

Monitoring kvality ovzduší v malých sídlech Jihomoravského kraje s lokálními topeništi pomocí senzorů

RNDR. ONDŘEJ MIKEŠ, PH.D.

Tým: Pavel Čupr, Roman Prokeš, Jakub
Vinkler, Ondřej Letocha, Simona Šatková,
Dominika Tóthová, Vilém Pařil

„Doprava, zdraví a životní prostředí“
Pasohlávky, 2024

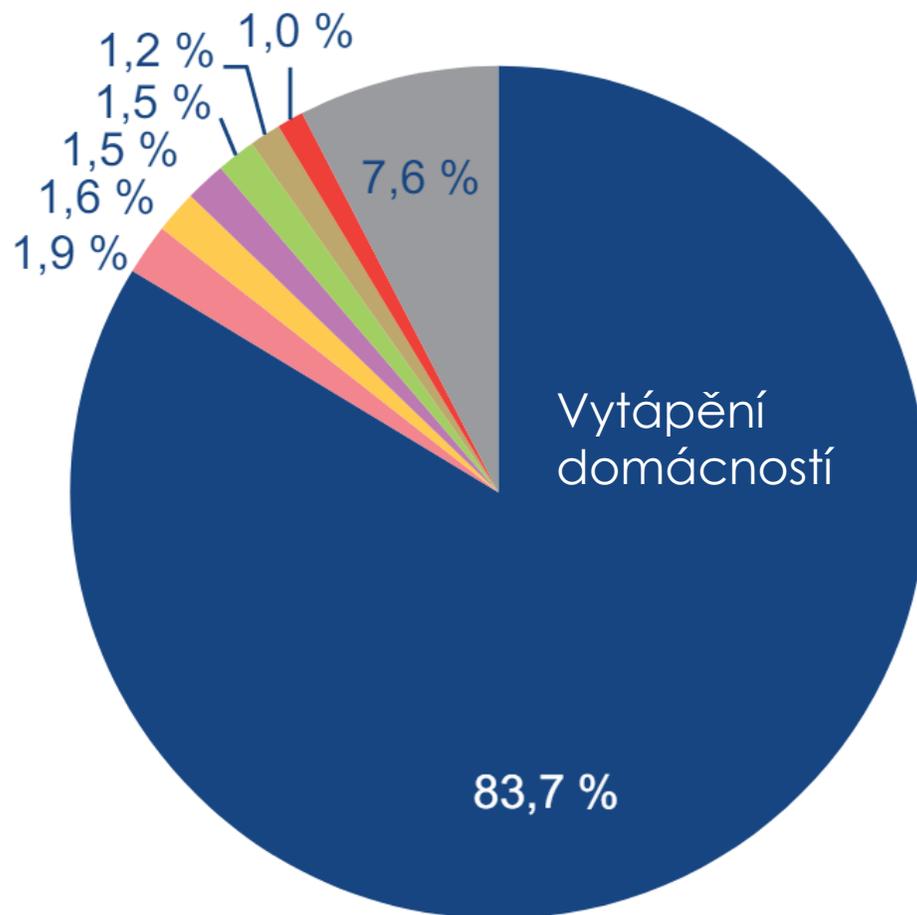


Vývoj emisí suspendovaných částic v ČR



PM_{2,5} Emise za sektory, celá ČR

Spalování rostlinného
materiálu
Další zdroje
Doprava, vozidla
Doprava, otěry
Veřejná elektřina a vytápění
Zemědělství



② SMOG

| SULFUROUS | PHOTOCHEMICAL |

compounds called sulfur oxides.

▶ ⏪ 🔊 1:52 / 3:52 🔍 ⚙️ 📺 🖥️ 📶 🗄️

<https://www.youtube.com/watch?v=e6rgIsLy1Ys>

12,5 milionů shlédnutí, 2024



Press room / Air pollution: MEPs want stricter limits to achieve zero pollution by 2050

Air pollution: MEPs to adopt new requirements to improve EU air quality by 2030

Press Releases PLENARY SESSION ENVI 13-09-2024

The new law aims to reduce air pollution in the EU, so that citizens can benefit from a cleaner and healthier environment, in line with the EU zero pollution vision for 2050.

Air pollution: Parliament adopts revised law to improve air quality

Press Releases PLENARY SESSION ENVI 24-04-2024 - 12:40

put to a vote on Wednesday, sets stricter 2030 limits and target values for human health including particulate matter (PM2.5, PM10), NO2 (nitrogen dioxide) and ozone. The law also makes currently-fragmented air quality indices across the EU comparable.

citizens affected by air pollution will be able to take legal action, and citizens may sue for damages.

PM_{2.5} denní 25 µg/m³ (>18x), roční 10 µg/m³ 2030

Environmental cause of premature death in the EU, with around 300 000 premature deaths per year (to see how clean the air is in European cities).

- Stricter 2030 limits for several air pollutants
- Air quality indices to be comparable across all member states

...ding agreement

Typy senzorů pro měření ovzduší

Referenční

- ▶ Drahé
- ▶ Přesné a spolehlivé
- ▶ Regulatorní
- ▶ Vyžaduje profesionální obsluhu
- ▶ Vyžaduje pravidelnou údržbu

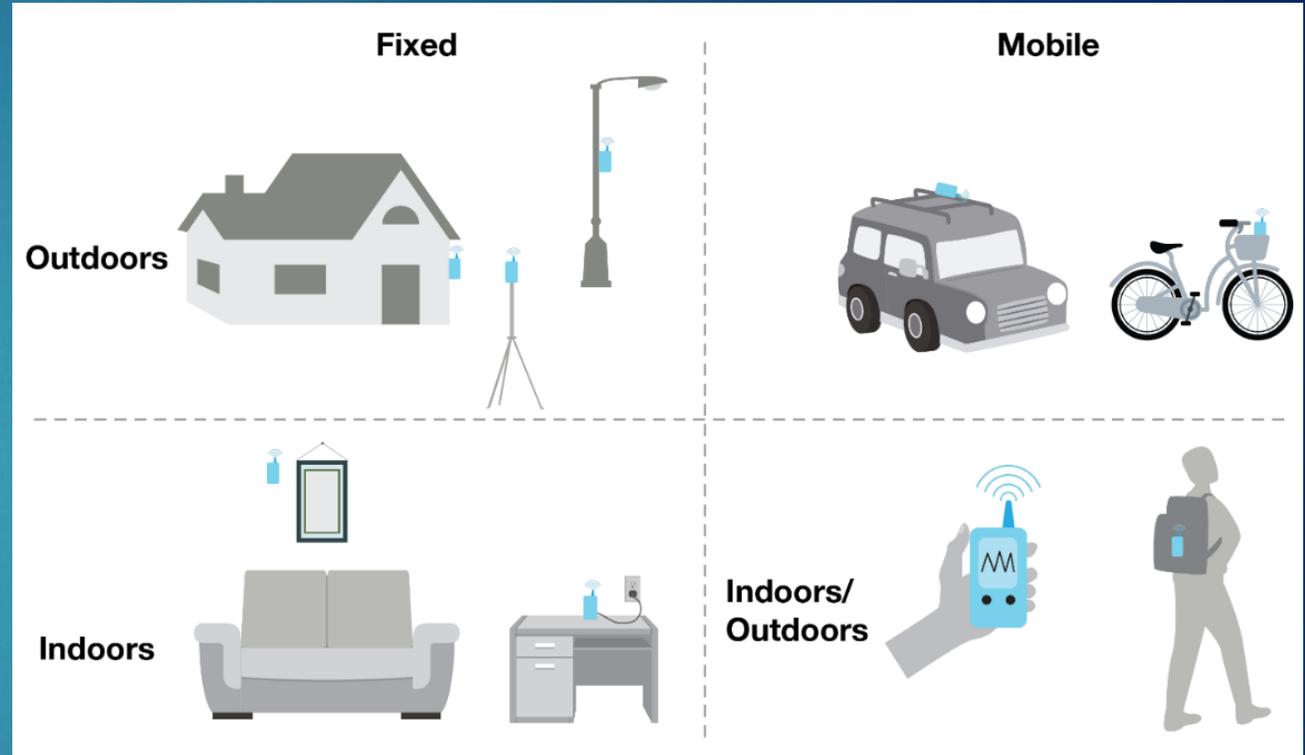
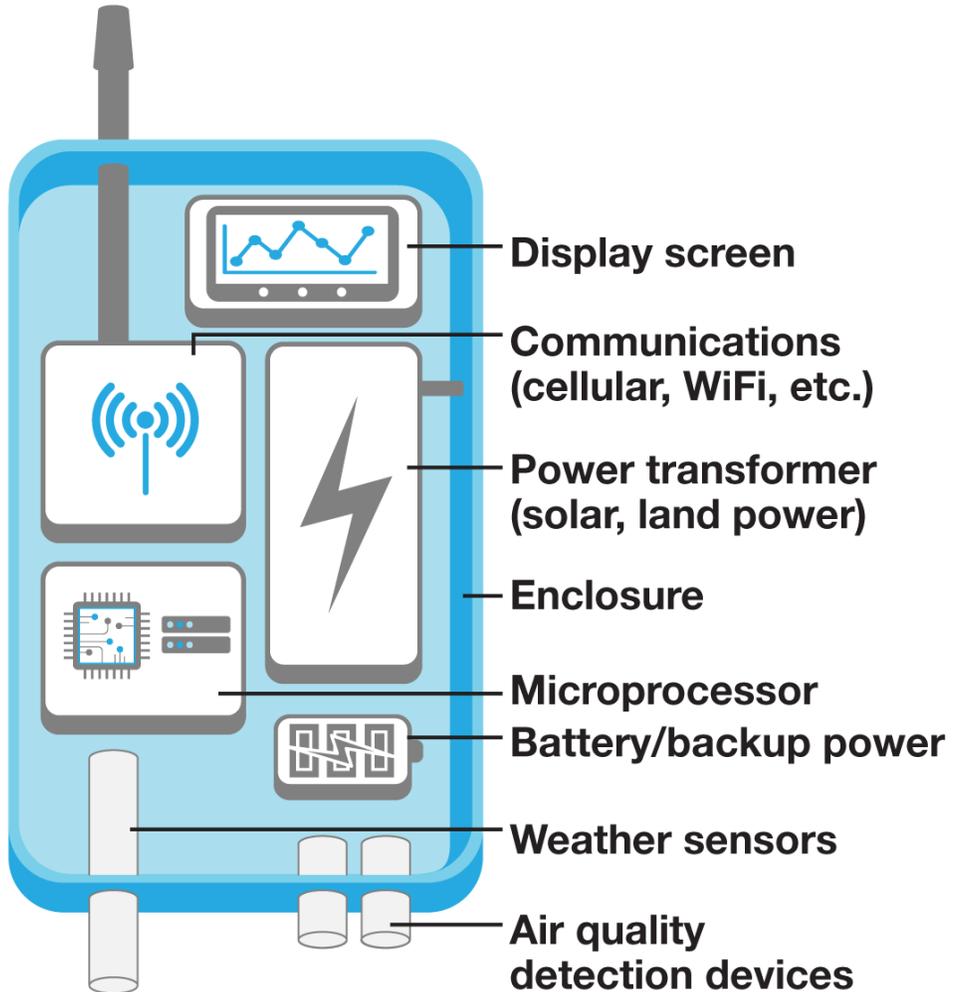


Low cost senzory

- ▶ Microenvironment
- ▶ Změny chování
- ▶ Personalizované
- ▶ Zranitelné skupiny



Senzory



US-EPA

Typy měřících vybavení

Statické

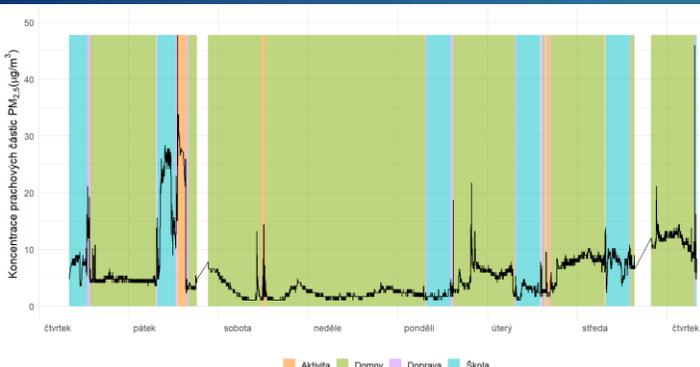
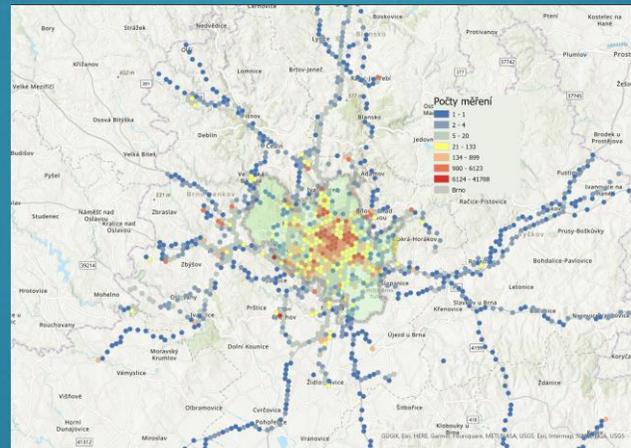
- ▶ Rozšíření monitorovaných míst
- ▶ Odlehlé lokality
- ▶ Adjustace na satelitní data

Personální

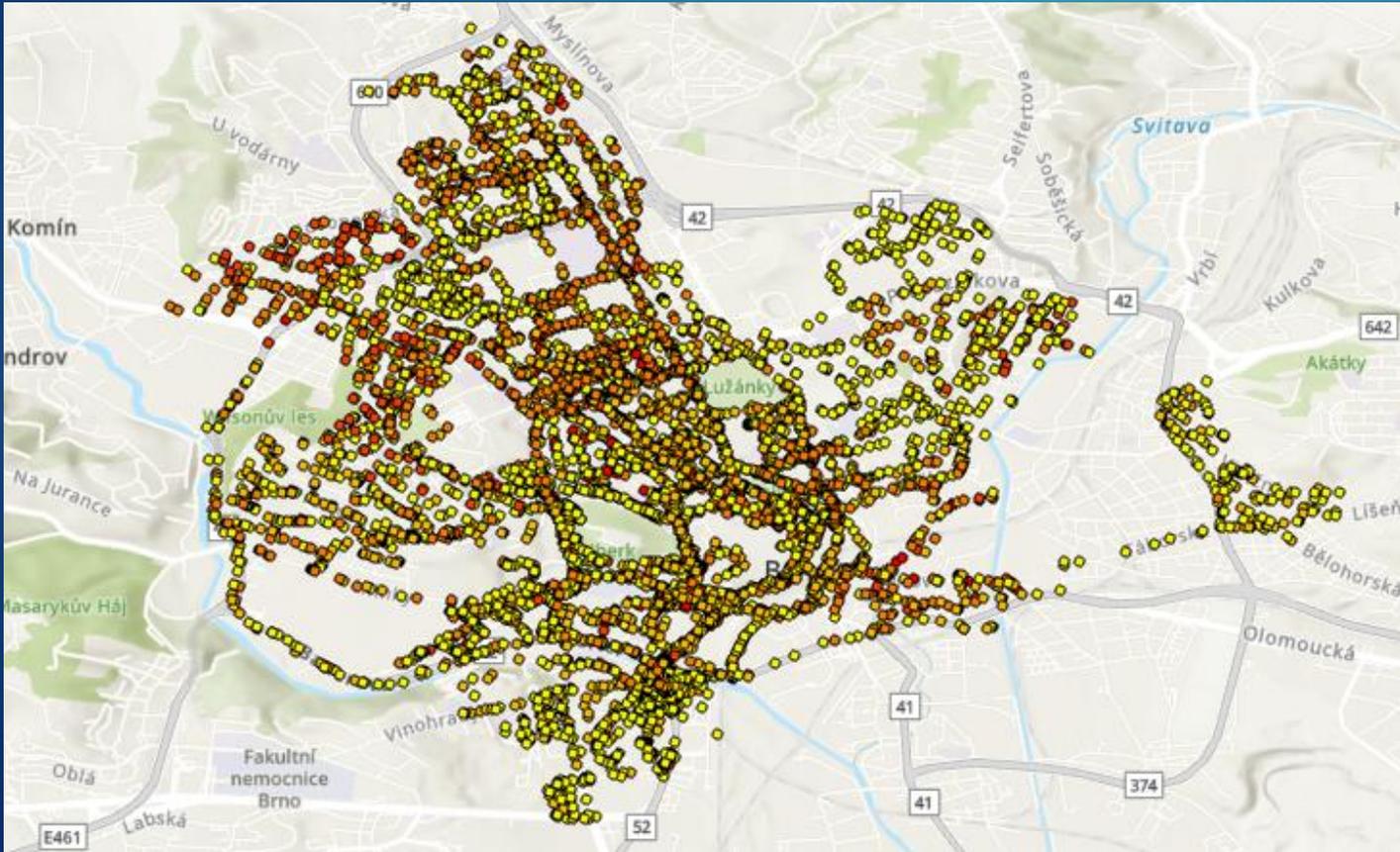
- ▶ Relativně levné
- ▶ Méně přesné a spolehlivé
- ▶ Citizen science projekty
- ▶ Jednodušší obsluha
- ▶ Přenosné
- ▶ Vyžaduje kalibrační kontroly



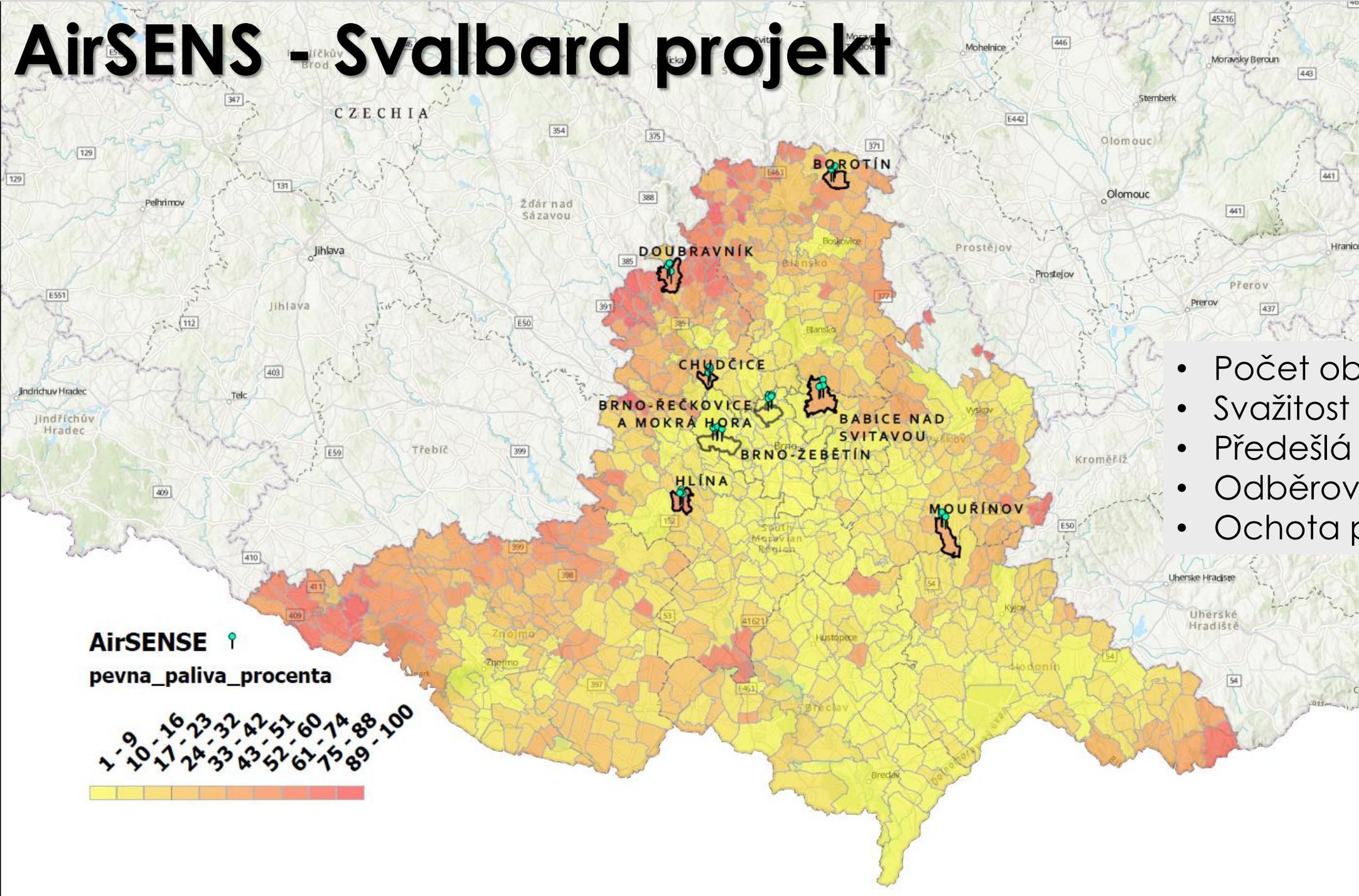
Tromso projekt



Tromso projekt



AirSENS - Svalbard projekt



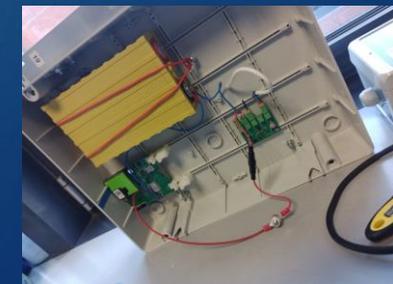
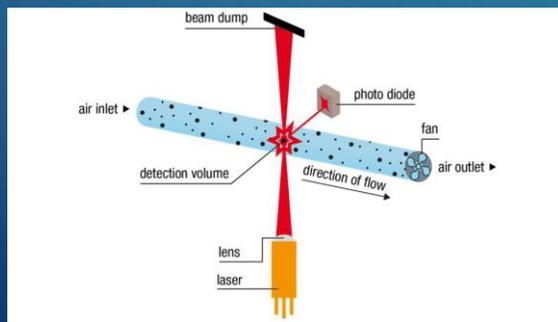
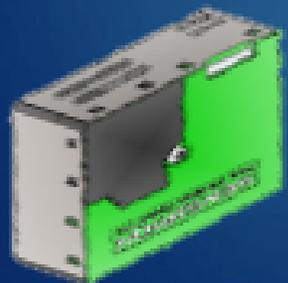
- Počet obyvatel
- Svažitost terénu
- Předěšlá měření
- Odběrová vzdálenost
- Ochota participace

AirSENSE 
pevna_paliva_procenta

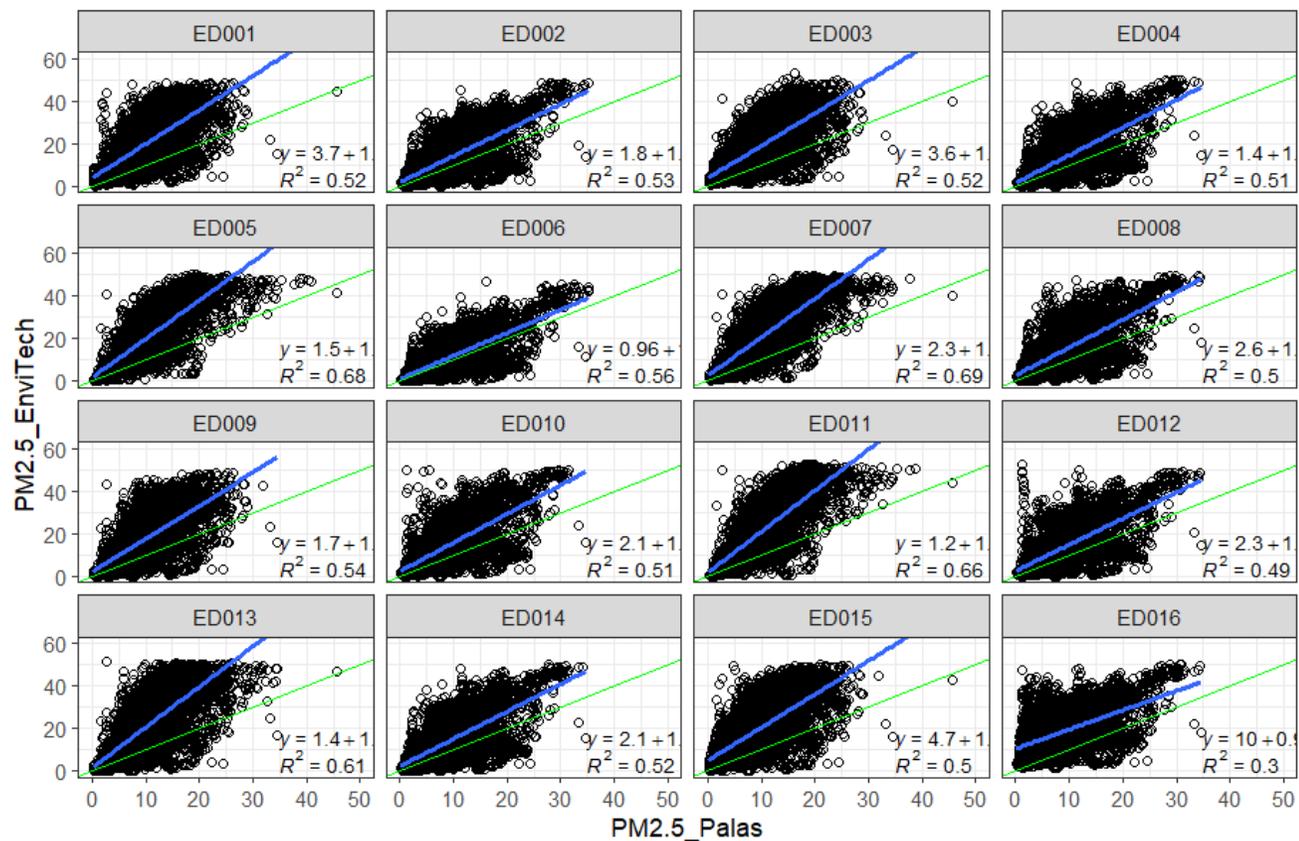
1-9
10-16
17-23
24-32
33-42
43-51
52-60
61-74
75-88
89-100



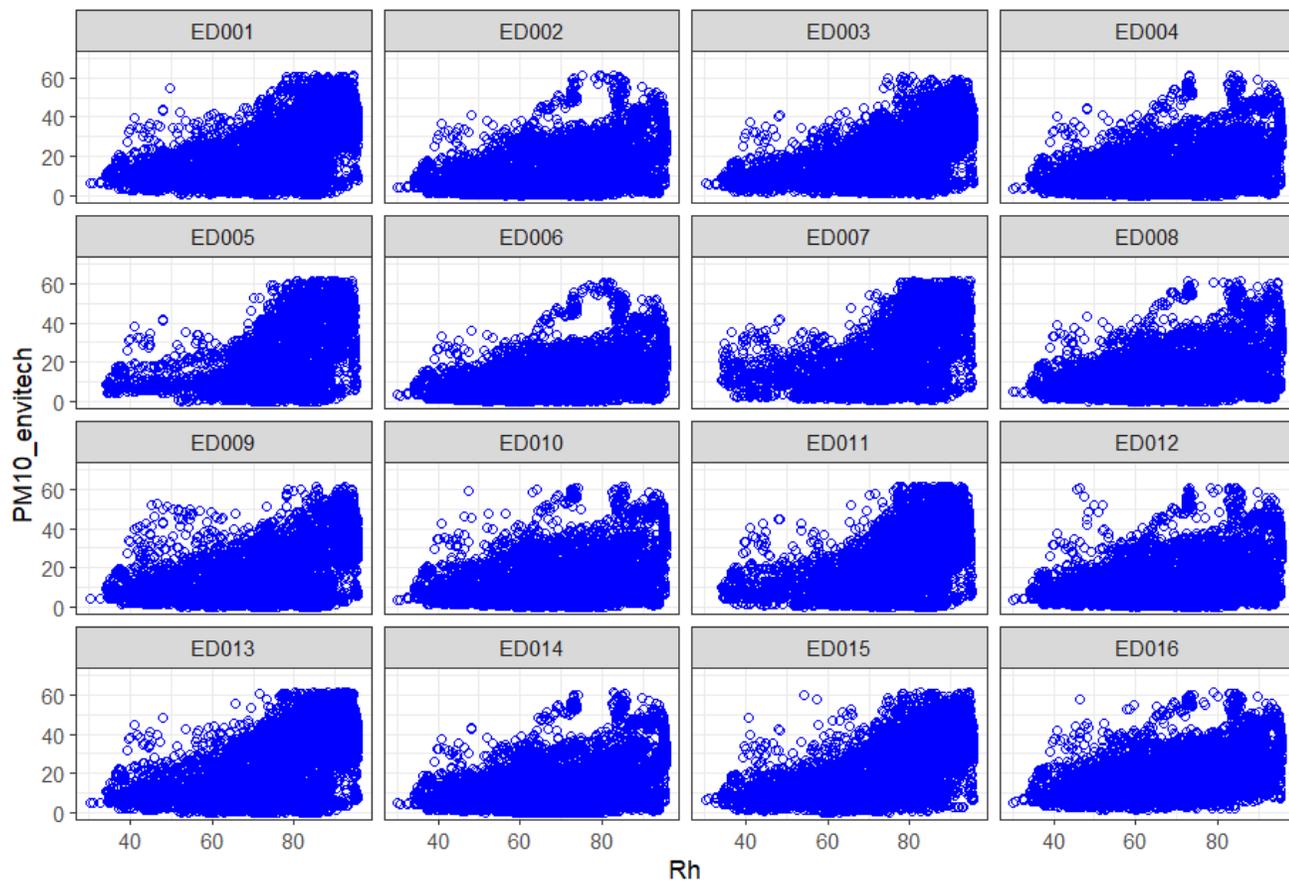
Kolokace senzorů



PM2.5 vs PM2.5 trimmed IQR



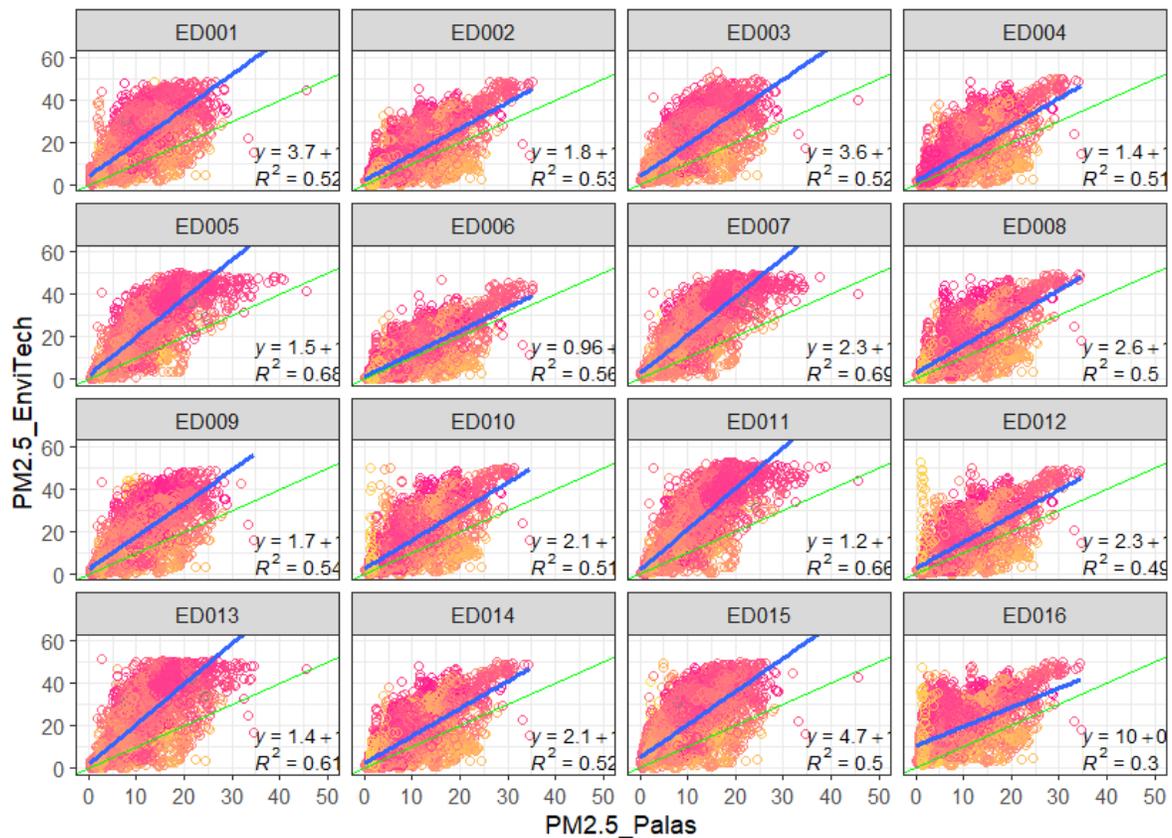
Kolokace a výsledky



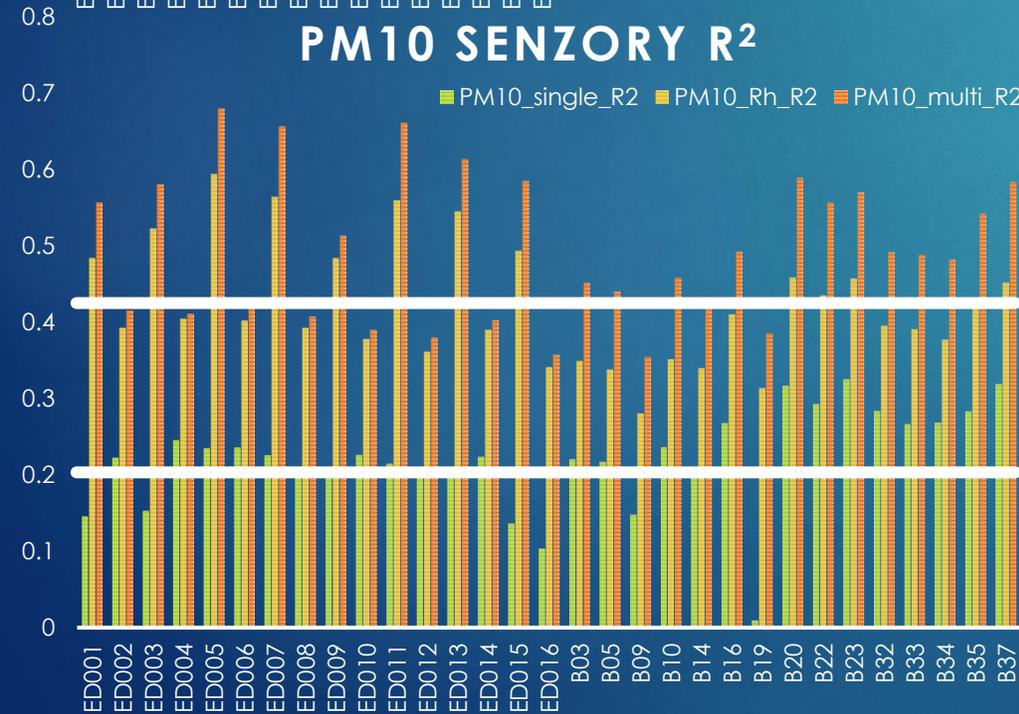
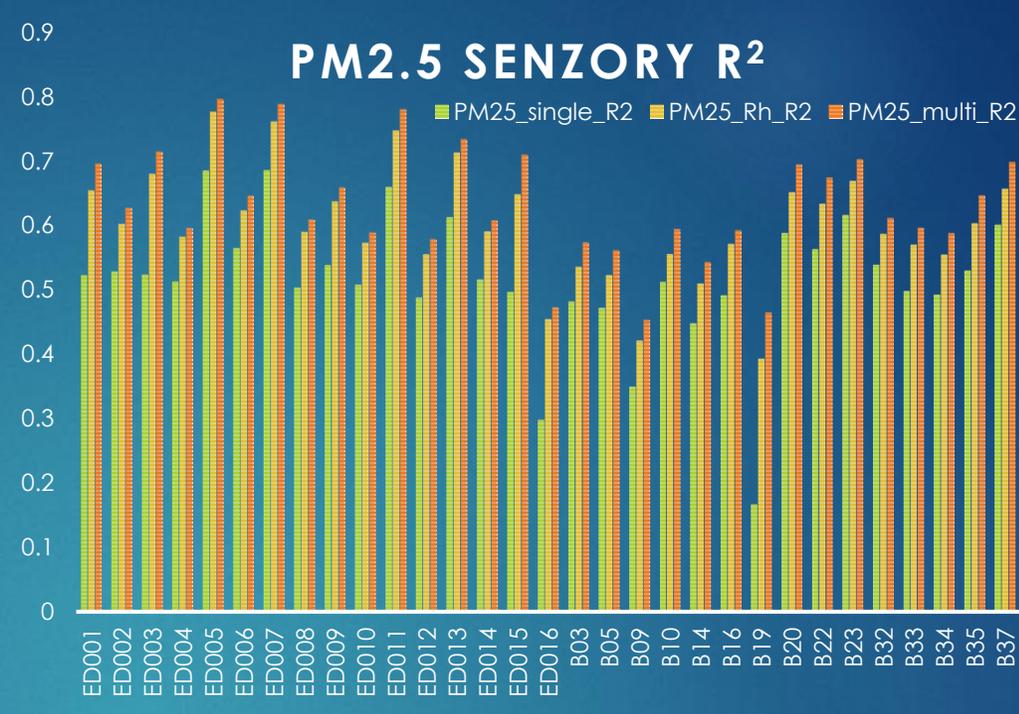
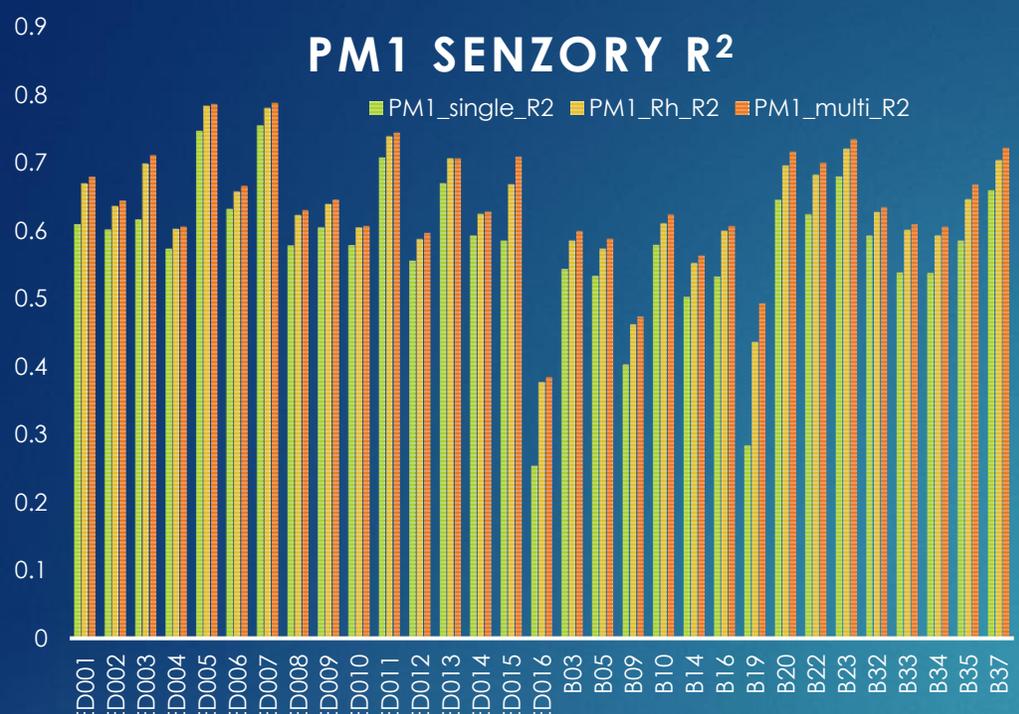
Při
zohlednění
vlhkosti
vzduchu



PM2.5 vs PM2.5 trimmed IQR



Nadhodnocení při vyšší vlhkosti



Nested-multiple linear models ($3 \times 3 \times 32 = 288$)

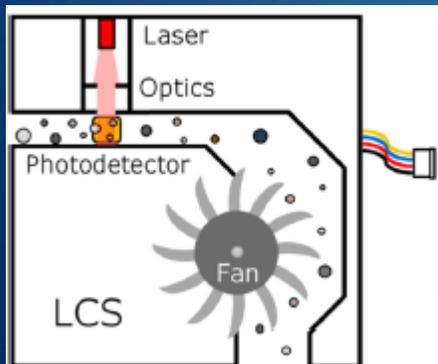
$$Y_{sensor} = \beta_0 + \beta_{aq}X_{aq} + \beta_{Rh}X_{Rh} + \beta_{temp}X_{temp} + \epsilon$$

- Y** dependent variable (Sensor)
- β_0** Intercept
- βx** slope coefficient
- X** independent variables
- ϵ** error/residual

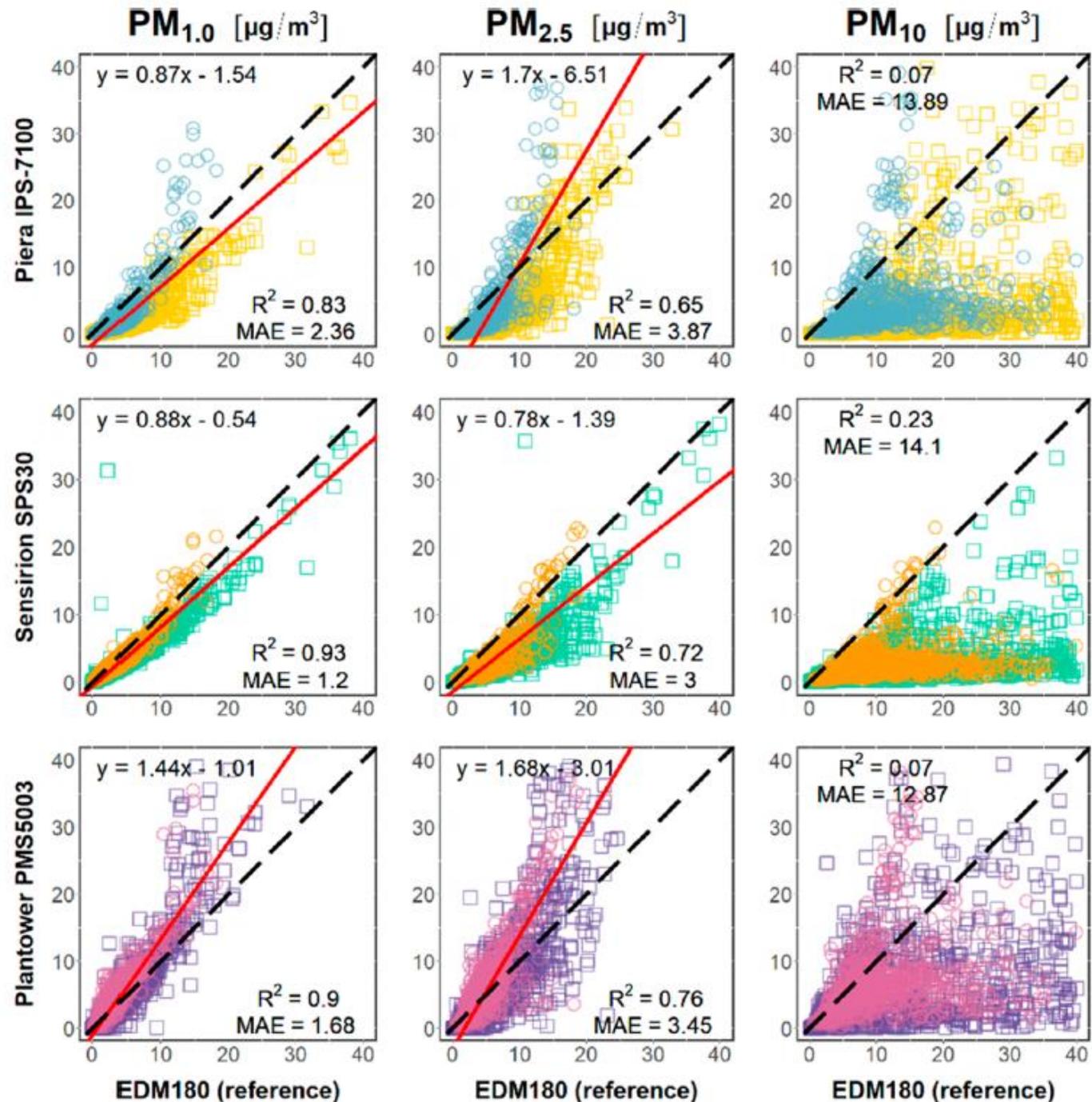


PM10!

- ▶ Vzorkovací objem (3-5%)
- ▶ Početní hustota je u PM10 (i PM4) mnohem menší než u PM1 a PM2,5
- ▶ Výsledky jsou odhadovány z naměřených menších frakcí dle typických složení aerosolů



Molina Rueda et al., 2023



Lokality

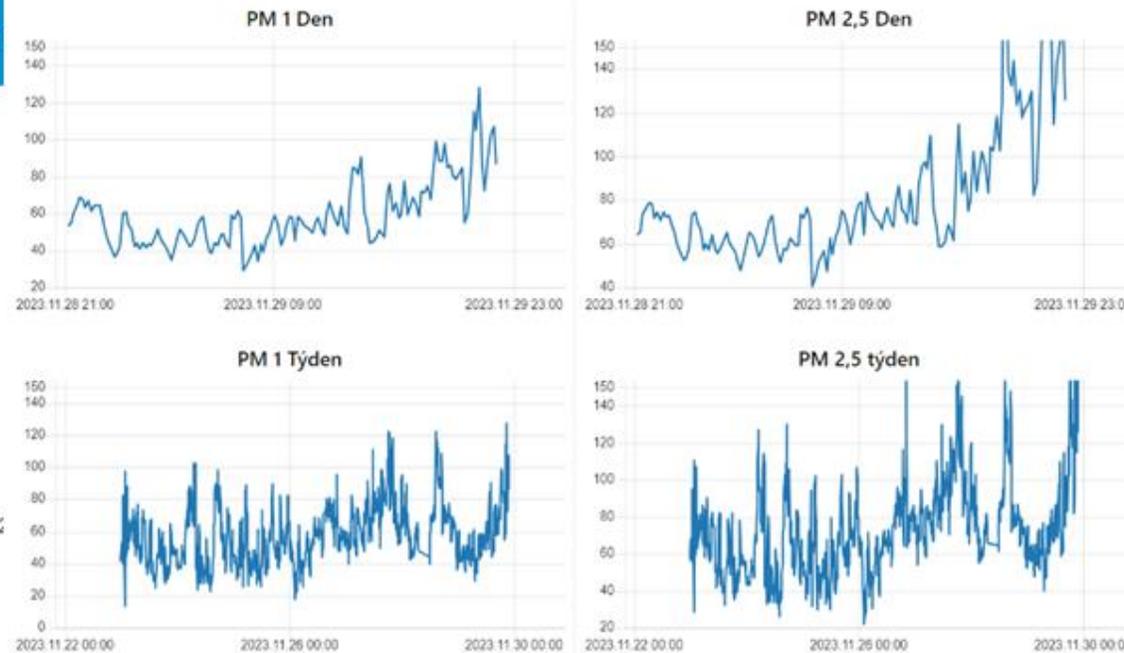
- ▶ 1 Master lokalita:
 - ▶ středněobjemový aktivní vzorkovač Leckel MVS6, PM₁₀ inlet, quartz Whatman QMA filtr , 1 týden
 - ▶ EnviDUST senzor pro online monitoring PM
 - ▶ EnviMET senzor pro online monitoring meteorologických parameterů
- ▶ 3 doplňující:
 - ▶ 2 autonomní zařízení Baghirra – online monitoring PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀
 - ▶ EnviDUST



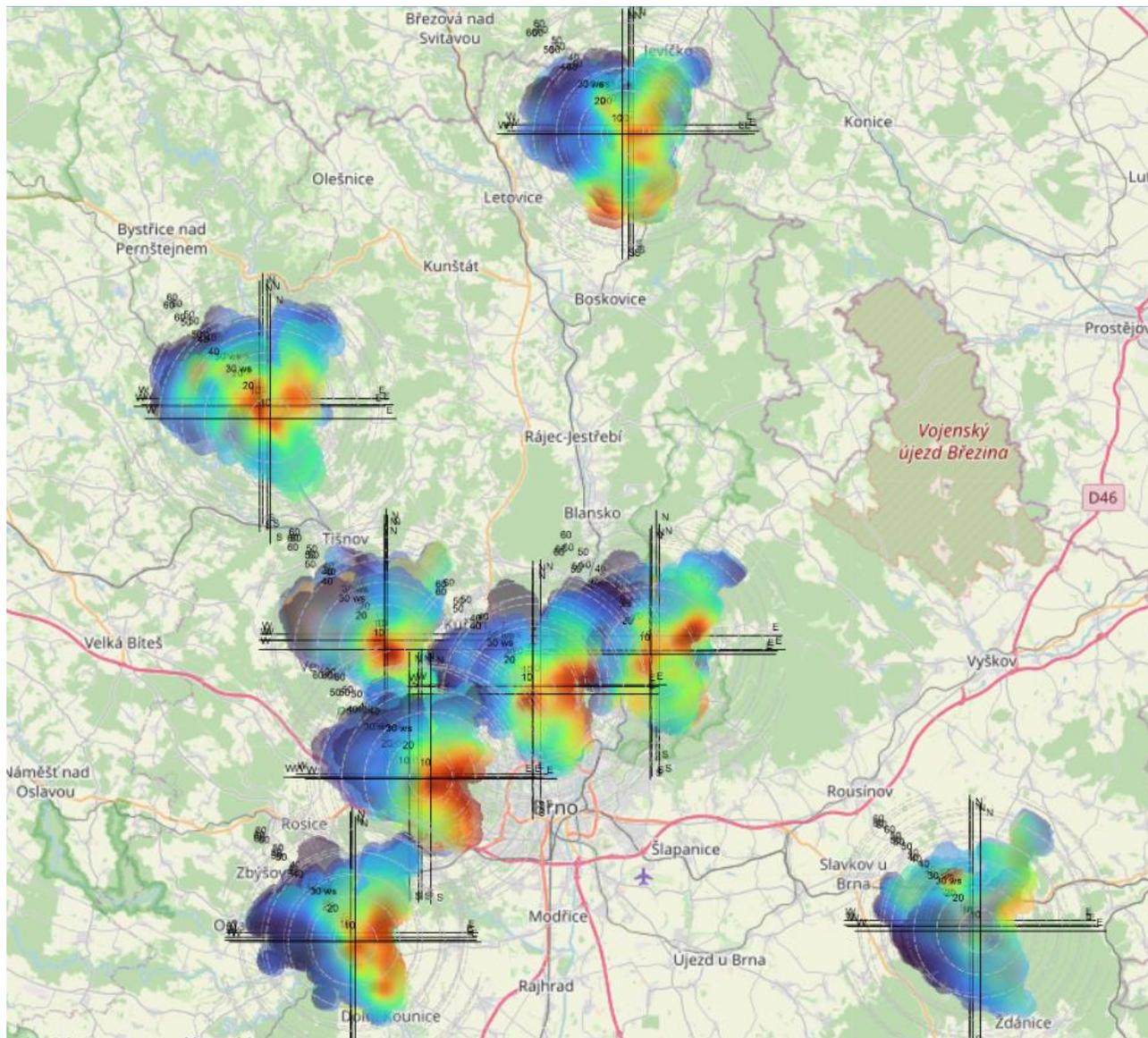
Online prezentace dat obcím

RECETOX - AIRSENS neverifikovaná data

- Chudčice
- Doubravník
- Borotín
- Babice nad Svitavou
- Hlína
- Mouřínov
- Brno-Řečkovice a Mokrá Hora
- Brno-Žebětín



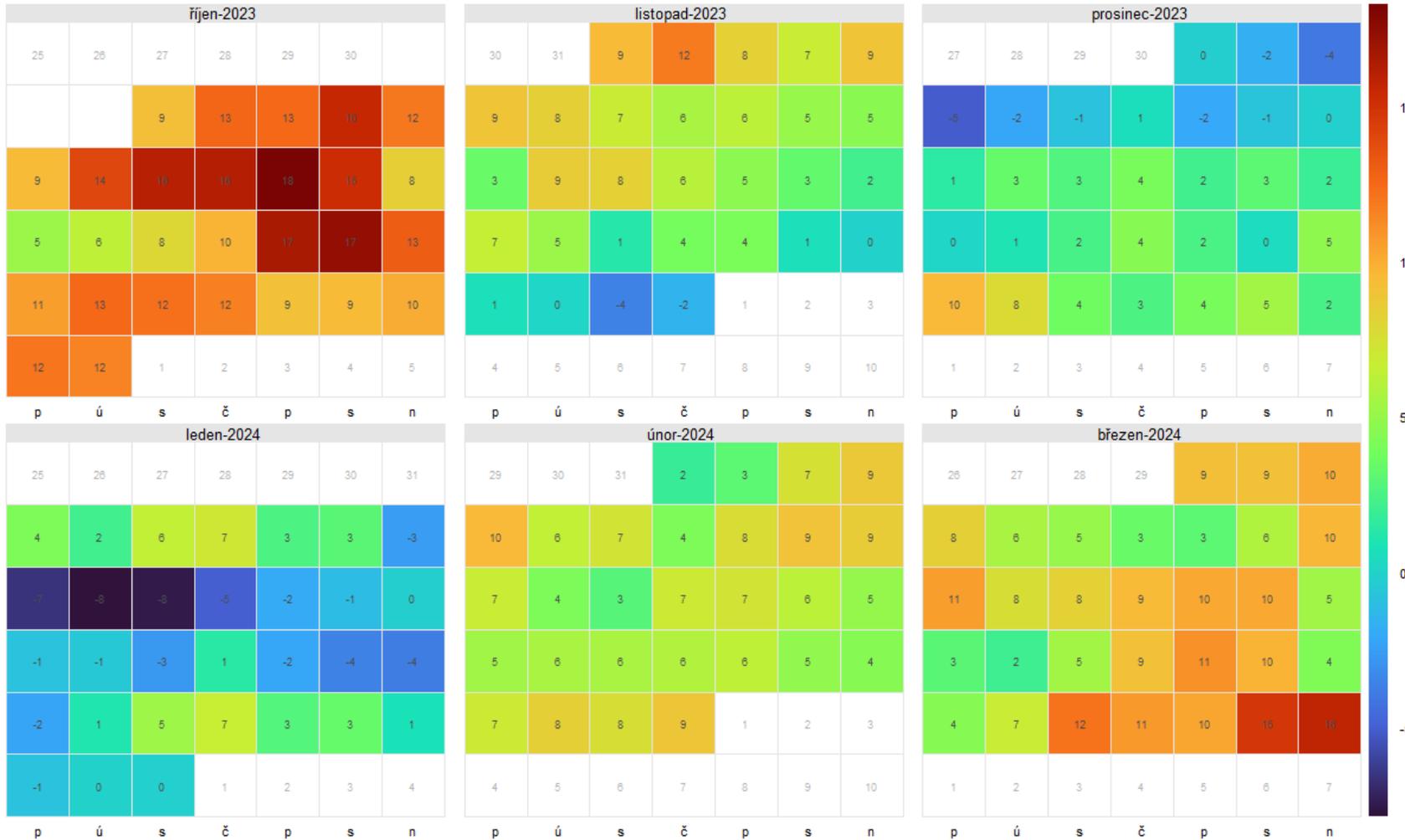
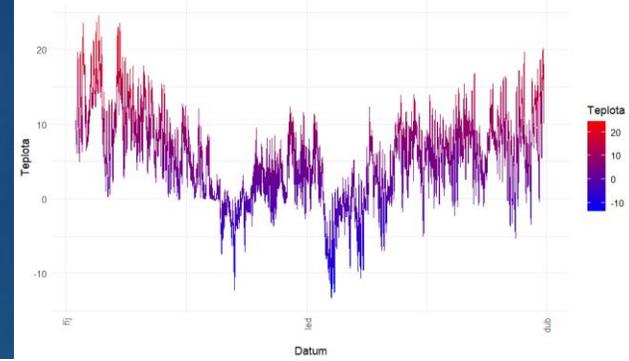
www.recetox.muni.cz/hear/projects/airsens/data



Průběhy měření v obcích

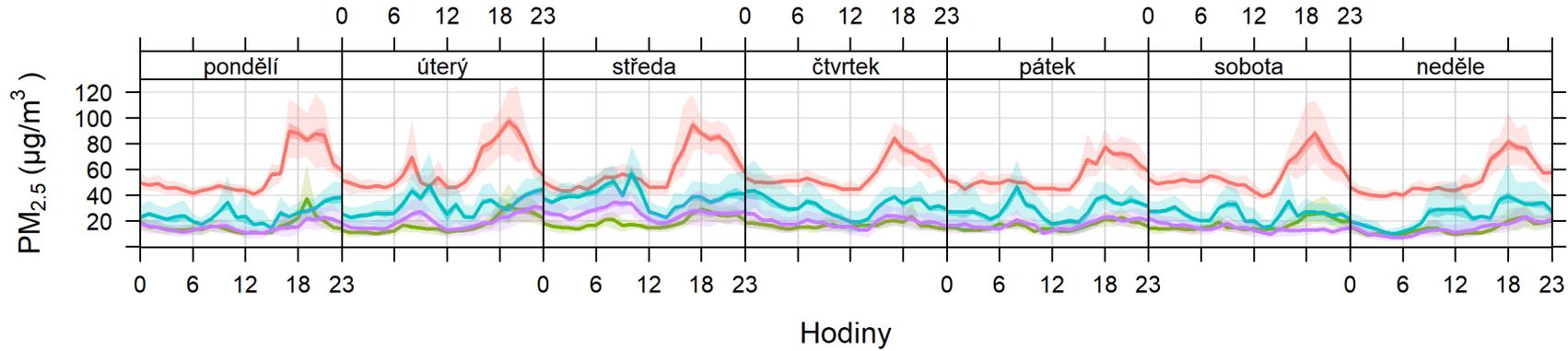
Celkové

PM_{2.5} za celé období na všech lokalitách (µg/m³)
Šipka – směr a intenzita větru

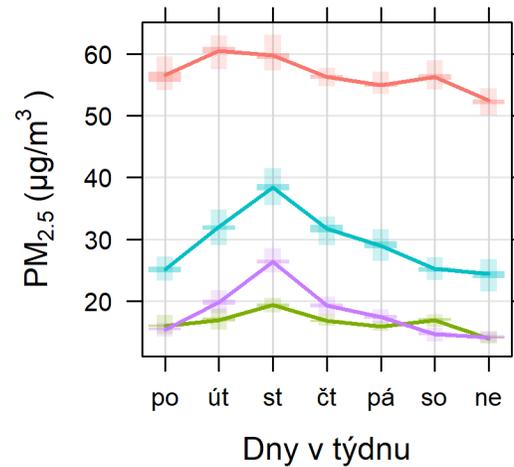
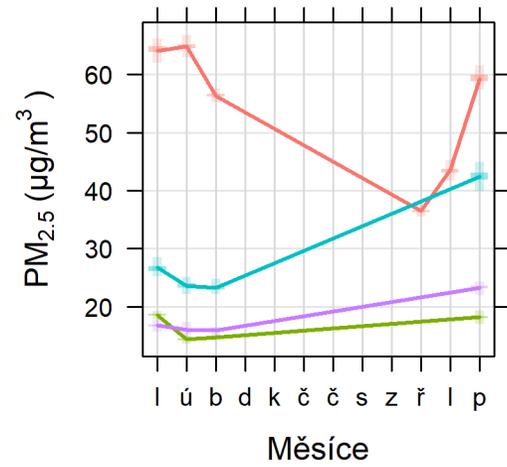
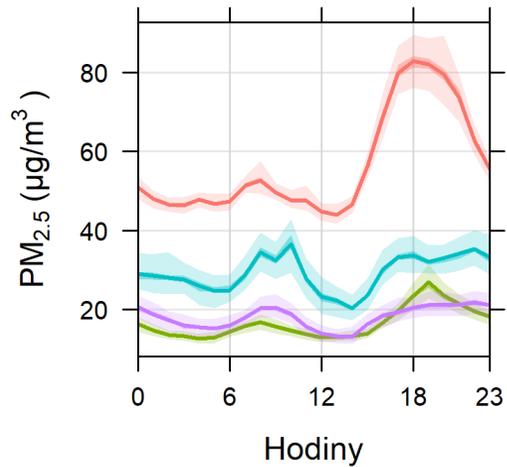


Doubravník

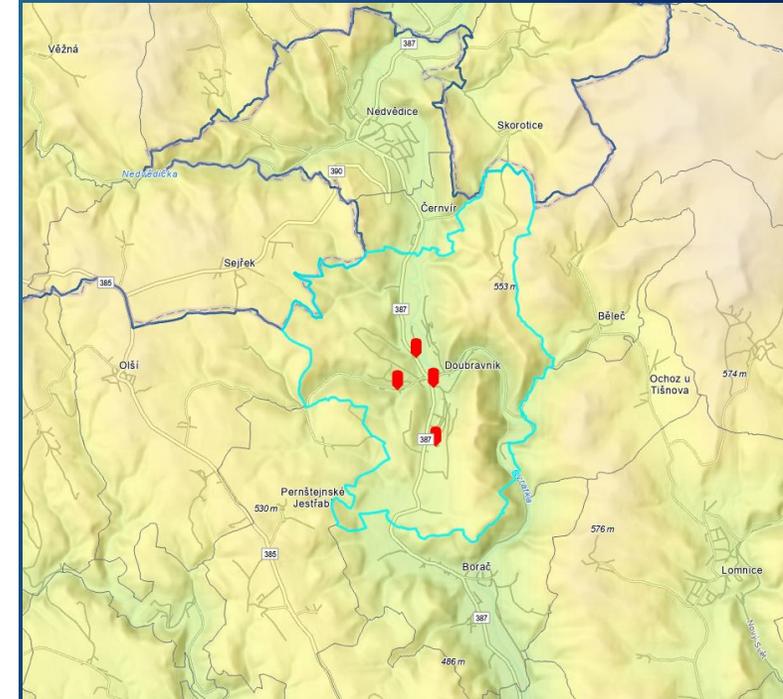
859 obyv. (17 % < 14 let ; 21 % > 65 let)
 313 m n.m.
 Plynofikace: ano
 32% zemědělská půda
 53% lesní půda
 Pevná paliva/byty: 60 %

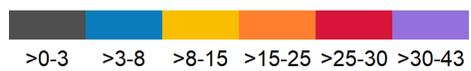
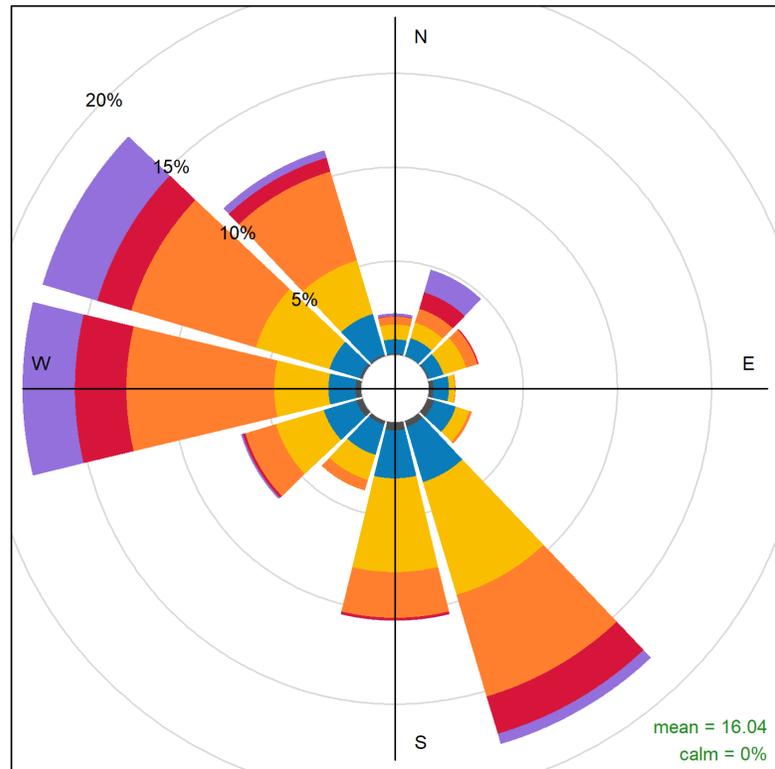


■ Doubravnik A
 ■ Doubravnik B
 ■ Doubravnik C
 ■ Doubravnik D



Median, 25/75 a 10/90. kvantil

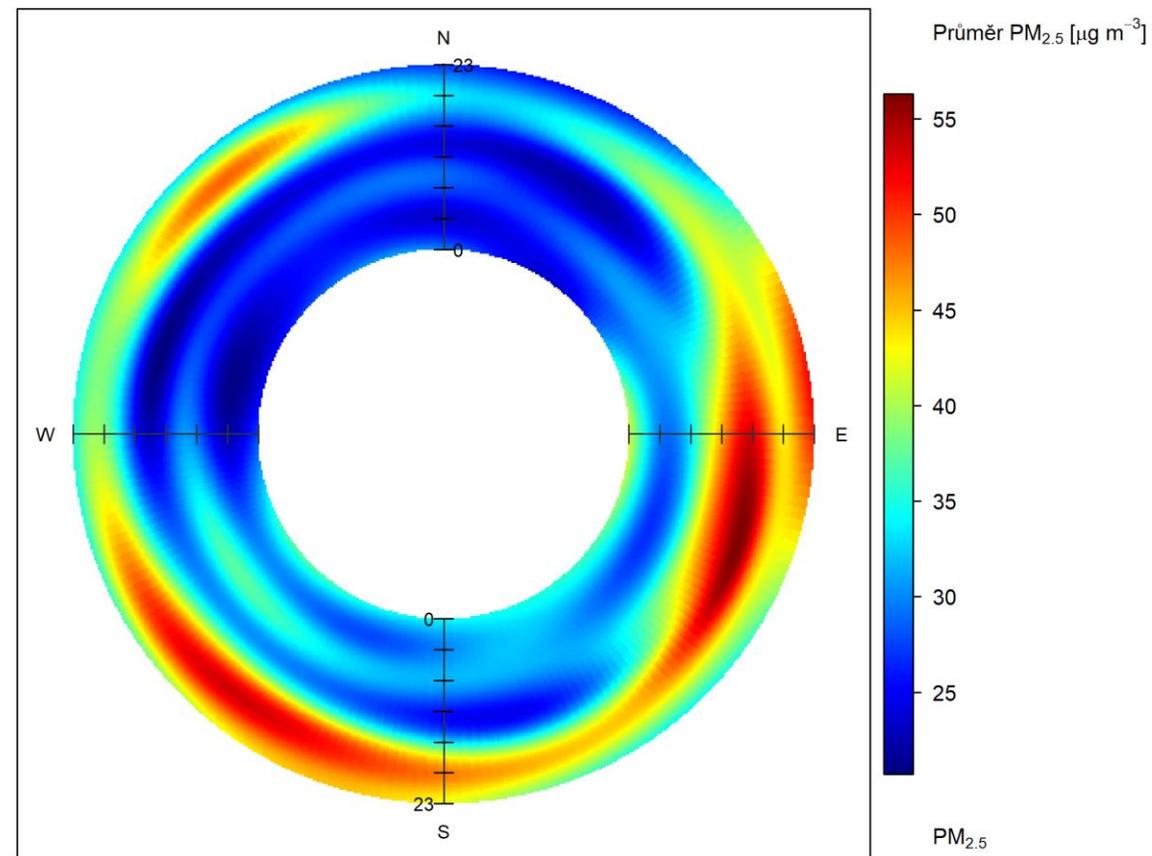




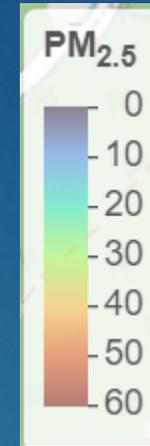
Rychlost větru m s^{-1}

Frekvence počtu směru větru (%)

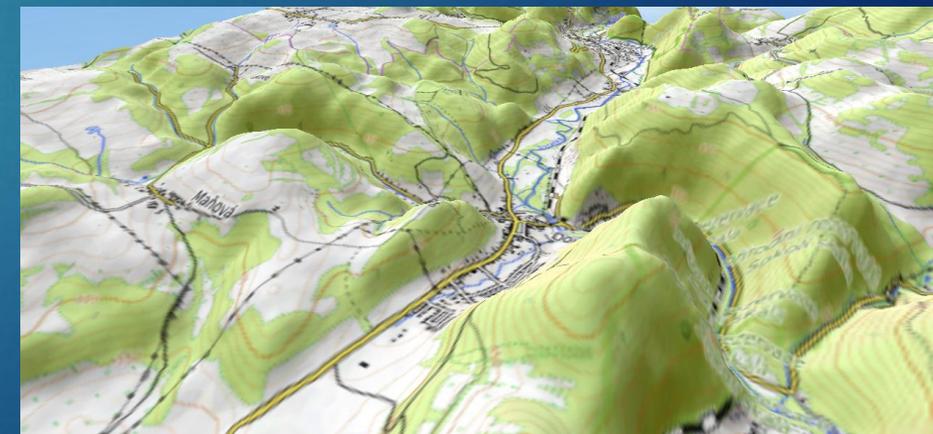
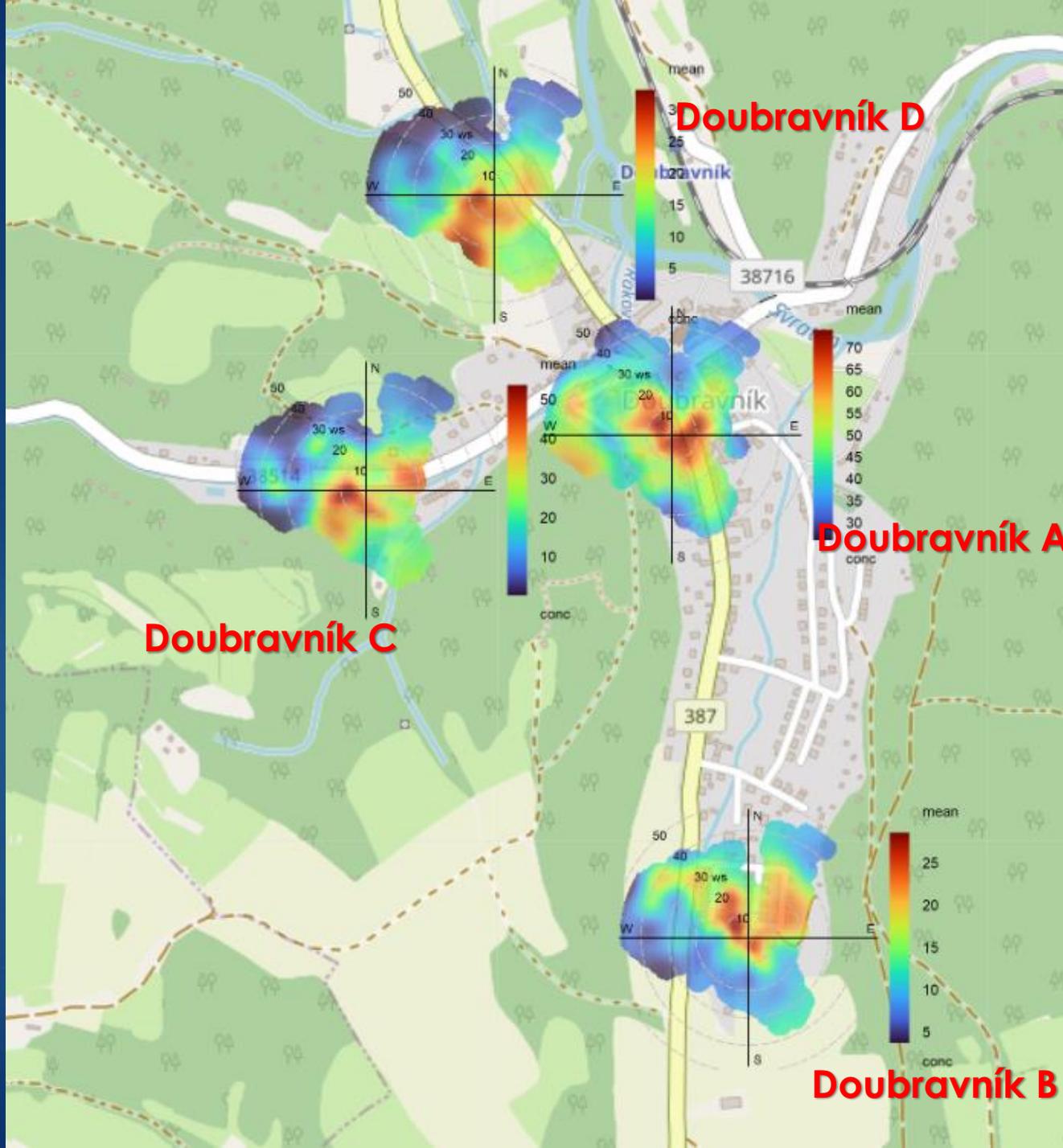
Hodiny dne a směr větru



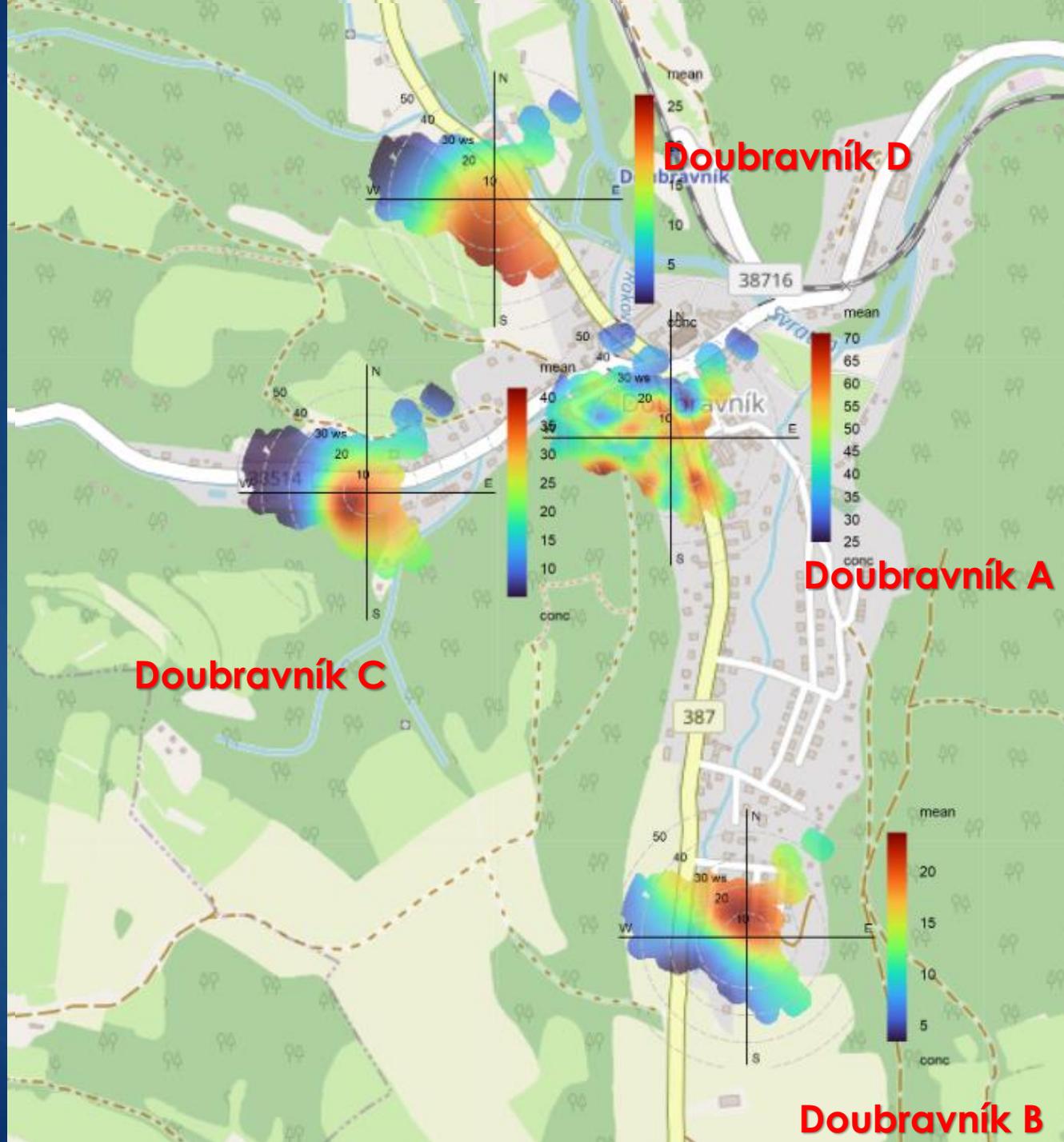
► Celkové (0-23)



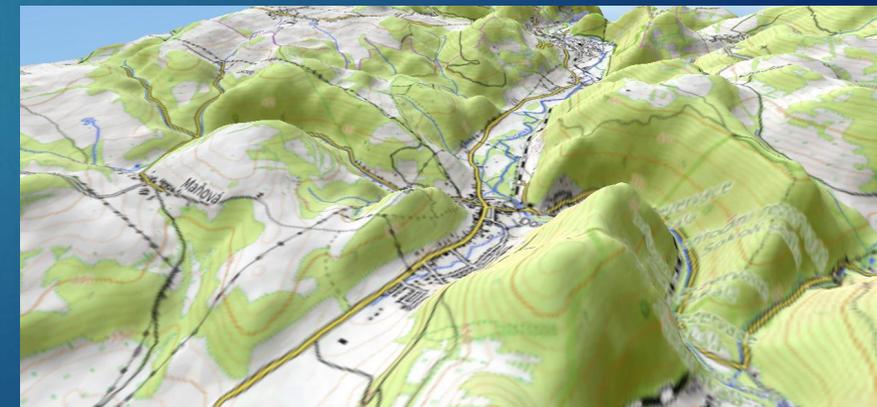
Stejné (0,60)
Různé barevné rozpětí



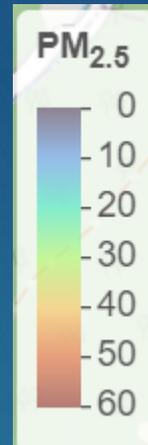
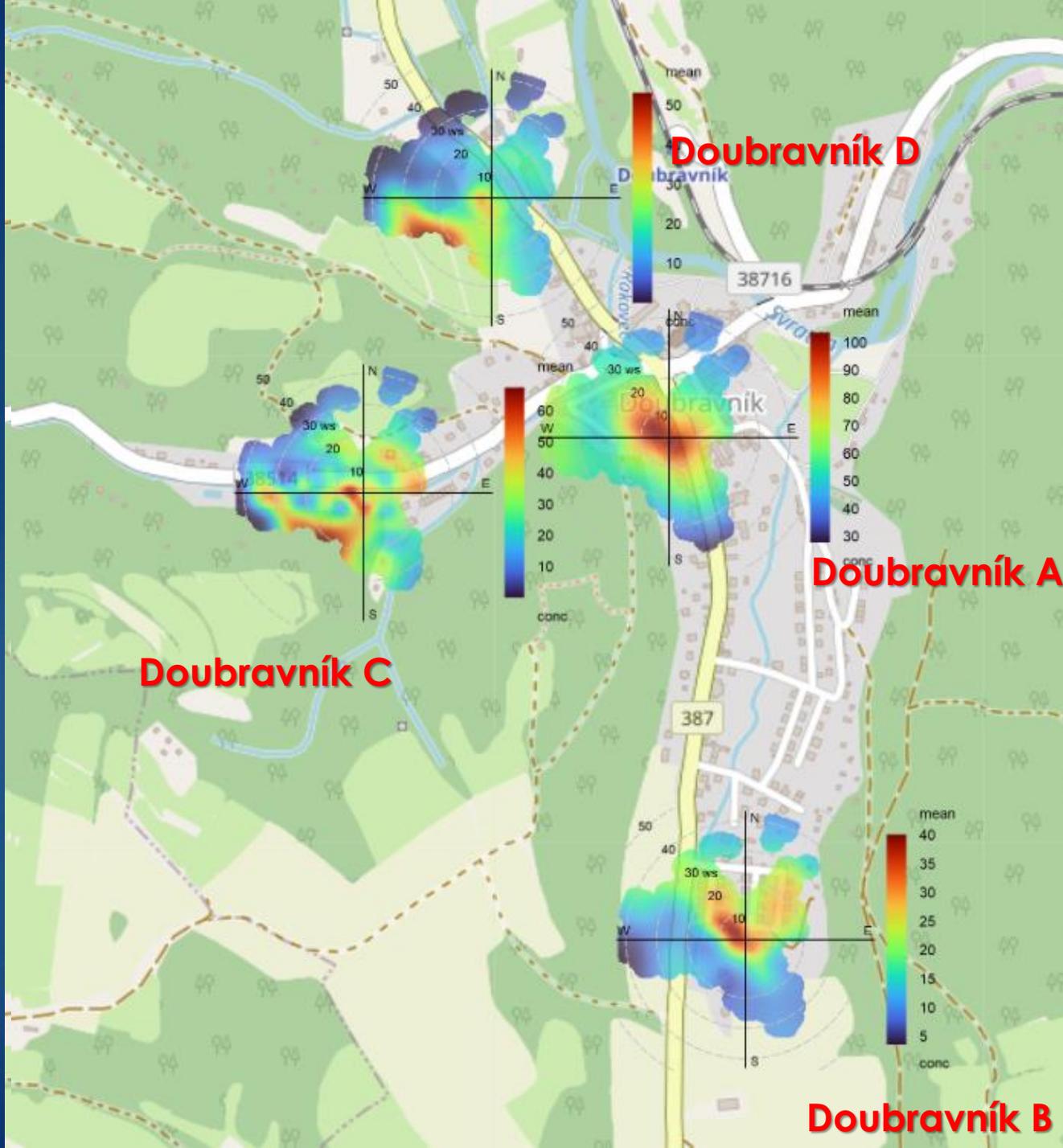
► Ráno (6-10)



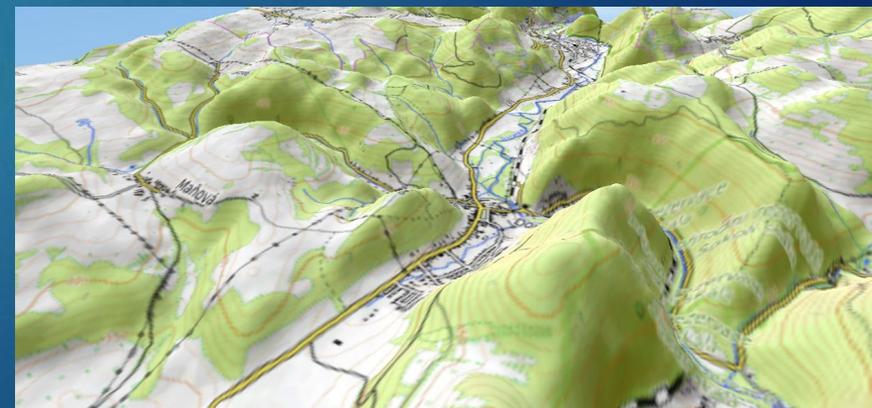
Stejné (0,60)
Různé barevné rozpětí



► Večer (16-22)

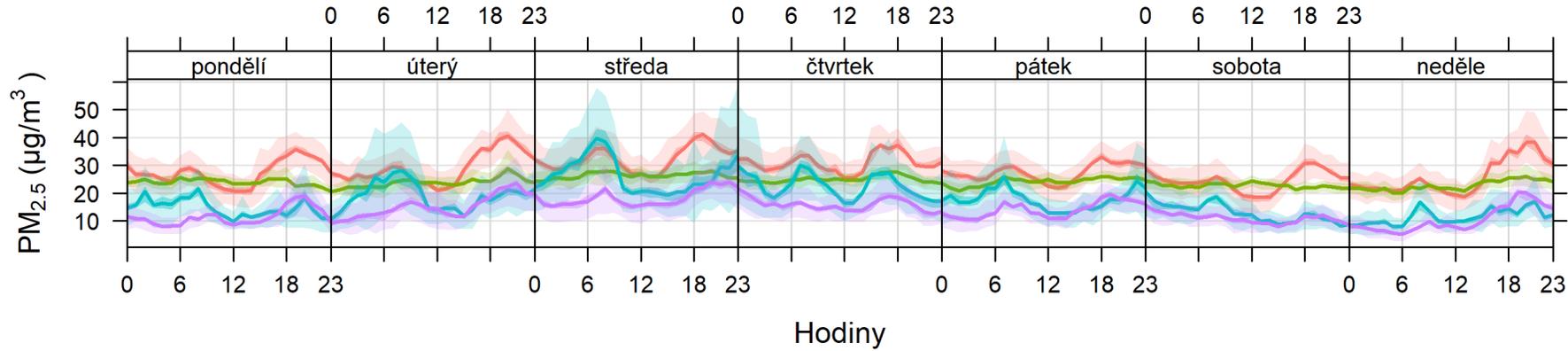
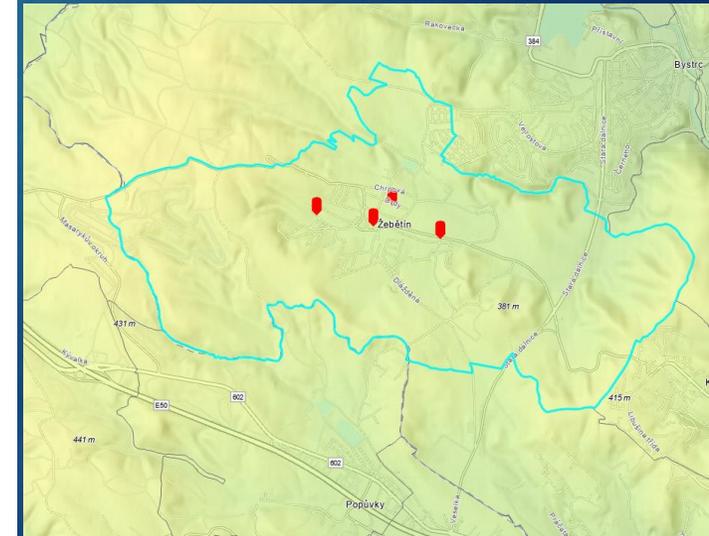
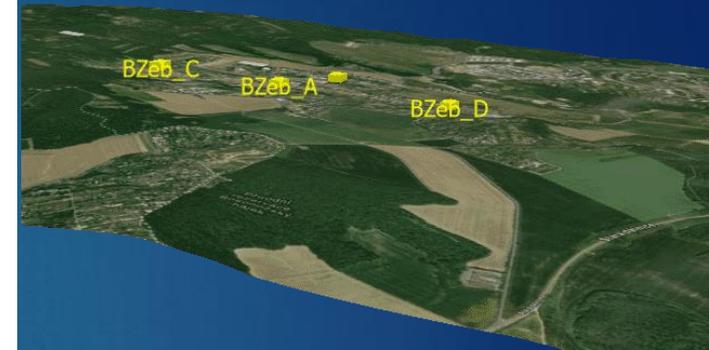


Stejné (0,60)
Různé barevné rozpětí

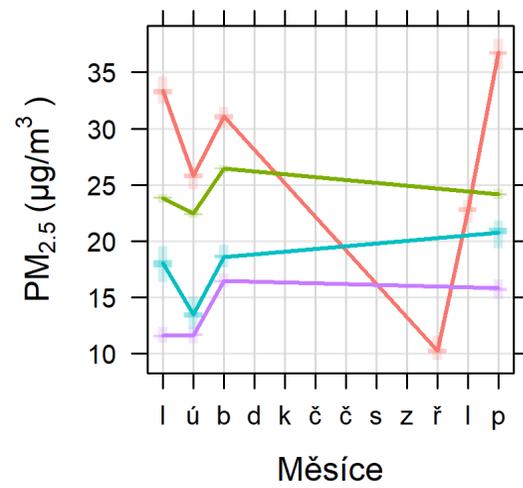
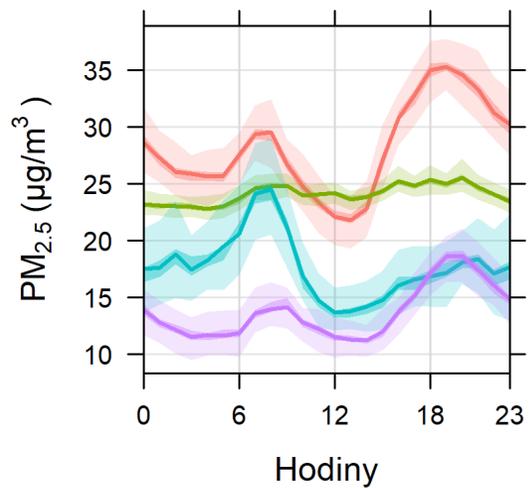


Brno-Žebětín

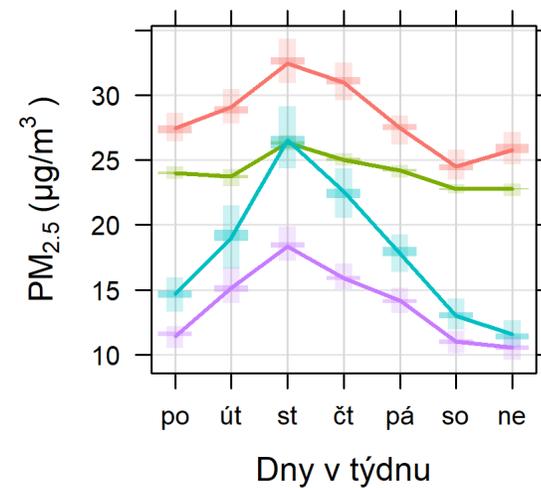
6 222 obyv. (20 % < 14 let ; 14 % > 65 let)
310 m n.m.
Plynofikace: ano

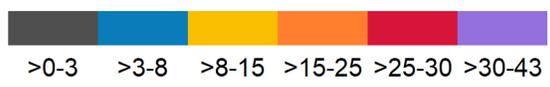
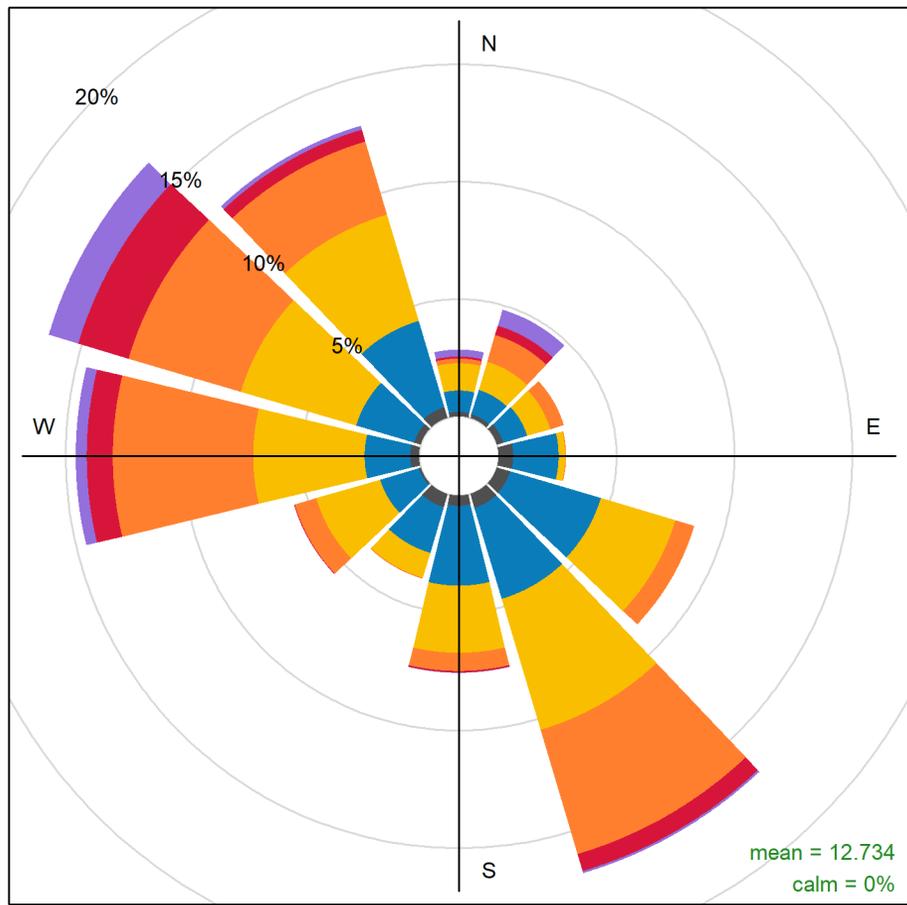


Brno Zebetin A Brno Zebetin B Brno Zebetin C Brno Zebetin D



Median, 25/75 a 10/90. kvantil

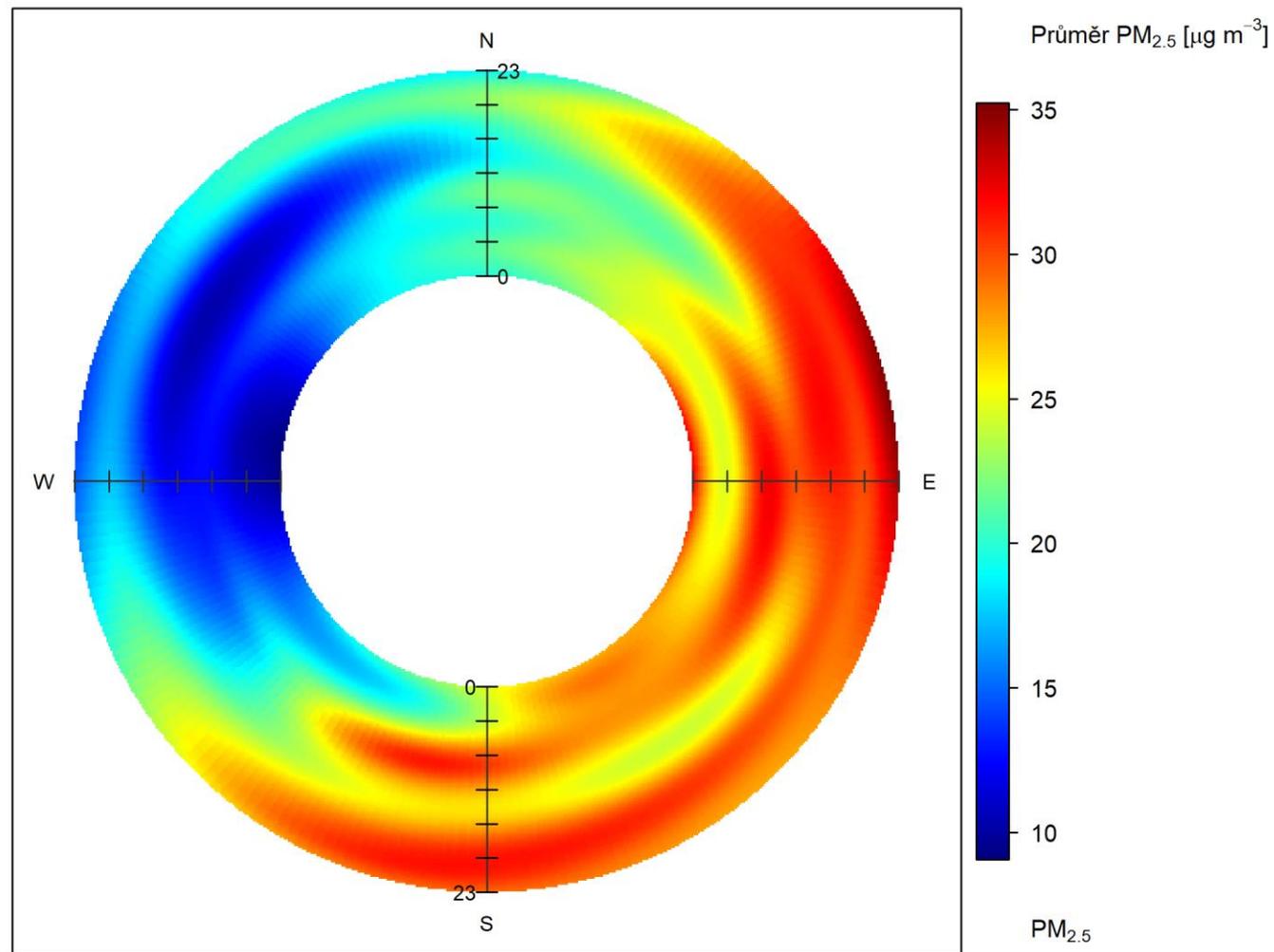




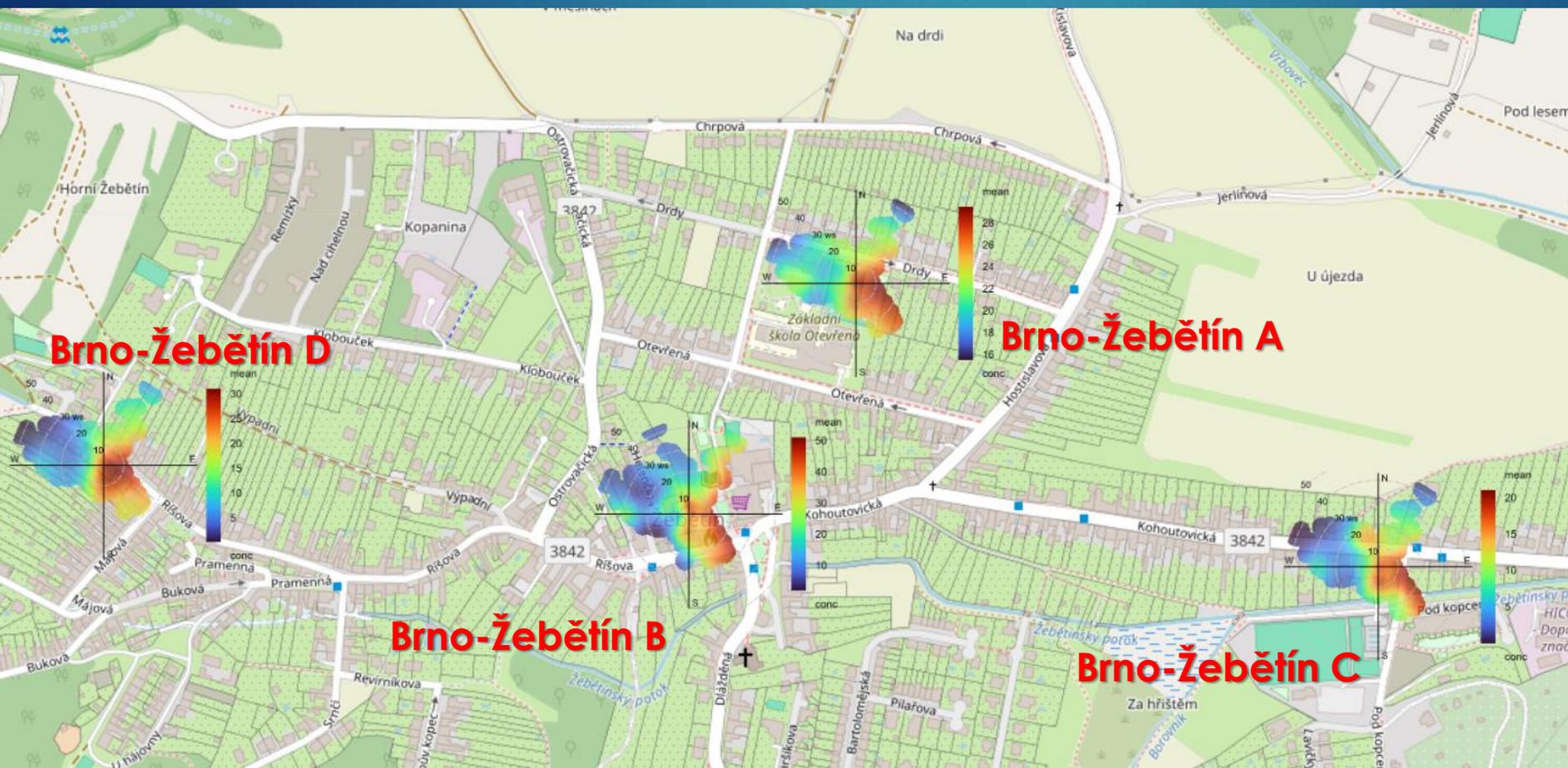
Rychlost větru m s^{-1}

Frekvence počtu směru větru (%)

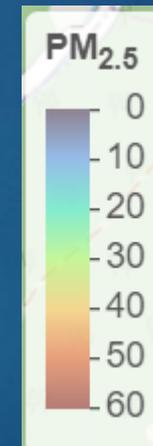
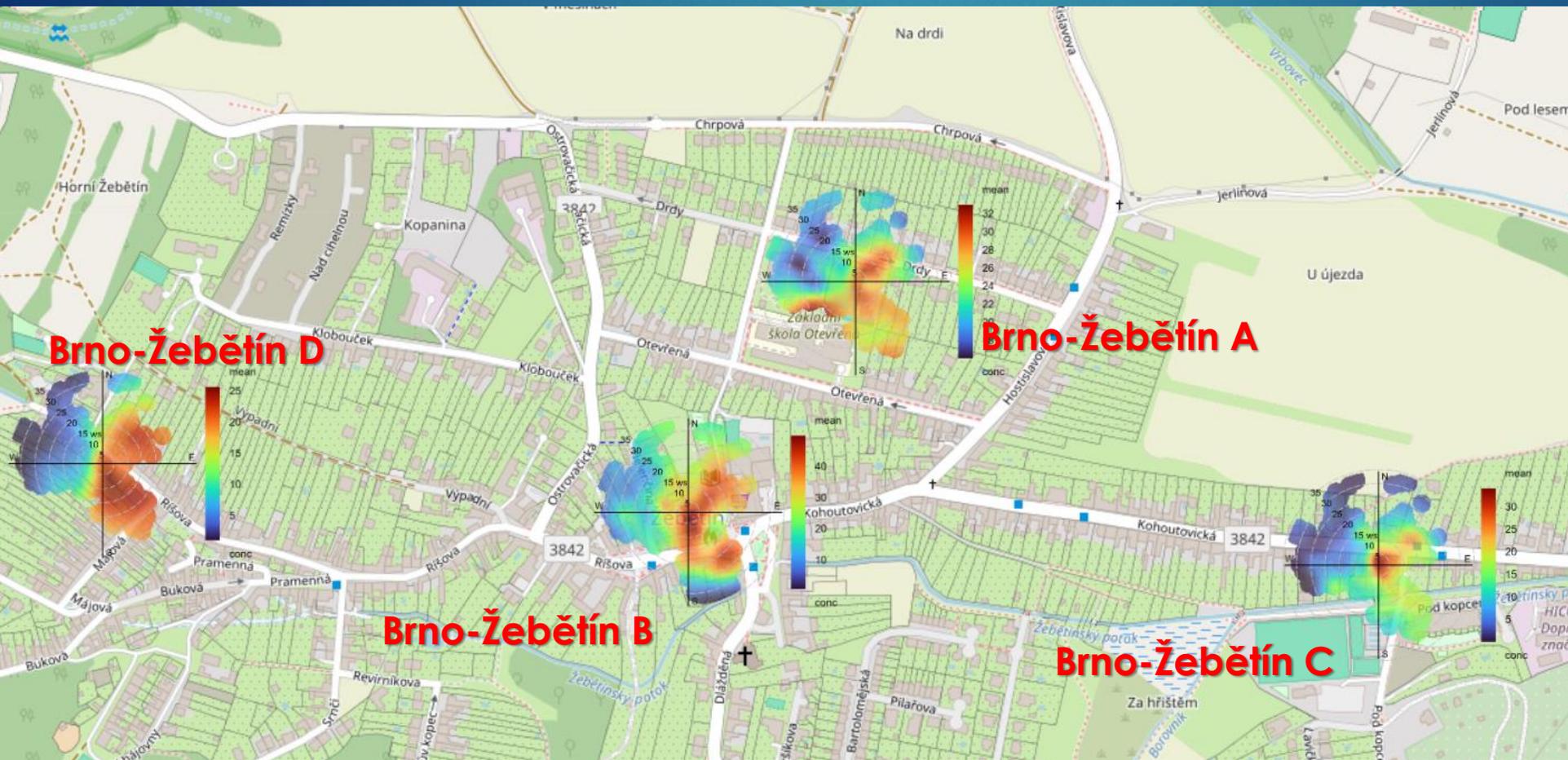
Hodiny dne a směr větru



Stejné (0,60)
Různé barevné rozpětí



Stejné (0,60)
Různé barevné rozpětí

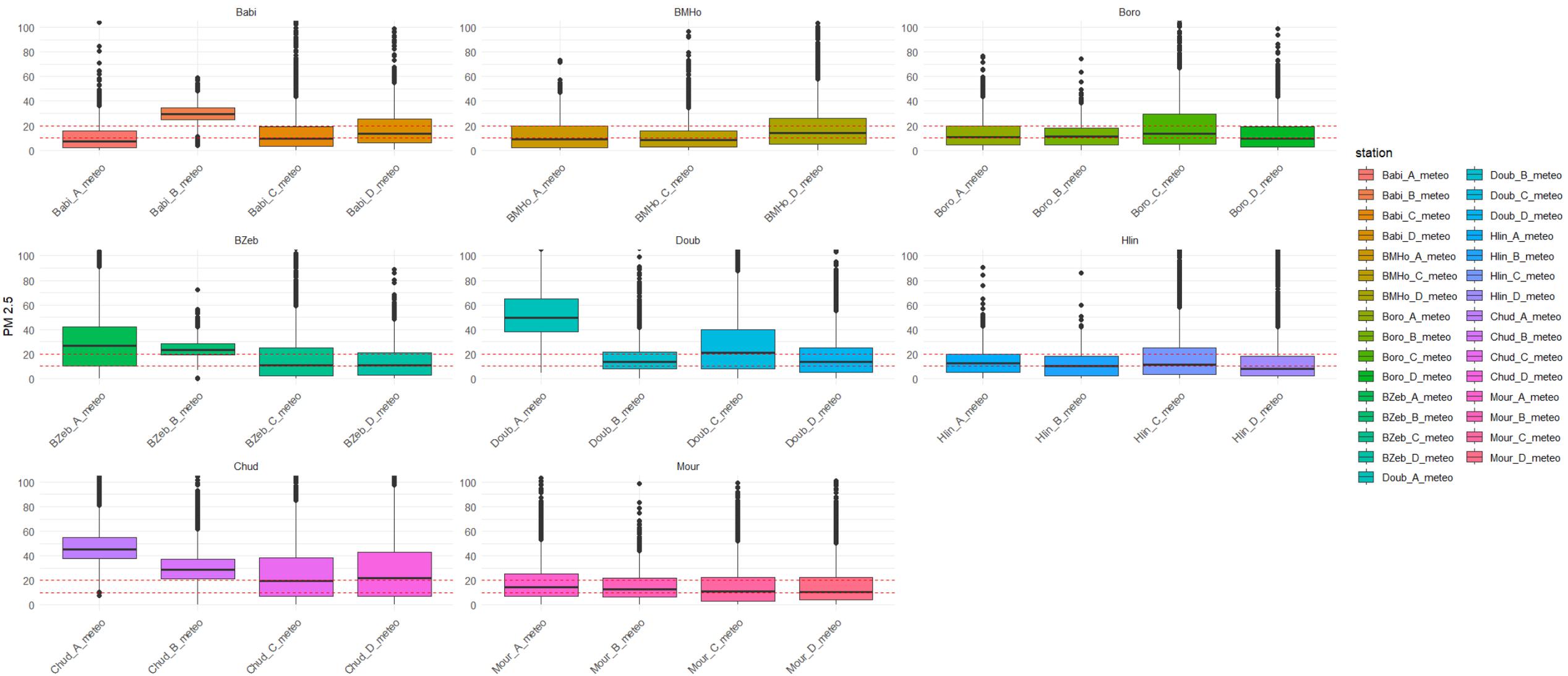


Přehled za celou kampaň

(limity pouze indikativní)



Celá kampaň



Sahara dust event

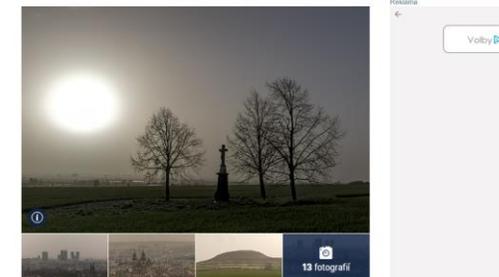
- ▶ Konec března 2024
- ▶ Profesionální stanice vyhlásily SMOGOvou situaci
- ▶ Sensory „neviděly“ nic
- ▶ Minerální složení (křemen, živec...)
- ▶ Odlišné vlastnosti při rozptylu světla



Smog z písku ze Sahary se roztahuje na Moravu, předpovědi jsou nejisté

31. března 2024 9:17, aktualizováno 13:39

V Čechách a v části Moravy a Slezska nadále platí smogová situace kvůli písku ze Sahary. Podle meteorologů může být písek, který zvyšuje koncentraci prachových částic v ovzduší, n území Česka až do pondělí. Studená fronta v pondělí přinese silný jižní vítr. Výstraha platí především pro Slezsko, kde bude dosahovat rychlosti až 70 km/h.



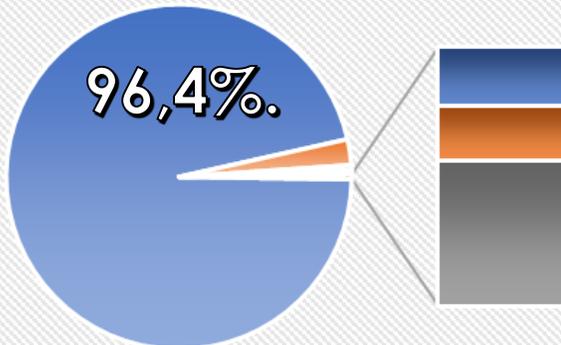
Benzo[a]pyren



celkem 29 PAHs (polyckylických aromatických uhlovodíků)

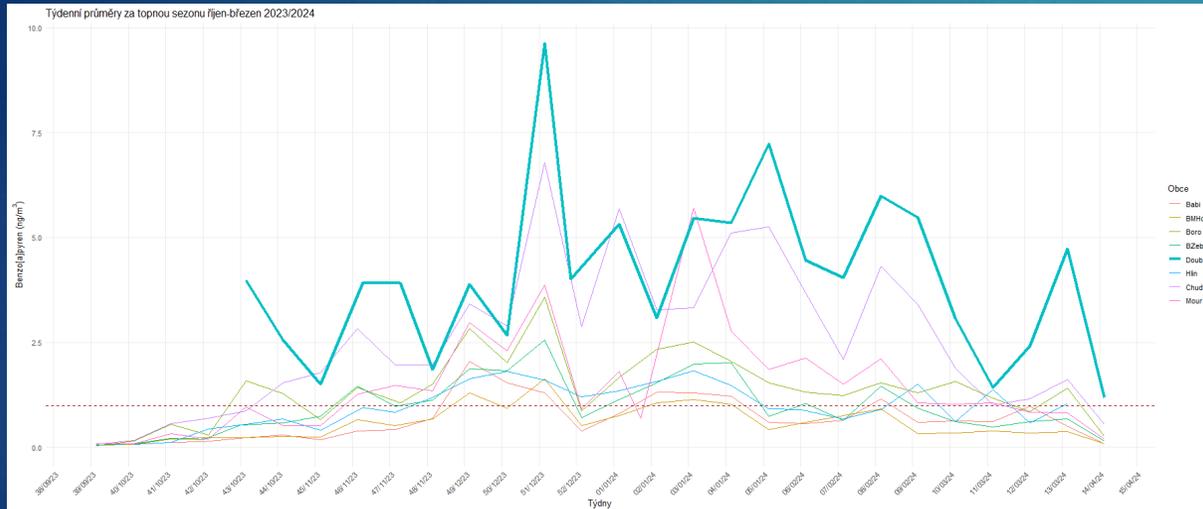


benzo[a]pyren

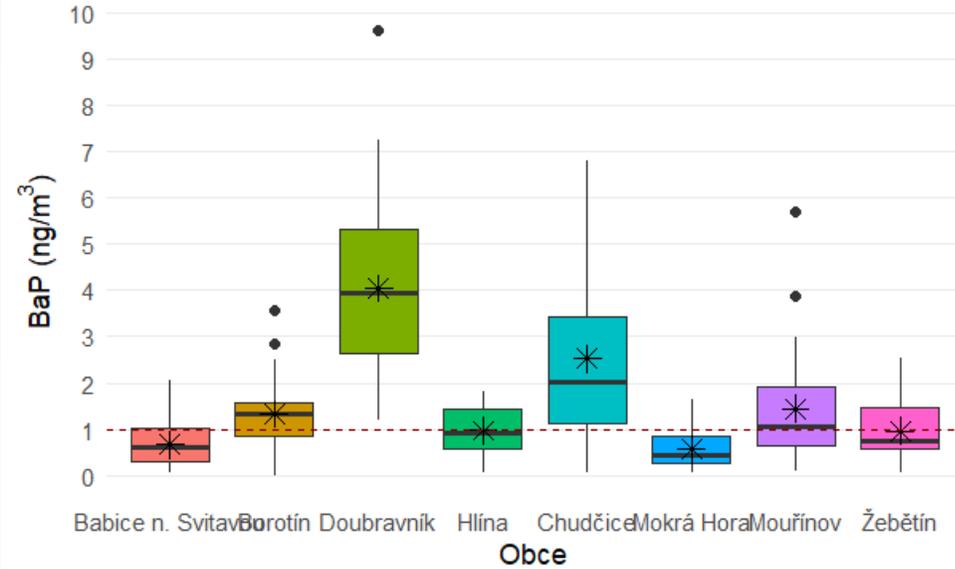


- Lokální vytápění domácností
- Spalování rostlinného materiálu
- Silniční doprava: Osobní vozidla
- Výroba pevných paliv a ostatní energetická odvětví
- Komerční/institucionální: mobilní zdroje

Benzo[a]pyren



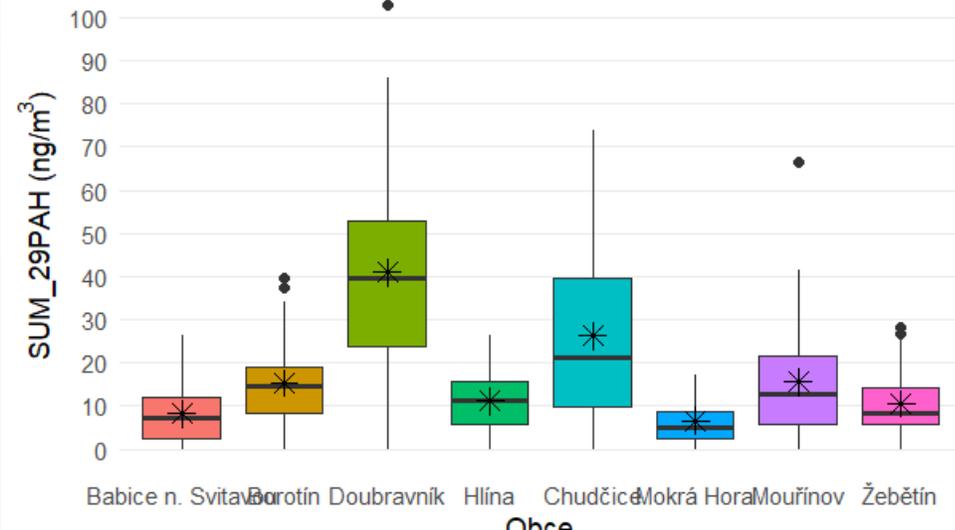
Průměr za topnou sezonu říjen-březen 2023/2024



Lokalita

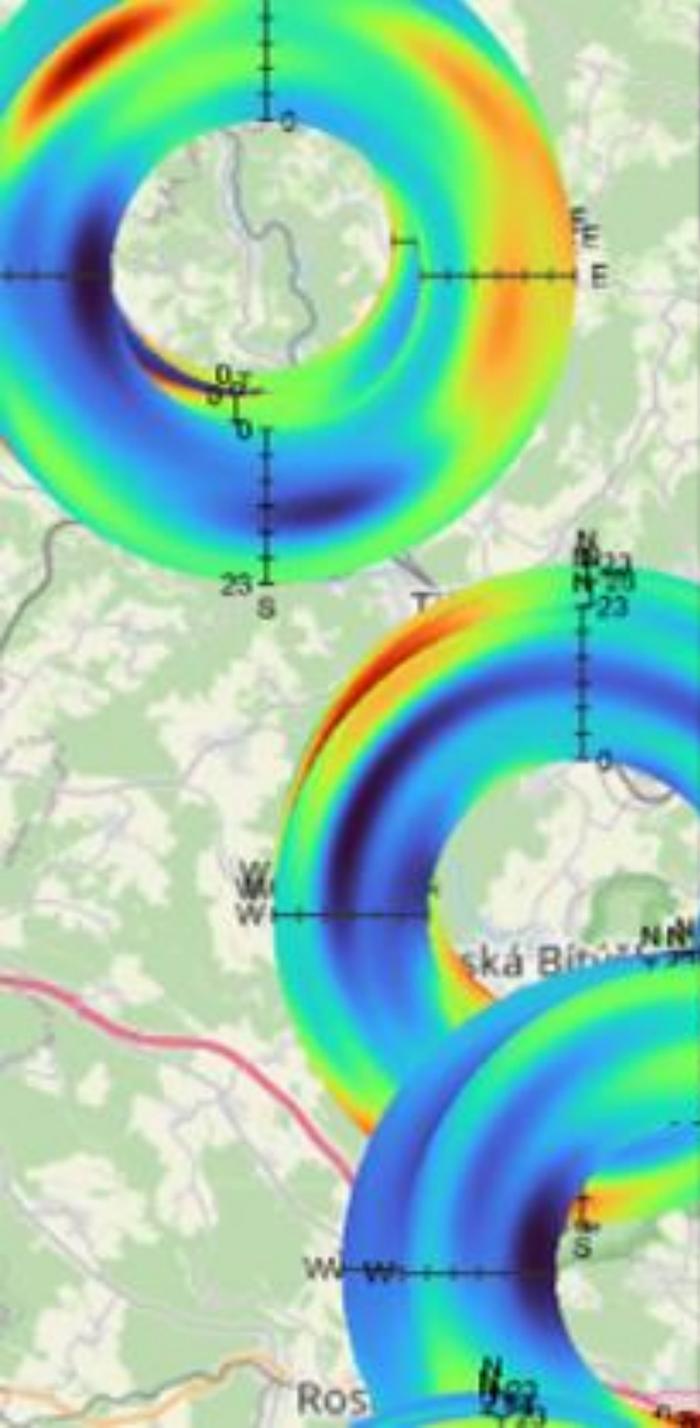
- Babice n. Svitavou
- Borotín
- Doubravník
- Hlína
- Chudčice
- Mokrá Hora
- Mouřínov
- Žebětín

Průměr za topnou sezonu říjen-březen 2023/2024



Lokalita

- Babice n. Svitavou
- Borotín
- Doubravník
- Hlína
- Chudčice
- Mokrá Hora
- Mouřínov
- Žebětín



- ▶ Sensory lze (s obezřetností) využít k lokálním analýzám
- ▶ Rozdílné principy měření
- ▶ Senzitivita na environmentální podmínky
- ▶ Častá kolokace a kalibrace senzorů
- ▶ Využití Machine learning, LASSO,...
- ▶ Monitorovací sítě lze vhodně doplnit a měřit i lokality, které musejí být modelované
- ▶ Sensory lépe měří, menší – nebezpečnější částičky; u větších problém s nasátím a rozptylem světla
- ▶ U některých obcích stále přetrvává problém s lokálním vytápěním
- ▶ Možnost triangulace znečištění a odhalení lokální hot spotů

