



ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

# Identifikace zdrojů znečišťování ovzduší

Libor Černíkovský

Oddělení ochrany čistoty ovzduší, pobočka Ostrava

*„Ochrana ovzduší ve státní správě XI, teorie a praxe“, Třebíč, 10. 11. 2016*

# Co je myšleno souslovím „identifikace zdrojů“?

tekniaedcii	ficatkdiinee	aeaintcdfkii	dicefenitkia	dkfaeieciitn	dfitiaciknee
iaindtciekef	eitinkadcife	kaefiticiend	nftiikacieed	dfnaiicetike	fiiktdecenia
ndtecaiiiefk	tcnkeiidfae	aentfeiikidc	knitfiiecdea	kcfiiaetnide	enctiidtaeik
ncetidaekfii	aidecfeitnik	cietiednifak	einitaecfdik	iinikfdcatee	ifaecnetikdi
ftandeiikice	ficieaindetk	diiecefktani	iaiekncftedi	eitndieakfci	keadeficniti
kenieafidtic	keadctieinif	edaiekfcniti	idiiftackene	nefidctiikea	ctiineiadkef
ikctnifaieed	tceiedkaiinf	ieeafnicdtik	nitiakeefdci	iiifaecekndt	niafceiiedtk
inetfciedkai	nciatiffeeikd	ifinceaekdti	iakicteienfd	eftdkiiienca	acednitiikfe
fdaeincetiki	eiikdftecina	icdenftiaike	eacieikfidtn	aktdcnfieie	kidaenicifte
dafkcniteiie	ekicniiafdte	eainitidcfke	fideikniaect	edifcktnieia	idkctnifeaie
iadeikintefc	decieatinifk	akdeiiiifcnet	dfkecaiienit	etcaniikifde	eckftiidaine
edckiiiinatfe	ientiaeidfkc	dinkefciatei	iineitcfdkea	dekectifinai	cknieiiafdet
kietdencfaii	iateckdienfi	kicaindeetif	icatiikendef	dfikaeteicin	adfictnkeeii
tficeadiinek	efciidakntei	nfdeeckiatii	netifciiiaekd	eiaiietfnckd	<b>identifikace</b>

# Identifikace zdrojů... ...znečišťování ovzduší

- Proč chceme / potřebujeme zdroje identifikovat?
- Kvalitativní / kvantitativní odhad...
- Odhady, chyby, nejistoty
- Jaká je spolehlivost výsledků?
- Je možno je použít pro řízení kvality ovzduší?



# Identifikace zdrojů znečišťování ovzduší v Ostravě

Spolupráce ČHMÚ a U.S. EPA:

- odběry (2012), analýzy, hodnocení

## ČHMÚ

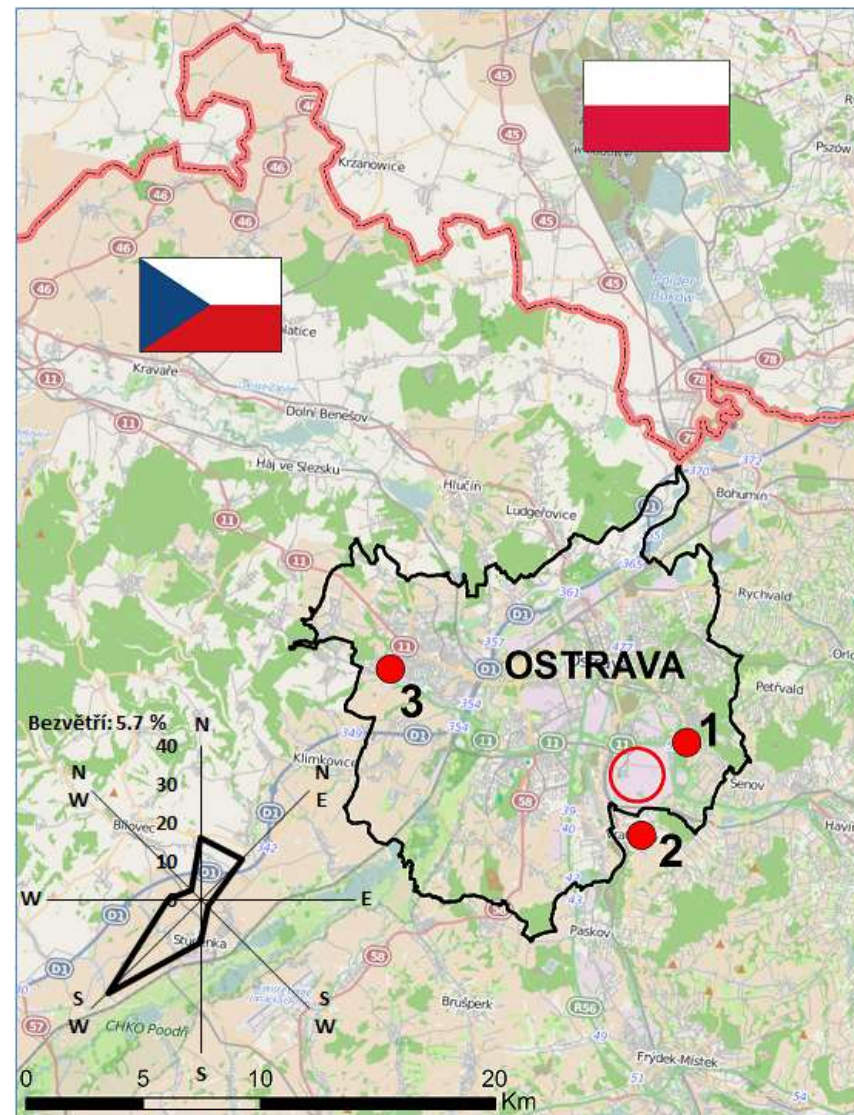
- pobočka Ostrava
- Centrální laboratoře imisí Praha-Libuš
- pobočka Ústí nad Labem

## U.S. Environmental Protection Agency

- Office of Research and Development, Research Triangle Park, North Carolina, USA

# Lokality

1. **Ostrava-Radvanice:**  
zavětří převládajících větrů  
od průmyslového komplexu  
ArcelorMittal Ostrava a.s.
2. **Vratimov:**  
navětří stejného  
průmyslového komplexu
3. **Ostrava-Poruba:**  
rezidenční část Ostravy  
bez přímého vlivu  
průmyslových zdrojů



# Období

**2 kampaně, celkem téměř 100 dnů**

- **„Jaro/léto“: 14. 5.–2. 7. 2012**
- **„Podzim/zima“: 17. 10.–7. 12. 2012**

... aby bylo možno porovnat rozdíly mezi znečištěním ovzduší v jarním/letním a podzimním/zimním období s předpokladem, že se tato období budou výrazně lišit vlivem lokálního vytápění

... snahou bylo rovněž minimalizovat zahrnutí smogových situací, vyznačujících se stabilními atmosférickými podmínkami s bezvětřím, resp. se slabým prouděním vzduchu proměnlivých směrů, které se vyskytují nejčastěji od prosince do února

# Odběry 12hodinové

- Začátek v 8 a 20h SCET, tj. „den“ a „noc“
- **PM<sub>2.5</sub>**
  - ... podrobně analyzovány na obsah prvků, dalších látek, OC/EC v laboratořích ČHMÚ U. S. EPA
- **PAH v PM<sub>2.5</sub>** (na filtr i PUF)
  - ... referenční metody
  - ... akreditace odběrů i analýz



# Odběry 1hodinové

- **PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, NO-NO<sub>2</sub>-NO<sub>x</sub>, CO, benzen, toluen**
  - **směr a rychlost větru**
  - **teplota a vlhkost vzduchu**
- ... mobilní měřicí vozy ČHMÚ  
v lokalitách Ostrava-Radvanice  
a Vratimov
- ... referenční/ekvivalentní metody
- ... akreditace





# Vyhodnocení naměřených dat

- Po jednotlivých lokalitách, pro jednotlivá období, denní a noční dobu, v závislosti na směru větru a rozptylových podmínkách.
  - Statistická analýza analytickým doplňkem aplikace MS Excel 2013.
- ... data s velkými odchylkami vyřazena z dalších analýz.
- K identifikaci zdrojů jemných částic  $PM_{2.5}$  použit matematický model multikomponentní statistiky Positive Matrix Factorization, vyvinutý U.S. EPA (PMF 5.1). Jednotlivé výpočty byly provedeny s ohledem na lokality, sezónnost a meteorologické podmínky.

# Výsledky: PM<sub>2.5</sub> a PAH (1)

- Hmotnostní koncentrace PM<sub>2.5</sub> byly v průměru více než dvojnásobné na podzim/v zimě než na jaře/v létě, a to na všech třech lokalitách.
- Totéž platilo i pro koncentrace většiny jednotlivých látek, zatímco koncentrace prvků zemské kůry byly vyšší na jaře/v létě než na podzim/v zimě.
- Koncentrace měřené v noci byly vyšší než během dne, rozdíly však byly méně výrazné než sezónní rozdíly.
- Celkové koncentrace PAH byly vyšší v blízkosti průmyslového komplexu.

# Výsledky: PM<sub>2.5</sub> a PAH (2)

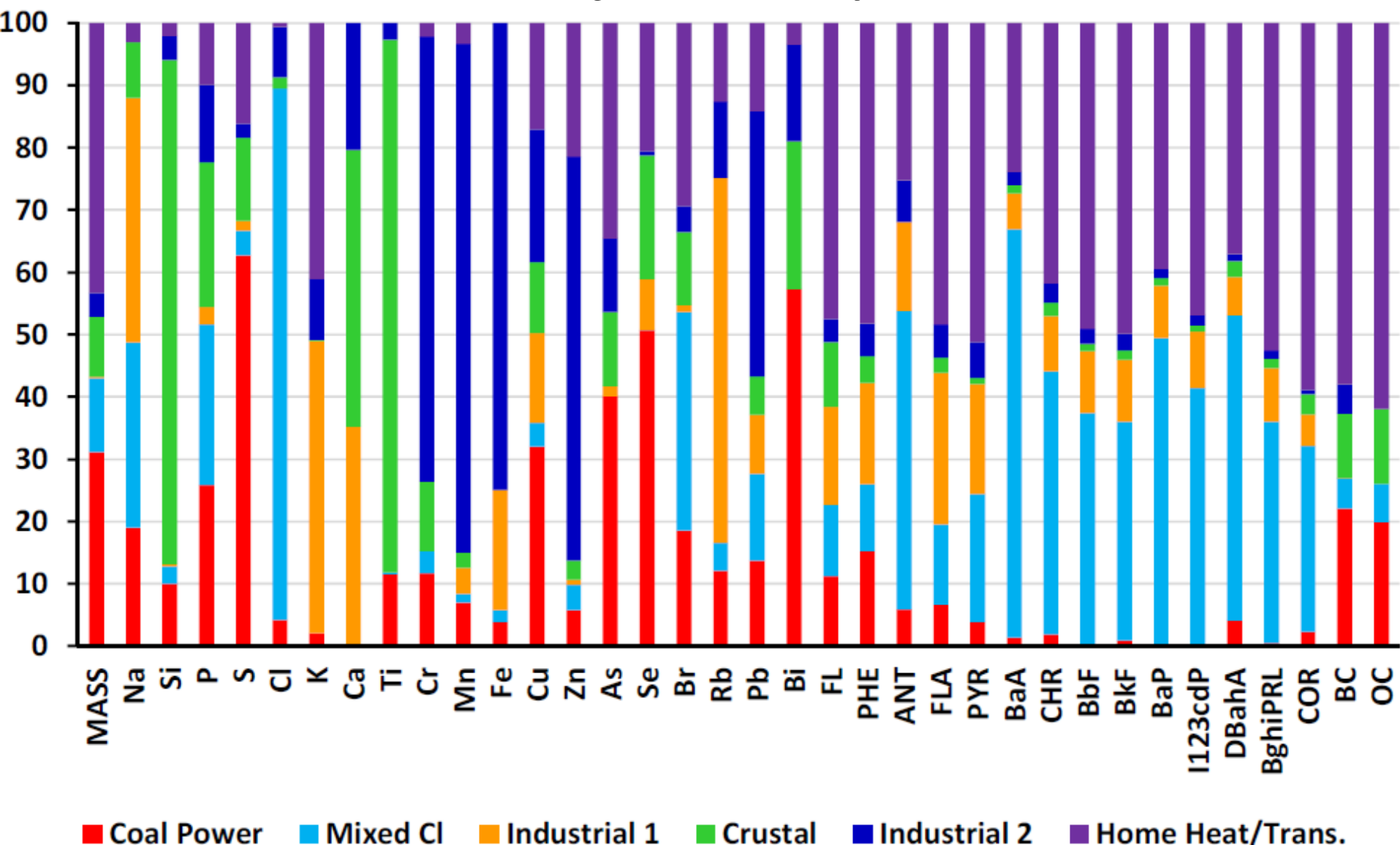
- Zdroj nebo skupina zdrojů, které na podzim/v zimě významně přispívají ke koncentracím PM<sub>2.5</sub> a PAH leží severovýchodně od všech třech lokalit a konkurují tak jarním/letním příspěvkům z průmyslového komplexu.
- Může se jednat o vliv lokálních topenišť využívajících levná vysoce emisní paliva (dřevo, uhlí), a to i přeshraniční.
- Průmyslový komplex samozřejmě ke znečištění ovzduší přispívá, ale není výhradním zdrojem.
- Ke koncentracím PM<sub>2.5</sub> přispívají další regionální a sezónní zdroje.
- Celkové znečištění ovzduší je způsobeno společným vlivem různých zdrojů, jejichž relativní podíl se liší podle lokality a meteorologických podmínek.

# PMF - faktory

Vybráno šest faktorů, které poskytly nejvhodnější přiřazení ke zdrojům a reprezentovaly:

1. spalování uhlí (výroba elektřiny)
2. průmysl 1 - průmyslové procesy charakteristické produkcí alkalických kovů a PAH
3. průmysl 2 - průmyslové procesy charakteristické produkcí přechodných kovů
4. domácí vytápění/dopravu
5. smíšený Cl faktor (zahrnující vliv zimního posypu vozovek, spalování mobilních zdrojů, spalování odpadu v domácích topeništích a průmyslové procesy)
6. zemskou kůru.

# PMF - příspěvek jednotlivých faktorů ke koncentracím jednotlivých látek v %



# PMF - shrnutí výsledků (1)

- Spalování uhlí a domácí vytápění/doprava se dominantně podílejí na koncentracích jemných částic  $PM_{2.5}$  s velmi variabilním příspěvkem, zatímco ryze průmyslové faktory 1 a 2 mají nízký příspěvek s poměrně úzkým rozsahem podílu.
- Výroba elektřiny a domácí vytápění/doprava jsou největším zdrojem arzenu, a to ze 38 %, resp. 33 %.
- Průmyslové procesy charakteristické produkcí přechodných kovů dominují imisním koncentracím olova s 38 %.

## PMF - shrnutí výsledků (2)

- Ke koncentracím bezno[a]pyrenu nejvíce přispívají zdroje zahrnuté do faktoru smíšený Cl“ s 34 % a domácí vytápění/doprava s 28 %, nicméně velká část bezno[a]pyrenu zůstala nepřiřazena (30%).
- Ačkoliv dominantním zdrojem bezno[a]pyrenu v lokalitě Ostrava-Radvanice je domácí vytápění/doprava, při jihozápadních směrech větru (tj. od průmyslového komplexu) se zvyšuje podíl průmyslových procesů.

# Identifikace zdrojů znečišťování ovzduší v Ostravě

VOSSLER, T., CERNIKOVSKY, L., NOVAK, J., PLACHA, H., KREJCI, B., NIKOLOVA, I., CHALUPNICKOVA, E., WILLIAMS, R., 2015. **An investigation of local and regional sources of fine particulate matter in Ostrava, the Czech Republic.** Atmospheric Pollution Research, Volume 6, Issue 3, str. 454–463. ISSN: 1309-1042. [online]. [cit. 6. 9. 2016]. Dostupné z www: <http://dx.doi.org/10.5094/APR.2015.050>

VOSSLER, T., CERNIKOVSKY, L., NOVAK, J., WILLIAMS, R., 2016. **Source apportionment with uncertainty estimates of fine particulate matter in Ostrava, Czech Republic using Positive Matrix Factorization.** Atmospheric Pollution Research, Volume 7, Issue 3, str. 503–512. ISSN: 1309-1042. [online]. [cit. 6. 9. 2016]. Dostupné z www: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apr.2015.12.004>



# Děkuji za pozornost...

