

ČESKÝ  
HYDROMETEOROLOGICKÝ  
ÚSTAV

# K MOŽNOSTI IDENTIFIKACE PŮVODU ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ POMOCÍ KOMBINACE IMISNÍCH A METEOROLOGICKÝCH MĚŘENÍ

Josef Keder  
keder@chmi.cz



# Víme: co, kolik, kde, kdy

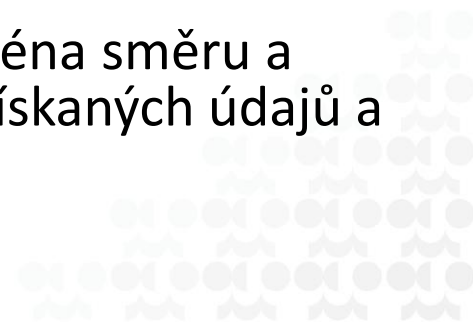
- Kvalitně prováděná měření koncentrací znečišťujících látek, v závislosti na hustotě pokrytí zájmového území měřicími body, poskytují reprezentativní informace o kvalitě ovzduší v takové oblasti
- Statistické zpracování získaných datových souborů a srovnání výsledků s imisními limity umožňuje získat přehled o stavu a časových trendech vývoje znečištění ovzduší

# Nevíme: proč, odkud



# Jak to zjistit?

- Je nezbytné získat soubory údajů o meteorologických podmínkách, zjištěných současně s měřením koncentrací.
- Meteorologické informace, o něž se interpretace dat o kvalitě ovzduší musí opírat, mohou mít různý stupeň komplexnosti a prostorového měřítka
- počínaje například povětrnostními mapami v měřítku **kontinentu** a **lokálními** měřeními jednotlivých meteorologických prvků konče
- Na většině monitorovacích stanic kvality ovzduší se současně s měřením koncentrací provádějí doplňková meteorologická měření
  - směru a rychlosti větru,
  - teploty a vlhkosti vzduchu
  - intenzity slunečního záření.
- Ukážeme některé možnosti využití těchto dat, zejména směru a rychlosti větru, pro zvýšení vypovídací schopnosti získaných údajů a k zodpovězení položených otázek



# Co použijeme

- CARSLAW, D. C., ROPKINS, K., 2012
- Polární grafy
- Koncentrační růžice
  - a různé datové filtry hodnot a času
- Zpětné trajektorie



# Polární graf

- Ukazuje závislost naměřené koncentrace na směru a rychlosti větru.
- Závislost je zobrazena jako spojitá plocha, získaná sofistikovanou interpolační metodou z hodnot koncentrace, odpovídající jednotlivým elementárním segmentům, vymezeným sektory směru větru a intervaly rychlosti větru.
- Umožňuje například odhalit, že vysoké hodnoty koncentrace při velké rychlosti větru (a tudíž dobrých rozptylových podmínkách), mohou být způsobeny přemetáním vlečky vysokého bodového zdroje.

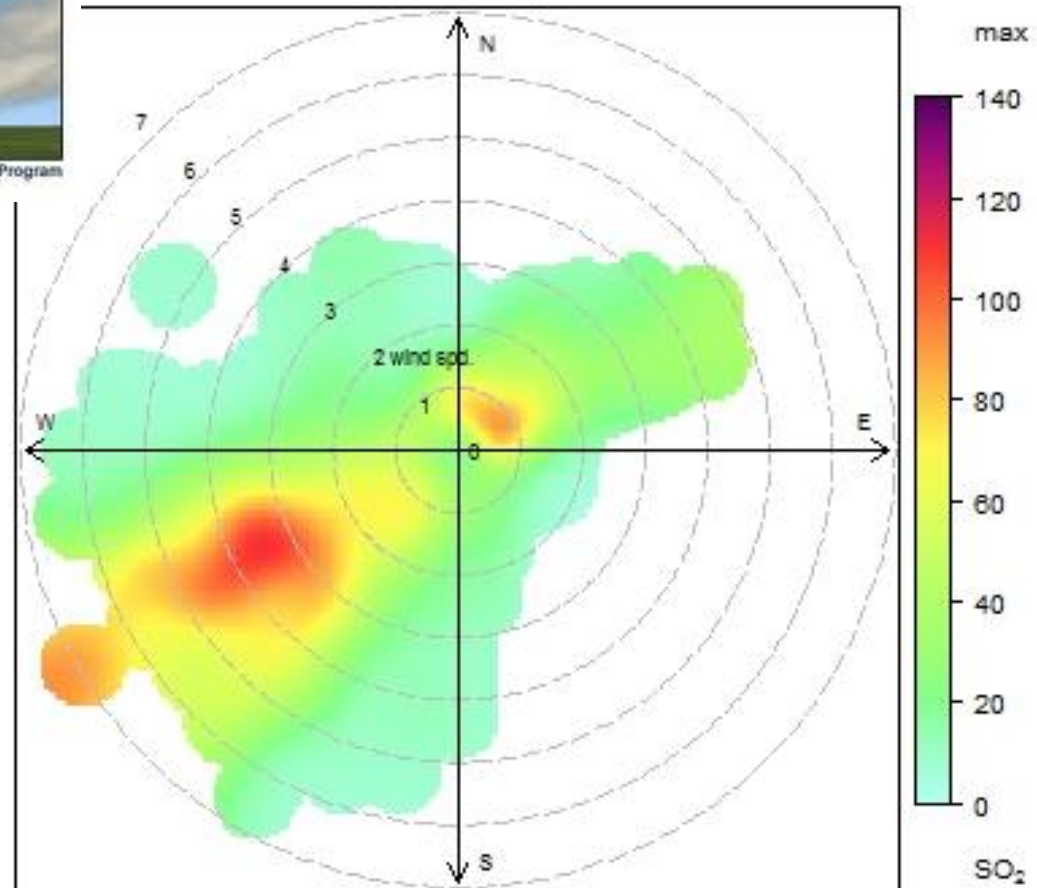


# PG Ostrava Bartovice, SO<sub>2</sub> versus WS

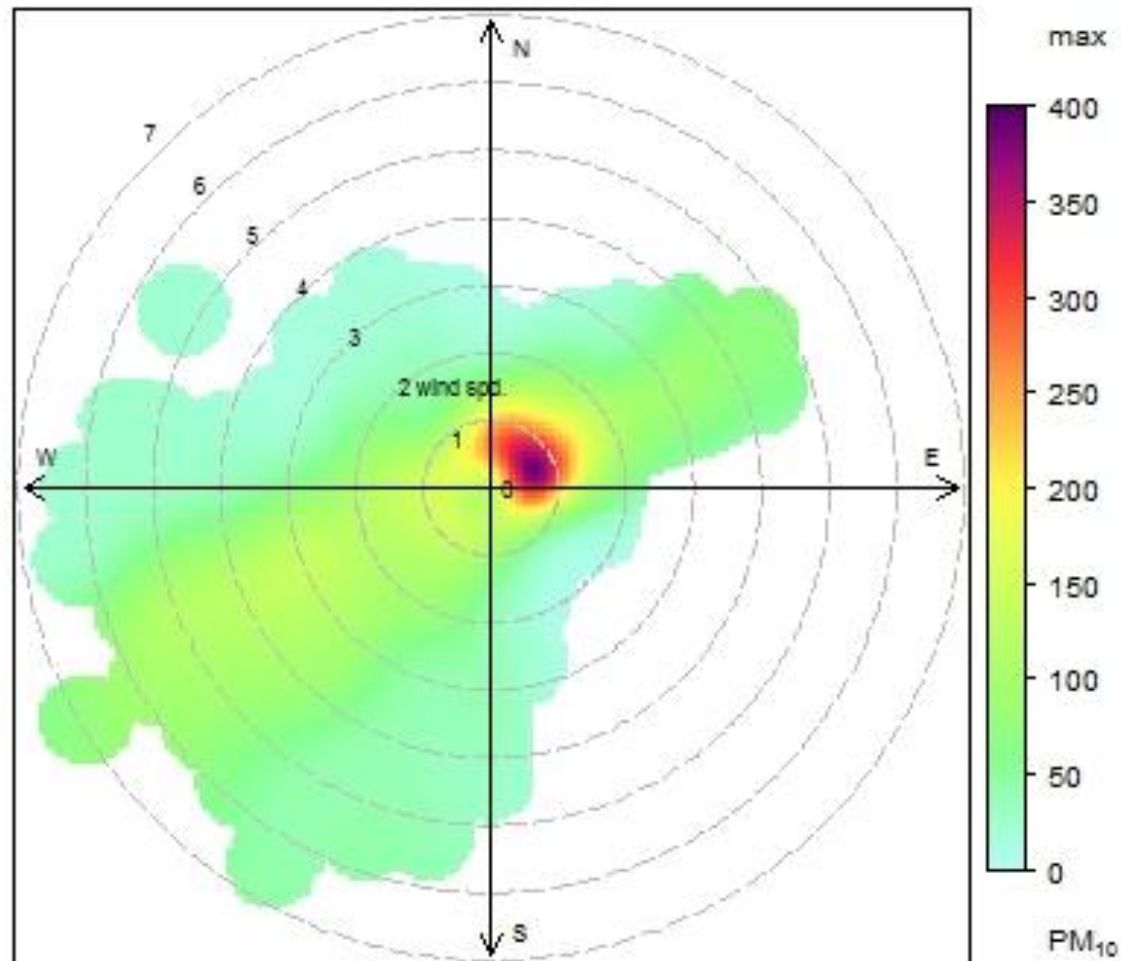
Looping Plume Type



©The COMET Program



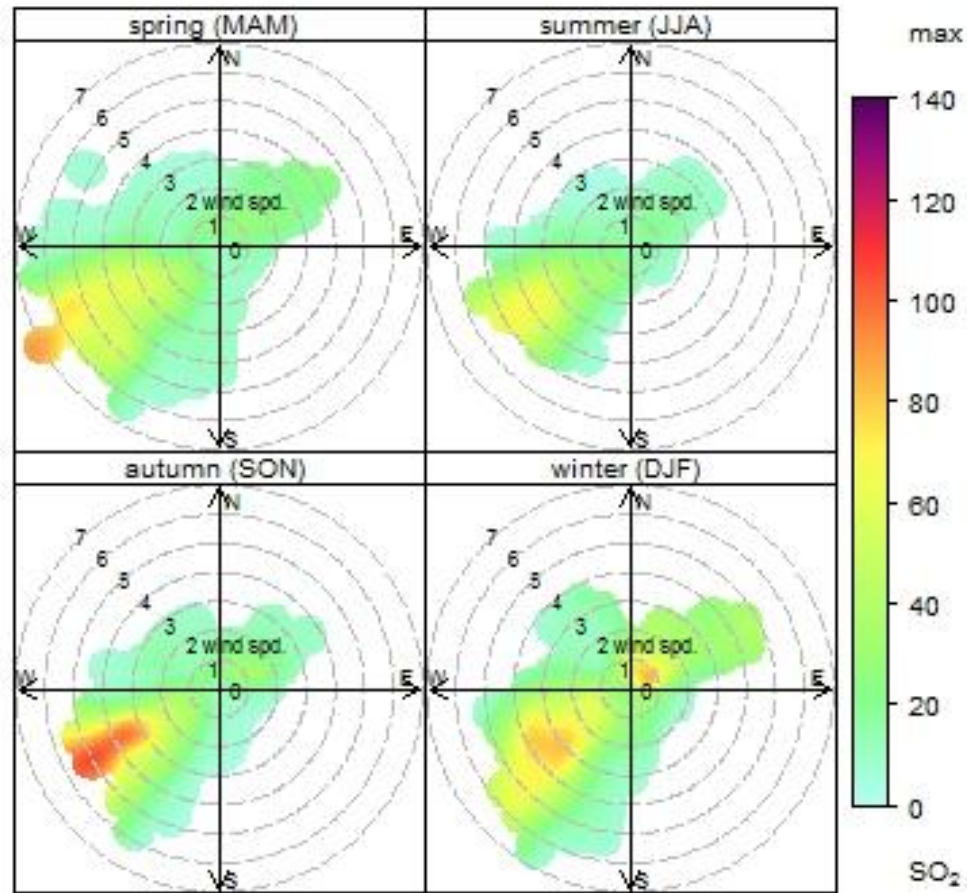
# PG Ostrava Bartovice, PM<sub>10</sub> versus WS



PM<sub>10</sub>

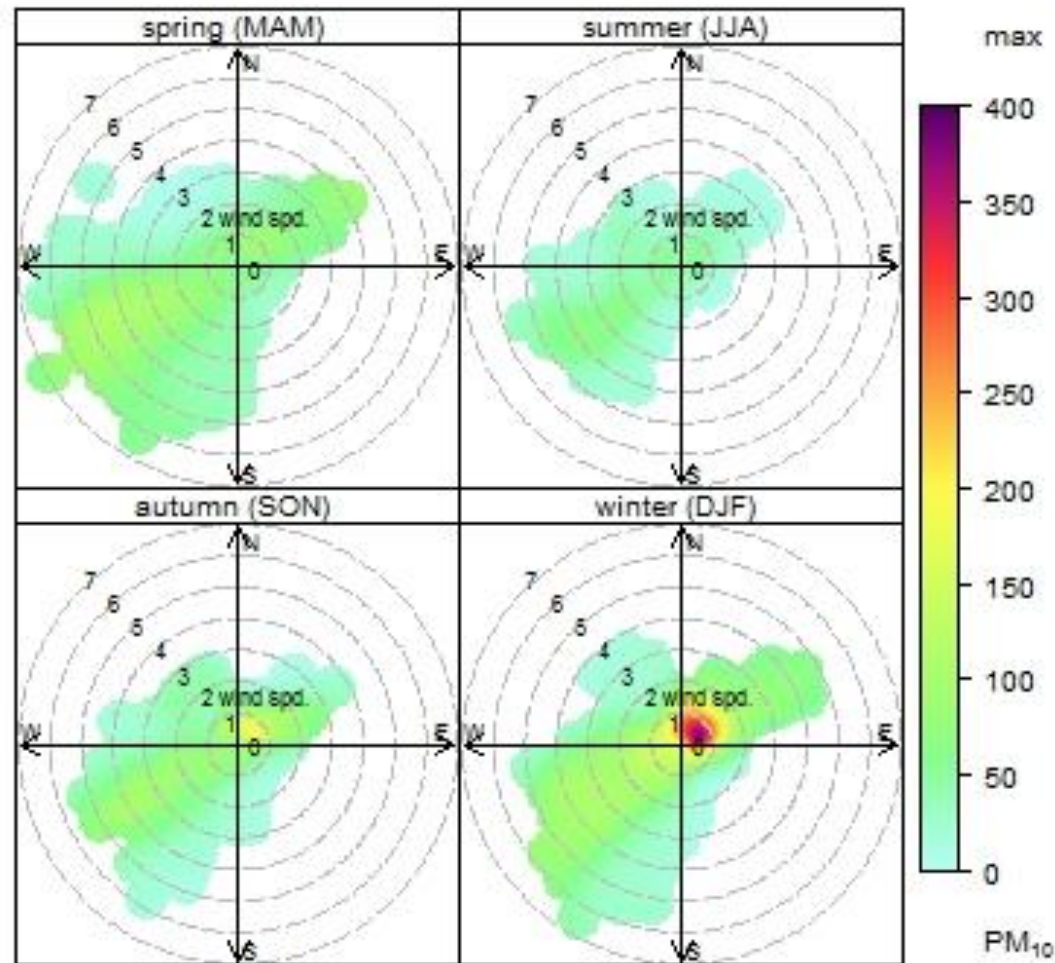
max

# PG Ostrava Bartovice, SO<sub>2</sub> versus WS, sezóna

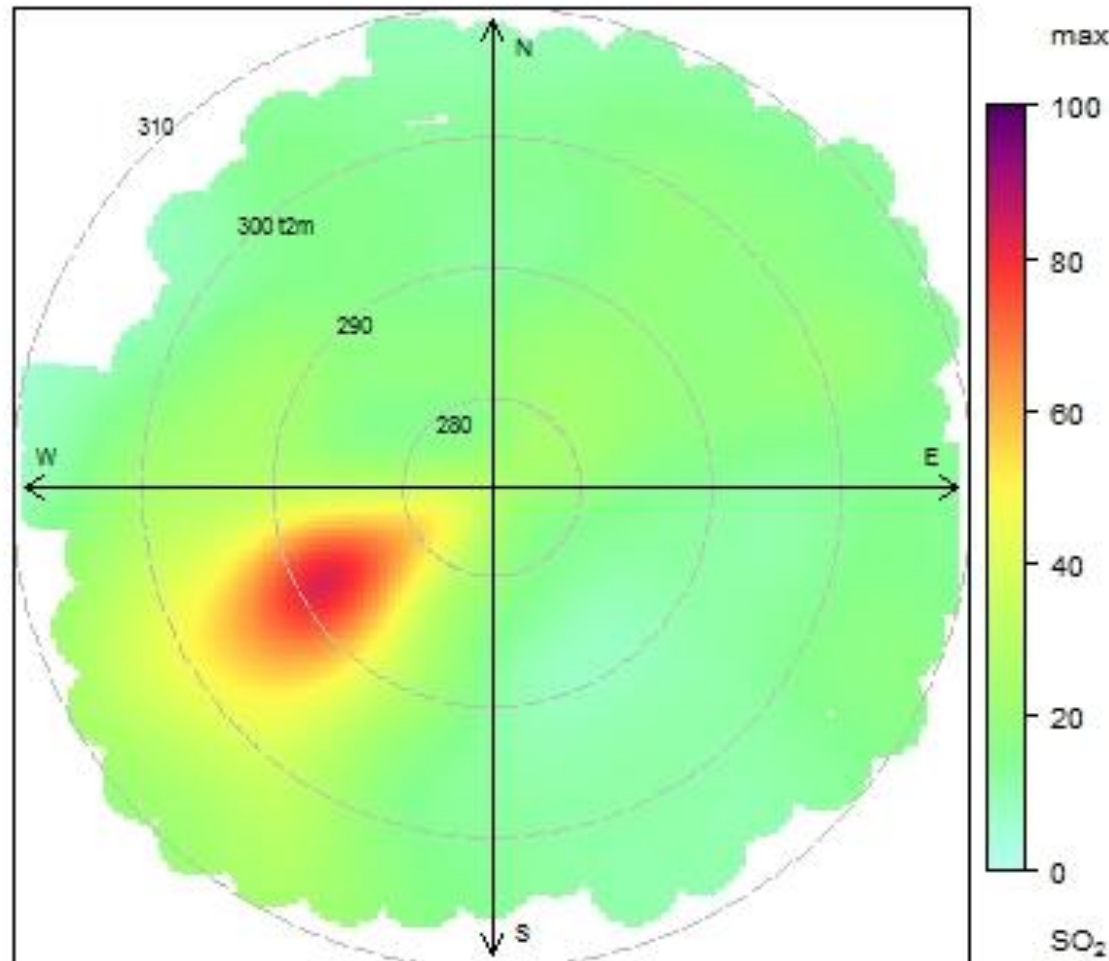




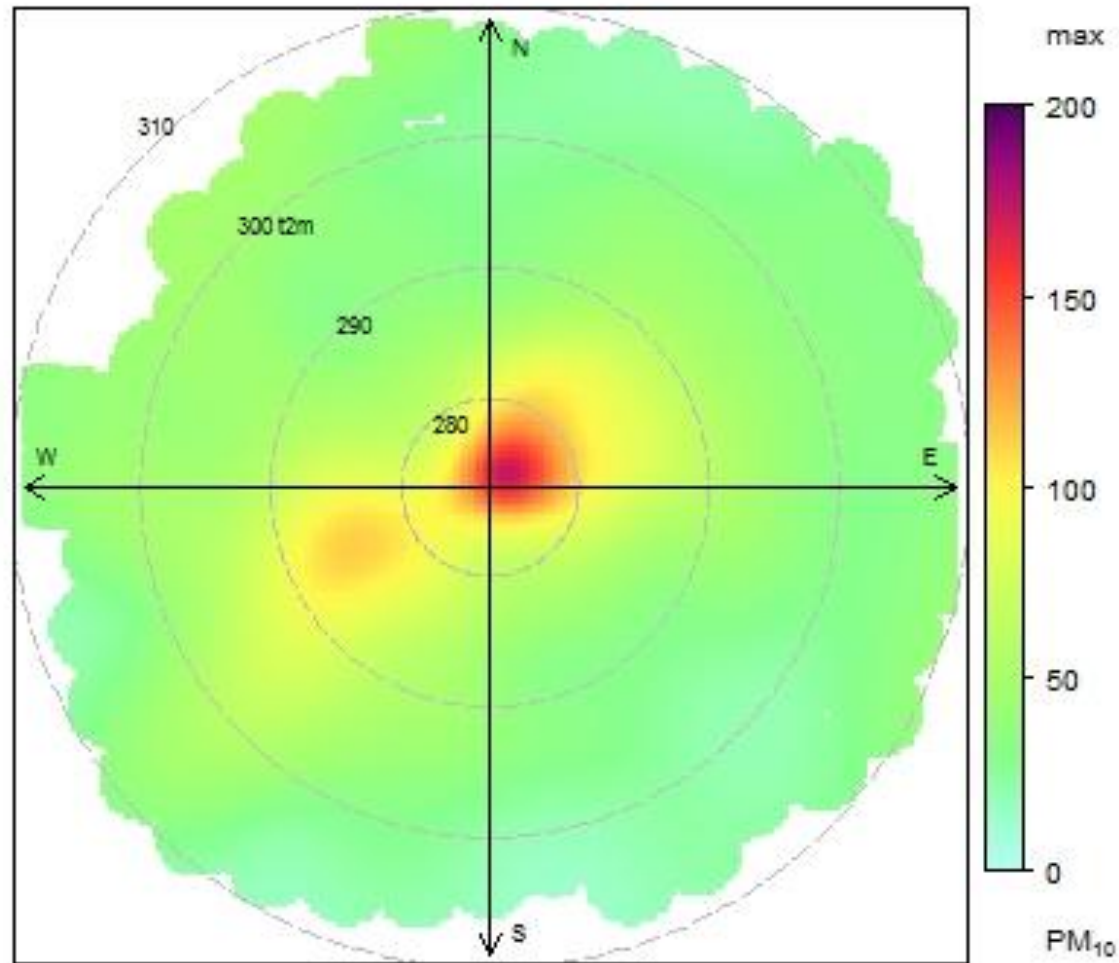
# PG Ostrava Bartovice, PM<sub>10</sub> versus WS, sezóna



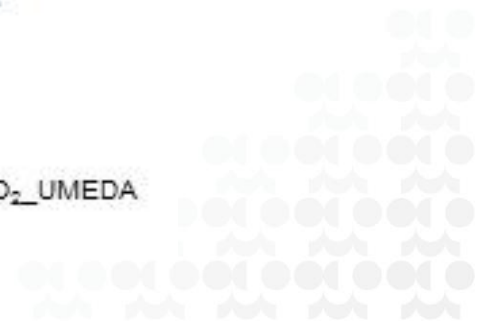
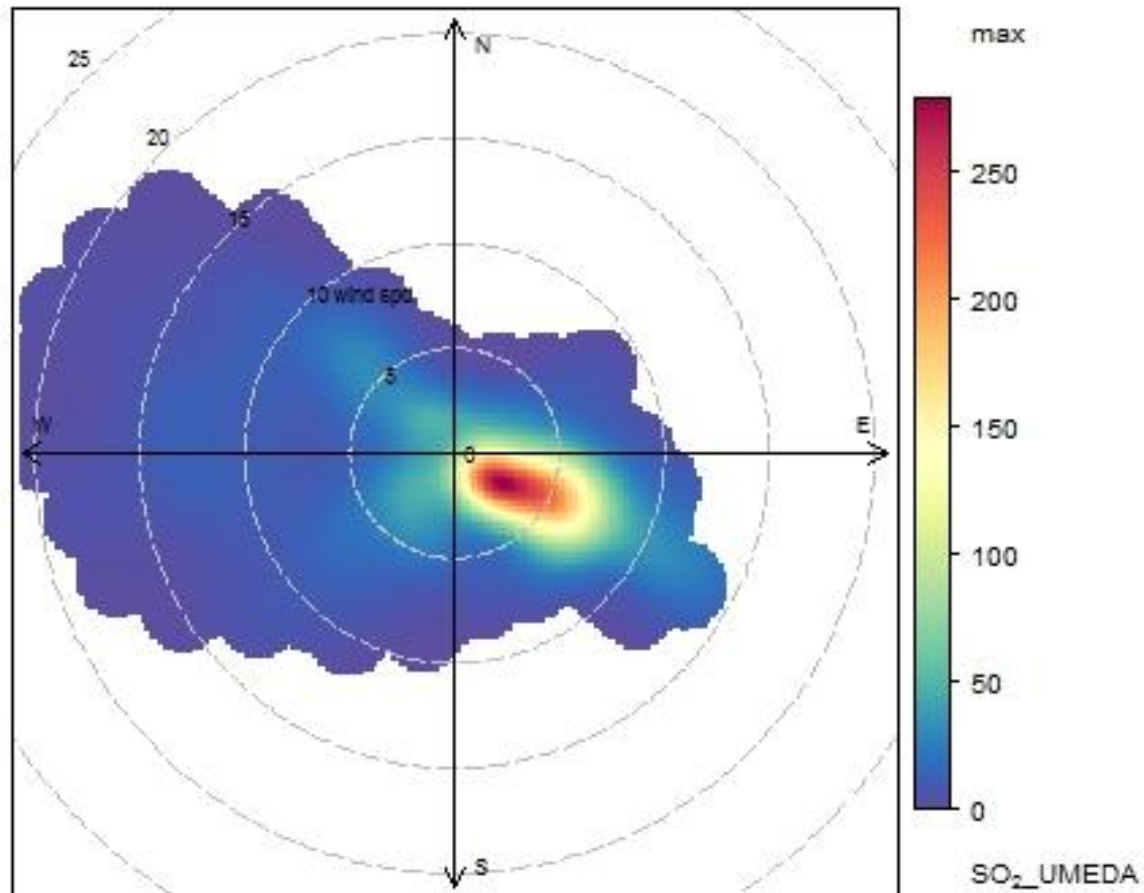
# PG Ostrava Bartovice, SO<sub>2</sub> versus teplota



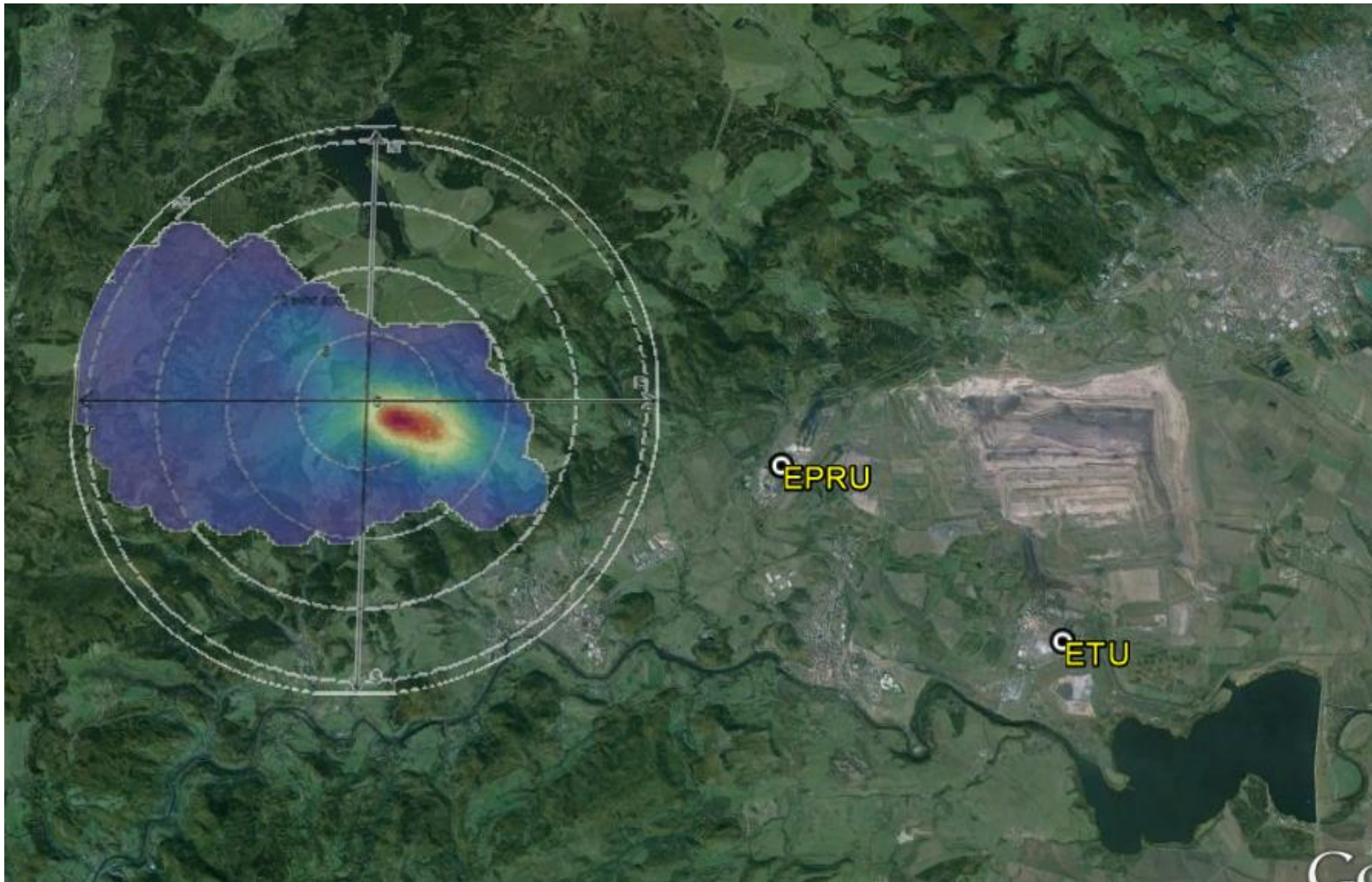
# PG Ostrava Bartovice, PM<sub>10</sub> versus teplota



# PG Měděnec, SO<sub>2</sub> versus WS

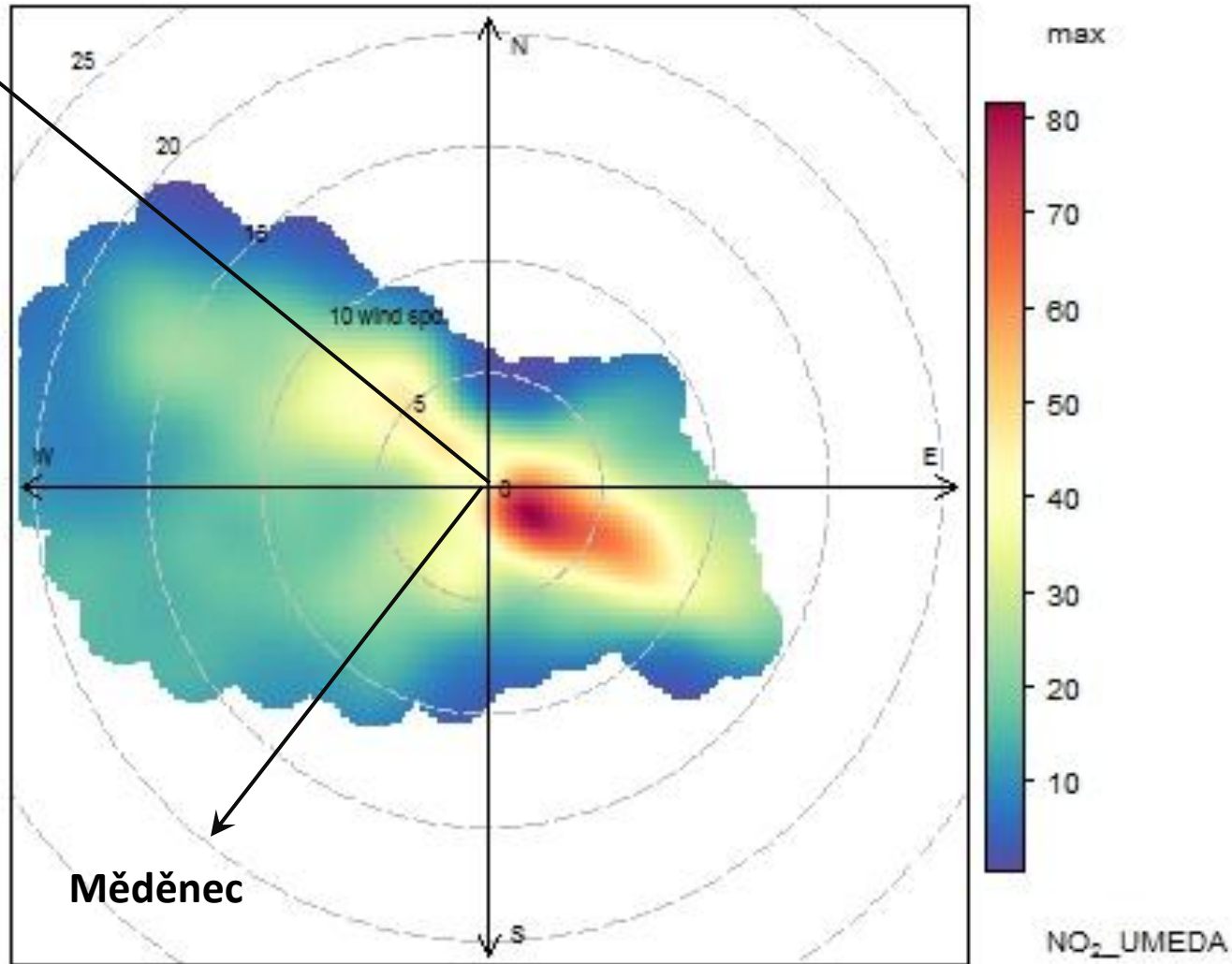


# PG Měděnec, SO<sub>2</sub> mapa



# PG Měděnec, NO<sub>2</sub> versus WS

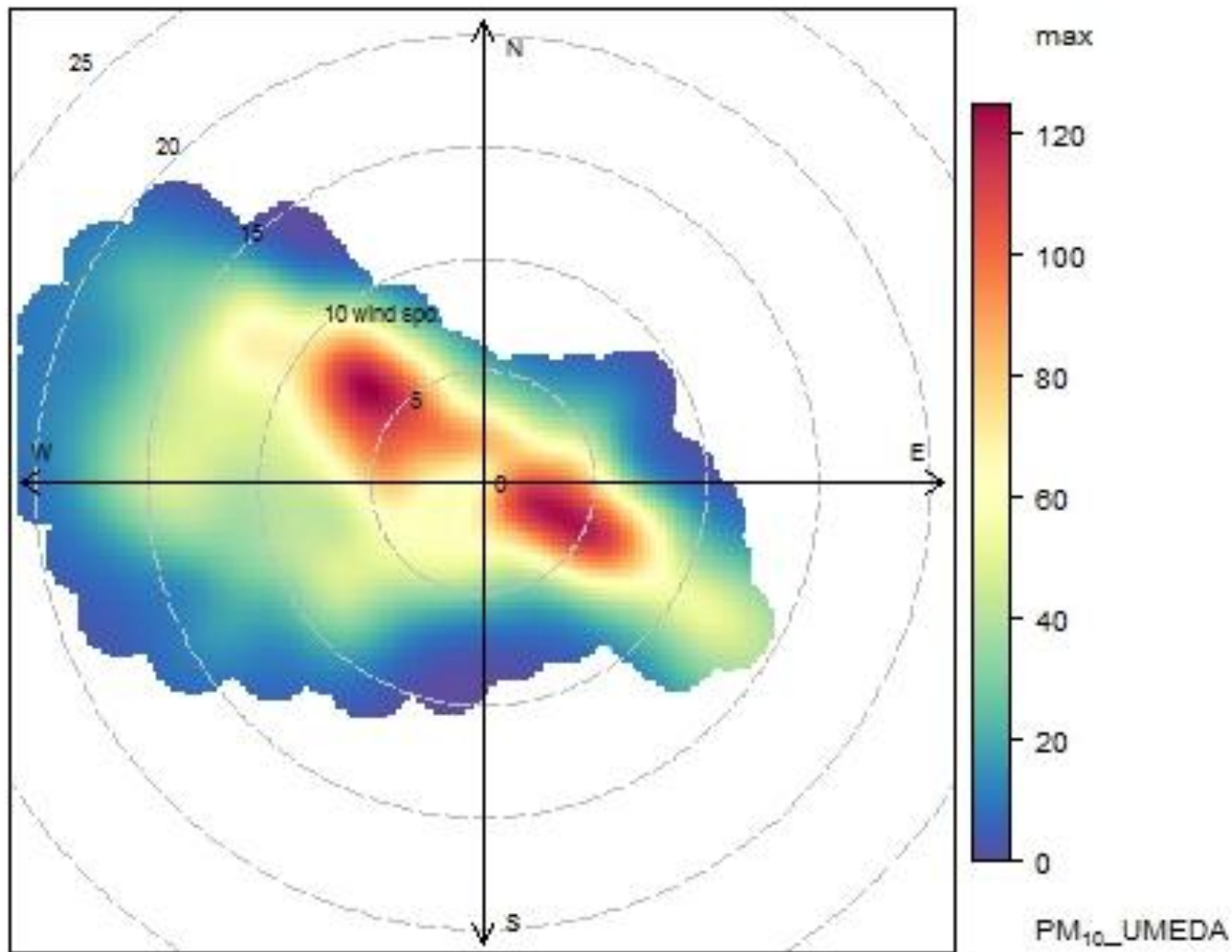
Kovářská



Měděnec

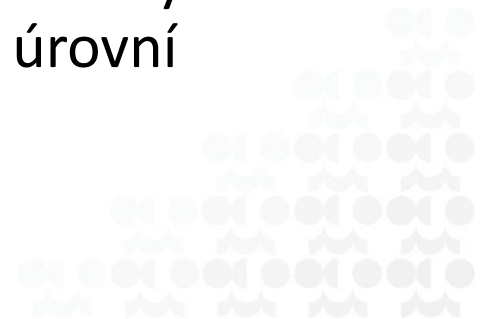


# PG Měděnec, PM<sub>10</sub> versus WS



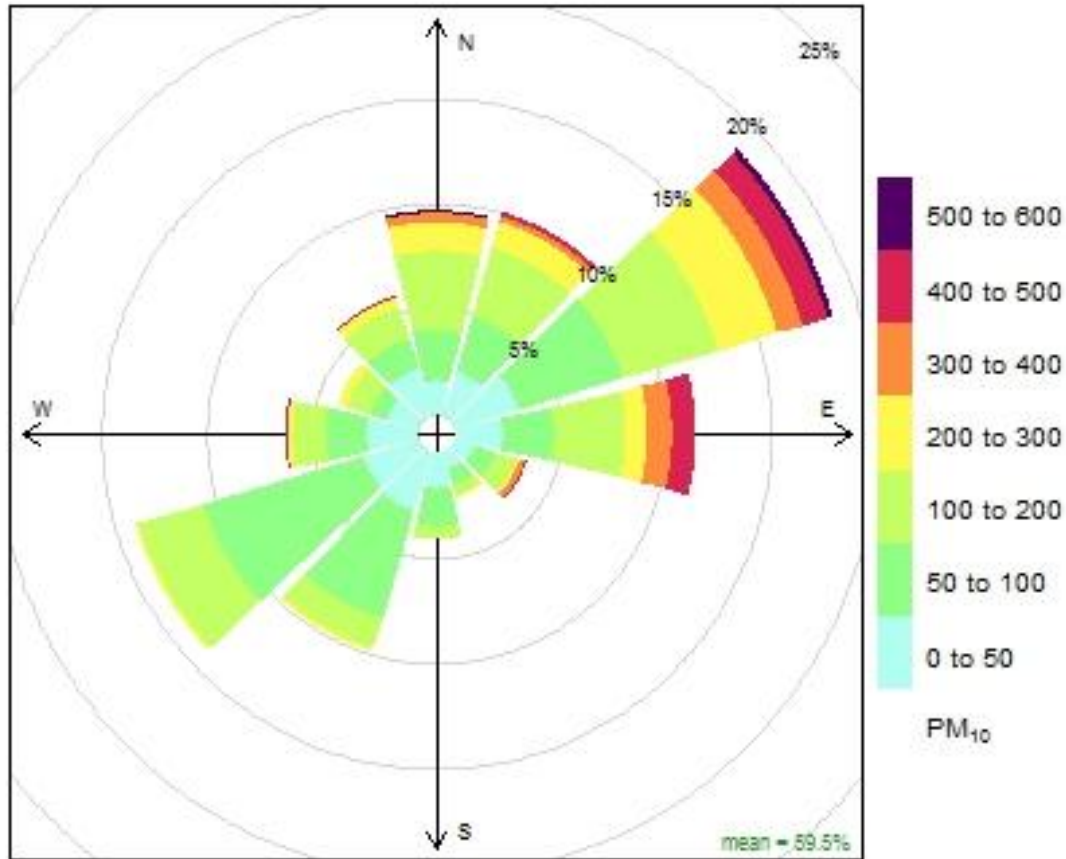
# Koncentrační růžice

- Graf v polárních souřadnicích, kde úhlová souřadnice odpovídá směru (sektoru směru) větru jako v případě běžné větrné růžice a poloměr odpovídá koncentraci znečišťující látky, případně některé statistice z této koncentrace vypočtené.
- Výhodnou statistikou je například „poměrný příspěvek k průměrné hodnotě“, která ukazuje, jak ta či ona úroveň koncentrací přispívá k tvorbě průměrné hodnoty, naměřené na stanici.
- Souřadnice směru pak ukazuje, které směrové sektory k celkovému průměru nejvíce přispívají a jakou úrovní koncentrace .





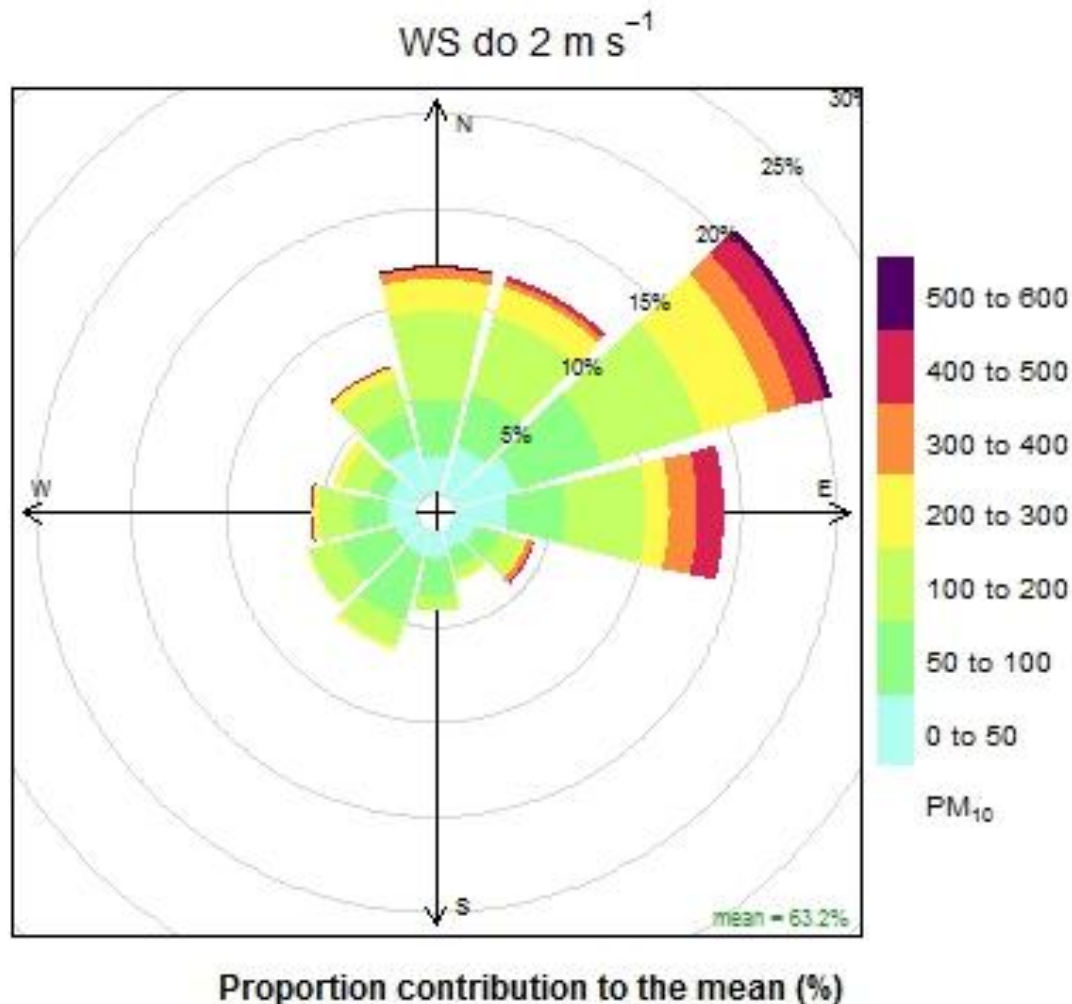
# KR Bartovice PM<sub>10</sub>



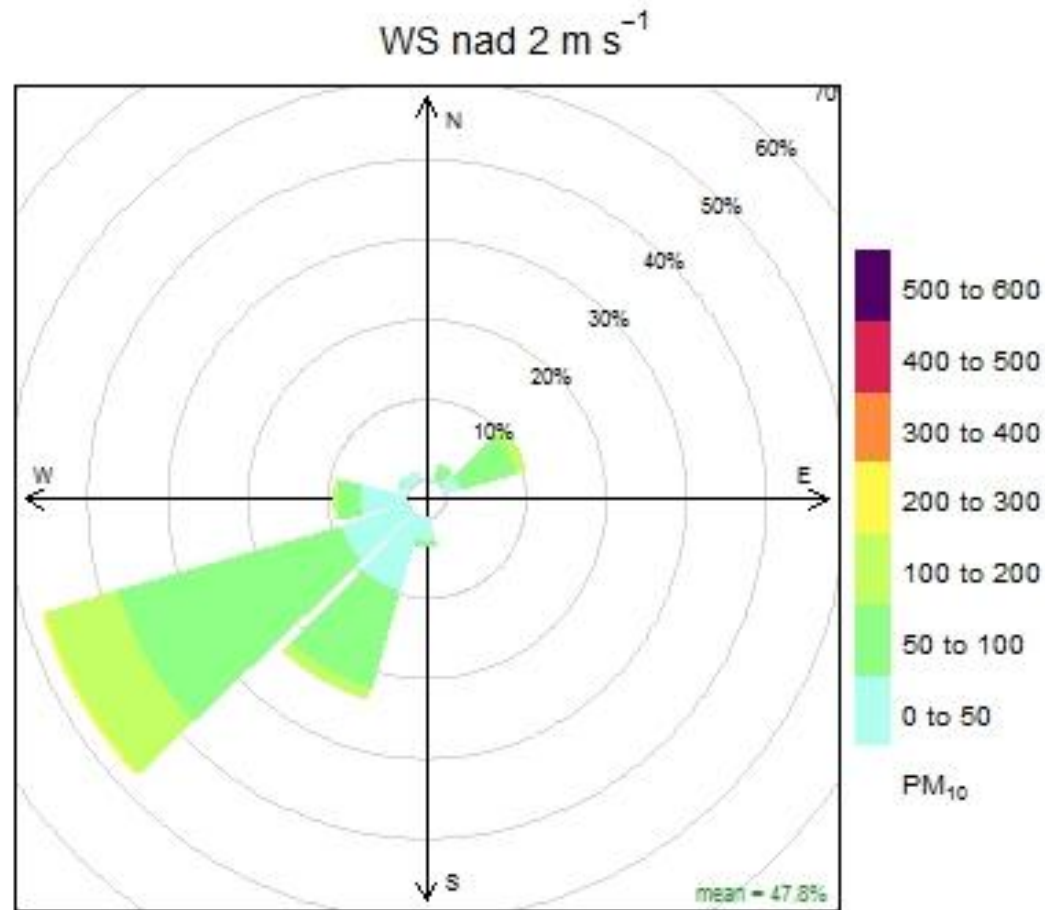
Proportion contribution to the mean (%)



# KR Bartovice $PM_{10}$ , vítr do $2 \text{ m.s}^{-1}$



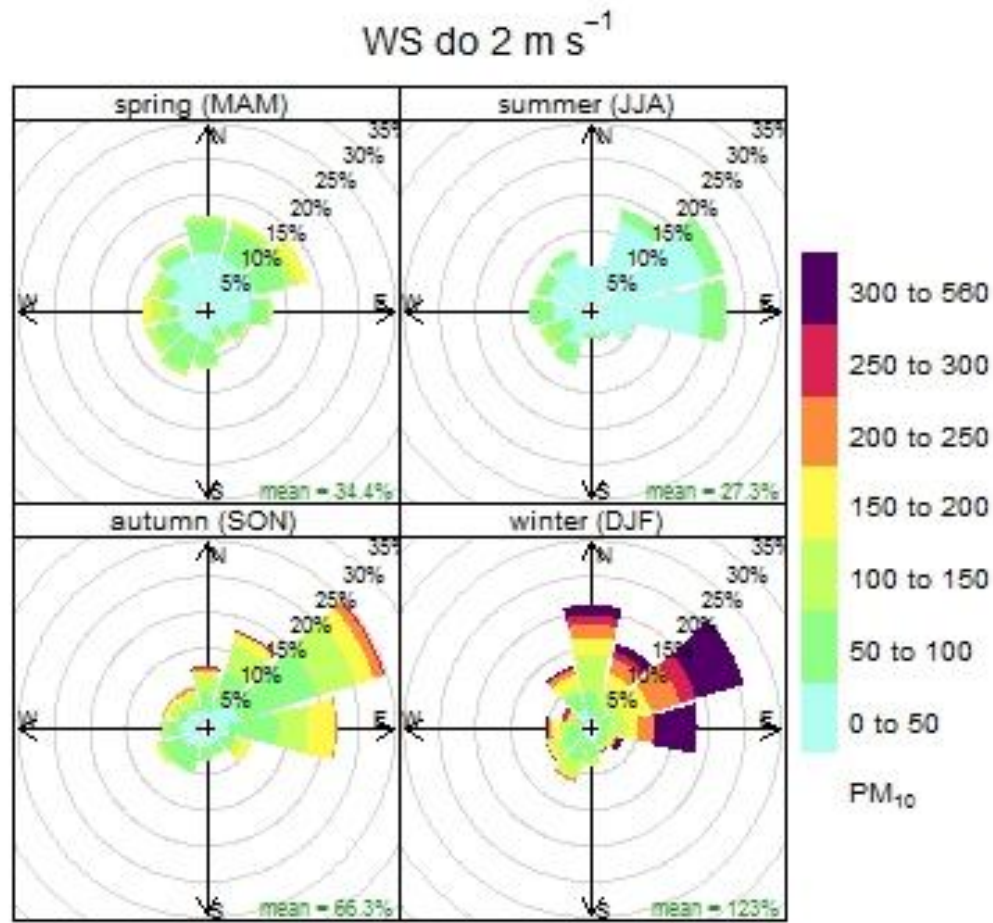
# KR Bartovice $PM_{10}$ , vítr nad $2 \text{ m.s}^{-1}$



Proportion contribution to the mean (%)

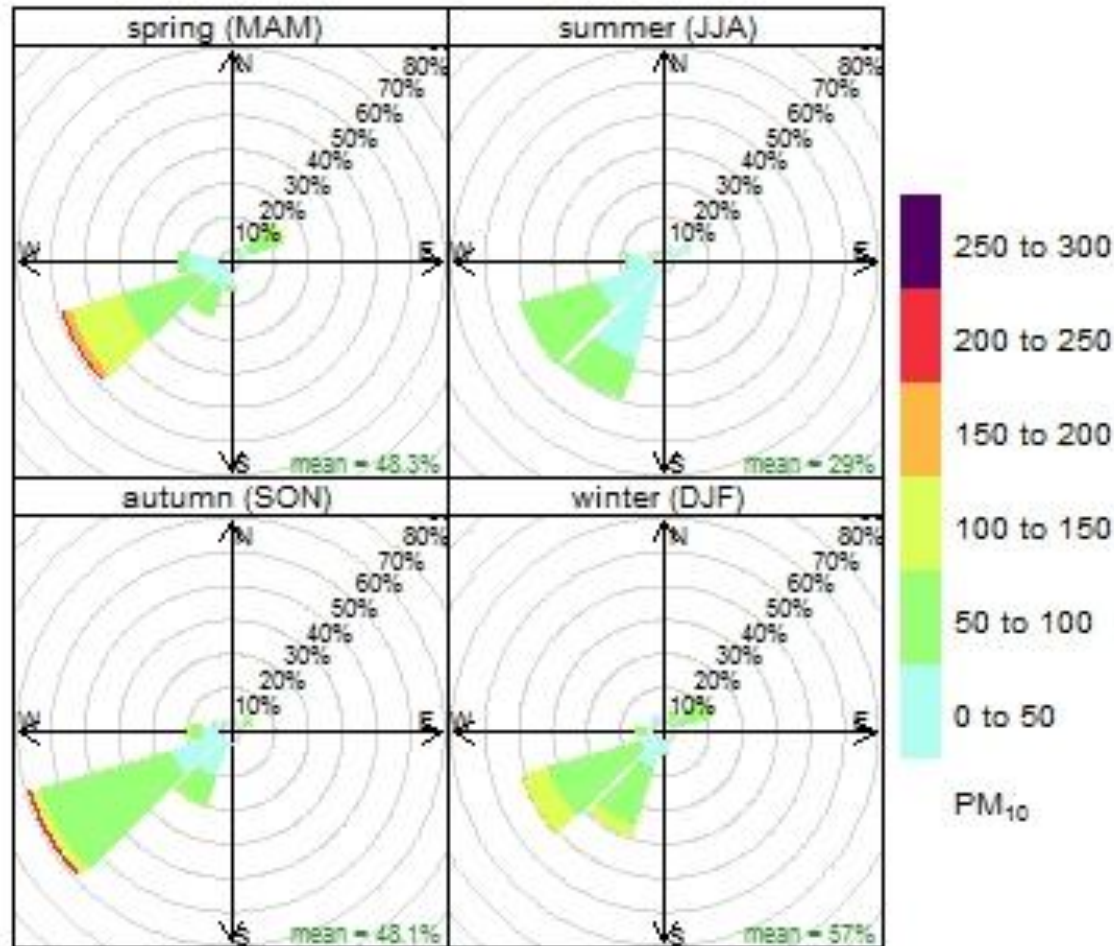


# KR Bartovice $PM_{10}$ , vítr do $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , sezóna



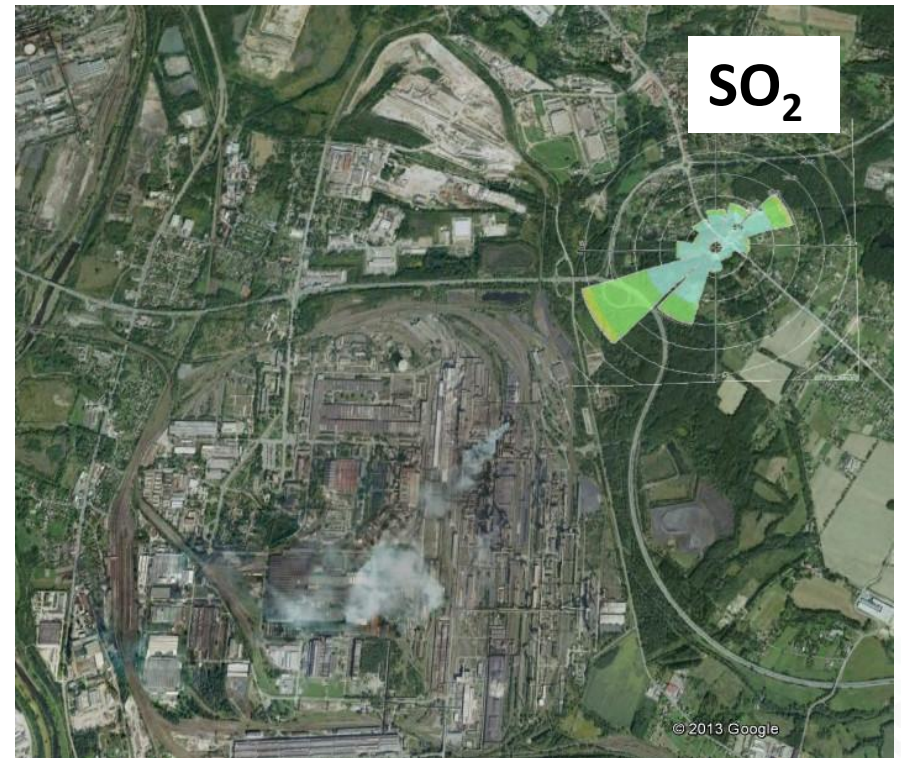
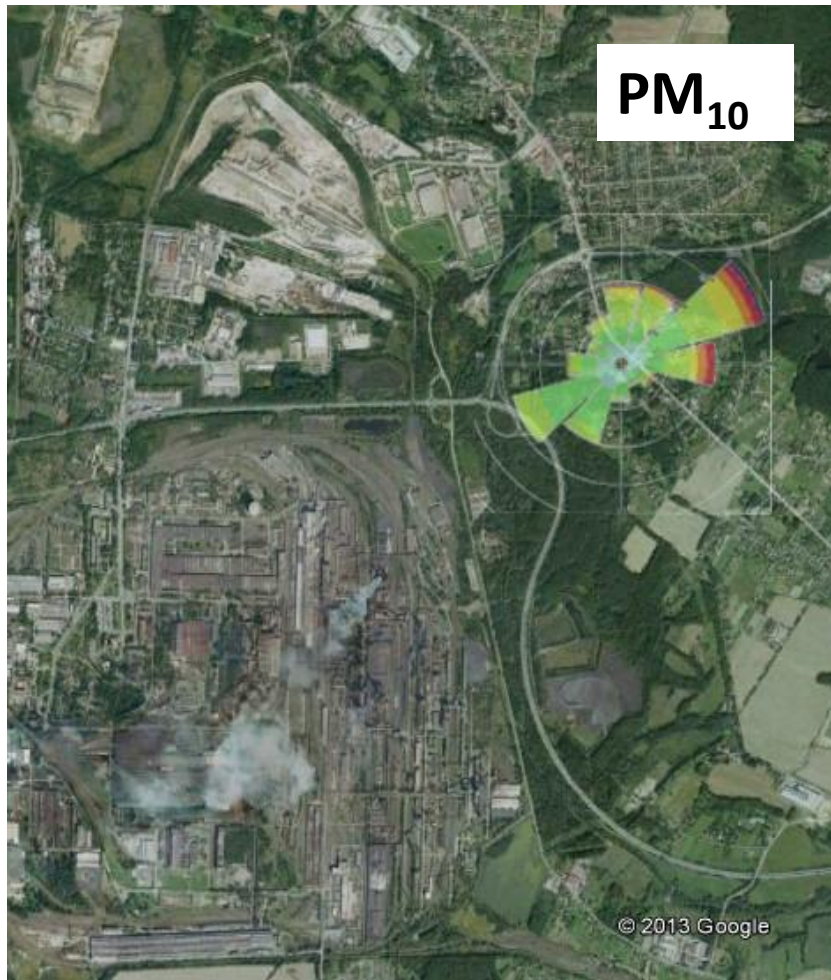
# KR Bartovice PM<sub>10</sub>, vítr nad 2 m.s<sup>-1</sup>, sezóna

WS nad 2 m s<sup>-1</sup>



Proportion contribution to the mean (%)

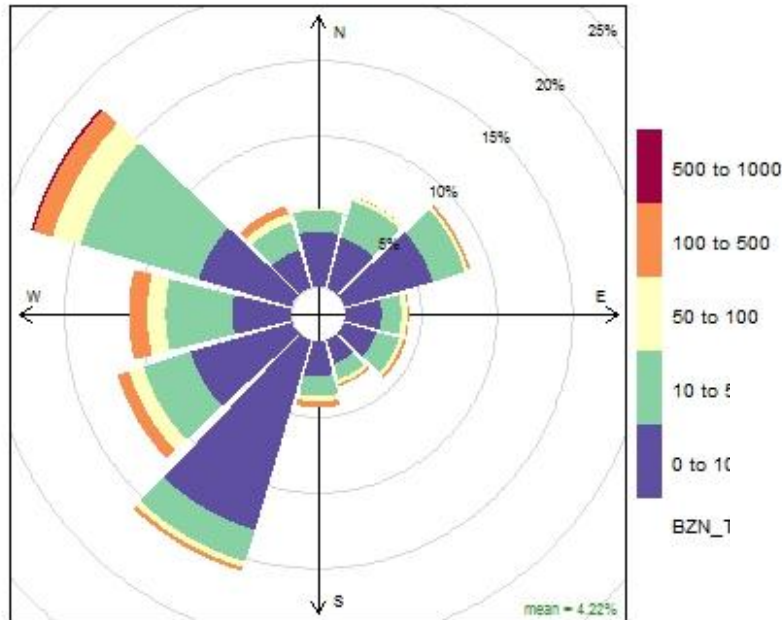
# Bartovice, KR PM<sub>10</sub> a SO<sub>2</sub> mapa



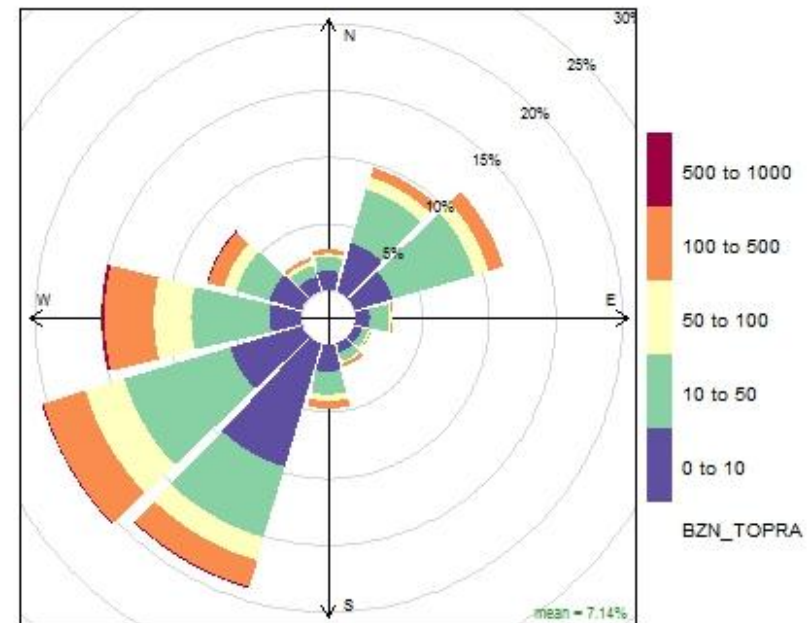
# Bartovice, KR PM<sub>10</sub> mapa detail



# KR Ost.-Fifejdy a Ost. Přívoz, benzen



Proportion contribution to the mean (%)



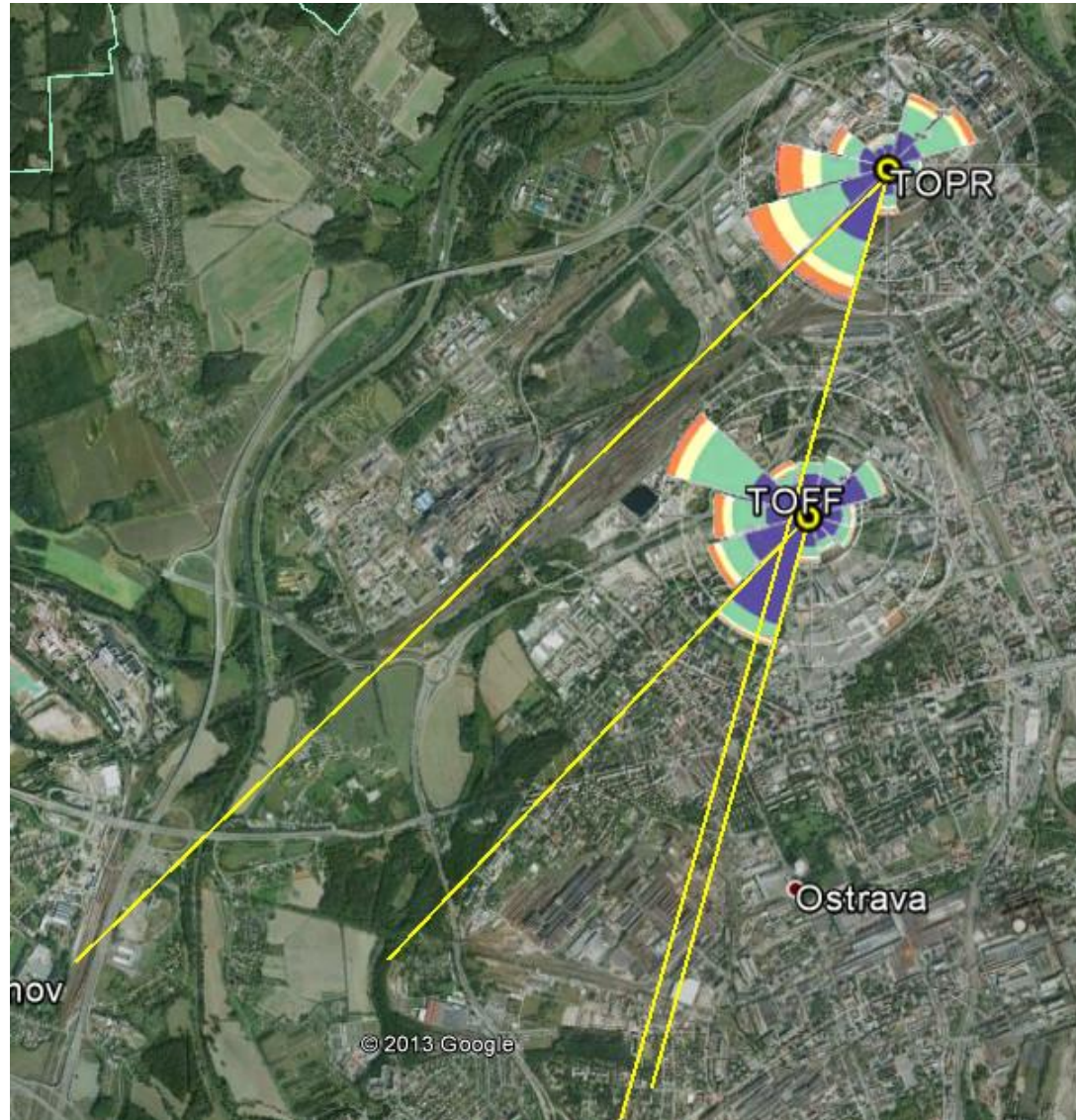
Proportion contribution to the mean (%)



# Zdroj benzenu – průmyslový areál



# Další možný zdroj benzenu



# Zpětné trajektorie

- Postup umožňuje na základě znalosti historie vývoje pole proudění a dalších meteorologických prvků stanovit dráhy vzduchových hmot a místa, přes která prošly předtím, než dorazily na lokalitu, kde se měří imisní zátěž (Stohl, 1998)
- Z toho lze následně soudit na zdroje, které do této vzduchové hmoty vnesly znečišťující látky, posléze detekované na místě, do něhož zpětné trajektorie směřují

$$\mathbf{X}(\mathbf{t}) \approx \mathbf{X}(\mathbf{t}_0) + (\Delta \mathbf{t}) \mathbf{V}(\mathbf{t}_0)$$

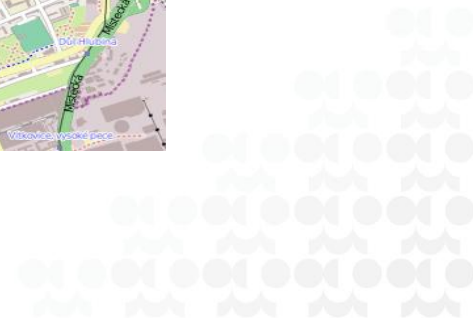
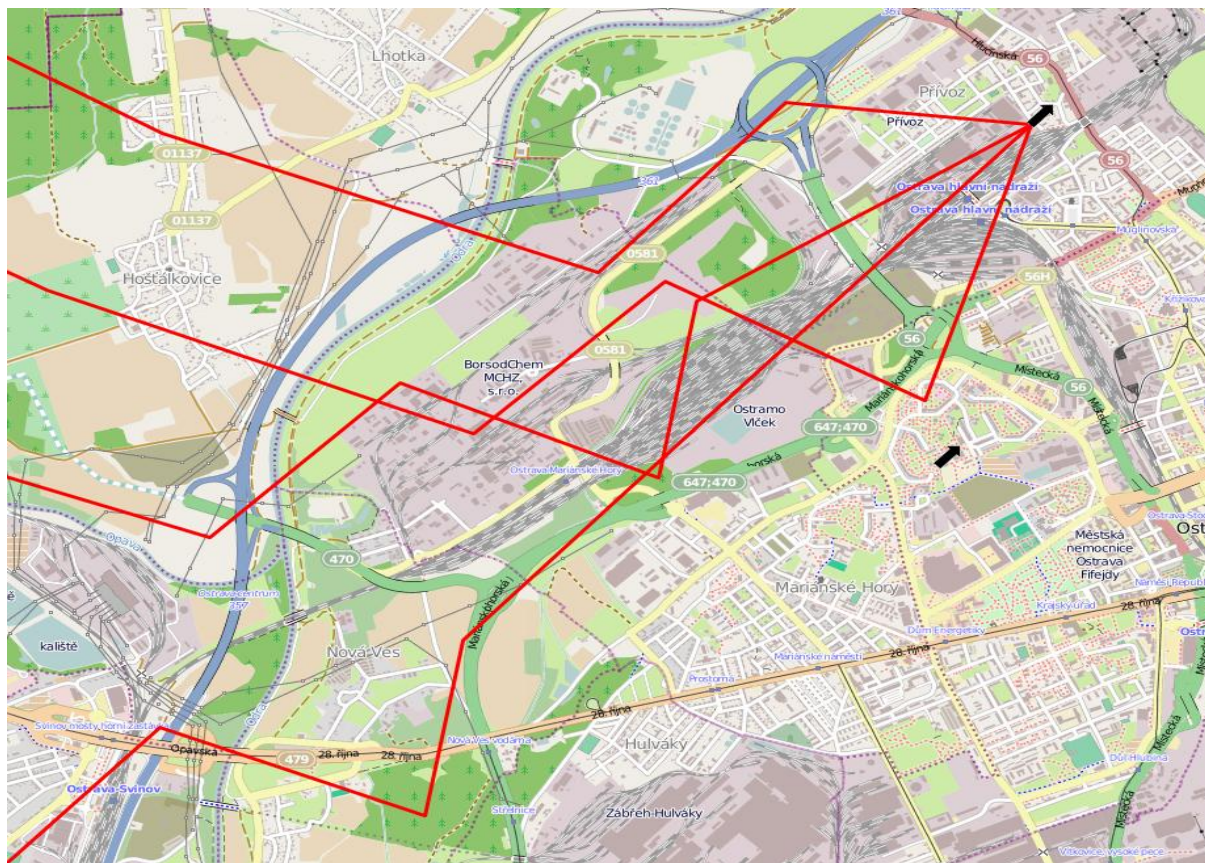


# Koncentrace benzen Ost. Přívoz

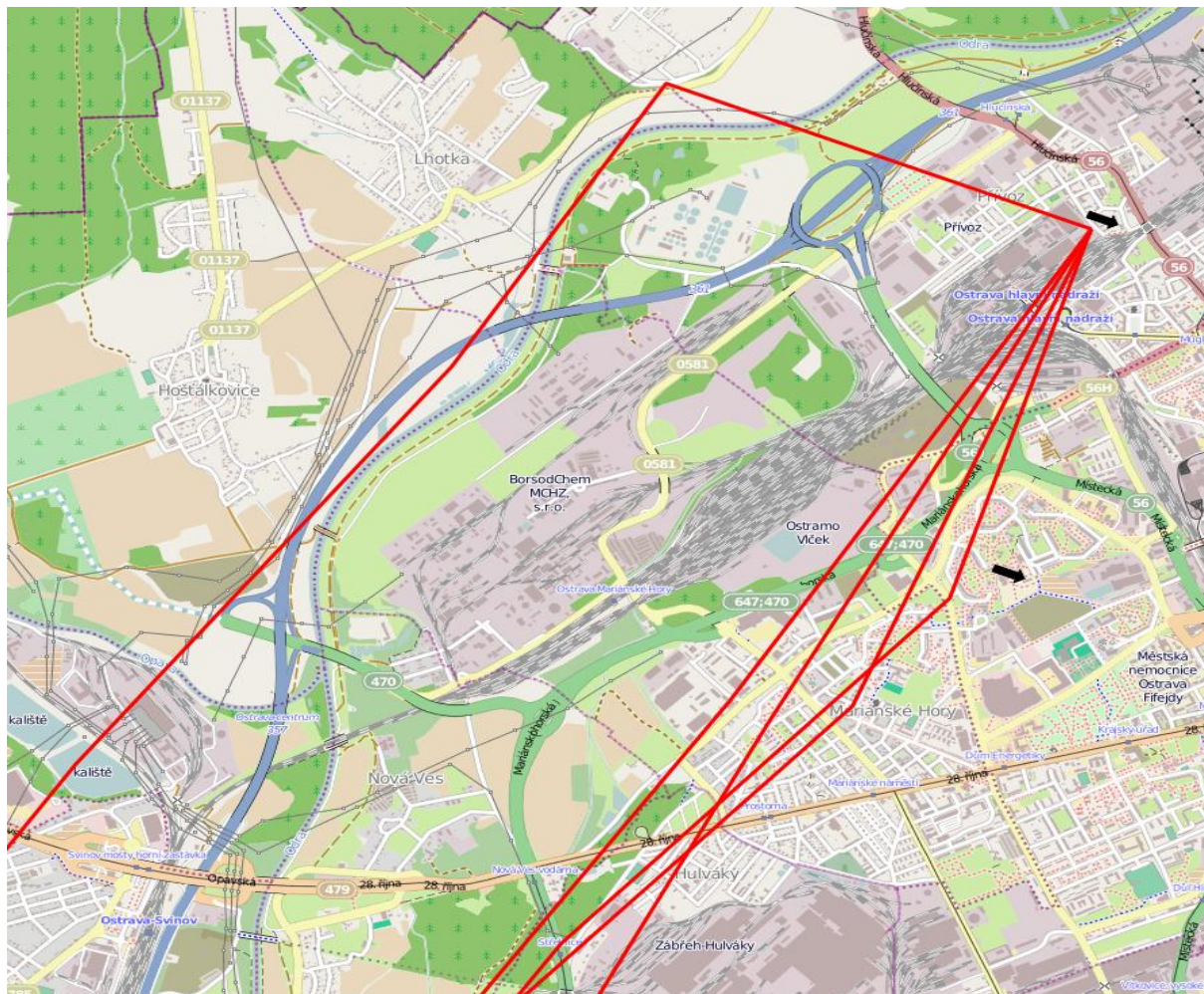
| year | month | day | hour | BZN_TOPRA |
|------|-------|-----|------|-----------|
| 2013 | 1     | 4   | 13   | 1.331     |
| 2013 | 1     | 4   | 14   | 17.209    |
| 2013 | 1     | 4   | 15   | 8.052     |
| 2013 | 1     | 4   | 16   | 12.436    |
| 2013 | 1     | 4   | 17   | 35.781    |
| 2013 | 1     | 4   | 18   | 13.864    |
| 2013 | 1     | 4   | 19   | 4.026     |
| 2013 | 1     | 4   | 20   | 2.76      |
| 2013 | 1     | 4   | 21   | 1.461     |
| 2013 | 1     | 4   | 22   | 1.818     |
| 2013 | 1     | 4   | 23   | 3.377     |



# Zpětné trajektorie TOPR 4.1.2013 15 – 18 UTC, prošly průmyslovým areálem

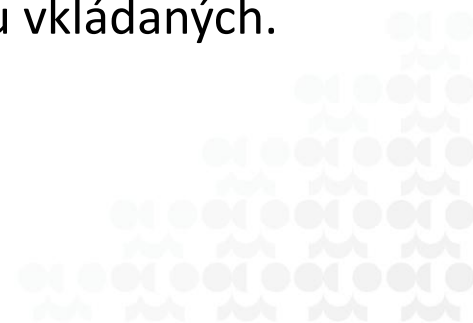


# Zpětné trajektorie TOPR 4.1.2013 19 – 23 UTC, mimo průmyslový areál



# Závěr, apel

- Doplňková meteorologická měření, prováděná synchronně s měřením koncentrací znečišťujících látek, jsou naprosto nezbytná pro kvalitní interpretaci údajů kvality ovzduší a zjištění příčin jejich změn v čase
- Snaha o snížení provozních nákladů na monitoring kvality ovzduší cestou redukce doprovodných měření jakožto nepotřebných bude mít nutně za následek
  - snížení vypovídací schopnosti získaných dat,
  - omezení jejich použitelnost v rozhodovacích procesech
  - v konečném důsledku může namísto úspor vést ke snížení rentability finančních prostředků do monitoringu vkládaných.



# Kde se to najde

Environmental Modelling & Software 27-28 (2012) 52–61



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Environmental Modelling & Software

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/envsoft](http://www.elsevier.com/locate/envsoft)



*openair* — An R package for air quality data analysis

David C. Carslaw<sup>a,\*</sup>, Karl Ropkins<sup>b</sup>

<sup>a</sup> King's College London, Environmental Research Group, Franklin Wilkins Building, 150 Stamford Street, London SE1 9NH, UK

<sup>b</sup> Institute for Transport Studies, University of Leeds, LS2 9JT, UK

