

# Identifikace zdrojů znečištění ovzduší na Kladensku

*Ing. Radim Seibert, Český hydrometeorologický ústav*

# Úvod

T A  
Č R

TA ČR TITSMZP704, část V1

Identifikace zdrojů znečištění ovzduší ve třech vybraných oblastech ČR

Doba řešení: 2018–2021

Řešitel: Český hydrometeorologický ústav

Projektová oblast 2: Kladensko

# Proč Kladensko?

## Výchozí podklady

- IM Kladno-Švermov, Kladno-Vrapice, Buštěhrad, Stehelčevy
- CTM pro PZKO a ročenky ČHMÚ
- TAČR TITSMZP704, část V3 („kotlíková měření“) – Příšov a Hřivice

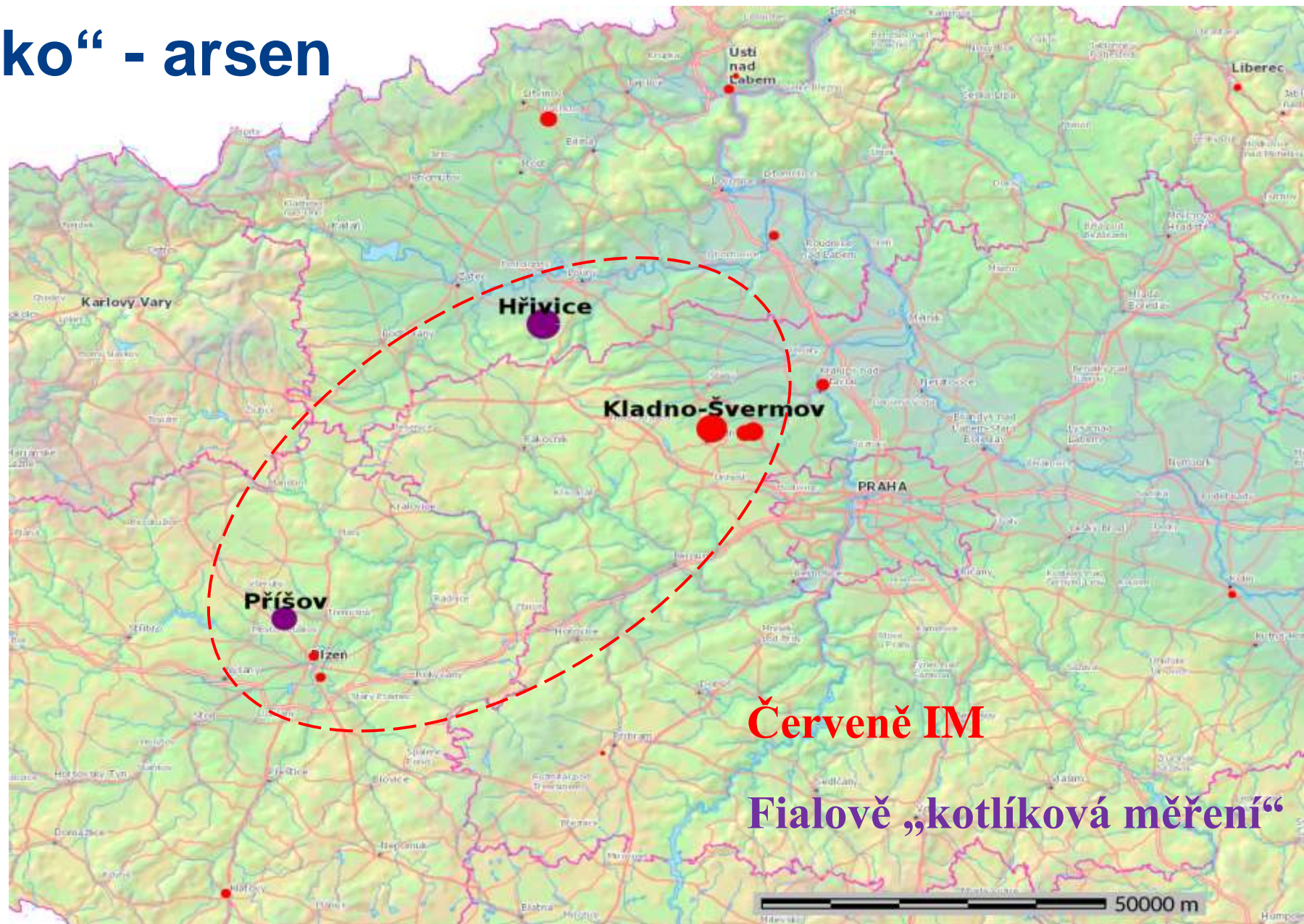
## Zjištění

- Tradičně zvýšené koncentrace B[a]P a arsenu

## Otázky

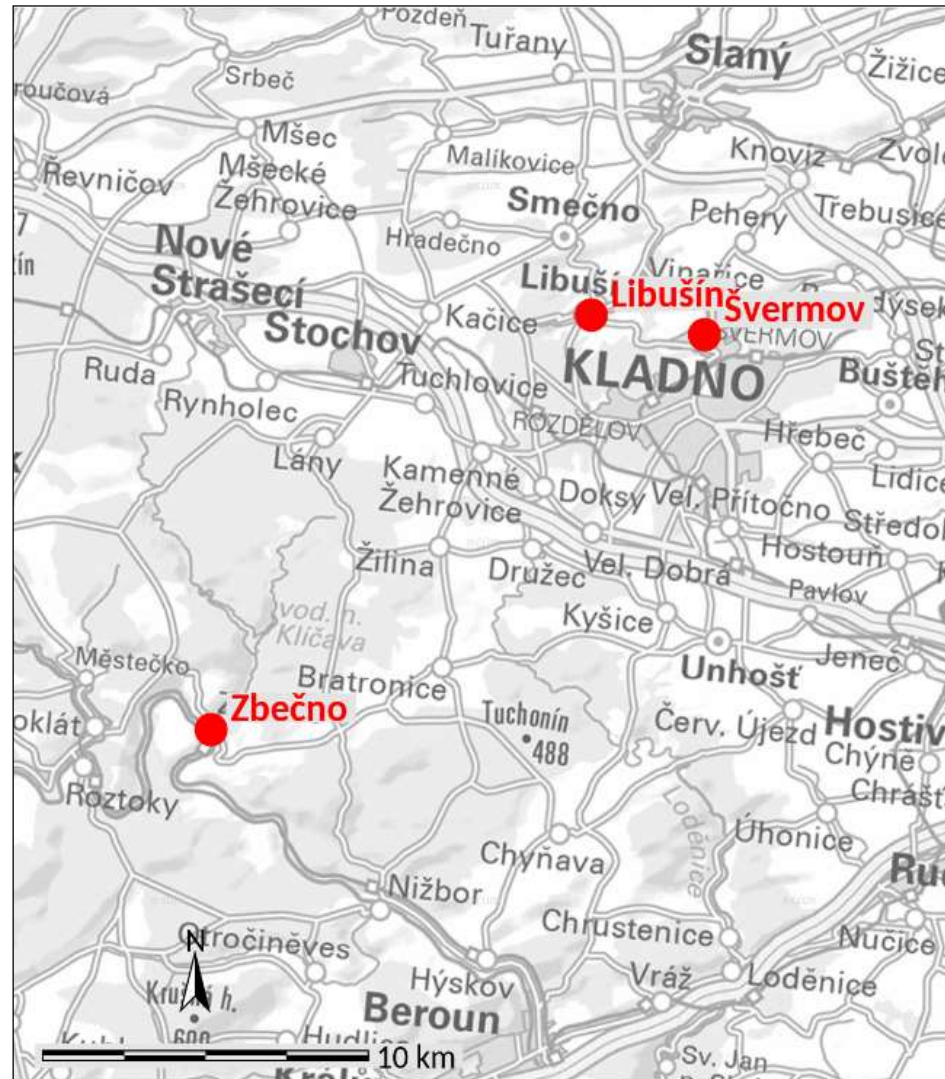
- Jaká je příčina znečištění As a B[a]P?
- Jsou dosud známé lokality s vysokým znečištěním ojedinělé nebo obvyklé?

# „Širší Kladensko“ - arsen





# Měřicí lokality



# Měření a vzorkování

- Souběžně 3 lokality, 12hodinové navazující vzorky
- Letní část 28. 6. 2019 6:00 – 28. 7. 2019 18:00 UTC
- Zimní část 14. 11. 2019 6:00 – 15. 12. 2019 18:00 UTC
- Vzorkovače - každá lokalita 5 ks SEQ (filtry)
- Kontinuální analyzátory plynů,  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$



# Měřicí lokality

Švermov



Libušín



Zbečno



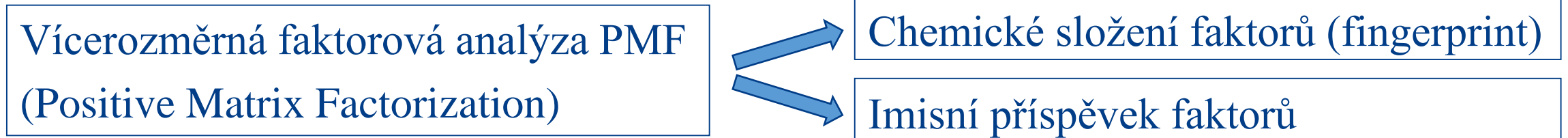
# Laboratorní analýzy

- gravimetrické měření suspendovaných částic  $PM_{2,5}$
- termo-optické stanovení OC , EC
- spektrometrické stanovení  $NH_4^+$
- ICP-OES :  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$
- IC - CD :  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$
- GC-MS : PAH (Fl, FEN, A, FLU, PYR, BaA, CRY, BbF, BkF, BjF, BaP, I123cdP, DBahA, BghiPRL, COR, Per, Reten, Picen, BeP), hopany
- ICP-MS : Li, B, Na, Mg, Al, Si, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Rb, Sr, Mo, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U
- IC HPAE-PAD : levoglucosan, mannosan, galactosan,  $NH_4^+$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$



# Identifikace zdrojů znečišťování modelem PMF

Receptorové modelování → kvantifikace podílu zdrojů v konkrétních lokalitách

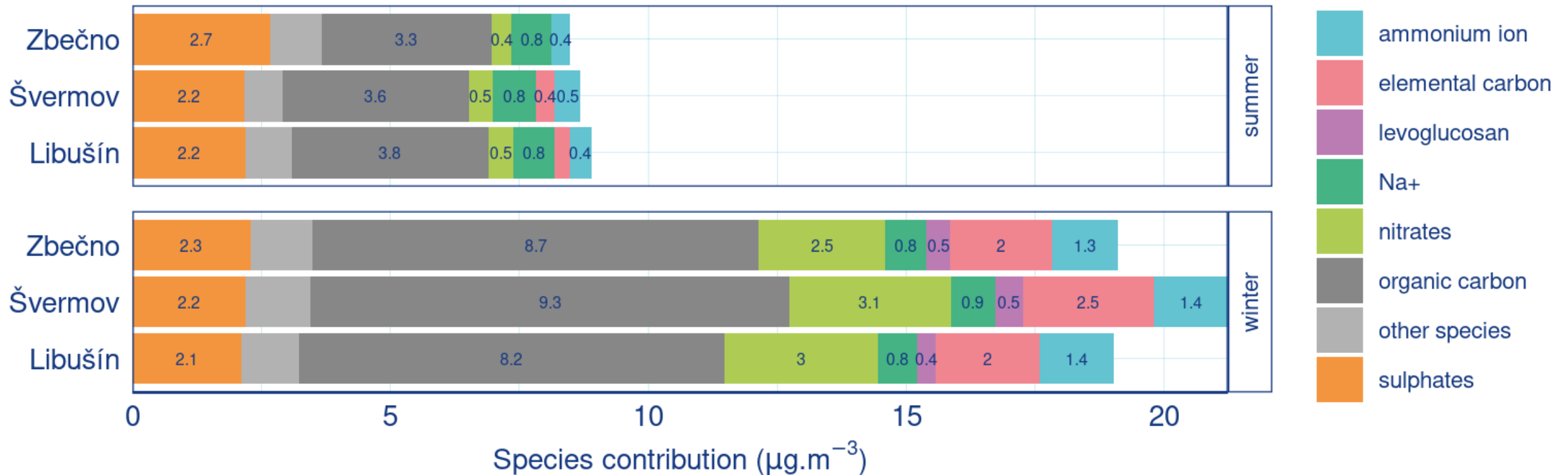


**Faktor** = zdroj znečišťování

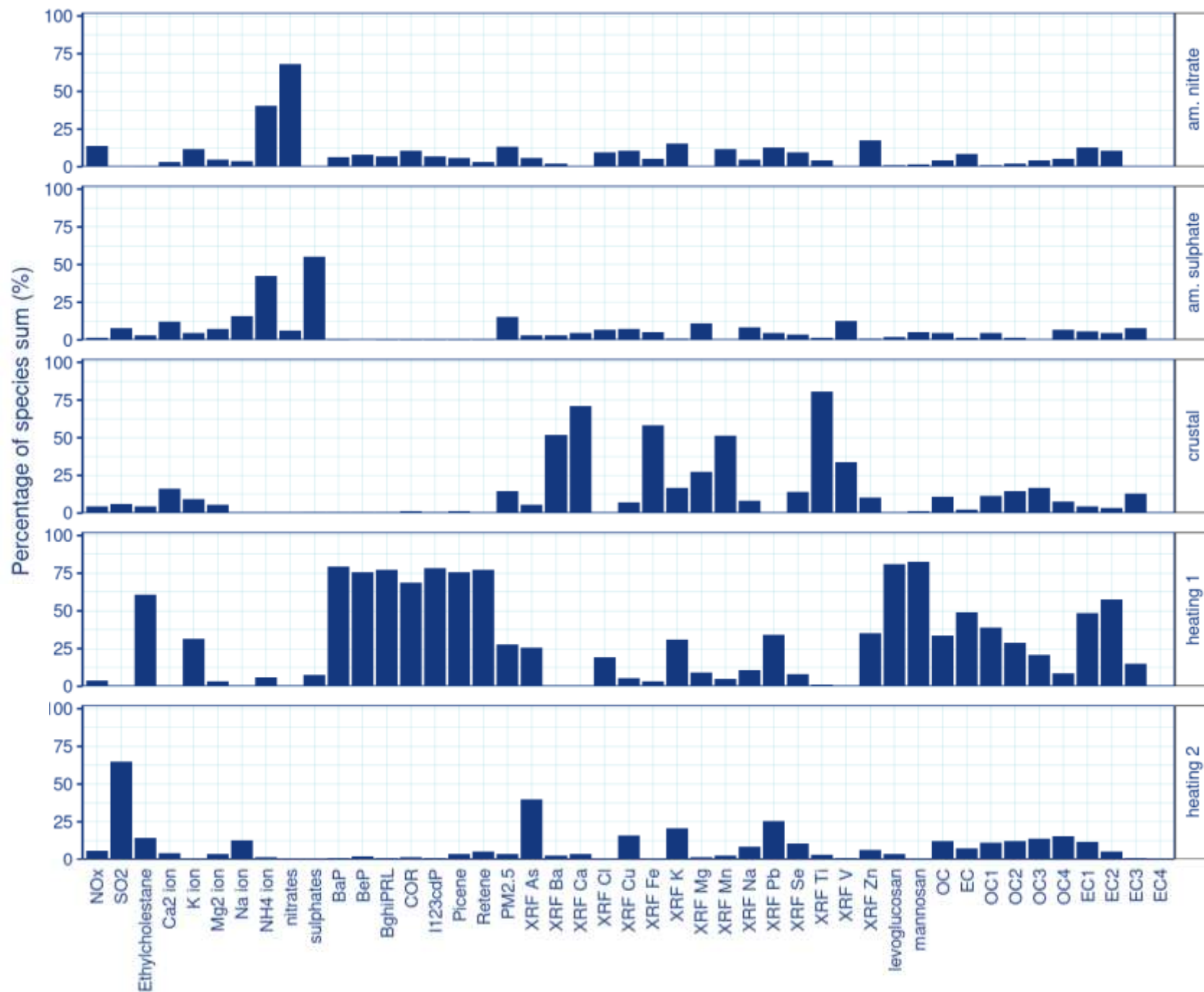
PMF vychází z časových řad naměřených **imisních** koncentrací.

**Do PMF nevstupují emisní ani meteorologická data.**

# Výsledky – složení PM<sub>2,5</sub>

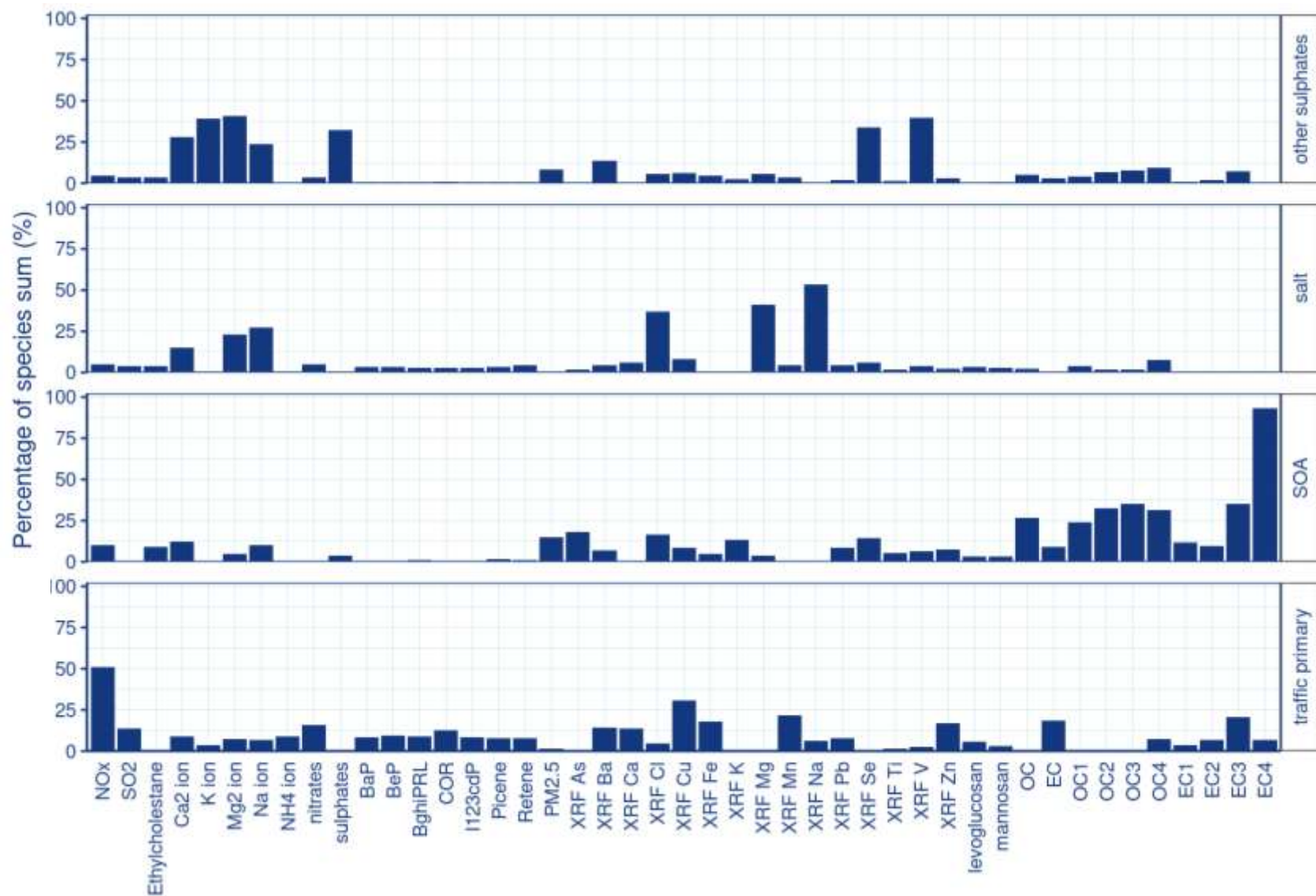


# Chemické profily zdrojů identifikované pomocí PMF





# Chemické profily zdrojů (pokračování)



# Časové řady identifikovaných faktorů

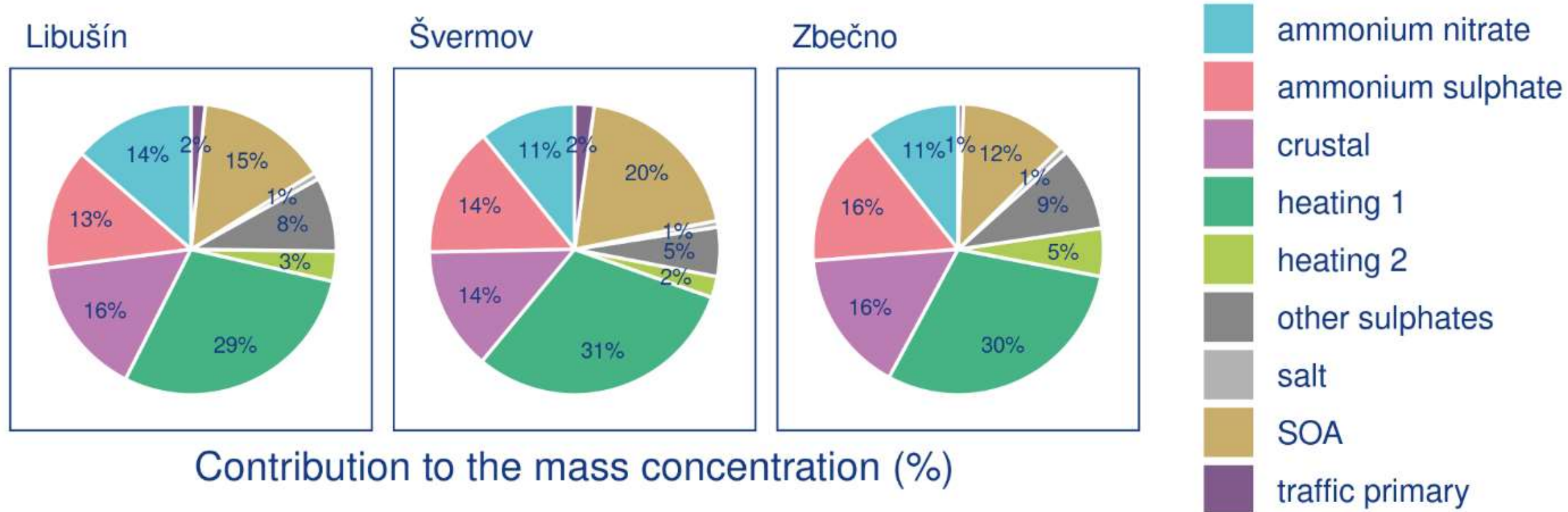


# Časové řady identifikovaných faktorů (pokračování)

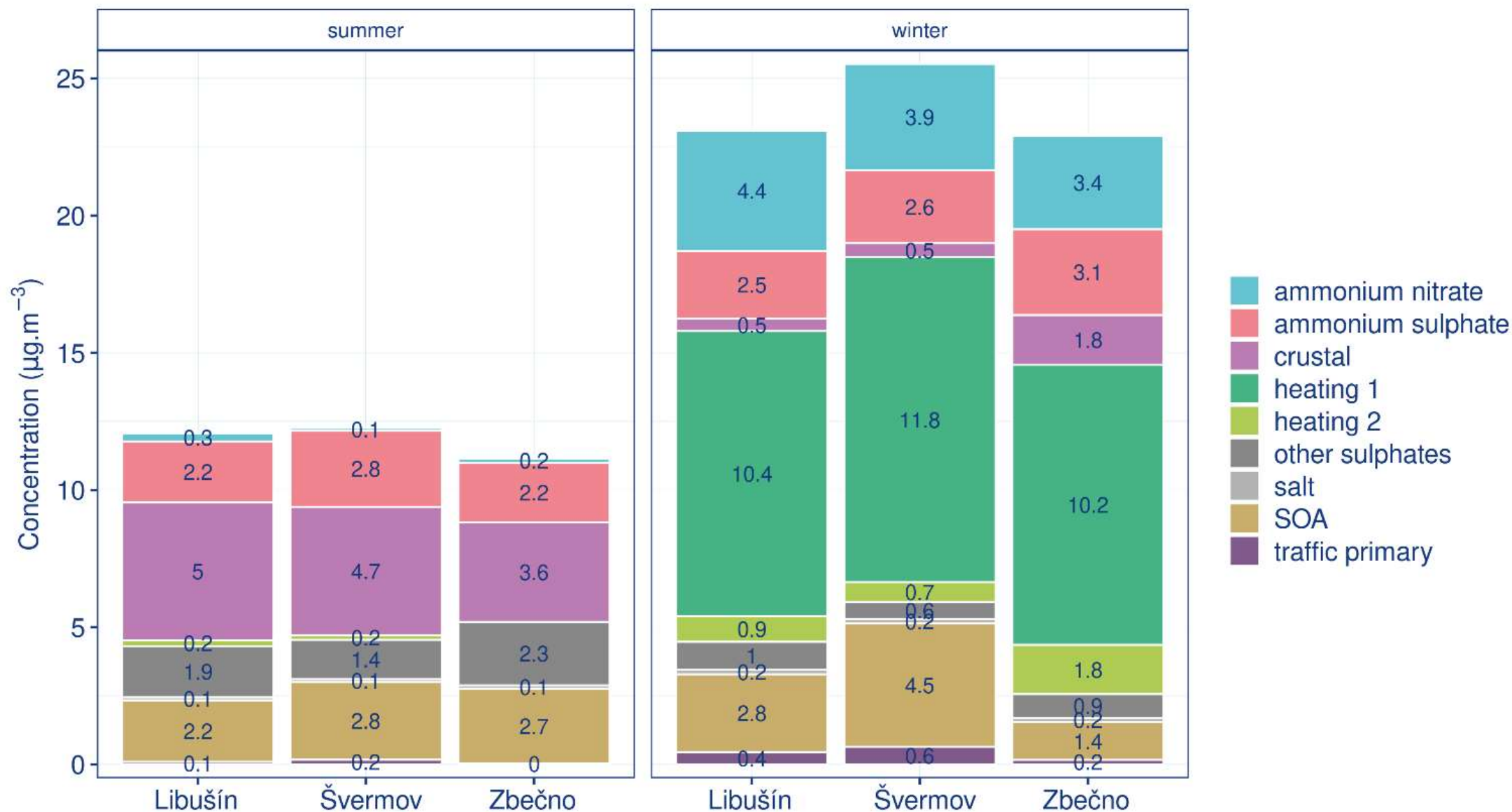




# Celkové relativní podíly zdrojů na koncentraci PM<sub>2,5</sub>

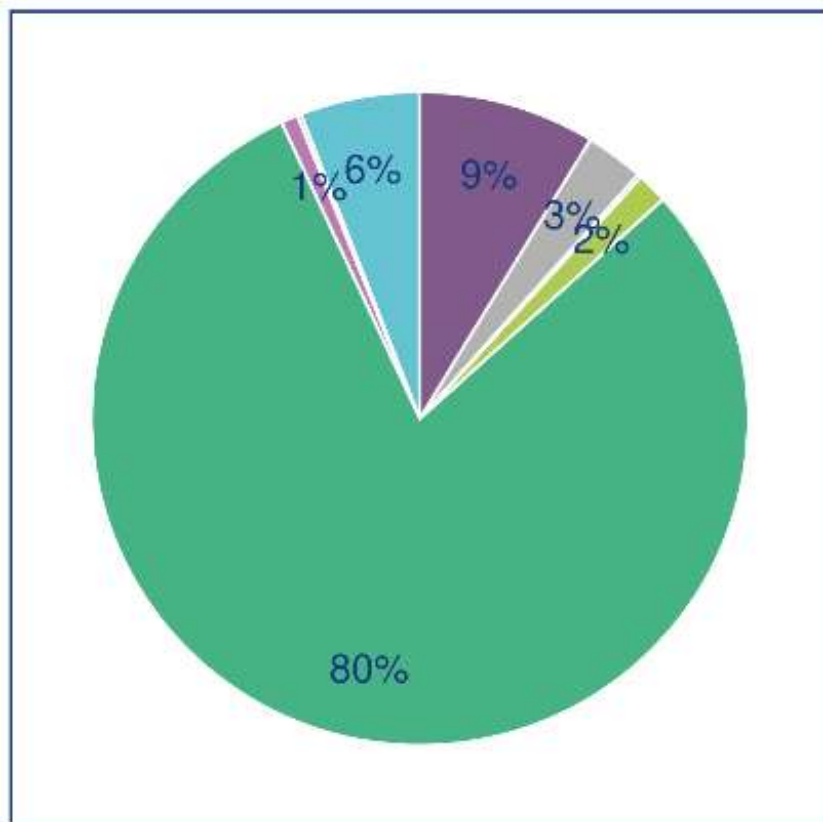


# Sezonně členěné absolutní podíly zdrojů na PM<sub>2,5</sub>



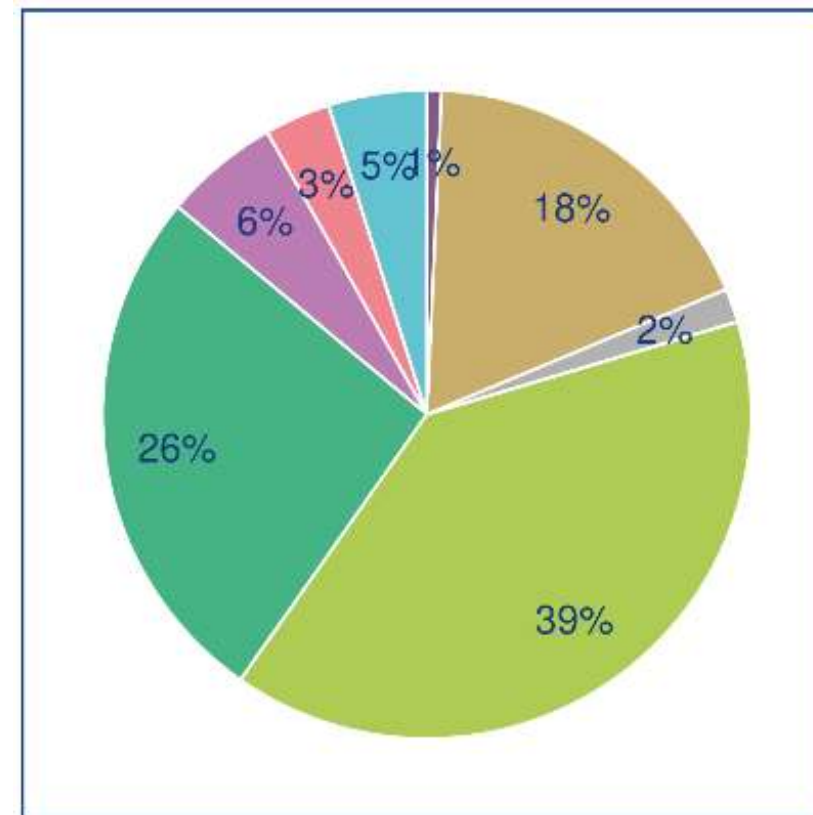
# Relativní podíly zdrojů na koncentraci B[a]P a As

## benzo[a]pyren



80 % z domácností

## arsen

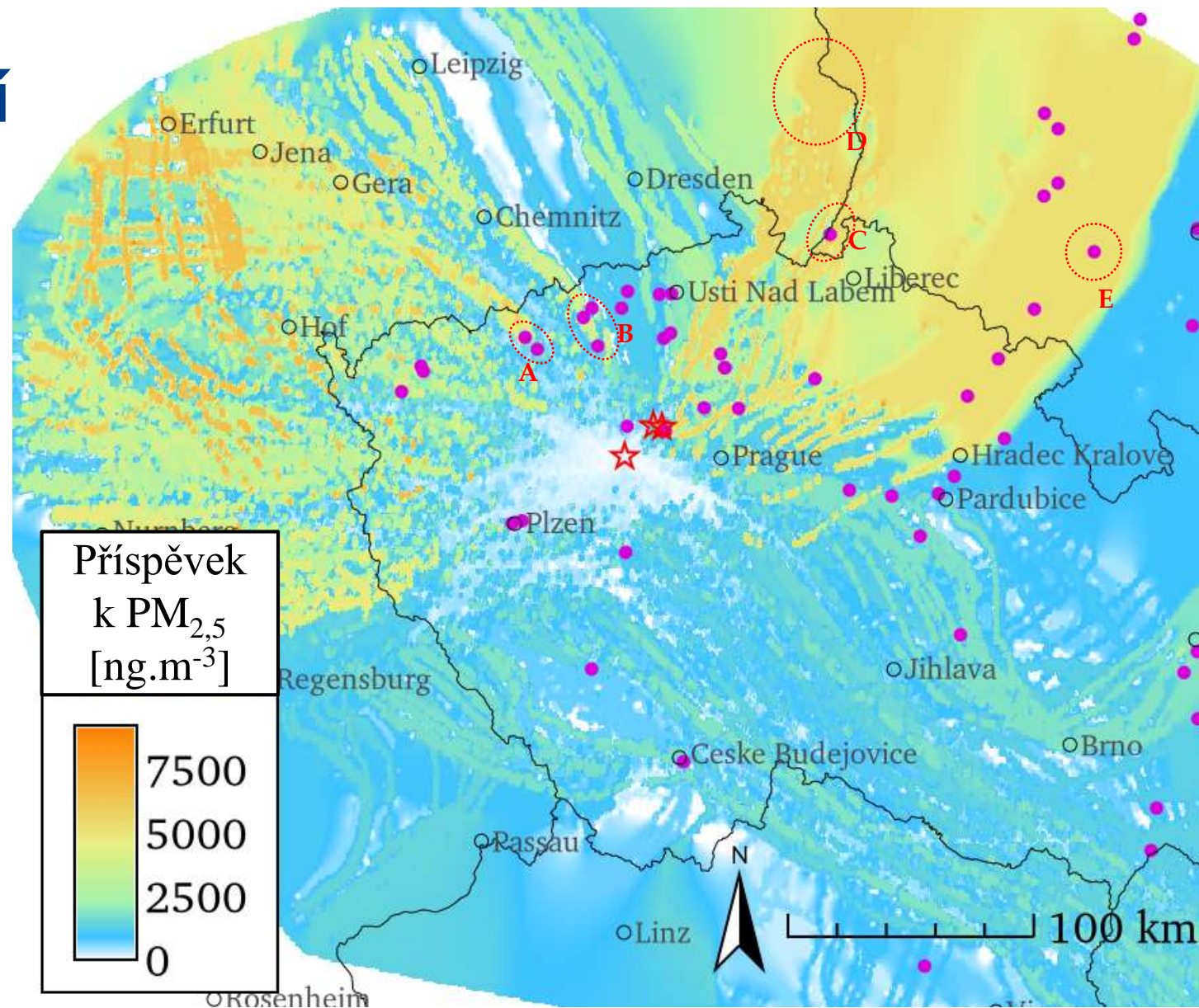


>75 % z domácností



# Interpretace a ověření výsledků

- Nezávislé hodnocení na základě molekulárních markerů (hopany, PAH)
- Hromadné zpracování zpětných trajektorií
- PSCF
- CWT



Obr: Zpracování zpětných trajektorií pro faktor „other sulphates“

# Hlavní závěry

- Malé rozdíly mezi lokalitami z hlediska  $PM_{2,5}$
- Velké sezonní rozdíly  $PM_{2,5}$ , B[a]P, As, EC, OC,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ , aj.
- Nejvýznamnějším lokálním zdrojem  $PM_{2,5}$  bylo vytápění domácností, druhým nejvýznamnějším regionální a nadregionální faktory, z nich energetika 10–15%, doprava 5–25 % (včetně sekundárních částic)
- Dominantním zdrojem B[a]P bylo vytápění domácností, doprava do 10 %, dálkový přenos málo významný
- Zdrojem As bylo vytápění domácností, hlavně specifickým hnědým uhlím
- Lokální anomálie As jsou v zájmovém území pravděpodobně obvyklé

# Doporučení

- Receptorové modelování využívat jako plnohodnotný nástroj k hodnocení příčin znečištění (ověřen soulad s CTM)
- Posílit modernizaci individuálního vytápění domácností pevnými palivy (odstavit ty správné kotle) – pozitivní dopad na PM, B[a]P a As
- Pokračovat ve snižování emisí  $\text{NO}_x$  a  $\text{SO}_2$  z LCP (významné snížení sekundárních PM)



# Děkuji za pozornost

*Ing. Radim Seibert*

✉ *radim.seibert@chmi.cz*

## **Další informace:**

Seibert, R.; Nikolova, I.; Volná, V.; Krejčí, B.; Hladký, D. Source Apportionment of PM<sub>2.5</sub>, PAH and Arsenic Air Pollution in Central Bohemia. *Environments* **2021**, 8, 107.

<https://doi.org/10.3390/environments8100107>