

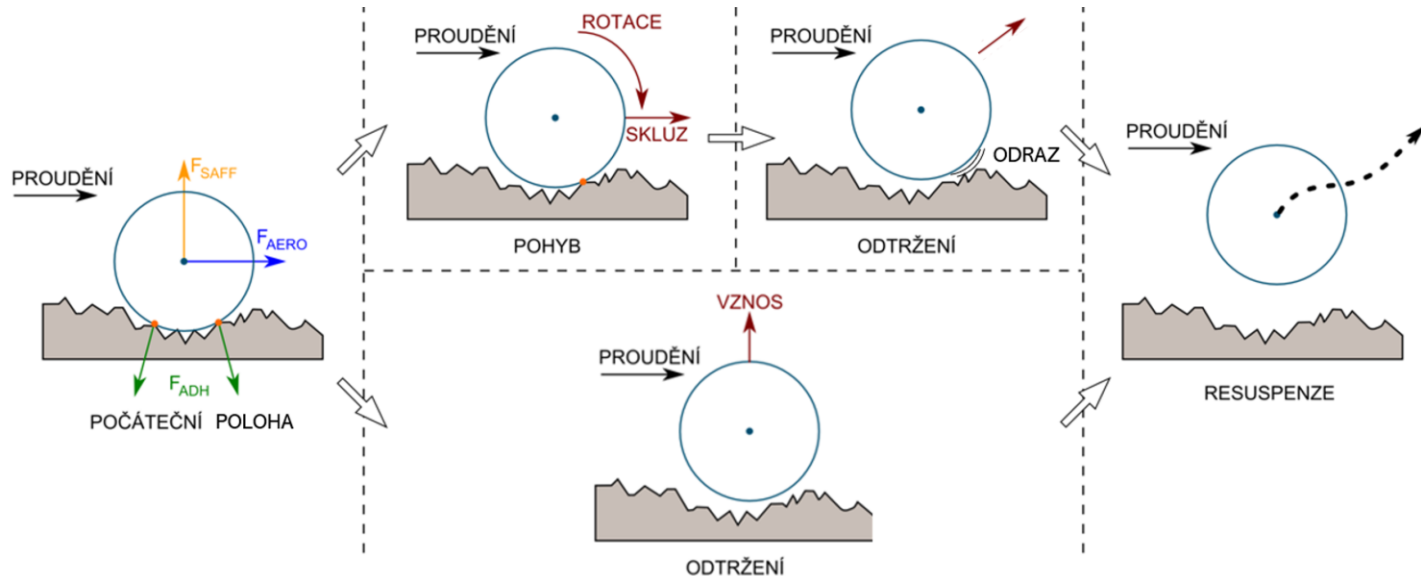
Resuspenze částic v městském prostředí: vyhodnocení dlouhodobých dat, detailní výpočtové modelování

Jiří Pospíšil, Klaudia Köbölová, Jakub Linda

Obsah prezentace

- Přístup k identifikaci charakteristik resuspenze z dlouhodobých měření
- **Představení možností detailního výpočtového modelování resuspenze**
- Ukázka na konkrétní řešené lokalitě
- Porovnání s jinou studií
- Formulování slabých míst a potřeb dalšího vývoje

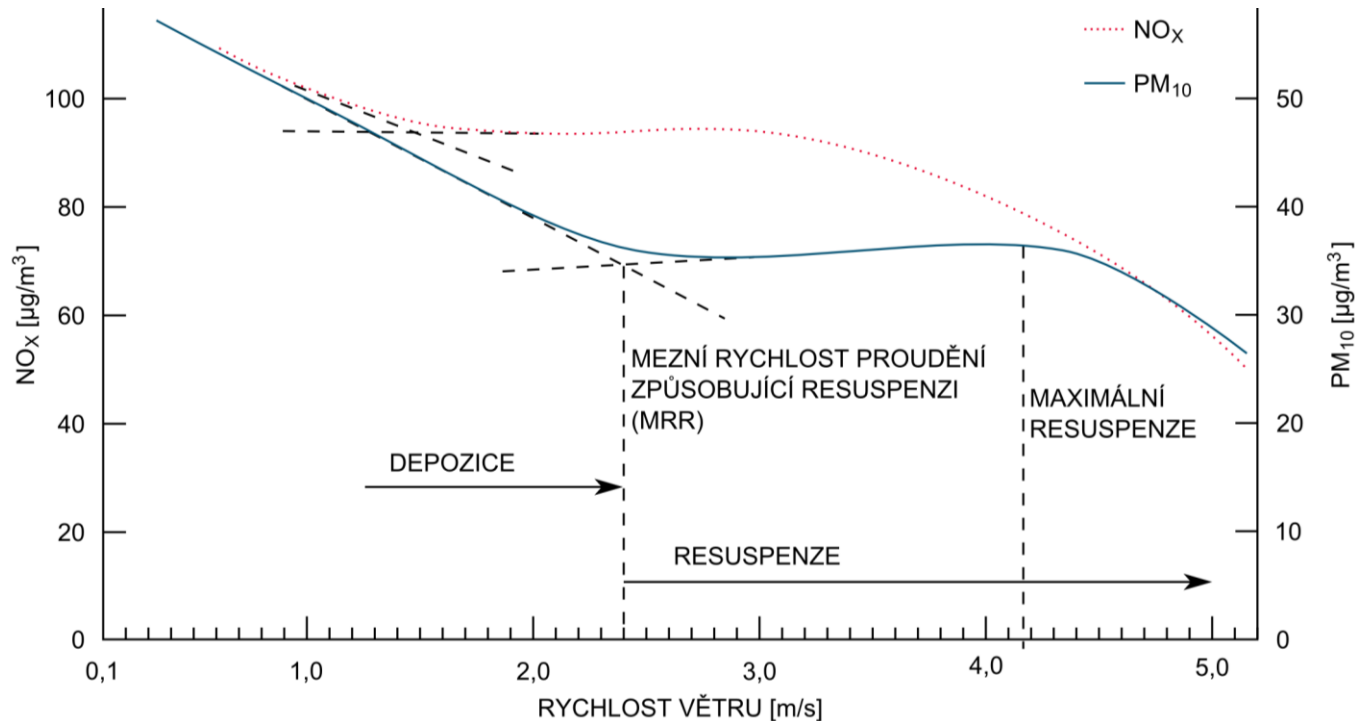
Způsob ztráty kontaktu částice s povrchem



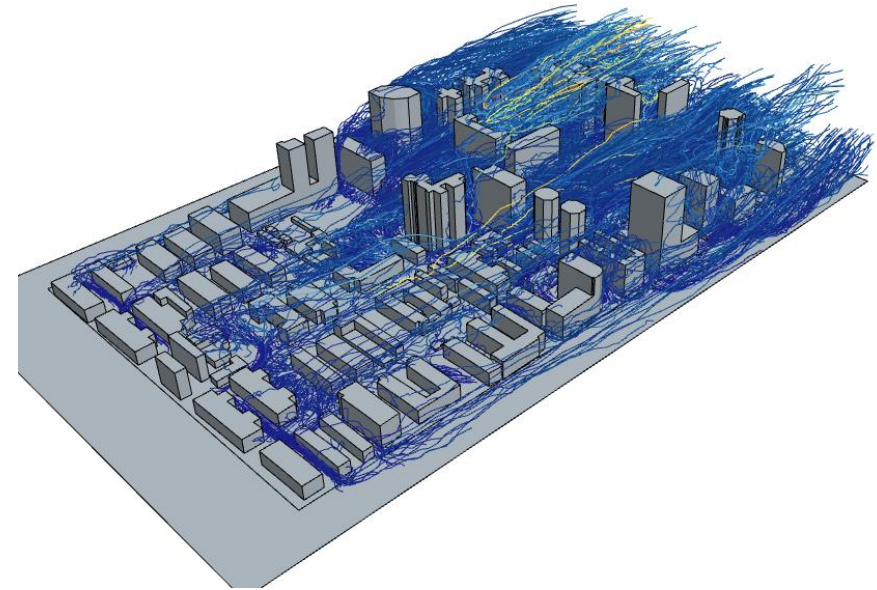
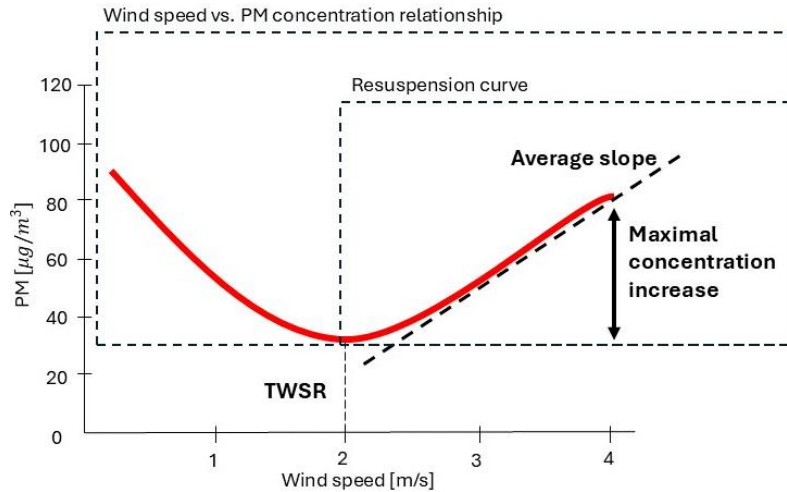
- V městském prostředí rozlišujeme dva druhy resuspenze
 - Vyvolaná vozidly, stálější zdroj, v extrémních případech až >50 % imisní koncentrace
 - Vyvolaná větrem, nahodilý zdroj
- Resuspenze způsobená větrem je brána jako přírodní zdroj
- Delší období sucha přispívá k většímu příspěvku resuspenze

Charakteristiky resuspenze

- Resuspenzi je možné identifikovat s využitím dat imisního monitoringu
 - Koncentrace PM se seřadí v závislosti na rychlosti větru
 - Proloží se hladkou křivkou
 - Vyhodnocují se změny trendu křivky – charakteristické mezní rychlosti



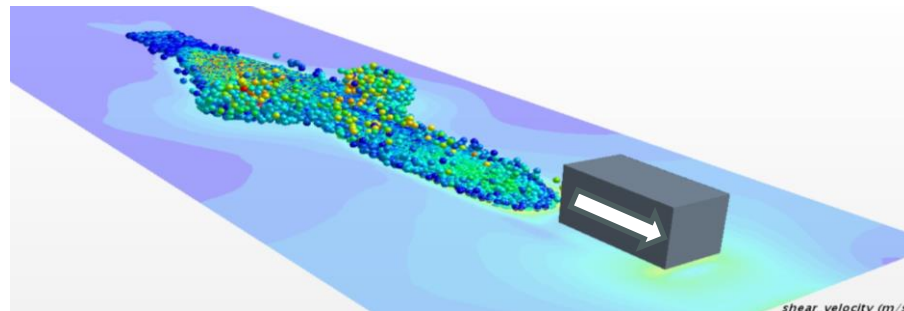
Přenos charakteristik resuspenze do modelů



- Nutné dva kroky výpočet rychlostního pole + model zdroje resuspenze
 - V komplexní geometrii pomocí výpočtové metody CFD počítáme detailní rychlostní pole vzduchu,
 - resuspenzi kvantifikujeme vhodným emisním faktorem na základě charakteristik proudu u povrchu, sleduje se rozptyl částic
- Problematické přiřazovat korektně charakteristiky v každém bodě

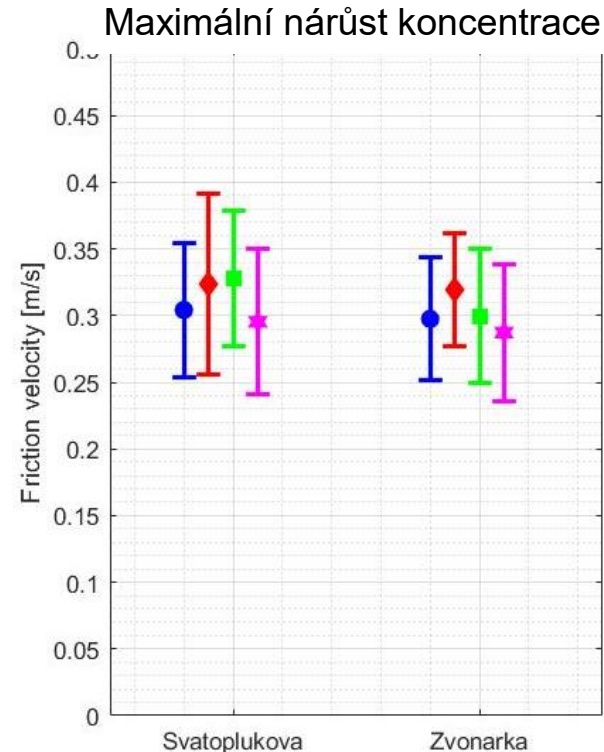
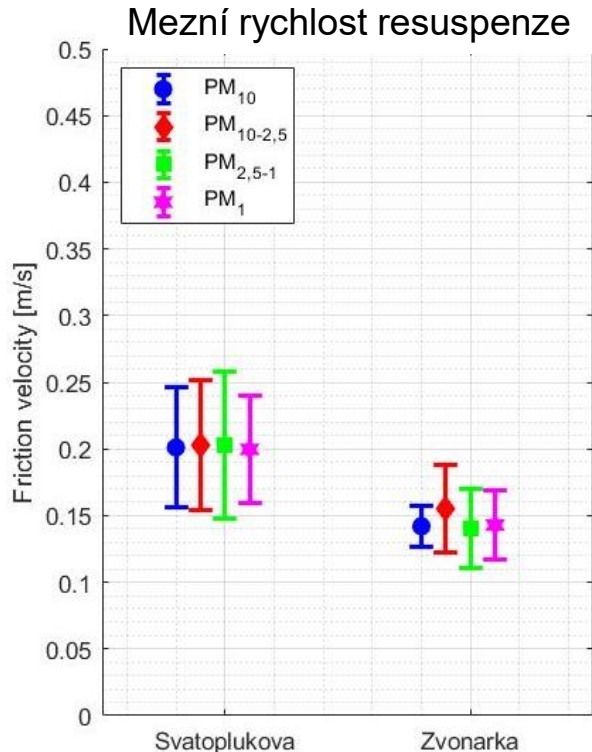
Detailní výpočtovém modelování – jak na to

- Známe rychlost nad povrchem
- Na povrchu rychlost 0 m/s
- Na stěně nenulové smykové napětí ... stačí znát hodnotu odpovídající charakteristikám resuspenze

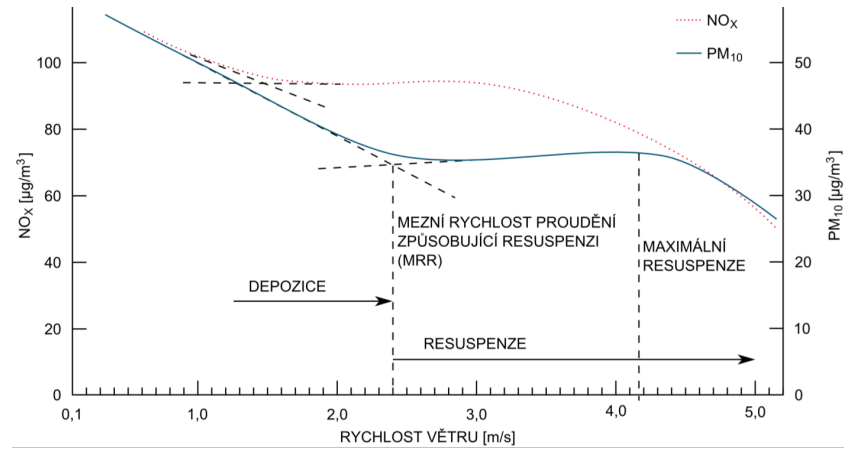
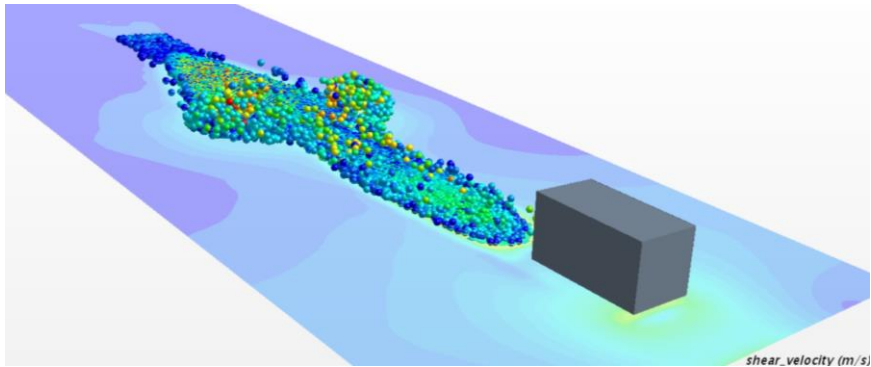
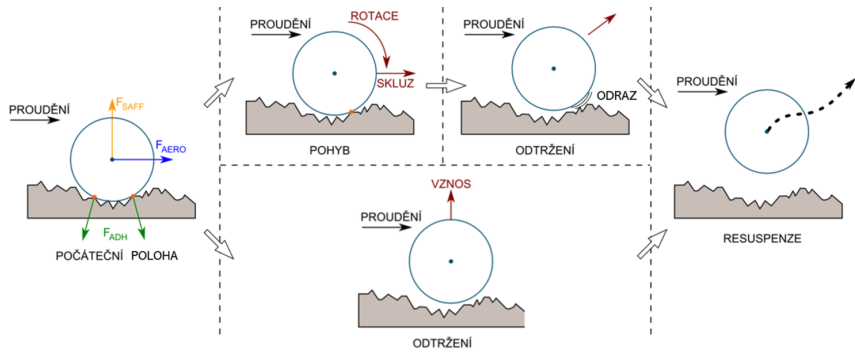


Výsledky – datová část

- Resuspenze dle použitého hodnocení postihuje všechny velikosti částic
- Hodnoty TWSR a MWPC jsou podobné pro různé velikosti a mají velký rozptyl napříč lokalitami – resuspenze začíná současně pro všechny velikosti

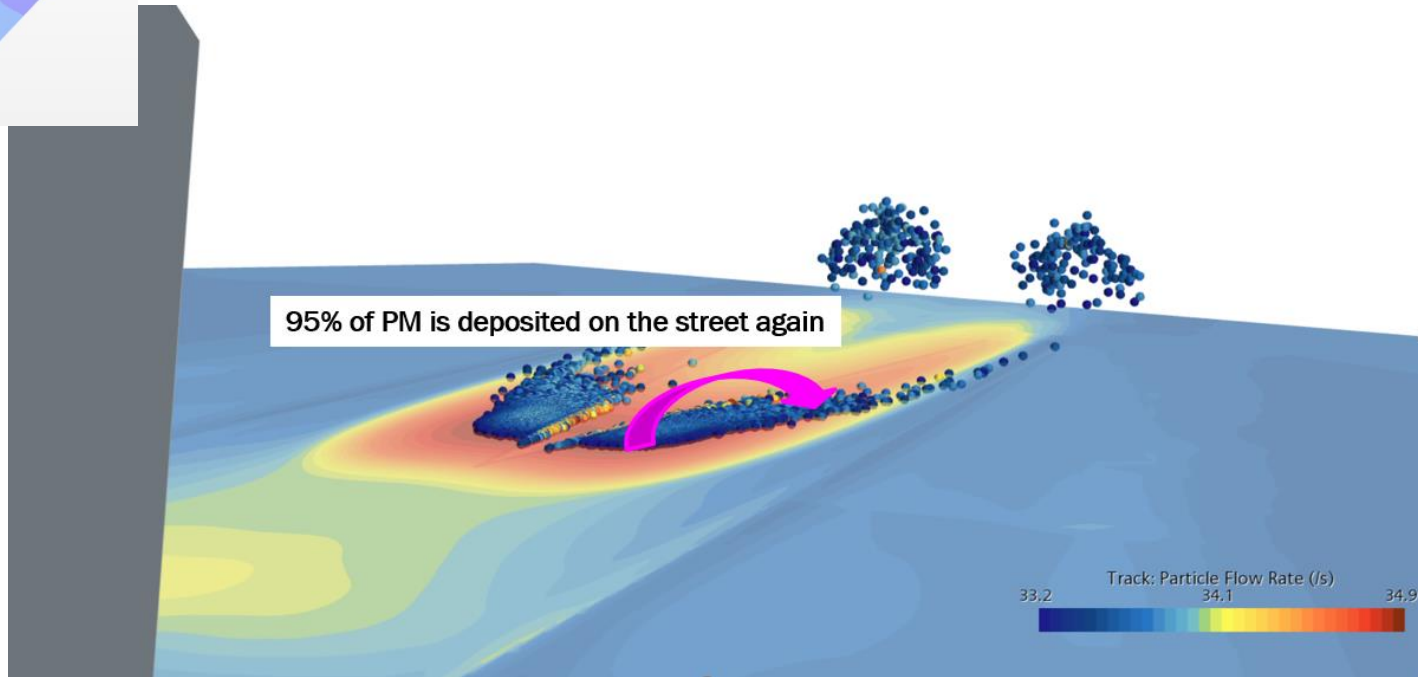
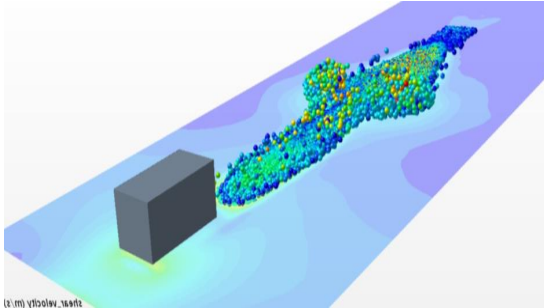


Propojení dílčích kroků



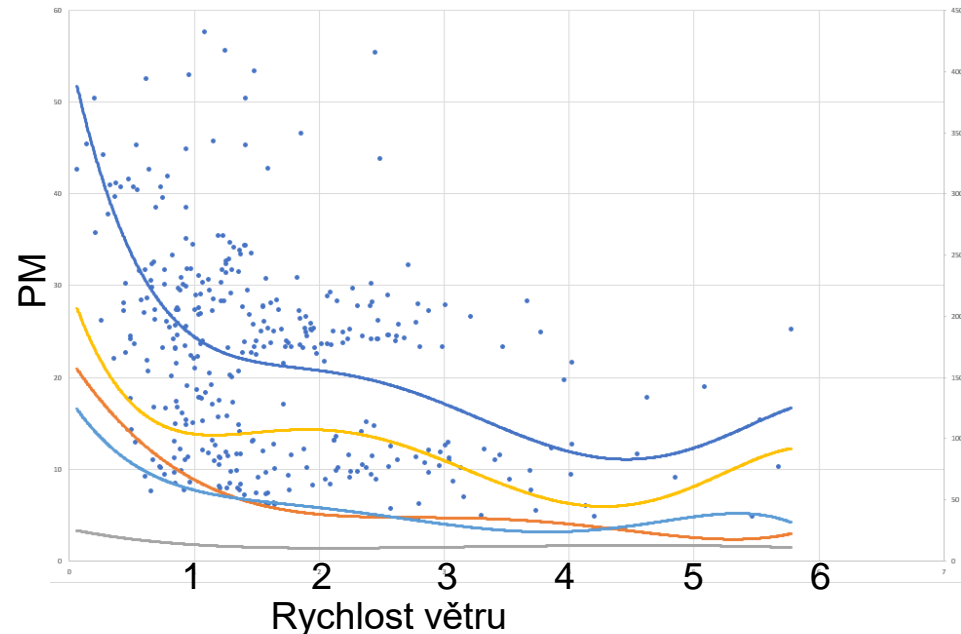
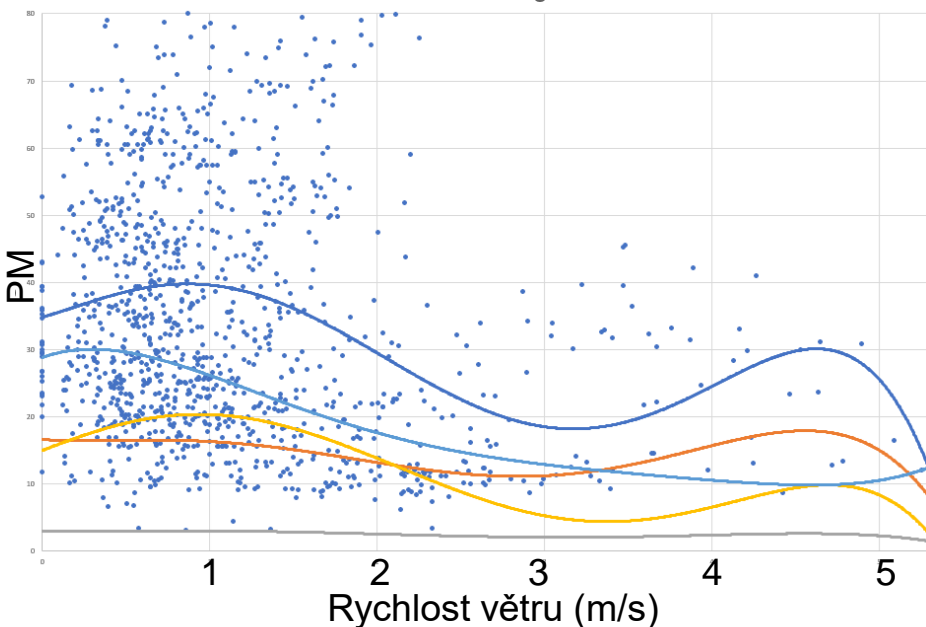
Mezní smykové napětí umožňující resuspenzi

Řešení resuspenze ve velkém detailu

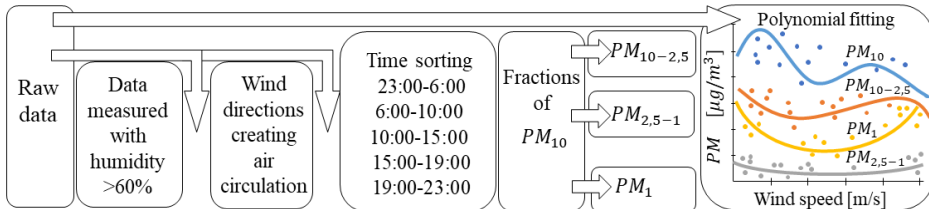


Konkrétní řešený případ

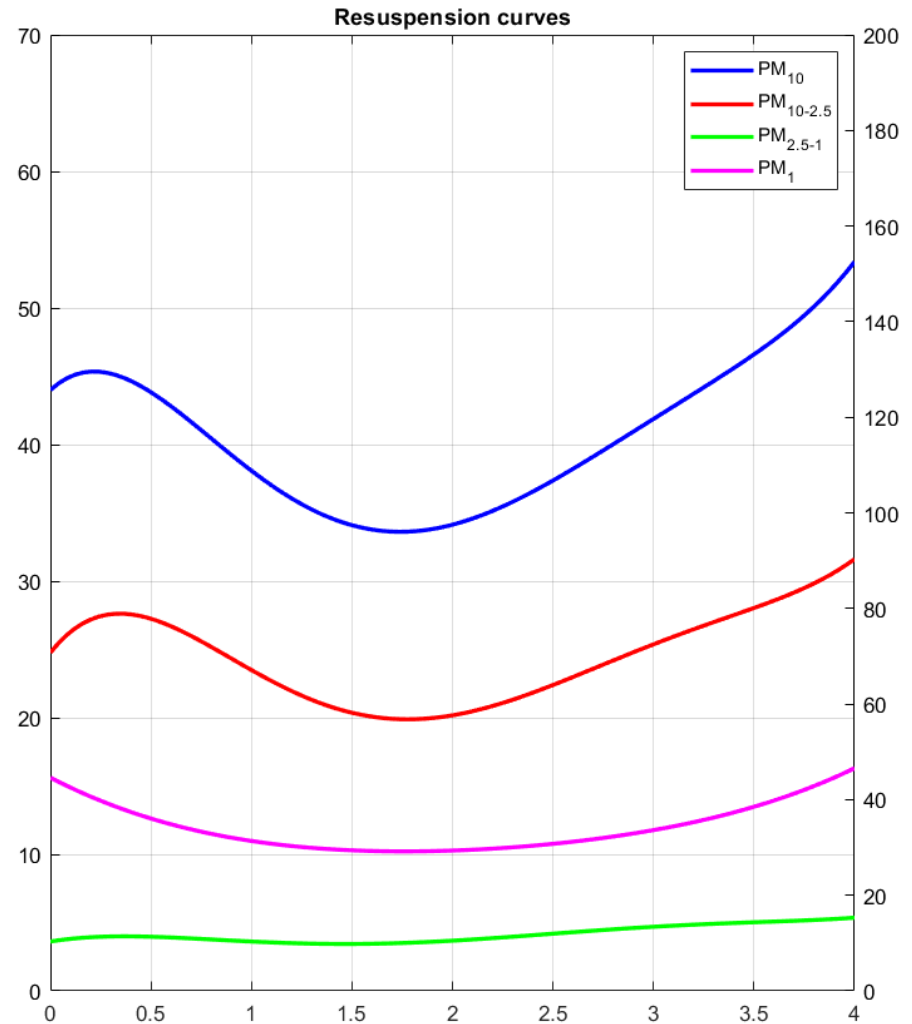
- Data z imisního monitoringu města Brna
 - Lokality: Zvonařka, Svatoplukova
 - Údaje o koncentracích a meteo. podmínkách v 10 minutových průměrech
- Data zpracována na základě dostupných znalostí o resuspenzi
 - Použita jen data kdy byla $RH < 55\%$, použity směry větru kdy blízké budovy nevytvářely zkreslující cirkulace vzduchu
 - Získaná data byla proložena křivkou



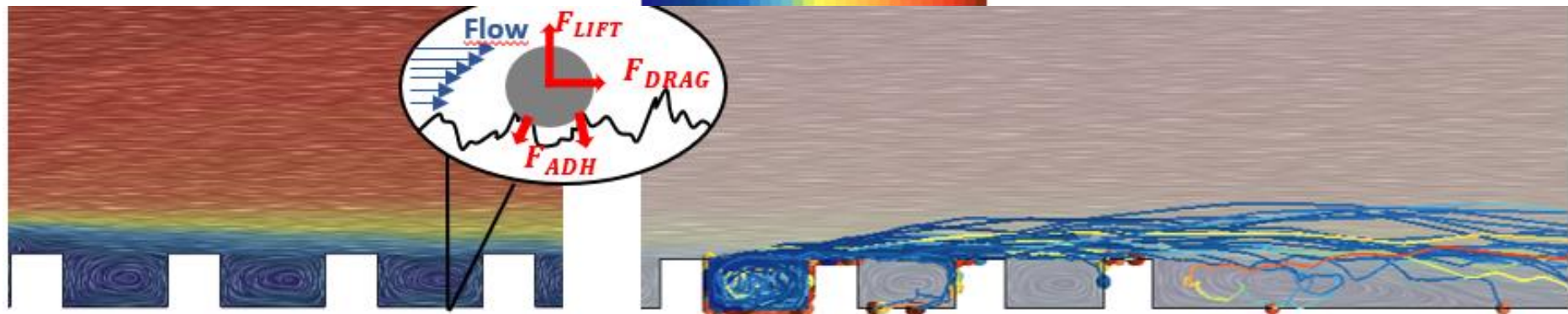
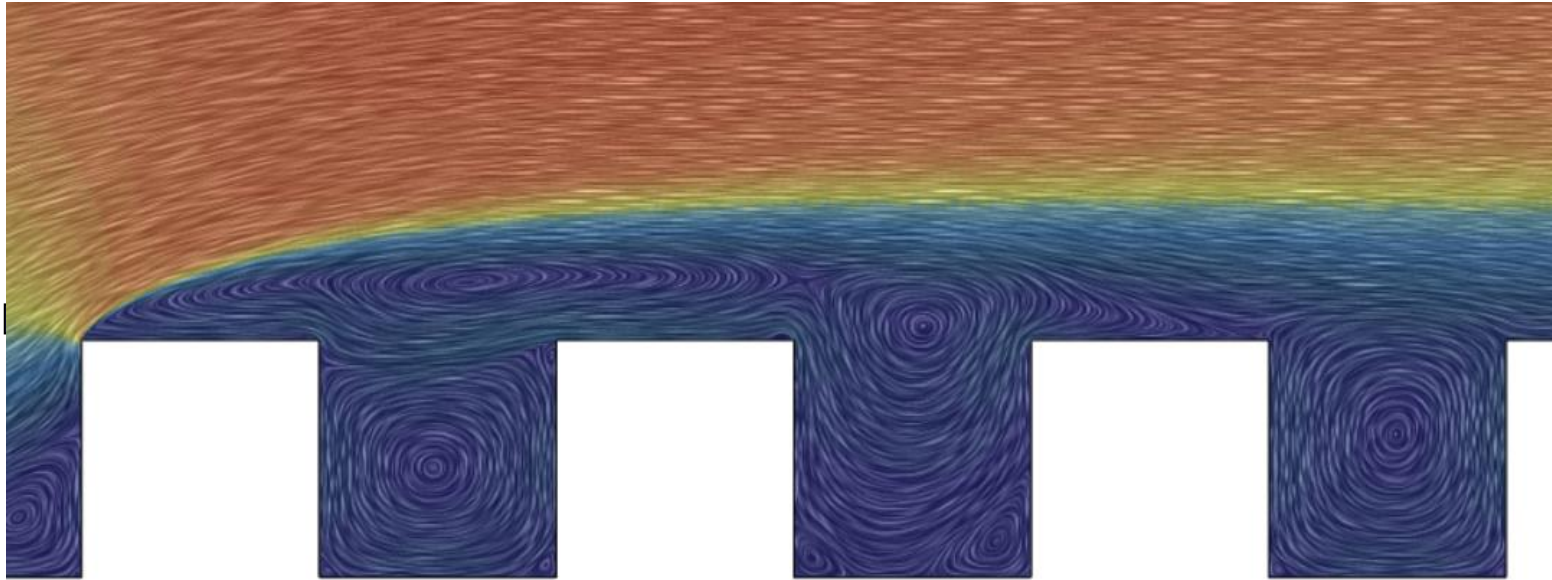
Zobecnění zpracování dat



- Charakteristiky resuspenze pouze pro vybrané směry větru
- Koncentrační nárůst je největší pro PM_{10} , $PM_{10-2.5}$, PM_1 , $PM_{2.5-1}$
- Překvapivý průběh pro PM_1

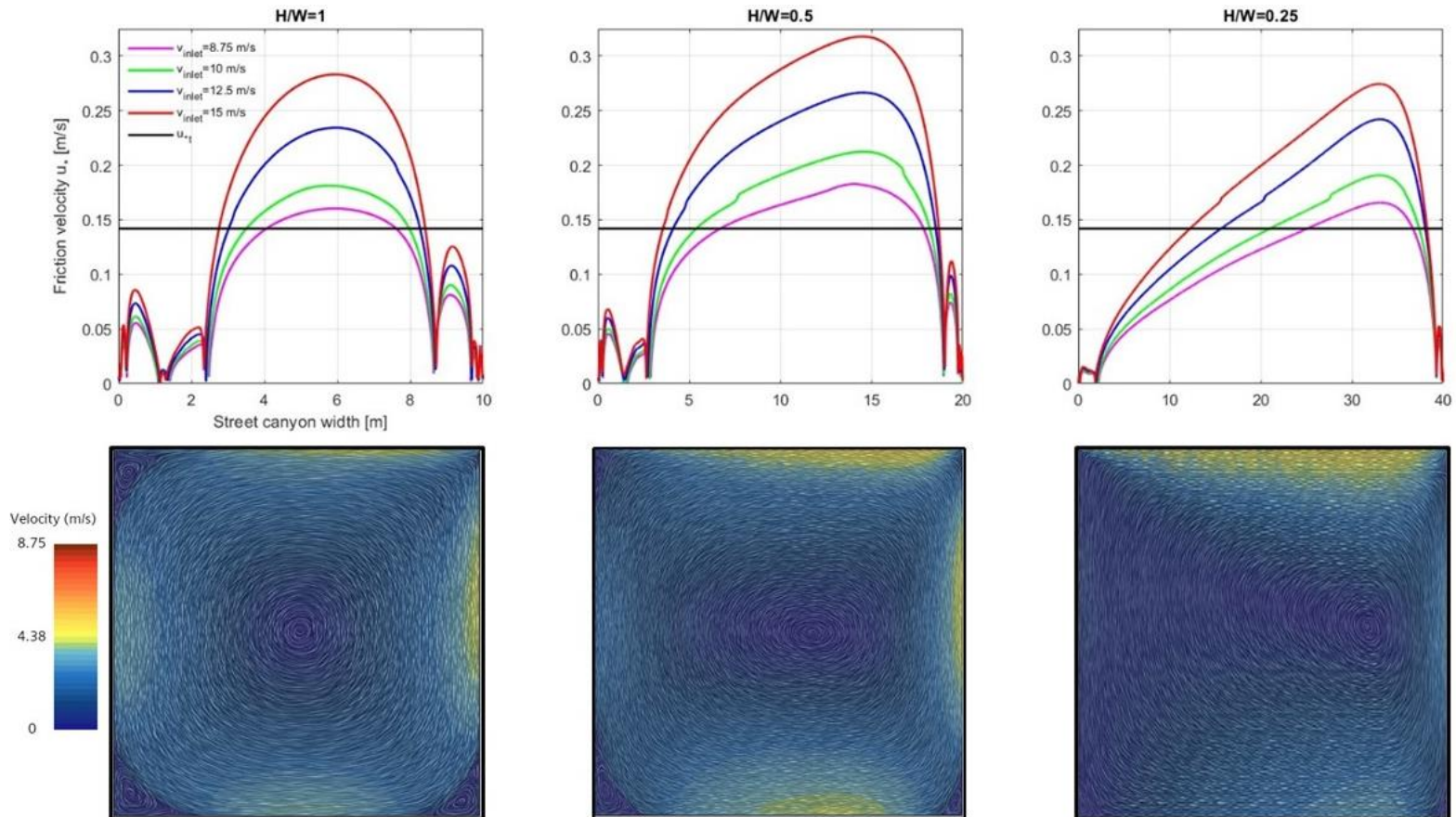


Jak to vypadá v CFD

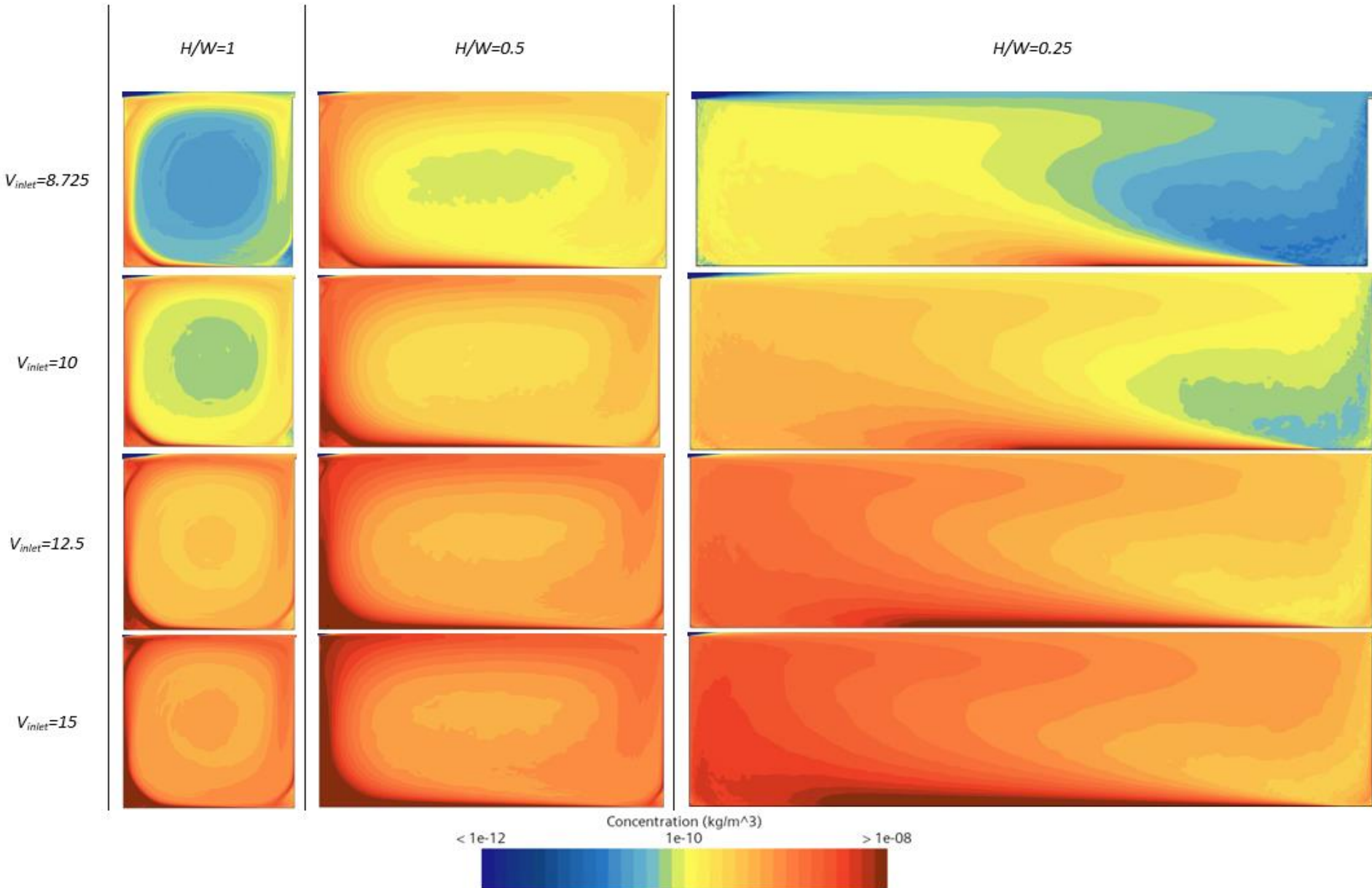


Výsledky – CFD výpočtu

- Řešeny 3 geometrie kaňonu (šířka 10, 20, 40 m) a 4 rychlosti větru, vytvořen podobný vír
- S narůstající rychlostí větru se zvětšuje plocha s podmínkami pro resuspenzi

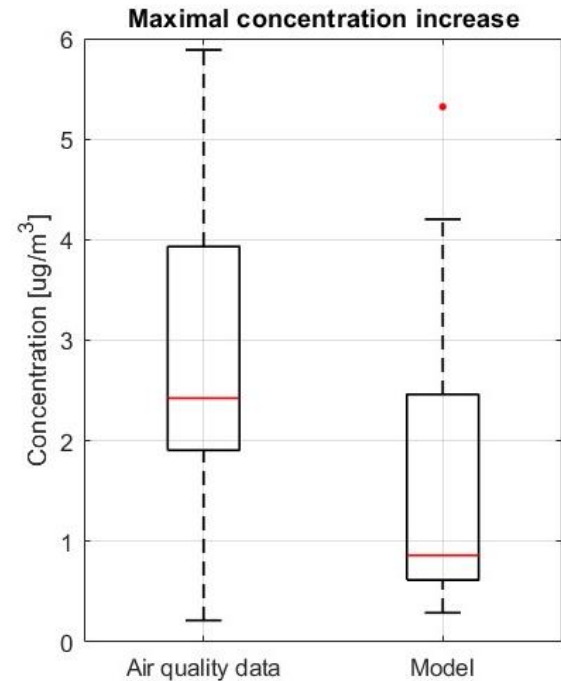
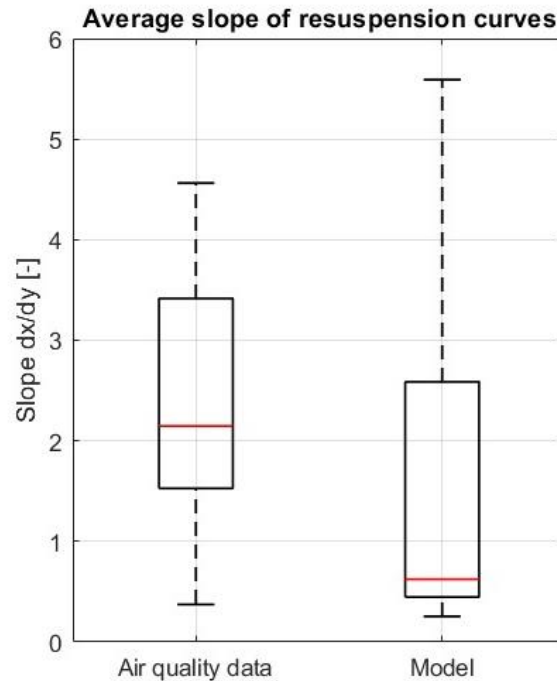
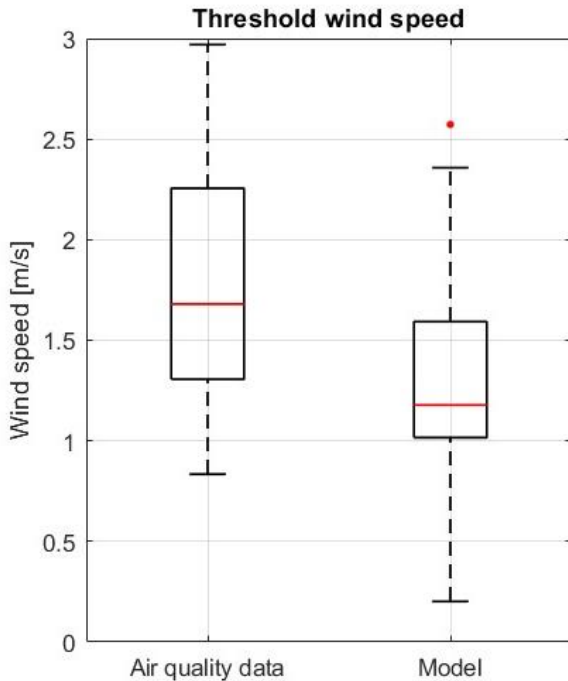


Výsledky – koncentrace PM



Porovnání s jinou studií

- Pro porovnání využita studie *Conditions Affecting Wind-Induced PM10 Resuspension as a Persistent Source of Pollution for the Future City Environment*
 - Využívali sa 1 minútové dáta. Resuspenze nastává velmi rychle a kratší měřicí interval je výhodou.
- Výsledky měření a modelu vykazují značný rozptyl, nejvíce se shodují hodnoty TWSR, model podhodnocuje koncentrační nárůst



Závěr

- Resuspenze se neomezuje jen na velké částice PM10-2.5.
- CFD modelování posouvá možnosti k podchycení podstaty resuspenze, což posouvá hranice v detailu hodnocení resuspenze.
- Model dokáže hodnotit velký počet hodnocených bodů naráz.
- Identifikace charakteristik resuspenze má své chyby, výsledky mohou ovlivnit jiné zdroje PM.
- Model je extrémně náročný na výpočetní čas, zatím se reálně řeší 2D případy a ustálené situace (bez změny času).
- Omezením pro model je neznámá hodnota sL pro povrchy.
- Resuspenzi dokážeme řešit významně detailněji než dříve, stále však zůstává hodně prostoru na zpřesnění.