

# **Analysis of the uncertainty of travelttime tomography in various scales of seismic experiments**

**AUTHOR: BARTOSZ OWOC**

## **Abstract**

This dissertation mainly focuses on the uncertainty analysis of seismic travelttime tomography in various scales of seismic experiments, i.e. near-surface (measurement line of a few kilometres length), industrial (dozen kilometres long profile), and regional (hundreds of kilometres). For this purpose, one example of representative real 2D data was used for each seismic scale. The seismic measurements were conducted to identify different sizes' geological structures, e.g. faults, salt dome, boundaries, and rock layers. In the near-surface case, together with seismic tomography, other seismic methods were applied, i.e. seismic reflection imaging and multichannel analysis of surface waves. Like any field-based method, seismic tomography has limitations, and thus the obtained results are imprecise and have numerous errors. Hence, verification is fundamental to any analysis of measurement data. For this purpose, the author used the uncertainty analysis. During the research, the influence of the starting model of the velocity field and the assumed picking precision were checked. It is also necessary to take into account qualitative information on the correctness of the velocity field reconstruction by seismic tomography. Thanks to this, it was possible to exclude from the interpretation elements of the tomographic inversion result, which were only extrapolations without confirmation in the data. Additionally, based on the estimated uncertainties, it was possible to compare and combine travelttime tomography results with other seismic methods. The dissertation also includes solutions developed by the author to improve seismic measurements and data pre-processing. Moreover, the adaptation of industrial reflection seismic imaging methods to process legacy crust-scale dataset was presented. As a result, a significant enhancement in the continuity, visibility, and separation of the Pn refraction phase was achieved. The use of the proposed processing allowed for picking more than twice as many first-arrival travel times. And this led to a significant improvement in the velocity field quality in the upper mantle. To validate the author's uncertainty analysis approach, synthetic tests were conducted.

# **Analiza niepewności tomografii sejsmicznej w różnych skalach eksperymentów sejsmicznych**

**AUTOR: BARTOSZ OWOC**

## **Streszczenie**

Niniejsza rozprawa koncentruje się głównie na analizie niepewności sejsmicznej tomografii czasu przebiegu fal w różnych skalach eksperymentów sejsmicznych, tj. przypowierzchniowych (z ang. near-surface, linia pomiarowa o długości do kilku kilometrów), przemysłowych (profil o długości kilkunastu/wielu kilometrów) i regionalnych (setki kilometrów). W tym celu wykorzystano po jednym przykładzie reprezentatywnych, rzeczywistych danych 2D dla każdej skali sejsmicznej. Pomiar sejsmiczne zostały przeprowadzone w celu identyfikacji struktur geologicznych o różnej wielkości, np. uskoki, wysad solny, granice i warstwy skalne. W przypadku skali przypowierzchniowej wraz z tomografią sejsmiczną zastosowano inne metody sejsmiczne, tj. sejsmiczne obrazowanie refleksyjne oraz wielokanałową analizę fal powierzchniowych. Jak każda metoda polowa tomografia sejsmiczna ma ograniczenia, dlatego uzyskane wyniki są niedokładne i obciążone licznymi błędami. Stąd weryfikacja ma fundamentalne znaczenie dla każdej analizy danych pomiarowych. W tym celu autor wykorzystał analizę niepewności. W trakcie badań sprawdzono wpływ modelu startowego pola prędkości oraz założonej dokładności pikowania. Okazało się, że konieczne jest także uwzględnienie jakościowych informacji o poprawności rekonstrukcji pola prędkości otrzymanego z tomografii sejsmicznej. Dzięki temu udało się wykluczyć z interpretacji elementy wyniku inwersji tomograficznej, które były jedynie ekstrapolacjami bez potwierdzenia w danych. Dodatkowo na podstawie oszacowanych niepewności możliwe było porównanie i połączenie wyników tomografii czasu podróży (z ang. travelttime tomography) z innymi metodami sejsmicznymi, takimi jak wielokanałowa analiza fal powierzchniowych i obrazowanie refleksyjne. W rozprawie uwzględniono również opracowane przez autora rozwiązania usprawniające pomiary sejsmiczne i wstępne przetwarzanie danych. Ponadto zaprezentowano adaptację przemysłowych metod sejsmiki refleksyjnej do przetwarzania archiwalnych zbiorów danych w skali skorupy ziemskiej. W rezultacie uzyskano znaczną poprawę ciągłości, widoczności i separacji refrakcyjne fazy Pn. Zastosowanie proponowanego przetwarzania pozwoliło wypikować ponad dwukrotnie więcej czasów pierwszych wstąpień, a to doprowadziło do ogromnej poprawy dokładności określenia pola prędkości w górnym płaszczu. W celu walidacji autorskiego podejścia analizy niepewności przeprowadzono testy syntetyczne.