

ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

# VLIV METEOROLOGICKÝCH PODMÍNEK NA KONCENTRACE $PM_{2,5}$ V BRNĚ (2004-2014)

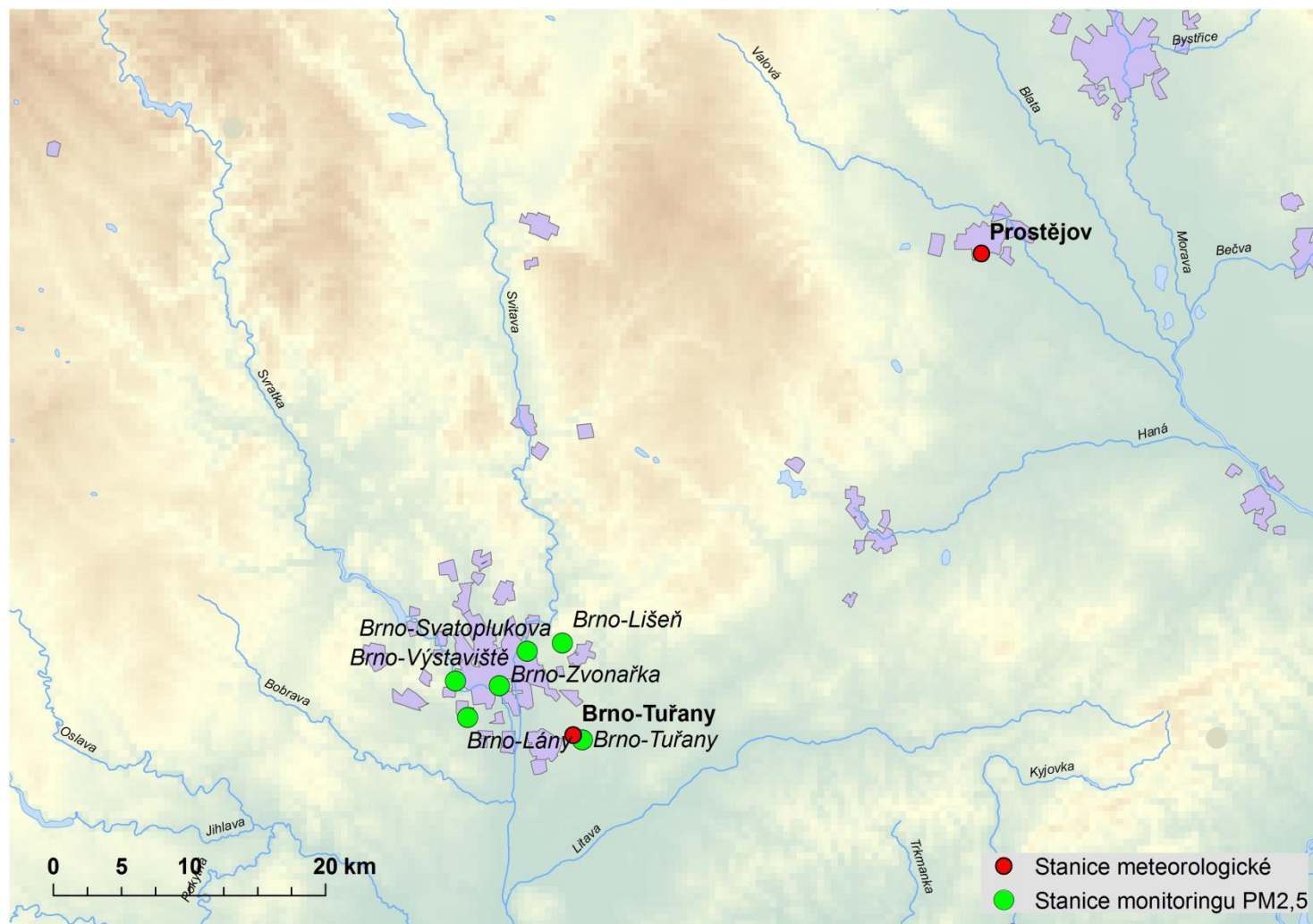
Dr. Gražyna Knozová, Mgr. Robert Skeřil, Ph.D.

# Podklady

- denní koncentrace  $PM_{2,5}$ , Brno-Tuřany 2004-2014, dodatečně data z pěti stanic monitoringu čistoty ovzduší ČHMÚ v Brně (2008-2014)
- denní meteorologické údaje, Brno-Tuřany, 2004-2014:
  - teplota vzduchu,
  - relativní vlhkost vzduchu,
  - rychlost větru,
  - srážky,
  - sluneční svit
- vertikální profil teploty vzduchu, aerologická stanice Prostějov, 2004-2014



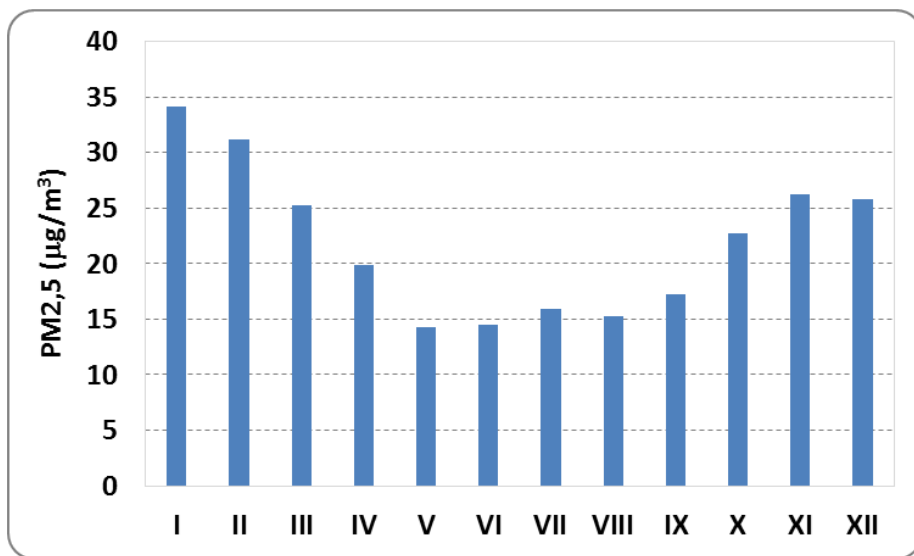
# Lokalizace stanic



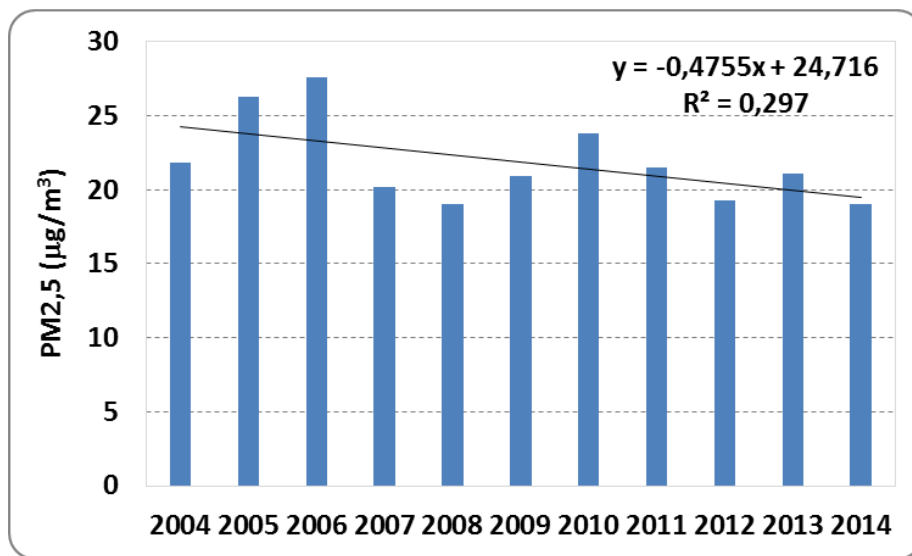
# Statistické údaje o denní koncentraci PM<sub>2,5</sub> v Brně-Tuřanech (2004-2014)

Charakteristika	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Průměr	34,3	31,1	25,2	19,9	14,2	14,5	15,9	15,3	17,2	23,0	26,2	25,7	21,9
Počet dat	333	308	339	328	336	320	330	332	324	329	324	341	3944
Směrodatná odchylka	29,3	18,9	15,1	8,8	7,0	6,1	7,8	6,5	8,6	12,9	17,3	17,0	15,9
Minimum	1,7	3,1	3,4	5,3	2,7	2,8	2,9	2,8	3,8	4,2	3,9	3,5	1,7
Datum výskytu minima	5.1.2012	15.2.2012	27.3.2009	13.4.2011	29.5.2007	25.6.2013	3.7.2011	7.8.2010	1.9.2014	12.10.2009	21.11.2008	19.12.2014	2012
Maximum	194,0	104,9	95,3	60,0	52,7	39,6	49,0	50,8	41,2	66,0	101,3	104,2	194,0
Datum výskytu maxima	24.1.2010	10.2.2005	5.3.2005	1.4.2008	5.5.2006	19.6.2013	29.7.2005	31.8.2005	30.9.2006	14.10.2006	15.11.2011	19.12.2009	2010
První decil (10%)	6,98	10,36	8,02	9,53	7,01	7,70	7,55	7,87	7,09	9,18	8,00	8,86	8,00
Dolní kvartil (25%)	13,03	16,10	13,65	13,40	9,35	9,75	10,40	10,65	10,30	13,10	13,65	13,60	11,50
Medián	26,90	26,00	22,20	18,60	12,80	13,30	13,80	14,20	15,20	19,80	23,25	21,90	17,50
Horní kvartil (75%)	46,45	44,90	33,30	25,05	18,00	18,50	20,40	18,85	23,65	30,18	34,45	33,13	27,00
Poslední decil (90%)	69,66	57,81	46,30	32,07	23,58	22,05	25,75	24,23	29,81	43,30	48,82	49,42	41,40
Lin. koeficient	0,00	0,00	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,03	-0,02	-0,01	-0,02	0,00

# Dynamika průměrné koncentrace PM<sub>2,5</sub> v Brně-Tuřanech (2004-2014)



Průměrná měsíční koncentrace PM<sub>2,5</sub>

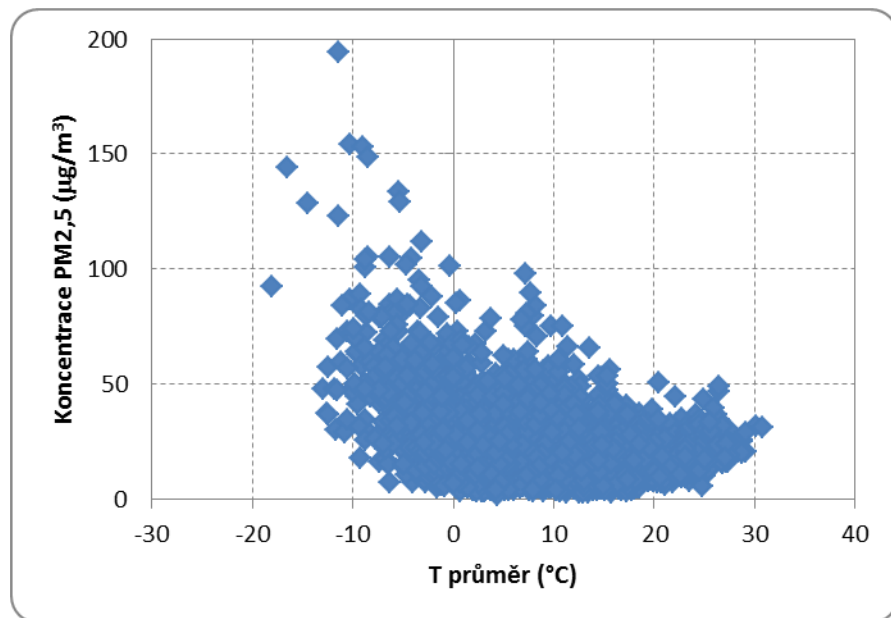


Průměrná roční koncentrace PM<sub>2,5</sub>

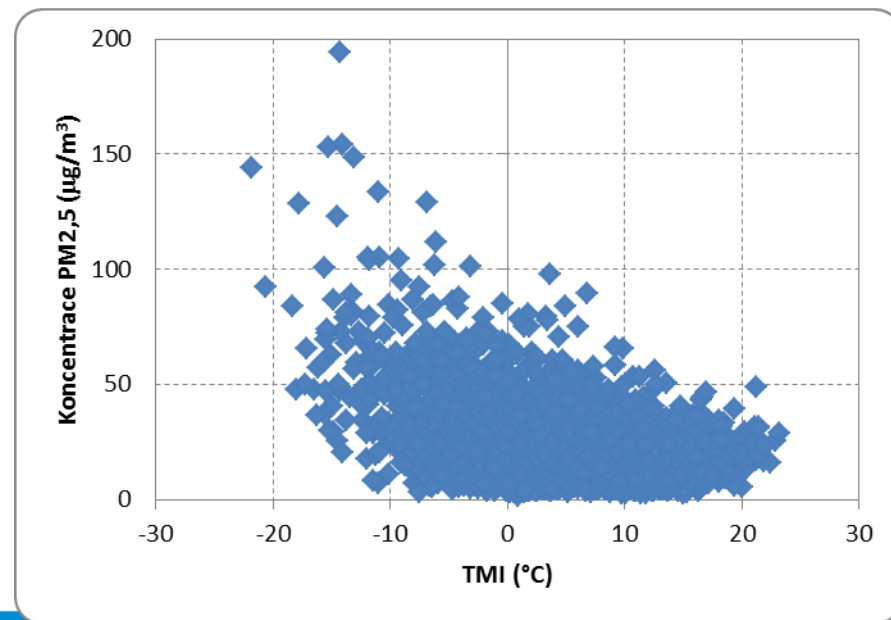
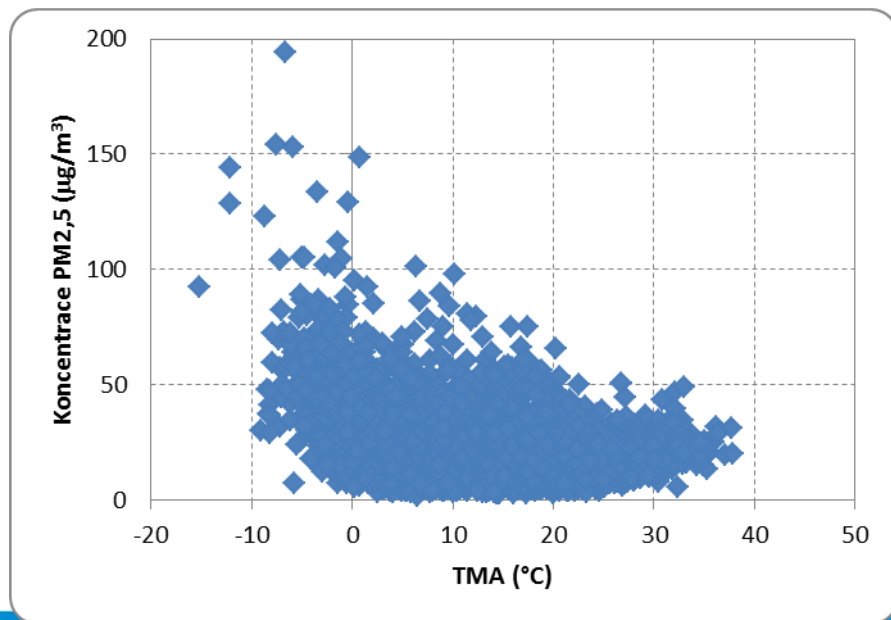
# ZÁVISLOST KONCENTRACE PM<sub>2,5</sub> NA METEOROLOGICKÝCH PRVCÍCH



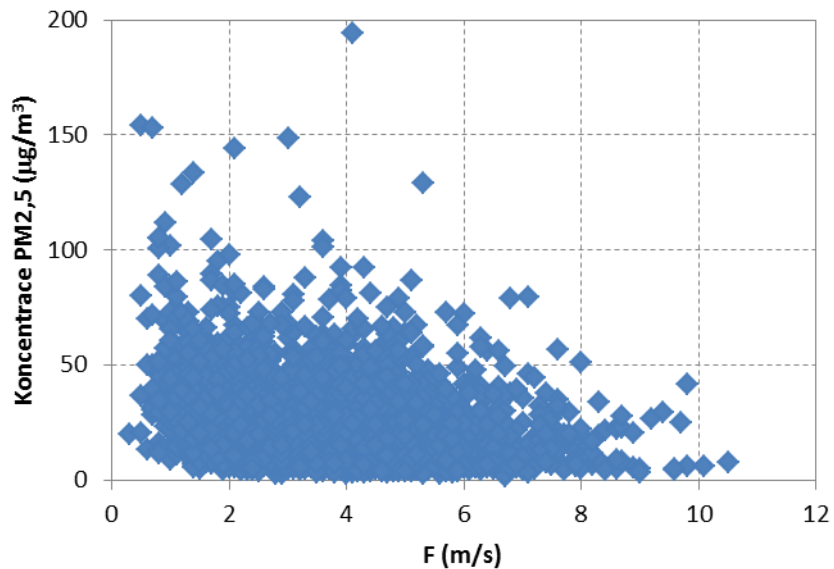
# Korelace PM2,5 s teplotou vzduchu Brno-Tuřany, (2004-2014)



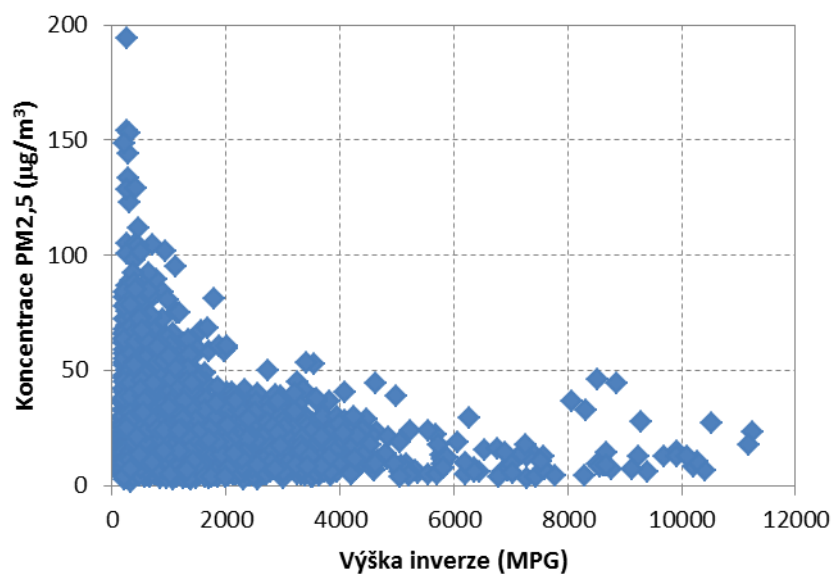
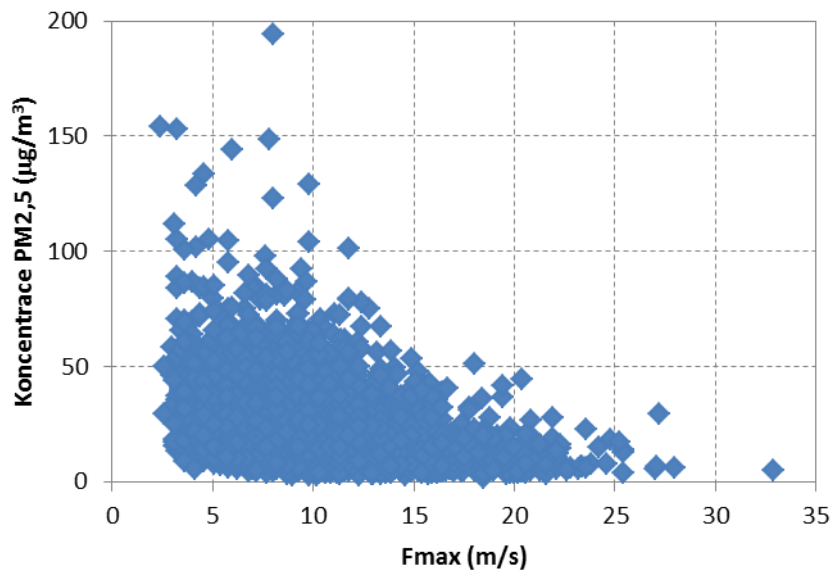
Průměrná teplota	Maximální teplota	Minimální teplota
<b>-0,40</b>	<b>-0,38</b>	<b>-0,44</b>



# Korelace PM<sub>2,5</sub> s rychlostí větru a výškou teplotní inverze ve 12 hod., Brno-Tuřany, (2004-2014) Prostějov, (2004-2014)

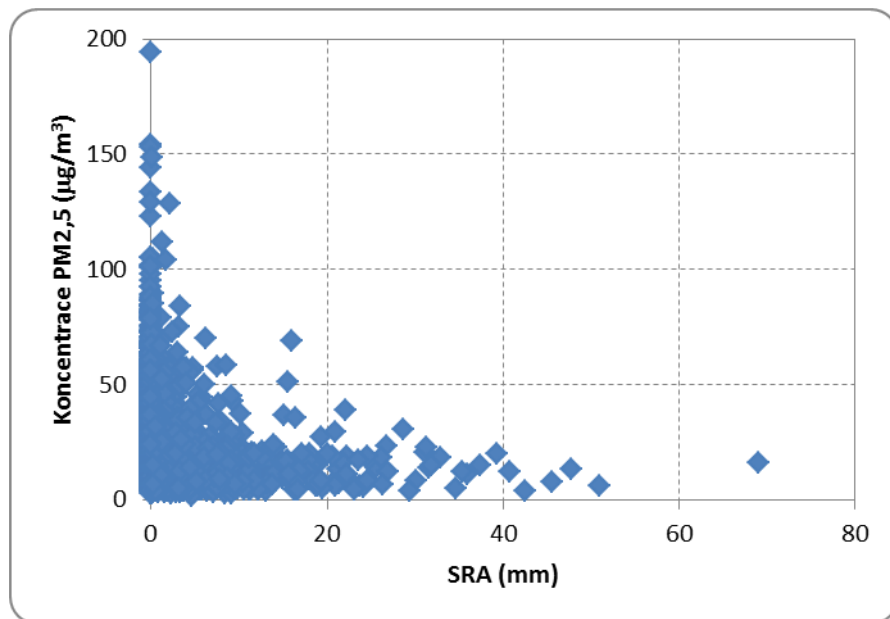


Průměrná rychlost větru	Maximální náraz větru	Výška inverze Prostějov
<b>-0,19</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,28</b>

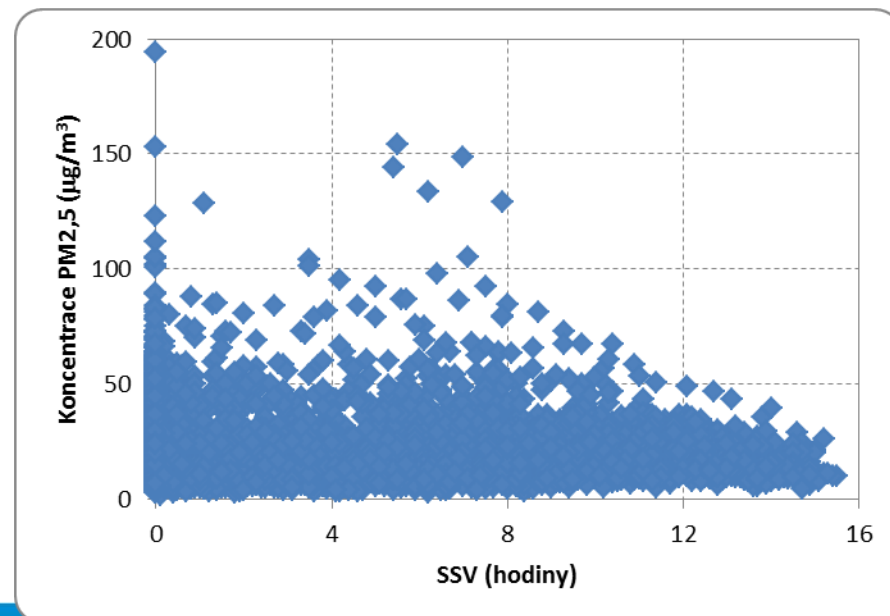
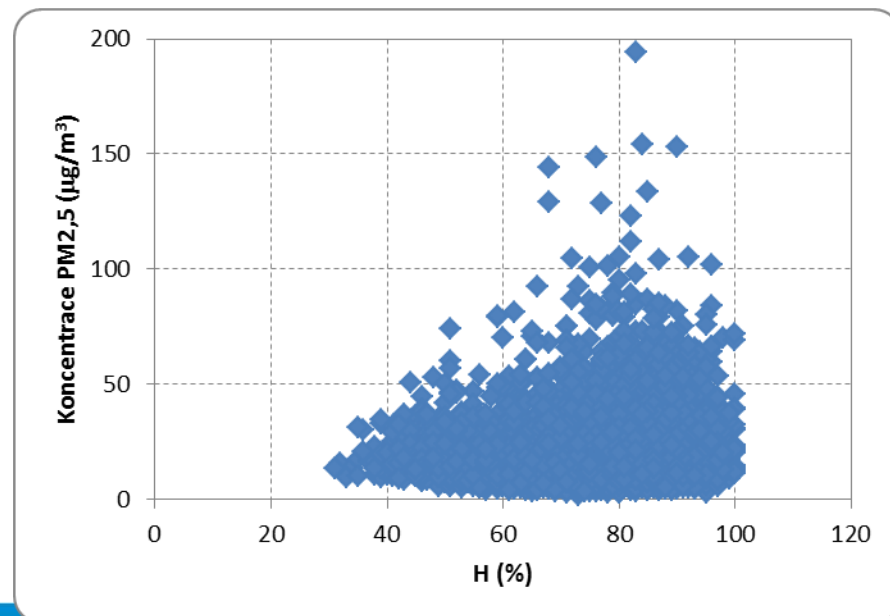




# Korelace PM2,5 s úhrnem srážek, relativní vlhkostí vzduchu a dobou slunečního svitu Brno-Tuřany, (2004-2014)



Srážky	Relativní vlhkost	Sluneční svit
<b>-0,13</b>	<b>0,19</b>	<b>-0,06</b>



# INVERZE TEPLoty VZDUCHU



# Vertikální teplotní zvrstvení atmosféry

Vertikální teplotní zvrstvení atmosféry

- Suchoadiabatický teplotní gradient  $\gamma_s = 0,98 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$
- Vlhkoadiabatický teplotní gradient  $\gamma_v = 0,65 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$
- **Vzduch s reálnou vlhkostí  $\gamma_{ad} = 0,65 - 1 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$**
- $\gamma = \gamma_{ad}$  – neutrální rovnováha
- $\gamma > \gamma_{ad}$  – labilní teplotní zvrstvení
- $\gamma < \gamma_{ad}$  – stabilní teplotní zvrstvení



# Typy kouřových vleček

## Vlnění

- Při **adiabatickém až izotermním teplotním zvrstvení**
- „Ideální“ rozptyl
- Při mírném až čerstvém větru
- Nízké koncentrace u země

## Čeření

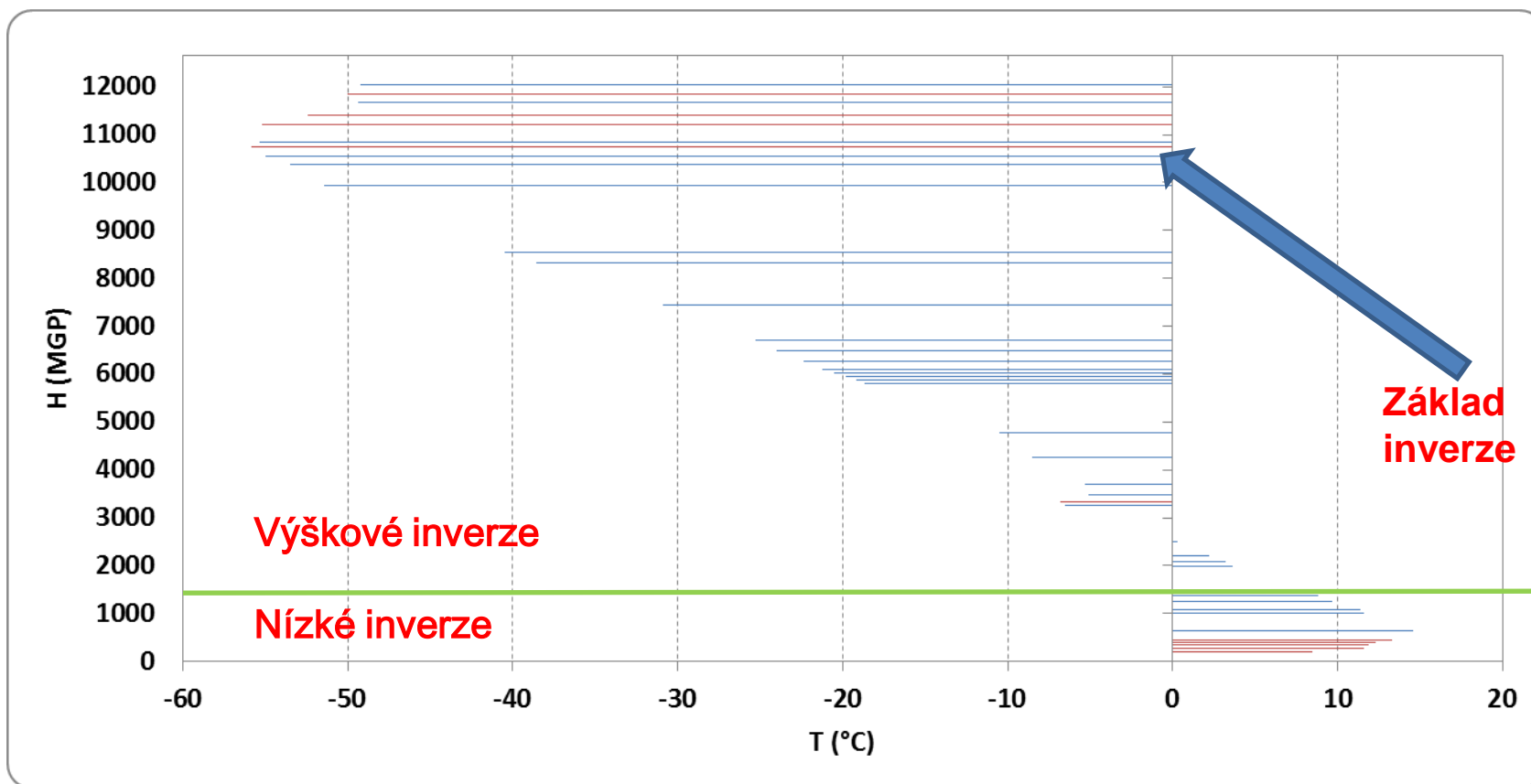
- Při **stabilním teplotním zvrstvení** sahajícím do výšky nad horizontální osu kouřové vlečky
- Večer, v noci, časně ráno, v zimě někdy po celý den
- Vertikálně malý rozptyl, horizontálně na dlouhé vzdálenosti
- Příznivé pro exhalace z vysokých komínů

## Zadýmování

- Při **stabilním teplotním zvrstvení** výška osy vlečky pod hranicí výškové inverze
- Při změně noční inverze u země v dopoledních hodinách prohříváním na izotermní, normální až labilní zvrstvení
- Inverze brání vertikálnímu rozptylu
- Nebezpečné hlavně pro nízké zdroje (→dopolední špičky znečištění)

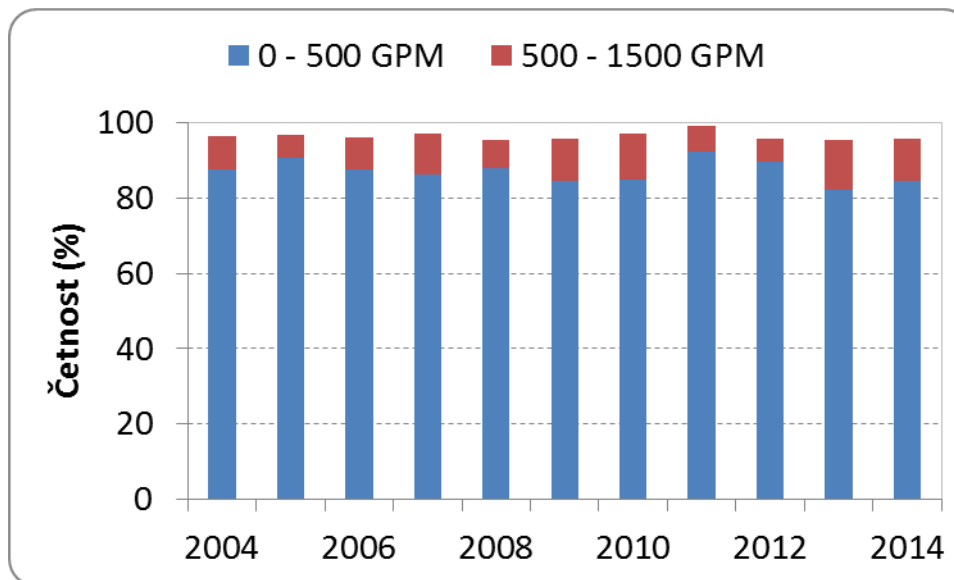
# Kritéria zpracovaných inverzí

**Nízká inverze** - výška základu teplotní inverze je v mezní vrstvě atmosféry (od povrchu Země do výšky 1500 m), kde je průběh meteorologických prvků ovlivněn třením proudícího vzduchu o zemský povrch.

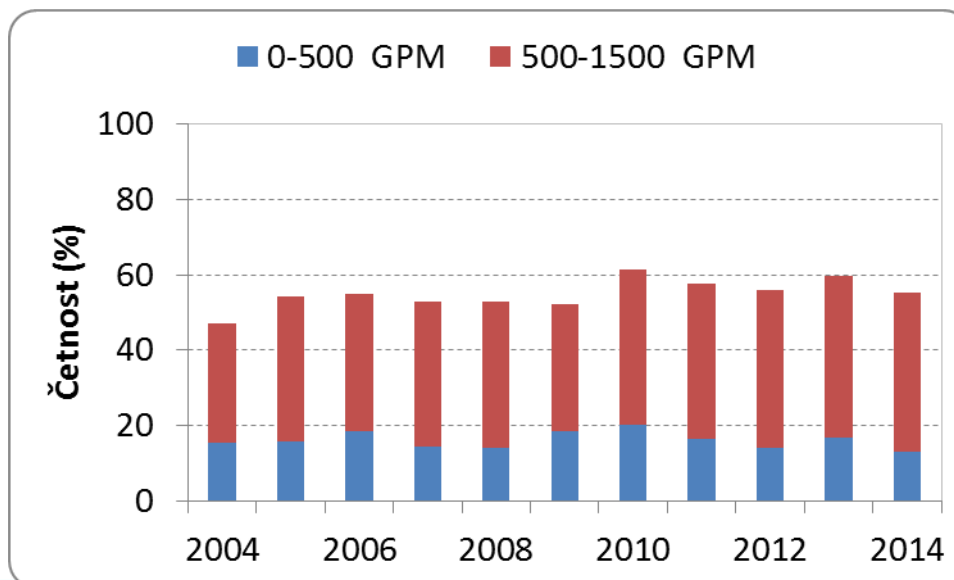


# Četnost nízkých inverzi v Prostějově

0 hod

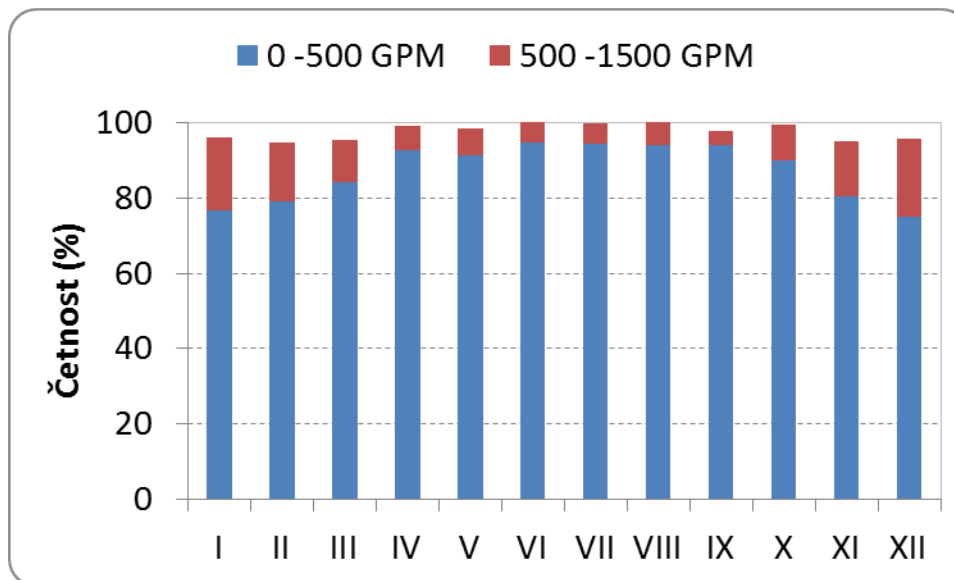


12 hod

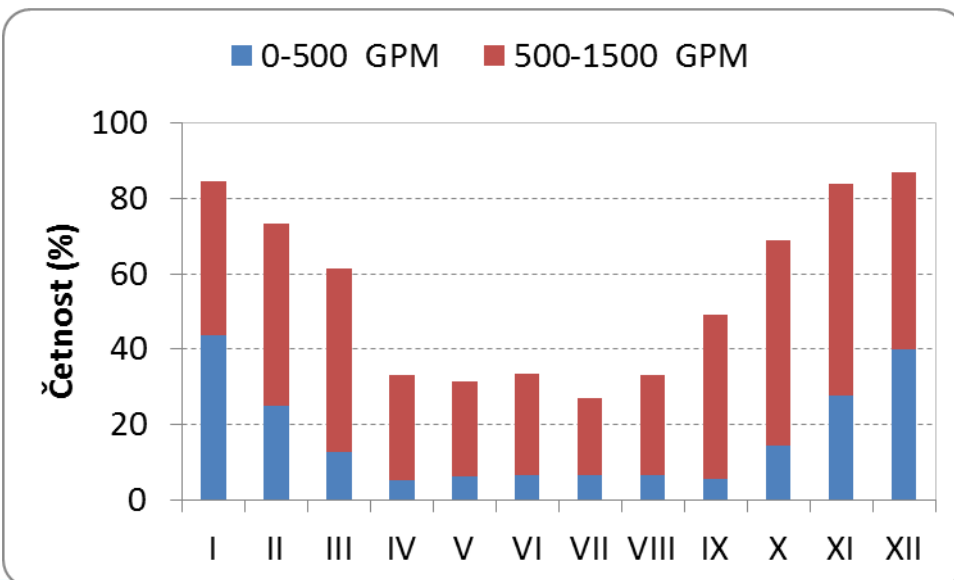


# Četnost nízkých inverzí v Prostějově

0 hod



12 hod

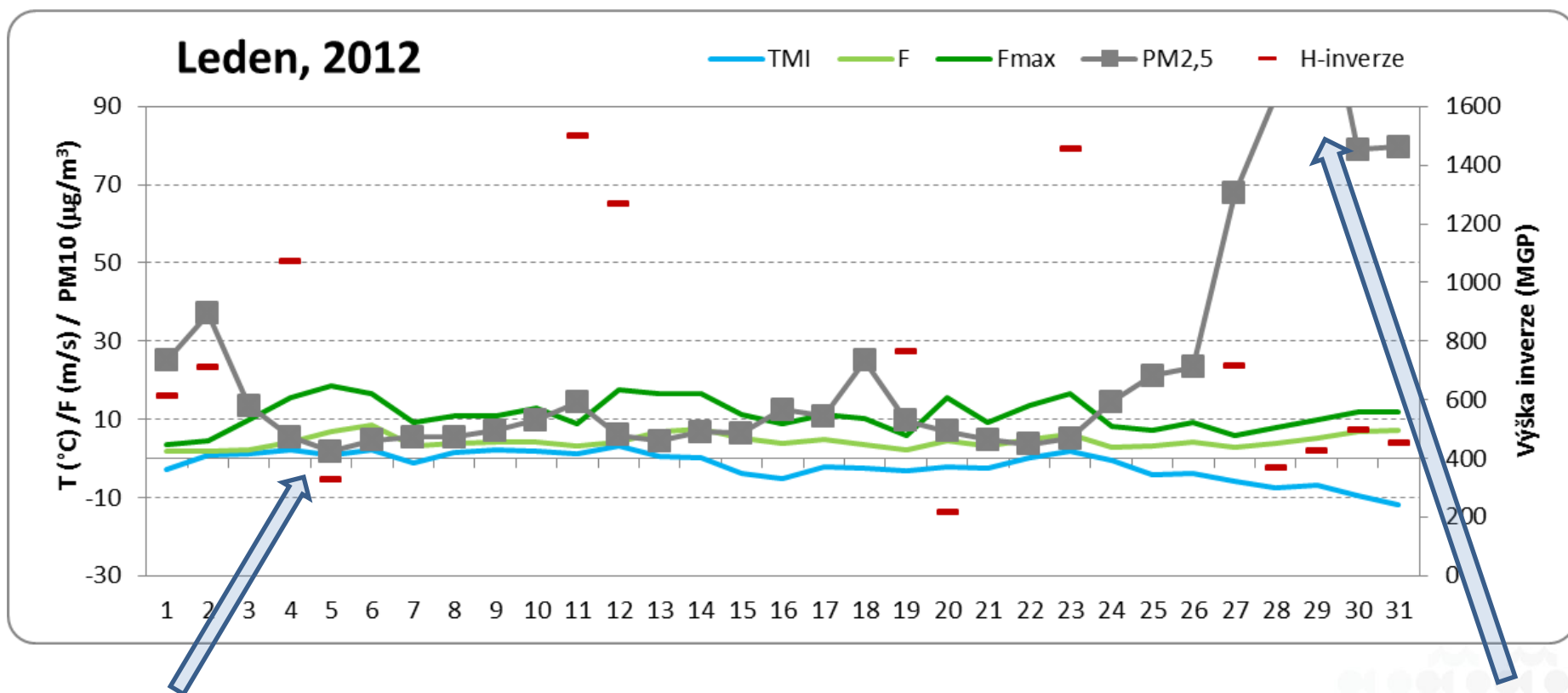


# PŘÍPADOVÉ STUDIE





# Chod minimální teploty vzduchu, rychlosti větru a průměrné denní koncentrace PM<sub>2,5</sub> v Brně Tuřanech a výška nejnižší teplotní inverze v Prostějově



Minimální koncentrace PM<sub>2,5</sub>

5.1.2012 1,7µg/m<sup>3</sup>

28.1.2012 92,5µg/m<sup>3</sup>

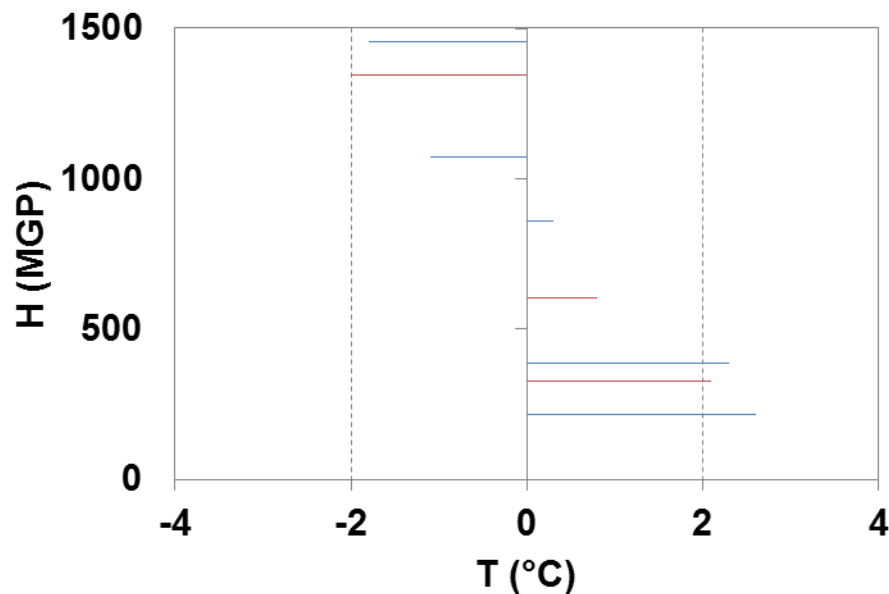
29.1.2012 128,5µg/m<sup>3</sup>



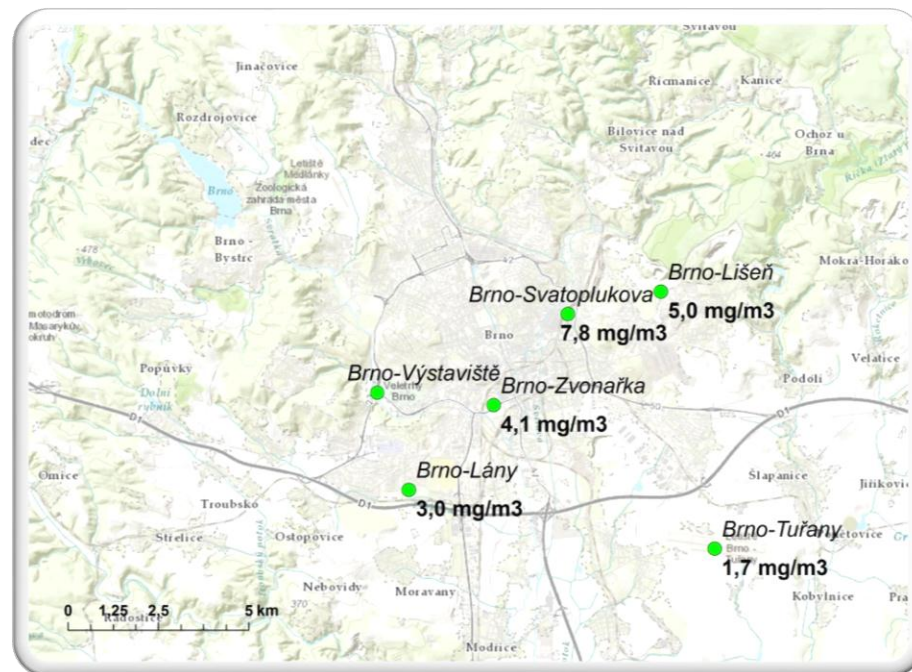
# Meteorologické charakteristiky a koncentrace PM<sub>2,5</sub> dne 5.1.2012 v Brně-Tuřanech

Průměrná rychlost větru	Maximální náraz větru	Srážky	Sluneční svit	Průměrná teplota	Maximální teplota	Minimální teplota	Výška inverze	Relativní vlhkost	PM <sub>2,5</sub>
6,7 m/s	18,5 m/s	4,6 mm	0 hodiny	4,4 °C	6,5 °C	0,9 °C	328 GPM	73 %	1,7 mg/m <sup>3</sup>

Teplotní stratifikace přízemní vrstvy vzduchu v Prostějově ve 12 hod.



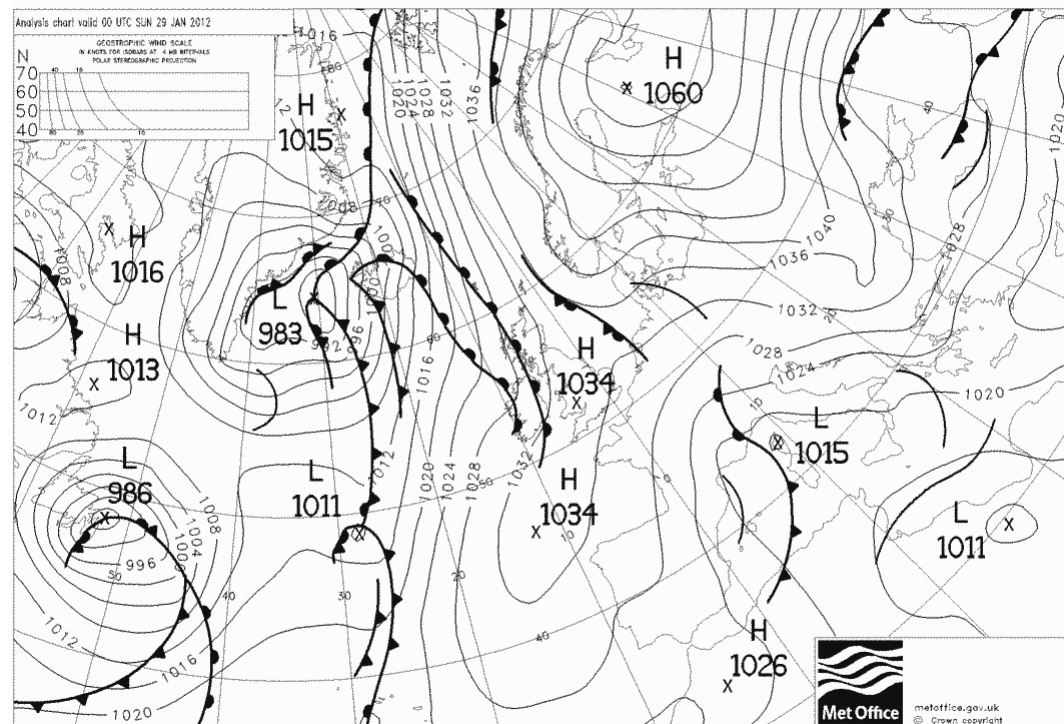
Koncentrace PM<sub>2,5</sub> v Brně



# Meteorologické charakteristiky a koncentrace PM<sub>2,5</sub> dne 29.1.2012 v Brně-Tuřanech

Průměrná rychlost větru	Maximální náraz větru	Srážky	Sluneční svit	Průměrná teplota	Maximální teplota	Minimální teplota	Výška inverze	Relativní vlhkost	PM <sub>2,5</sub>
5,3 m/s	9,8 m/s	0 mm	5 hodin	-5,3 °C	-0,4 °C	-6,9 °C	428 GPM	68 %	128,9 mg/m <sup>4</sup>

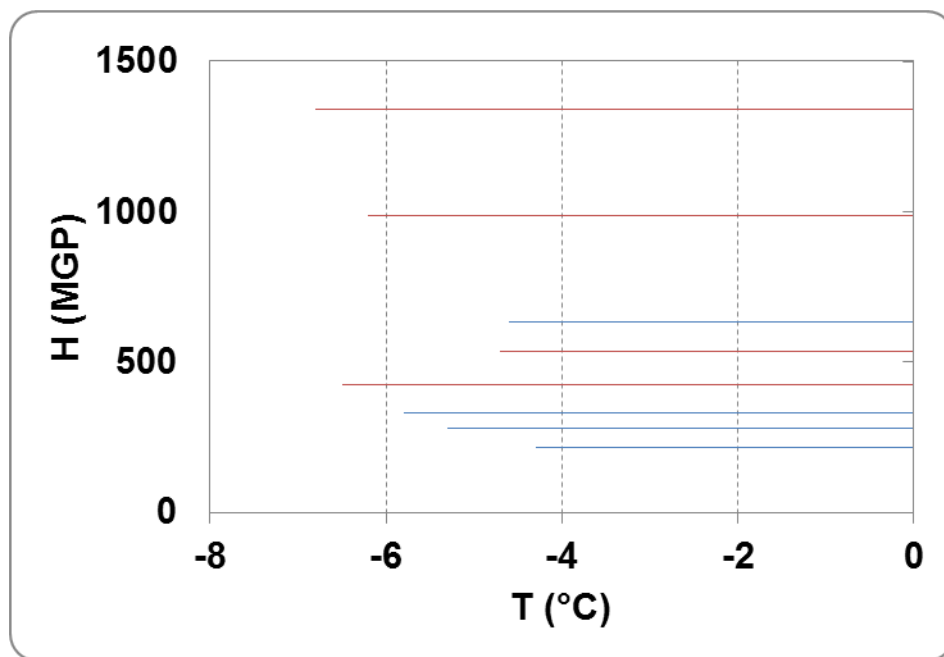
Od severovýchodu na území České republiky zasahoval okraj mohutné tlakové výše se středem nad Finskem.



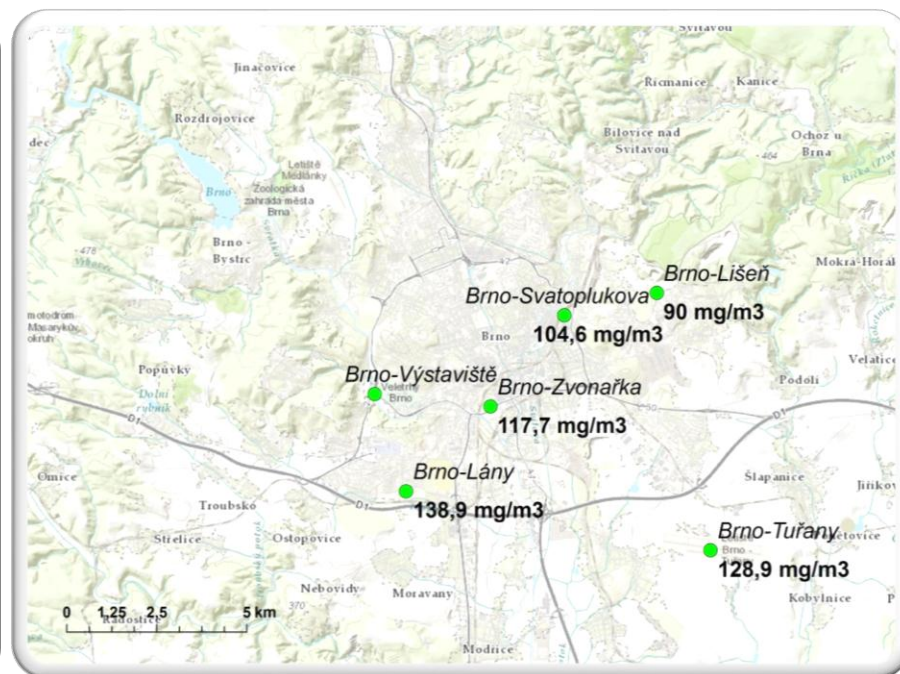
# Meteorologické charakteristiky a koncentrace PM<sub>2,5</sub> dne 29.1.2012 v Brně-Tuřanech

Průměrná rychlost větru	Maximální náraz větru	Srážky	Sluneční svit	Průměrná teplota	Maximální teplota	Minimální teplota	Výška inverze	Relativní vlhkost	PM <sub>2,5</sub>
5,3 m/s	9,8 m/s	0 mm	5 hodin	-5,3 °C	-0,4 °C	-6,9 °C	428 GPM	68 %	128,9 mg/m <sup>3</sup>

Teplotní stratifikace přízemní vrstvy vzduchu v Prostějově ve 12 hod.



Koncentrace PM<sub>2,5</sub> v Brně





Děkuji za pozornost

