

Využití naměřených dat z pražské observační kampaně k validaci mikro-klimatických modelů

Ondřej Vlček a kol.

ondrej.vlcek@chmi.cz

Konzultační setkání o průběžných výsledcích mikroklimatických měření
v městském prostředí

12. 6. 2024

Obsah

- Regionální modely
- Gaussovské rozptylové modely
- Mikroměřítkové modely
- Využití měření pro porovnání modelů

Regionální modely

- desítky km -> stovky m
- “Reálné” počasí z numerických předpovědních modelů (ALADIN a pod.)
- Chemické reakce, transport, odstraňování znečištění z atmosféry (CTM)
- Hodinové výstupy
- Náročnější na vstupy (meteo i časově a látkově rozpočítané emise)
i výpočetní čas, ale zase ne tak, aby nešly použít k předpovědi kvality ovzduší:



Regionální modely - předpověď



Home / CAMS air quality forecasts / European air quality forecast of regulated air pollutants

European air quality forecast of regulated air pollutants

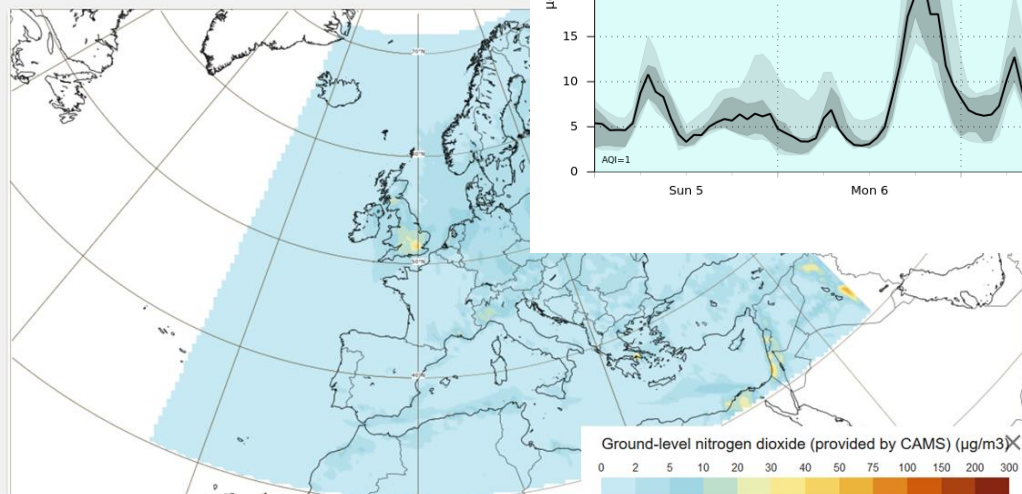
Base time
Sun 05 Nov 2023 00 ...

Valid time
Sun 05 Nov 2023 00 ...

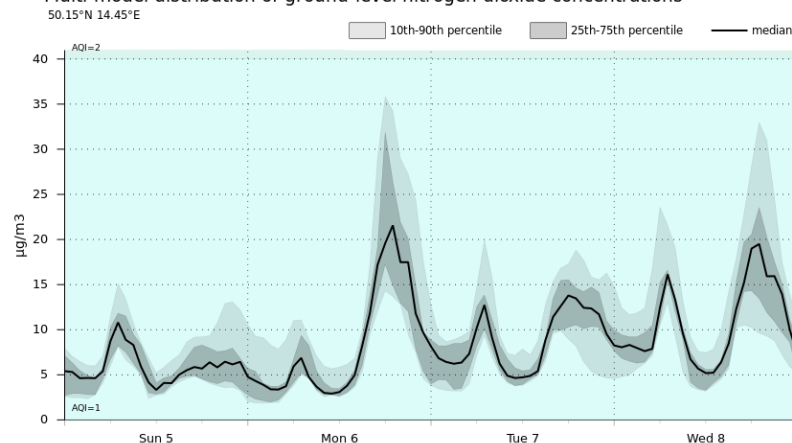
Area
Europe

Model
Ensemble median

Parameter
Nitrogen dioxide



Multi-model distribution of ground-level nitrogen dioxide concentrations



https://atmosphere.copernicus.eu/charts/packages/cams_air_quality/products/europe-air-quality-forecast-regulated

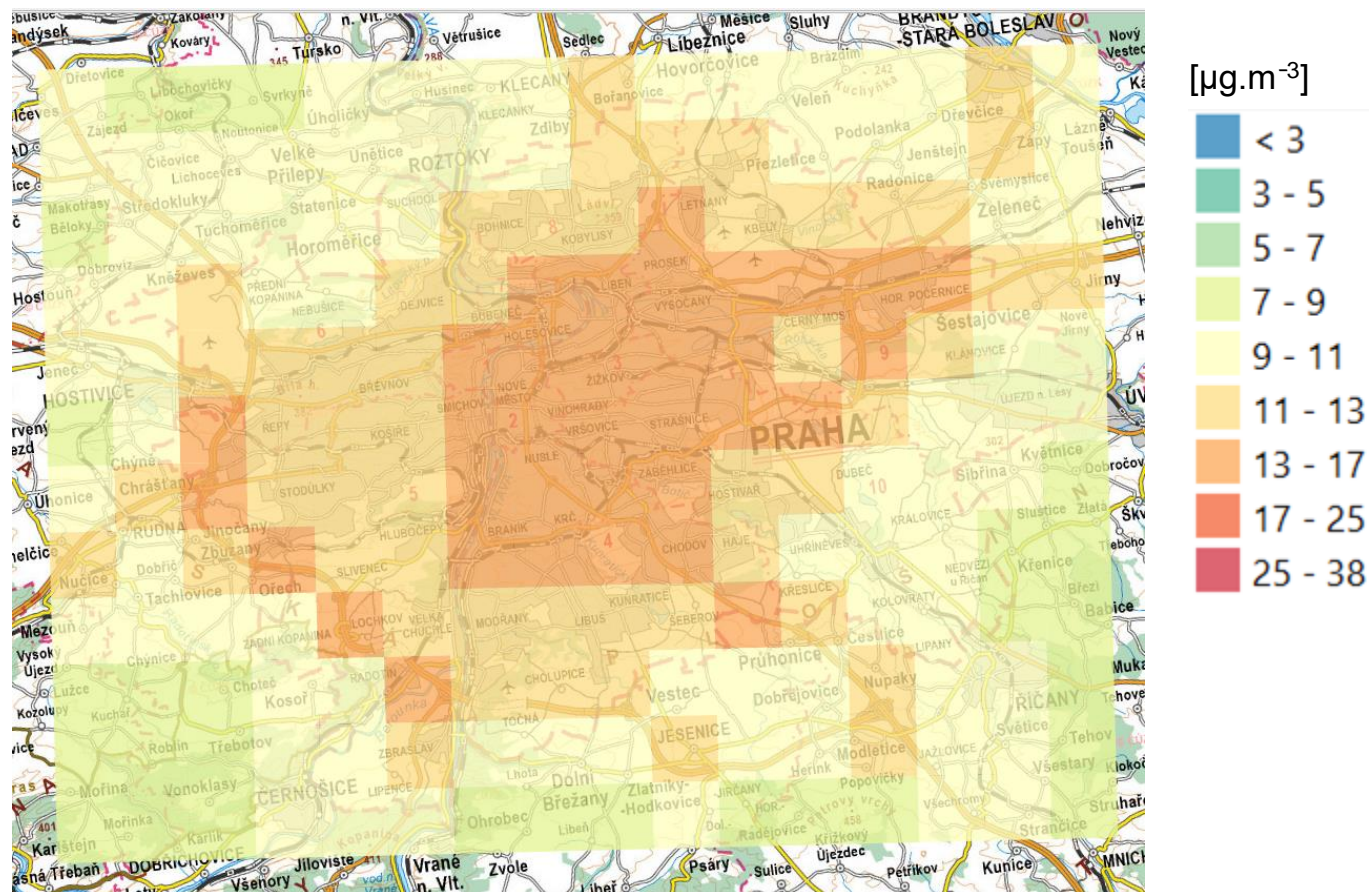


Konzultační setkání o průběžných výsledcích mikroklimatických měření v městském prostředí, 12. 6. 2024

T A
C R

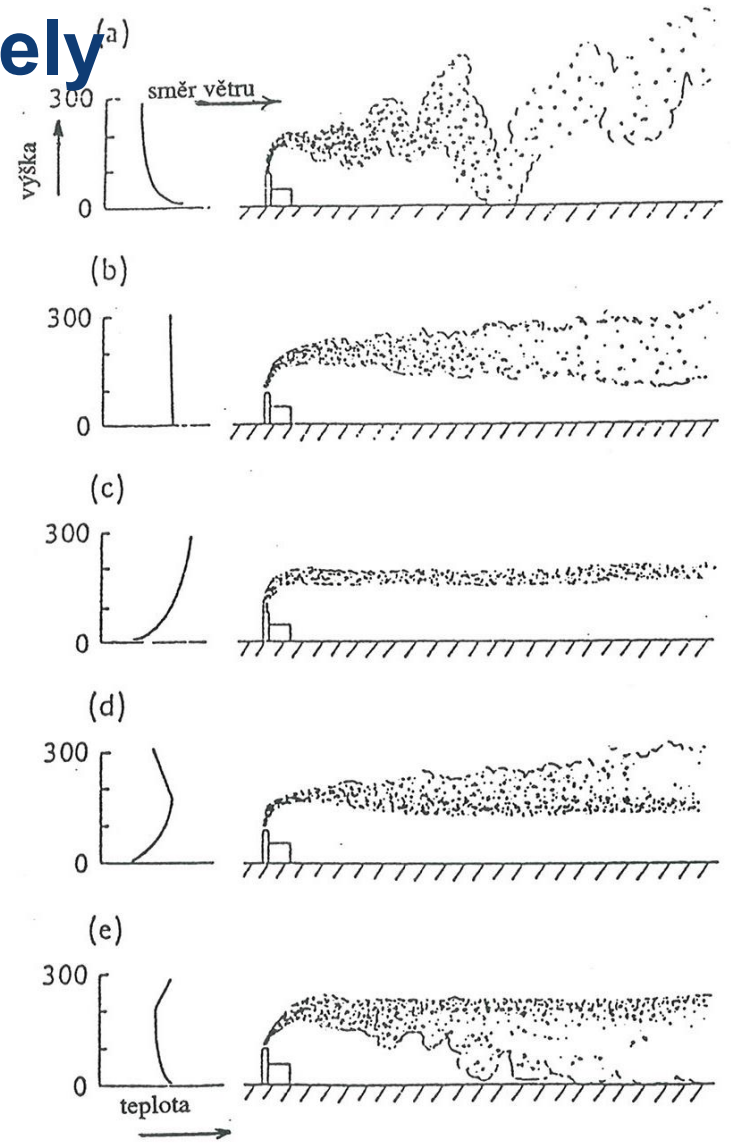
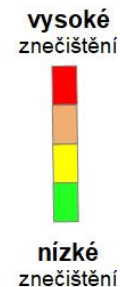
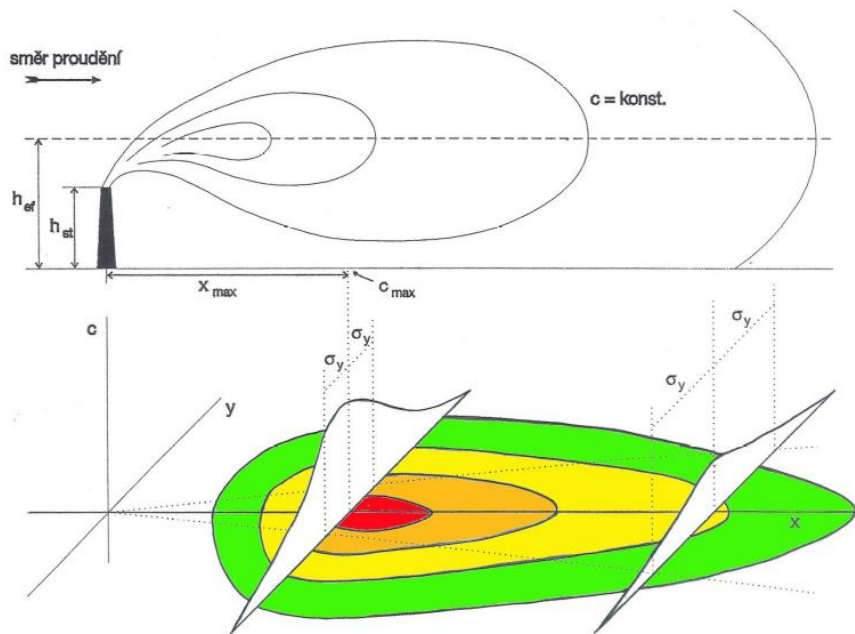
Regionální modely

Průměrná roční koncentrace PM_{10} v roce 2022, model CAMx, rozlišení 2,3 km:



Gaussovské (vlečkové) modely^(a)

Vlečka představuje statistické rozložení koncentrací za předpokladu neměnných vnějších podmínek (meteorologie, emise).

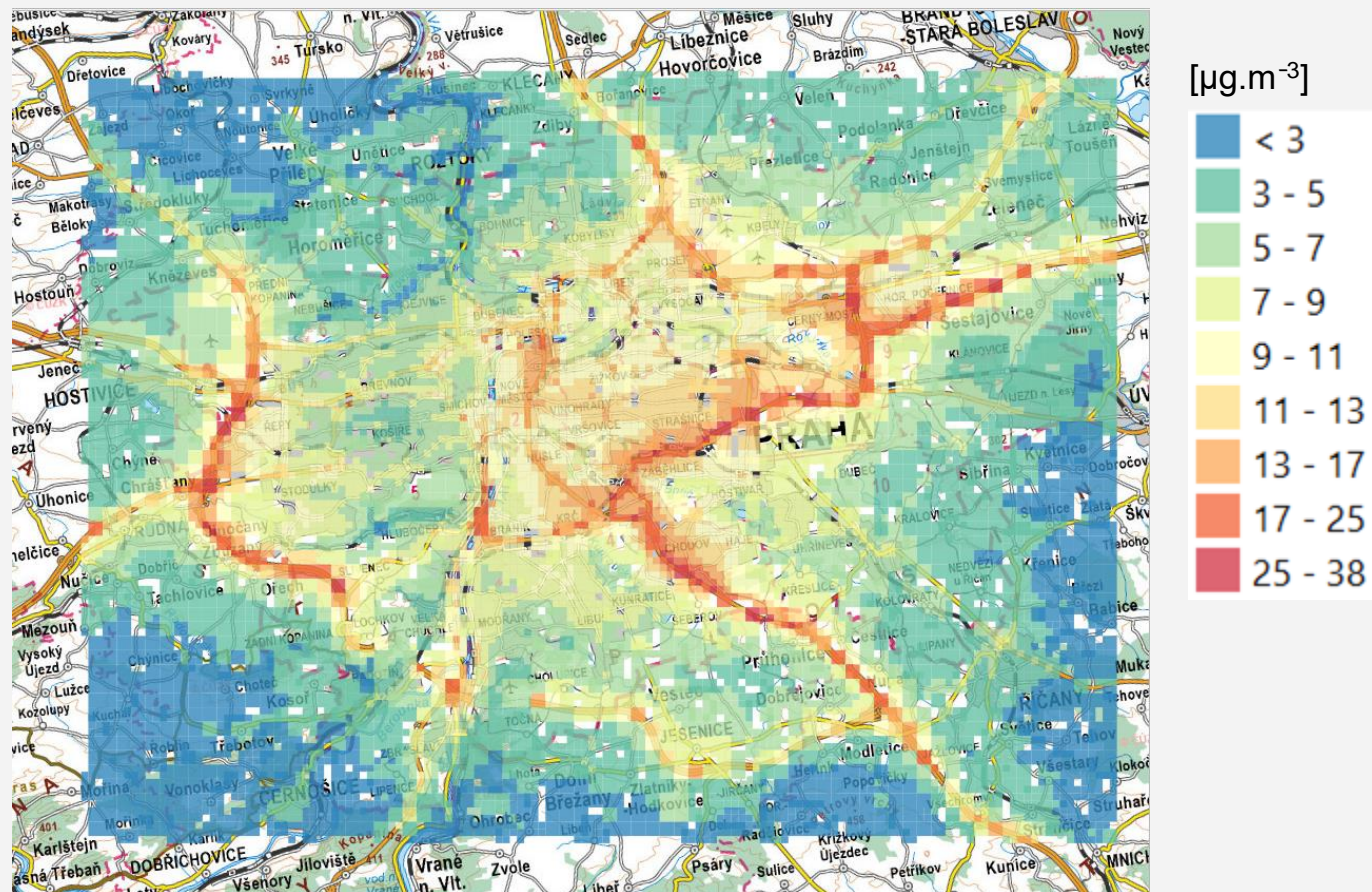


Gaussovské modely

- Jsou nenáročné na vstupy i výpočetní čas
- Pouze rozptyl přímo emitovaných látek
- Nehodnotí látky vznikající v atmosféře (ozon, sekundární částice).
Zpravidla jednoduchá parametrizace přeměny NO na NO₂
- Nezohledňují složitější terén, natož budovy, nebo jiné překážky
- Výstupem zpravidla roční průměry (popř. odhady maxim)
- Referenční modely ATEM a SYMOS (vyhl. 330/2012 Sb., příloha 6 C)
- 1995-2013 hodnocení kvality ovzduší v Praze modelem ATEM

Regionální a gaussovské modely

Roční průměr PM_{10} pro 2022, model **SYMOS**, rozlišení 250 m:

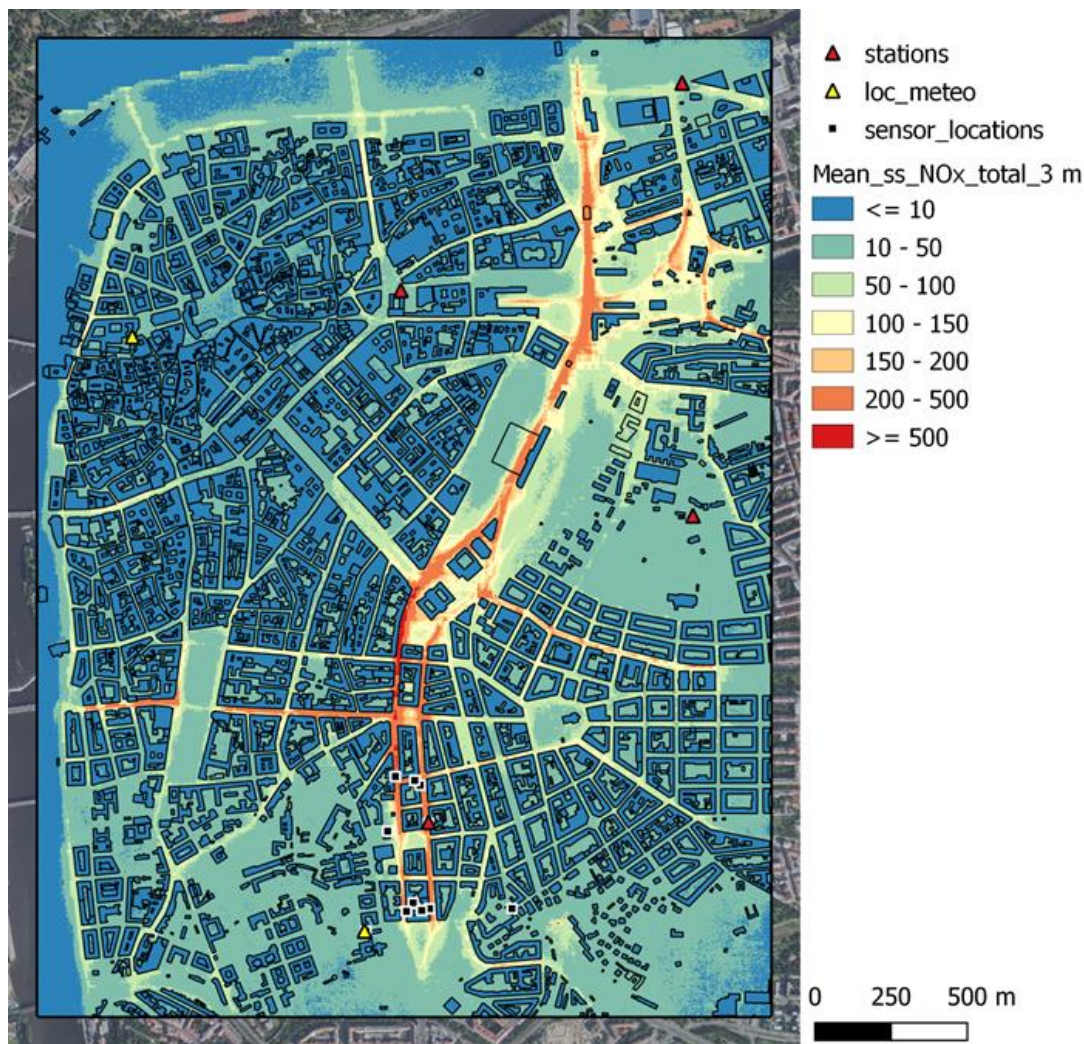


V obou případech šlo o pole koncentrací nemodifikované zástavbou...

Mikroměřítkové modely

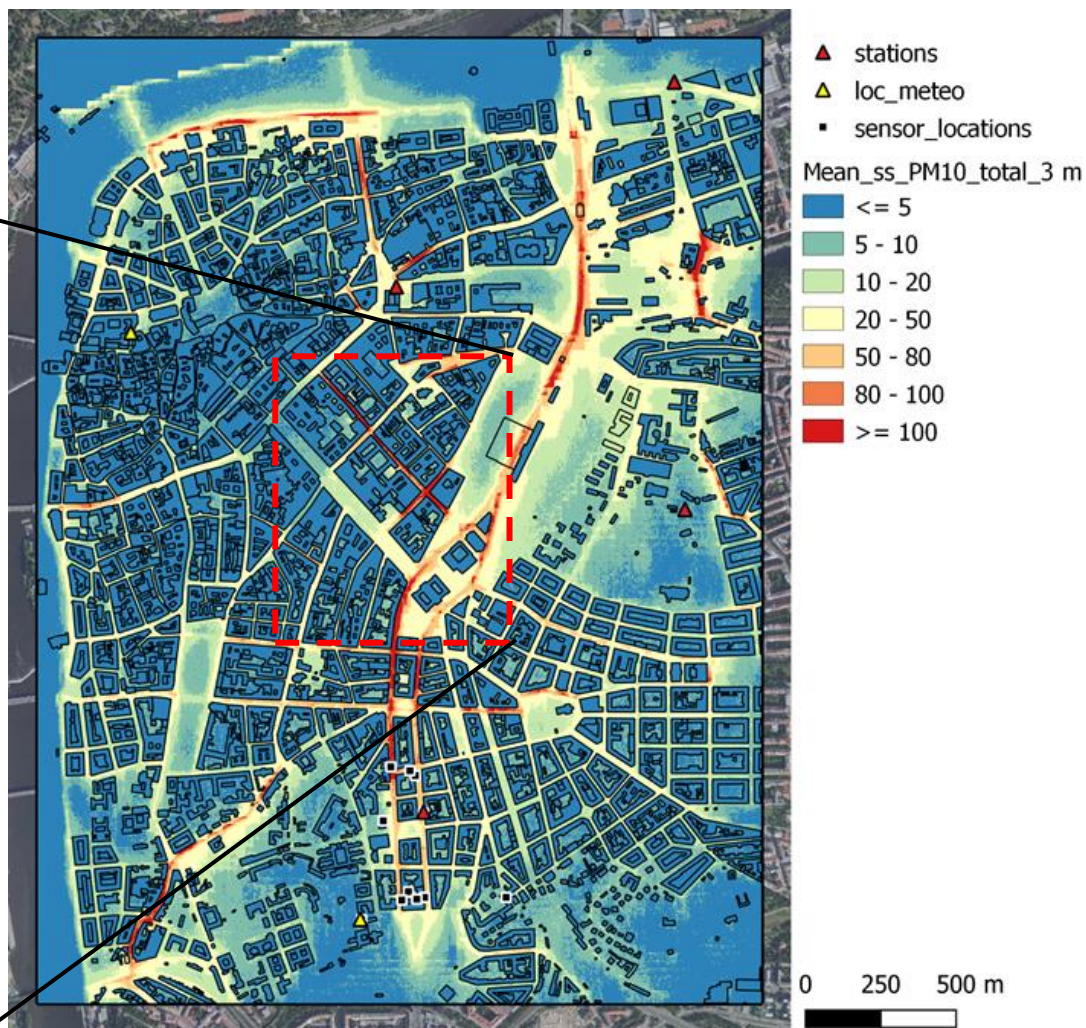
- jednotky metrů
- zohledňují zástavbu
- různá míra parametrizace fyzikálních procesů
- chemismus - jak kdy
- jen některé umožňují komplexní hodnocení (kvalita ovzduší + meteo; PALM je jedním z nich)

Průměrná koncentrace NO_x
(27.-29. 1. 2023, model GRAL).

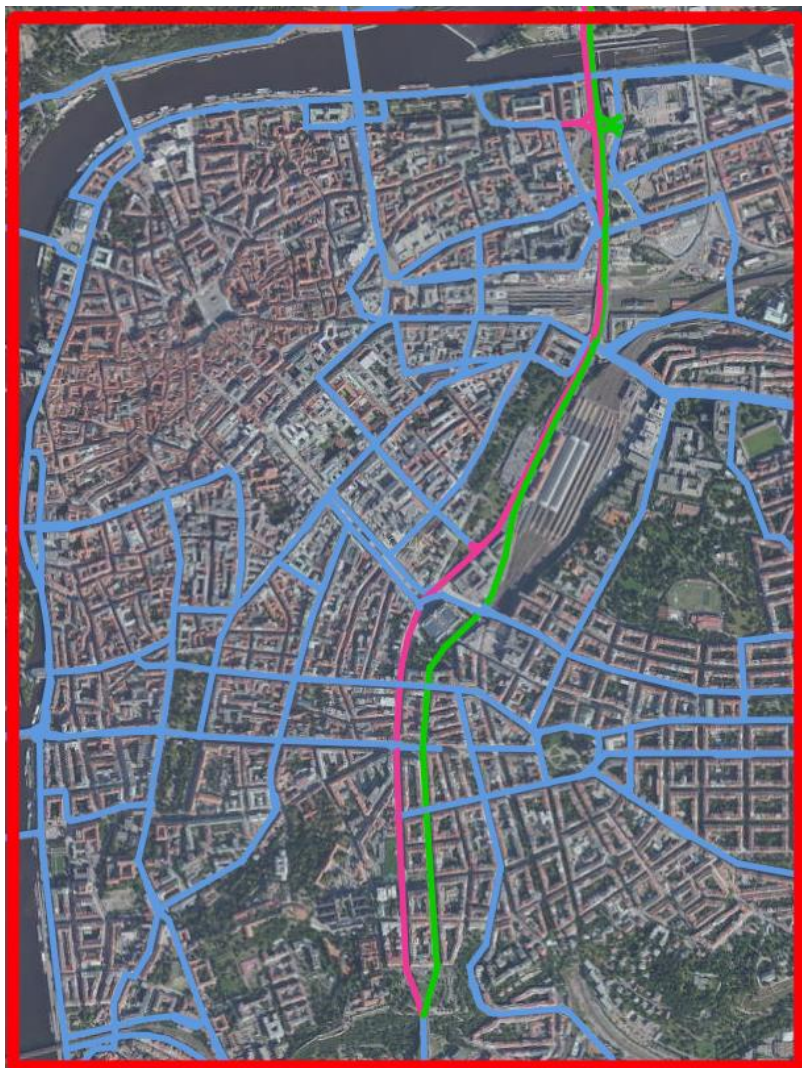


Mikroměřítko -> vysoká citlivost na vstupy

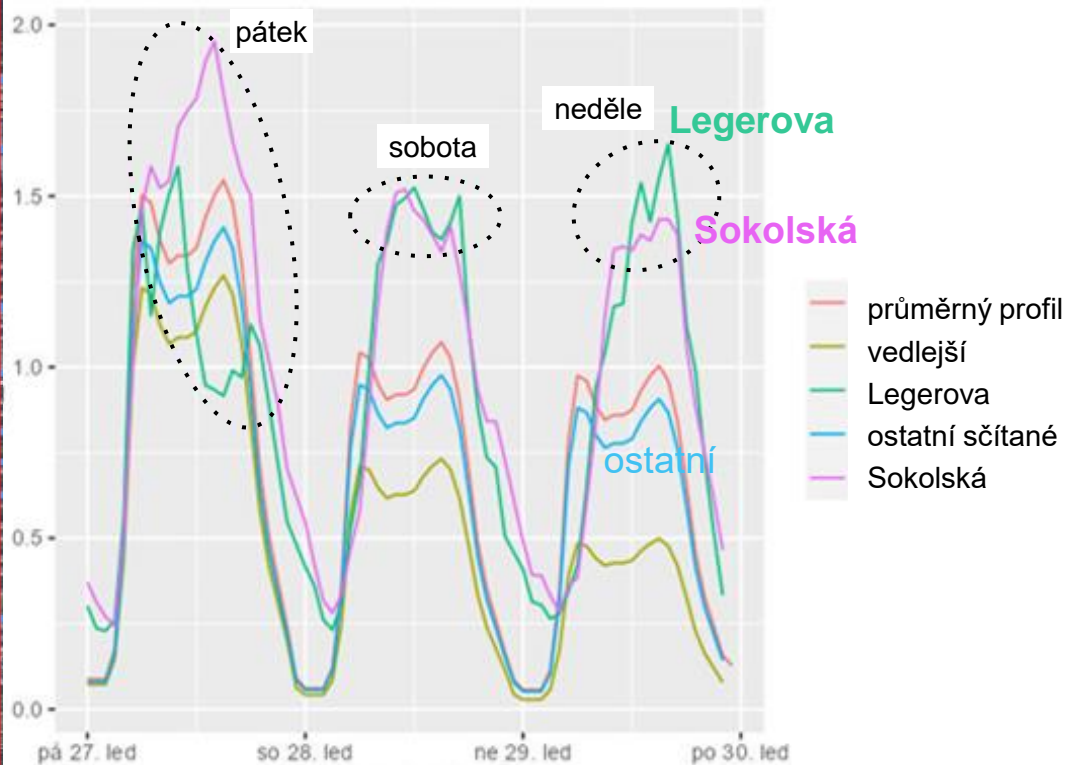
Průměrná koncentrace PM_{10}
pro 27.-29. 1. 2023 (GRAL)



Mikroměřítko -> vysoká citlivost na vstupy



Časový chod emisí - silniční doprava



Měřicí kampaň

Kampaň Legerova, Praha, 30. 5. 2022 – 28. 3. 2023

Dopplerovský LIDAR



Meteostožár + LCS



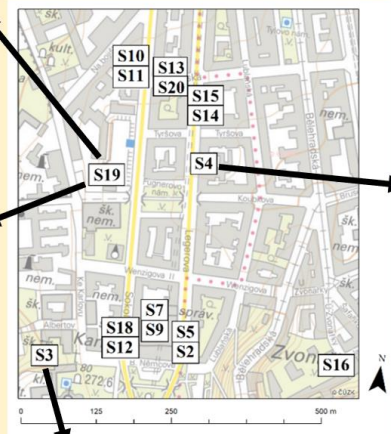
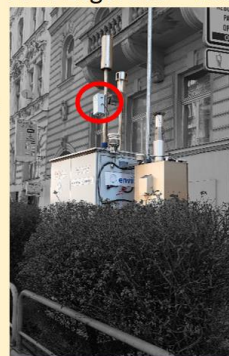
AQ LCSs instalované ve 2 výškách



AQ LCS detail S12



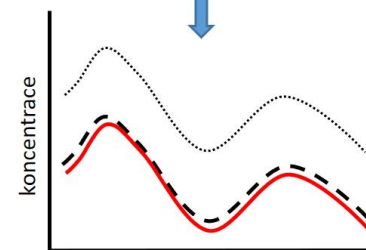
AIM Legerova + LCS



Mikrovlnný radiometr + LCS



Počáteční (16. 12. 2021 – 30. 5. 2022)
a koncové (9. 5. 2023 – 14. 6. 2023)
srovnávací měření všech LCSs s AIM



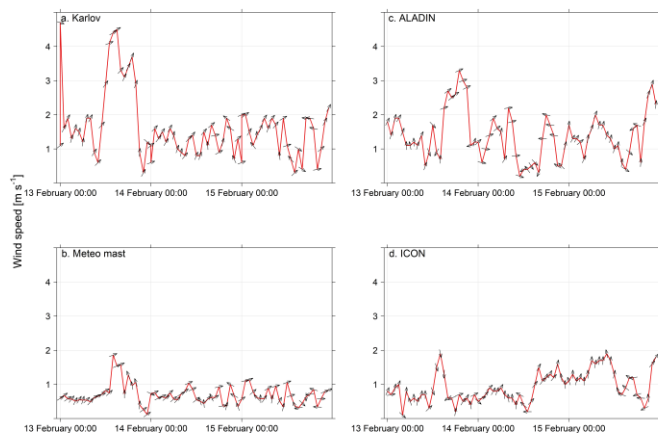
..... LCS – surová data
- - - LCS – korekce MARS
— AIM (referenční měření)

Datová sada TURDATA

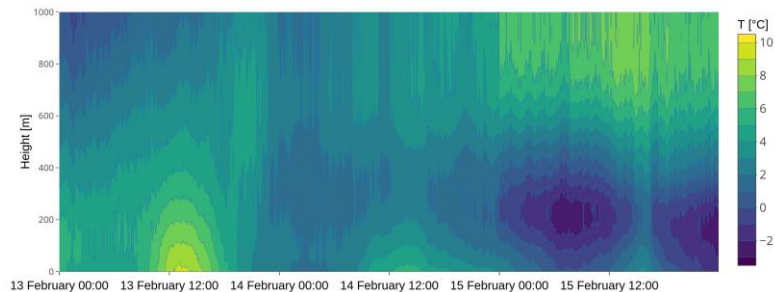
Publikována na ZENODO:
<https://zenodo.org/records/10655033>

Měřicí kampaň

- V porovnání využity pouze dny 13. – 15. 2. 2023
- Vítr pro GRAL a ATEM z MS Karlov



- Teplotní zvrstvení z mikrovlnného radiometru



Porovnání modelů v projektu TURBAN

pokročilost

- **ATEM** – vlečkový (gaussovský)
- **GRAL** – oblačkový (lagrangeovský)
- **PALM** – rozlišená turbulence (LES)

Porovnání oproti staničním měřením



Legerova, Sokolská
Praha 2

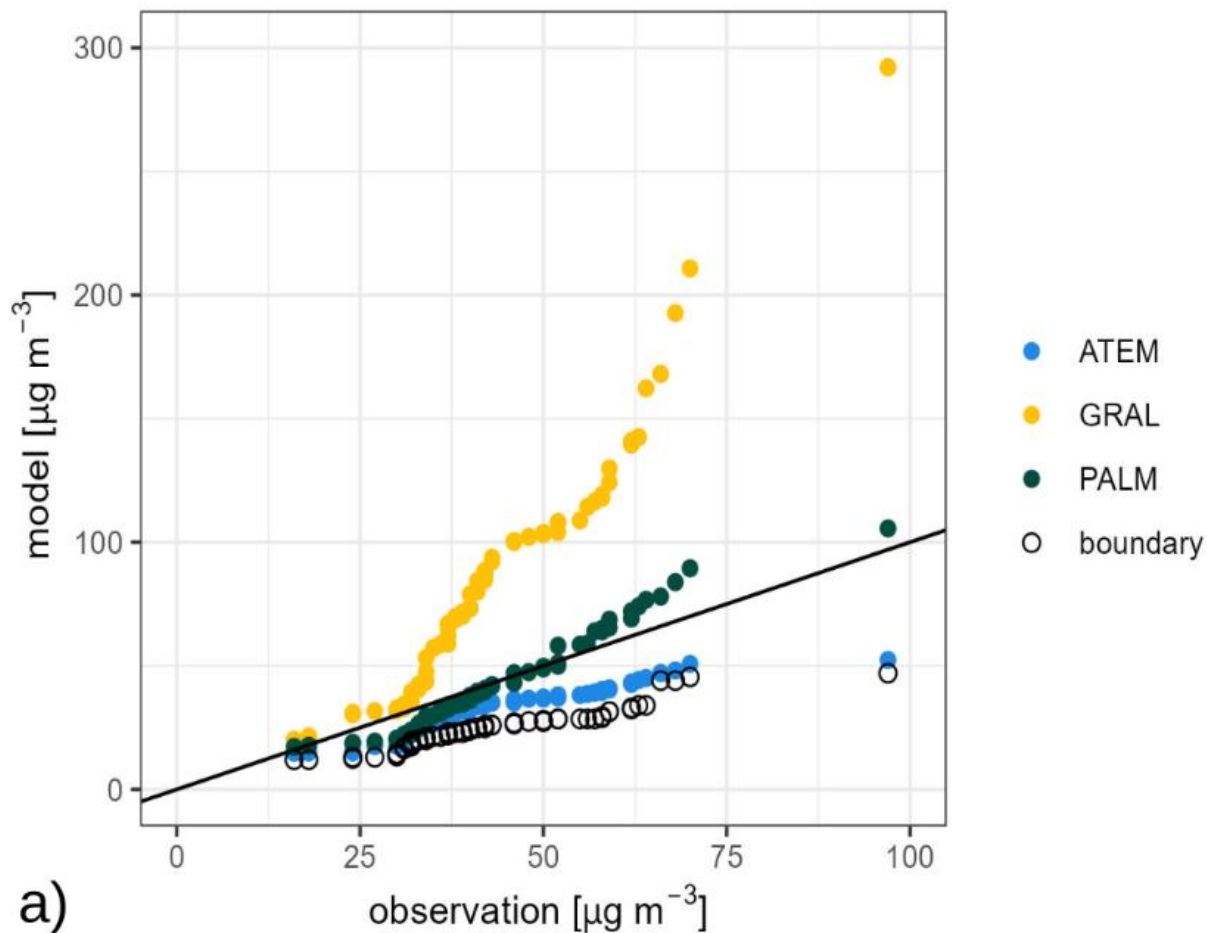
Porovnání oproti staničním měřením

Group*	Model	n	Mean	Mean	FAC2	r	FB	NMSE	RMSE
			obs	mod					
			$[\mu\text{g m}^{-3}]$	$[\mu\text{g m}^{-3}]$	[-]	[-]	[-]	$[\mu\text{g m}^{-3}]$	$[\mu\text{g m}^{-3}]$
Back-ground	ATEM	216	38.31	29.19	0.95	0.50	0.27	0.15	12.78
	GRAL			30.82	0.87	0.21	0.22	0.25	17.10
	PALM			25.57	0.86	0.60	0.40	0.23	14.98
	Boundary			24.51	0.97	0.53	0.22	0.14	10.22
Traffic	ATEM	720	44.64	30.83	0.89	0.56	0.37	0.22	17.23
	GRAL			62.20	0.76	0.23	-0.33	0.67	43.38
	PALM			41.78	0.88	0.24	0.07	0.18	18.28
	Boundary			24.51	0.63	0.60	0.58	0.46	22.38

ATEM : PALM : pozadí : GRAL
10 : 2 : 2 : 1

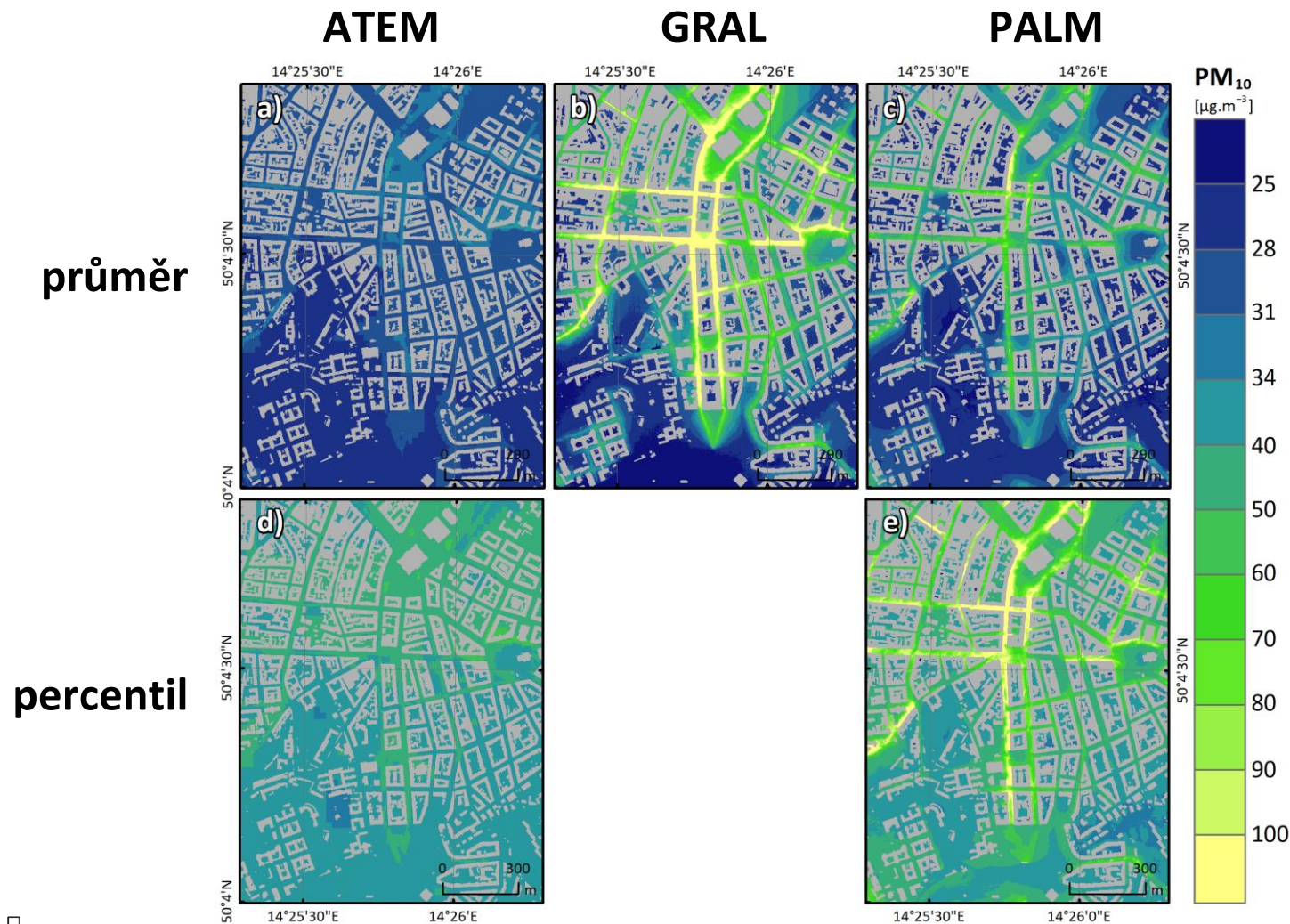
Porovnání oproti staničním měřením

Q-Q plot for 1-h PM_{10} concentrations at station ALEGA

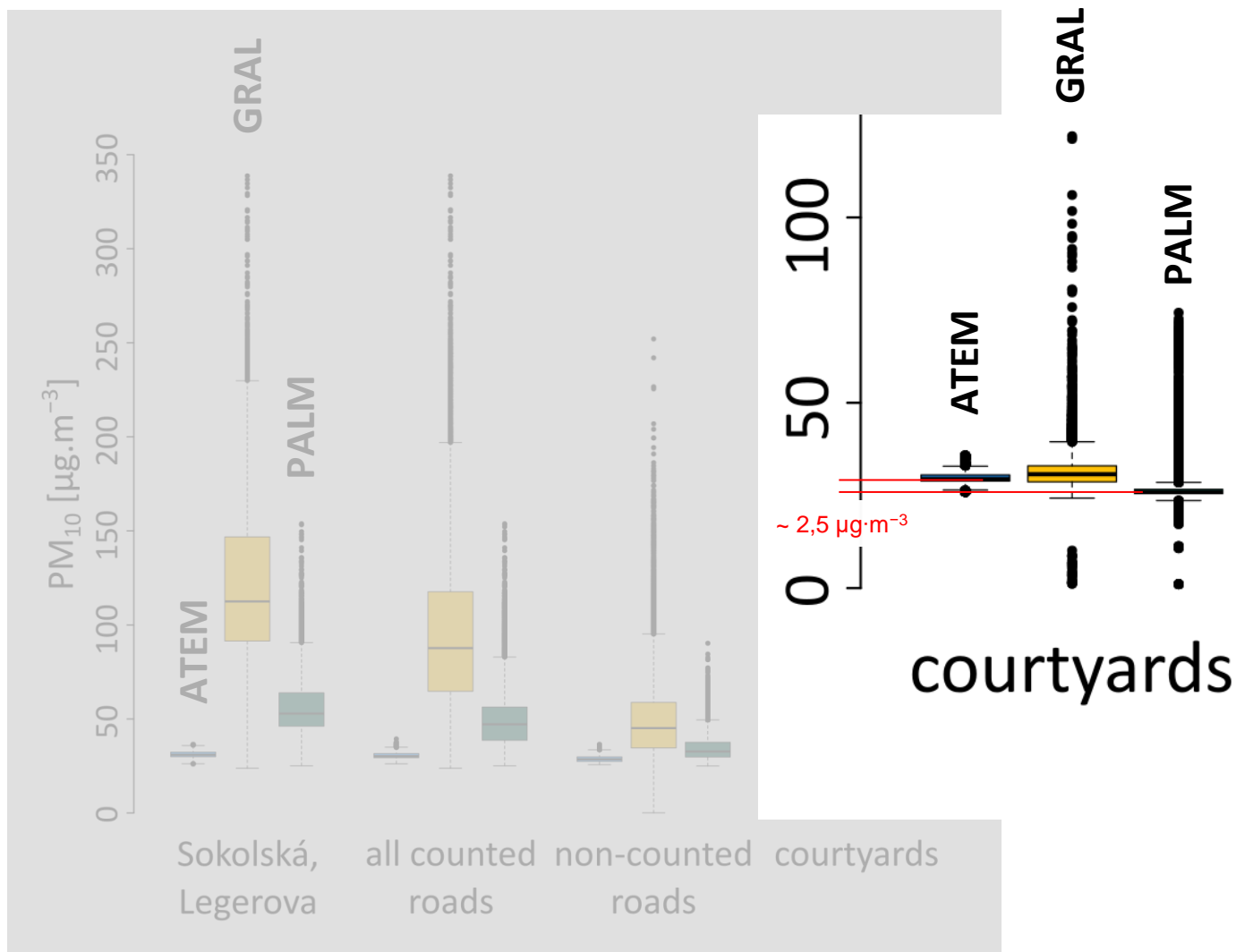


a)

Horizontální variabilita – kam mám poslat děti?



Horizontální variabilita – kam mám poslat děti?

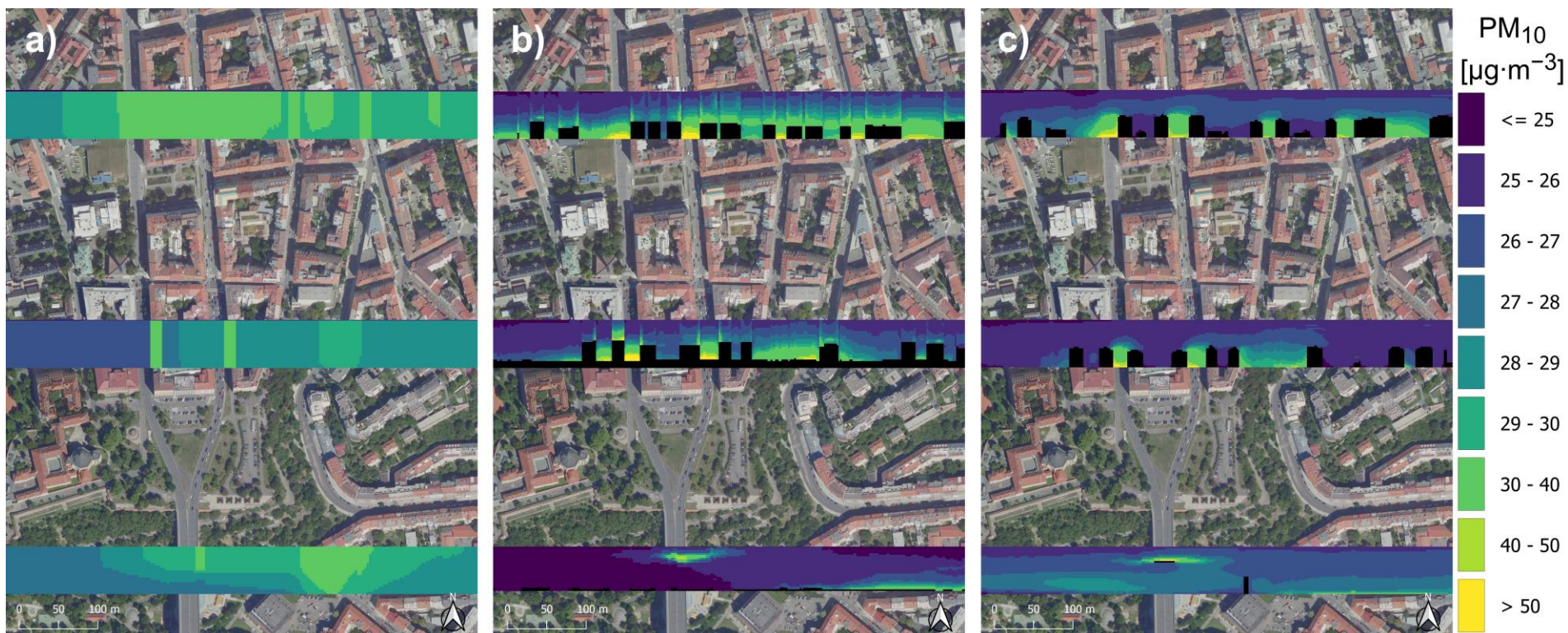


Vertikální variabilita – je větrání v Legerce OK?

ATEM

GRAL

PALM



Více o porovnání těchto modelů <http://ssrn.com/abstract=4822006>

Mikroměřítkové modely

- ... samozřejmě nejsou dokonalé
- ... do jisté míry odráží naši základní představu o rozložení škodlivin, ...
- ... ale některé jejich výstupy jsou neintuitivní
- ... potenciál pro hodnocení (ne)plnění imisních limitů v zástavbě

TURDATA

- ... unikátní sada dat o kvalitě ovzduší a vertikálních meteorologických profilech v centru Prahy
- ... budou využívána k další práci

... <https://zenodo.org/records/10655033>

Děkuji za pozornost.

Projekt „TURBAN – Modelování kvality ovzduší a tepelného komfortu s rozlišenou turbulencí v městském prostředí“ (TO01000219) je spolufinancován z Norských fondů a Technologické agentury České republiky (TA ČR).

<https://www.project-turban.eu/>