

Modelování tepelného ostrova a kvality ovzduší na úrovni ulic

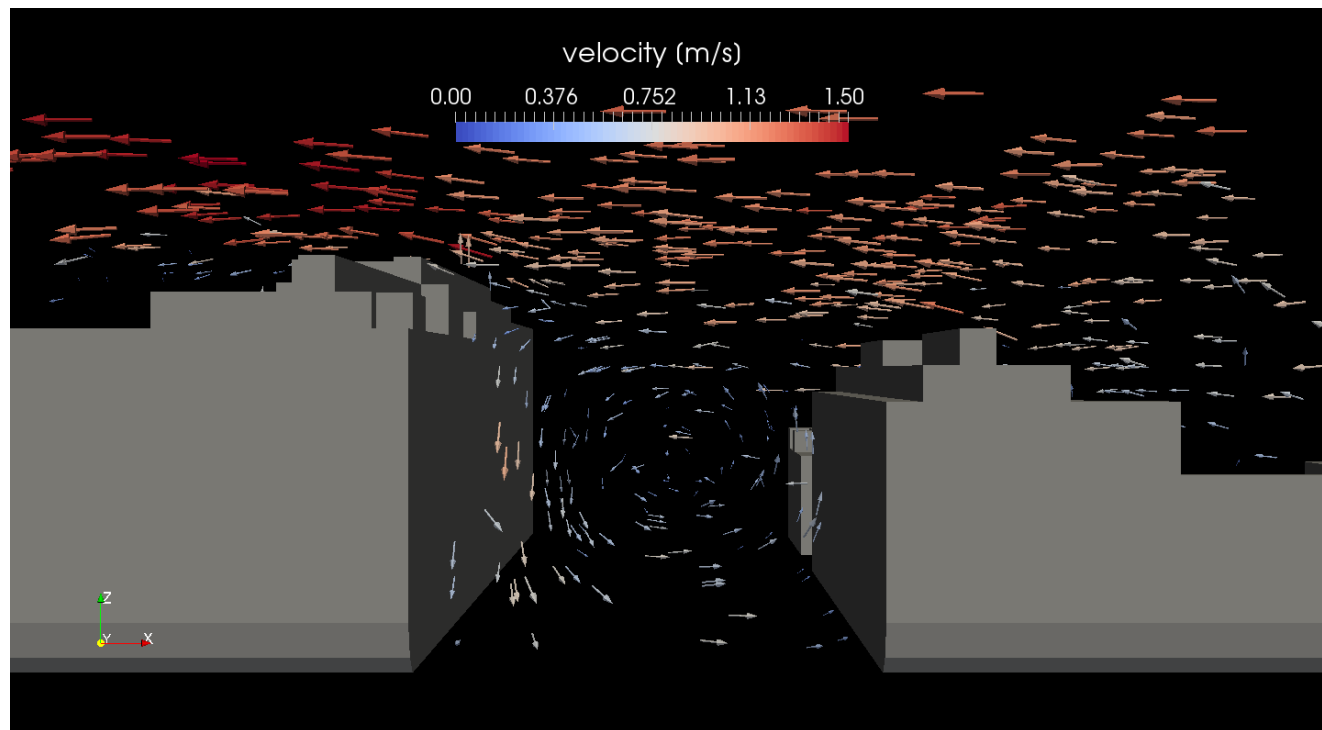
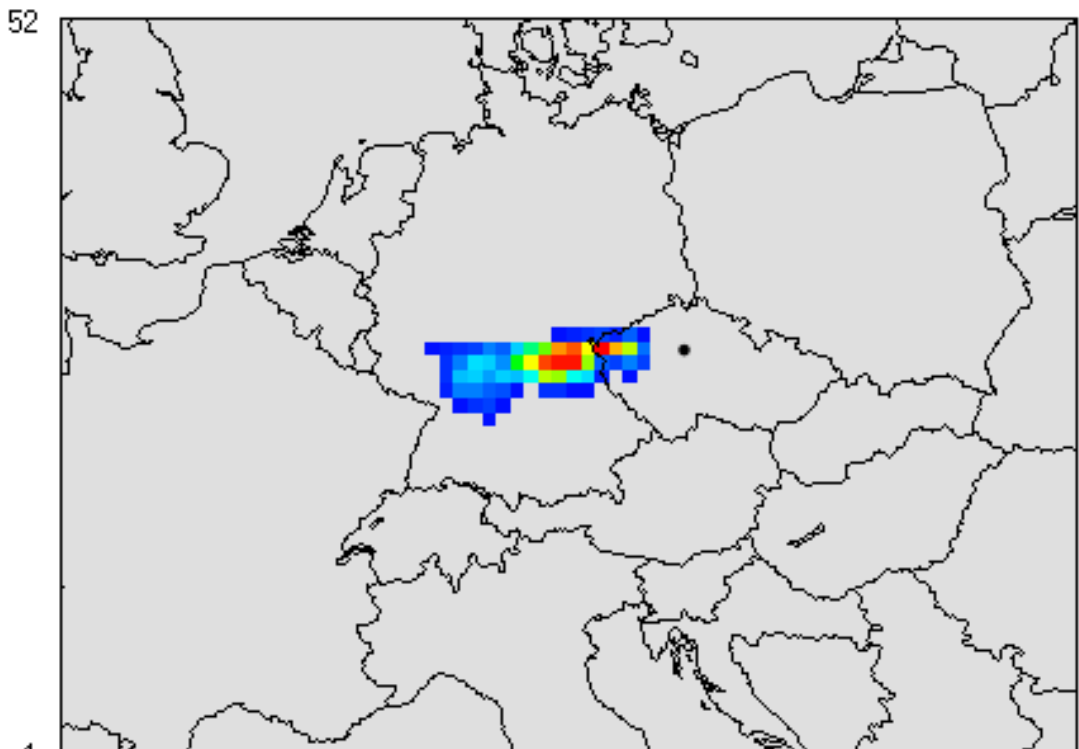
Jaroslav Resler
Ústav informatiky AV ČR

12. 12. 2017

Co ovlivňuje prostředí ve městech

Procesy mohou probíhat v různých škálách (časových, prostorových)

- Prostorově – regionální, lokální, uliční kaňony
- Časově – dlouhodobé klimatologické trendy x krátkodobé procesy

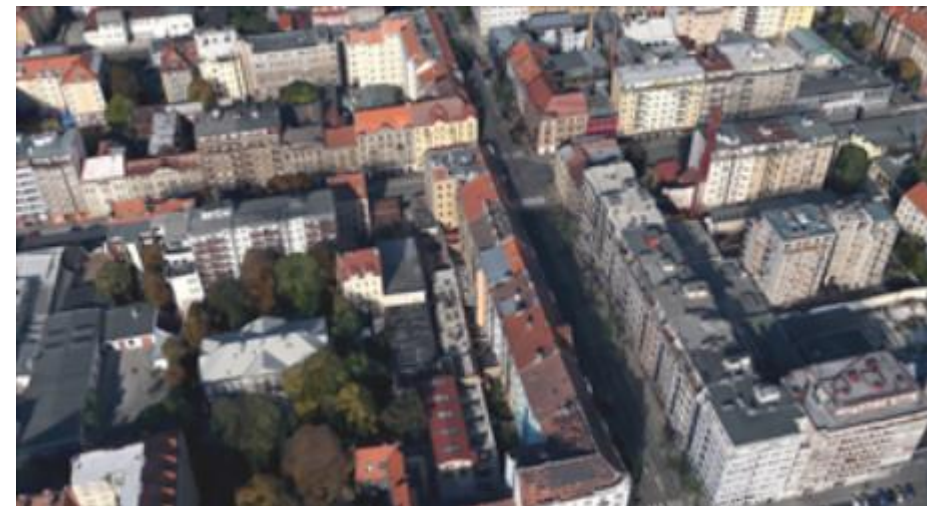
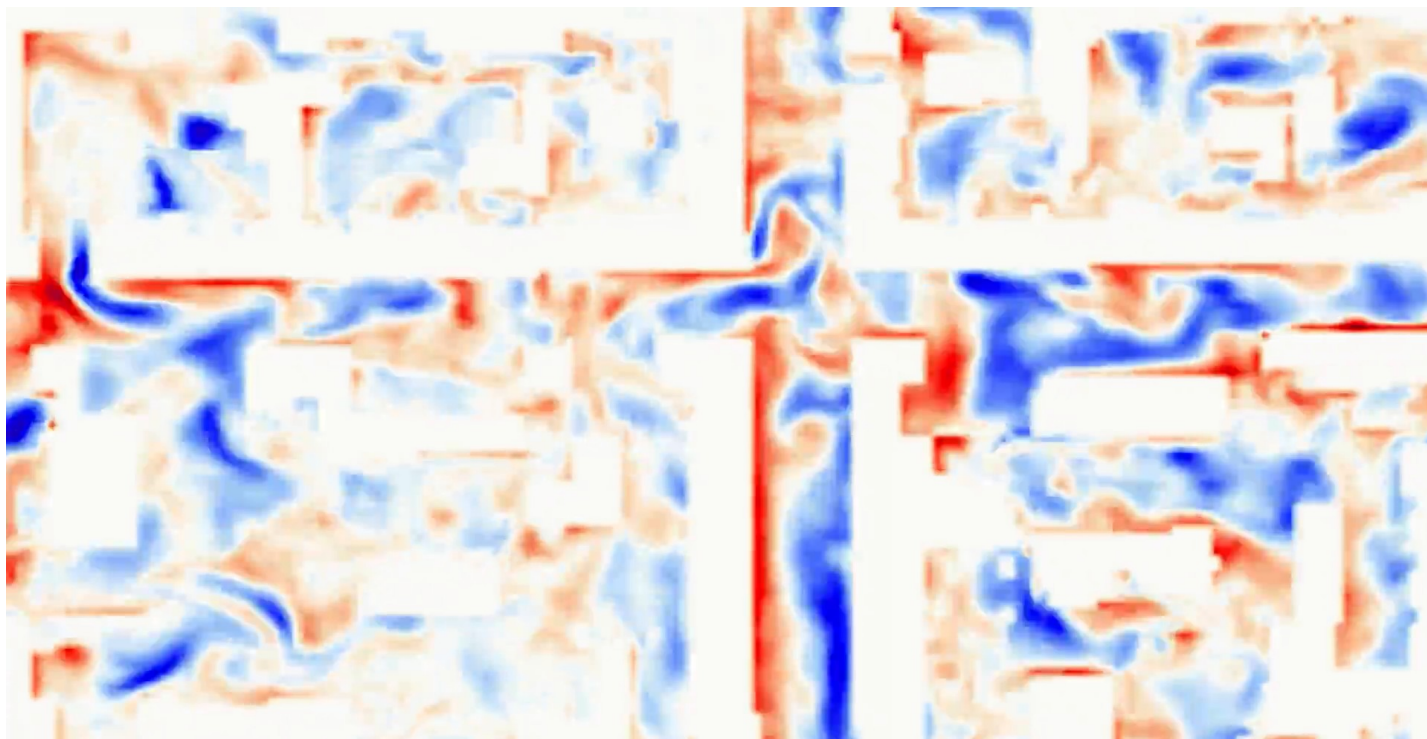


Co se děje v ulici

Proudění v městském prostředí

- turbulentní, nestabilní

Modely LES (simulace velkých vírů)



Pilotní oblast

- Praha – Holešovice
- 2.7.2015, 7:00-9:00
- model PALM-USM

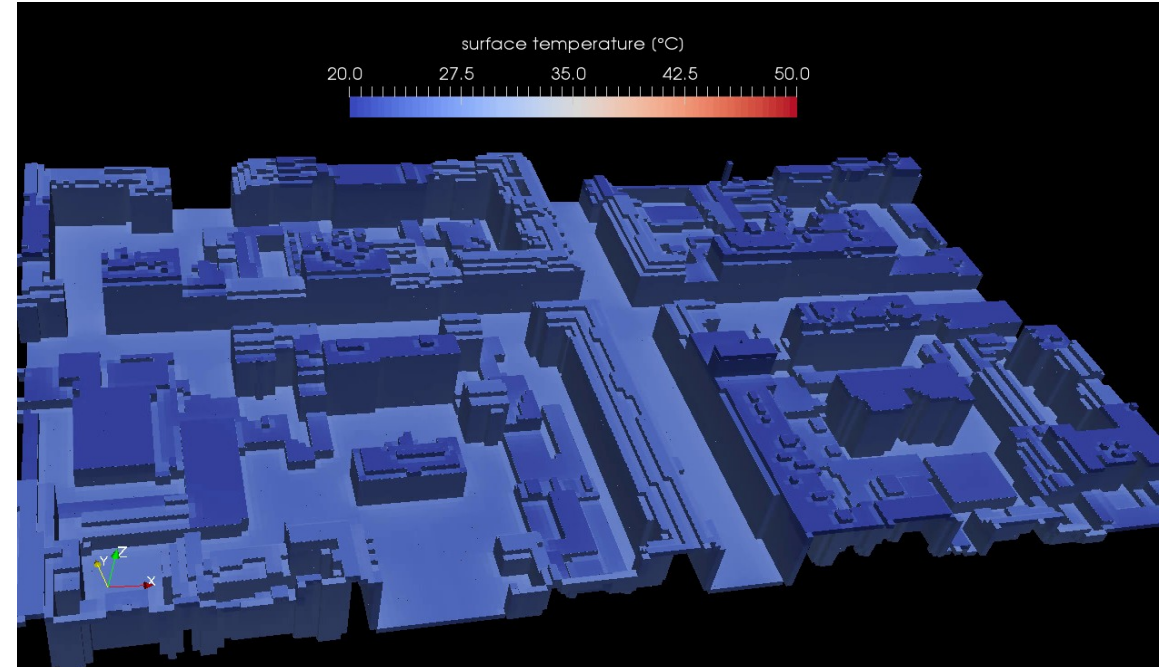
Turbulence v okolí budov



Energetické procesy

Výměna energií v městském prostředí

- Sluneční záření –
 - pohlcování, odražení a rozptyl
- Akumulace tepelné energie v materiálech
- Antropogenní teplo z aut, budov,...
- Vlivy stromů a zeleně
- ...

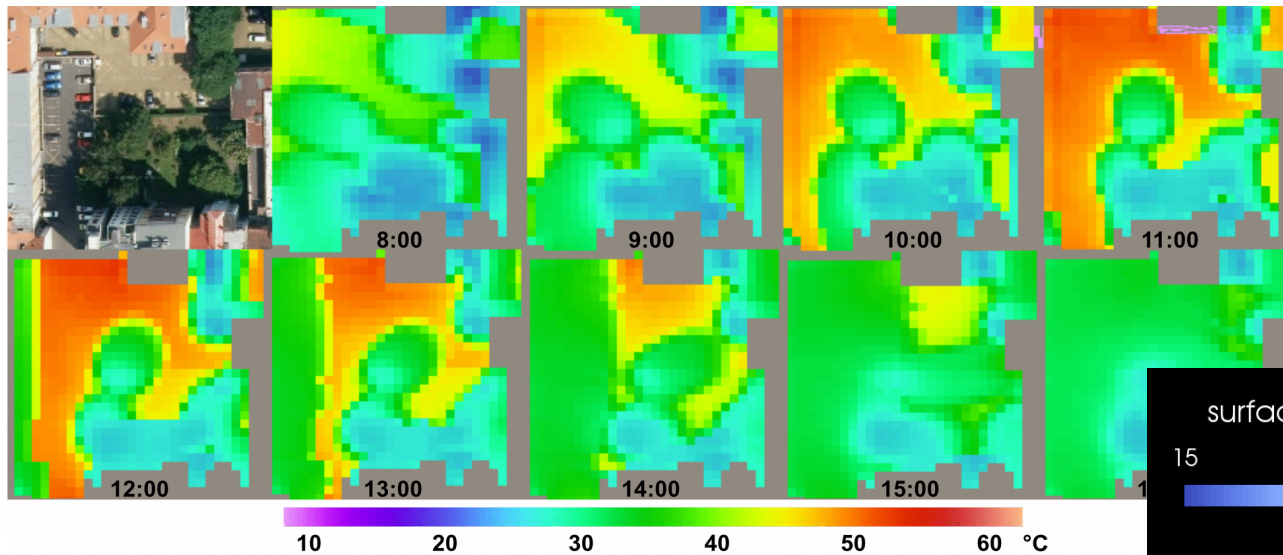


Dostupné LES modely nedokázaly modelovat

- Vývoj vlastního energetického modelu USM integrovaného do LES modelu PALM
- USM = Urban Surface Model (model městského povrchu)
- Nyní součástí standardního modelu PALM

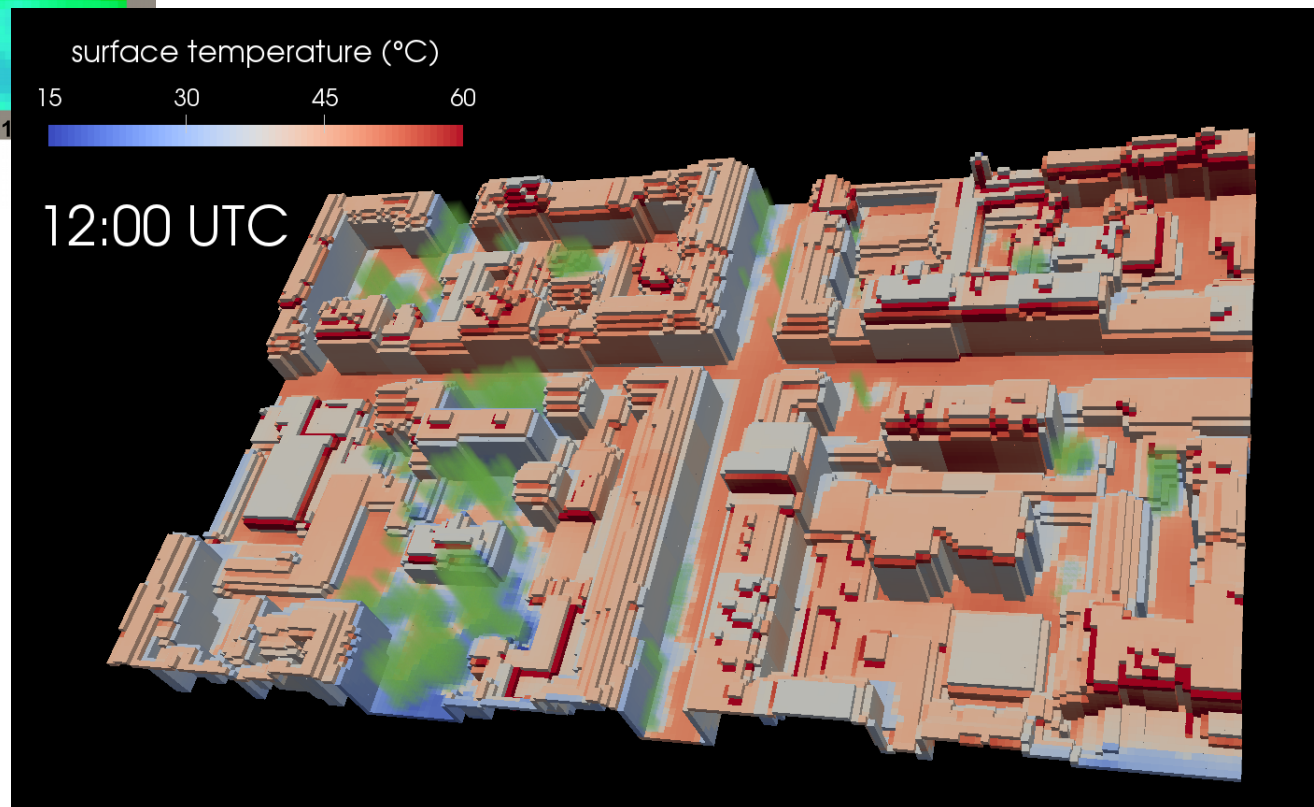
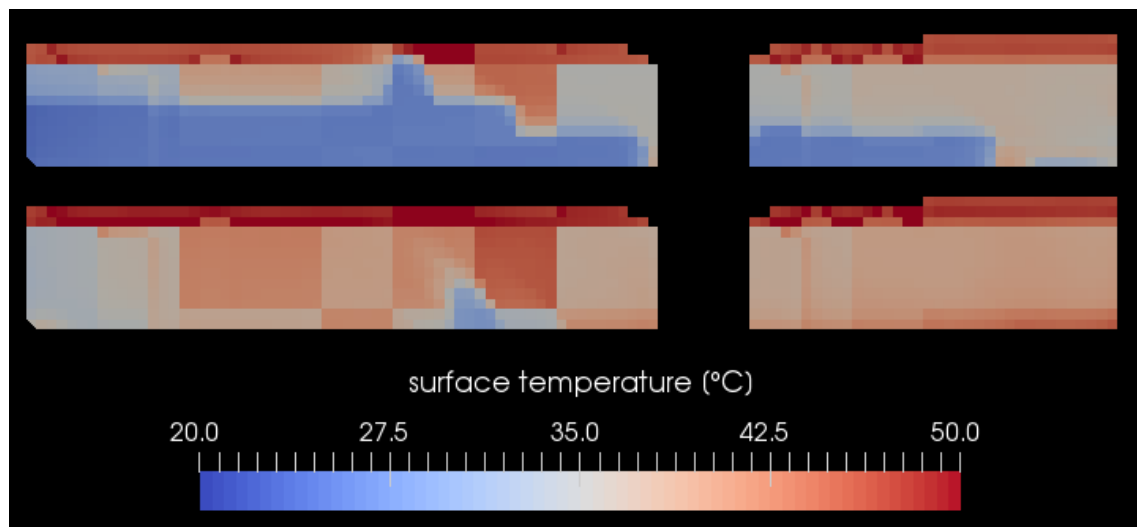
Zobrazení teplot povrchů,
simulace Praha Holešovice,
2.7.2015

Teploty povrchů ulic a budov



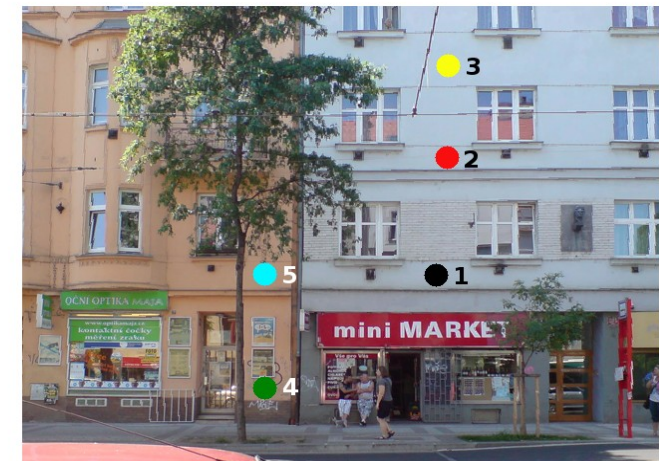
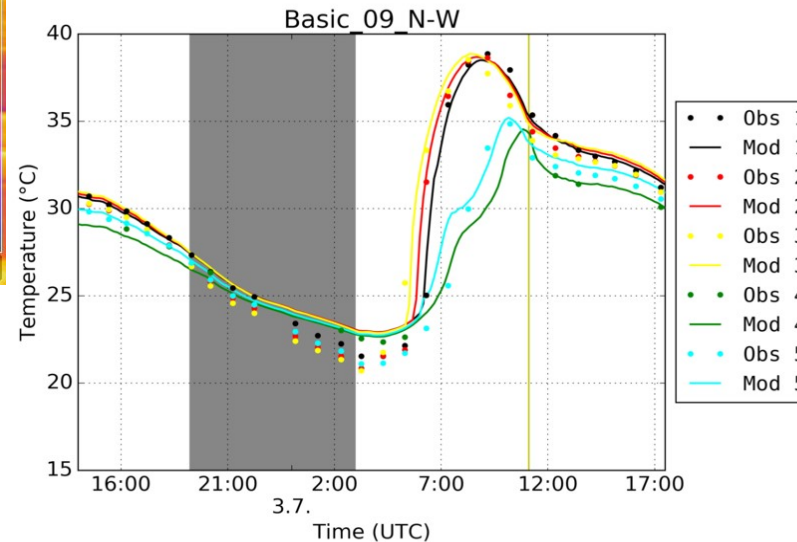
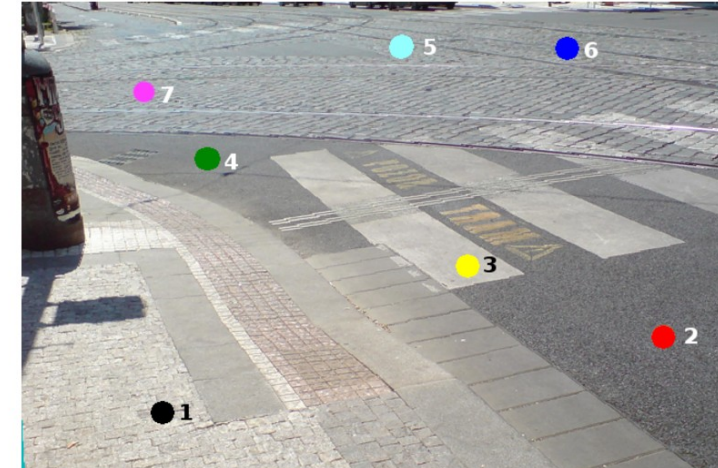
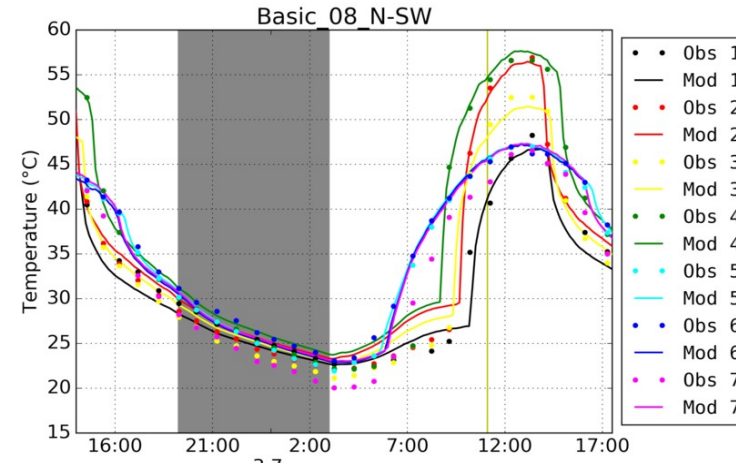
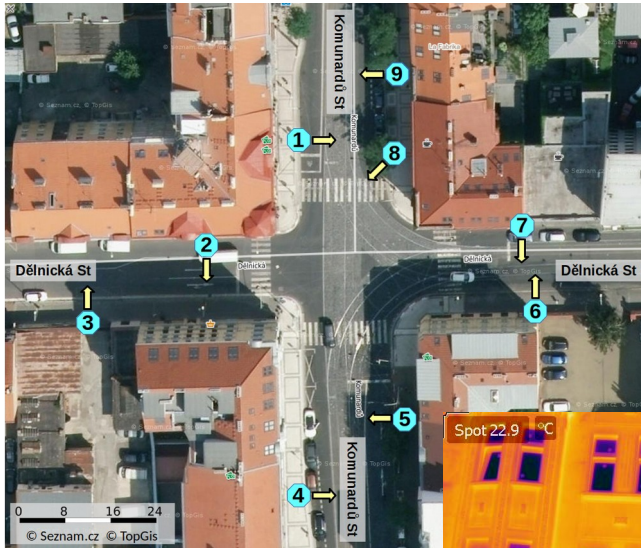
Simulace Praha Holešovice, 2.7.2015

- teploty povrch dvorku během dne
- východní stěna ulice v 6:00 a 8:00



Měření skutečných teplot povrchů

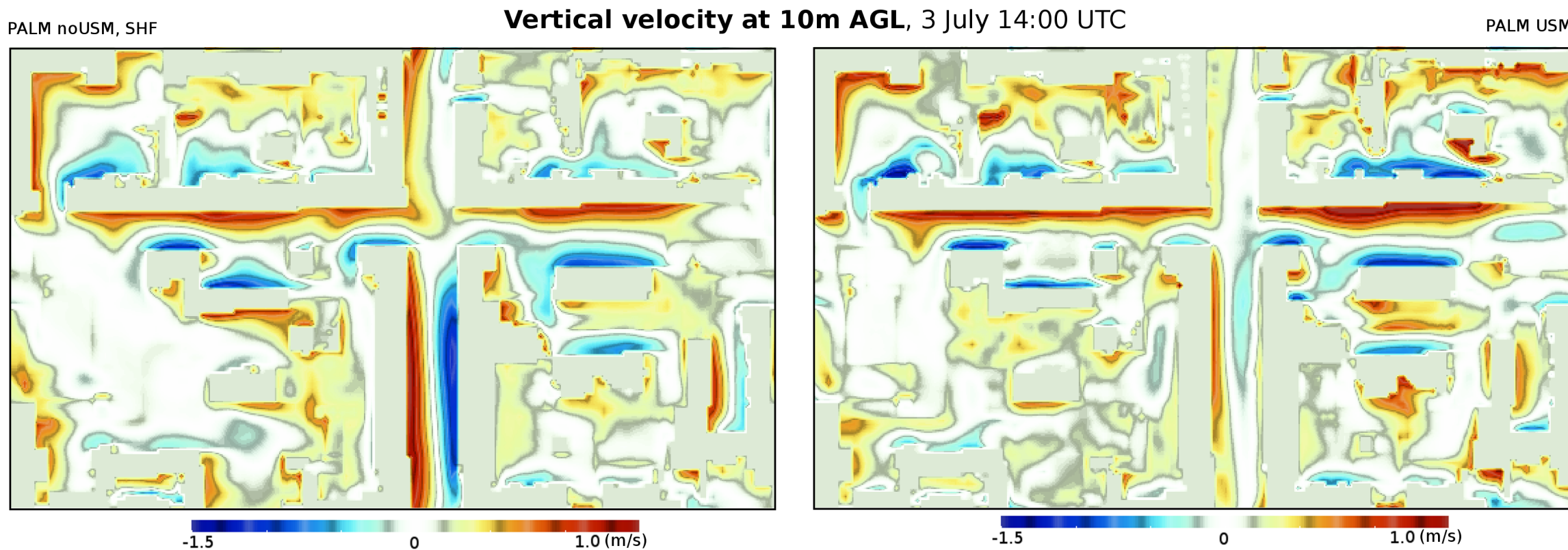
Ověření a kalibrace modelu – měřicí kampaň IR kamerou v době vlny veder (2.-3.7.2015)



Resler et al.:
 PALM-USM v1.0: A new urban surface model
 integrated into the PALM large-eddy simulation
 model
 Geosci. Model Dev., 10, 3635-3659,
<https://doi.org/10.5194/gmd-10-3635-2017>, 2017.

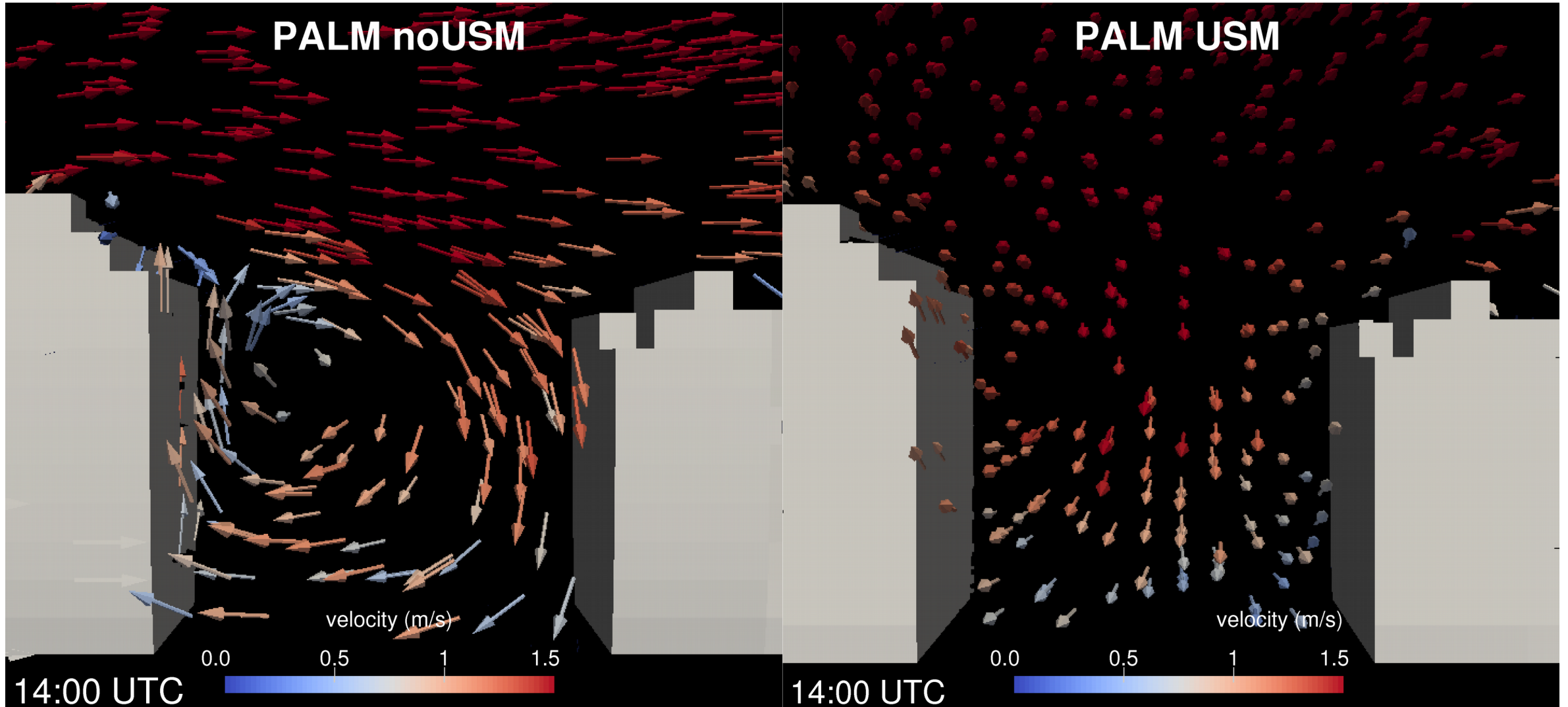
Proč integrovaný model

Je nutné modelovat všechny procesy najednou?



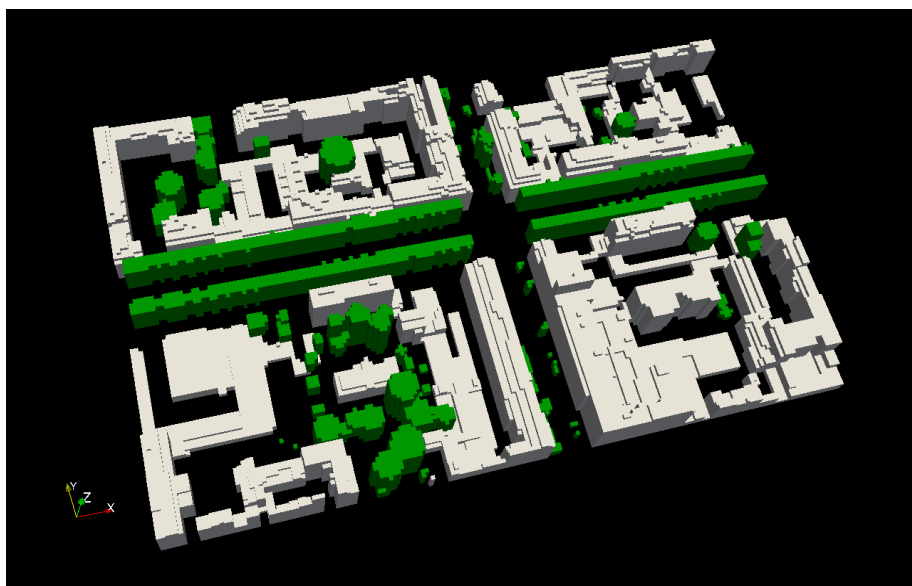
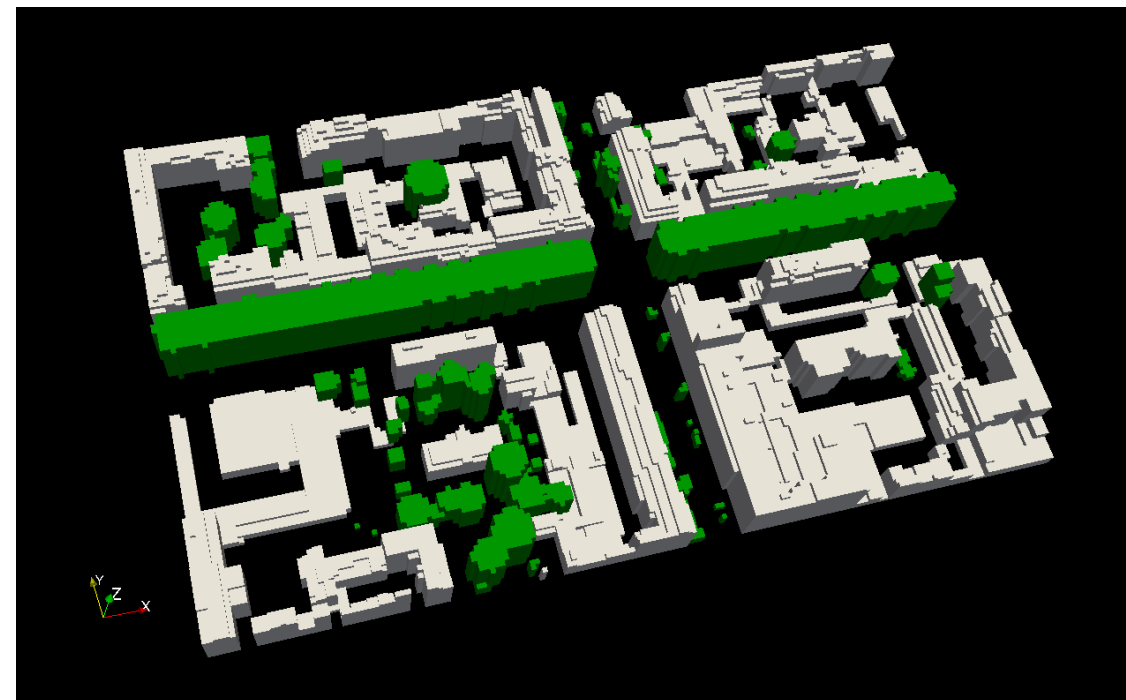
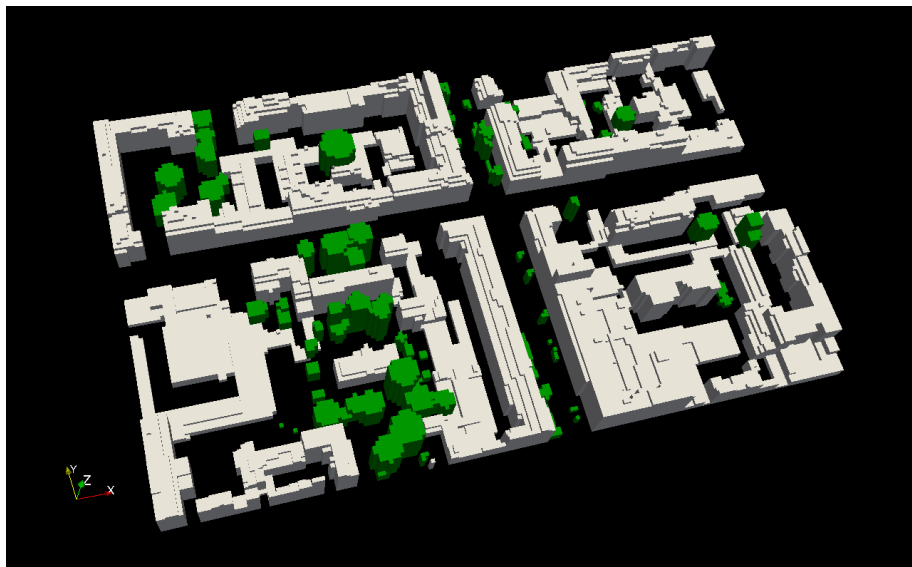
Vertikální rychlost proudění – konstantní tepelný tok (vlevo), tepelný tok z USM (vpravo)

Proč integrovaný model



Modelování scénářů

Co nám mohou simulace říci?



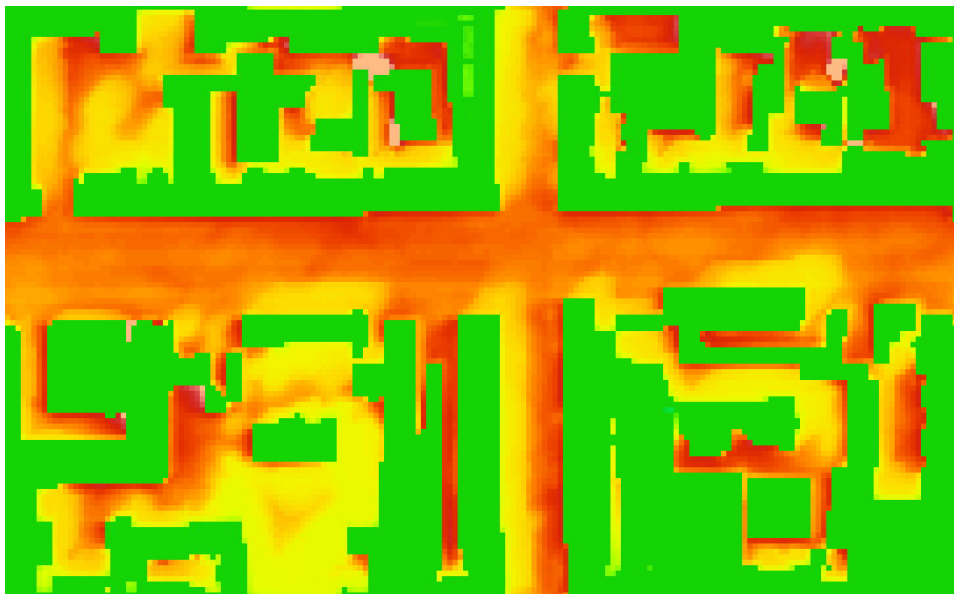
Pilotní scénáře IPR pro Praha – Holešovice

- urbanistické změny
- různé typy a umístění stromořadí
- změny vlastností povrchů

Modelování scénářů

Pilotní scénáře Praha – Holešovice

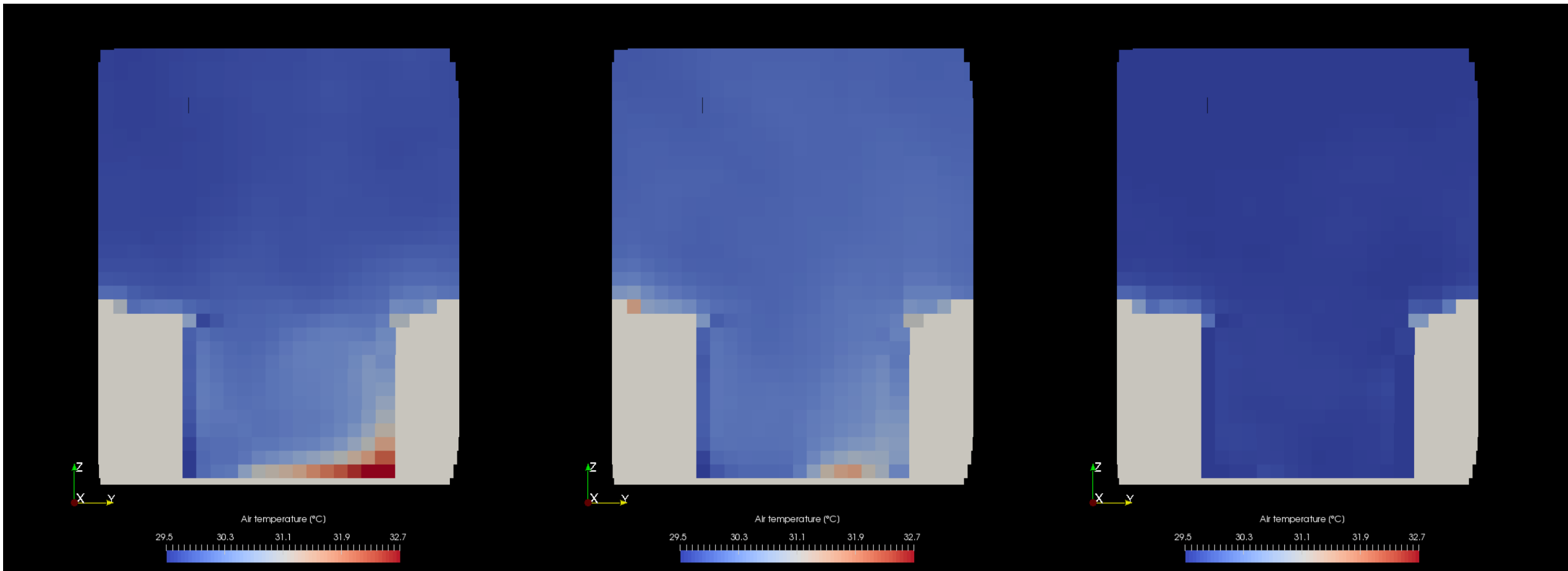
- urbanistické změny
- různé typy stromořadí
- změny vlastností povrchů



Teplota vzduchu ve výšce 1 m v 14:00 SEČ, scénář rozšířená ulice Dělnická současné stromy (vlevo), stromořadí na obou okrajích ulice (vpravo nahoře), dvě řady stromů uprostřed ulice (vpravo dole)



Modelování scénářů

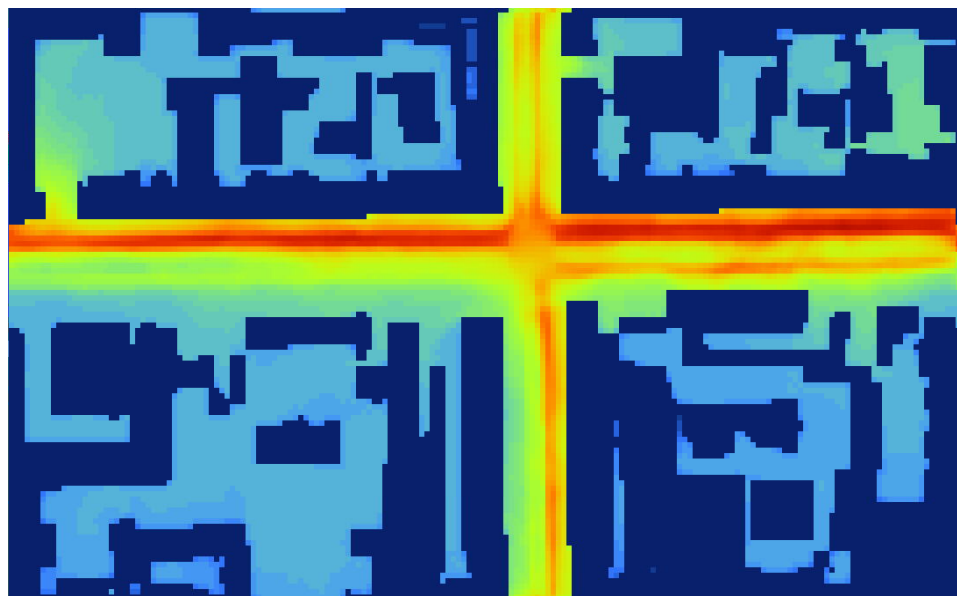


Teplota na řezu rozšířenou ulicí Dělnická v 14:00 CET
současná situace (vlevo), stromořadí po obou stranách ulice (uprostřed), dvě řady stromů uprostřed ulice (vpravo)

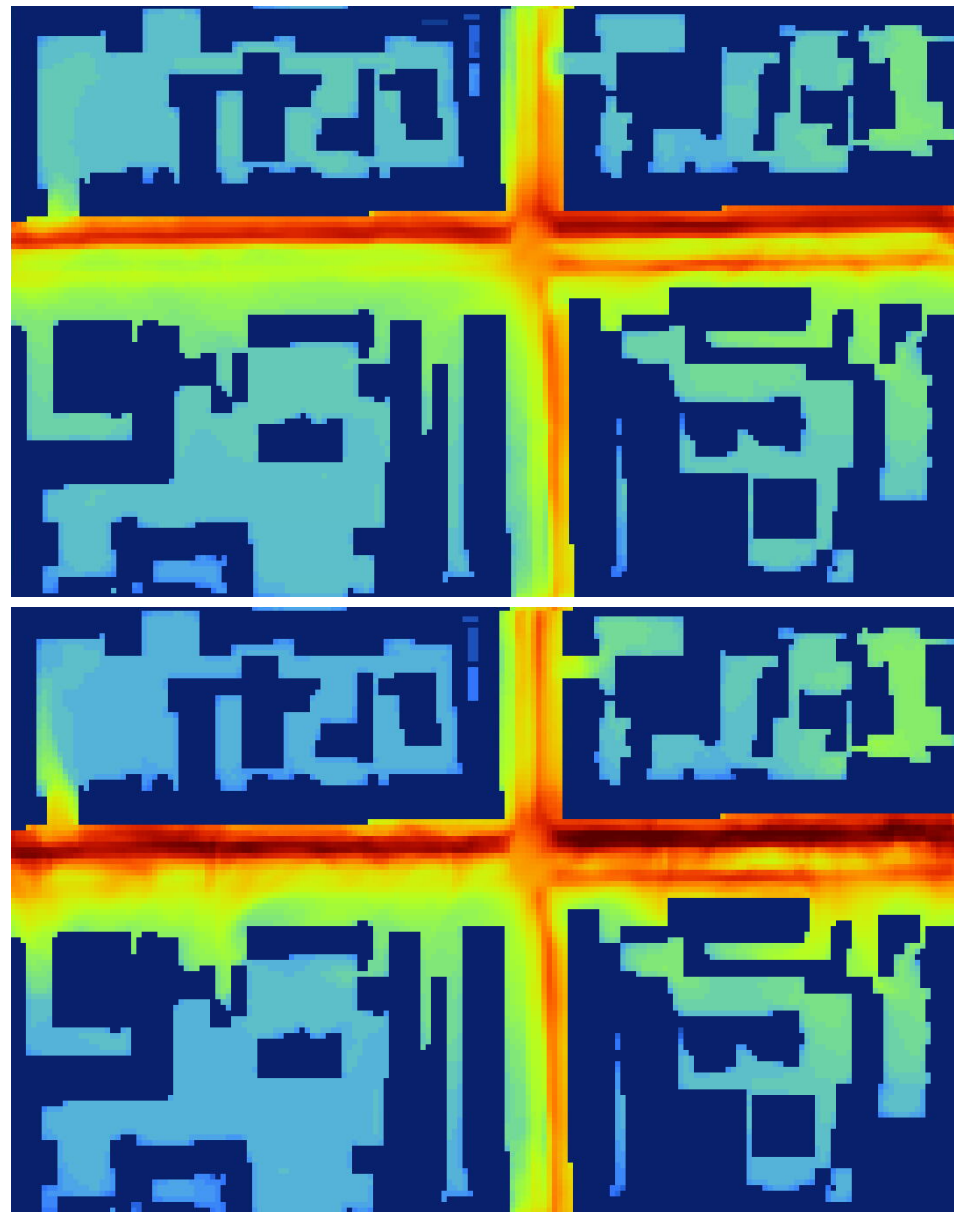
Modelování scénářů

Pilotní scénáře Praha – Holešovice

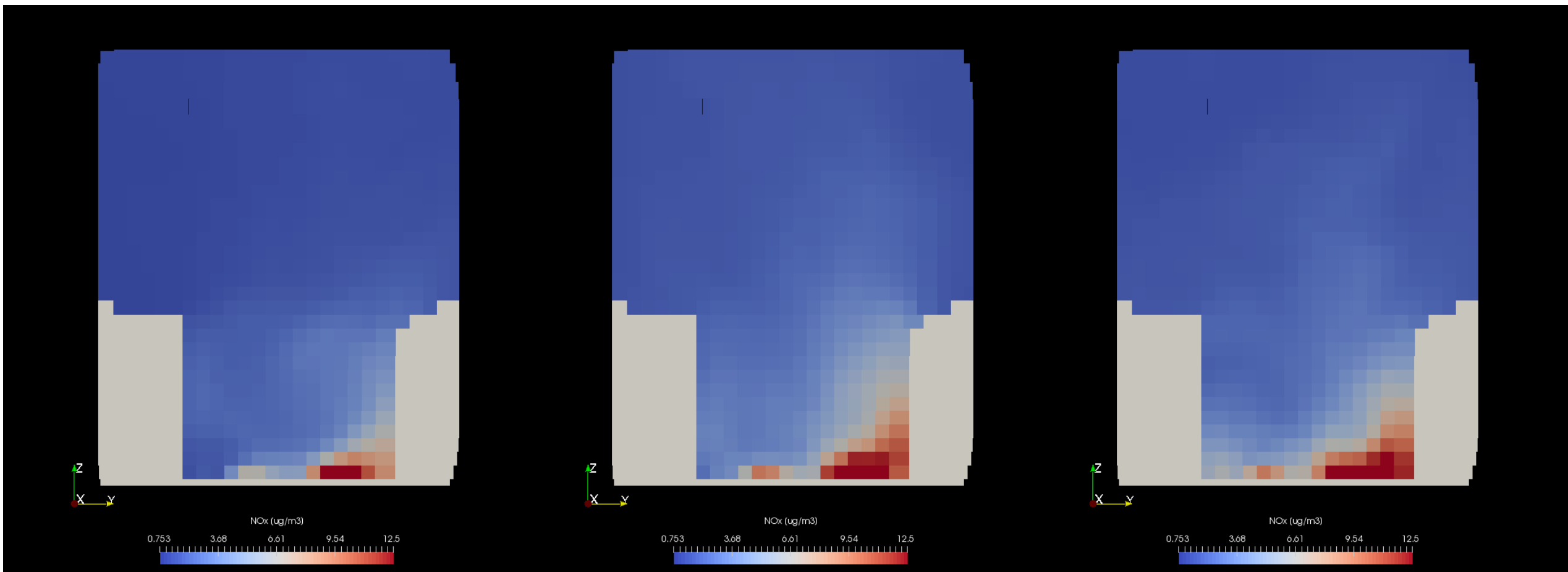
- urbanistické změny
- různé typy stromořadí
- změny vlastností povrchů



Znečištění z dopravy ve výšce 1 m v 14:00 SEČ, scénář rozšířená ulice Dělnická
současné stromy (vlevo), stromořadí na obou okrajích ulice (vpravo nahoře), dvě řady
stromů uprostřed ulice (vpravo dole)



Modelování scénářů



Koncentrace NO_x z místní dopravy rozšířenou ulicí Dělnická v 14:00 CET
současná situace (vlevo), stromořadí po obou stranách ulice (uprostřed), dvě řady stromů uprostřed ulice (vpravo)

Vliv umístění stromořadí v ulici



Umístění stromořadí

- Proudění
 - přímo
 - nepřímo
- Stínění
- Teploty
- Rozptyl znečištění

Vliv vlastností povrchů

Různé vlastnosti povrchů a materiálů

- barvy, drsnosti, tepelná vodivost, tepelná kapacita



Teplotní indexy

- Střední Radiační Teplota (MRT)
- Fyziologicky Ekvivalentní T. (PET)

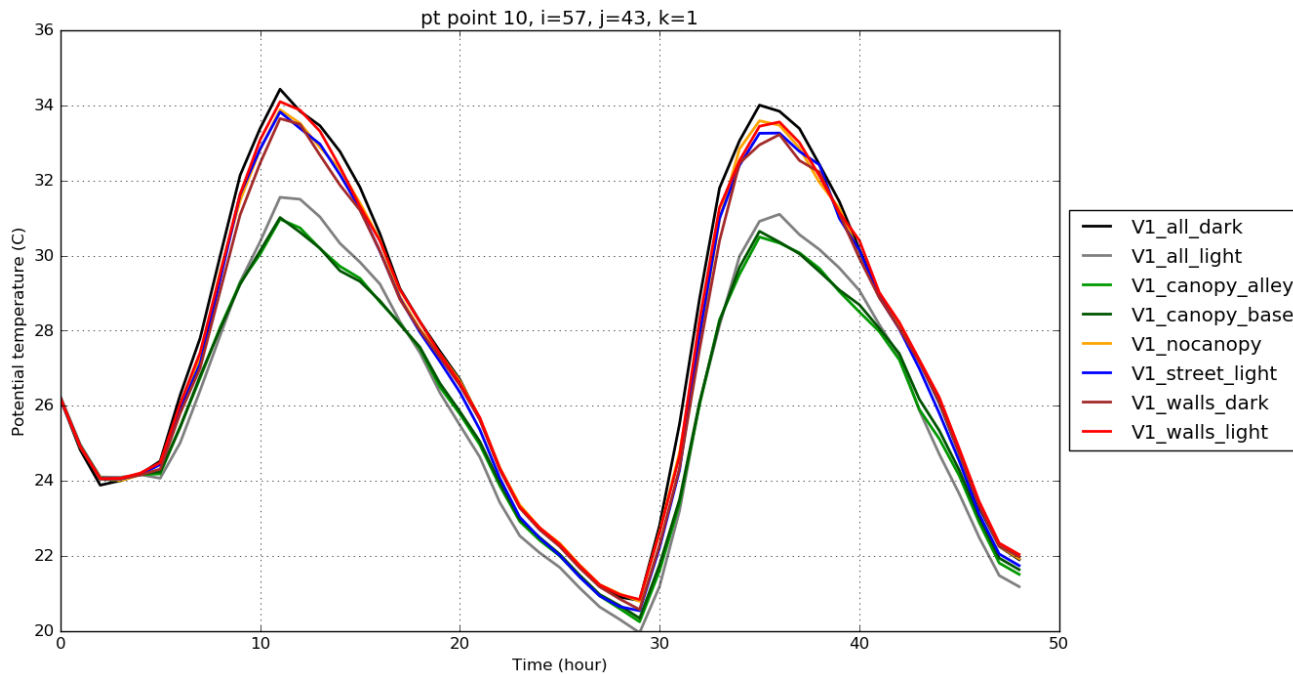
Porovnání scénářů ve vybraných bodech

- chodníky
- tramvajové zastávky
- přechody pro chodce
- vnitřní dvorky domů
- ...

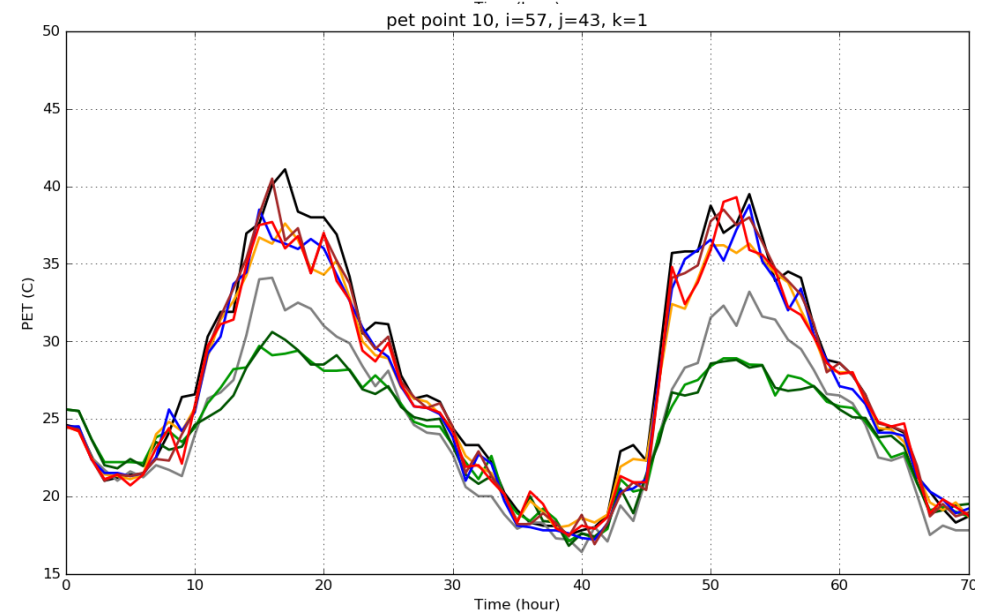
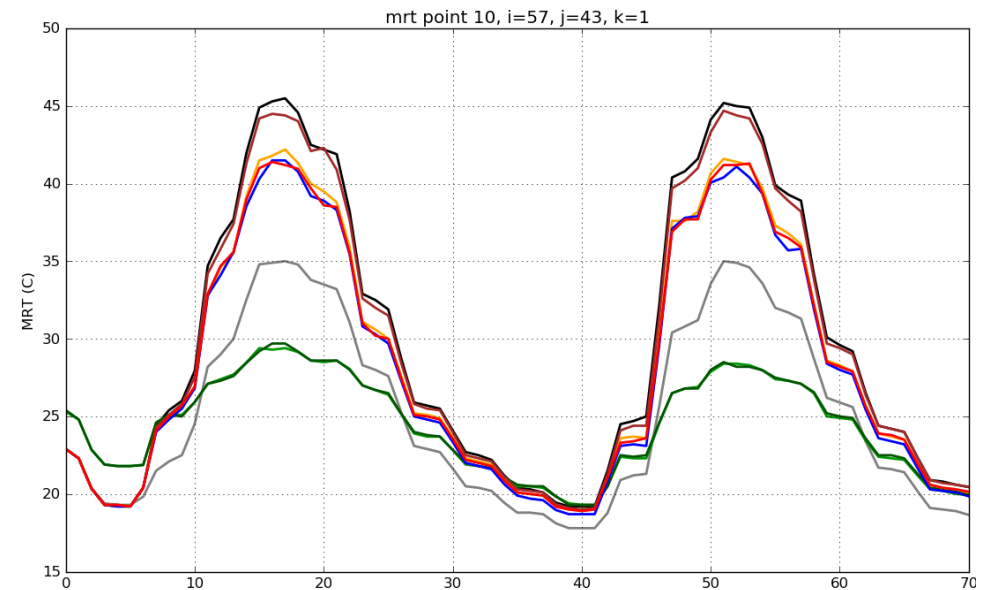
Vliv vlastností povrchů

Teplotní indexy

- Střední Radiační Teplota (MRT)
- Fyziologicky Ekvivalentní Teplota (PET)



Teplota vzduchu ve výšce 1 m



Co nás čeká

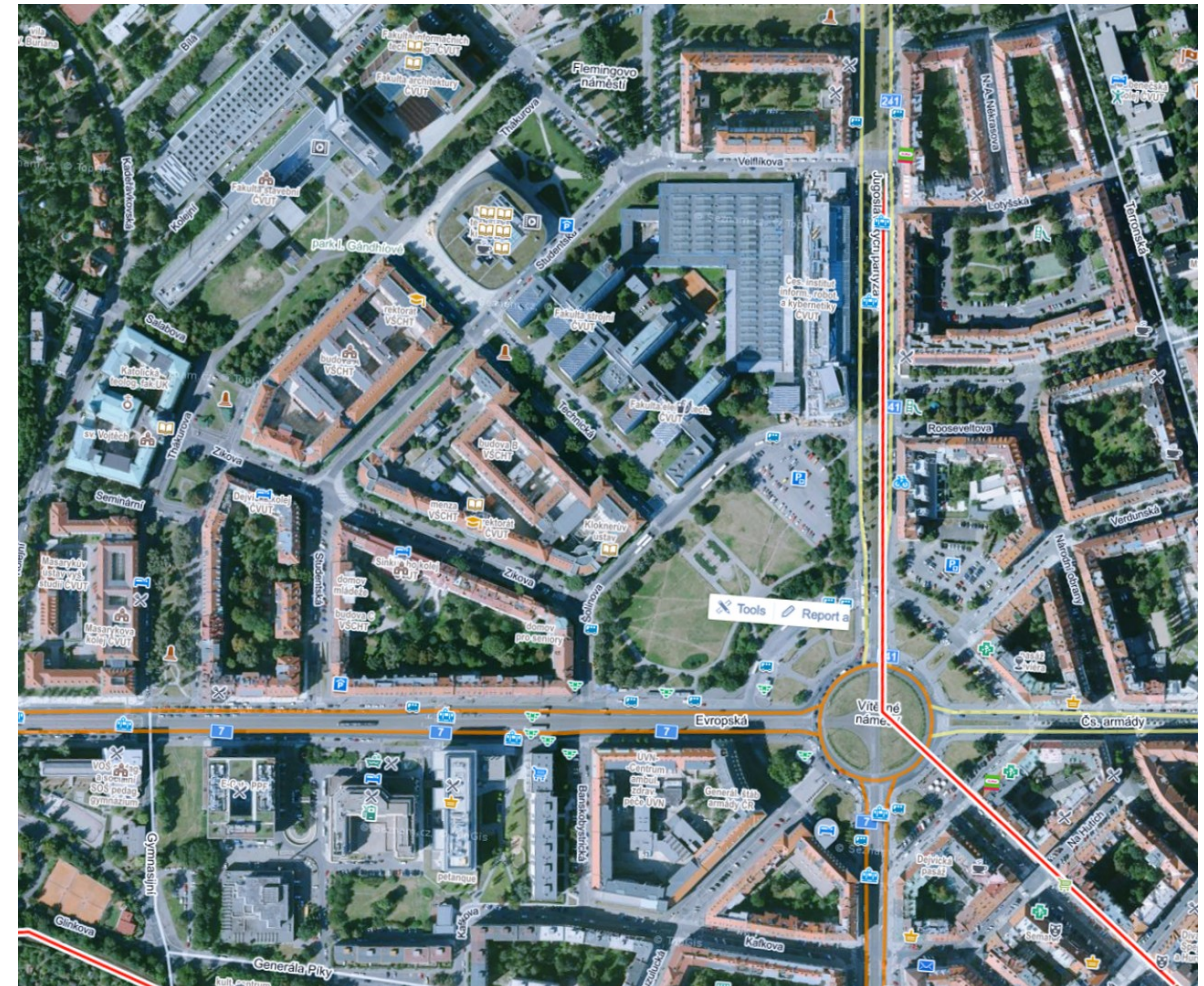
Další rozvoj modelu PALM-USM → PALM4U

- spolupráce s projektem MOSAIK (Německo)

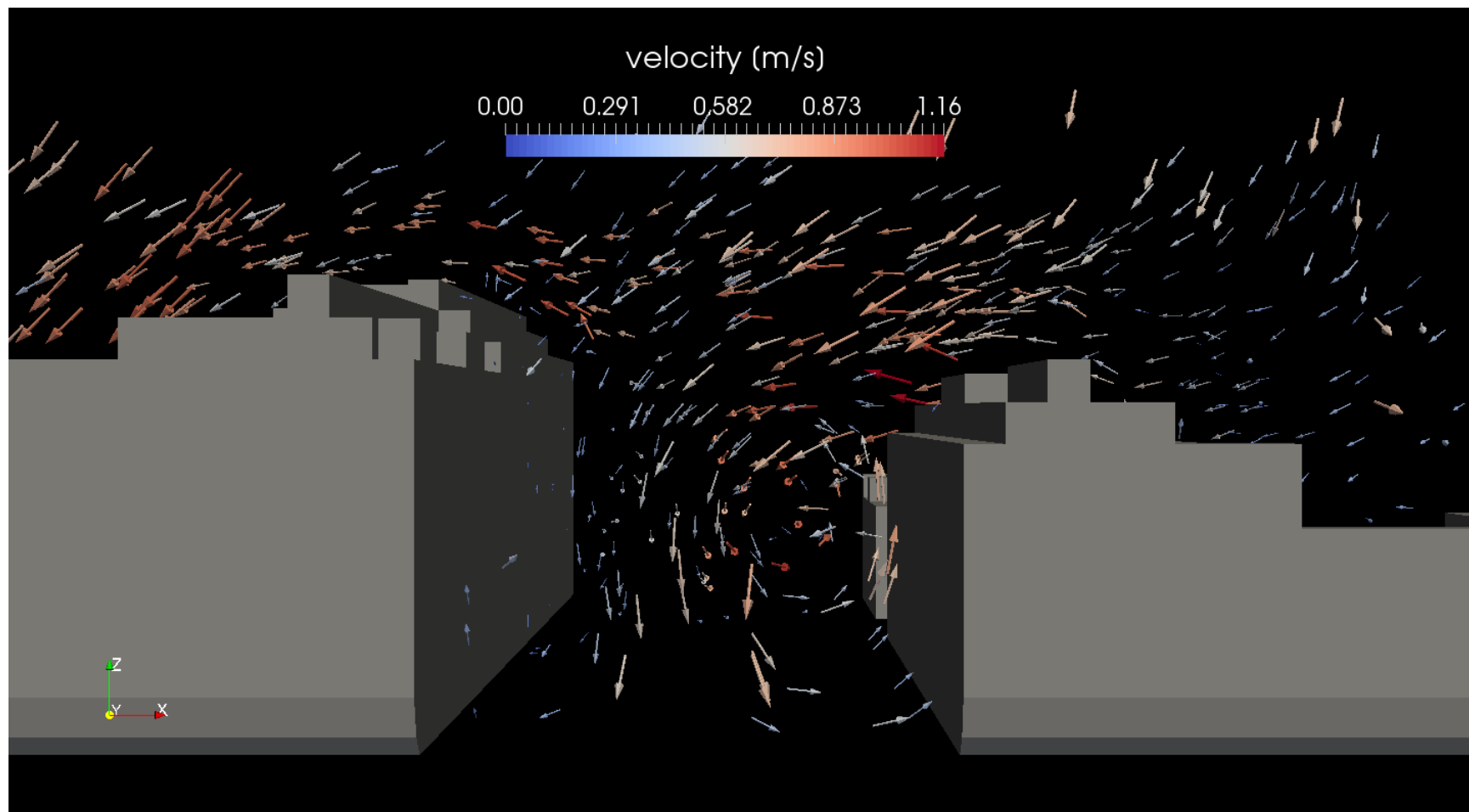
Nejbližší cíle

- betaverze PALM4U
- simulace Berlín (MOSAIK)
 - komplet 40x40km v 10m rozlišení
 - centrum 4x4km v 1m rozlišení
- simulace scénáře Dejvice (1x1km)
 - projekt „Virtualizace Prahy“
 - koncepce Smart Prague 2030
 - zadavatel Operator ICT
- projekt UrbiPragensi

Simulační doména Praha-Dejvice



Děkuji za pozornost



Městské prostředí představuje komplexní systém procesů probíhajících v různých časových i prostorových škálách. Modelové nástroje musí tuto komplexnost reflektovat, mají-li popisovat realitu.