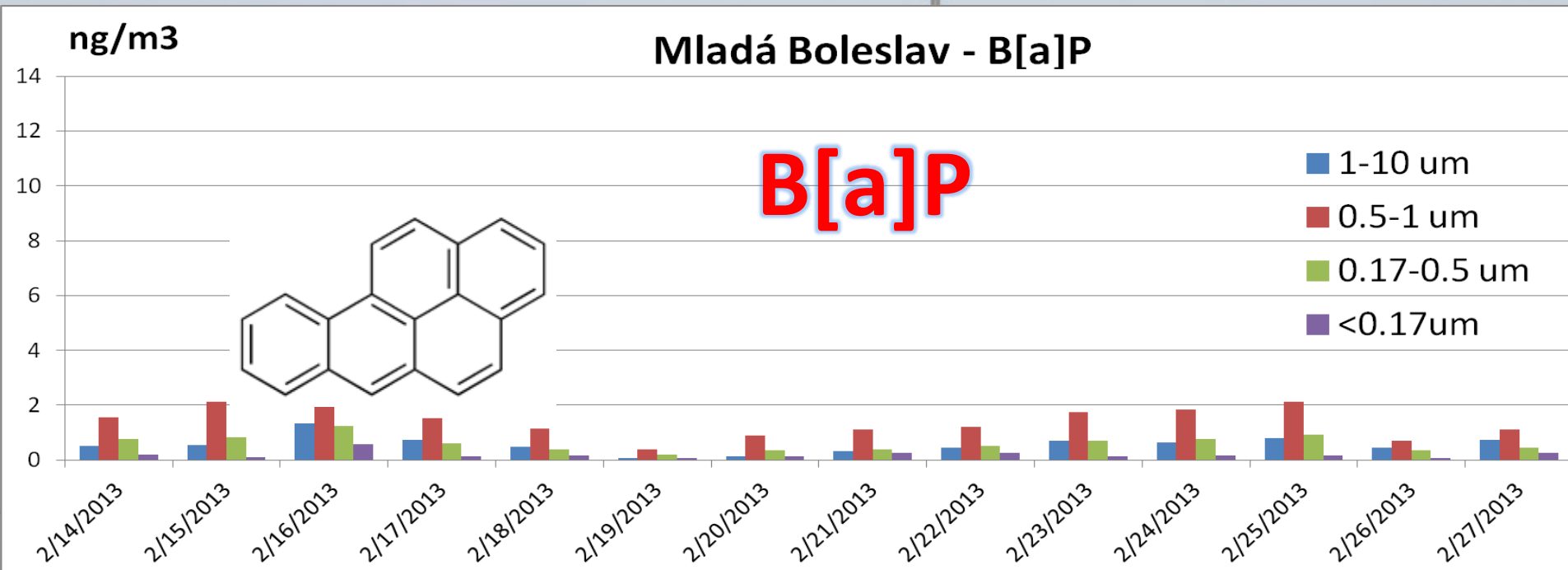


POLYCYCLICKÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY - PAH  
benzo[a]pyren (B[a]P)

?? jaká je velikost částic na které se PAH vážou ??  
?? v Mladé Boleslavi ??

?? srovnání PAH a B[a]P v Mladé Boleslavi??  
?? s ostatními lokalitami ČR ??

# Mladá Boleslav 13.2 – 1.3.2013



**!!B[a]P se váže zejména na částice o velikosti 0.5-1 µm!!**

**!! průměrná konc. byla 1.5 ng m<sup>-3</sup> !!**

**!! průměrná konc. B[a]P na PM<sub>10</sub> byla 2.9 ng m<sup>-3</sup> !!**

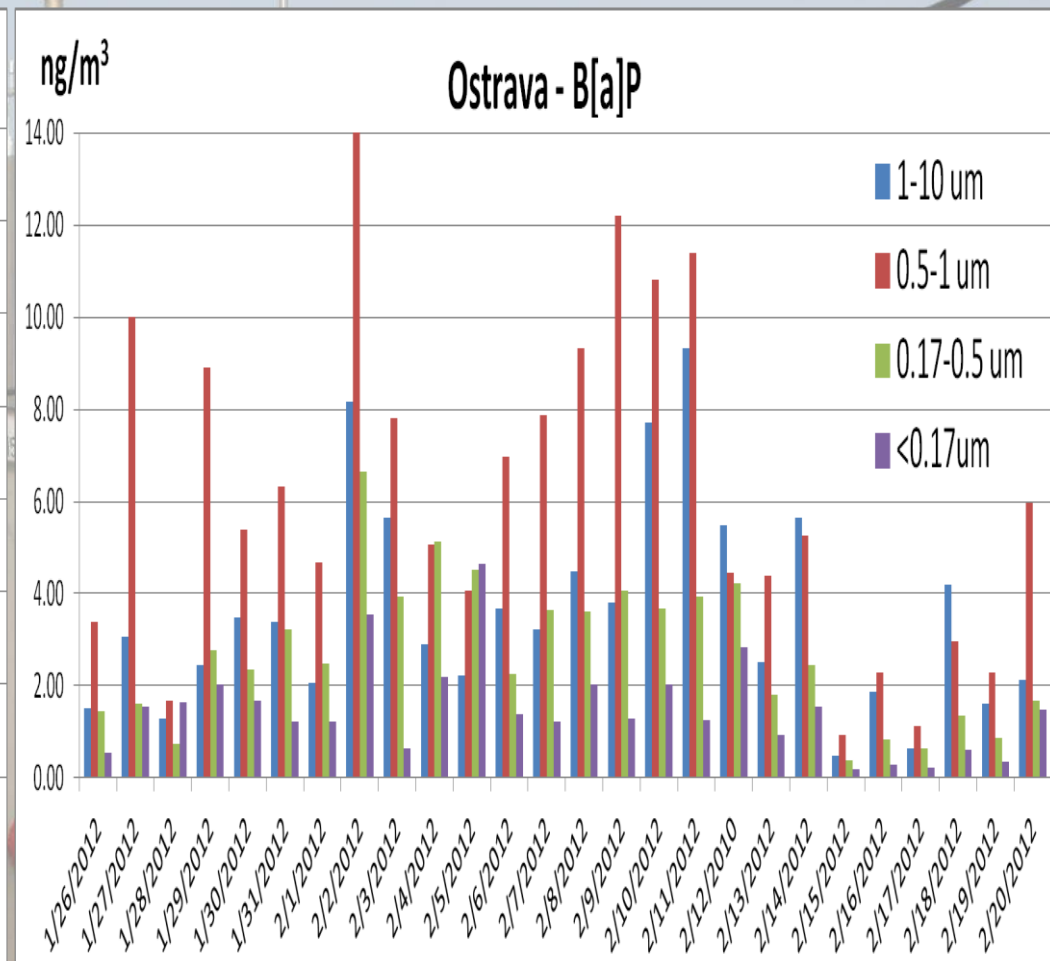
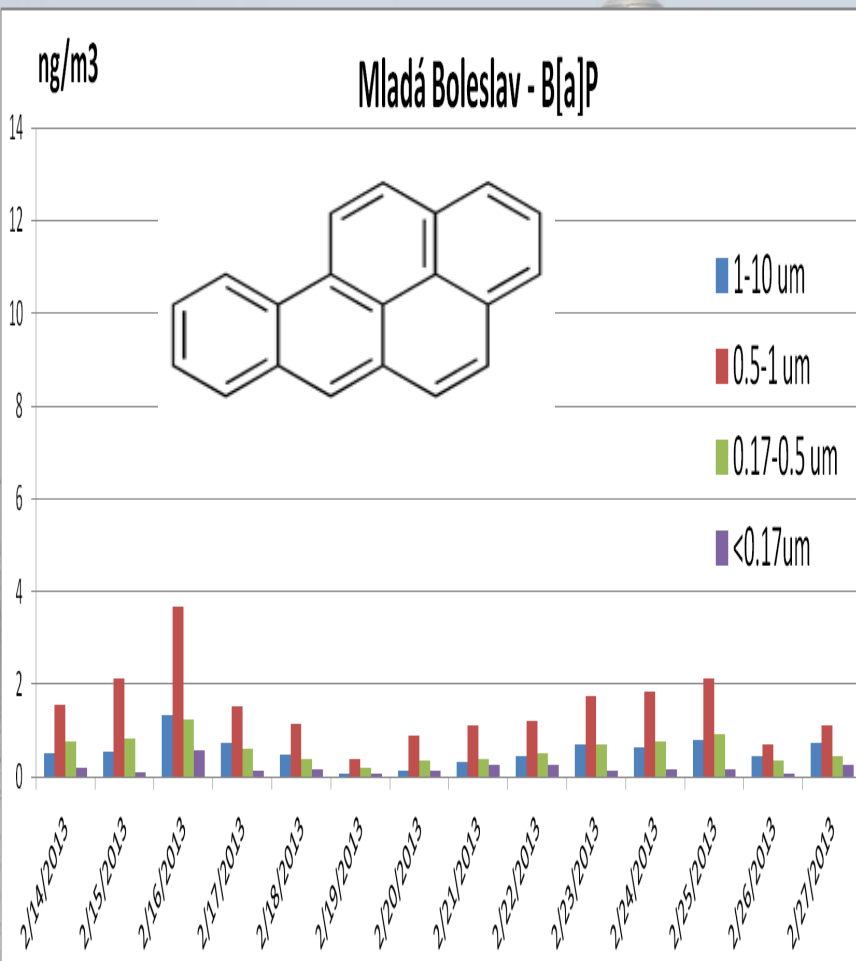
**!! koncentrace B[a]P na PM<sub>10</sub> v MB vždy překročila limit !!**

**!! WHO 1 ng m<sup>-3</sup>!!**

# Mladá Boleslav 13.2 – 1.3.2013

## B[a]P

# Ostrava 26.1 – 21.2.2012

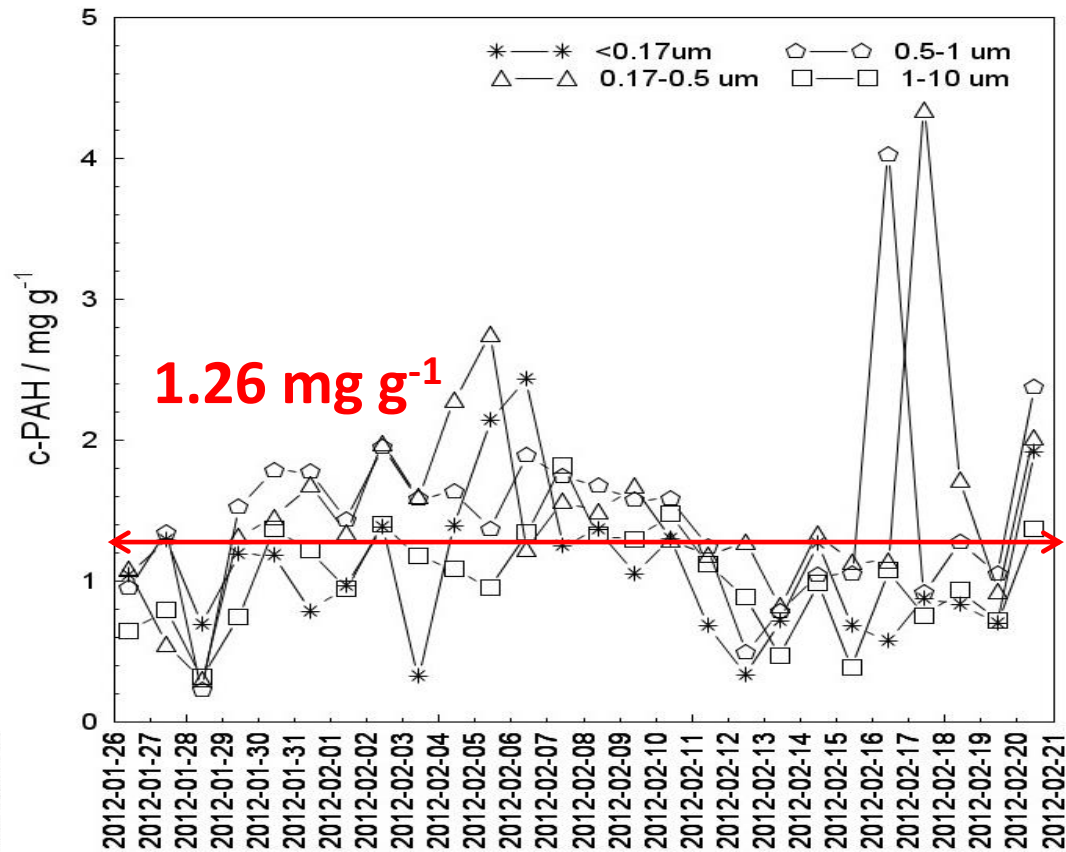
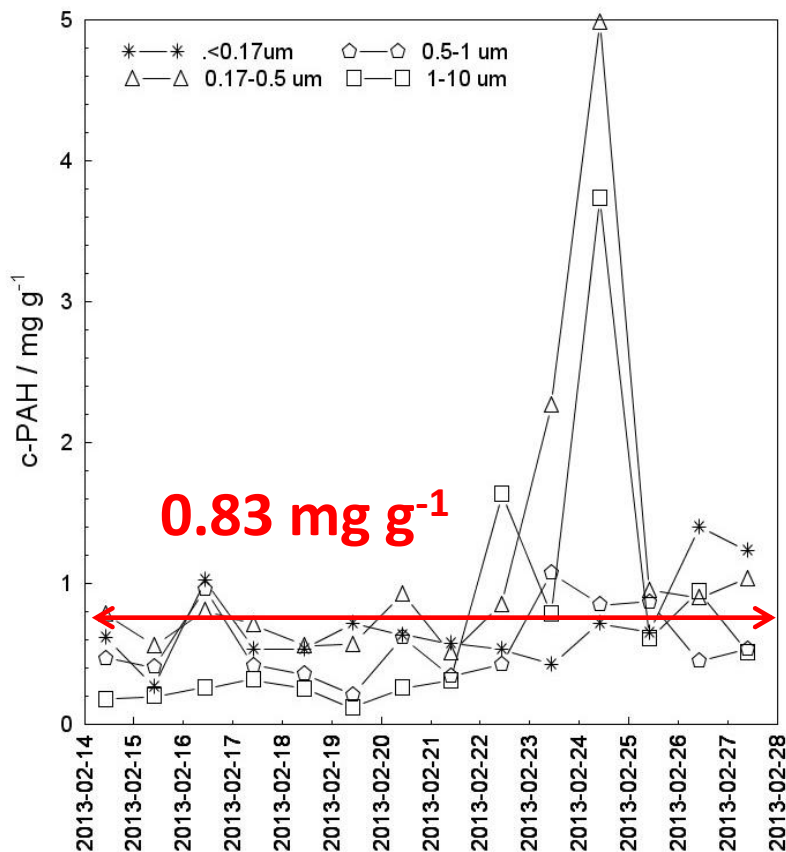


**Průměr. konc. B[a]P na m<sup>3</sup> je v MB ~ 20x nižší než v Ostravě**

# Mladá Boleslav 13.2 – 1.3.2013

karcinogenní PAH  
**c-PAH**

# Ostrava 26.1 – 21.2.2012



Průměr. konc. c-PAH g<sup>-1</sup> je v MB ~ o 30% nižší než v Ostravě



# Mladá Boleslav

# 13.2 – 1.3.2013

0.15-0.34 $\mu$ m  
0.34-1.15 $\mu$ m  
>1.15 $\mu$ m  
28 prvků

## Odhad zdrojů PM<sub>10</sub>

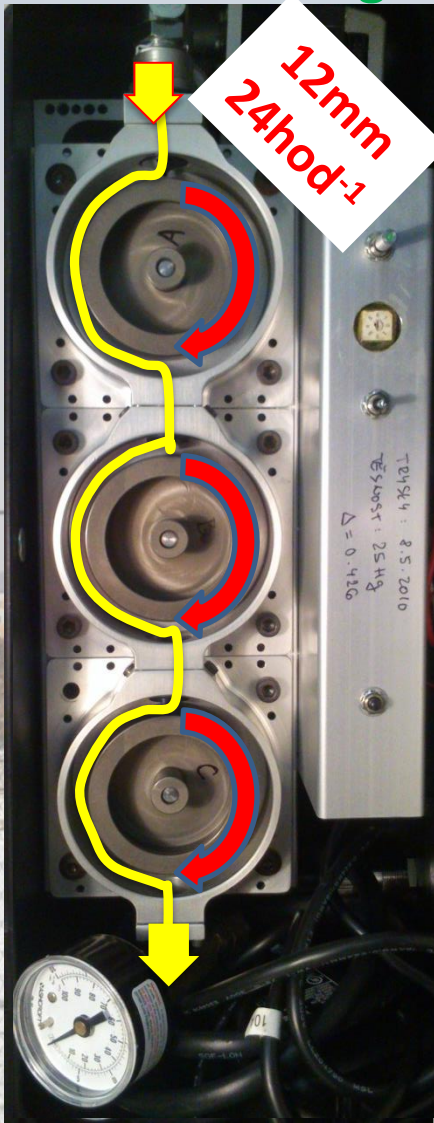
**3 DRUM  
IMPAKTOR**



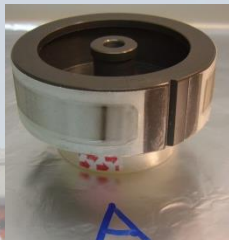
# 3 DRUM

~17cm = 14 dní ( 336 hodin)

Davis Rotating Universal Monitor



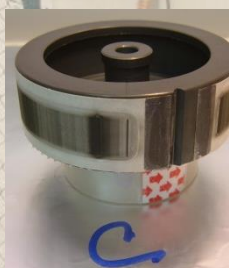
12mm  
24hod-1



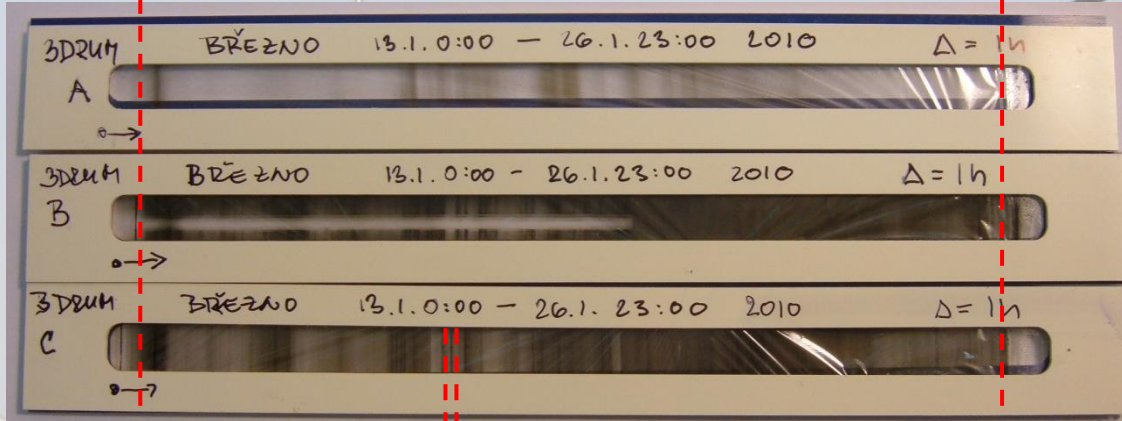
**HRUBÝ**



**JEMNÝ**



**JEMNÝ**



0.5mm = 1 hodina

28 prvků

Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni,  
Cu, Zn, Ga, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Mo, Pb

synchrotron X-ray fluorescence (S-XRF), Lawrence Berkeley National Laboratory

**14 DNÍ = DATOVÁ MATICE**  
**300 X 28**

Mladá Boleslav

13.2 – 1.3.2013

zdroje  $PM_{10}$  : analýza datové matice

Model: **PMF 4.2.0.0 US-EPA**

US-**E**nvironmental **P**rotection **A**gency

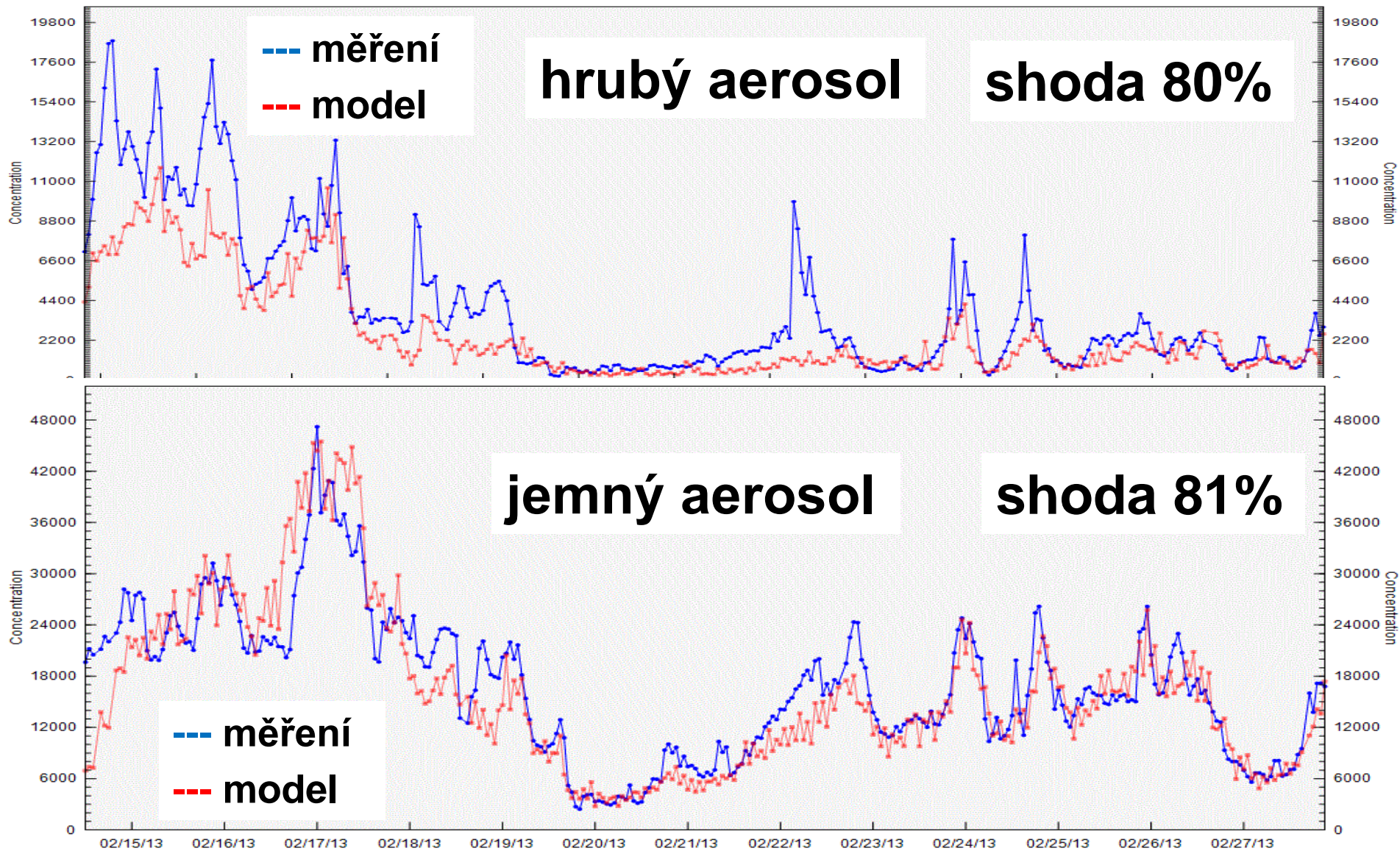
**?? shoda mezi modelem X měřením ??**

**?? podíl hrubého X jemného aerosolu ??**

**?? zdroje hrubého aerosolu ??**

**?? zdroje jemného aerosolu ??**

# zdroje PM<sub>10</sub> - shoda experiment X model



**!! shoda mezi modelem X měřením velmi dobrá !!**

# zdroje PM<sub>10</sub> - podíl hrubého X jemného aerosolu

hrubý aerosol

4.1  $\mu\text{g m}^{-3}$

PM<sub>10</sub> 21.1  $\mu\text{g m}^{-3}$

17%

83%

jemný aerosol

17  $\mu\text{g m}^{-3}$

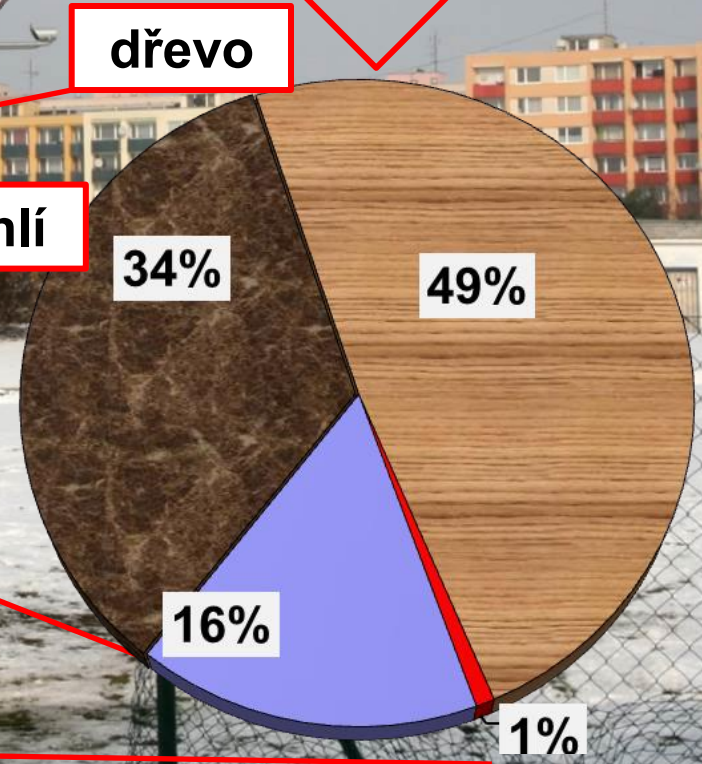
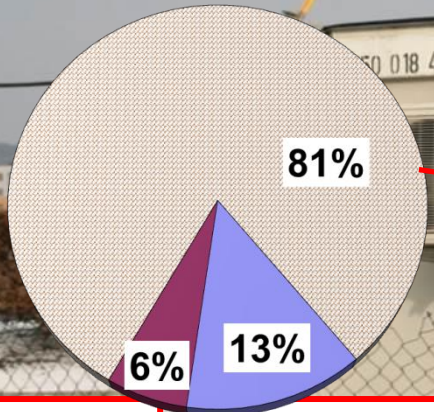
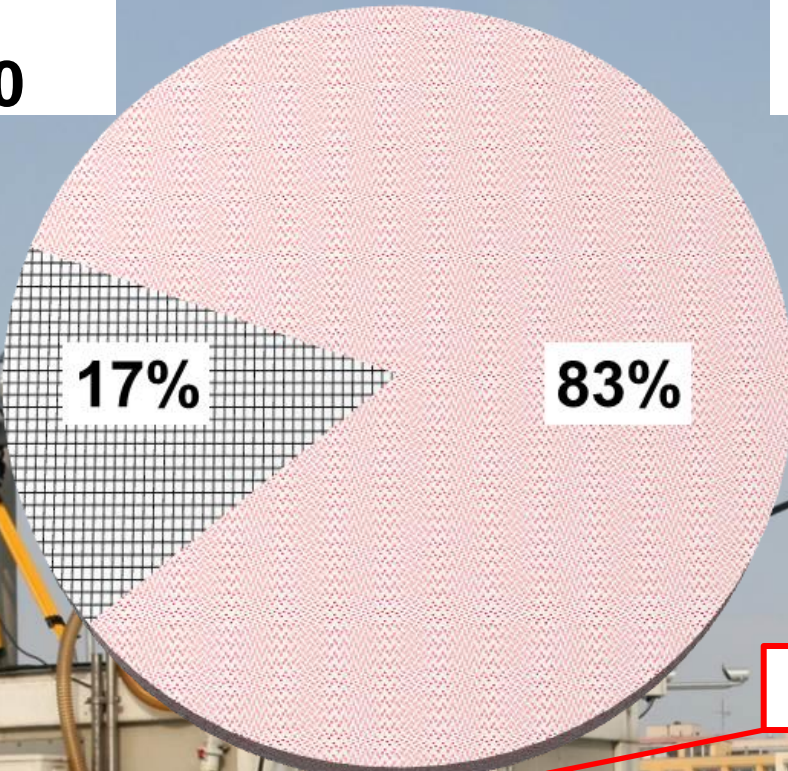
**!! hrubý aerosol tvořil 1/5 PM<sub>10</sub> !!**

# zdroje PM<sub>10</sub>

# zdroje PM<sub>10</sub>

hrubý aerosol

jemný aerosol



spalování

dřevo

uhlí

82%

otěr

prach

doprava

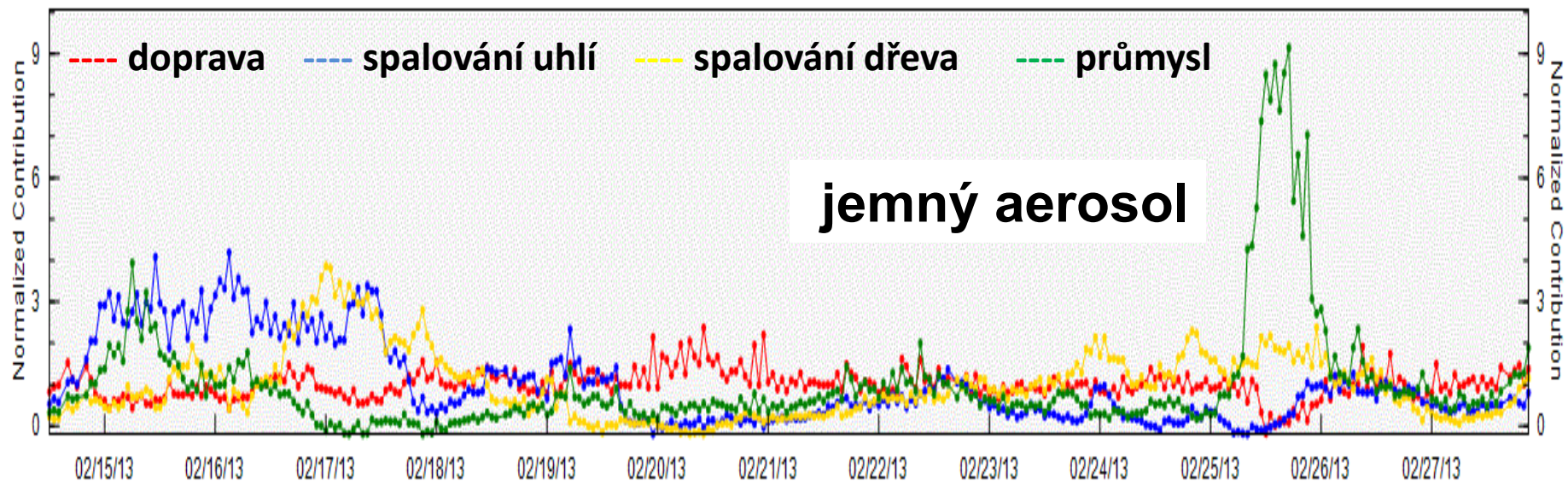
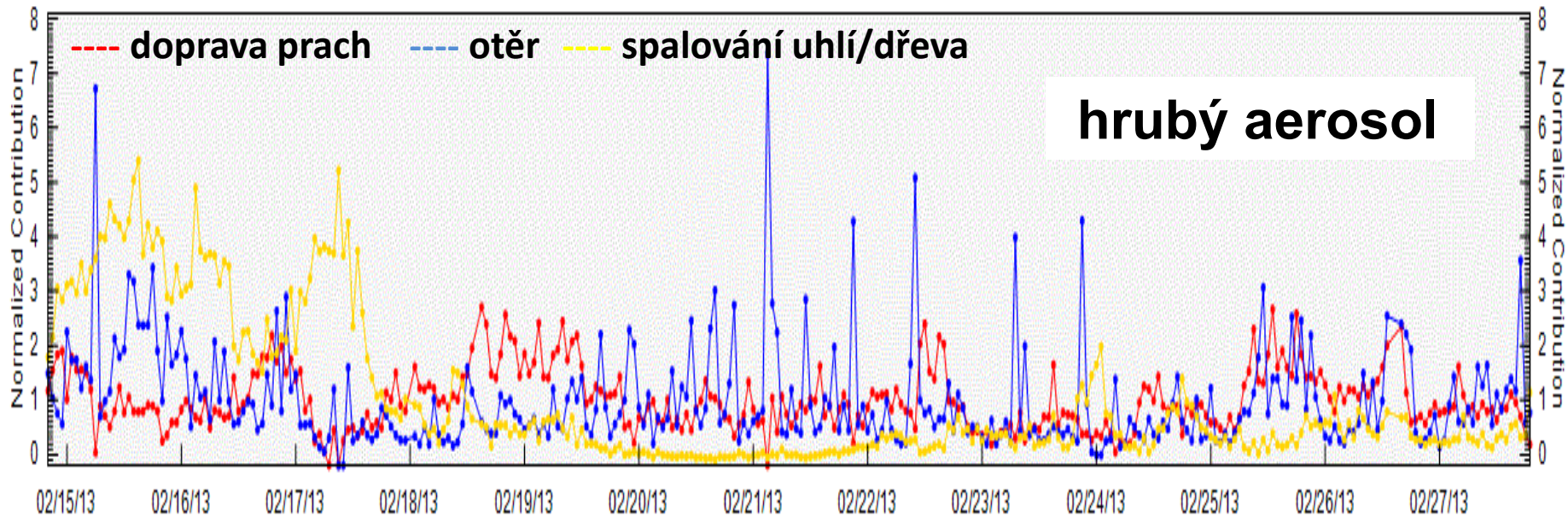
17%

~1%

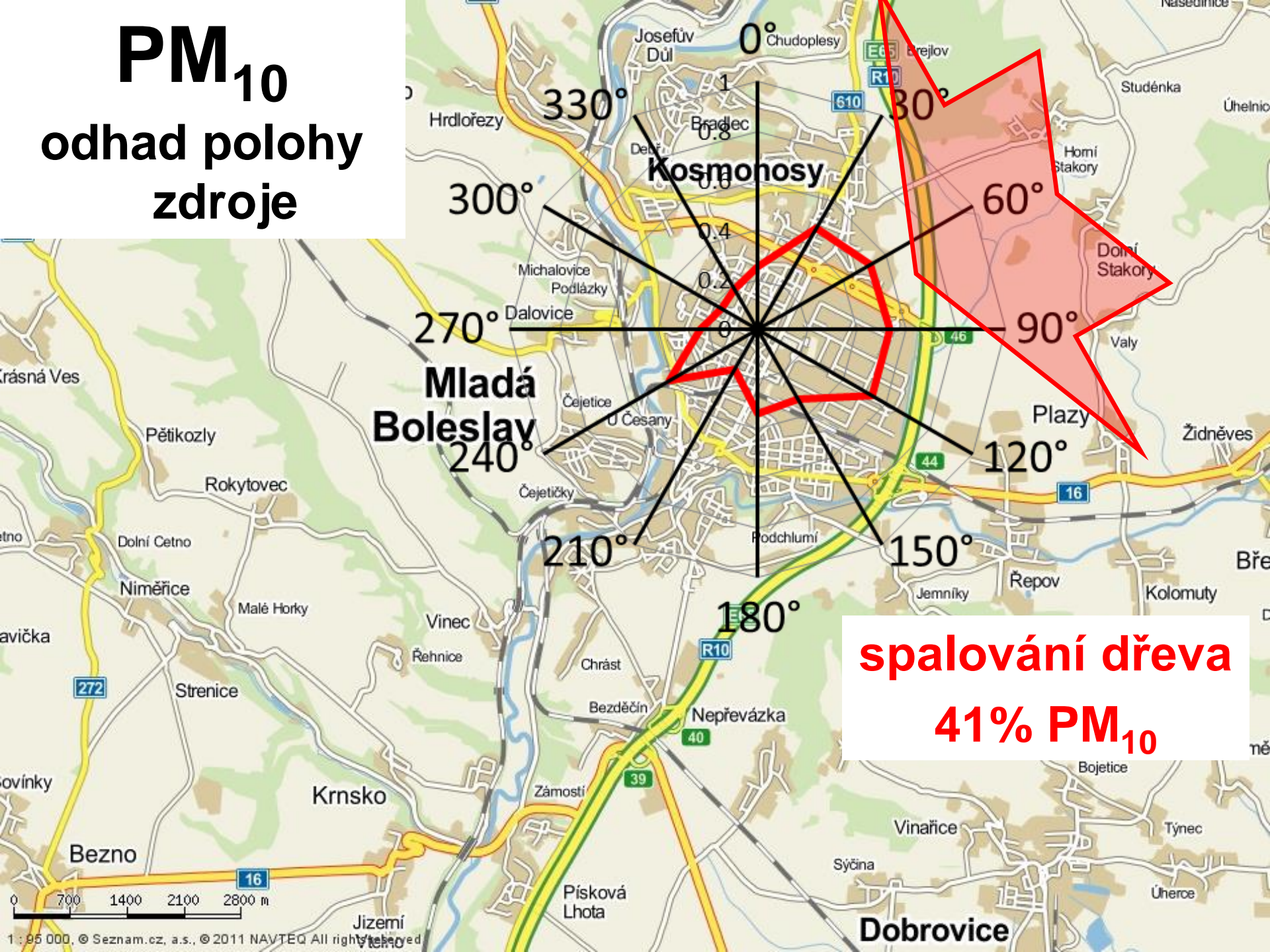
průmysl

1%

# časový chod zdrojů PM<sub>10</sub> během měření



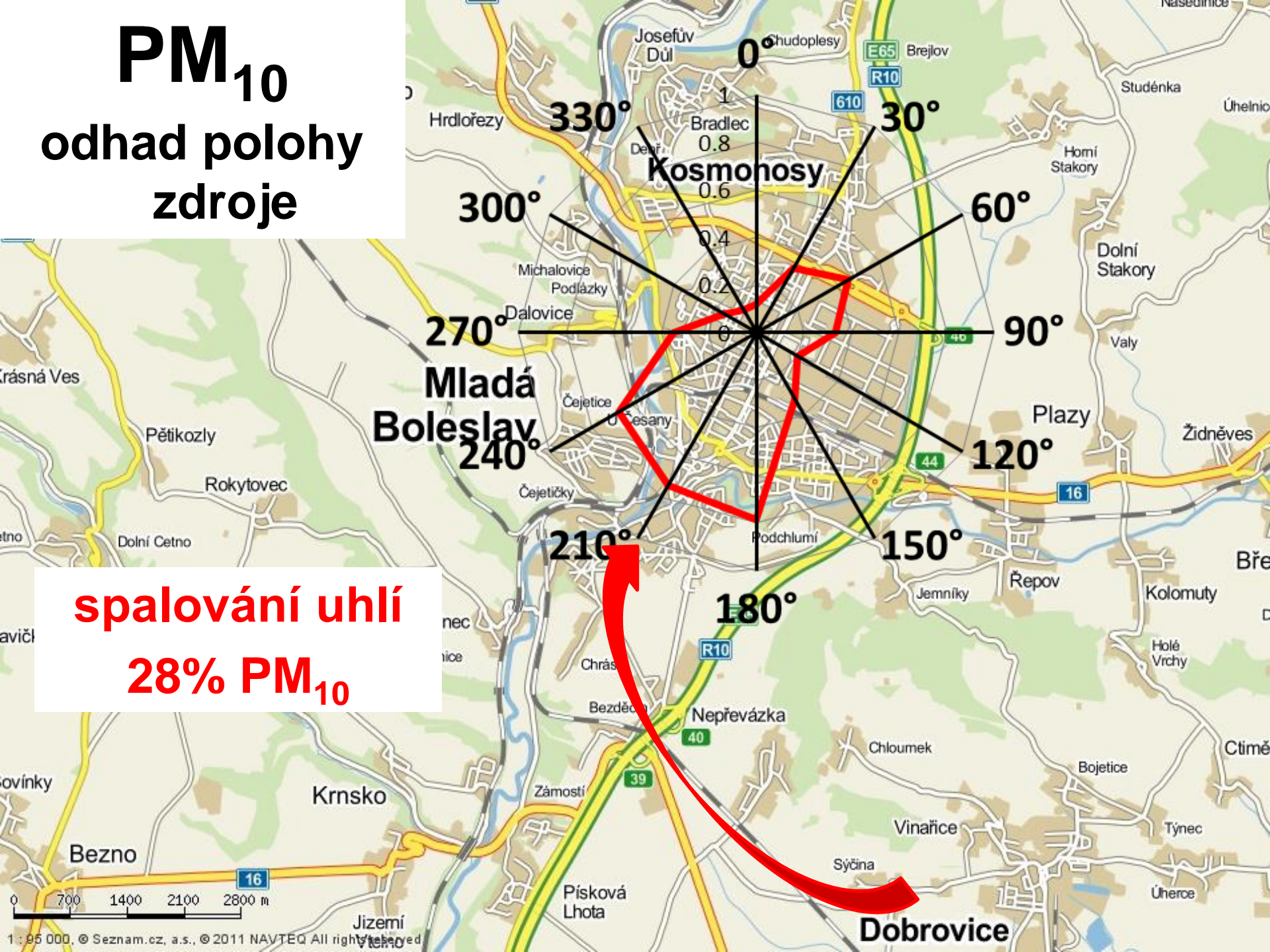
# PM<sub>10</sub> odhad polohy zdroje



**spalování dřeva**  
**41% PM<sub>10</sub>**



# PM<sub>10</sub> odhad polohy zdroje



**spalování uhlí**  
**28% PM<sub>10</sub>**

# SHRNUTÍ

- MÍSTNÍ ROZDÍLY V KONCETRACÍCH  $PM_{10}$ :
  - V INTRAVILÁNU MĚSTA STATISTICKY NEVÝZNAMNÉ
  - ZVÝŠENÉ V PLAZÍCH O  $2.8 \mu\text{gm}^{-3}$  -> LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ
- BĚHEM MĚŘENÍ 24 HODINOVÉ KONC.  $PM_{10}$  NEPŘESAHOVALY LIMIT



# SHRNUTÍ

- PRŮMĚRNÁ DENNÍ KONC. **BENZO[A]PYRENU** NA  $PM_{10}$  :  **$2.9 \text{ ngm}^{-3}$** 
  - DENNĚ TAK BYL **PŘEKROČEN**  **$\sim 3x$**  LIMIT **WHO**  **$1 \text{ ngm}^{-3}$**
- **BENZO[A]PYREN** SE VÁŽE PŘEVÁŽNĚ NA JEMNÉ AEROSOLOVÉ ČÁSTICE, ZEJMÉNA O VELIKOSTI  **$0.5-1 \mu\text{m}$** .
- PRŮMĚRNÁ KONC. **B[A]P** NA TĚCHTO ČÁSTICÍCH BYLA  **$1.51 \text{ ngm}^{-3}$**



# SHRNUTÍ

- PRŮMĚRNÁ KONCENTRACE PM<sub>10</sub> BYLA **21.1 μgm<sup>-3</sup>**
- PM<sub>10</sub> : **1/5 HRUBÝ**                      **4/5 JEMNÝ**  
**AEROSOL**
- ZDROJE JEMNÉHO AEROSOLU :                      SPALOVÁNÍ  
**DŘEVA 49%**                      **UHLÍ 34%**  
**DOPRAVA 16%, PRŮMYSL 1%**
- ZDROJE HRUBÉHO AEROSOLU : **SPALOVÁNÍ DŘEVA/UHLÍ 81%,**  
**PRACH 13%, OTĚR 6%**



**GAČR P503/12/G147 CENATOX**

**„Centrum studií toxických vlastností nanočástic“**

**Poděkování:**

**Magistrát města Mladá Boleslav:**

**Ing. Jiří Bouška , Petr Krichebauer**

**ČHMÚ:** **Ing. Martina Černá**

**MB-eko :** **Mgr. David Hradiský**



# PMF = Positive Matrix Factorization

- ◆ typ faktorové analýzy datových matic chemického složení aerosolu odebraného na vybrané lokalitě – **RECEPTORU**
- ◆ chemické složení aerosolu na receptoru je výsledkem lineární kombinace příspěvků zdrojů

$x_{ij} = \sum_{p=1}^P g_{ip} f_{pj} + e_{ij}$

$\mathbf{X} = \mathbf{GF} + \mathbf{E}$

$P$  = počet zdrojů

$x_{ij}$  = i-tá konc. j-tého prvku

$e_{ij}$  = rezidua i-té hodnoty j-tého prvku

$g_{ip}$  = příspěvek hmoty p-tého zdroje v i-tém vzorku

$f_{pj}$  = konc. j-tého prvku v 1g hmoty p-tého zdroje

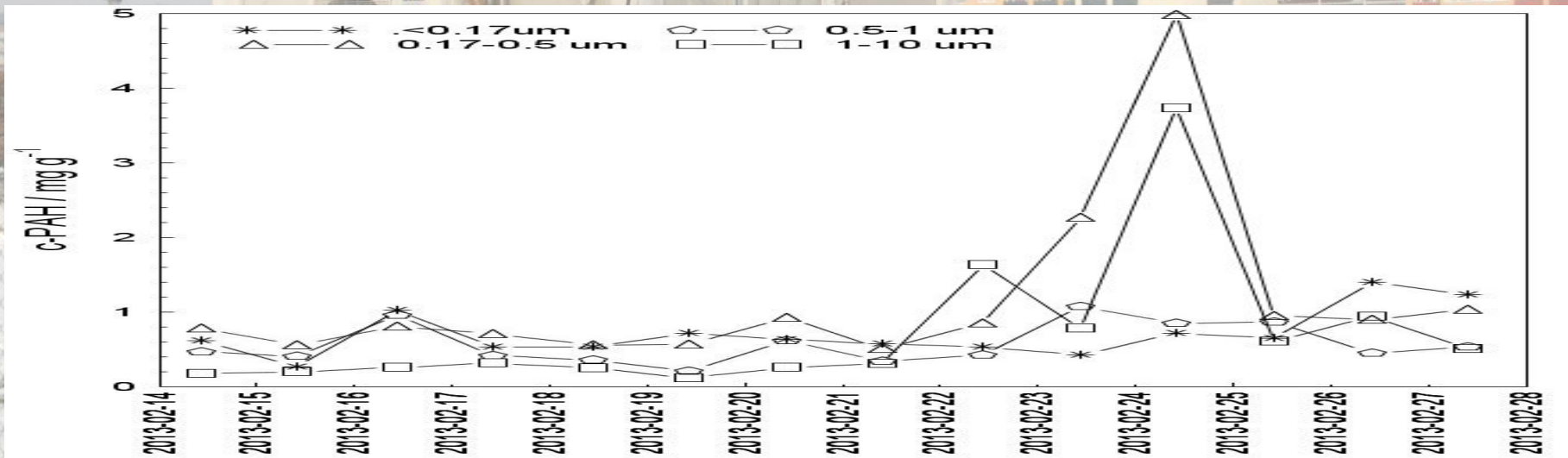
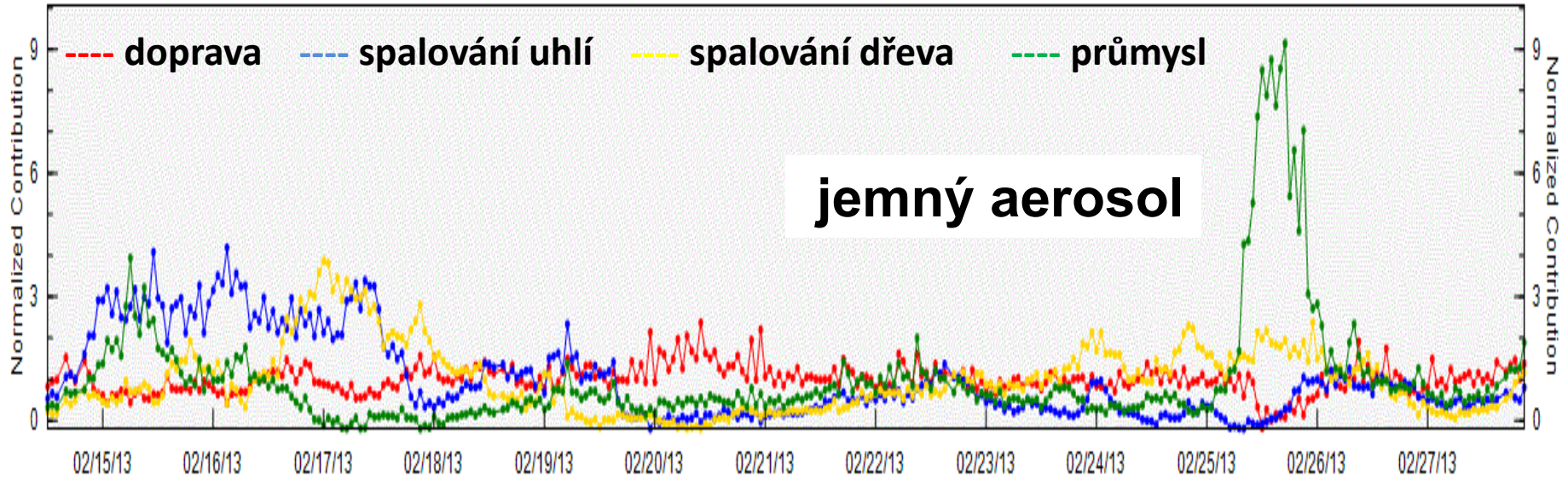
PMF hledá minimální hodnotu  $Q$

$$Q = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (e_{ij} / s_{ij})^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (x_{ij} - \sum_{h=1}^p g_{ih} f_{hj})^2 / s_{ij}^2$$

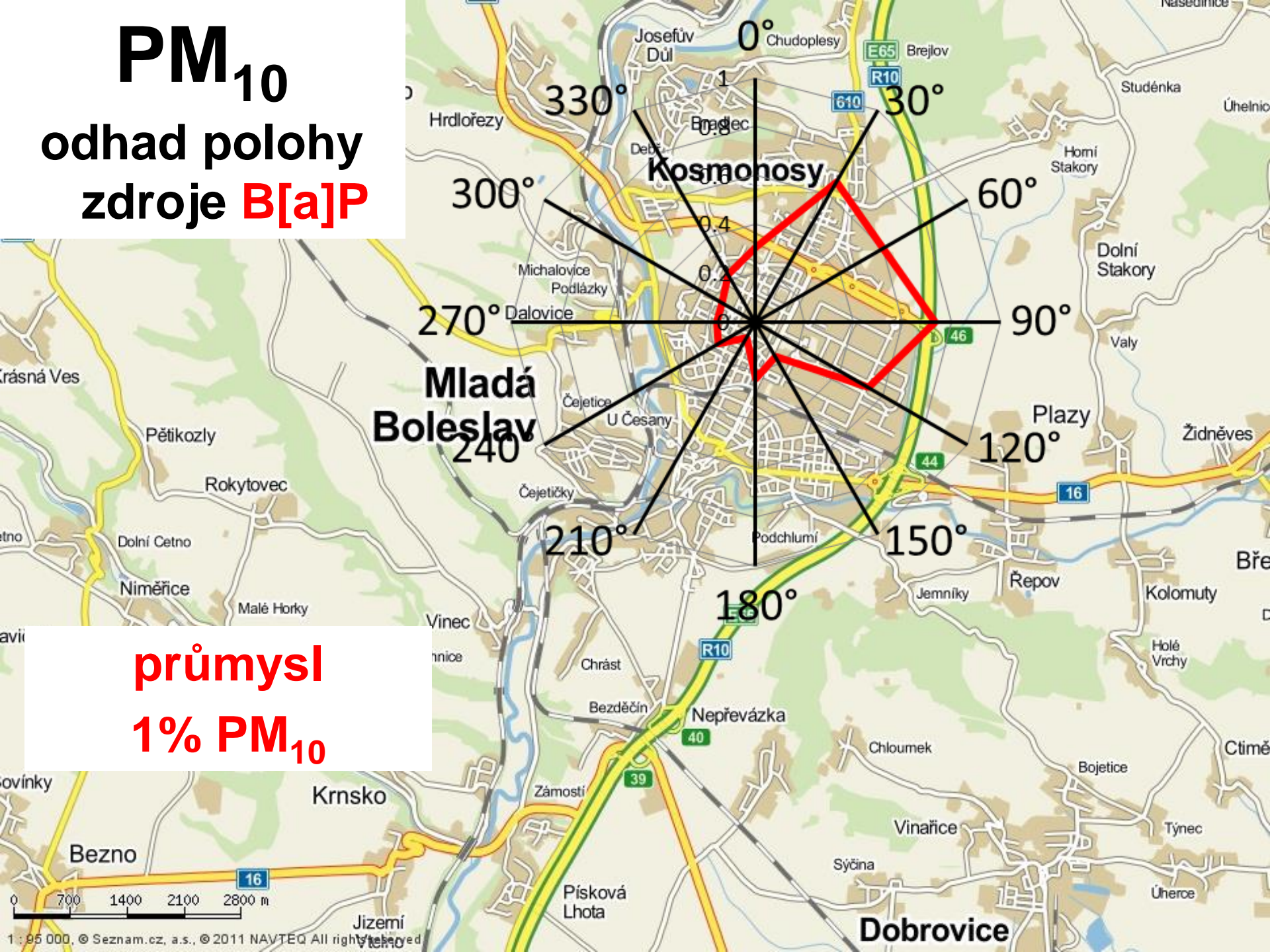
nejistota j-tého prvku v i-té konc.

**KLÍČOVÝ PARAMETR: ROZSAH DATOVÉ MATICE  $\mathbf{X}$**

# odhad typu zdroje B[a]P v jemném aerosolu



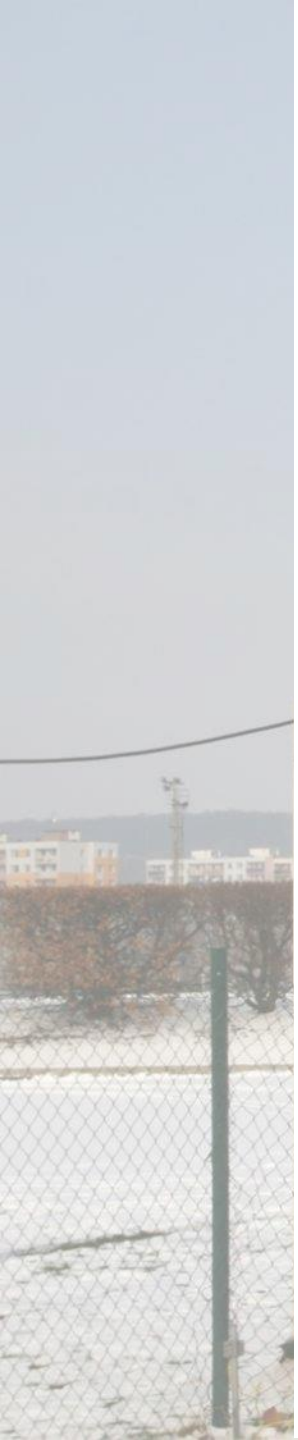
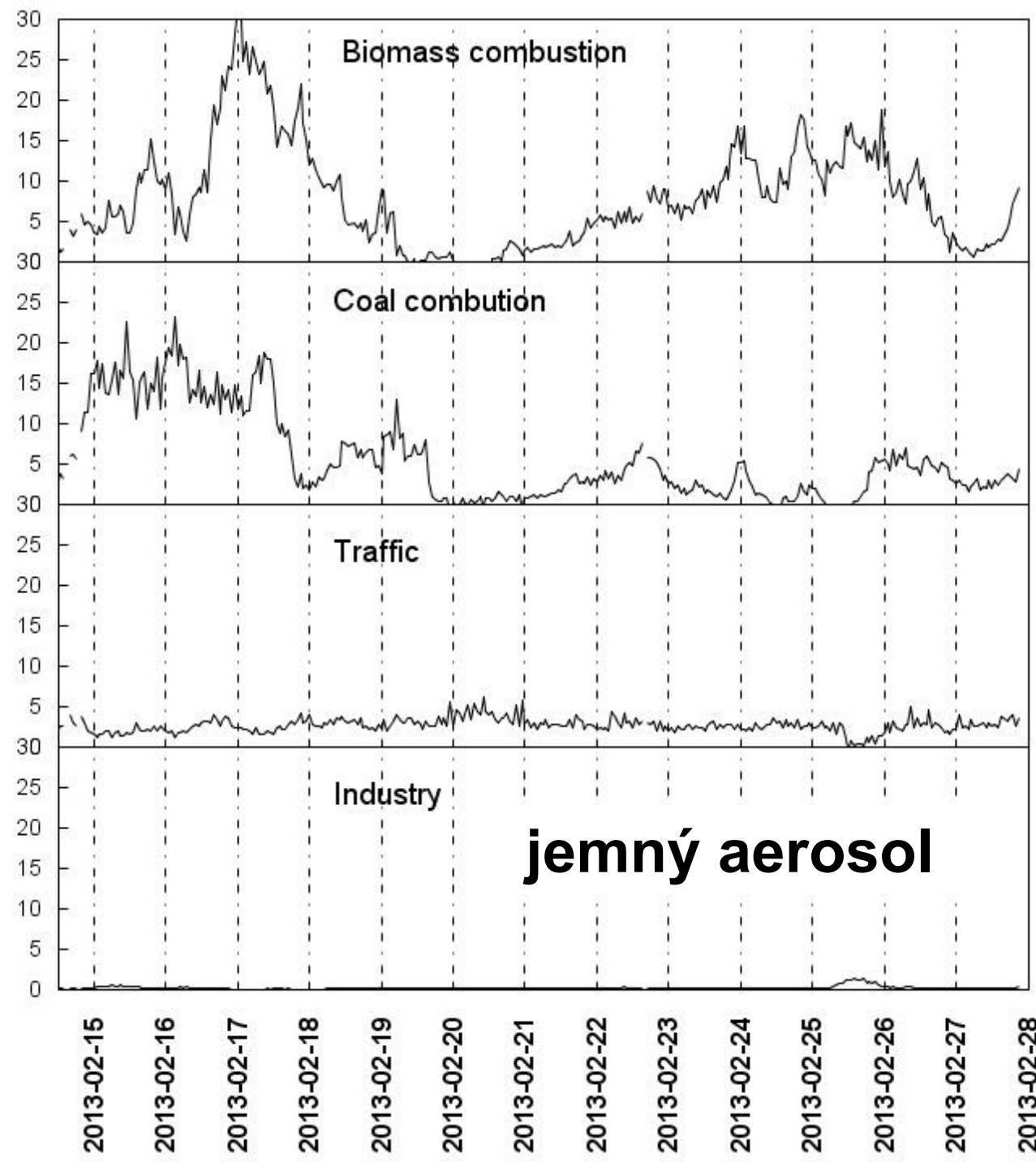
# PM<sub>10</sub> odhad polohy zdroje B[a]P



**průmysl**  
**1% PM<sub>10</sub>**



Factor contribution to  $PM_{0.15-1.15} \mu g m^{-3}$



Factor contribution to  $PM_{1.15-10} \mu g m^{-3}$

