Wybrane problemy współczesnej tomografii sejsmicznej

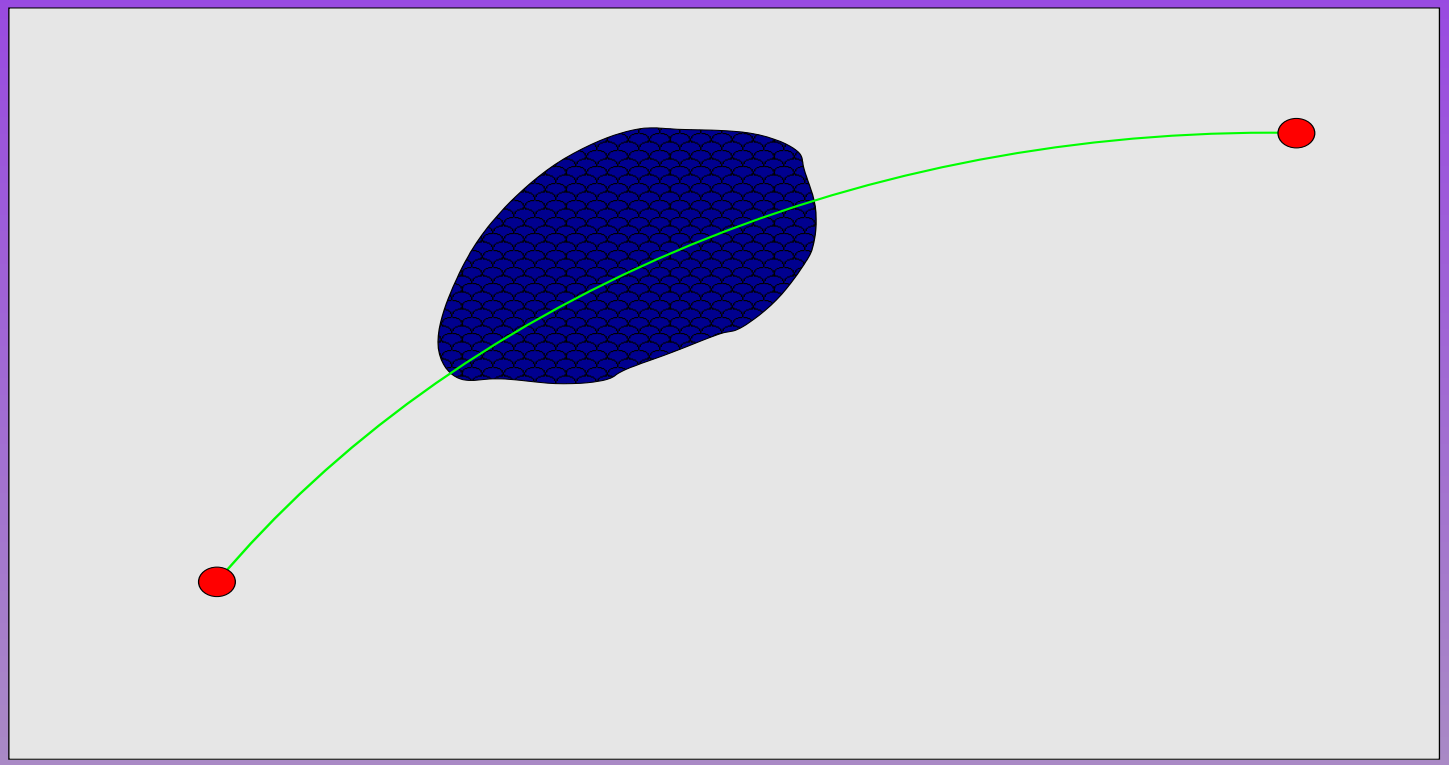
Wojciech Dębski

6 listopada 2005

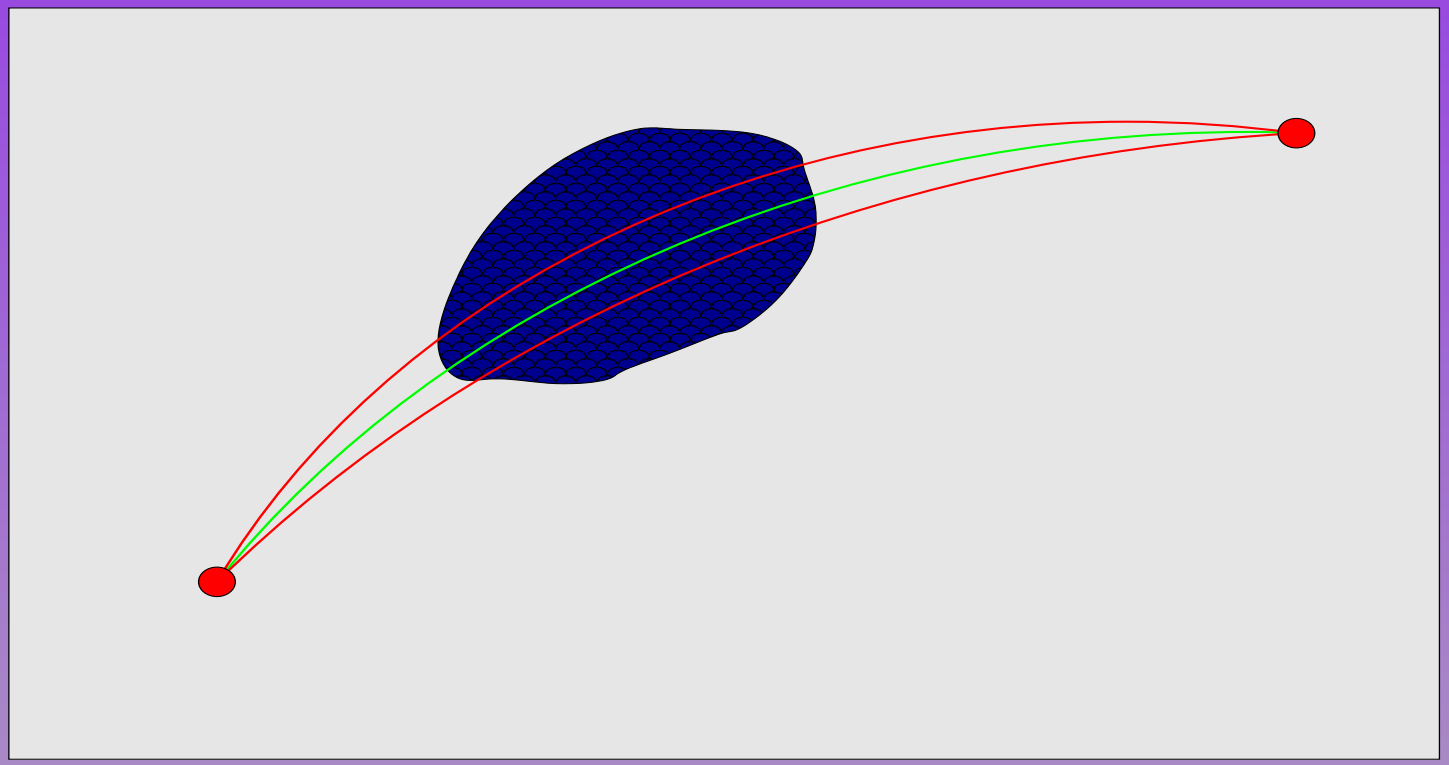
Lista wybranych problemów

- Efekty interferncyjne - przybliżenie wysokoczęstotliwościowe
- Optymalna parametryzacja
- Ocena rozdzielczości przestrzennej
- Wiarygodność modeli tomograficznych
- Bezwględne wartości prędkości
- Geologiczna/ petrologiczna interpretacja wyników tomografii

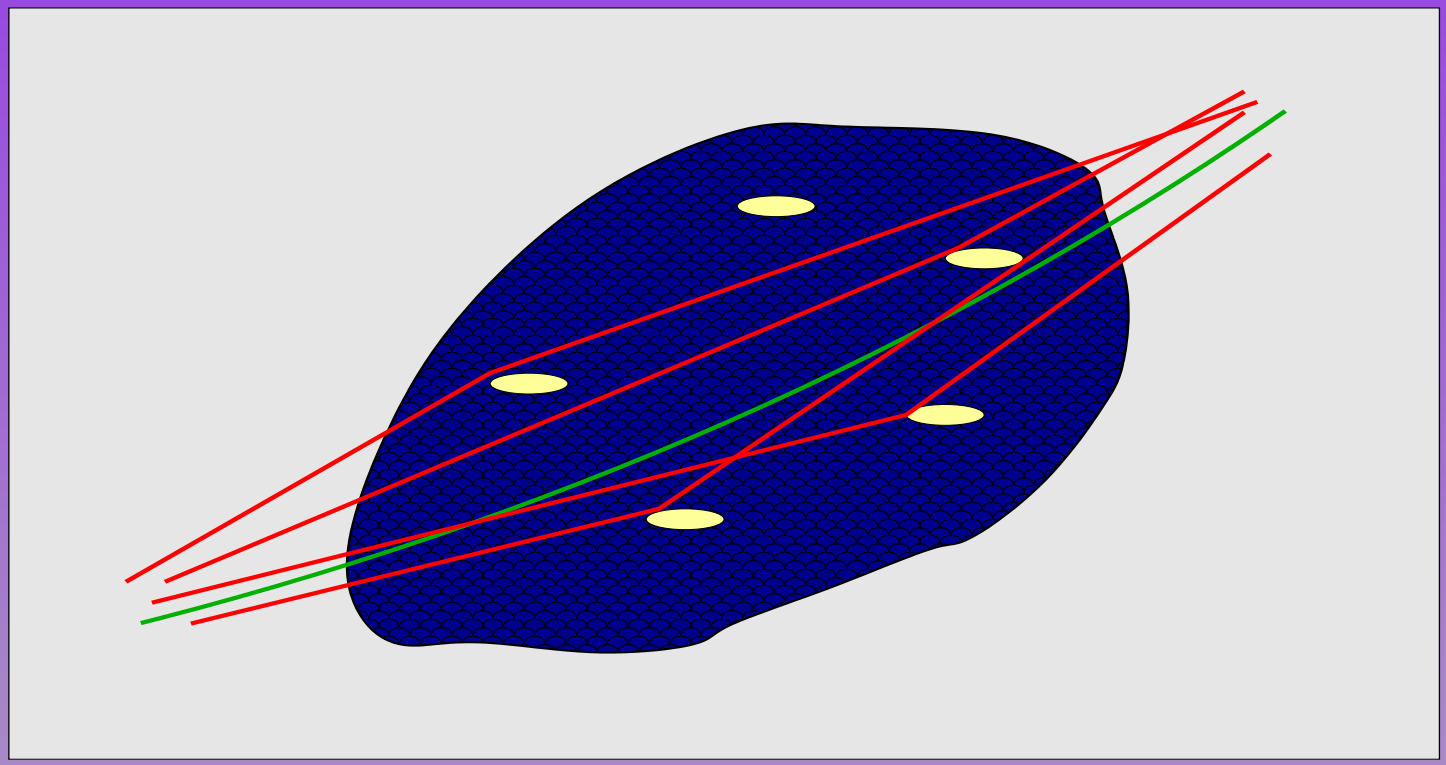
Przybliżenie promieniowe



Rzeczywista propagacja



Efekty interferencyjne - strefy Fresnela



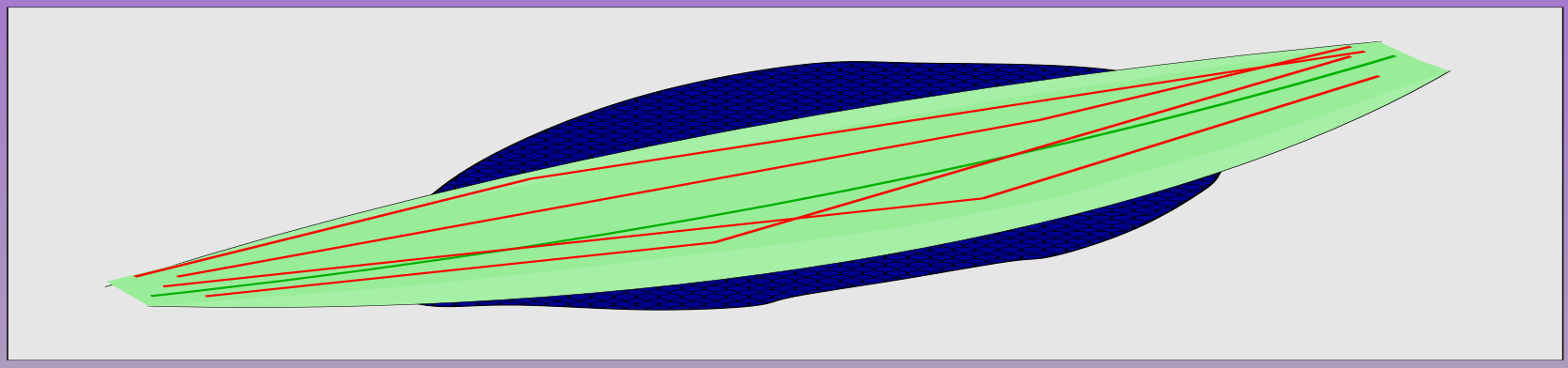
Interferencja fal o skończonej częstotliwości

Opóźnienie czasowe fal załamanych (odbitych)

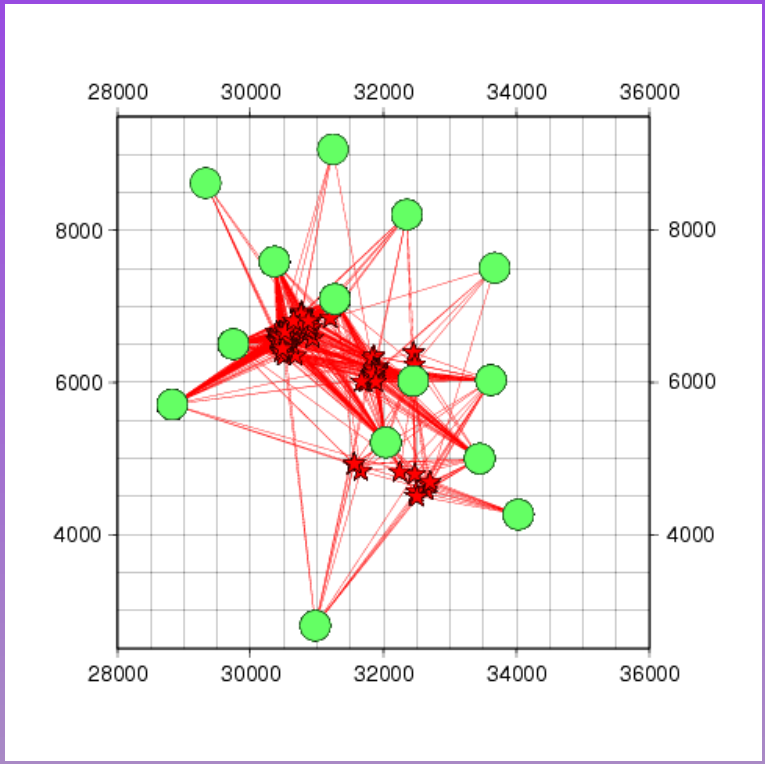
$$\Delta_{rs} t(\mathbf{x}) = t(s, \mathbf{x}) + t(\mathbf{x}, r) - t_o(r, s)$$

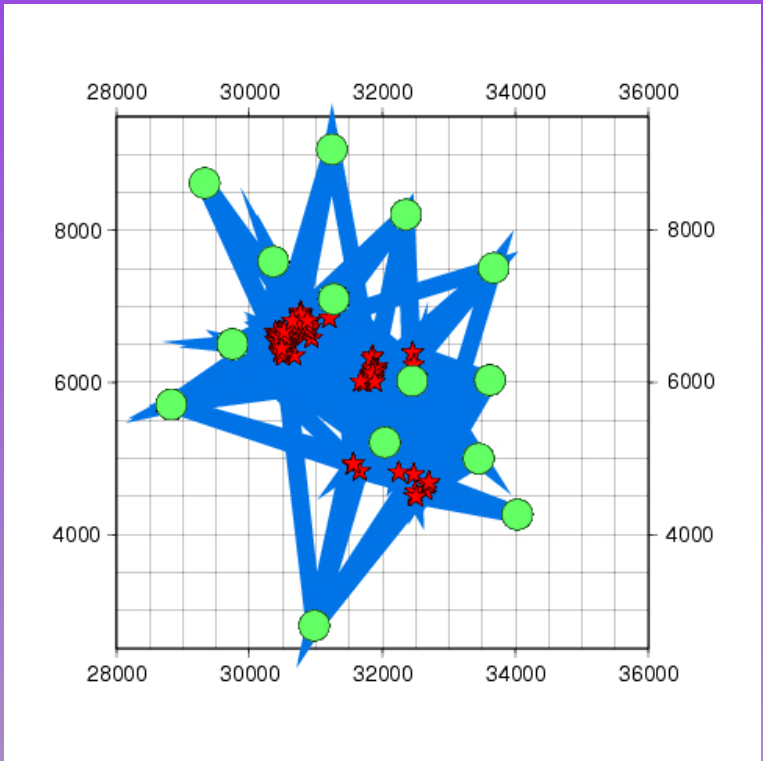
Piersza strefa Fresnela

$$|\Delta t(\mathbf{x})| < \frac{T}{4} = \frac{1}{4f}$$



Interferencja - ukryta regularyzacja





$$||\mathbf{d}^{obs} - \mathbf{d}^{th}(\mathbf{m})|| + \lambda||\mathbf{m} - \mathbf{m}^{apr}|| = \min$$

Optymalna parametryzcja/dyskretyzacja

$$v(x,y,z) \Longrightarrow \{v_i\}_{i=1}^{N}$$

$$v(x,y,z) \approx \sum_{i}^{N} v_i \, \mathbf{h}_i(x,y,z)$$

Np. $h_{ijk}(x,y,z) = \delta(x-x_i)\delta(y-y_j)\delta(z-z_k)$

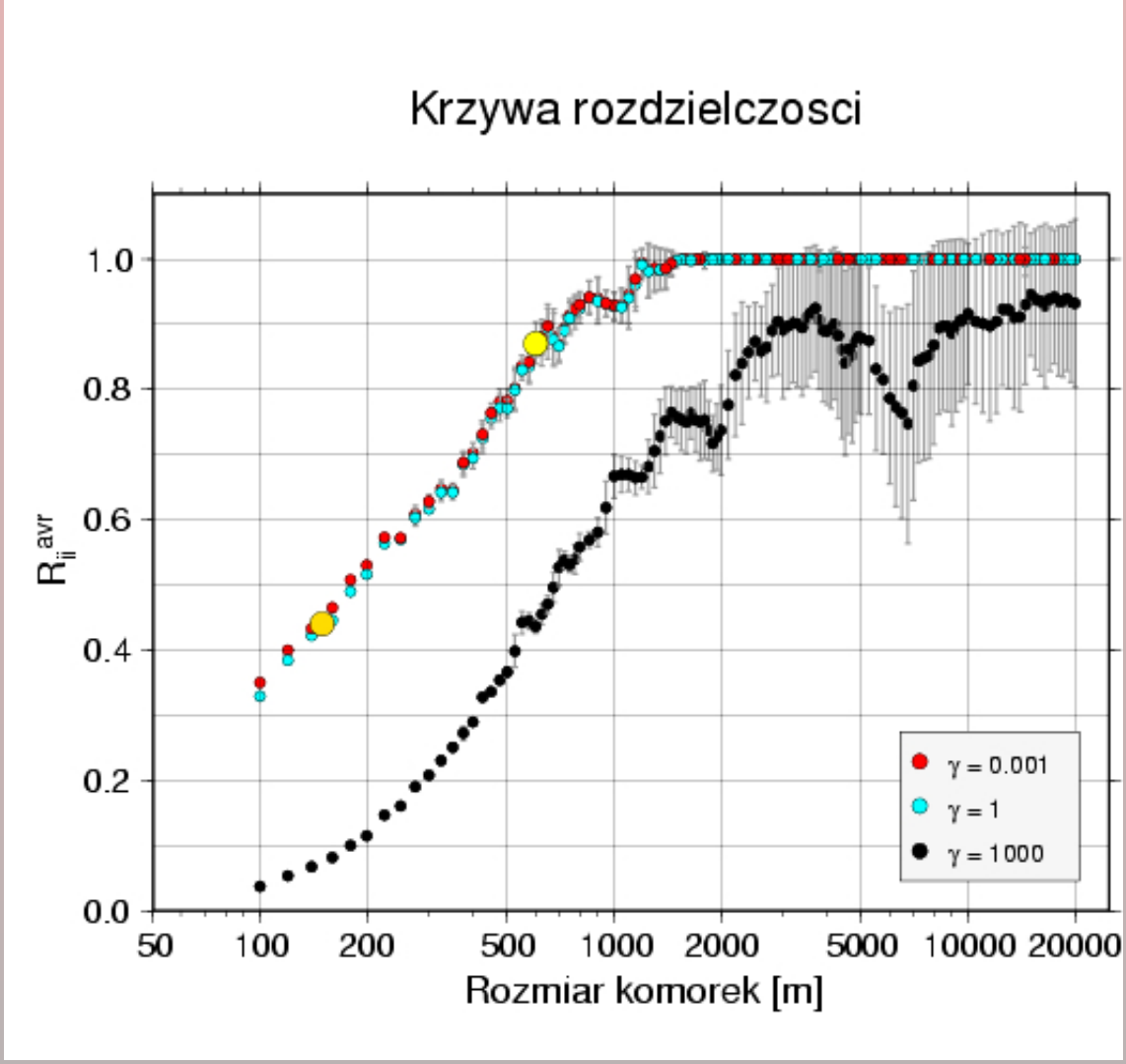
Podział na komórki o stałej prędkości:

$$h_i(x,y,z) \;=\; \Theta(x_i - \delta < x < x_i + \delta)...$$

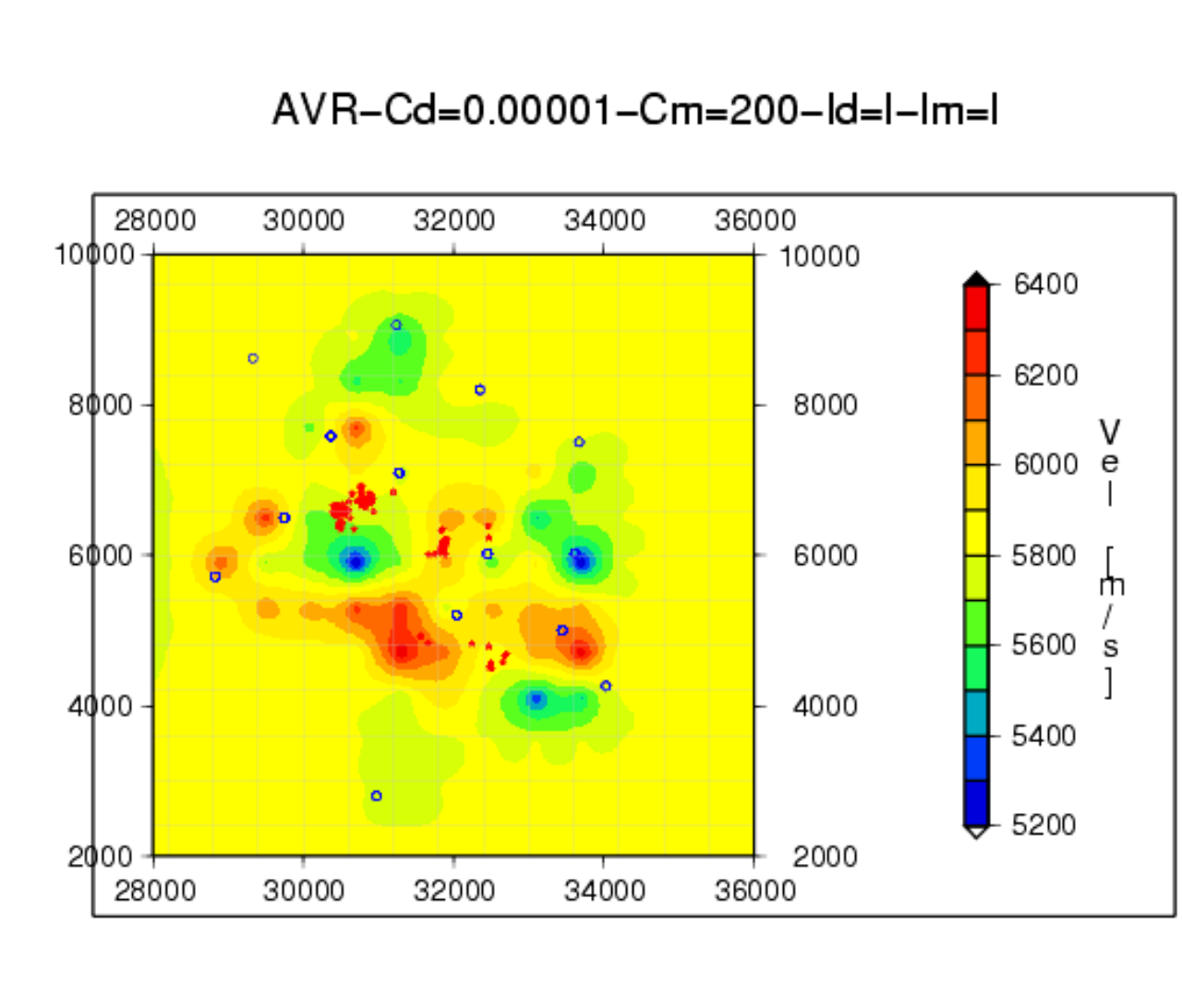
Inna parametryzacja:

$$h_i(x,y,z) \;=\; Y_{lm}(\theta,\phi)\delta_H(z-z_k)$$

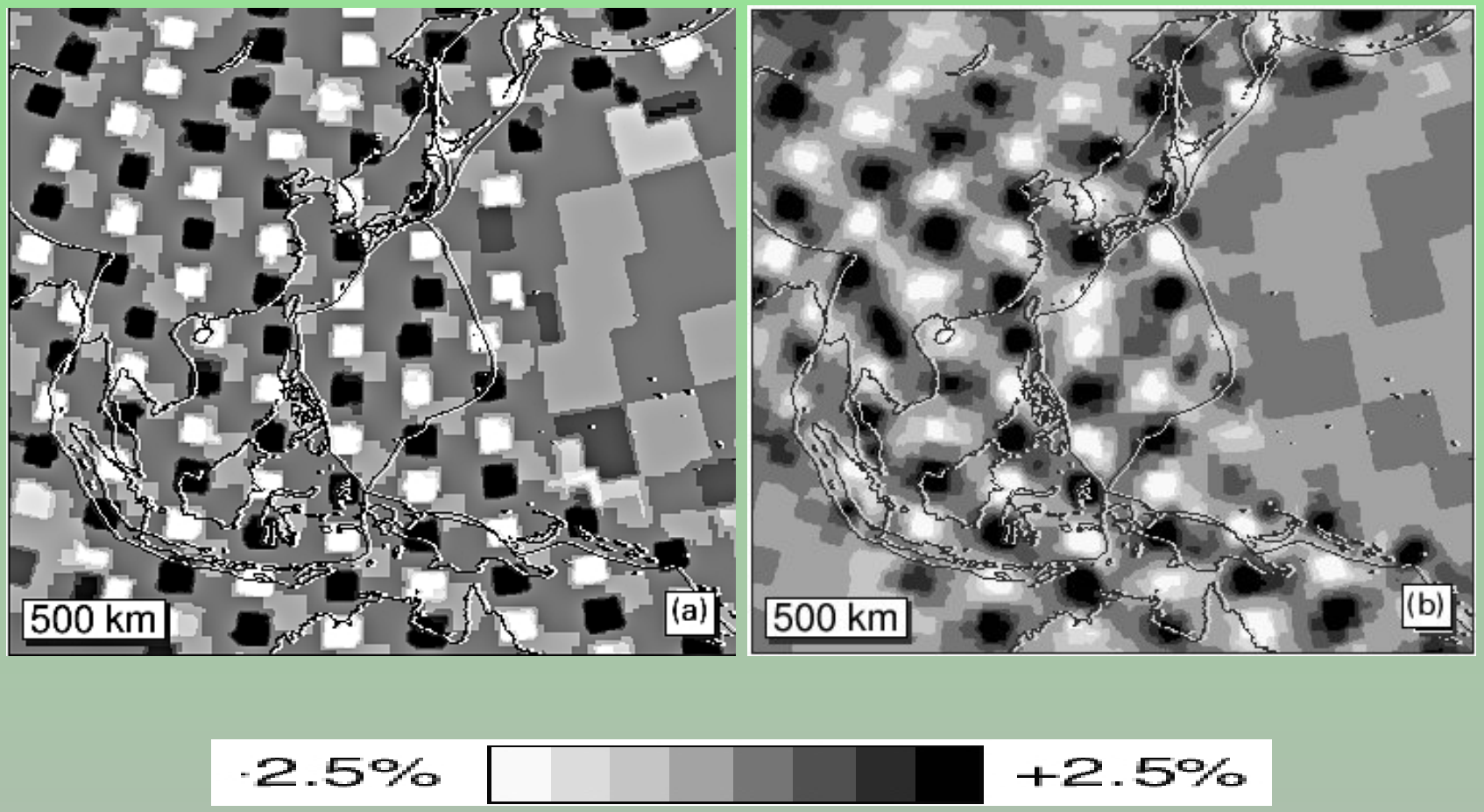
Optymalna parametryzcja



Rozdzielczość przestrzenna tomografii



Testy rozdzielczości



Macierz rozdzielczości

Tomografia liniowa (linearyzowana):

$$\mathbf{d} = \mathbf{G} \cdot \mathbf{m}$$

Macierz rozdzielczości:

$$\mathbf{R} = \mathbf{G}^T \cdot G \cdot (\mathbf{G}^T \cdot G + \lambda \mathbf{I})^{-1}$$

$$\mathbf{m}^{true} = \mathbf{R} \cdot \mathbf{m}^{ml}$$

Błędy w tomografii

Wynik obrazowania tomograficznego bez podania oceny błędów jest

bezwartościowy

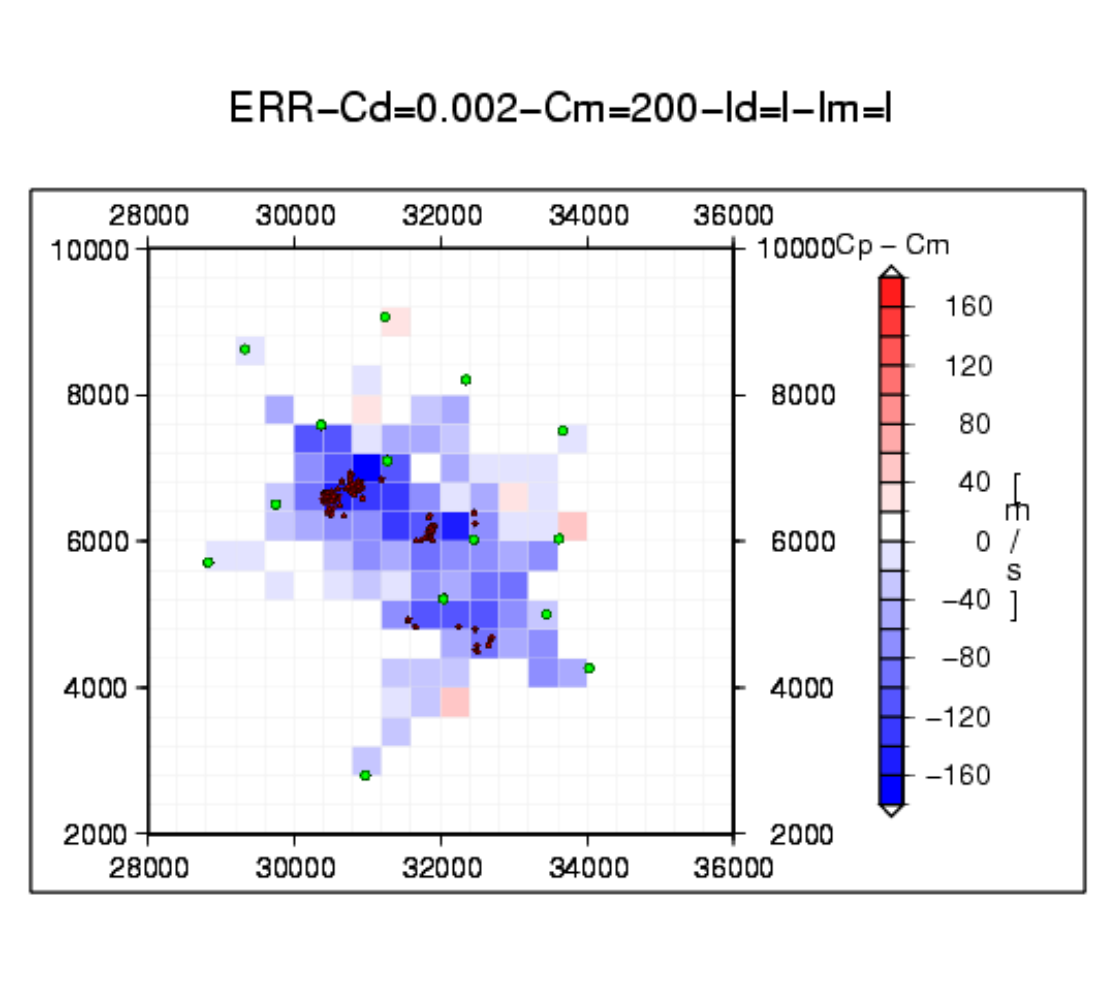
Systematyczna ocena błędów tomografii możliwa jest tylko w technice Bayesowskiej

Praktyczny estymator błędów:

$$\Delta^2 v = \int (v - v^{est})^2 \sigma(v) dv$$

może być liczony tylko techniką Monte Carlo

Przykład oszacowania błędów



Czy dostajemy prawdziwe wartości v?

Tomografia powinna:

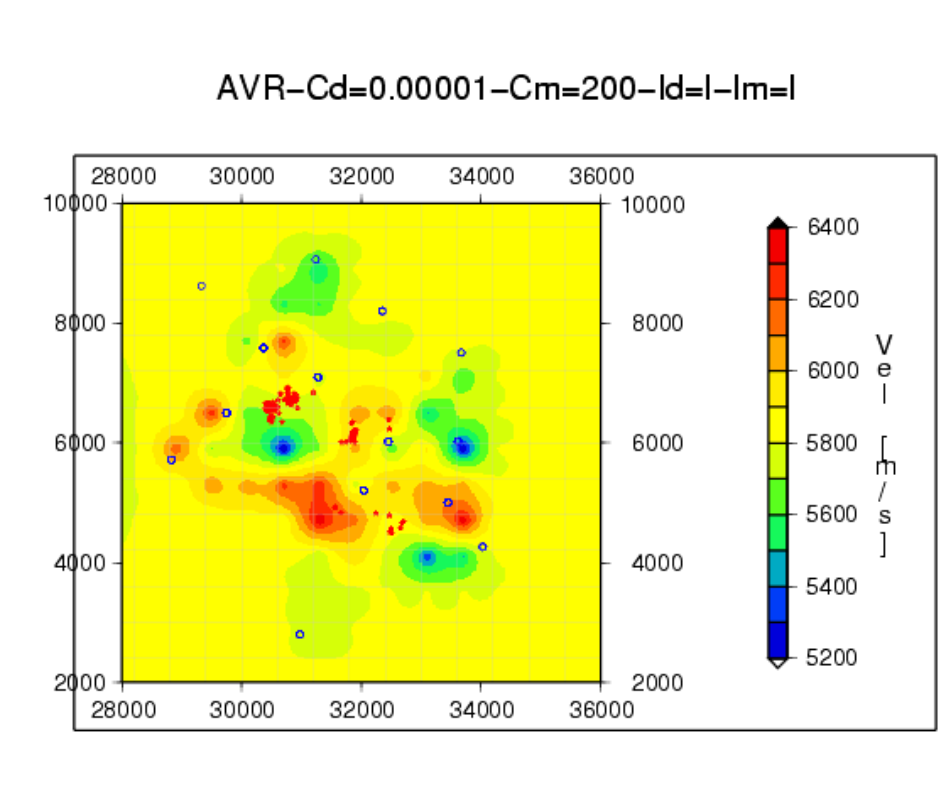
1. Pokazać przestrzenny rozkład niejednorodności

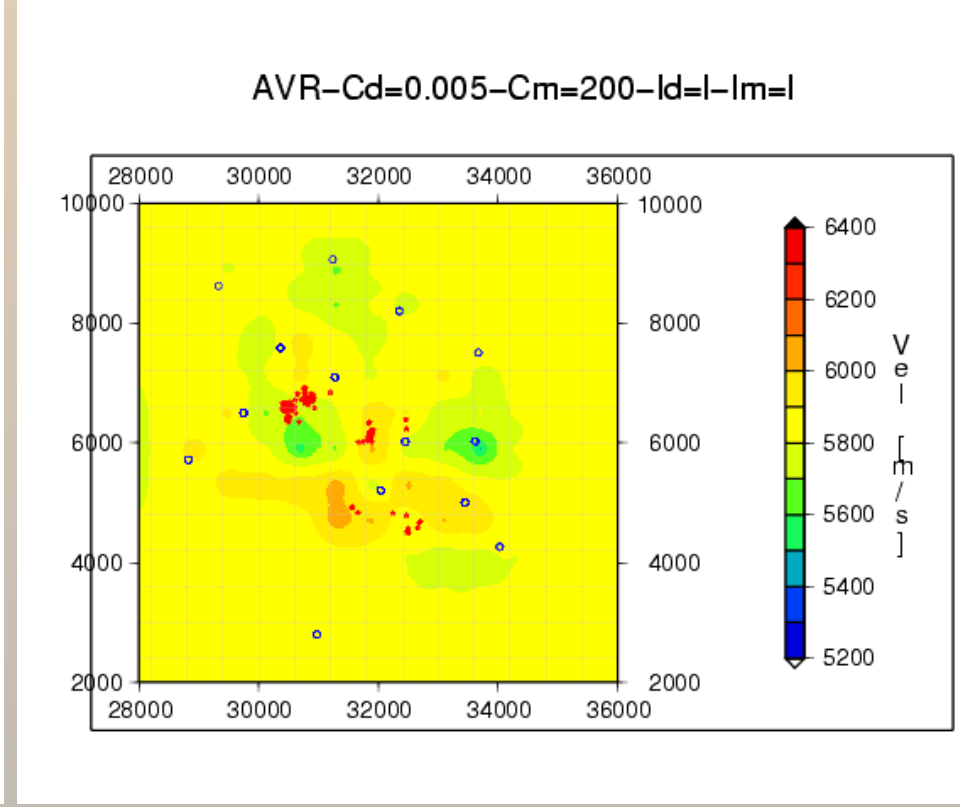
2. Określić wartość niejednorodności

PROBLEM:

$$||\mathbf{d}^{obs} - \mathbf{d}^{th}(\mathbf{m})|| + \lambda||\mathbf{m} - \mathbf{m}^{apr}|| = \min$$

Jakie są prawdziwe wartości ?





Pytania o interpretację

- Jeden model czy ich reprezentatywna próba?
- Bezwględne wartości czy tylko geometria anomalii?
- Inwersja litologiczne - poszukiwanie specyficznych cech ośrodka
- Na ile wierzyć tomografii sejsmicznej ???
- Bez oceny błędów nie ma sensownej interpretacji!