

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0271-11****Priame modelovanie a inverzia vlnových obrazov aplikovaná na seizmický pohyb v Mygdónskom bazéne v Grécku**Zodpovedný riešiteľ **Prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc.**Príjemca **Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK
2. Ústav vied o Zemi SAV
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Moczo, P., Kristek, J., Galis, M., 2014. The Finite-Difference Modelling of Earthquake Motions: Waves and Ruptures. Cambridge University Press (365 pp., ISBN 978-1-107-02881-4)
2. Chaljub, E., E. Maufroy, P. Moczo, J. Kristek, F. Hollender, P.Y. Bard, E. Priolo, P. Klin, F. de Martin, Z.G. Zhang, W. Zhang, X.F. Chen 2015. 3-D numerical simulations of earthquake ground motion in sedimentary basins: testing accuracy through stringent models. Geophys. J. Int. 201, 90-111.
3. Maufroy, E., E. Chaljub, F. Hollender, J. Kristek, P. Moczo, P. Klin, E. Priolo, A. Iwaki, T. Iwata, V. Etienne, F. De Martin, N.P. Theodoulidis, M. Manakou, C. Guyonnet-Benaize, K.

Pitilakis, P.Y. Bard 2015. Earthquake Ground Motion in the Mygdonian Basin, Greece: The E2VP Verification and Validation of 3D Numerical Simulation up to 4 Hz. Bull. Seismol. Soc. Amer. 105, 1398-1418.

4. Valentova, L., F. Gallovic, B. Ruzek, J. de la Puente, P. Moczo 2015. Choice of regularization in adjoint tomography based on two-dimensional synthetic tests. Geophys. J. Int. 202, 787-799.

5. Fojtíková, L., Kristeková, M., Málek, J., Sokos, E., Csicsay, K., Zahradník, J. 2015. Quantifying capability of a local seismic network in terms of locations and focal mechanism solutions of weak earthquakes. J. of Seismology, doi: 10.1007/s10950-015-9512-1

Uplatnenie výsledkov projektu

Pokiaľ je nám známe, sme jediný tím, ktorý sa rozhodol aplikovať adjungovanú tomografiu na lokálne povrchové sedimentárne štruktúry, ktoré sú najčastejšou príčinou anomálne silných seizmických pohybov počas zemetrasení. Keďže sú tieto anomálne pohyby zodpovedné za najväčšie škody počas zemetrasení, je predikcia týchto pohybov zásadnou úlohou seizmológie. Presnosť predikcie je podmienená presnosťou modelu povrchovej štruktúry.

Výsledky získané riešením projektu nám umožňujú okrem iného navrhnúť ďalšie rozpracovanie adjungovanej tomografie lokálnych povrchových štruktúr a jej aplikácie v pripravovanom projekte SIGMA 2, ktorý bude projektom konzorcia európskych energetických gigantov EDF, AREVA, CEA a ENEL (pripomíname, že zodpovedný riešiteľ tohto APVV projektu bol členom vedeckého výboru projektu SIGMA).

Strategickým cieľom projektu SIGMA 2 bude implementácia metodológie do praxe analýzy seizmického ohrozenia lokalít jadrových a iných dôležitých energetických zariadení.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Riešením projektu sme dosiahli tieto štyri zásadné výsledky:

A. Vyvinuli sme všeobecný algoritmus adjungovanej inverzie v kombinácii s konečno-diferenčným výpočtom priamej a adjungovanej úlohy. Algoritmus je v princípe aplikovateľný v lokálnej, regionálnej a globálnej škále. Algoritmus zahŕňa a) možnosť sekvencie parciálnych inverzií pre postupnosť frekvenčných intervalov (tzv. škál), b) možnosť výberu typu vlnového misfitu a časového okna seizmogramu, c) rôzne možnosti definície a výpočtu kernelu vo vzťahu k zdrojom, prijímačom a invertovaným štruktúrnym parametrom, d) predspracovanie kernelov pomocou priestorovo závislej normalizácie a smerovo závislého zhladzovania, e) možnosť synchronnej, oddelenej a kombinovanej inverzie štruktúrných parametrov, f) možnosť voľby metódy výpočtu optimálneho kroku, g) možnosť definície modifikácie modelu, h) možnosť zvoliť numerickú metódu na výpočet priamej a adjungovanej úlohy.

B. Vyvinuli sme výpočtový program, v ktorom je implementovaný vyvinutý všeobecný algoritmus inverzie.

C. Pomocou extenzívnych numerických testov sme našli scenár inverzie a hodnoty parametrov inverzie, ktoré vedú k efektívnemu zlepšeniu modelu skúmanej štruktúry.

D. Vyvinuli sme algoritmus na inverziu vlnových obrazov na spresnenie ohniskového mechanizmu a polohy hypocentra.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

There are four principal results of the project:

A. We have developed a general algorithm of adjoint tomography in combination with a finite-difference simulation of the forward and adjoint problems. The algorithm is, in principle, applicable to the local, regional, and global models. The algorithm incorporates a) possibility

of a sequence of partial inversions for a series of frequency ranges (so-called scales), b) option of a misfit type and time window of seismogram, c) option of definition and calculation of kernel in relation to sources, receivers and inverted structural parameters, d) pre-processing of kernels using spatially-dependent normalization and directionally-dependent smoothing, e) possibility of synchronous, separated and combined partial inversion of structural parameters, f) option of a method of calculating optimal model step, g) option of definition of model modification, h) option of a numerical method for solving the forward and adjoint problems.

B. We have developed a computer code based on the developed general inversion algorithm.

C. Using extensive numerical tests we have found an inversion scenario and values of inversion parameters that give an effectively improved structural model of a local surface sedimentary structure.

D. We have developed an algorithm of waveform inversion for increasing accuracy of focal mechanism and hypocentral position.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Prof. RNDr. Peter Moczo, DrSc.

V Bratislave 28.01.2016

Štatutárny zástupca príjemcu

Prof. RNDr. Karol Mičieta, PhD.

V Bratislave

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu