

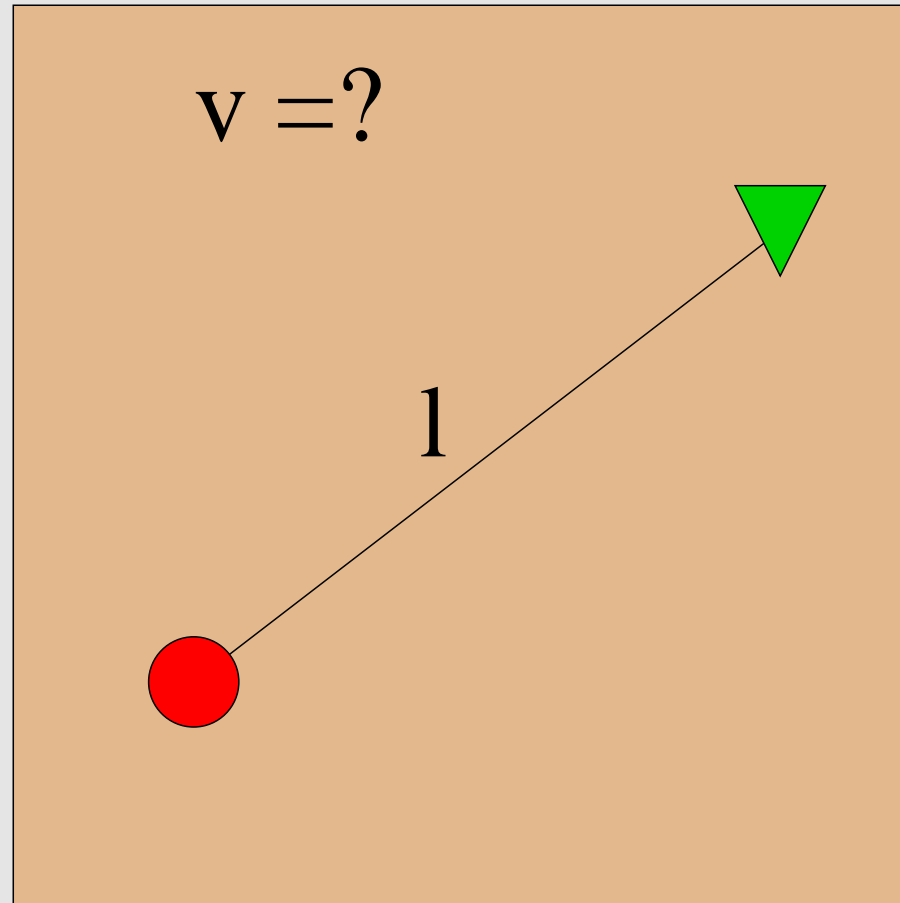
Podstawy tomografii sejsmicznej

Wojciech Dębski

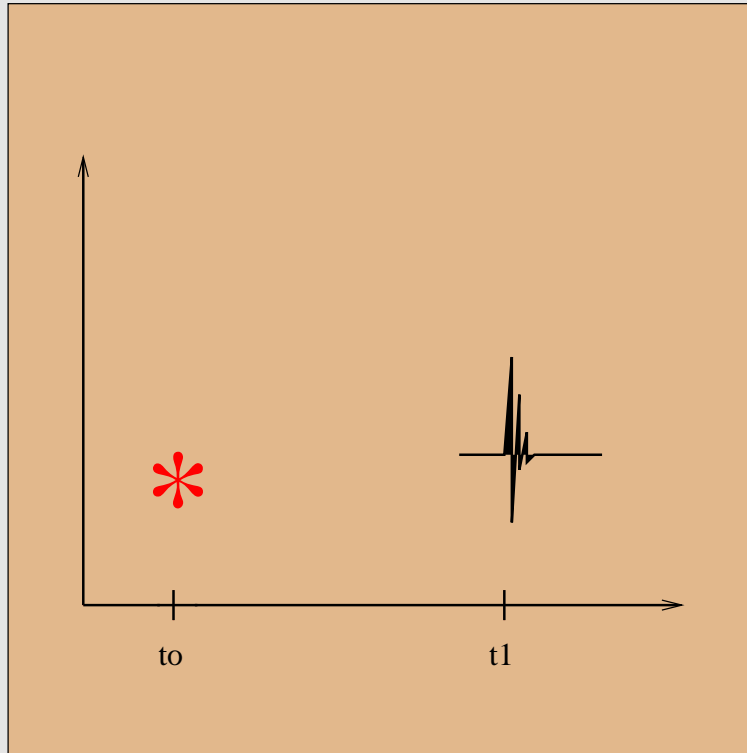
Instytut Geofizyki PAN

7-9.X.2009

Tomografia - elementarz



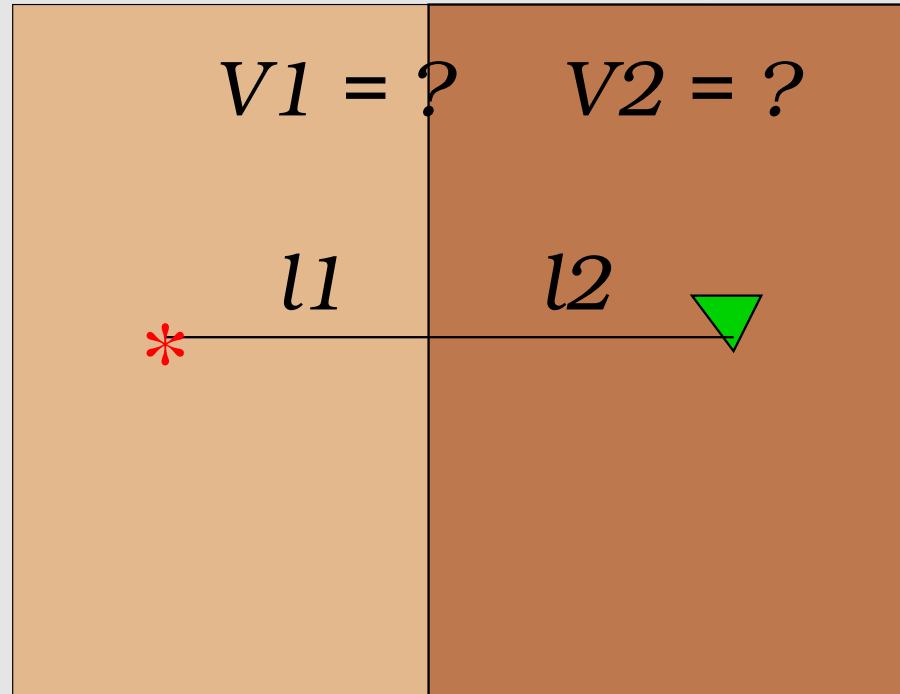
Tomografia - elementarz



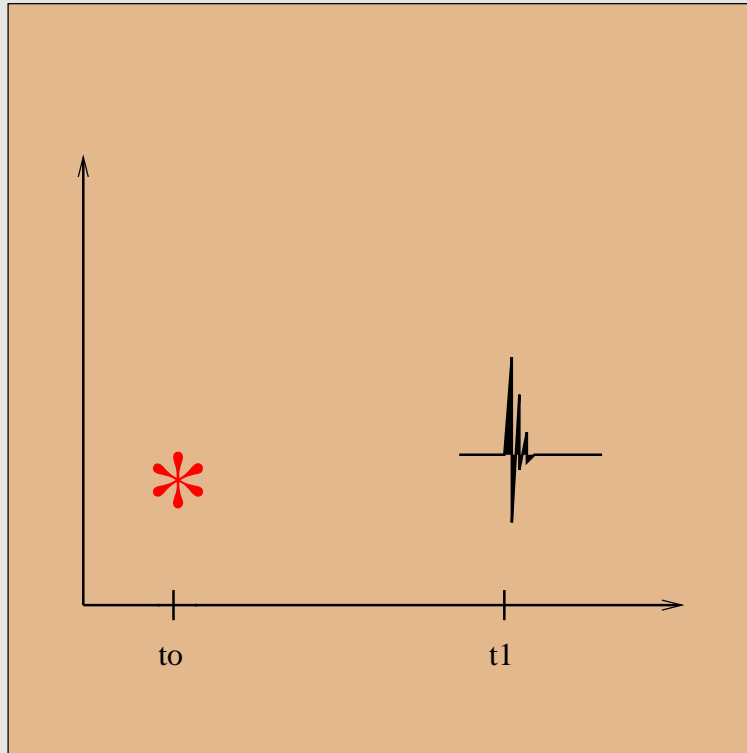
$$\Delta T = t_1 - t_0$$

$$V = \frac{l}{\Delta T}$$

Tomografia - przykład II



Tomografia - przykład -II

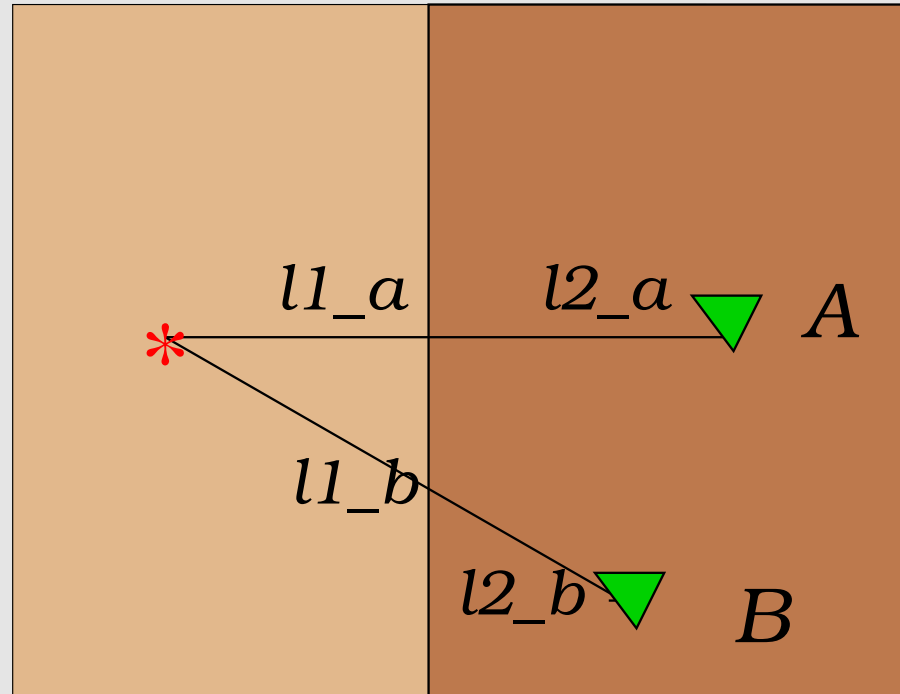


$$\Delta T = t_1 - t_0$$

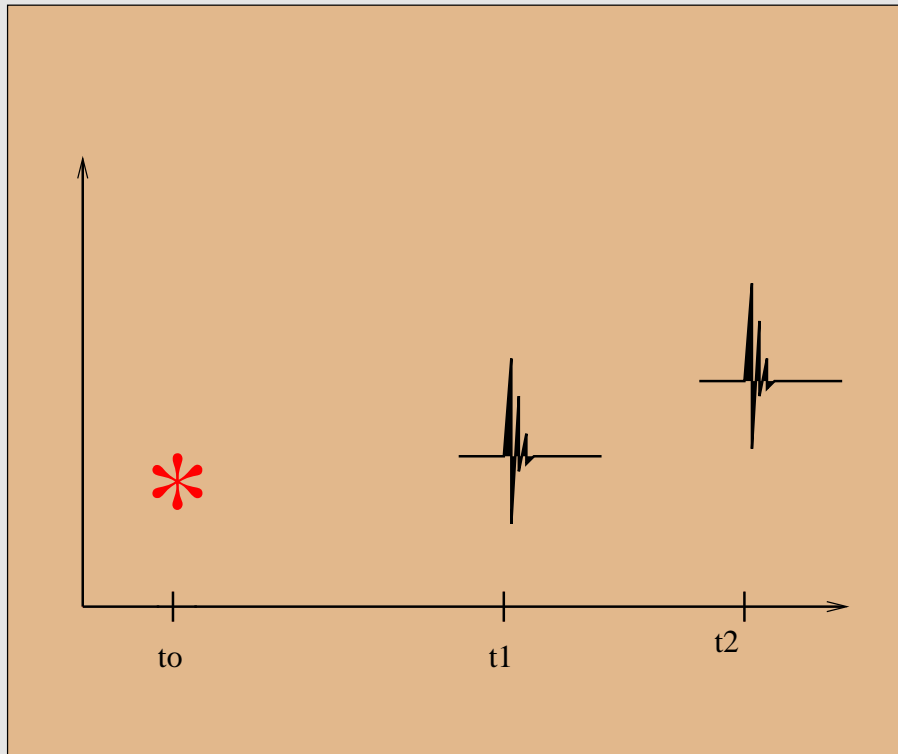
$$\Delta T = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2}$$

$$v_1 = v_2 \frac{l_1}{\Delta T v_2 - l_2}$$

Tomografia - przykład II



Tomografia - przykład II



$$\Delta T_1 = t_1^A - t_0$$

$$\Delta T_2 = t_1^B - t_0$$

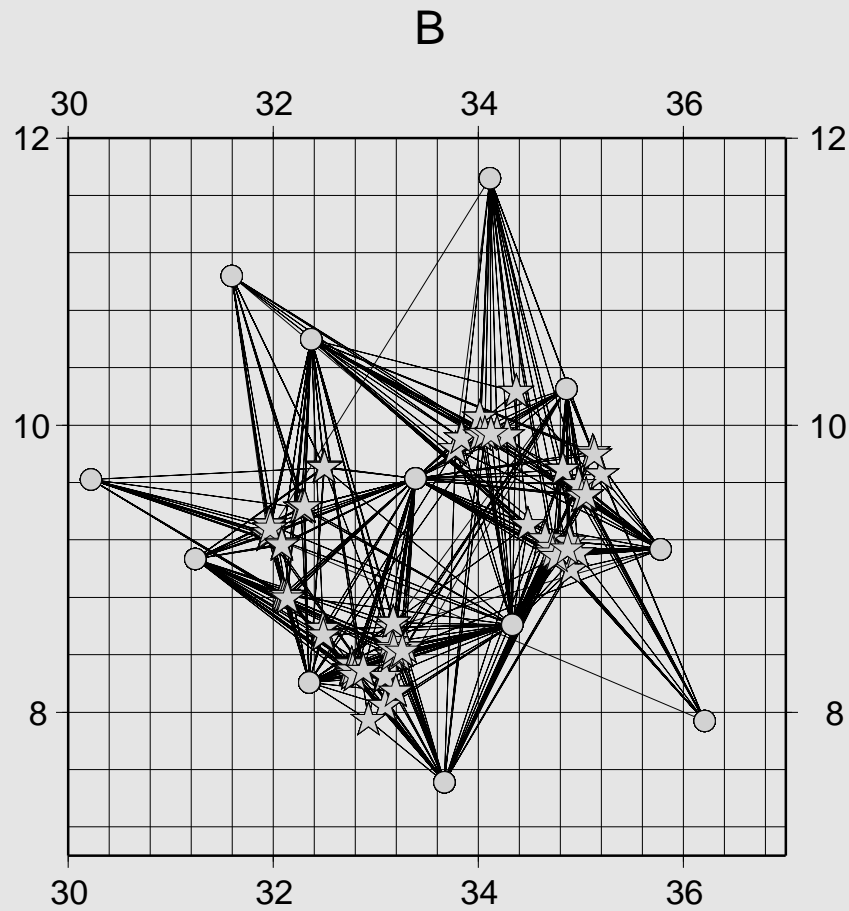
Tomografia - przykład II

$$\Delta T_a = \frac{l_1^a}{v_1} + \frac{l_2^a}{v_2} \qquad \Delta T_b = \frac{l_1^b}{v_1} + \frac{l_2^b}{v_2}$$

$$v_1 = \frac{l_2^a l_1^b - l_1^a l_2^b}{\Delta T_b l_2^a - \Delta T_a l_2^b}$$

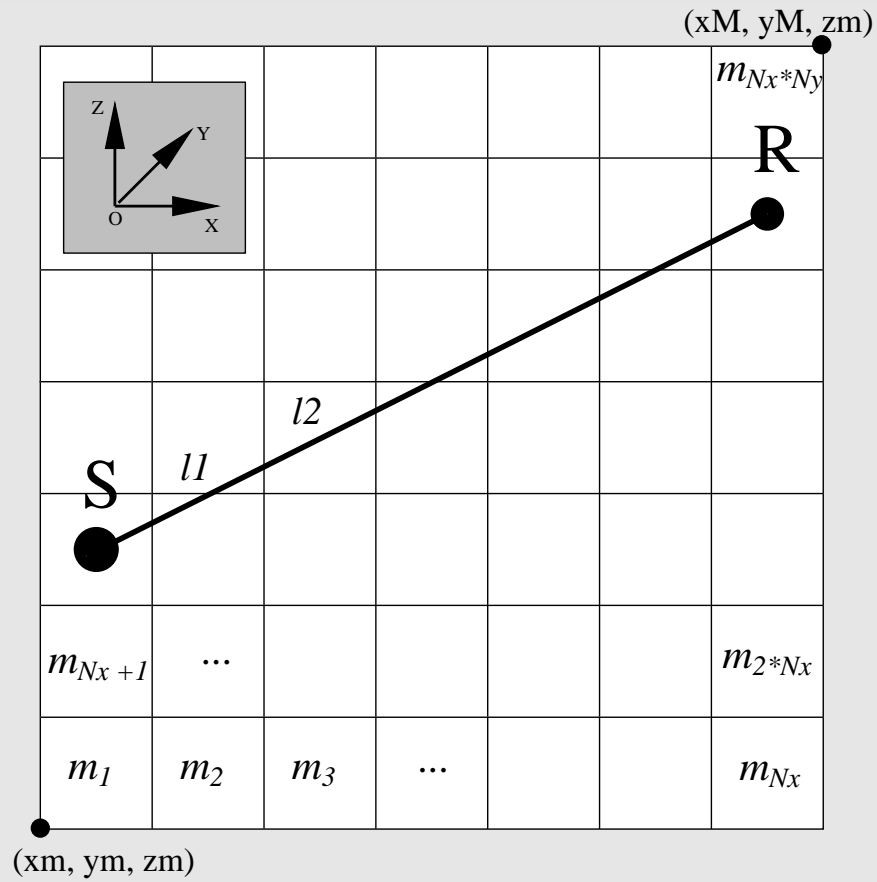
$$v_2 = \frac{l_2^a l_1^b - l_1^a l_2^b}{\Delta T_a l_1^b - \Delta T_b l_1^a}$$

Tomografia - 2D



Warunek rozwiązywalności:
liczba promieni \geq ilość komórek

Czas propagacji



$$\Delta T = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \dots$$

Rozwiązanie (uproszczone)

N_D - liczba promieni

N_M - liczba komórek prędkości

Rozwiązanie $\mathbf{v} = (v_1, v_2, \dots, v_{N_m})$

$$\sum_{i=1}^{N_D} (\Delta T_i - \Delta T_i(\mathbf{v}))^2 = \min$$

Rozwiązanie pełne

podjęcie klasyczne

$$\sum_{i=1}^{N_D} (\Delta T_i - \Delta T_i(\mathbf{v}))^2 + \gamma \sum_{j=1}^{N_M} (v_j - v_j^{apr})^2 = \min$$

Regularyzacja - człon γ

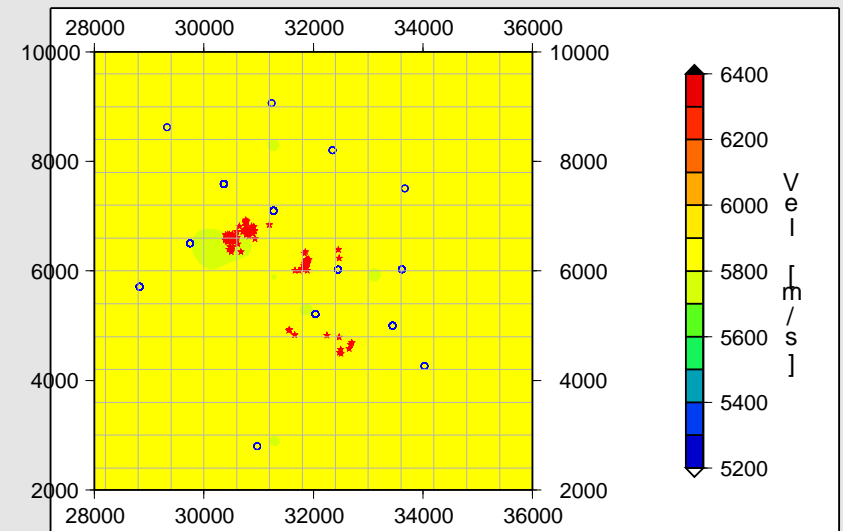
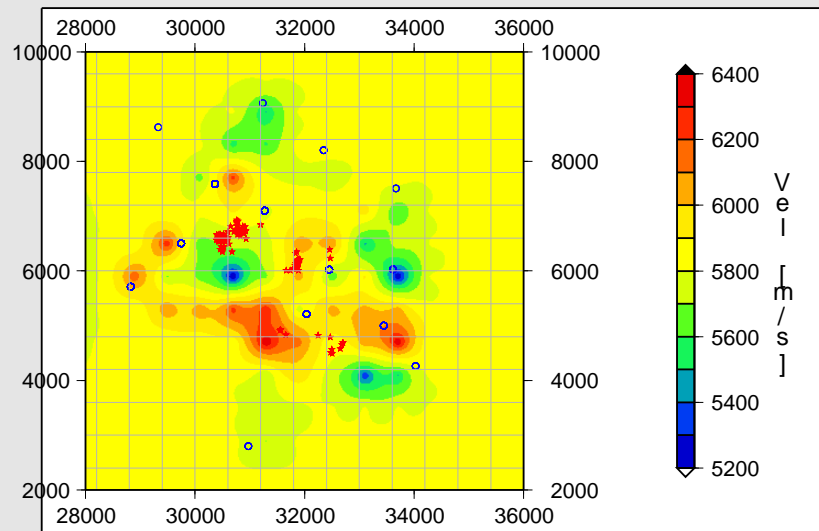
$$\gamma = 0 \quad v^{ml} : \sum_{i=1}^{N_D} (\Delta T_i - \Delta T_i(\mathbf{v}))^2 = \min$$

$$\gamma \rightarrow \infty \quad \mathbf{v}^{ml} \approx \mathbf{v}^{apr}$$

Regularyzacja

$$\gamma = 10^{-7}$$

$$\gamma = 10$$

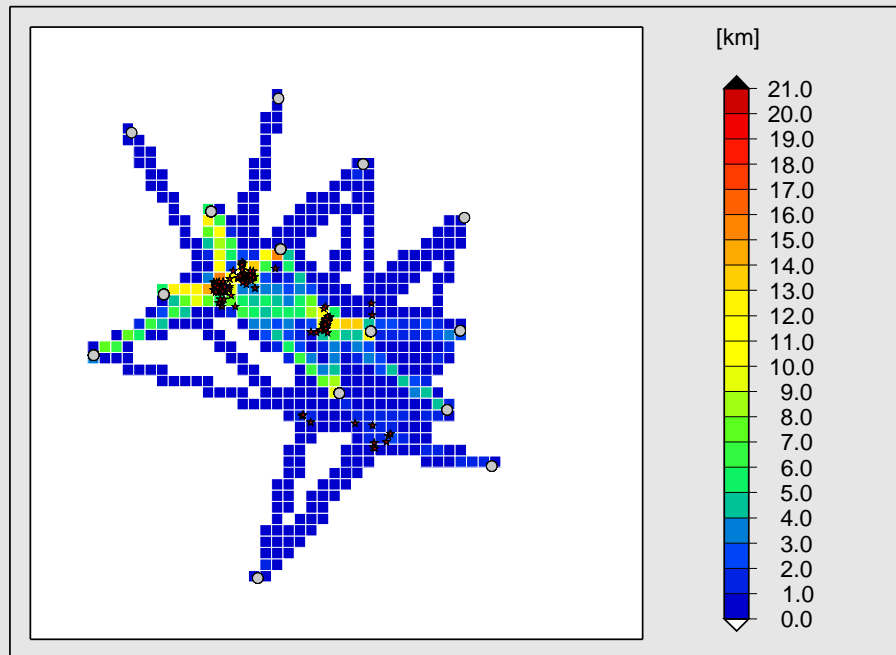


Schemat przetwarzania tomograficznego

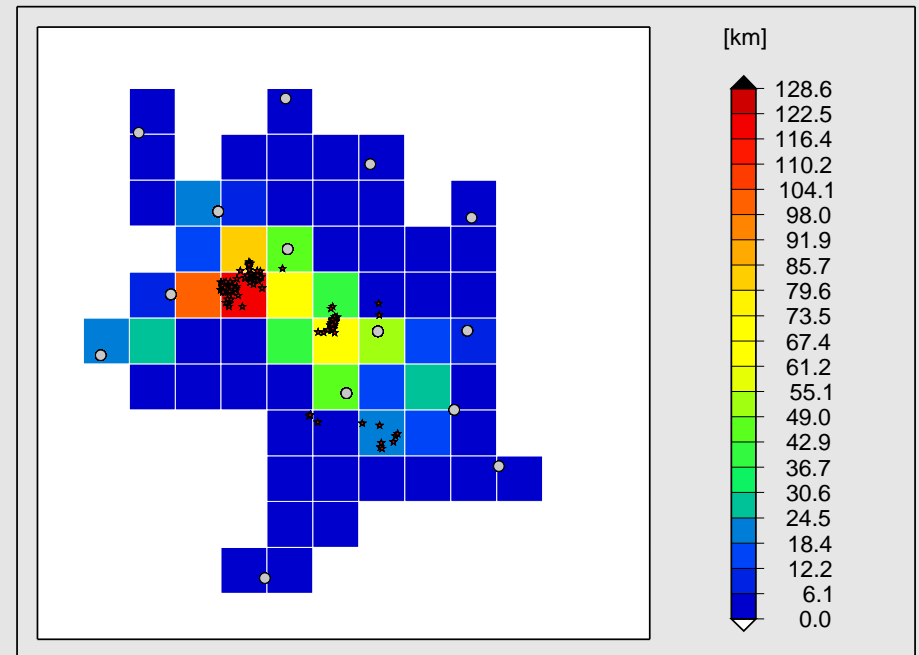
1. rozmiary komórek
2. wybór modelu początkowego (\mathbf{v}^{apr})
3. współczynnik tłumienia γ
4. obszar wiarygodnego obrazowania
5. inwersja
6. ocena wiarygodności rozwiązania

Optymalny rozmiar komórek

Dlugosc promieni [cx=150]

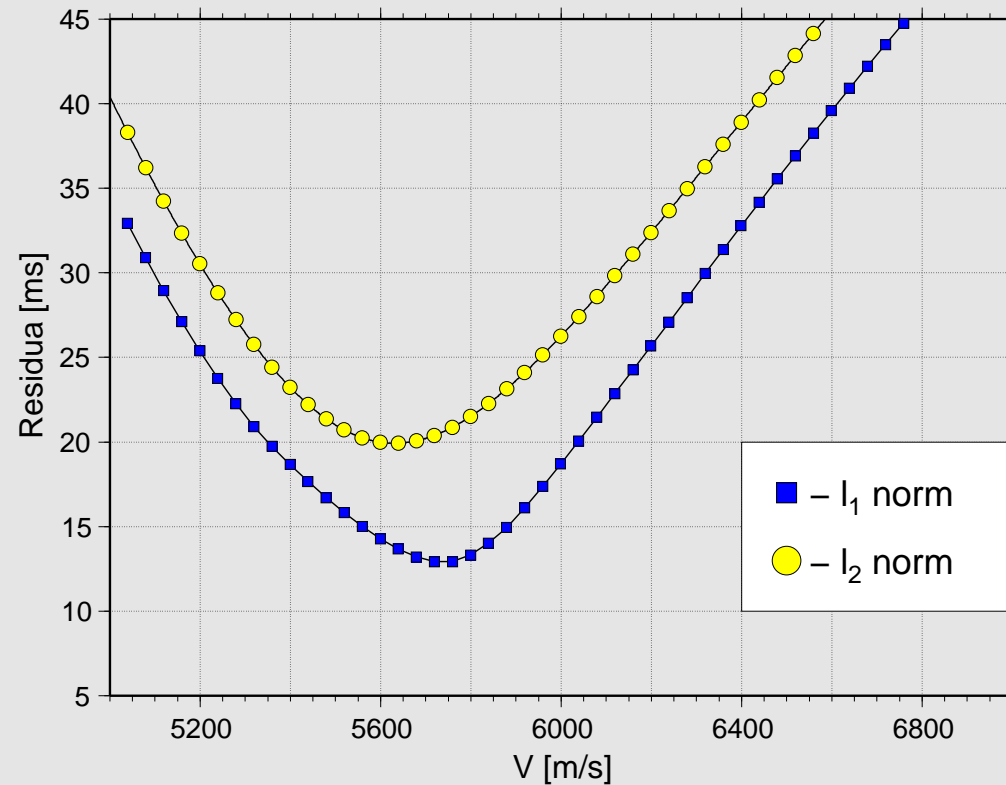


Dlugosc promieni [cx=600]



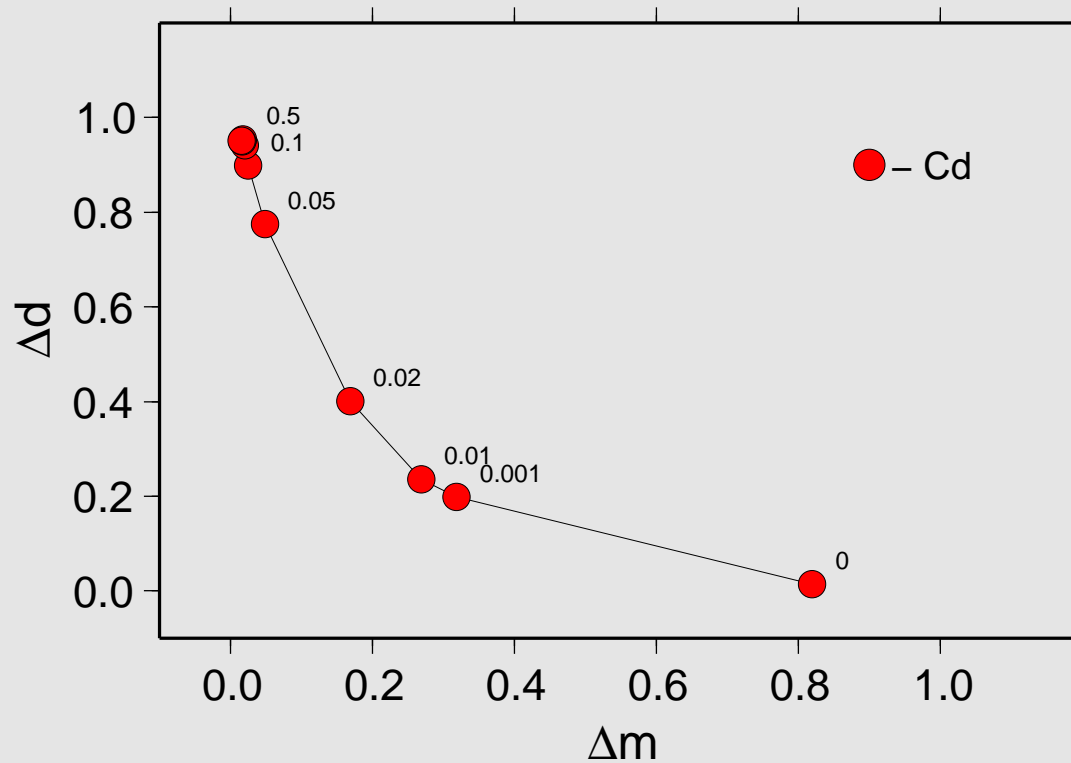
Wybór modelu początkowego

Analiza zależności residuów od wartości prędkości przy założeniu modelu jednorodnego



Wybór współczynnika regularyzacji

Analiza współzmienności dyspersji modelu i dyspersji residuów



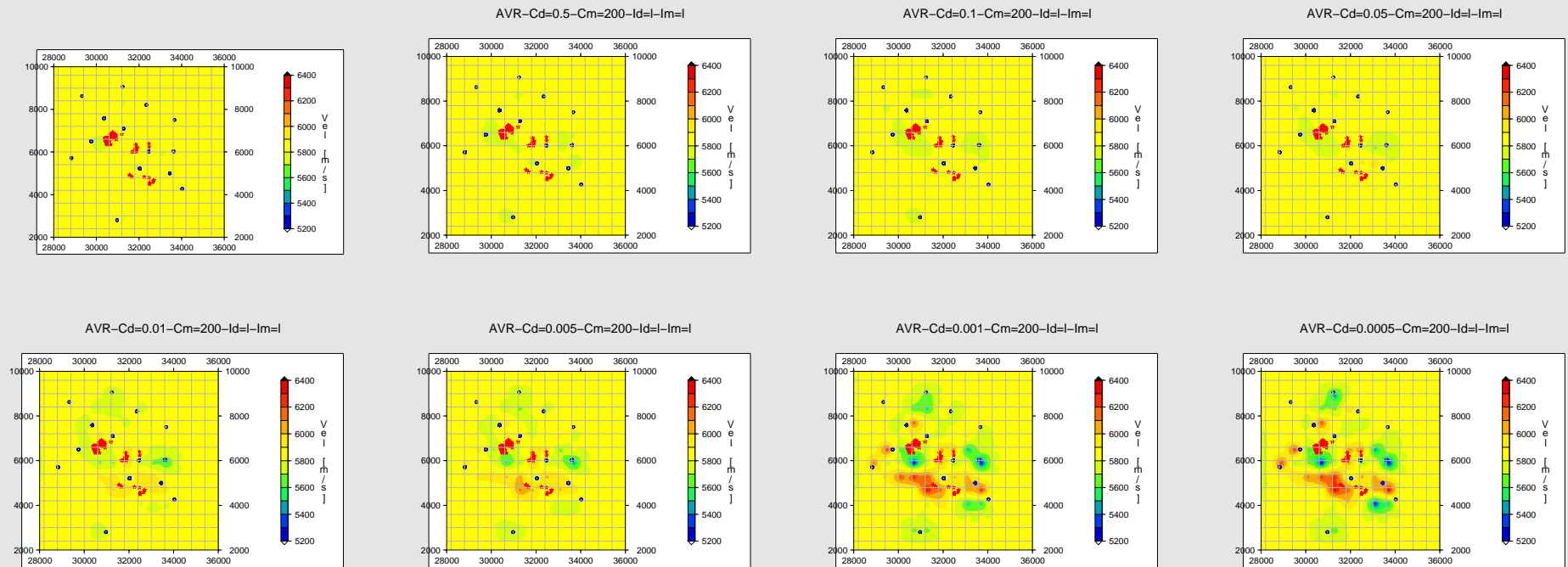
$$\Delta m = \sum_i (v_i - \bar{v})^2$$

$$\Delta d = \sum_i (\Delta T_i^{obs} - \Delta T_i(v))^2$$

Wybór współczynnika regularyzacji

podejście alternatywne

Analiza zmian rozwiązań wraz ze zmniejszaniem wartości γ i obserwacja “stabilizacji” modelu

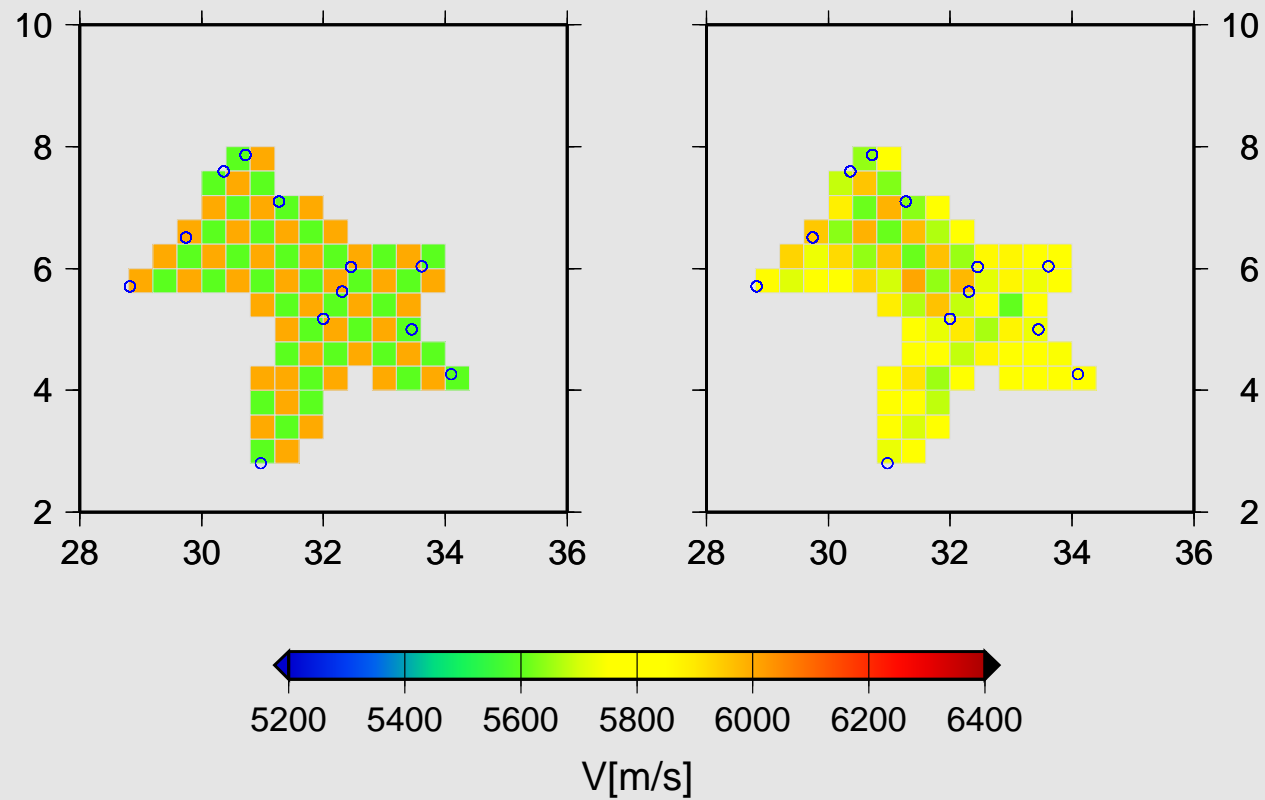


Obszar wiarygodnego obrazowania

testy rozdzielczości

Model wejściowy

Model odtworzony



Inwersja (klasyczna, Monte Carlo)

Funkcja dopasowania:

$$S(\mathbf{v}) = \sum_{i=1}^{N_D} (\Delta T_i - \Delta T_i(\mathbf{v}))^2 + \gamma \sum_{j=1}^{N_M} (v_j - v_j^{apr})^2$$

A. Minimalizacja residuów:

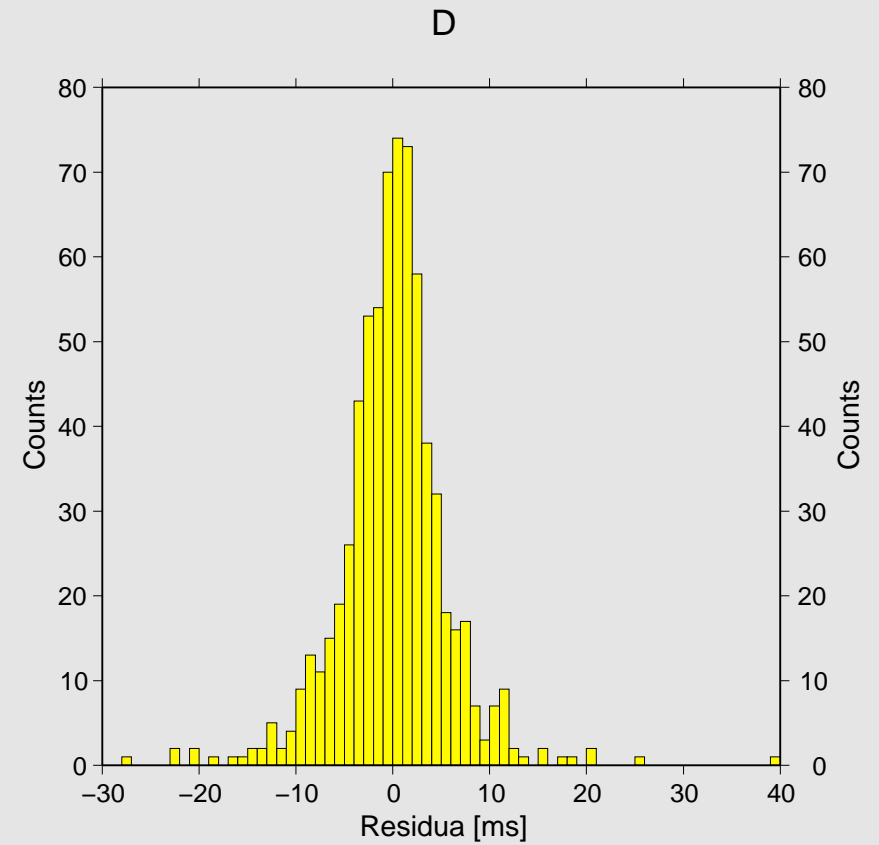
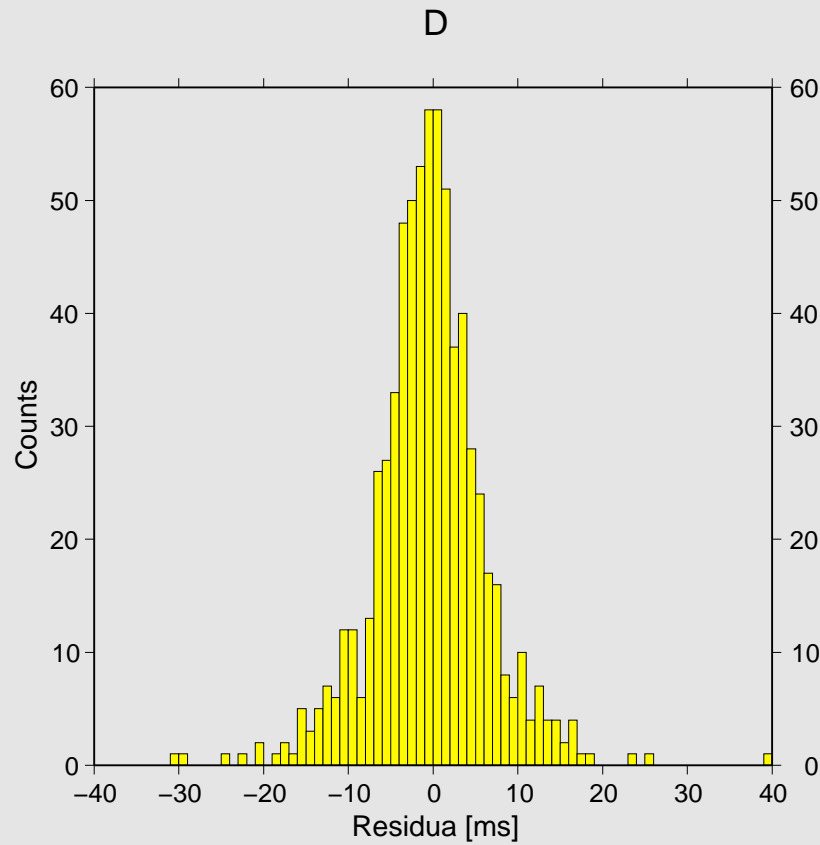
$$\mathbf{v}^{ml} : S(\mathbf{v}^{ml}) = \min$$

B. Ocena prawdopodobieństwa:

$$\sigma(\mathbf{v}) = \exp - (S(\mathbf{v}))$$

Ocena wiarygodności tomografii

porównanie residuów

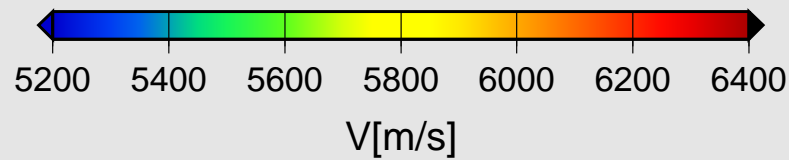
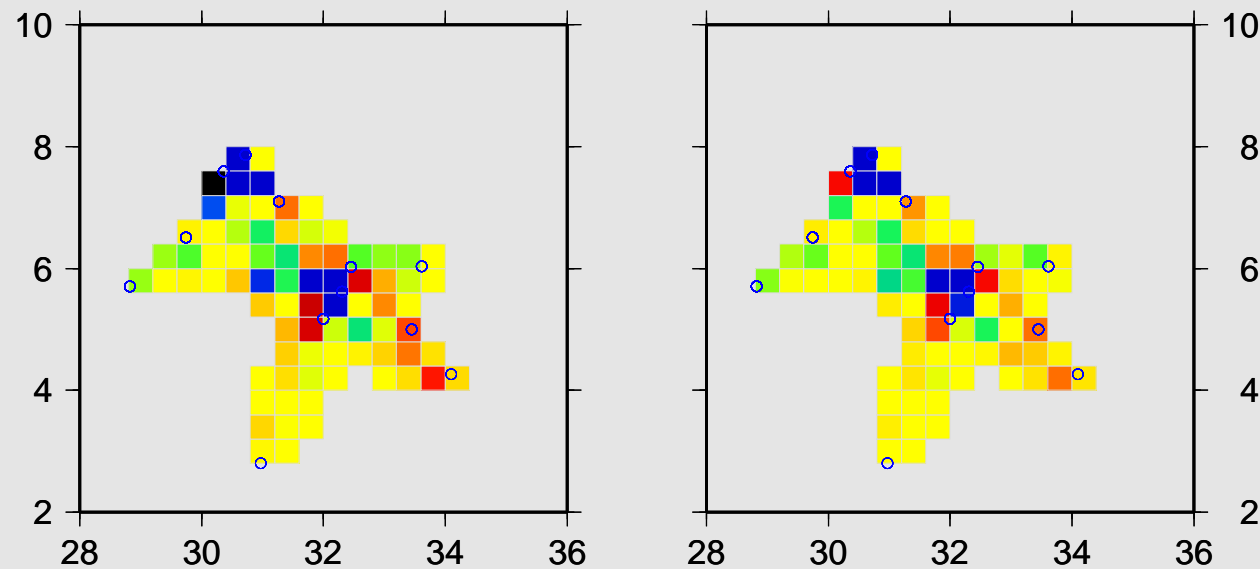


Obszar wiarygodnego obrazowania

test rozdzielczości (zalecane)

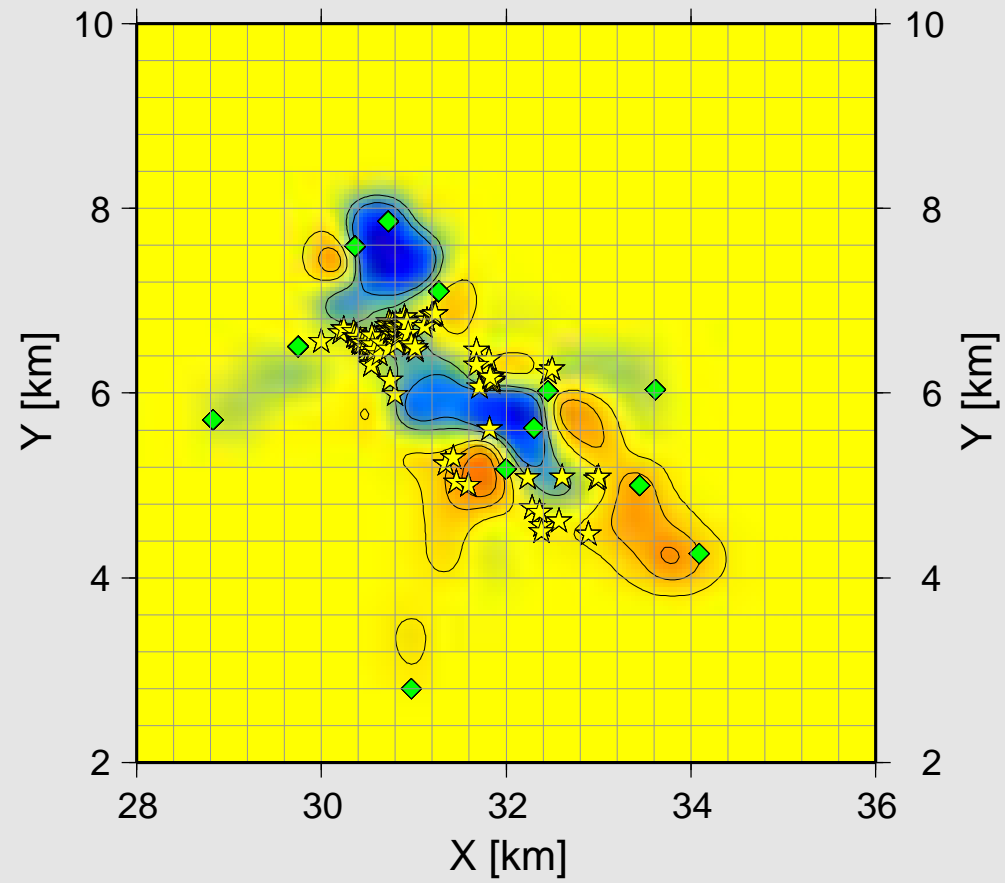
Obraz tomograficzny

Model syntetyczny



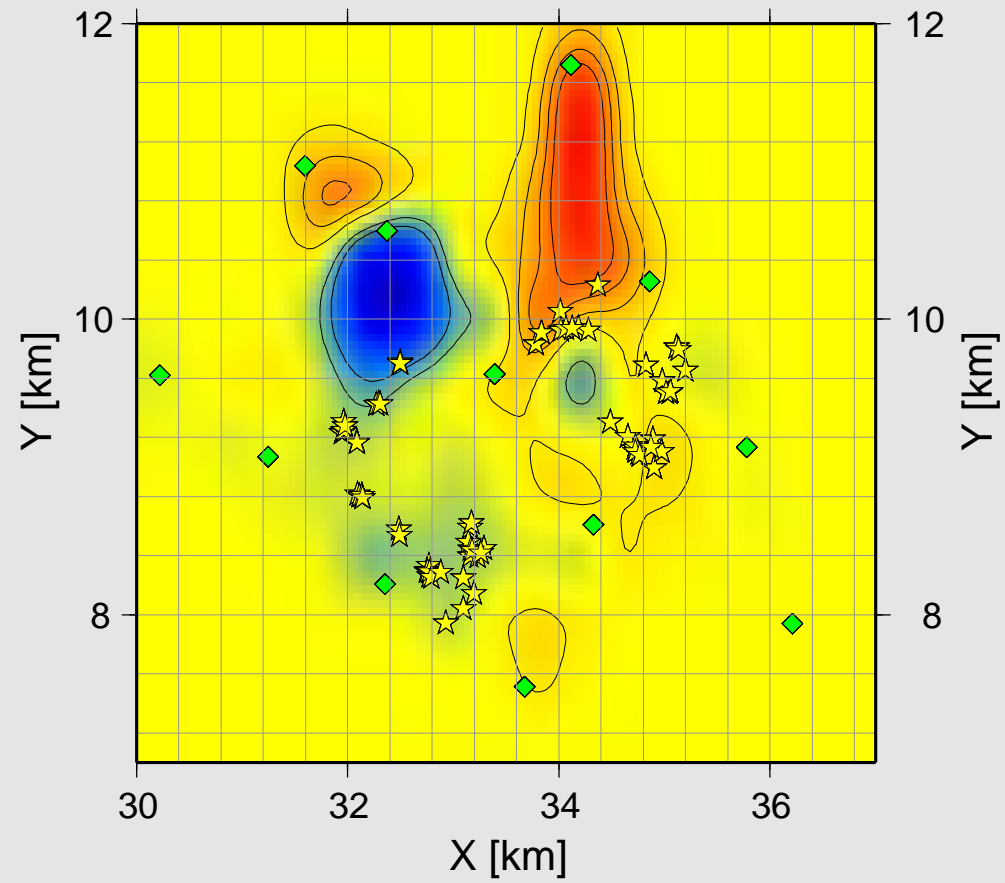
Interpretacja

A



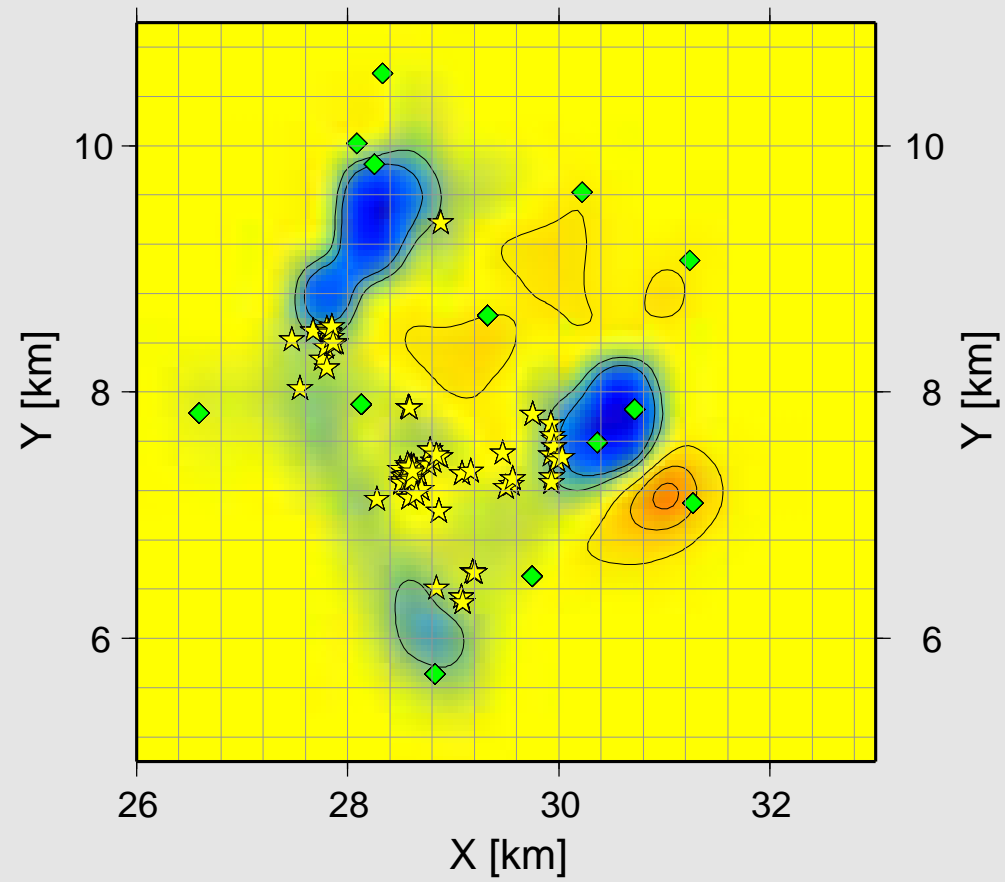
Interpretacja

B



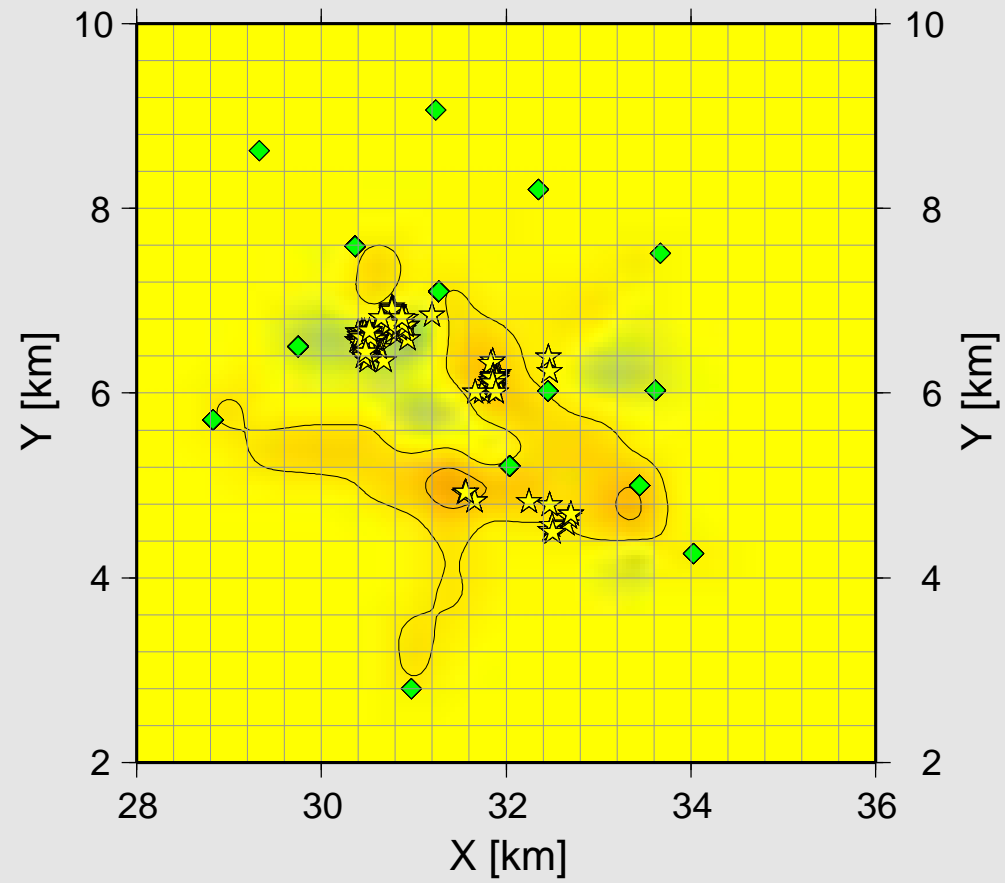
Interpretacja

C



Interpretacja

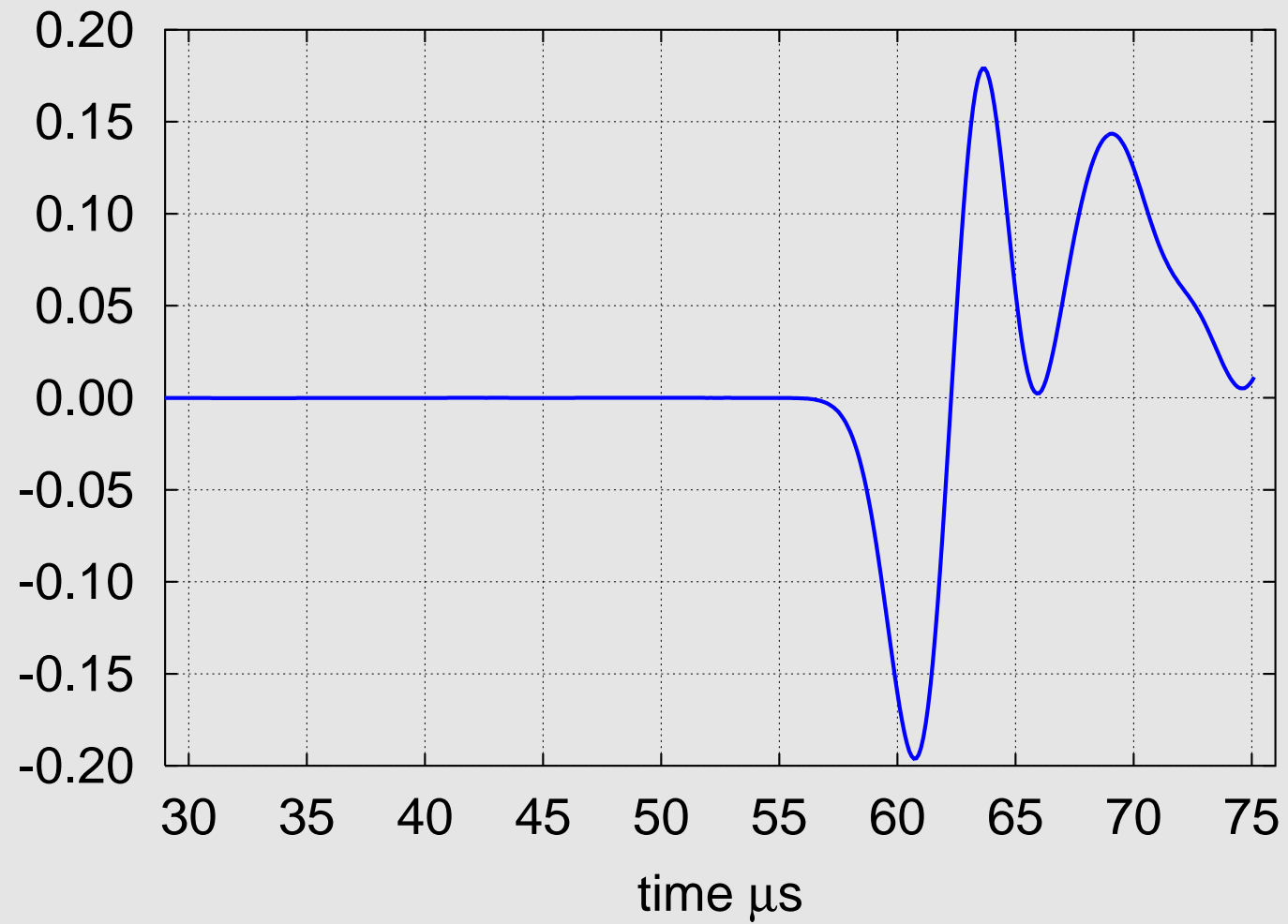
D



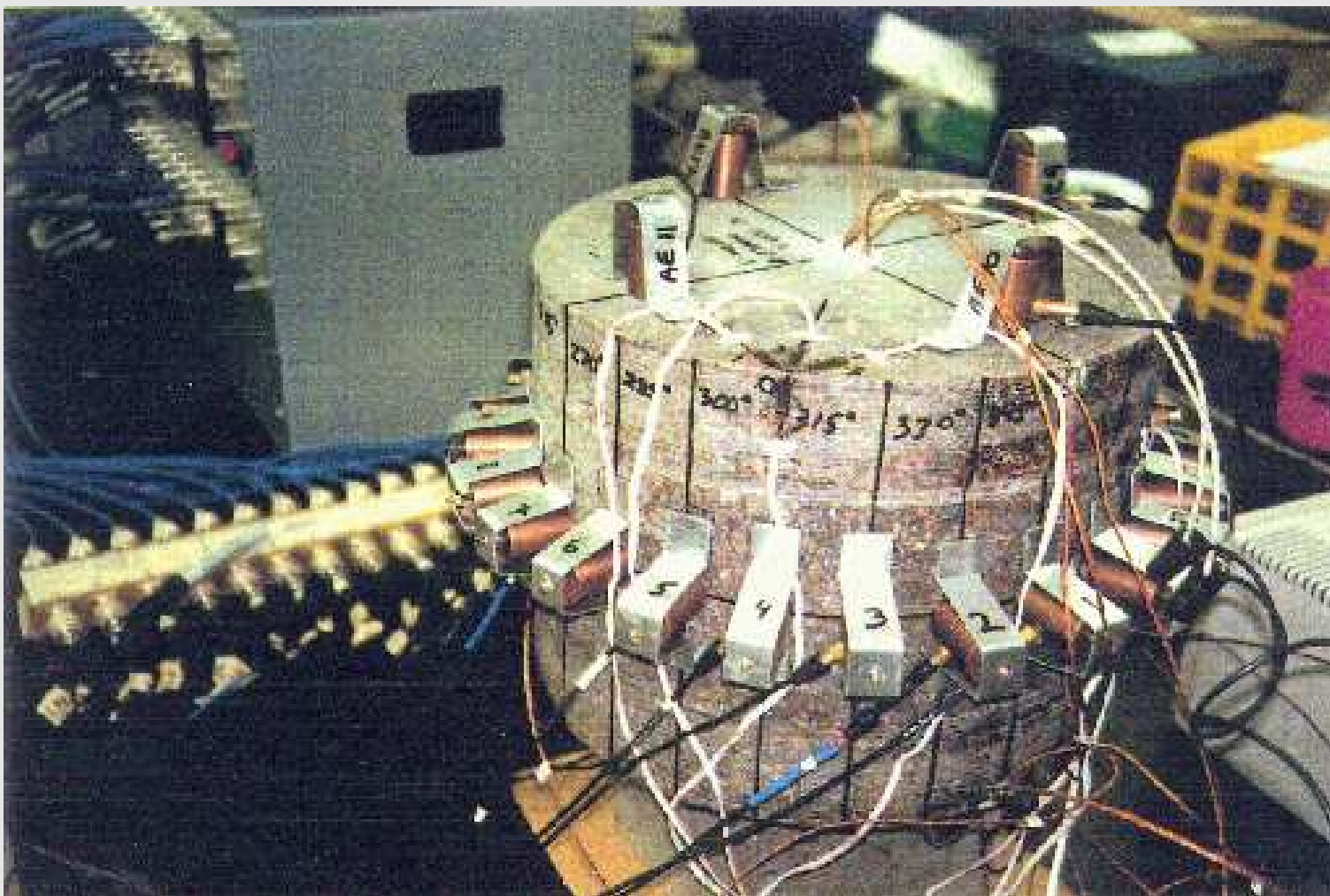
Tomografia - co dalej

1. Tomografia prędkościowa (v)
2. Tomografia tłumieniowa (Q)
3. Tomografia złożona (v')
4. (Tomografia) Anizotropia

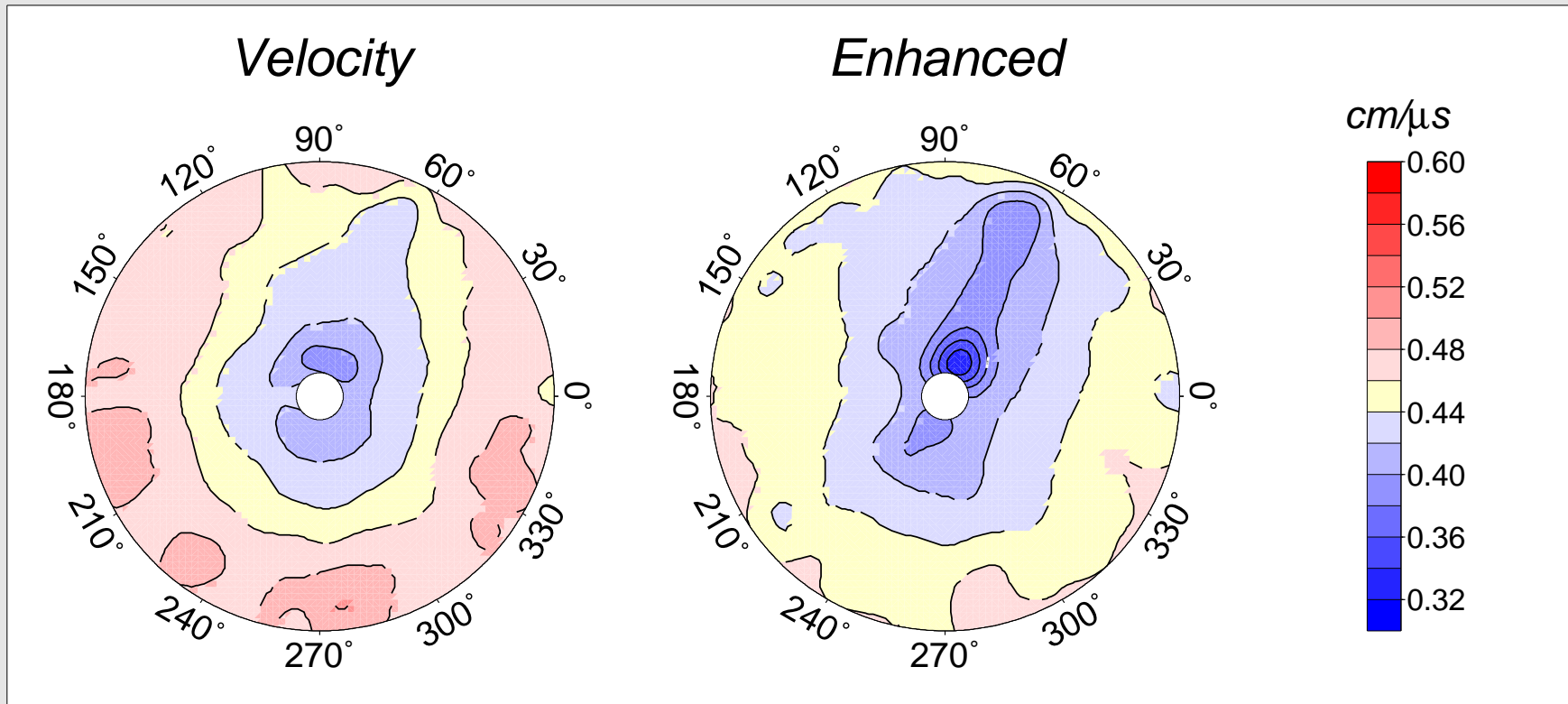
“Enhanced” tomography



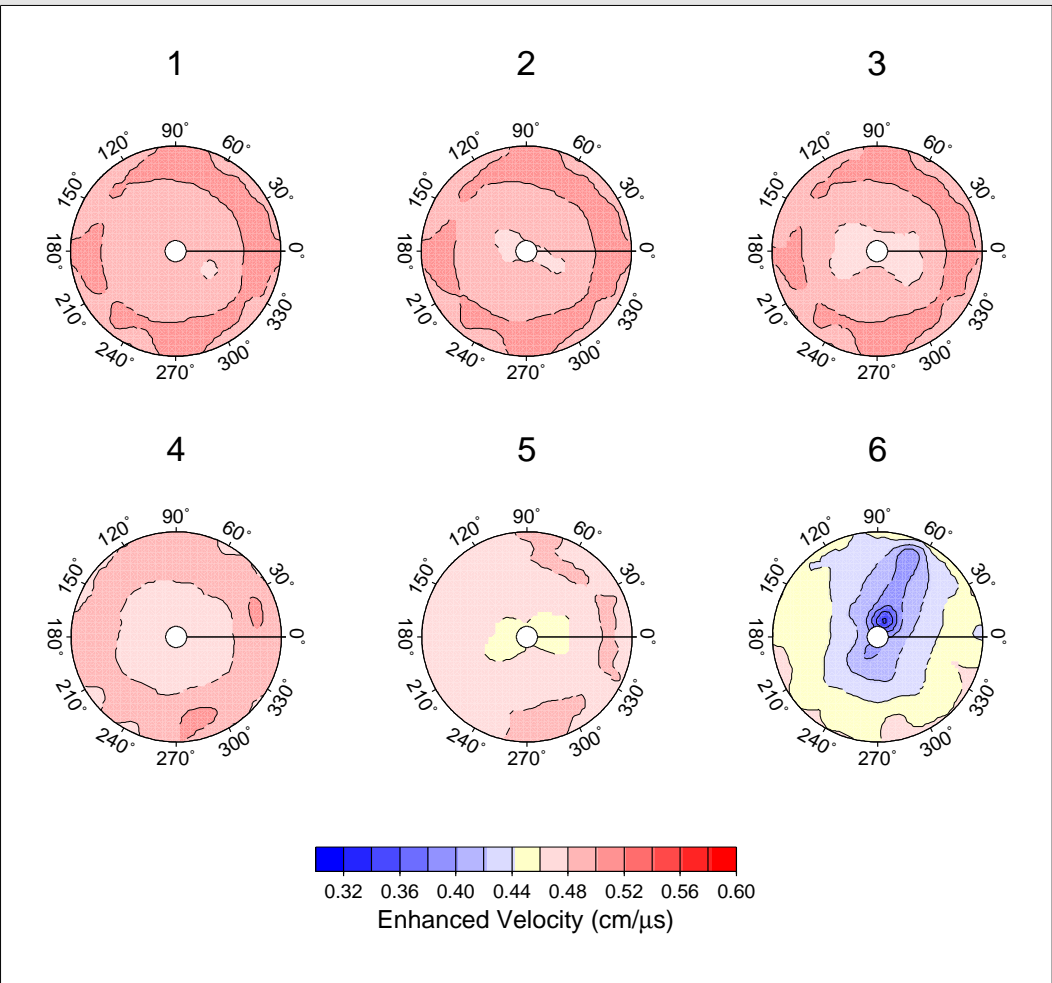
Eksperyment QC-1



QC-1



QC-1



QC-1

