

ODHAD HRÚBKY LITOSFÉRY Z VERTIKÁLNYCH GRADIETOV MERANÝCH DRUŽICOU GOCE A MODELU CRUST1.0

ESTIMATION OF LITOSPHERIC ELASTIC THICKNES FROM IN-ORBIT GOCE-BASED VERTICAL GRADIENTS AND CRUST1.0

Martin Pitoňák¹, Mehdi Eshagh², Michal Šprlák³, Pavel Novák⁴

Abstrakt

Elastická hrúbka litosféry (T_e) je parameter predstavujúci litosférickú pevnosť vzhľadom na zaťaženie. Tieto miesta s veľkými hodnotami elastickej hrúbky sa ohýbajú menej. V tomto príspevku sa na určenie hrúbky litosféry v Afrike používajú gravitačné gradienty merané družicou GOCE. Výpočtová metóda bola odvodená na základe teórie podľa Vening Meinesz-Moritz (VMM) a teórie ohybu izostázy na nájdenie matematického vzťahu medzi druhými deriváciami tiažového potenciálu meraného družicou GOCE a mechanickými vlastnosťami litosféry a je založená na priamom modelovaní. Topografia a batymetria bola modelovaná pomocou modelu DTM2006.0. Efekty zaťaženia sedimentov a kryštalických hmôt boli odhadnuté z modelu CRUST1.0. Z rovnakého modelu boli odhadnuté laterálne zmeny hustoty horného plášťa, hodnoty Youngovho modulu a Poissonovho pomeru. Druhé derivácie gravitačného potenciálu boli generované z modelu kôry a rôznej hodnoty elastickej hrúbky litosféry, aby sa zistilo, ktorý z nich zodpovedá gradientu GOCE na obežnej dráhe. Táto metóda bola odvodená v tvare sférických harmonických funkcií a použiteľná v akomkoľvek bode pozdĺž orbity GOCE bez použitia akejkoľvek rovinnej aproximácie. Naše hodnoty T_e nad Afrikou ukazujú, že vnútrozemské hotspoty a sopky, ako sú Ahaggar, Tibesti, Darfúr, sopečná linka Kamerun a Líbya, sú spojené koridormi nízkeho T_e . Vysoké hodnoty T_e sú prevažne spojené s kronickými oblasťami Konga, Čadu a západnej Afriky.

Abstract

The lithospheric strength with respect to the loading is represented by a parameter called elastic thickness (T_e) and places with larger value of T_e flex less. In this contribution, we use the in-orbit vertical gravitational gradients measured by Gravity field and steady-state Ocean Circulation Explorer (GOCE) satellite for determining the elastic thickness over Africa. A forward computational method is developed based on the Vening Meinesz-Moritz (VMM) and flexural theories of isostasy to find a mathematical relation between the second-order vertical derivative of the gravitational potential and mechanical properties of the lithosphere. This method is developed in terms of spherical harmonics. Loading effects of topography and bathymetry, sediments and crystalline masses are calculated from CRUST1.0, in addition to estimates of laterally-variable density of the upper mantle, Young's modulus and Poisson's

¹ Martin Pitoňák, Ing., Ph.D., NTIS-Nové technologie pro informační společnost, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita v Plzni, Technická 8, 301 00 Plzeň, tel.: +420377639112, e-mail: pitonakm@ntis.zcu.cz

² Mehdi Eshagh, prof., Dr., Department of Engineering Science, University West, Trollhättan, Sweden, e-mail: mehdi.eshagh@hv.se

³ Michal Šprlák, doc., Ing., Ph.D., NTIS-Nové technologie pro informační společnost, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita v Plzni, Technická 8, 301 00 Plzeň, e-mail: sprlakm@ntis.zcu.cz

⁴ Pavel Novák, prof., Ing., Ph.D., NTIS-Nové technologie pro informační společnost, Fakulta aplikovaných věd, Západočeská univerzita v Plzni, Technická 8, 301 00 Plzeň, e-mail: panovak@ntis.zcu.cz

ratio. The second-order vertical derivatives of the gravitational potential are synthesised from the crustal model and different a priori values of elastic thickness to find which one matches the GOCE in-orbit vertical gradient. Our map of T_e over Africa shows that the high values of T_e are mainly associated with the cratonic areas of Congo, Chad and the Western African basin while the intra-continental hotspots and volcanoes, such as Ahaggar, Tibesti, Darfur, Cameroon volcanic line and Libya are connected by corridors of low T_e .

Kľúčové slová

Elastická hrúbka litosféry; priame modelovanie; gravitačné gradienty GOCE; izostáza

Keywords

Elastic thickness; Forward modelling; GOCE gravitational gradients; Isostasy