

Vliv města na interakce mezi klimatem a kvalitou ovzduší

Peter Huszár, Tomáš Halenka, Michal Belda, Kateřina
Šindelářová

*Matematicko-fyzikální fakulta UK v Praze
Katedra meteorologie a ochrany prostředí*

***Projekt "TEPELNÝ OSTROV MĚSTA"
II. setkání projektu UHI v Praze***

23.6.2014



Cíl

- Pomocí numerických modelů fyziky a chemie kvalifikovat a kvantifikovat nejdůležitější aspekty interakce:

městské prostředí – klima – čistota ovzduší

UCCh interakce (Urban–Climate–Chemistry)

Interakce UCCh

Atmosféra

Město - U

Interakce UCCh

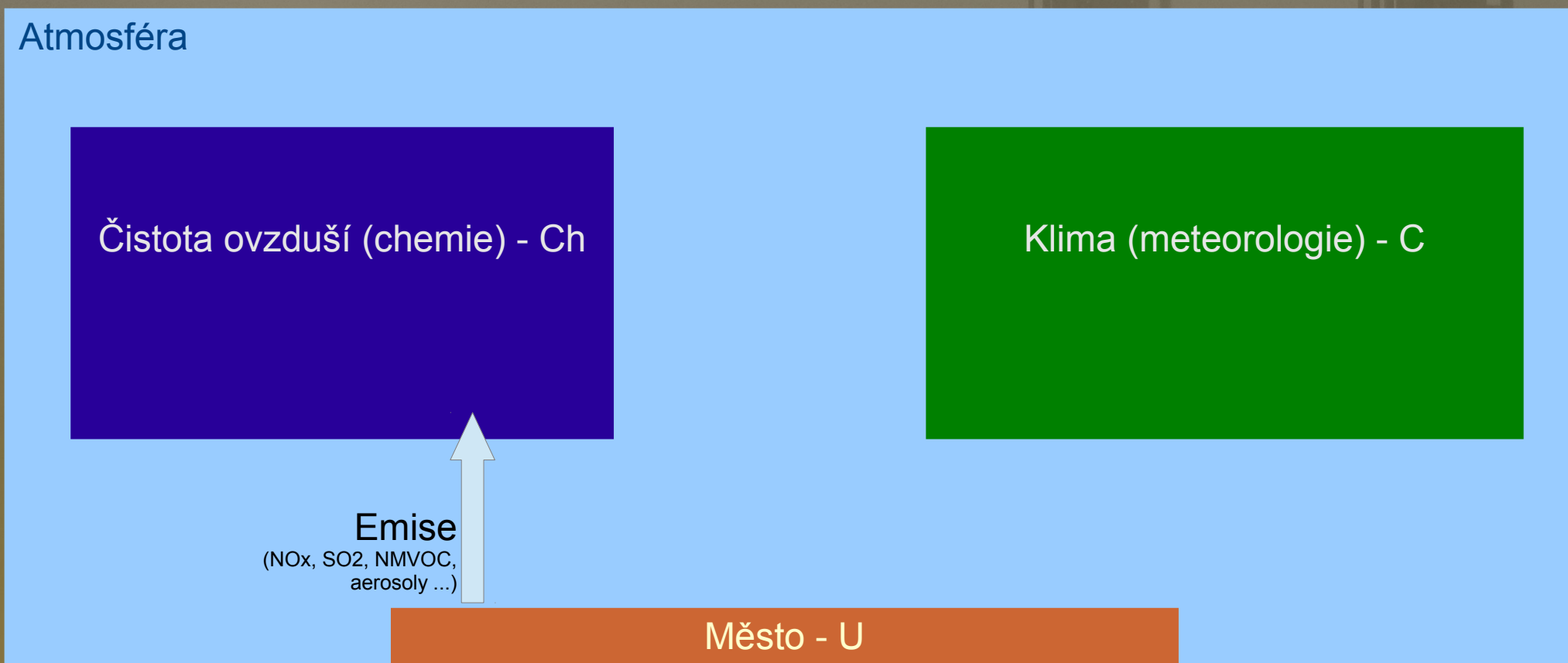
Atmosféra

Čistota ovzduší (chemie) - Ch

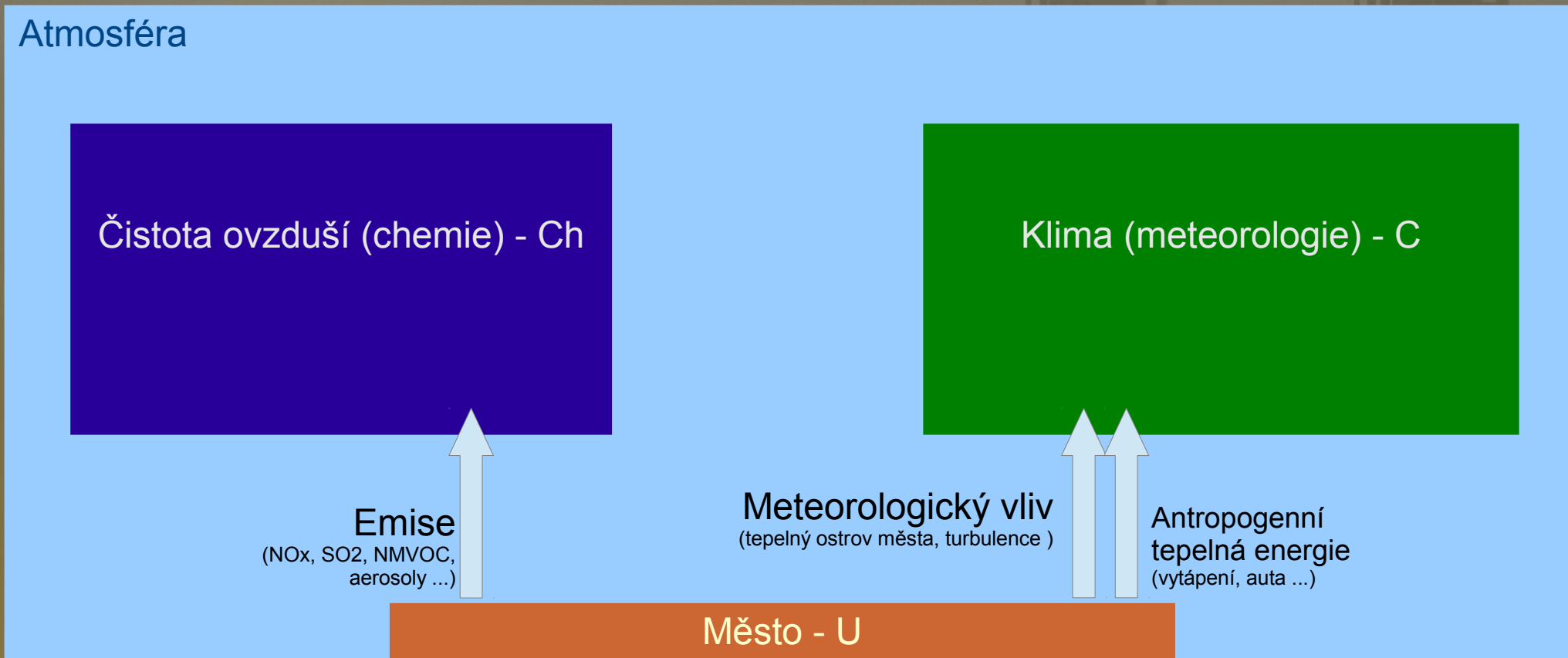
Klima (meteorologie) - C

Město - U

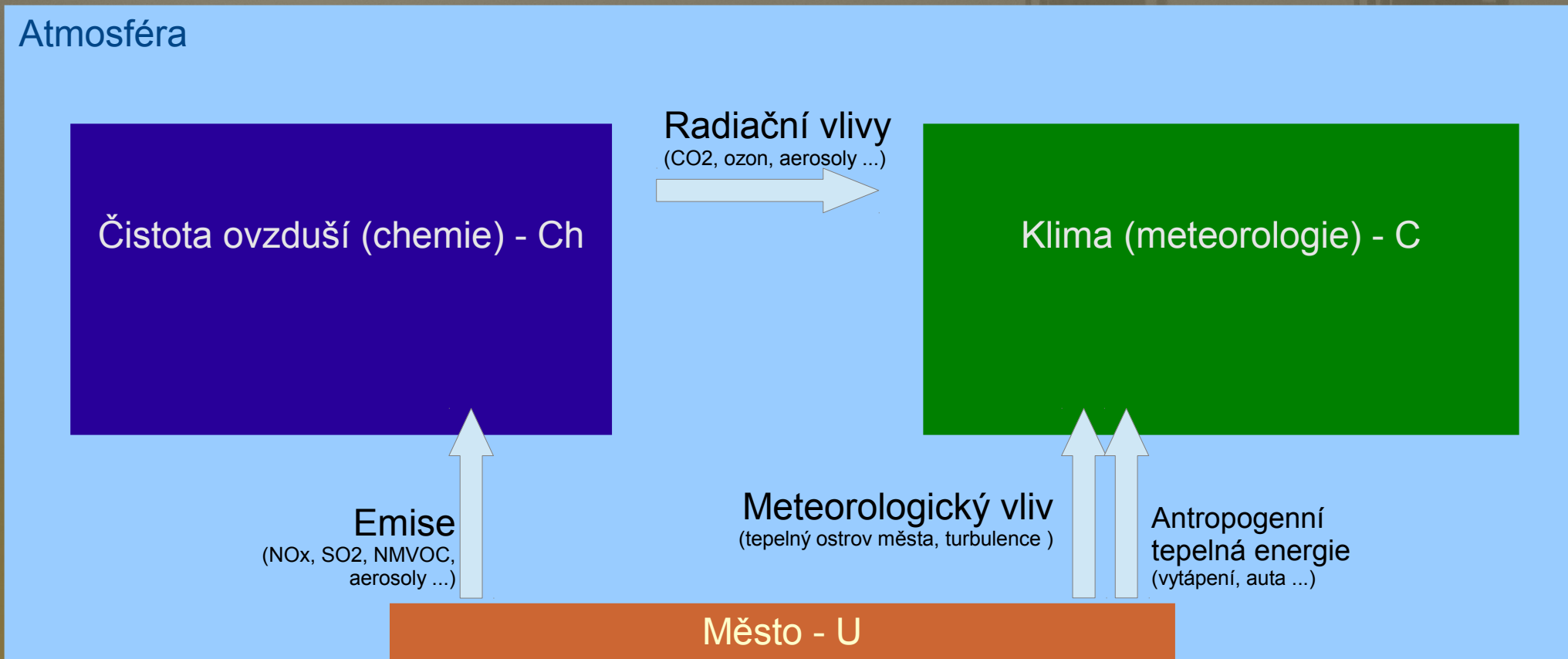
Interakce UCCh



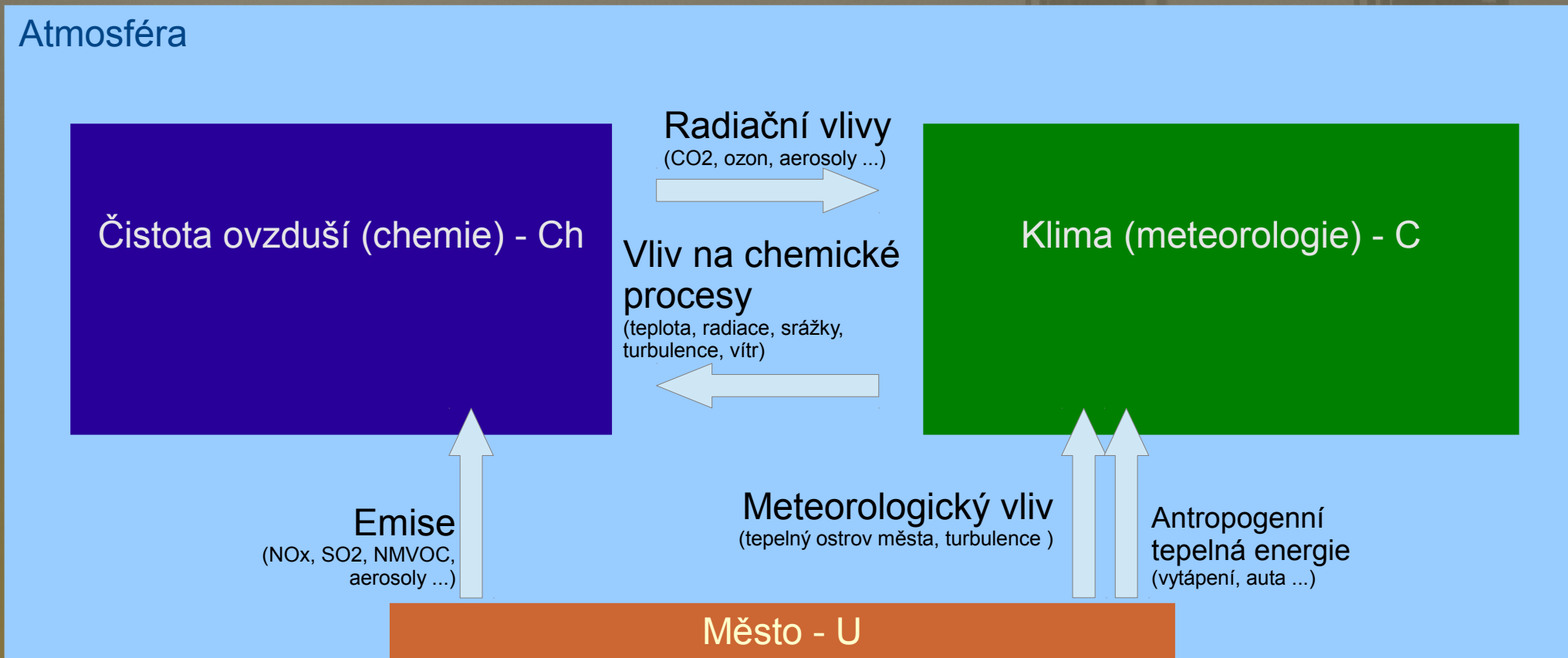
Interakce UCCh



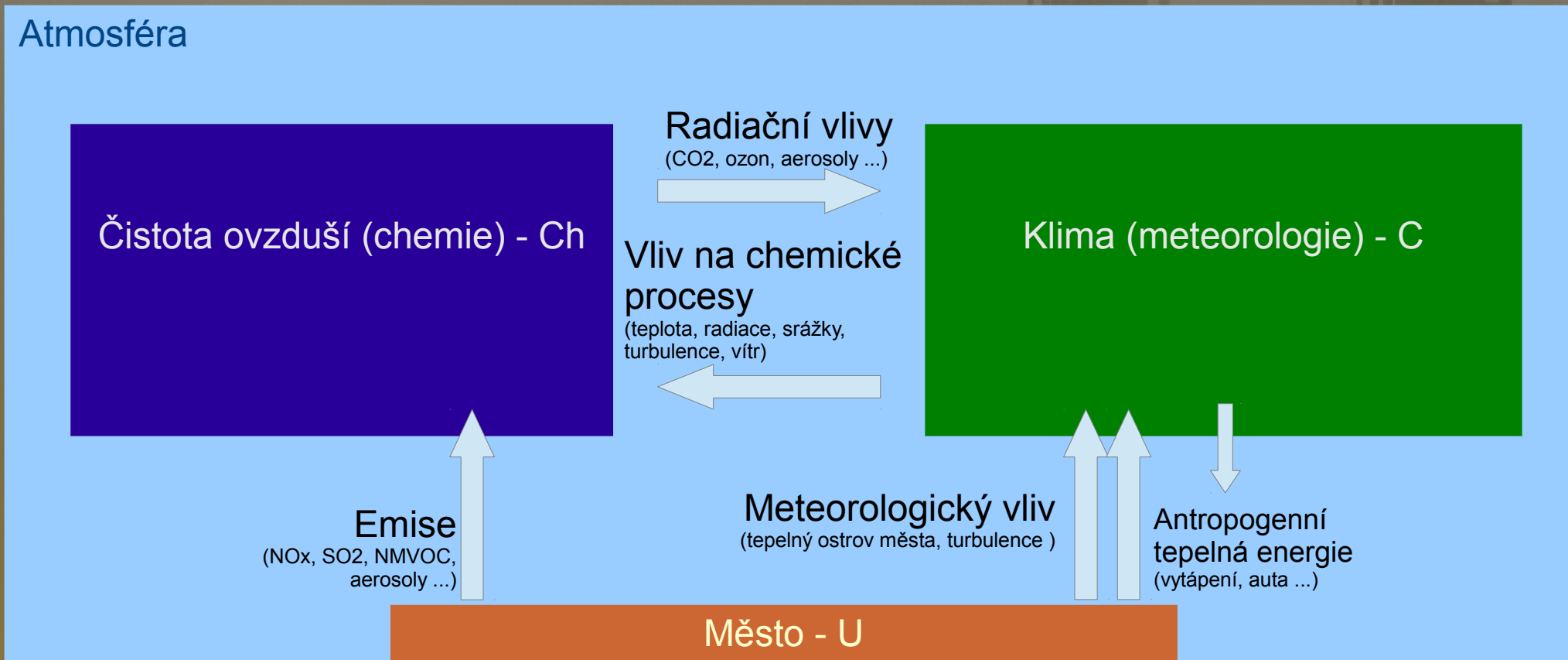
Interakce UCCh



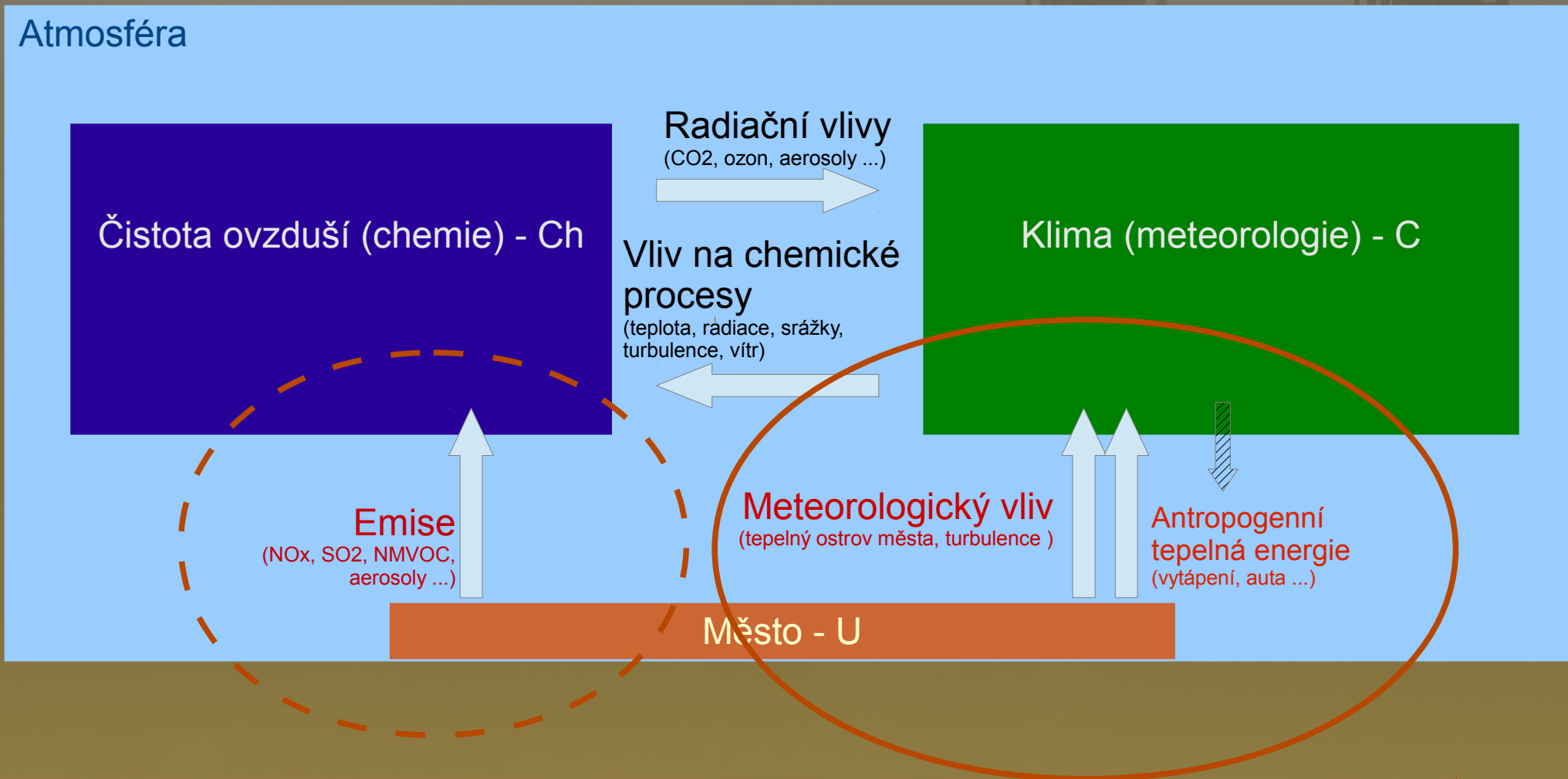
Interakce UCCh



Interakce UCCh



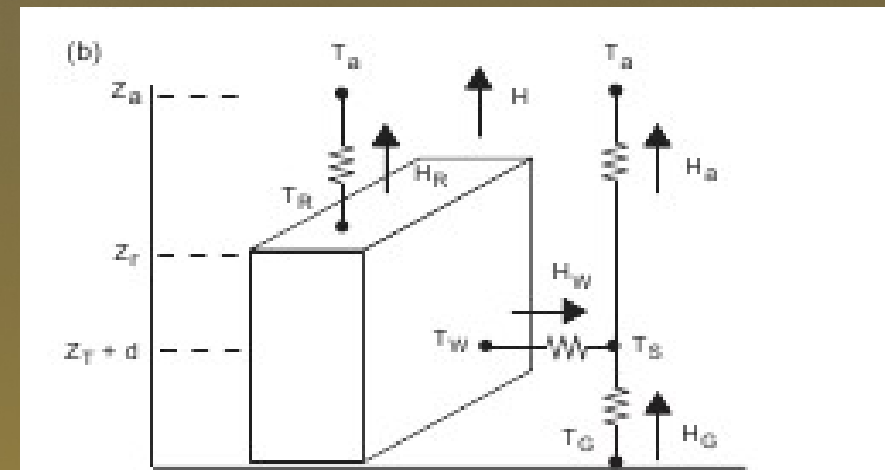
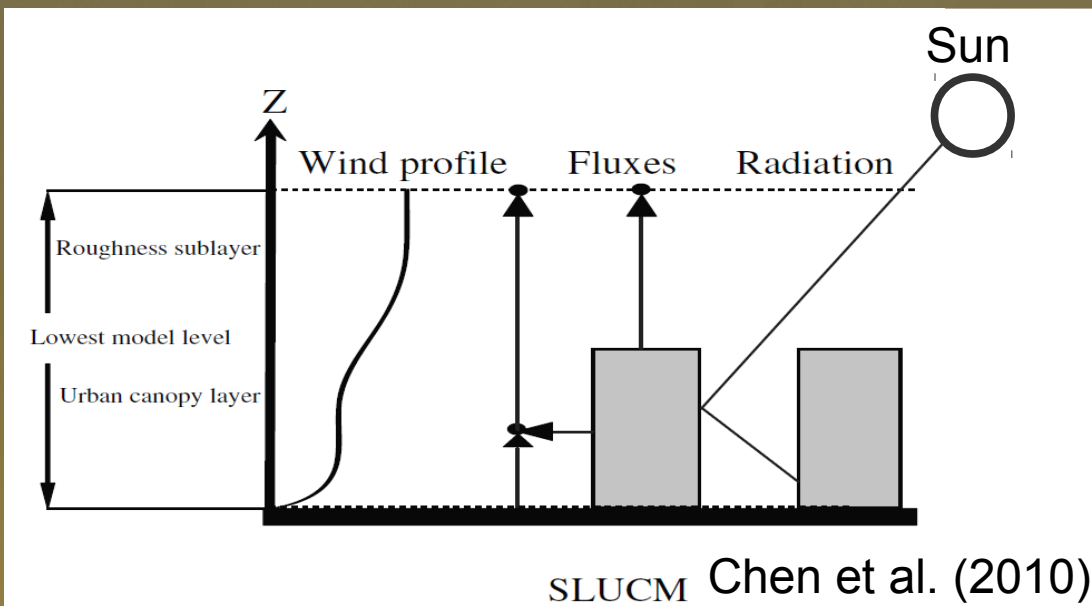
Interakce UCCh



Modelování atmosferických procesů v městské zástavbě - **parameterizace**

SLUCM (Single-Layer urban Canopy Model) – jednovrstvový model městského povrchu (Kusaka et al. (2001), Chen et al. (2010))

- Uvažuje uliční kanály a budovy
- Toky tepla a záření mezi vzduchem v uličním kanálu a okolitými budovami
- “Uváznutí“ záření v uličním kanálu – Trapping of radiation
- Neuvažuje vertikální změnu veličin v uličním kanálu
- Výpočetně nenáročný proto vhodný pro dlouhé klimatické simulace



Výsledky simulací

Vliv parameterizace městské zástavby na klima

Období 2005-2009

Simulace uvažováním městské zástavby

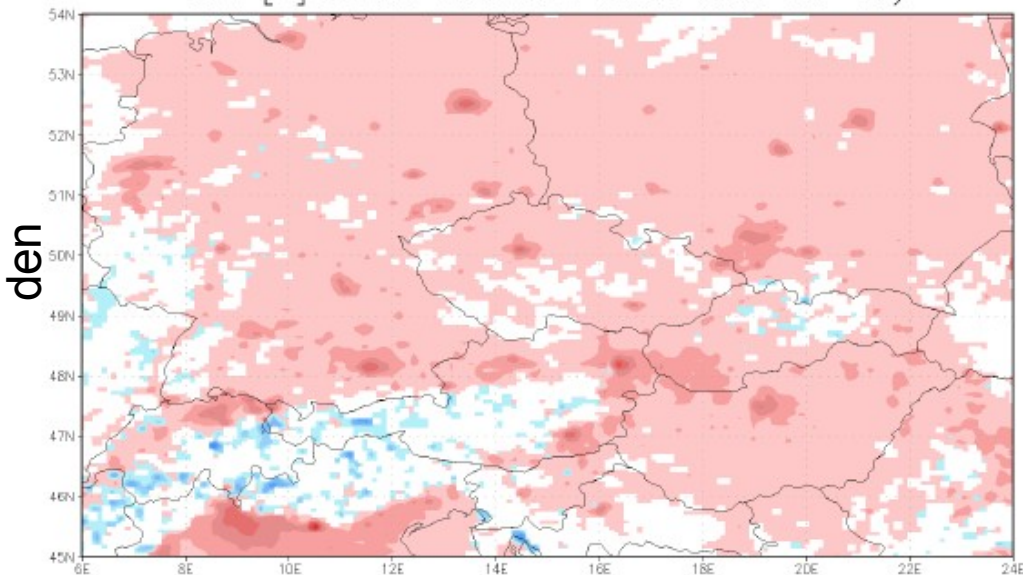
minus

simulace bez měst

Teplota ve 2 m

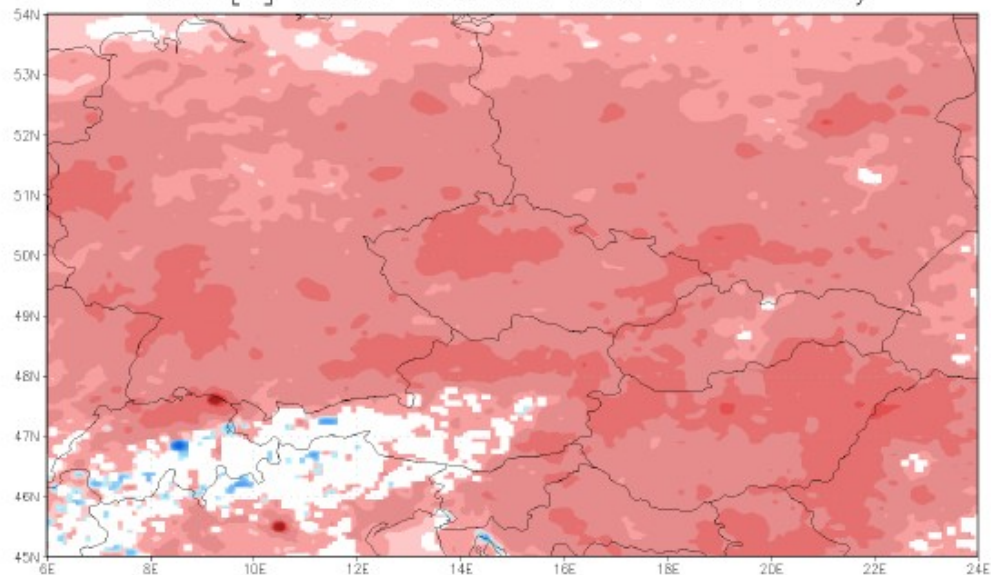
zima

t2m [K] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 DJF day



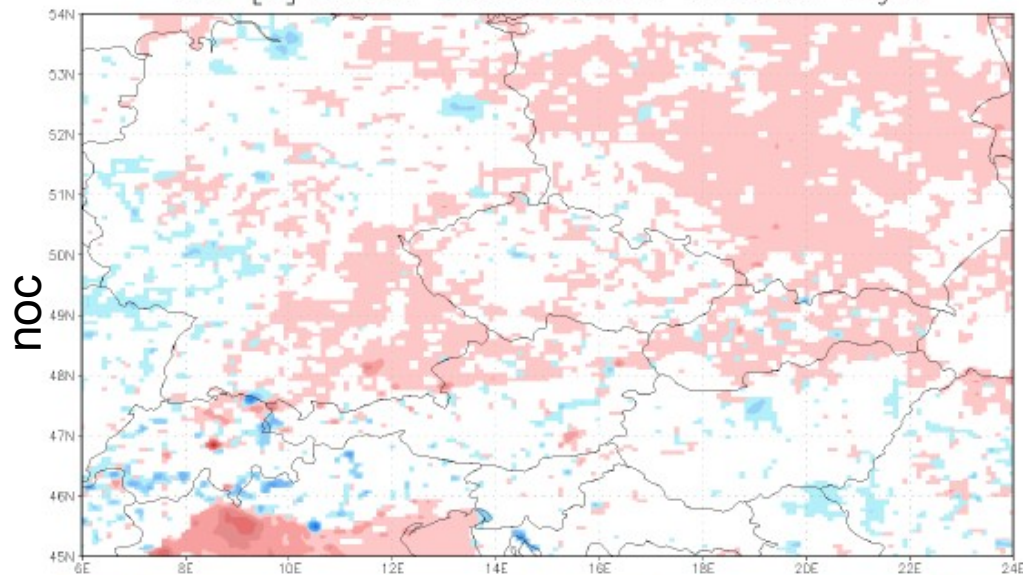
léto

t2m [K] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 JJA day

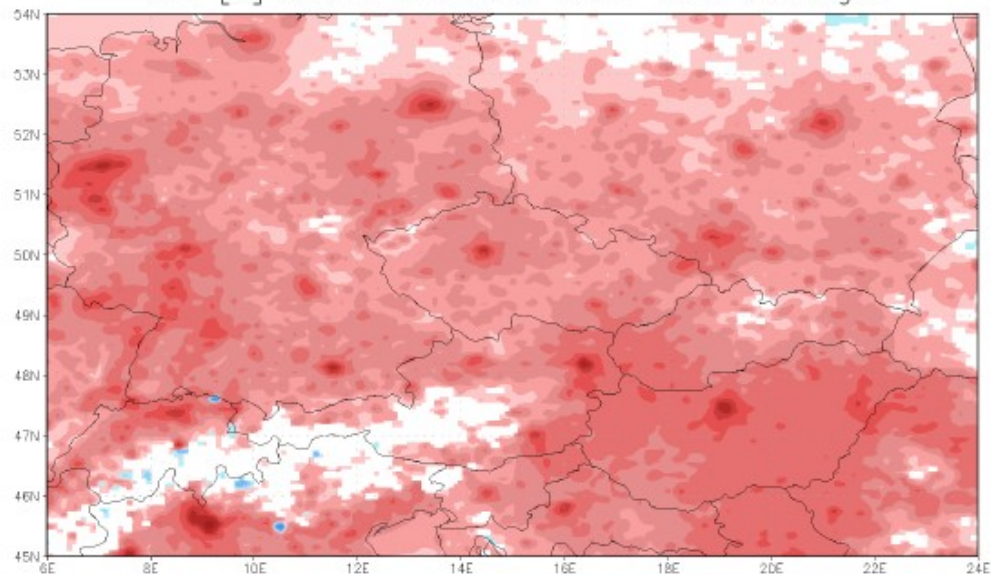


den

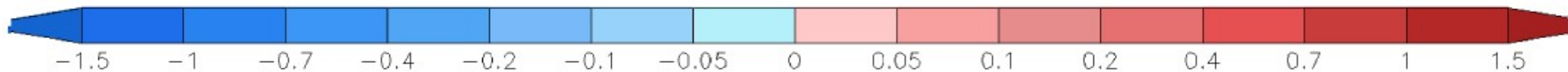
t2m [K] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 DJF night



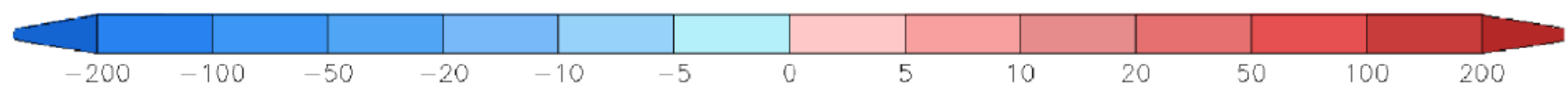
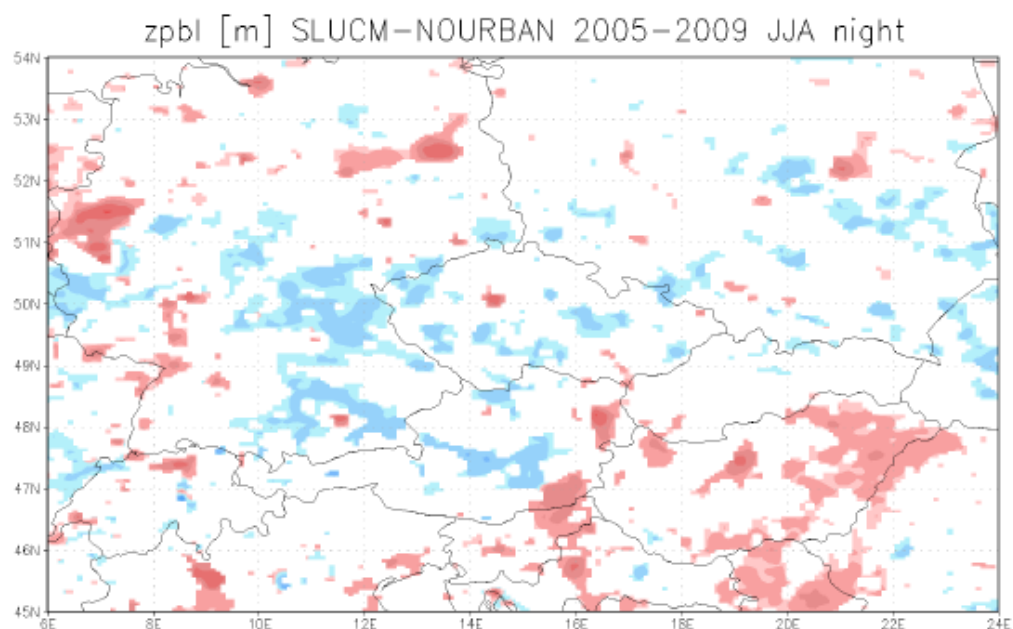
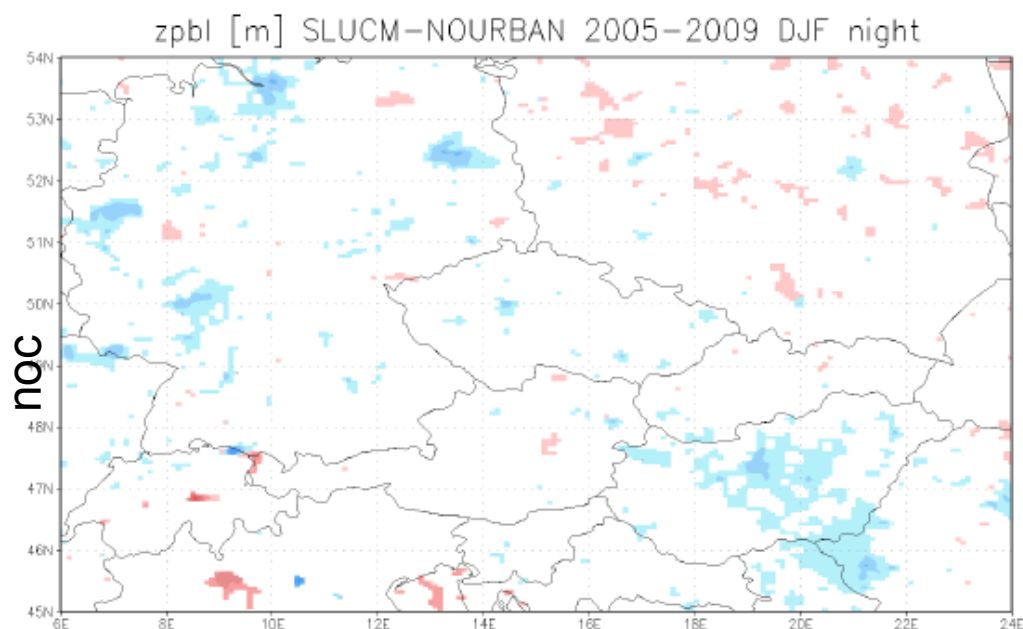
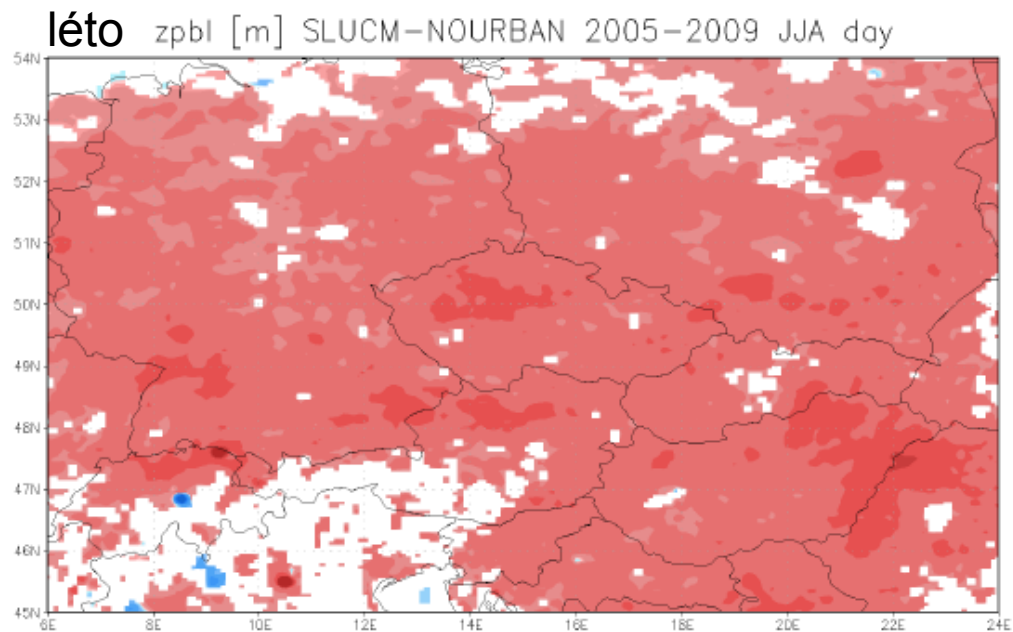
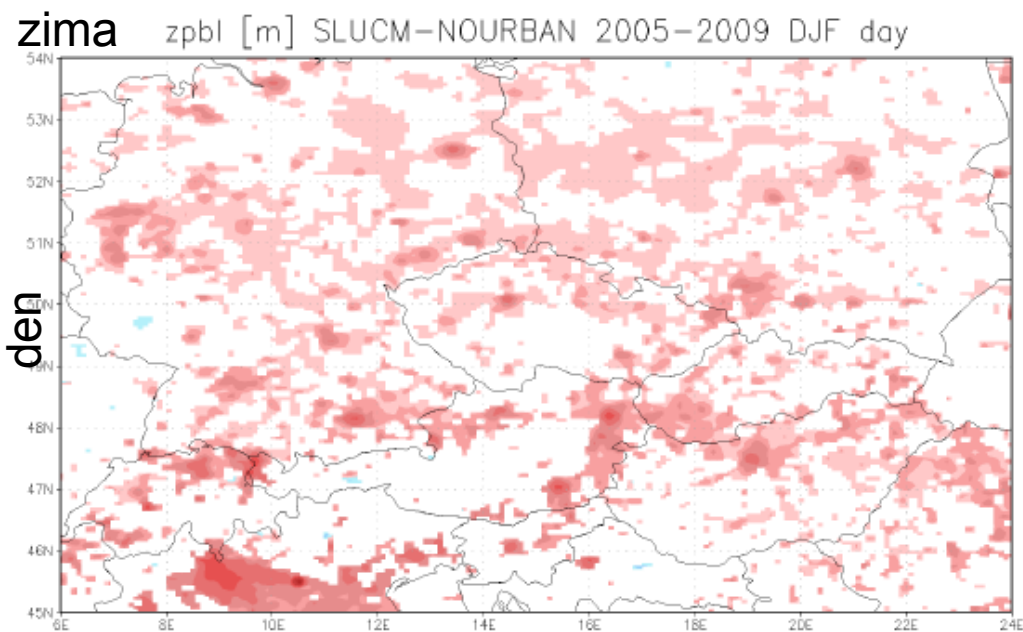
t2m [K] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 JJA night



noc

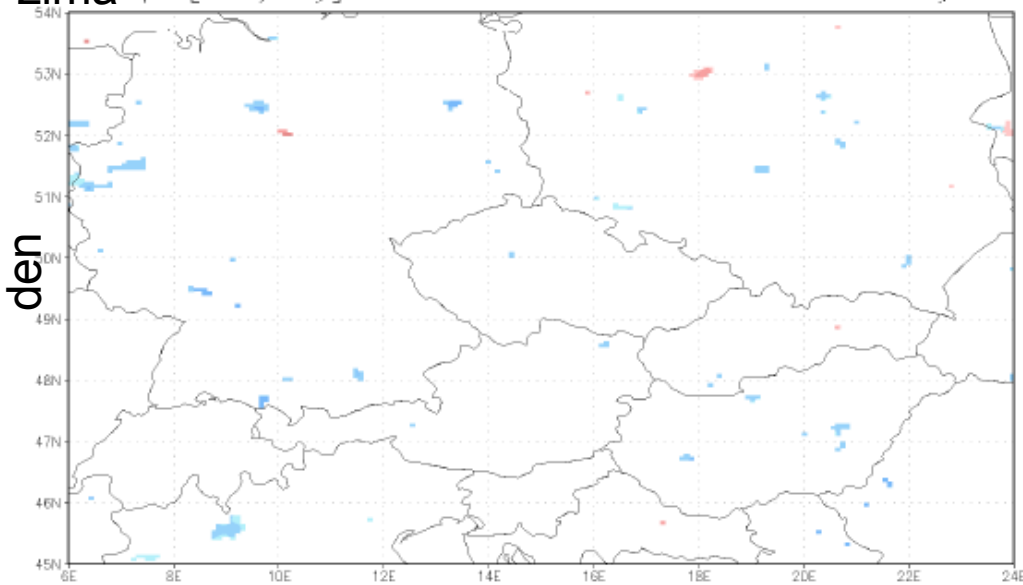


Výška mezní vrstvy

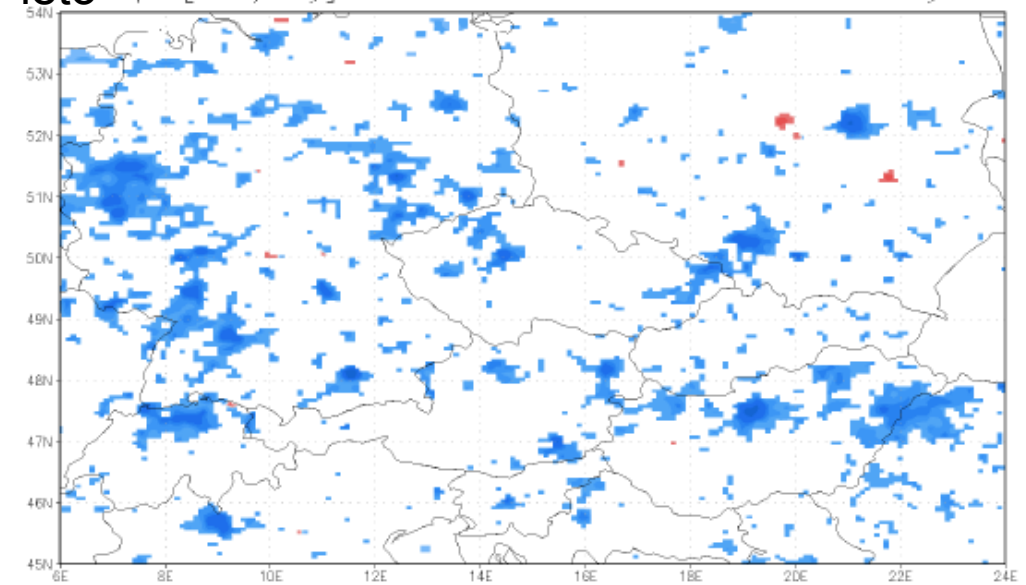


Celkové srážky

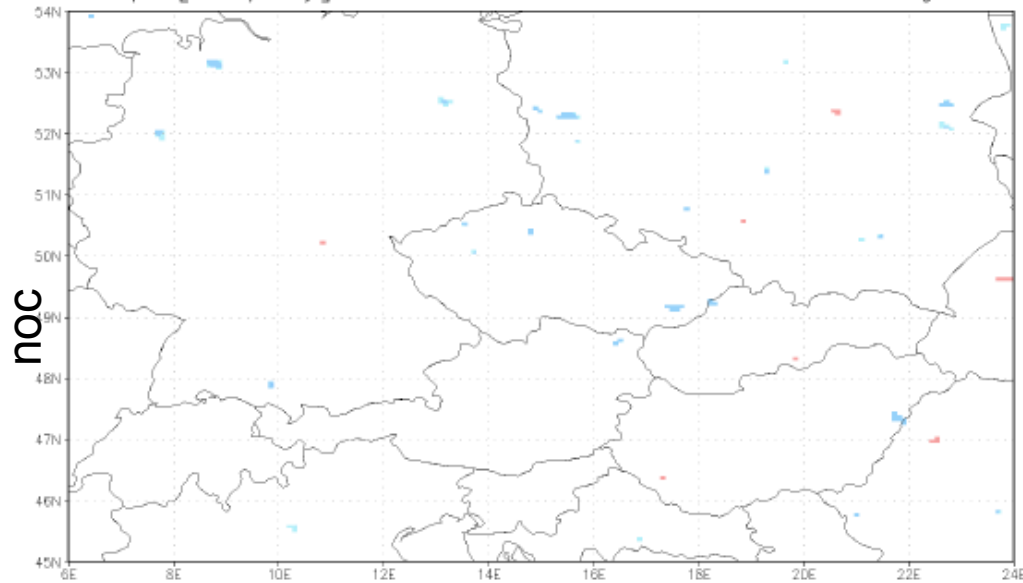
zima tpr [mm/day] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 DJF day



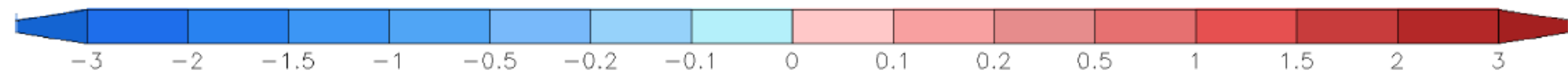
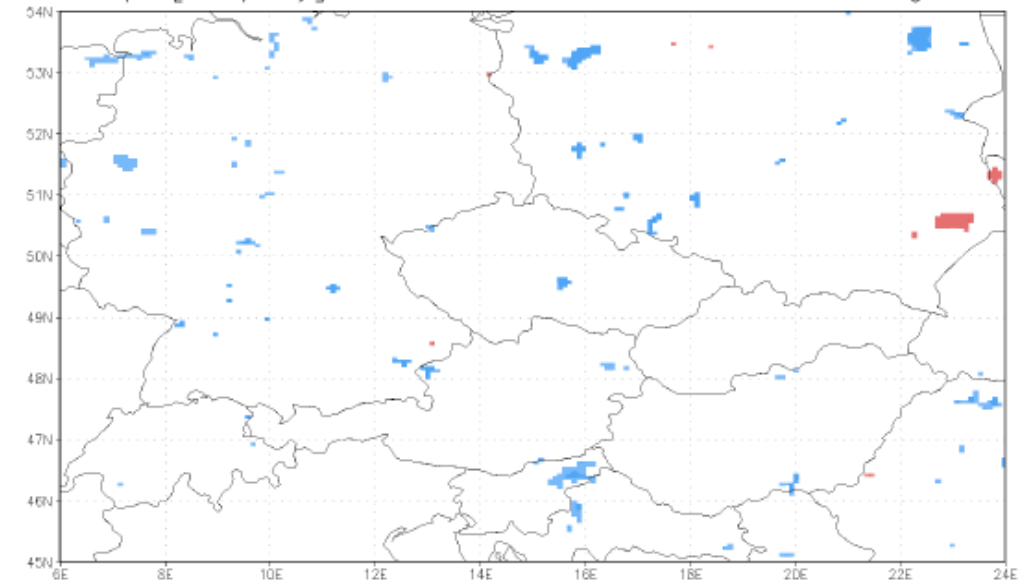
léto tpr [mm/day] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 JJA day



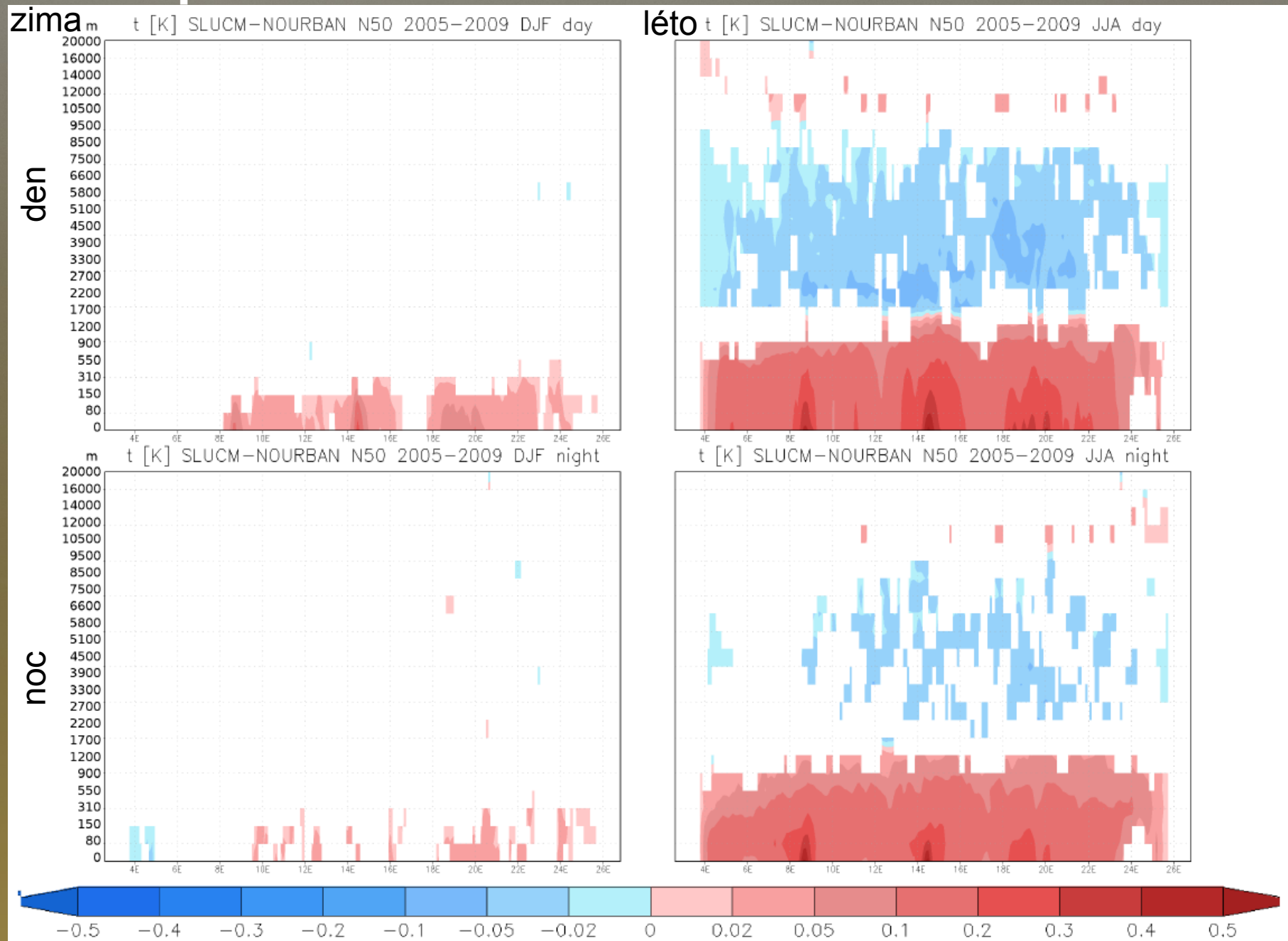
tpr [mm/day] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 DJF night



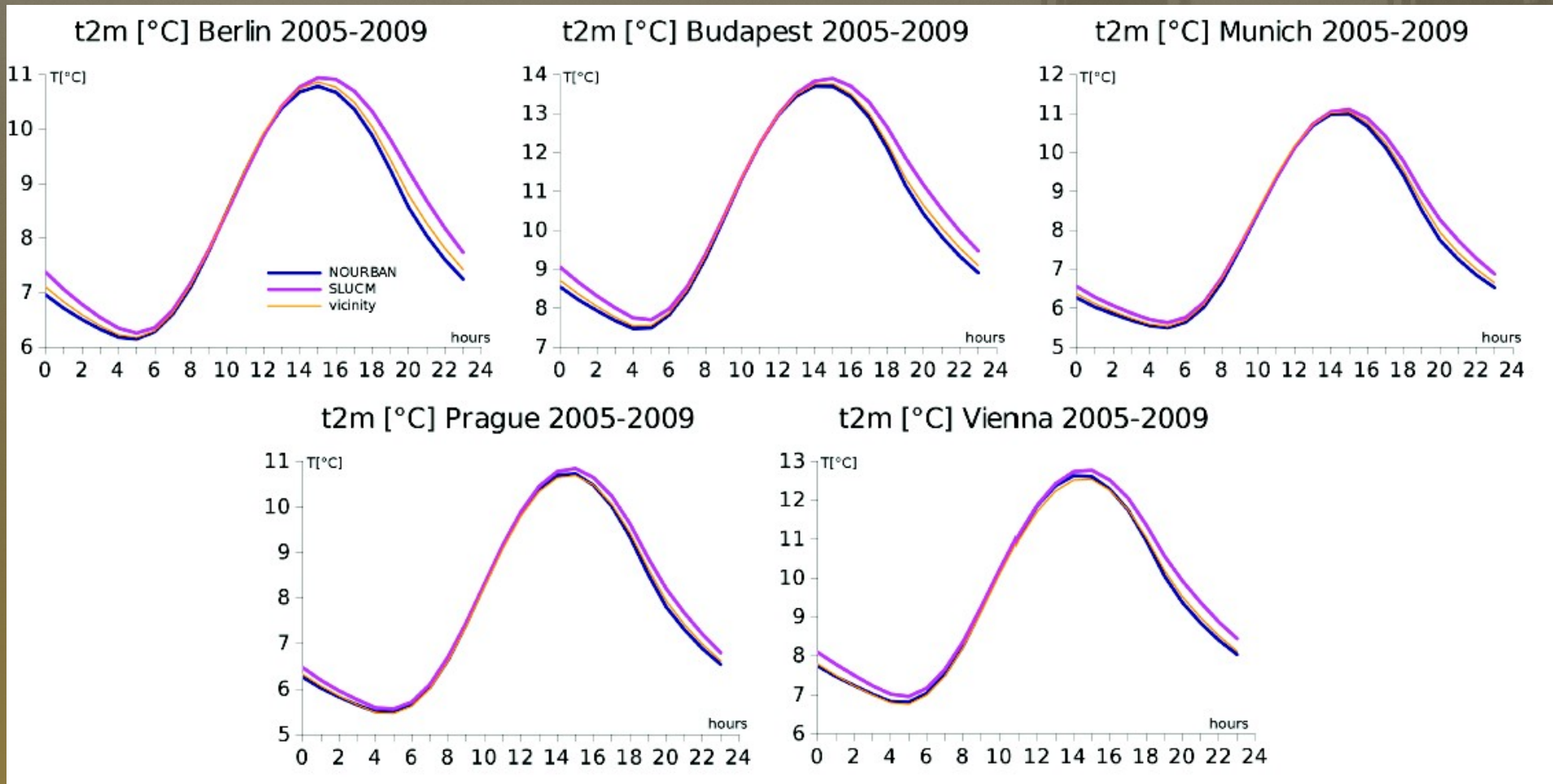
tpr [mm/day] SLUCM-NOURBAN 2005-2009 JJA night



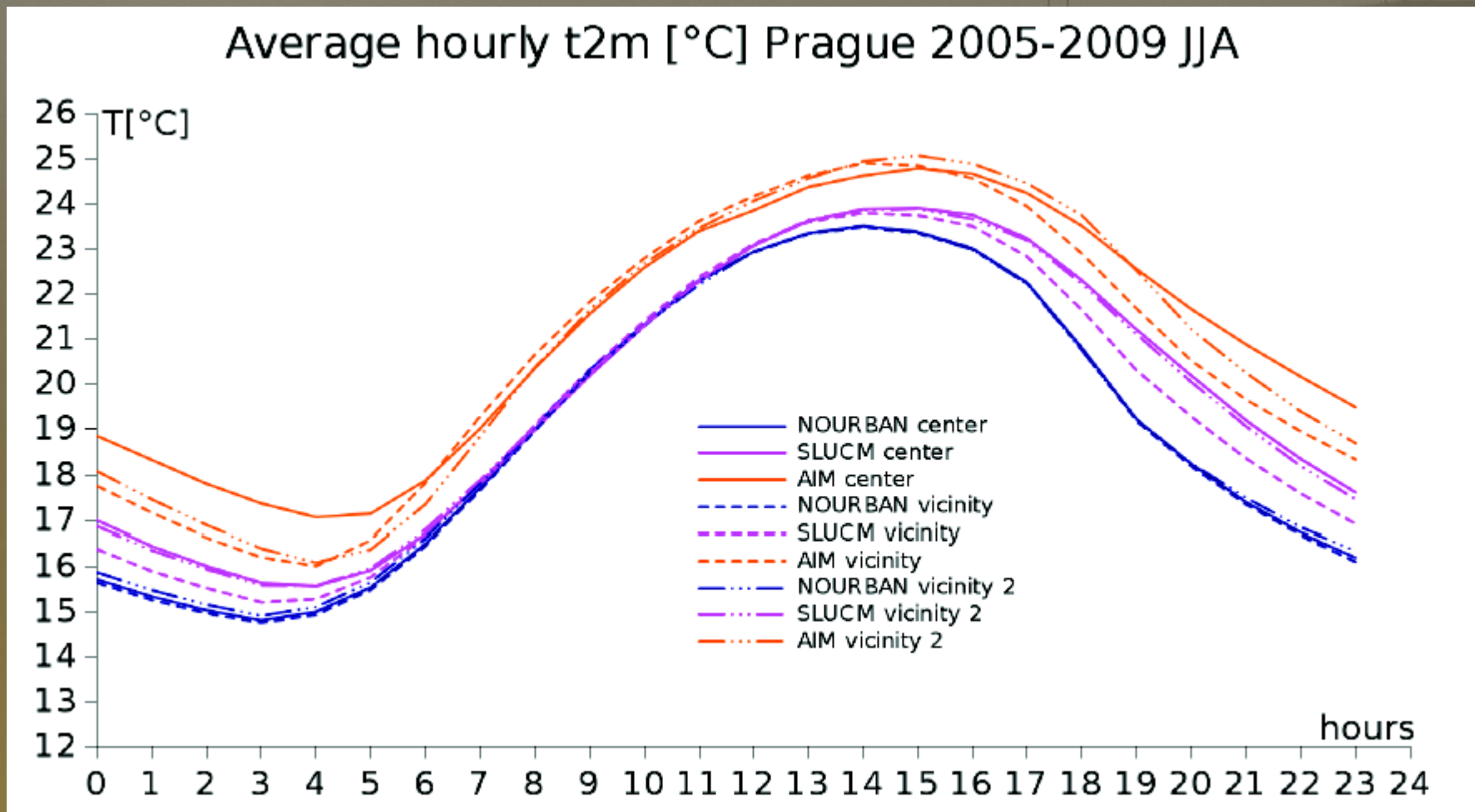
Teplota – vertikální řez N 50.0°



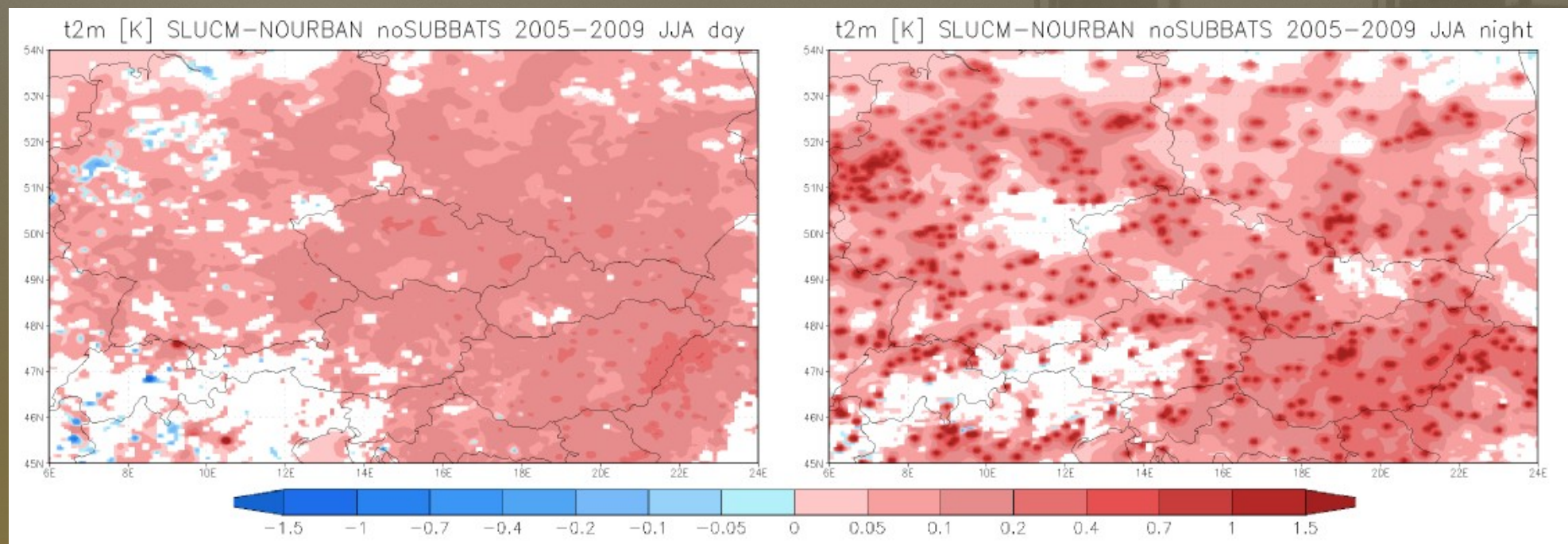
Teplota – denní chod



Teplota – denní chod (Praha)



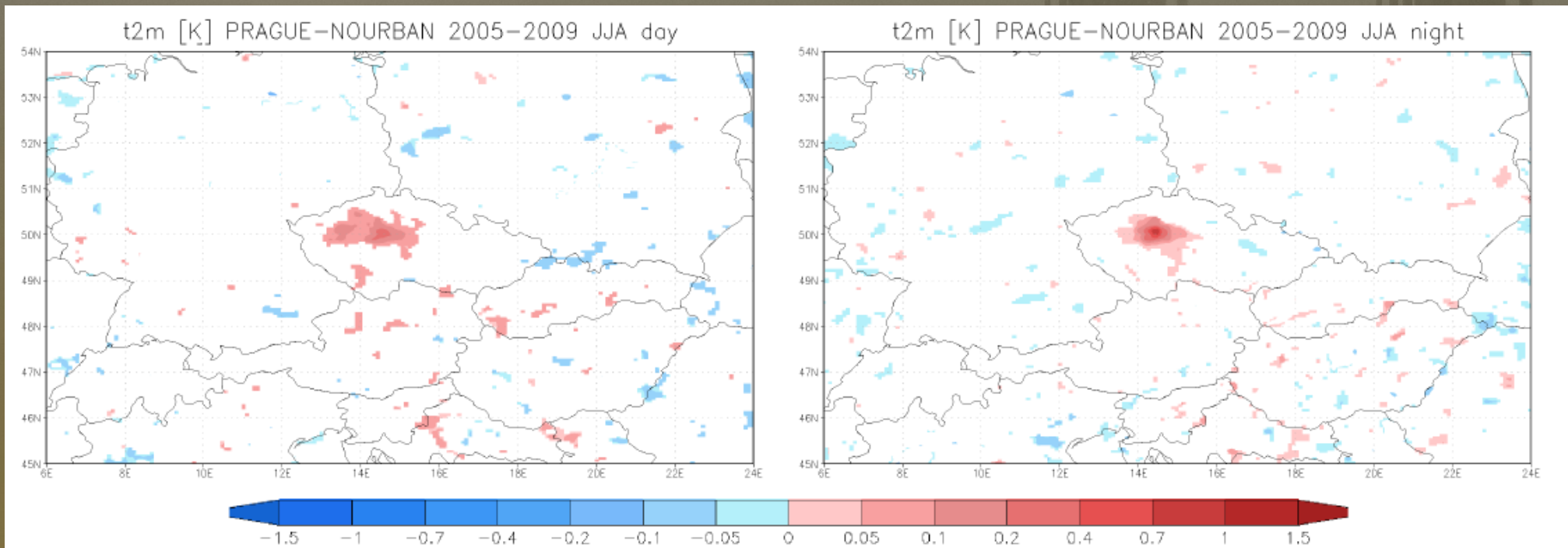
Teplota ve 2 m – vliv na větší vzdálenost?



Běhy bez SUBBATS – bez 2 km x 2 km “subgrid” dělení pro model povrchu

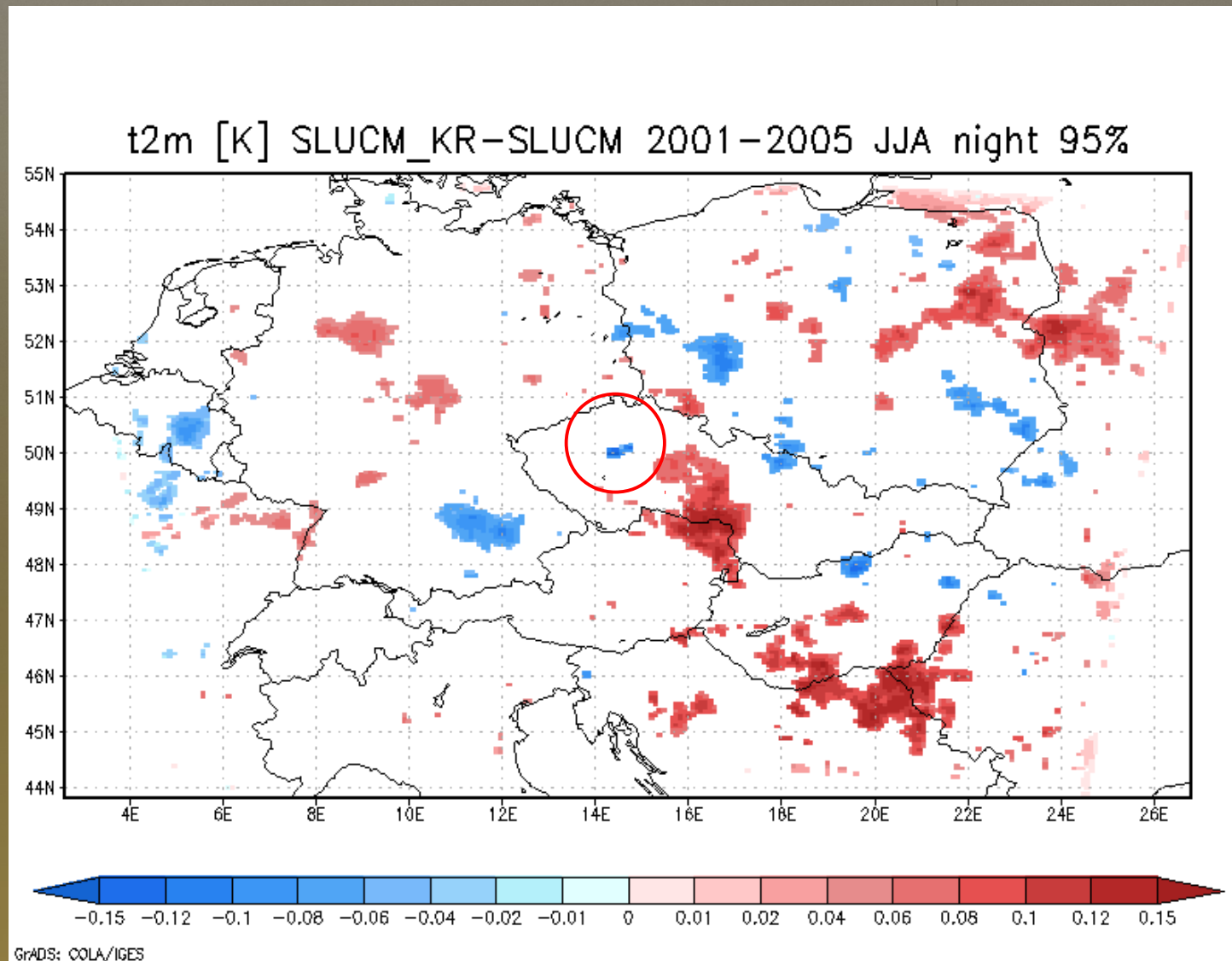
Města jsou tedy reprezentována čtvercovými plochami o velikosti 10 km x 10 km

Teplota ve 2 m – vliv na větší vzdálenost?



Městský povrch uvažovaný pouze pro Prahu(!)

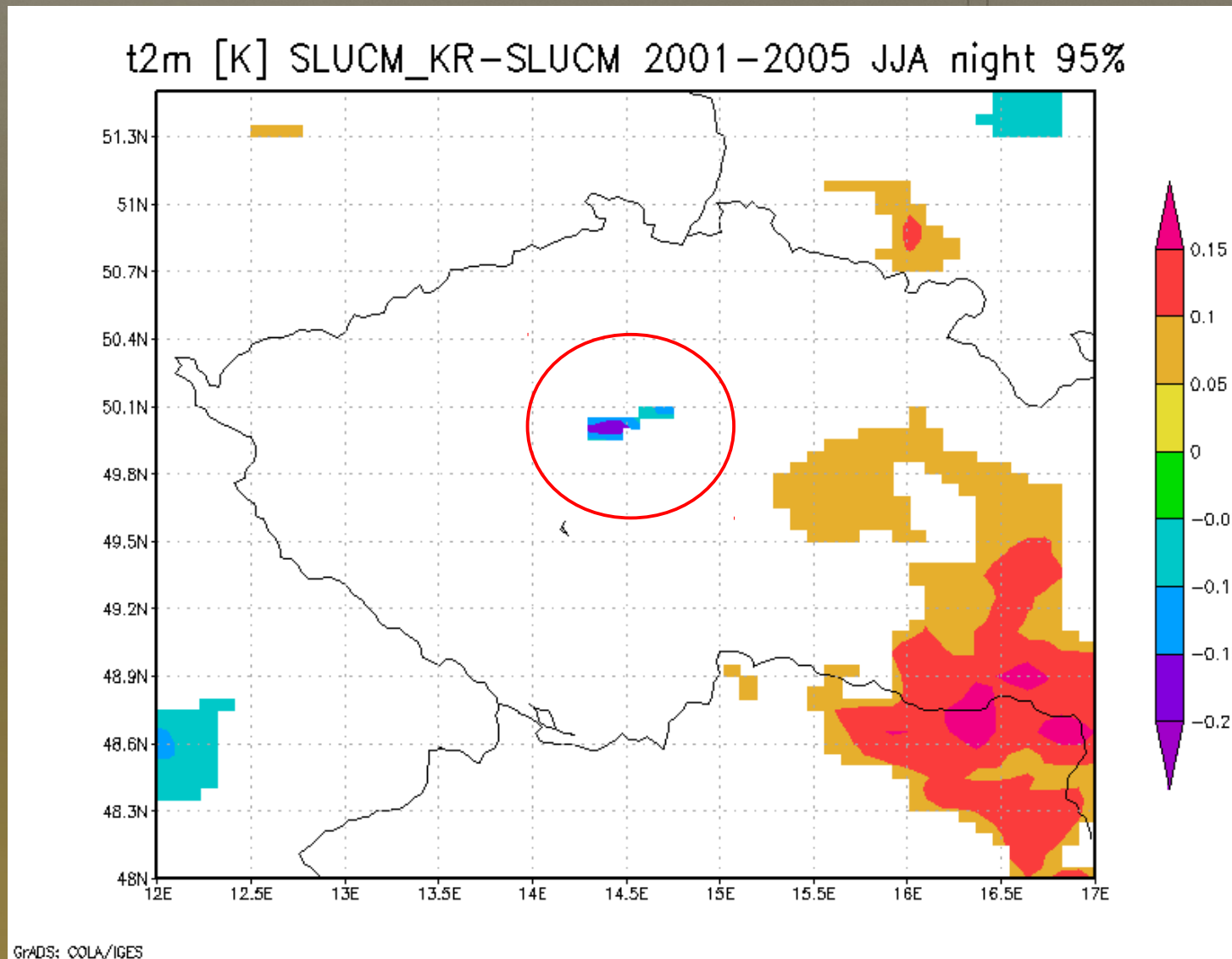
Vliv změn ve využití povrchu Implementace krajinného rozhraní v Praze (předběžné výsledky pro 5 let)



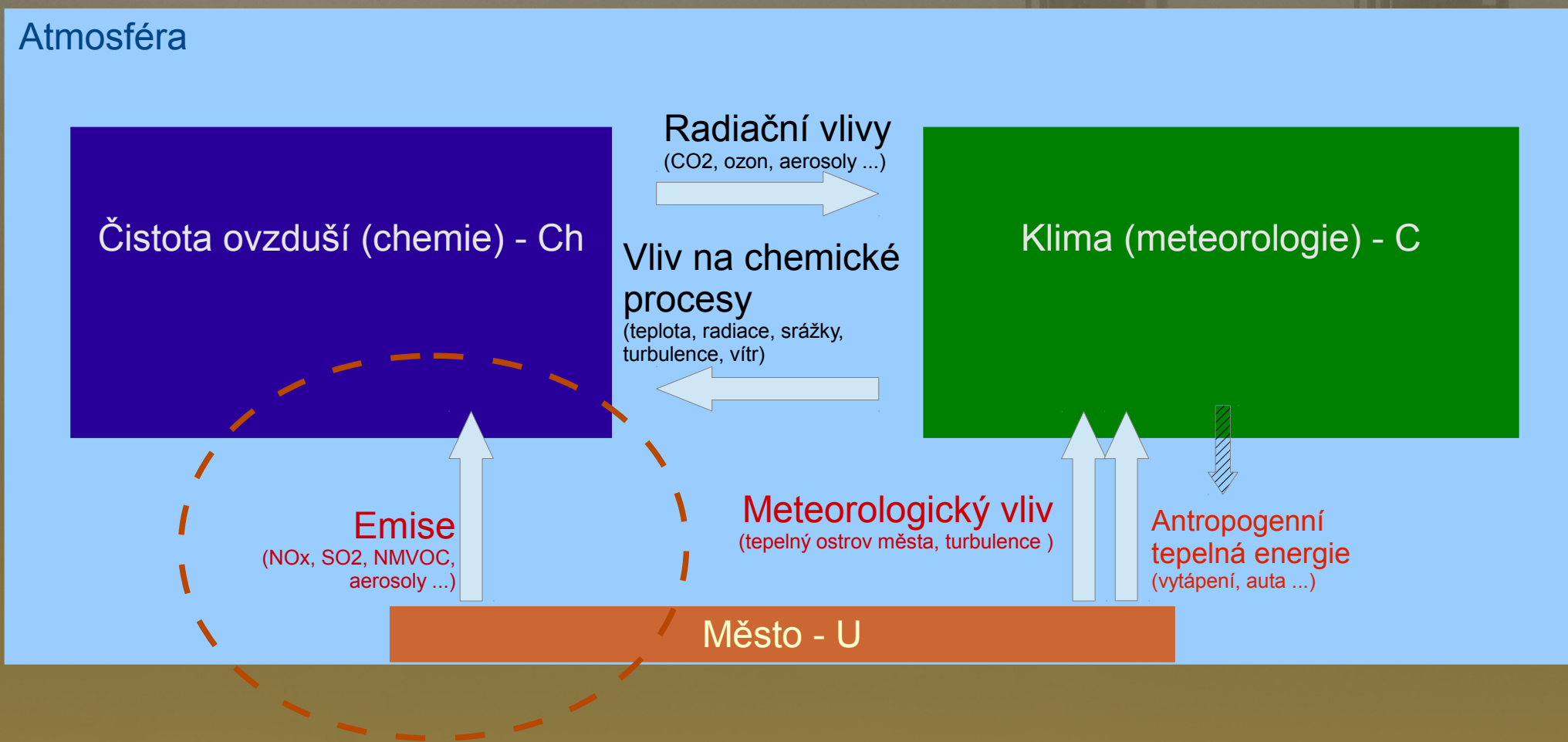
Vliv na teplotu ve 2 metrech pro léto a noční hodiny

Vliv změn ve využití povrchu

Implementace krajinného rozhraní v Praze - detail (předběžné výsledky pro 5 let)



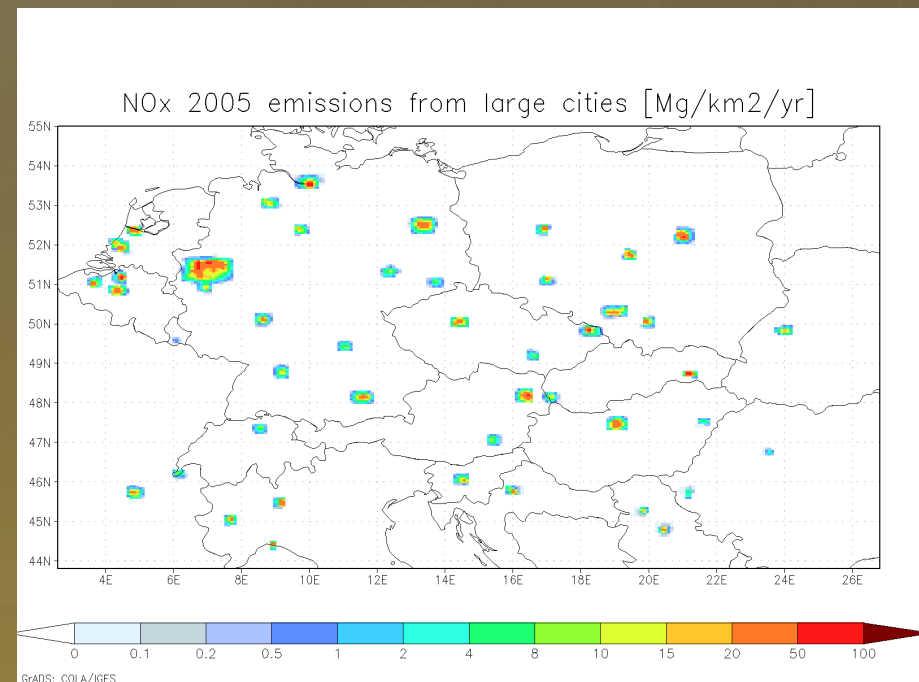
Vliv na kvalitu ovzduší



Vliv emisí z měst na kvalitu ovzduší

- Vyhodnocení vlivu emisí z měst na regionální čistotu ovzduší (tj. nezajímáme se pouze o kvalitu ovzduší v městách)
- Model CAMx – verze 5.40: Eulerovský fotochemický model atmosféry + aerosoly
- Emise z databáze TNO pro rok **2005, 2030 a 2050**
- Období 2001-2010
- Stejná doména jako pro vyhodnocení vlivu městské zástavby s rozlišením 10 km x 10 km
- Běh se všemi emisemi vs. běhy bez emisí z měst
- Uvažujem města obvykle nad populací 500 000 (výjimky ve střední a východní Evropě)
- Vliv radiačně aktivních plynů/aerosolů na radiační rovnováhu a klima
- Test linearity:

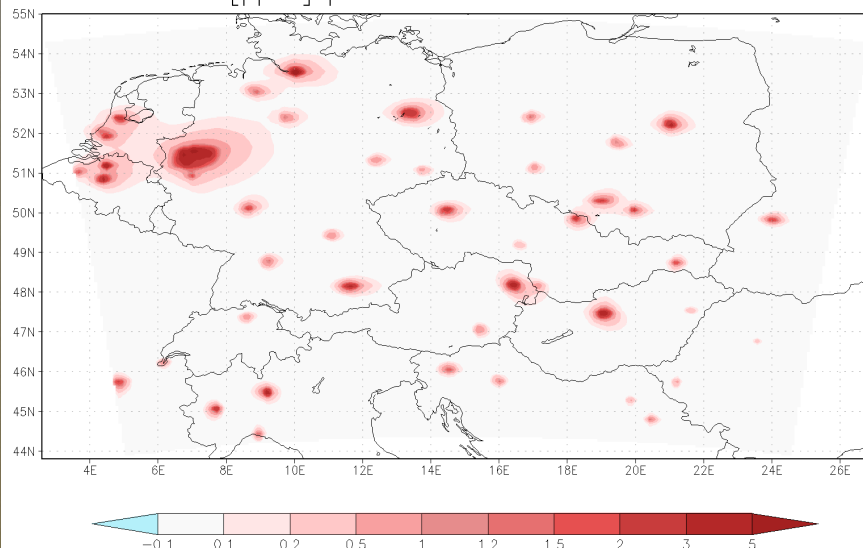
Conc_{10xEmissions/10.0} vs. Conc_{1.0xEmissions}



Vliv emisí z měst na kvalitu ovzduší

NOx ppbv JJA 2001-2010 (1x Emis)

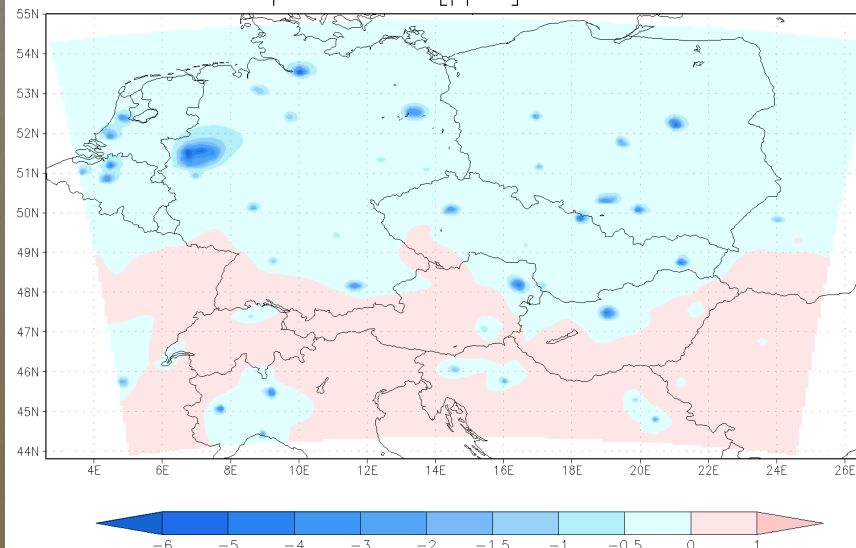
Urban NOx [ppbv] perturbation 2001-2010 JJA unscaled



GrADS: COLA/IGES

O3 ppbv 2001-2010

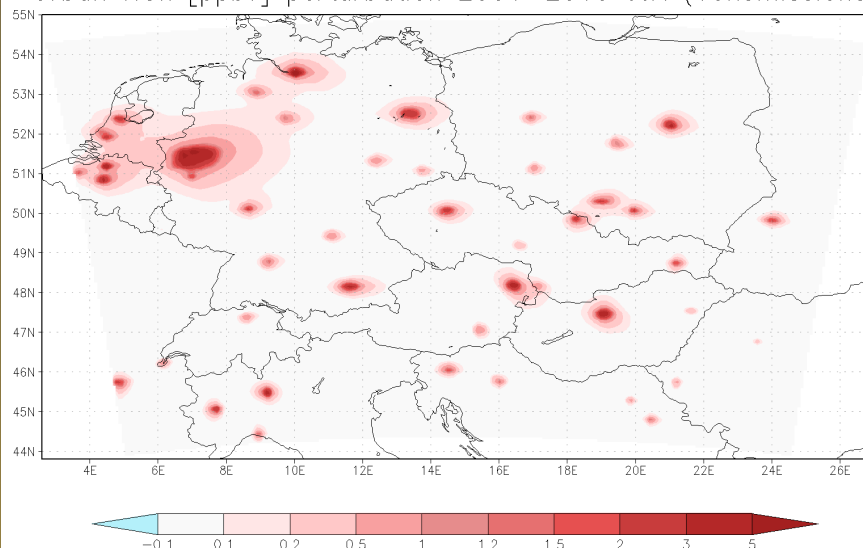
Urban impact on O3 [ppbv] 2001 BASE-ZERO



GrADS: COLA/IGES

NOx ppbv JJA 2001-2010 (10 x Emis/10.0)

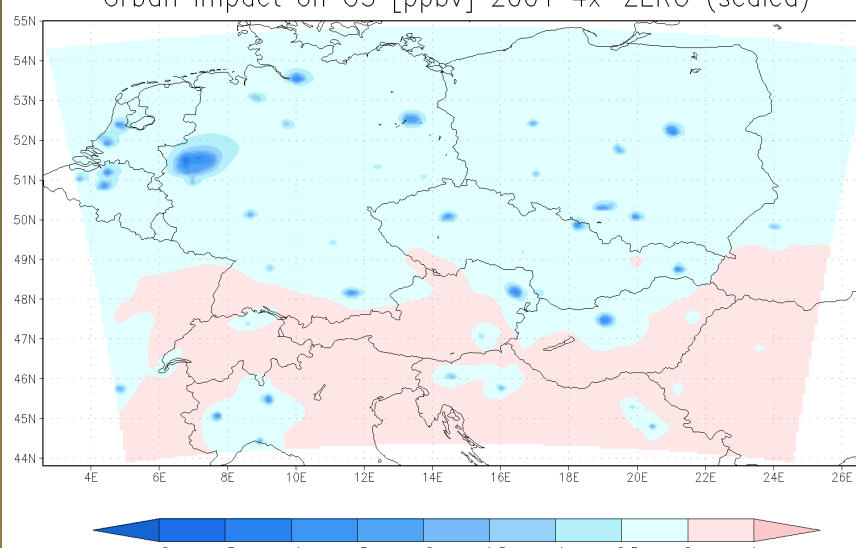
Urban NOx [ppbv] perturbation 2001-2010 JJA (10xemissions)



GrADS: COLA/IGES

O3 ppbv JJA 2001-2010 (10 x Emis/10.0)

Urban impact on O3 [ppbv] 2001 4x-ZERO (scaled)

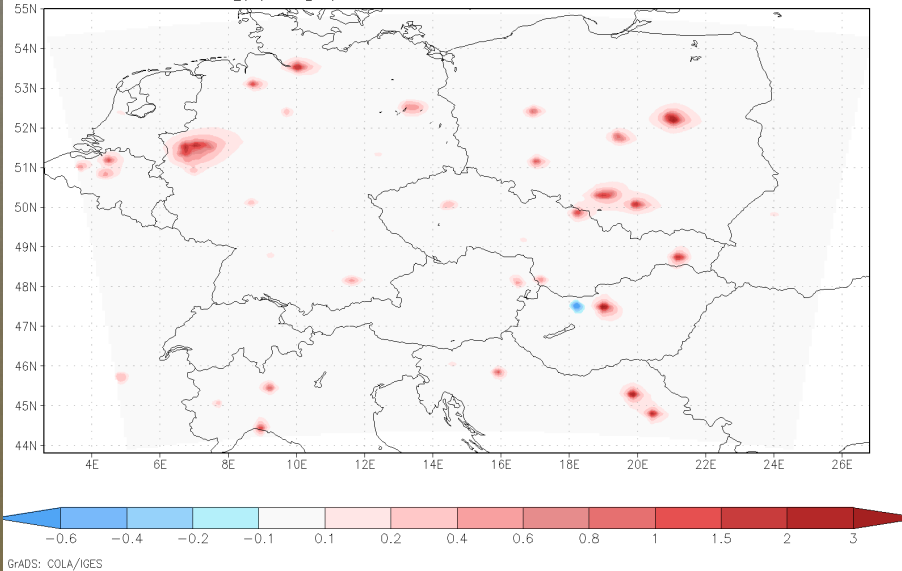


GrADS: COLA/IGES

Vliv emisí z měst na kvalitu ovzduší

SOx ppbv JJA 2001-2010 (1x Emis)

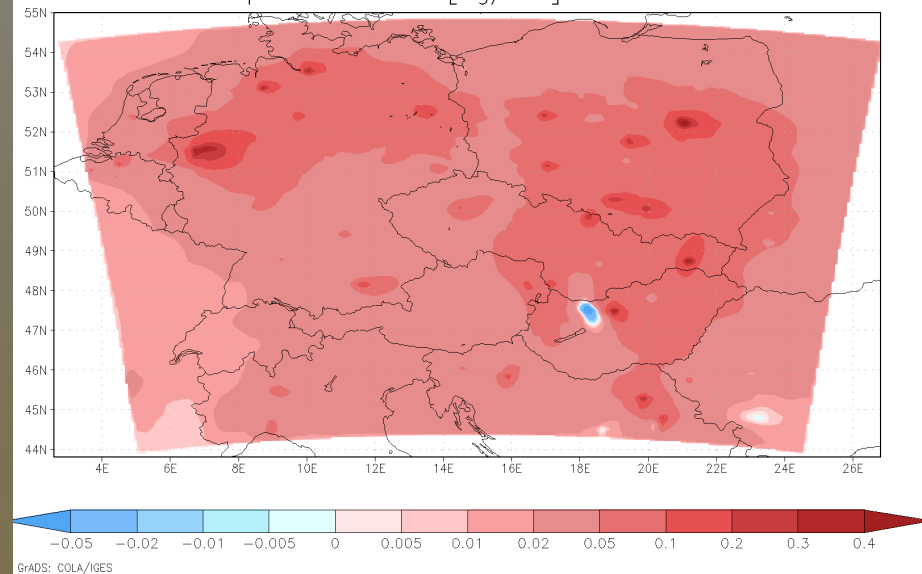
Urban S02 [ppbv] perturbation 2001-2010 JJA unscaled



GrADS: COLA/IGES

PSO4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ JJA 2001-2010 (1x Emis)

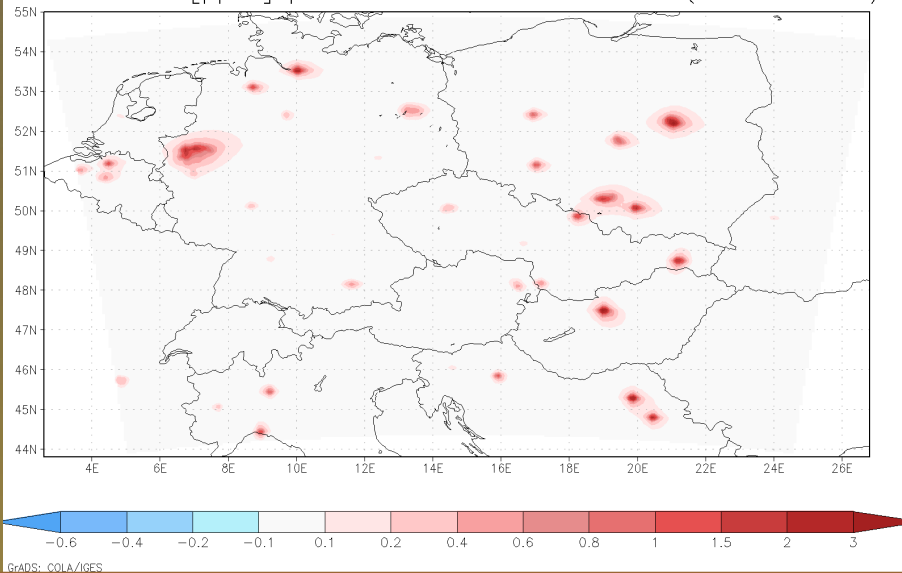
Urban impact on PSO4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2001 BASE-ZERO



GrADS: COLA/IGES

SOx ppbv JJA 2001-2010 (10 x Emis/10.0)

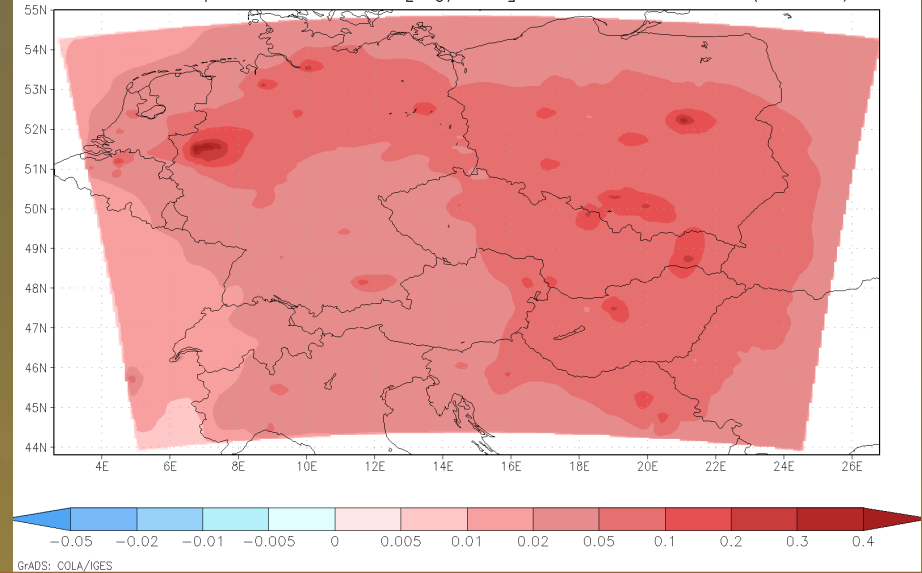
Urban S02 [ppbv] perturbation 2001-2010 JJA (10xemissions)



GrADS: COLA/IGES

PSO4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ JJA 2001-2010 (10x Emis/10)

Urban impact on PSO4 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2001 4x-ZERO (scaled)

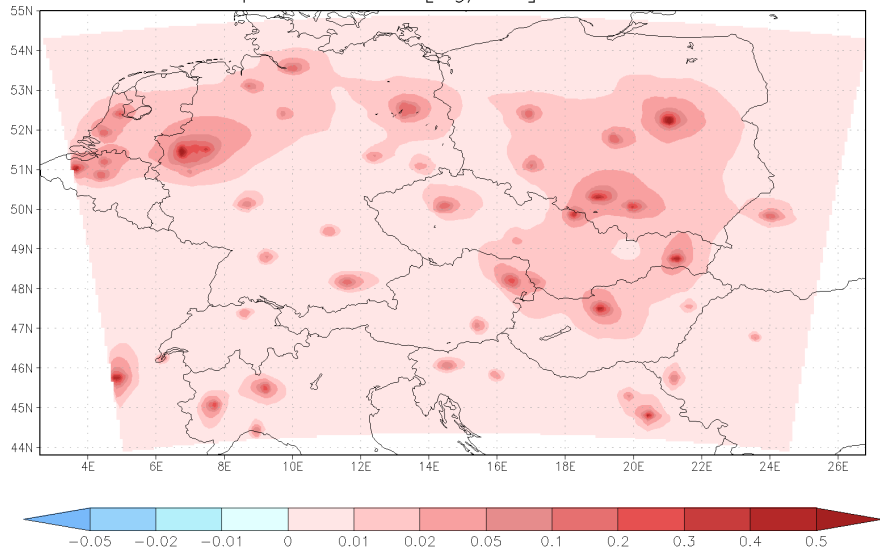


GrADS: COLA/IGES

Vliv emisí z měst na kvalitu ovzduší

PEC $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2001-2010 (1xEmis)

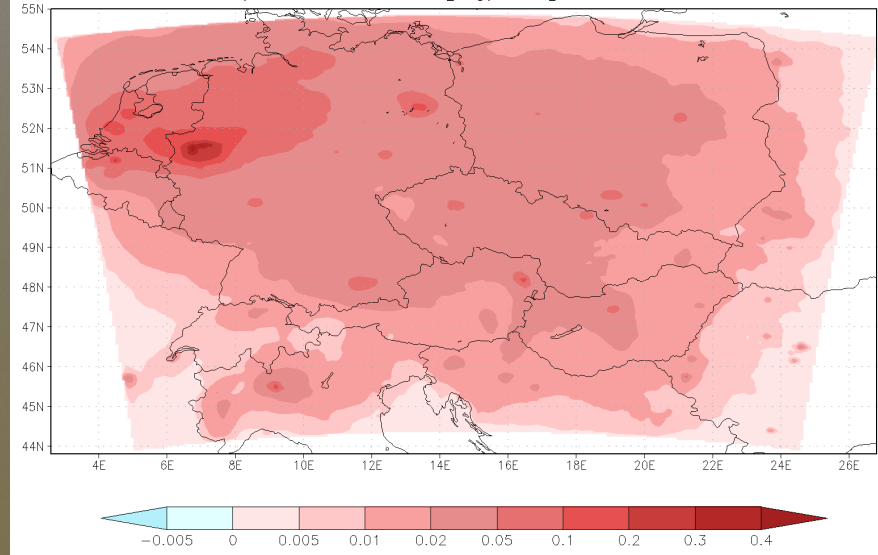
Urban impact on PEC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2001 BASE-ZERO



GrADS: COLA/IGES

PNO3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2001-2010 (1xEmis)

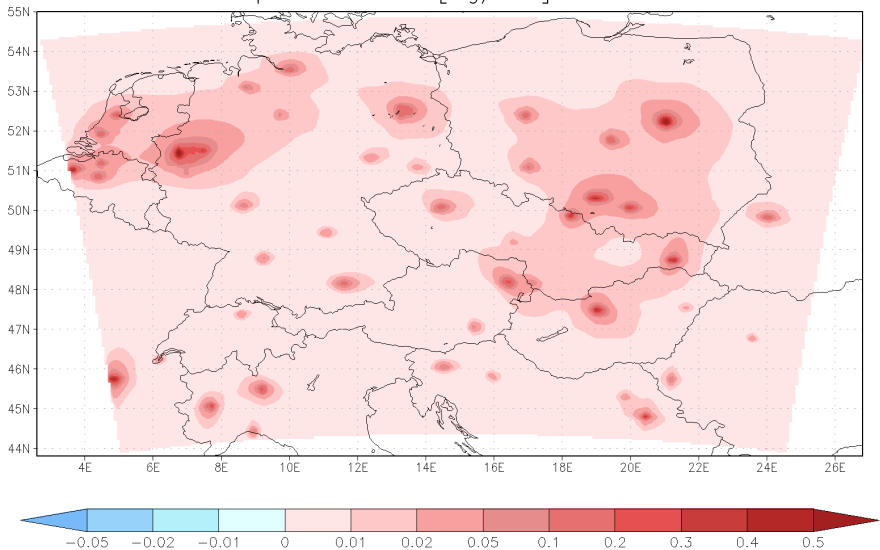
Urban impact on PNO3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2001 BASE-ZERO



GrADS: COLA/IGES

PEC $\mu\text{g}/\text{m}^3$ JJA 2001-2010 (10xEmis/10.0)

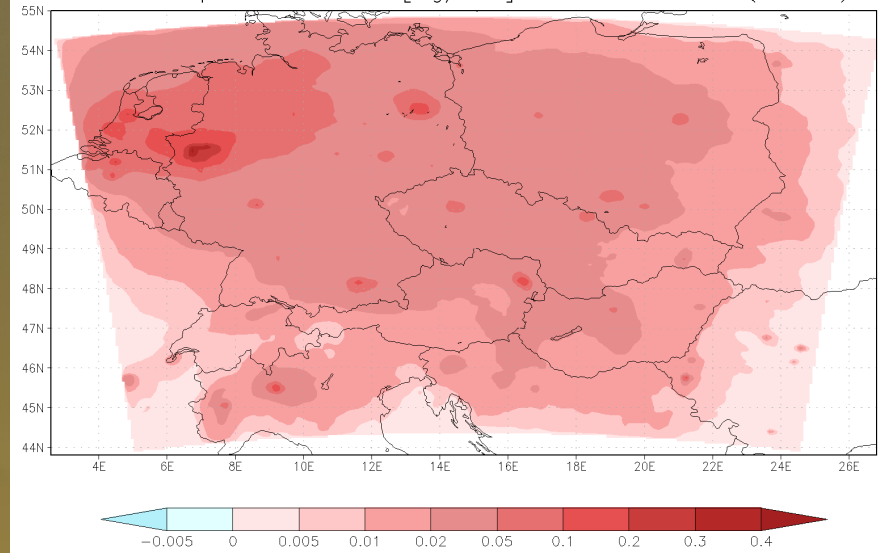
Urban impact on PEC [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2001 4x-ZERO



GrADS: COLA/IGES

PNO3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ JJA 2001-2010 (10xEmis/10.0)

Urban impact on PNO3 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] 2001 4x-ZERO (scaled)



GrADS: COLA/IGES

Závěr

- Městská zástavba výrazně ovlivňuje meteorologické veličiny ne jenom v mezní vrstvě atmosféry, ale také ve vyšších výškách.
- Nejvýraznější vliv na teplotu u povrchu v letních měsících během noci
- Výrazný UHI (urban heat island – městský tepelný ostrov) efekt
- Vliv se nesoustřeďuje pouze na bezprostřední okolí měst ale také na vzdálenější venkovní oblasti --> Kombinovaný vliv malých oblastí s městskou zástavbou a distanční vliv větších měst z okolí
- Signifikantní vliv na kvalitu ovzduší (O_3 - zejména titrace, zvýšení u sulfátových aerosolů atd.), kvazilinearita mezi hodnotou emise a prizemními koncentracemi
- Zmírnění vlivu městské zástavby na teplotu díky implementaci krajinného rozhraní

Do budoucna:

- Simulace pro budoucí dekády (2026-2035 a 2046-2055) pro vliv v budoucnosti
- Vyhodnocení radiačních vlivů troposférického ozonu a aerosolů



Děkuji za pozornost