

Adjungovaná tomografia aplikovaná pre časy šírenia Loveových vln v Českej Republike

Ľubica Valentová

KAFZM FMFI Univerzita Komenského

František Gallovič

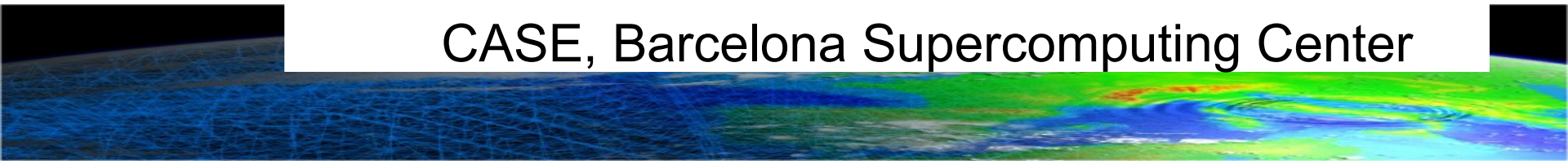
KG MFF Univerzita Karlova v Praze

Bohuslav Růžek

Geofyzikální ústav AV ČR

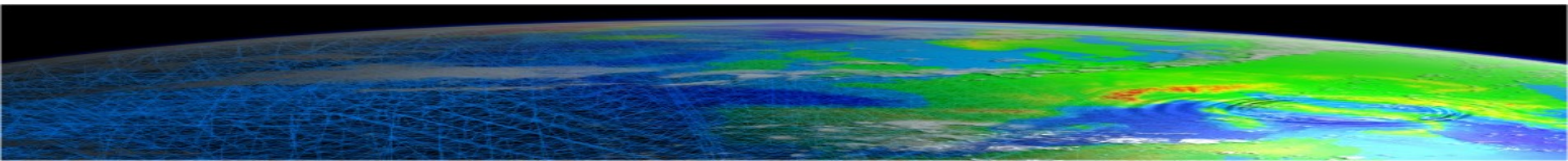
Josep de la Puente

CASE, Barcelona Supercomputing Center



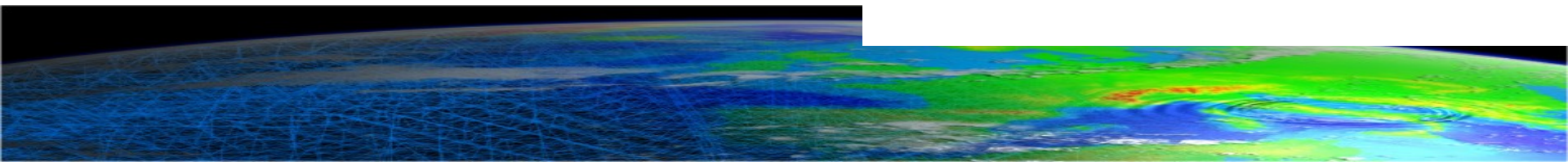
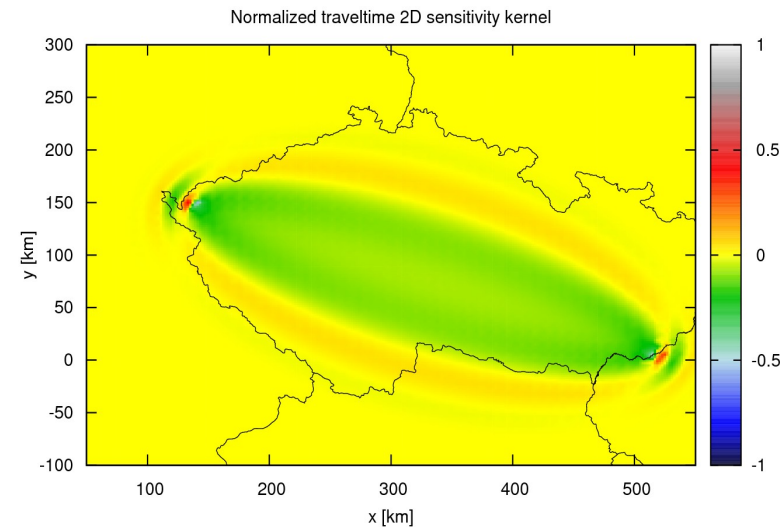
Obsah

- Motivácia
- Metóda
- Syntetické testy
- Prvé výsledky
- Záver



Motivácia

- Inverzia časov šírenia povrchových vln určených zo šumových meraní, filtrovaných pre periódy v rozsahu 20 – 2s
- Nevyhnutnosť využitia tzv. Finite frequency tomography – zahŕňa efekty pre konečné frekvencie pomocou tzv. sensitivity kernel
- Kernely ukazujú, ktoré časti skúmanej modelovej oblasti najviac ovplyvňujú dáta a teda kde treba zmeniť modelový parameter, aby sa najvýraznejšie minimalizoval misfit



Metóda

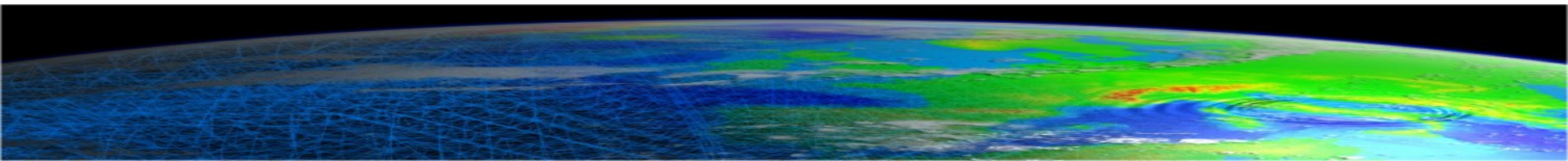
- Minimalizácia misfitu z časov šírenia

$$\chi = \frac{1}{2} \sum_i (\Delta T_i)^2 = \frac{1}{2} \sum_i (T_i^{\text{synt}} - T_i^{\text{dat}})^2$$

kde ΔT je určený pomocou kroskorelačnej metódy

- Využitie gradientovej metódy – hľadanie nového modelu proti smeru najrýchlejšieho rastu misfitu
- Sensitivity kernel je objemový kernel Fréchetovej derivácie misfitu

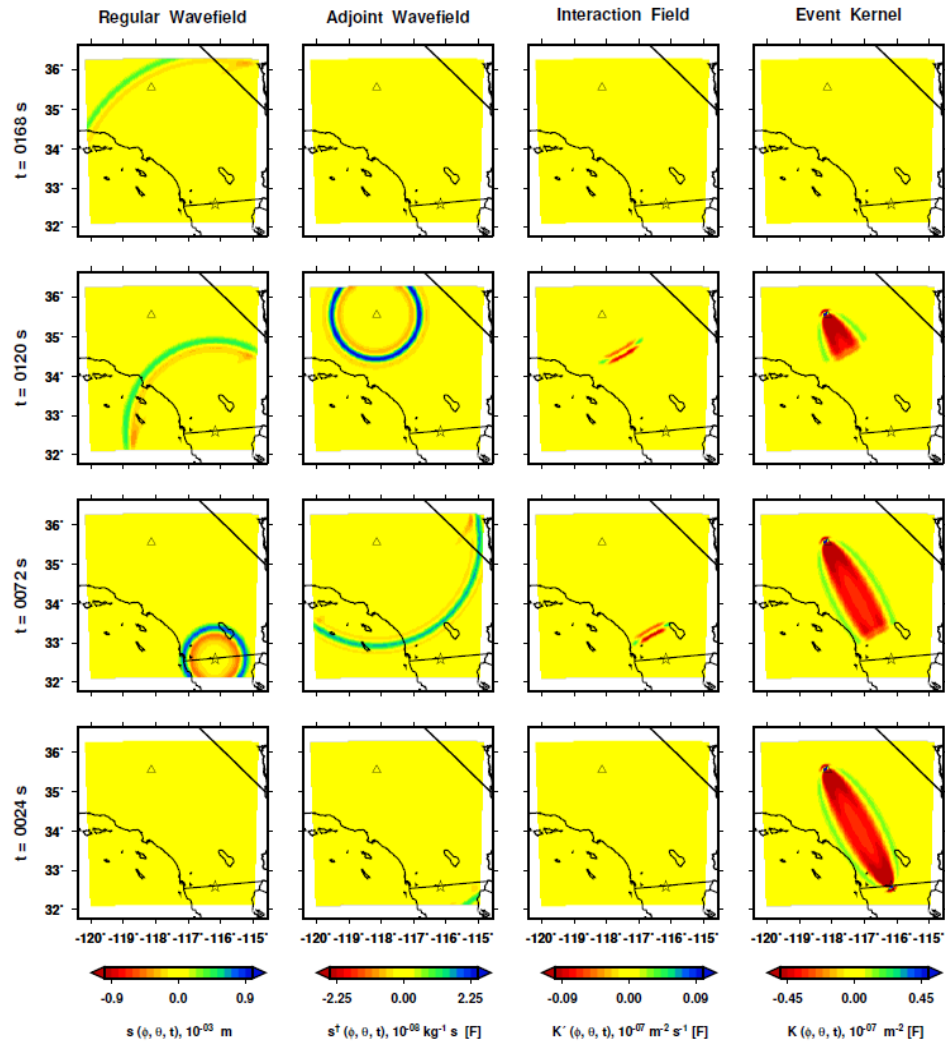
$$\delta_m \chi = \int K'_m \delta m dV = \int K_m \delta(\ln m) dV$$



Metóda

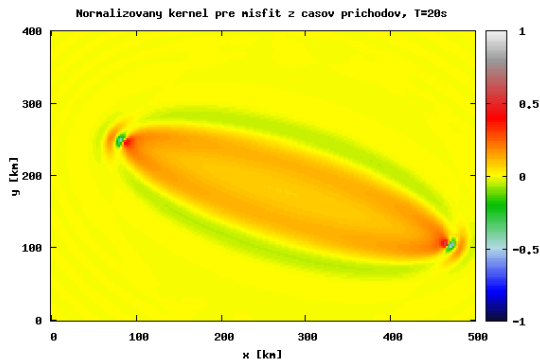
- Výpočet kernelov pomocou adjungovanej metódy
- Pozostáva z výpočtu priamej a adjungovanej úlohy – riešenie vlnovej rovnice s reálnymi a adjungovanými zdrojmi
- Pre kernel pre parameter μ platí:

$$K_{\mu} = \int (\nabla u) \cdot (\nabla u^{\dagger}) dt$$

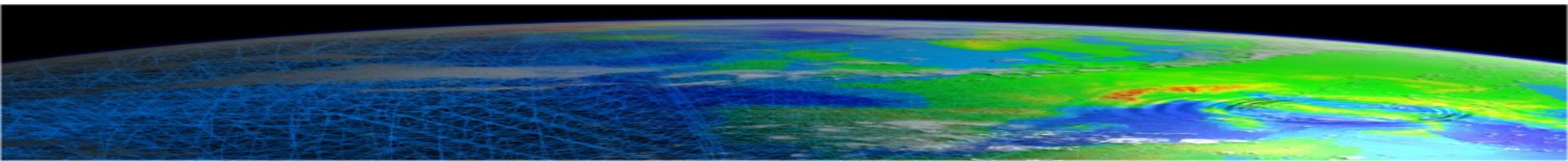
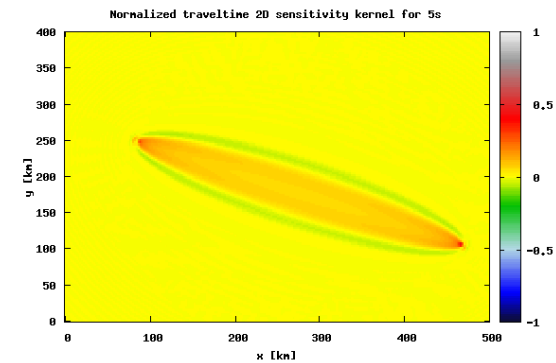
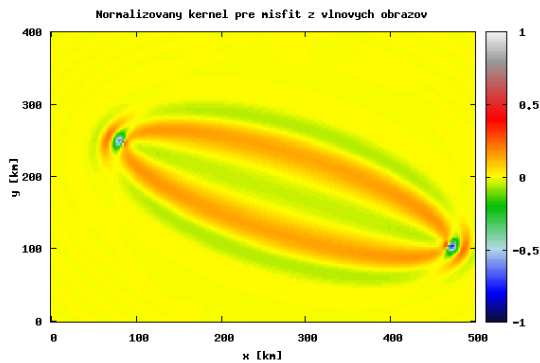
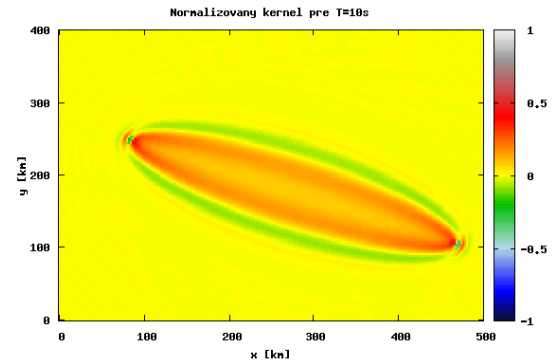


Vlastnosti kernelov

- Závislosť na misfite

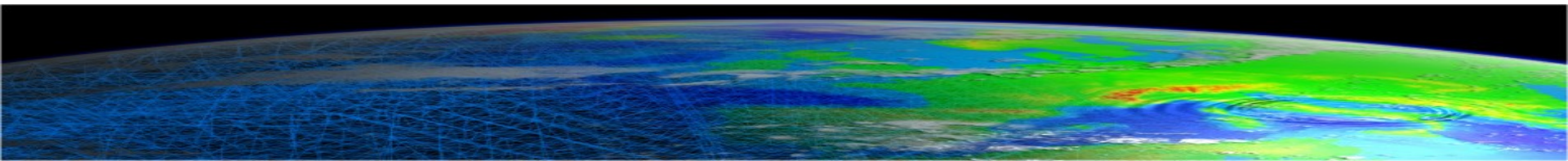
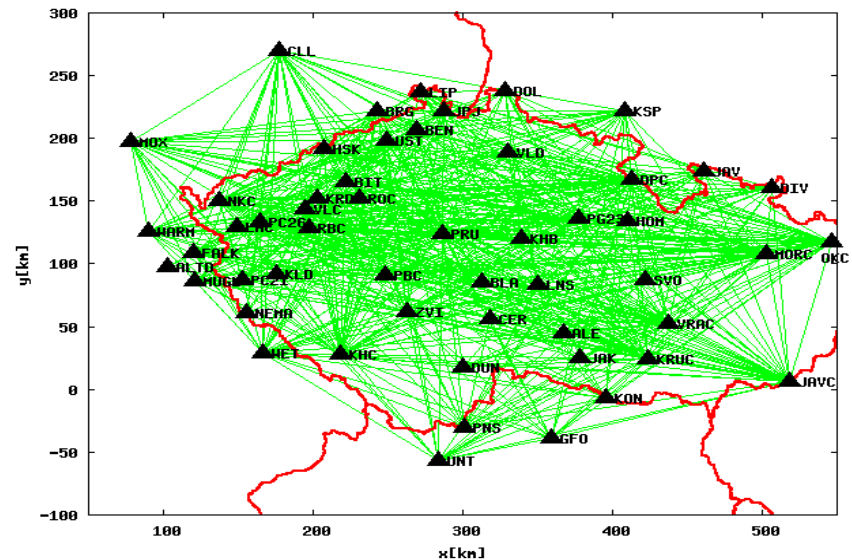


- Frekvenčná závislosť



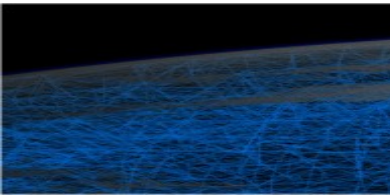
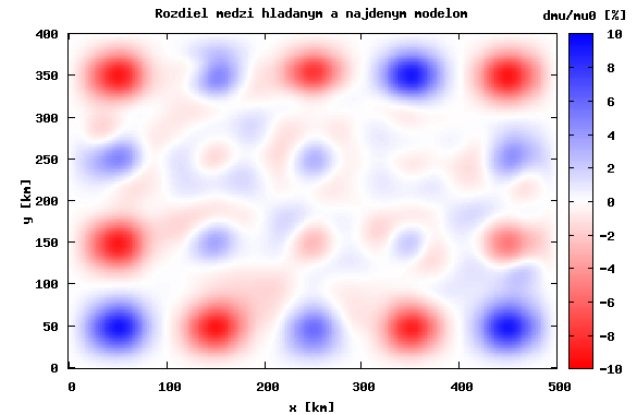
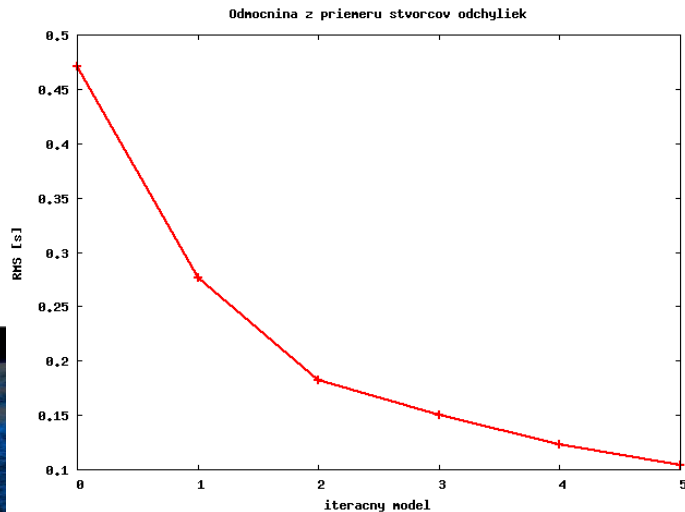
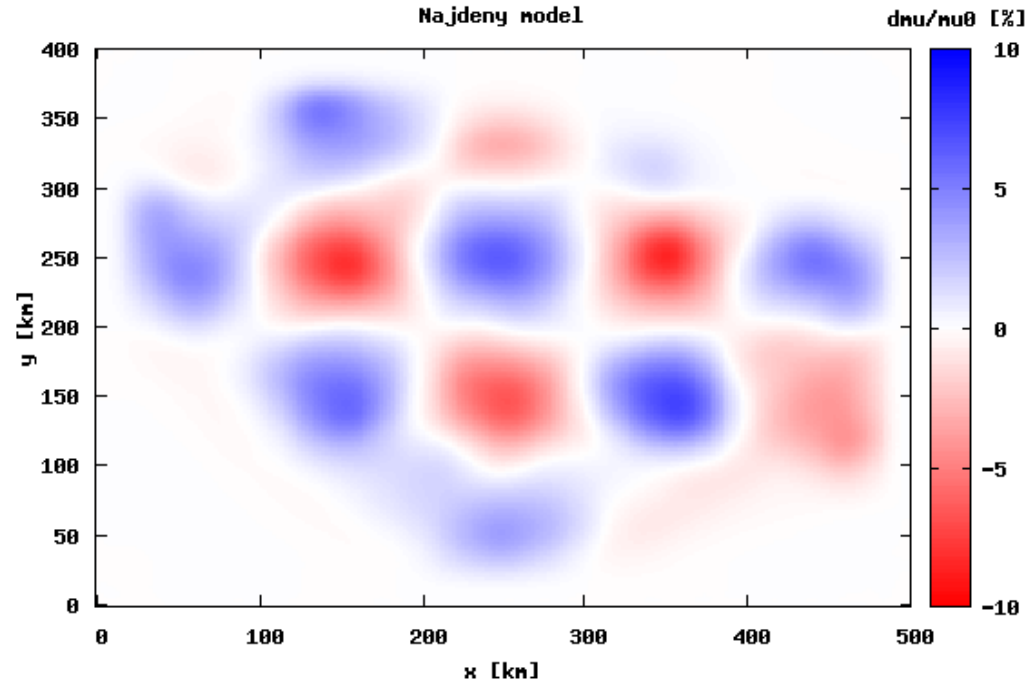
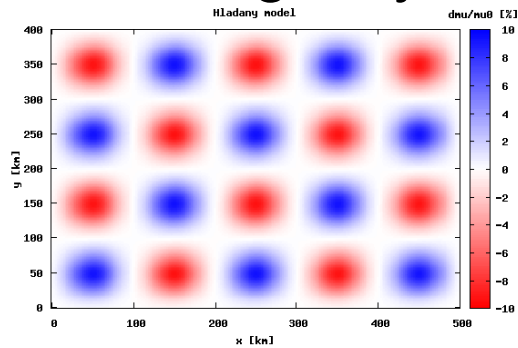
Úloha

- 53 staníc (CRSN, MOBNET, niekoľko z okolitých štátov)
- Známe časy šírenia medzi stanicami určené zo šumových meraní Loveových vln pre sadu periód
- Používame 33 staníc zároveň ako zdroje, pre známy čas šírenia spojené čiarou
- Začíname s najdlhšími periódami $T=20s$
- Časová funkcia zdroja je Rickerova funkcia s danou dominantnou periódou



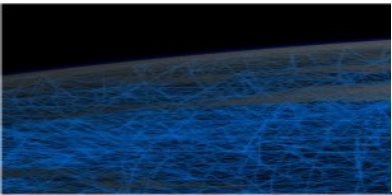
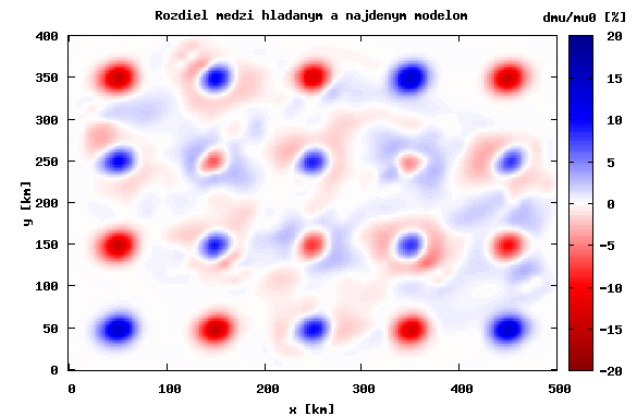
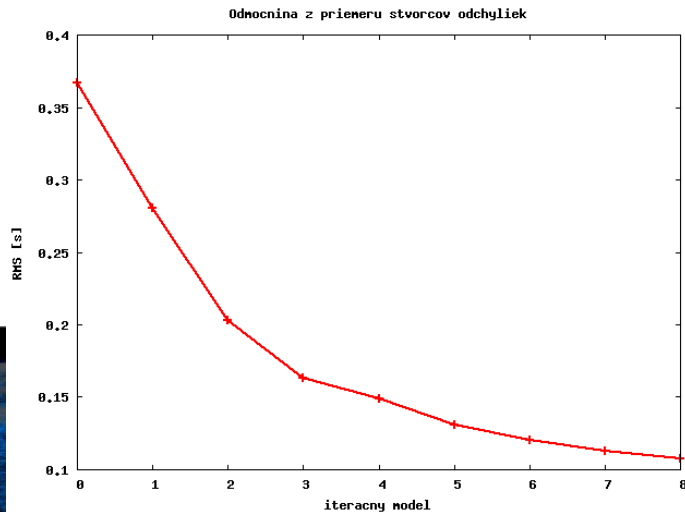
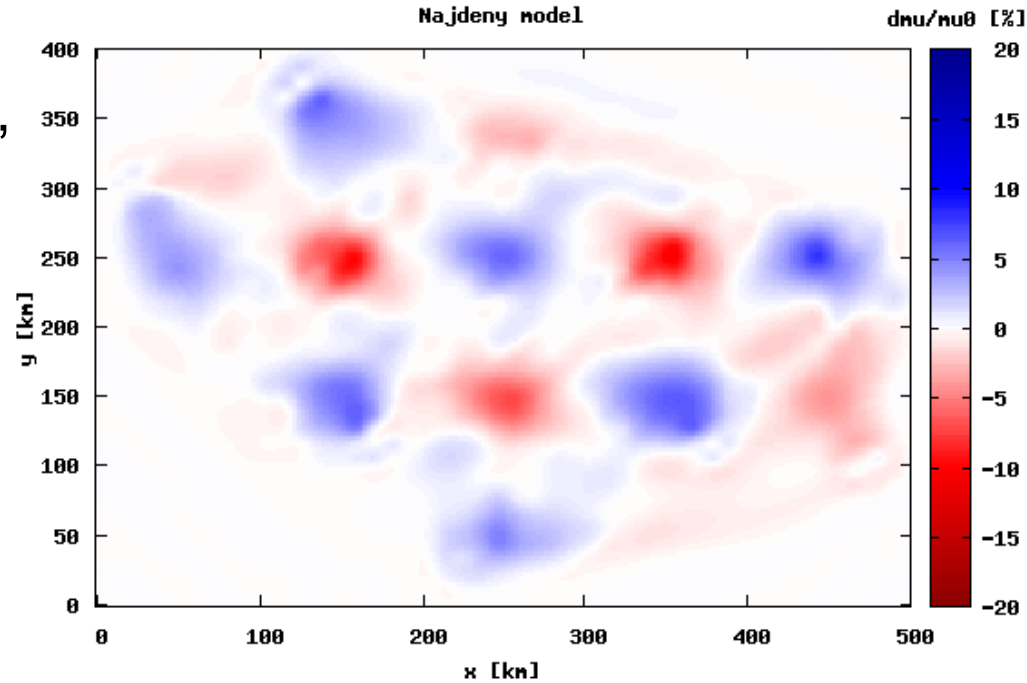
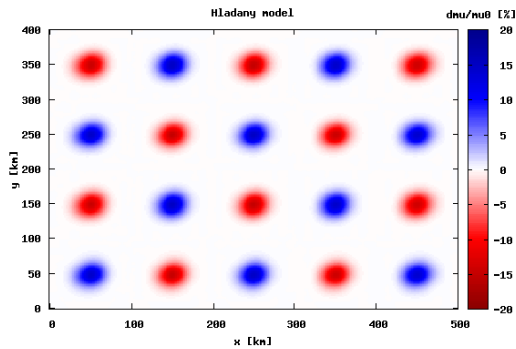
Šachovnicový test I

- Ako dobre dokáže metóda odhaliť heterogenity?



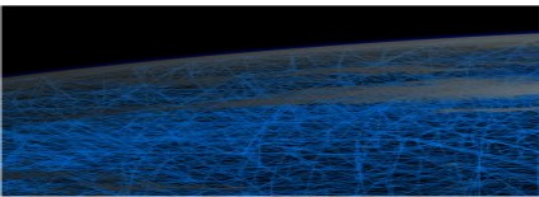
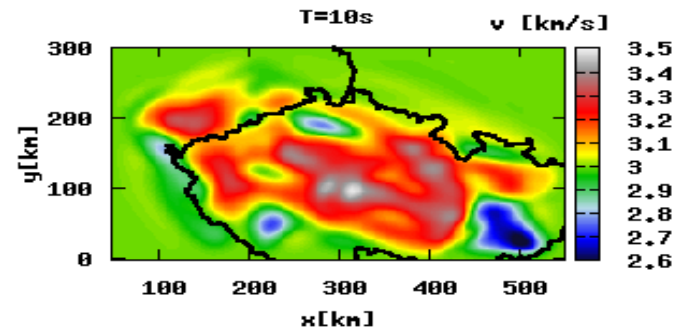
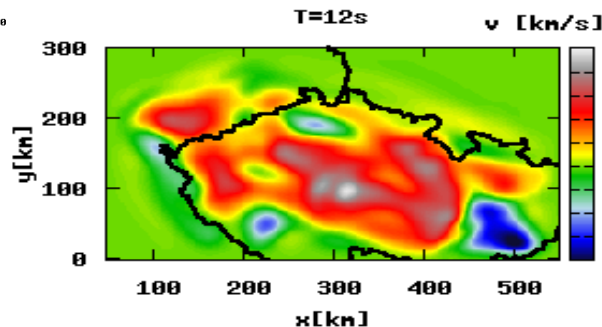
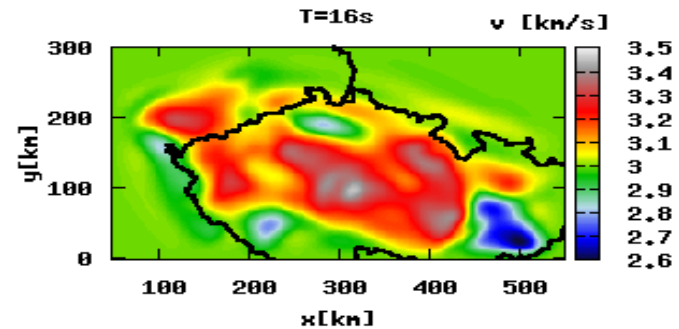
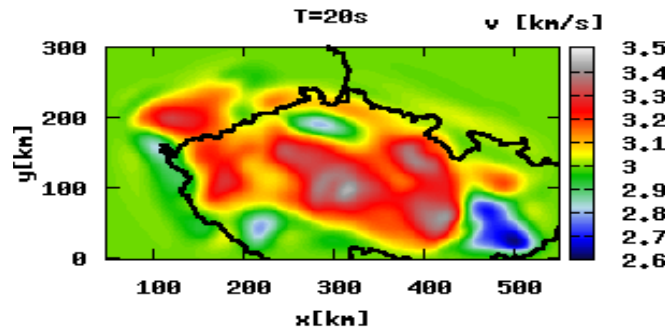
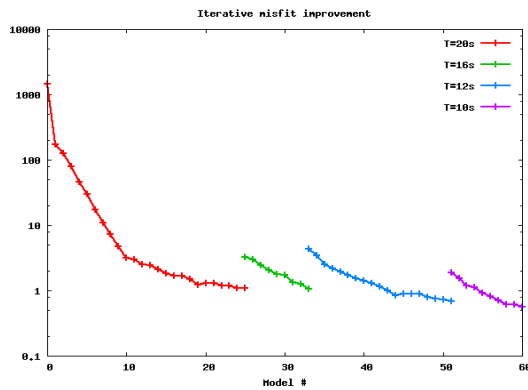
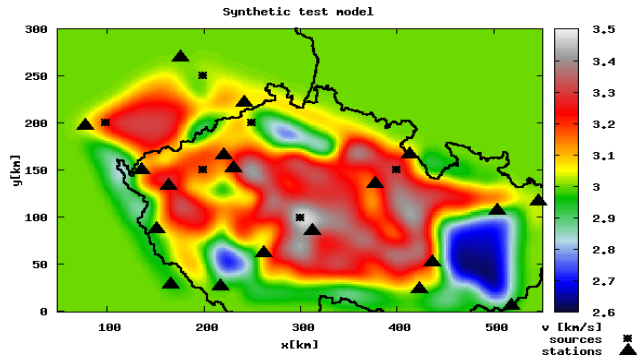
Šachovnicový test II

- Ako sa podarí invertovať jemnejšie štruktúry?



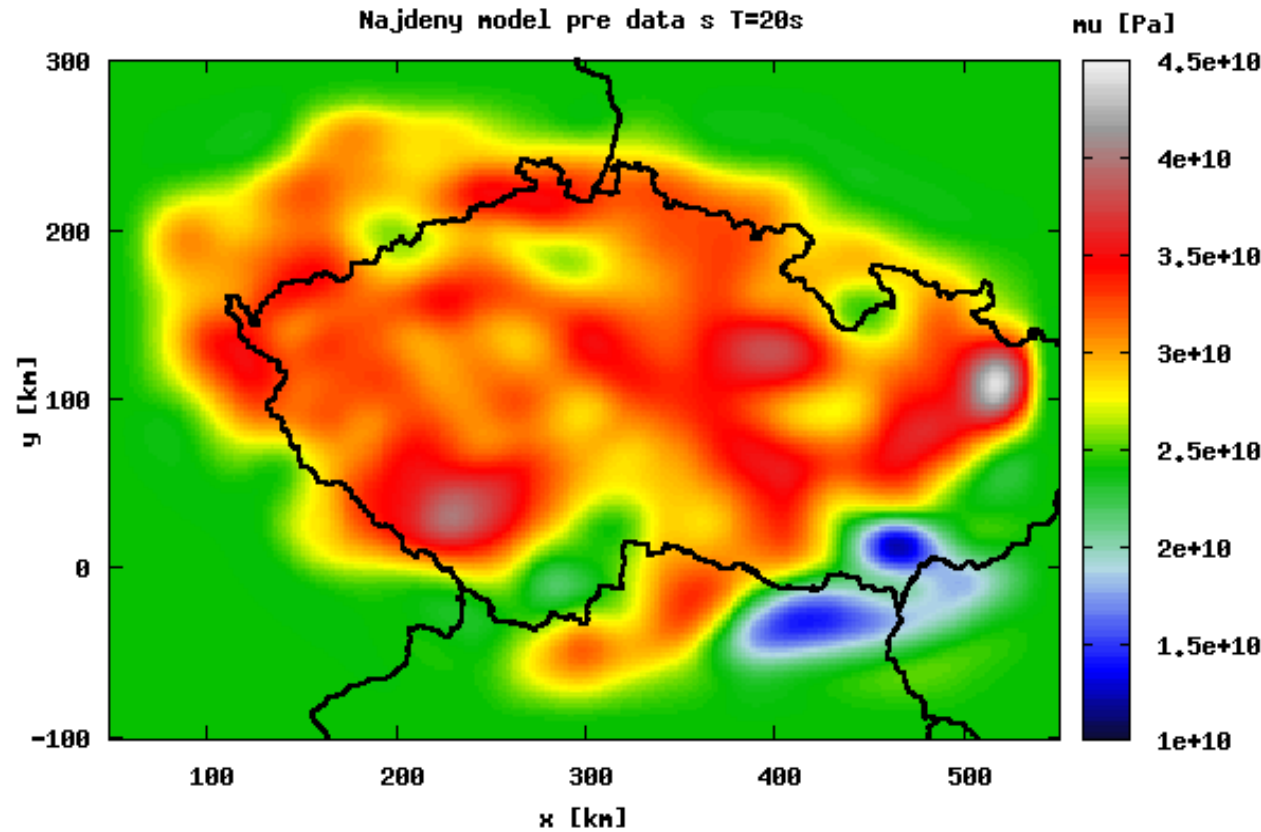
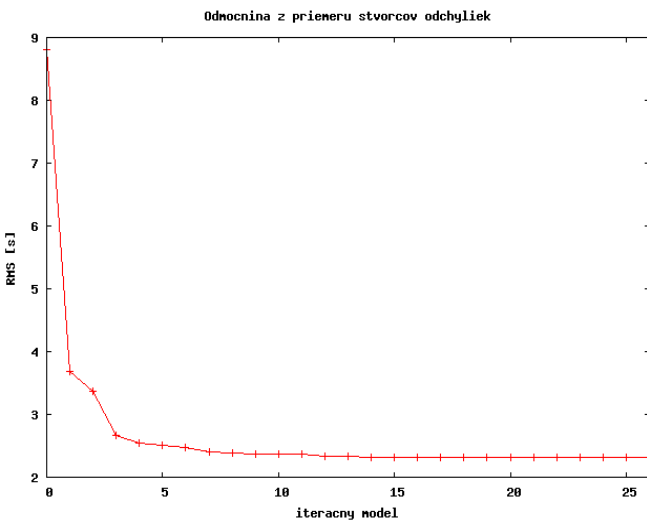
Syntetický příklad pre ČR

- 19 stanic, 6 náhodne zvolených zdrojov vo vnútri oblasti
- Vypočítané syntetické dáta v modeli s $\rho=2670\text{kg m}^{-3}$, heterogénny v μ
- Inverzia štartuje z homogénneho modelu



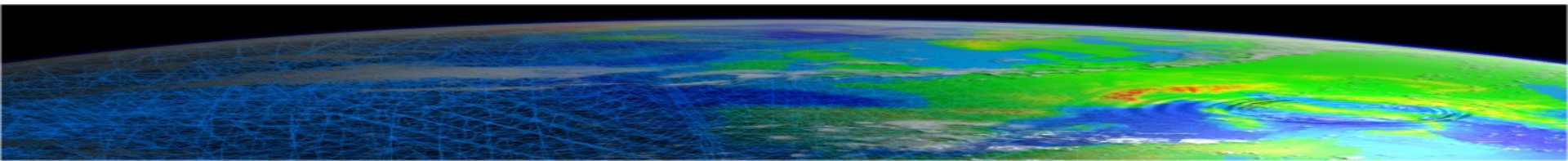
Výsledky pre ČR

- $T=20s$

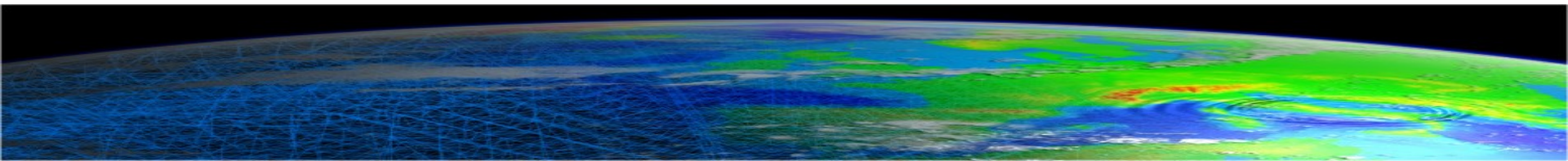


Záver

- Z šachovnicových testov vyplýva: metóda schopná efektívne invertovať štruktúry, ktorých vlnová dĺžka zodpovedá frekvencii použitých dát. Jemnejšie štruktúry rozmaže.
- V syntetickom príklade pre ČR dobre vystihnuté zložité štruktúry modelu už pre 20s dáta, pri vyšších frekvenciách už len pár detailov.
- Nájdenny silne heterogénny model ČR už pre 20s dáta, $\beta = 1.9 - 4.1$ km/s
- Nevyhnutné ďalšie testy pre dáta s chybou, hĺbkové kernely pre rôzne periódy



Ďakujem za pozornosť.



Dáta

- Spojité BB záznamy, rozdelené do 1-hodinových segmentov, filtrovanie na rôzne periódy
- Priemerovanie
- Výpočet kroskorelačných funkcií pre páry staníc, určenie času šírenia z maxima kroskorelácie

