

Posudok

k dizertačnej práci Ing. Miloša Vaľka, PhD. na tému „Studium environmentálnych vlivů na měření supravodivého gravimetru na Geodetické observatoři Pecný“.

a) zhodnotenie významu dizertačnej práce pre odbor

Téma dizertačnej práce je v súčasnosti veľmi aktuálna a všeobecne možno konštatovať, že sa stále tejto téme venuje málo pozornosti. Supravodivý gravimeter OSG-050 je unikátny prístroj, jediný svojho druhu v Českej republike, nehovoriac o tom, že viaceré susedné krajiny takýmto prístrojom nedisponujú. Spomenutý prístroj produkuje veľmi obsiahly časový rad extrémne presných a citlivých údajov. Domnievam sa, že ešte stále nedokážeme celkom dobre odhadnúť potenciál (vedecký, ako aj praktický), ktorý je v týchto dátach uložený. Dizertačná práca má preto pre odbor Geomatika ako aj pre ďalšie príbuzné odbory veľký význam.

b) vyjadrenie k postupu riešenia problému, použitým metódam a splneniu určeného cieľa

Postup riešenia vytýčených úloh je logický a správny. Doktorand analyzoval približne šesťročný časový rad, ktorý redukoval o štandardné korekcie (slapy, pohyb pólu, chod gravimetra) a následne študoval vplyv variácie atmosféry, lokálnej hydrologie a nakoniec analyzoval reziduálny časový rad. Použité metódy vychádzajú z najnovších poznatkov a využívajú takmer všetky dostupné zdroje údajov. Doktorand preukázal, že má zvládnutý súčasný stav problematiky na vysokej úrovni. V úvode práce je vytýčených 5 cieľov. Prvým cieľom je vytvorenie algoritmu pre určovanie úrovne reziduálneho šumu, ďalšie dva ciele sa týkajú testovania globálnych a lokálnych hydrologických modelov (v prípade lokálnej variácie ide aj o návrh vlastného modelu) a posledné dve ciele sú zamerané na testovanie globálnych atmosférických modelov a na možnosti redukcie lokálnej variácie atmosférického tlaku. Konštatujem, že všetkých 5 vytýčených cieľov bolo splnených. Pripomienku mám iba k časti testovania globálnych hydrologických modelov, ktorá sa mi zdá veľmi stručná s malým počtom referencií na jednotlivé existujúce modely.

Otázka k použitým metódam: akým spôsobom boli určené a eliminované skoky v časovom rade a ako boli ošetrené chýbajúce dáta, prípadne dáta zachytávajúce veľké zemetrasenia.

c) stanovisko k výsledkom dizertačnej práce a k pôvodnému konkrétnemu prínosu predkladateľa dizertačnej práce

Konkrétny prínos dizertačnej práce vidím najmä v týchto bodoch:

- Experiment na určenie variácie atmosférického regresného koeficientu α , pričom sa ukázalo, že jeho hodnota môže závisieť od frekvenčného rozsahu použitých dát.
- Metodika na kombináciu modelu ATMACS s podrobným záznamom atmosférického tlaku na výpočet atmosférickej korekcie a experiment, ktorý ukazuje, že tento prístup je lepší, než doteraz používané prístupy.
- Vytvorenie modelu vlhkosti pôdy na základe analýzy vrtu ako aj na základe štatistického prístupu.
- Nápad s vylepšením lokálneho hydrologického modelu pomocou vertikálneho gradientu tiažového zrýchlenia.
- Vytvorenie webového rozhrania SG Noise.

Niektoré z vymenovaných prínosov sú všeobecne použiteľné pre akékoľvek stanice, iné sú do určitej miery viazané na konkrétne stanovisko Geodetické observatoře Pecný, na čo aj doktorand upozorňuje vo svojej práci. Vlastný prínos doktoranda je z môjho pohľadu významný.

d) vyjadrenie k systematike, prehľadnosti, formálnej úprave a jazykovej úrovni dizertačnej práce

Práca obsahuje 94 strán textu, potom nasleduje zoznam použitej literatúry a 3 prílohy. Obsahovo je logicky členená na 5 kapitol. Prvá kapitola sa venuje prehľadu súčasného stavu, ďalšie tri kapitoly postupne predstavujú tri ťažiskové témy: modelovanie účinkov variácie atmosféry, hydrosféry a analýza reziduálneho šumu. V piatej kapitole sú uvedené závery a výhľad do budúcnosti. Podľa môjho názoru predložená dizertačná práca je napísaná systematicky pričom formálna a jazyková úroveň je veľmi dobrá. Práca taktiež spĺňa predpoklady týkajúce sa rozsahu aj odbornej náročnosti. Práca je napísaná v českom jazyku. V práci som našiel iba veľmi málo gramatických alebo formulačných chýb (hoci to nedokážem posúdiť celkom kvalifikovane), a tiež iba minimum preklepov.

Otázka: Str. 90 je čistá. Ide o zámer, alebo na tejto strane malo niečo byť?

e) vyjadrenie k publikačnej činnosti doktoranda

Za posledný rok bol doktorand spoluautorom 3 CC časopiseckých článkov a hlavným autorom jedného CC časopiseckého článku, ktorý je v tlači. Okrem toho publikoval v posledných štyroch rokoch 9 ďalších publikácií, z ktorých jednu ako samostatný autor. Podieľal sa na príprave 7 posterov prezentovaných v zahraničí a 11 prezentácií (5 domácich a 6 zahraničných). V publikačnej činnosti doktoranda nechýbajú ani kvalitné zahraničné publikácie (najmä v poslednom roku) preto ju považujem za dostatočnú a v poslednom roku za nadpriemernú.

Pripomienky k dizertačnej práci:

- V časti zhodnotenie súčasného stavu, prípadne pri popise prípravy časového radu na analýzu navrhujem doplniť referenciu *Hábel B.: Analýza dlhodobých meraní supravodivým gravimetrom. Dizertačná práca, Stavebná fakulta STU, Bratislava, 2013.*
- V podkapitole 2.1.2 chýba nejaký záver z vykonaného experimentu, nejaké konštatovanie, či je vhodné v niektorých špecifických prípadoch použiť frekvenčne závislý regresný koeficient. Pri ďalších experimentoch bol používaný iba štandardný koeficient -0.3.
- 44 ... vzťahy (2.10) až (2.12) sú zrejme prevzaté zo stránky atmaccs. Sú aj ďalšie vzťahy až po (2.16) prevzaté odtiaľ? Z textu to nie je jasné.
- 48₁₃₋₁₁ ... chýba mi nejaké vysvetlenie, alebo krátka diskusia k dôvodu systematického rozdielu medzi modelom a meranou hodnotou atmosférického tlaku, prípadne aj k rozdielom sezónneho charakteru. Ja modelová hodnota počítaná zo vzťahu (2.2)?
- 55 ... ako nazveme účinky hmôt v intervale 100m až 100km? Sú tieto účinky zanedbateľné?
- 58 ... v texte chýba komentár k retenčnej krivke zobrazemej na obr. 3.5. Čo môžeme z tejto krivky vidieť, aký má pri modelovaní význam? Odkiaľ je obrázok prevzatý, resp. z akých dát bola krivka vykreslená?

- 61 ... z textu práce nie je jasné, aký významný je podiel doktoranda na tvorbe modelu vlhkosti pôdy. Je to najmä práca doktoranda, alebo je to výsledok práce tímu ktorého členom je aj doktorand, alebo je model prevzatý?
- 62 obr. 3.8 ... niektoré krivky si neviem dobre interpretovať. Ako mám napríklad rozumieť červenej krivke (krivkám) v strednom grafe, ktoré majú znázorňovať hladinu podzemnej vody? Prečo sú v pravom grafe 4 krivky?
- predstavuje časový rad na obr. 3.10 hore a 3.14 hore rovnakú veličinu? Prečo je medzi týmito grafmi systematický posun?
- 67 ... chýba mi komentár k výsledkom grafu 3.15
- 68 ... prečo je na obr. 3.16 pod hladinou podzemnej vody nulová vlhkosť? Prečo stupnica nesiahá do 100% tak ako v prípade grafu 3.9?
- 70 obr. 3.17 ... červená krivka predstavuje meraný hydrologický signál a ostatné simulovaný hydrologický signál? Majú modely v grafe 3.17 (GRACE, ECMWF a GLDAS) nejaký súvis s modelmi uvedenými v tab. 3.1? Z textu to vôbec nie je jasné. Chýba mi aspoň stručné uvedenie jednotlivých globálnych modelov a ich zdroj, alebo pôvodná referencia.
- Podkapitola 3.3 je neúmerne krátka. Mohla byť nahradená odsekom v podkapitole 3.2
- V texte chýba komentár k výsledkom grafu 4.3.
- Čo znázorňuje čierna krivka v grafe 4.4?

Drobné nejasnosti, chyby a preklepy:

22⁴ ... k vizualizaci (~~k vizualizaciu~~)

24_{6,5} ... To, jak velká část (~~o tom, jak velká část~~)

25³ ... představuje (~~představuje~~)

25⁶ ... změnu geocentrického průvodiče reálného, resp. dokonale tekutého tělesa.

25₁₅ ... ale jejich kombinaci (~~ale jejich kombinacím~~)

28₂ ... skratka KAPG nie je vysvetlená

31₁₈₋₁₇ ... rozu,íme časovou změnu čtení (~~rozumíme časovou rychlost změny čtení~~)

36₈ ... označení $p_{n,H}$ v texte nesúhlasí s označením $p_{n,h}$ vo vzťahu (2.2)

37² ... koeficient α nadobúda záporné hodnoty, takže zrejme ná byť v rozmedzí od -0.2 do -0.4

37 ... \mathbf{i} vo vzťahu (2.3) je jednotkový vektor?

48₁₆ ... na obr. 2.7 (~~na obr. 2.6~~)

52 .. označení Greenových funkcí symbolom g nie je vhodné, lebo sa ľahko zamieňa s tiažovým zrýchlením.

52₁₅ ... na pravém obrázku je použito logaritmické škály (~~na pravém obrázku je použito lineární škály~~)

53₁ ... chýba referencia na vzťah (3.6)

55 ... nadbytočné písmeno i v popise obr. 3.2

58 ... chýba referencia na vzťah (3.8)

60⁶ ... po dlhší analýze (~~po dlhším analýze~~)

60₆ ... bodka navyše

63 ... preklep v názve kapitoly 3.1.2: proměnných (~~prommených~~)

63 a 64 ... v grafoch 3.10 až 3.12 chýbajú jednotky na osi y

- 69₄ ... Kromě (~~Ktomě~~)
70₈ ... zabudnutý rozdelovník v slove hyd-rologického
71₄ ... dve bodky za vetou
73¹ ... veriace vertikálního (~~variacie vrtikálního~~)
73² ... $\mu\text{Gal}\cdot\text{m}^{-1}$
74⁸ ... ale předpokládá, že (~~ale nepředpokládá, že~~)
82 ... nie je dokončená poznámka pod čiarou
93₁₇ ... elastických parametrech (~~elastických parametru~~)

f) jednoznačné vyjadrenie oponenta, či odporúča, alebo neodporúča dizertačnú prácu k obhajobe

Dizertačná práca má napriek niekoľkým pripomienkam veľmi dobrú úroveň a nesporný vedecký prínos a preto ju odporúčam k obhajobe.

V Bratislave 12. 1. 2015


doc. Ing. Juraj Janák, PhD.



Posudek k disertační práci:

Studium enviromentálních vlivů na měření supravodivého gravimetru na Geodetické observatoři Pecný

Student:

Ing. Miloš Val'ko, Ph.D.

Školitel:

Prof. Ing. Pavel Novák, Ph.D.

1 Zhodnocení významu disertační práce pro obor

Odstranění enviromentálních vlivů z přesného tíhového měření je velice aktuální problém. Přesnost současných balistických a supravodivých gravimetrů je na úrovni několika málo μGal , respektive zlomků μGal . Odstranění všech *rušivých* vlivů je stěžejní pro studium velkého rozsahu geofyzikálních a geodynamických jevů.

To je možné pouze na stanicích vybavených jednak oběma typy gravimetrů, ale také kde jsou známy geomorfologické informace o blízkém okolí a též jsou kontinuálně měřeny vybrané meteorologické parametry. Všechny tyto požadavky jsou splněny na Geodetické observatoři Pecný, kde se uvedené problematice věnuje dlouhodobě vysoká péče.

Vypracování modelů pro odstranění vlivu variace atmosférických hmot a vlivu variace vodních hmot na tíhové zrychlení je logickým vyústěním snahy o co nejkvalitnější analýzu tíhového signálu supravodivého gravimetru.

2 Vyjádření k postupu řešení problému, použitým metodám a splnění určeného cíle

Práce obsahuje, kromě úvodu (Přehled současného stavu) a závěru, tři hlavní části:

1. Vliv variace atmosféry na měření tíhového zrychlení,
2. Vliv variace vodních hmot na měřeně tíhové zrychlení,
3. Studium statistických vlastností reziduálního šumu.

První kapitola, *Přehled současného stavu*, shrnuje postupy pro odstranění dobře matematicky popsaných rušivých vlivů, jako jsou slapy Země, vliv okamžité polohy pólu rotace Země a vliv chodu supravodivého gravimetru.

Zde bych se zeptal, když už je upozorněno na teoreticky nulový chod supravodivého gravimetru (str. 31), jaký je tedy pro reálně měřitelný, i když velice malý, chod důvod?

Vliv variace atmosféry na měření tíhového zrychlení Variace atmosférického tlaku výrazně ovlivňuje hodnotu měřeného tíhového zrychlení, problémem zůstává komplexnost problému odstranění tohoto jevu.

Problematika je poměrně komplexně podaná, včetně rozdělení na *přímý a nepřímý* účinek a *lokální, regionální a globální* vliv. Dále je ovšem řešen pouze *lokální a globální* vliv a není podáno vysvětlení, proč se práce nevěnuje také *regionálnímu* vlivu.

Pro lokální efekt jsou popsány dvě metody určení regresního koeficientu α , a to

- určení α pomocí metody nejmenších čtverců,
- určení α pomocí nulové statistické vazby.

Zde ve výrazu (2.3) není popsán vektor \mathbf{i} . Obě metody jsou ekvivalentní a vedou k výsledku $\alpha = -0,267 \mu\text{Gal/hPa}$. Zajímavý je výpočet frekvenční závislosti koeficientu α . Nicméně výše popsané metody vycházejí z citované literatury, kdy byly aplikovány na podmínky geodetické observatoře Pecný.

Pro modelování globálního efektu variace atmosférického tlaku bylo využito služby ATMACS, provozované německým BKG. Pomocí těchto dat je vytvořen lokální, regionální i globální model atmosféry. Zde nerozumím proč nejsou modely popsány v logickém pořadí, ale regionální model je uveden před lokálním? Všechny modely v zásadě popisují numerické řešení výpočtu gravitačního účinku hmotnosti. Vzhledem k absenci citací při popisu jednotlivých modelů mi není jasné, zda jde o příspěvek autora a nebo zda výpočty vycházejí z práce (Klügel a Wziontek, 2009)? Popis výpočtu efektu ze zatížení je velice stručný a nedává přílišnou představu o konkrétním způsobu výpočtu.

Při porovnání lokálního a globálního modelování atmosférického tlaku nerozumím, proč nebyla použita pro regresní koeficient hodnota $\alpha = -0,267 \mu\text{Gal/hPa}$ vypočtená z dat na GO Pecný, ale $\alpha = -0,3 \mu\text{Gal/hPa}$? Dále je na straně 48 odkaz na obrázek 2.6, ale je myšlen obrázek 2.7.

Těž mi přijde zavádějící používání rozdělení na lokální modelování a globální modelování atmosférického vlivu, když jsou potom spolu porovnávány. Rozuměl bych například rozdělení na *modelování za pomoci lokálně měřeného atmosférického tlaku* a *modelování s využitím znalosti atmosférického modelu*. Z textu není dostatečně zřejmé, že se vždy snažíme najít celý efekt, ale různými způsoby. Členění podkapitol a text podkapitol 2.1 a 2.2 mě nejprve vedl k domněnce, že pomocí lokálního tlaku je modelován lokální vliv, zatímco pomocí modelu atmosféry vliv globální, jak je ostatně uvedeno v rozdělení na začátku kapitoly 2.

Vliv variace vodních hmot na měřené tíhové zrychlení Modelování vlivu variace vodních hmot je velice komplikované, protože parametry modelu jsou závislé na mnoha environmentálních parametrech a také, a to především, na geomorfologii a topografii bodu. Prvotní úvahy vycházejí převážně z práce (Pálinkáš a kol., 2008), kdy jako nejdůležitější je bráno blízké okolí $0 - 100 \text{ m} \Rightarrow$ lokální vliv a $s > 100 \text{ km} \Rightarrow$ globální vliv.

Lokální hydrologický model pak vychází z měřených a známých hodnot na GO Pecný. Vztah (2.8) popisuje výpočet gravitačního účinku, z textu mi však není jasné, jak se s jeho využitím vypočte citlivostní koeficient c ? Chybí mi zde (podkapitola 3.1.1) nějaký matematický popis modelu, obdobný jako pro podkapitulu 3.1.2. Na obrázku 3.10 a 3.12 jsou popisky téměř nečitelné. U obrázku

3.12 mi není jasný popis osy y (velikost $\Delta g(h)$), velikost modelového signálu by měla být na obrázku 3.11 a 3.12 stejná, ale tomu neodpovídají hodnoty na ose y ?

Na obrázku 3.13 je velikost $\delta g_h \approx 15 \mu\text{Gal}$ plus časové variace? Velikost hydrologického efektu neodpovídá výsledku na obrázku 3.11. Na obrázku 3.11 je rozsah variací $4 \mu\text{Gal}$, zatímco na obrázku 3.13 je rozsah (pro Model 1) cca $5,5 \mu\text{Gal}$, zároveň i na obrázku 3.13 je průběh signálu hladší. Postrádám podrobnější výklad k obrázku 3.14, proč korigovaná řada, jak modelem 1, tak modelem 2, vypadá jako řada nekorigovaná? Charakter křivky je téměř nezměněn, pouze se amplituda o něco málo zmenšila?

V podkapitolách 3.2 a 3.3 mi chybí popis, jak byl globální hydrologický signál vypočten, případně chybí odkaz, odkud byly prezentované výsledky (obr. 3.17) převzaty.

Detekce změny vertikálního gradientu, způsobená variací hydrologie a popsaná hodnotou $0,5 \mu\text{Gal/m}$, je na hranici přesnosti měření relativním gravimetrem.

Studium statistických vlastností reziduálního šumu Ve čtvrté kapitole jsou představeny různé druhy popisu reziduálního signálu (SNM, PSD, PDF). Na straně 82 chybí poznámka pod čarou.

Dále následuje popis programu **SGNoise**, zde jsou výše popsané statistické charakteristiky šumu vizualizovány, a to téměř v reálném čase. Webová aplikace umožňuje zobrazit informace o stanicích Pecný, Wettzell a Strasbourg.

Závěr Závěr shrnuje hlavní části práce, hodnotí vlastní přínos autora a přináší výhled na další výzkum, či další využití současných závěrů.

3 Stanovisko k výsledkům disertační práce a k původnímu konkrétnímu přínosu předkladatele disertační práce

Výsledky disertační práce jsou významným přínosem pro GO Pecný, přináší ucelený postup pro eliminaci rušivých vlivů v signálu supravodivého gravimetru. Představené modely využívají mnoho environmentálních parametrů, které umožňují již poměrně sofistikovaný popis zkoumaných jevů. Reziduální signál je pak možné lépe využít pro analýzu geodynamických jevů, které dříve byly schovány v šumu.

Software **SGNoise** pak slouží k hodnocení kvality reziduálního signálu. Rozsah různých charakteristik a časových období usnadňuje okamžité hodnocení kvality signálu v daném období.

Původní příspěvek vidím především ve využití služby **ATMACS**, vytvoření modelu pro lokální hydrologický model, kde mi bohužel v kapitole 3.1.1 chybí podrobnější matematický popis modelu. Dále pak jistě můžeme považovat za vlastní přínos vypracování softwaru **SGNoise** pro hodnocení reziduálního signálu.

4 Vyjádření k systematice, přehlednosti, formální úpravě a jazykové úrovni disertační práce

Práce je členěna logicky, nejdříve jsou popsány v samostatných kapitolách jednotlivé rušivé vlivy a následně je kapitola popisující nástroj pro hodnocení a vizualizaci reziduálního tíhového signálu. Jedinou připomínku mám, jak jsem již zmínil dříve v textu, k pořadí podkapitol **Regionální 3D model atmosféry** a **Lokální model atmosféry**, které bych prohodil.

Formální úprava je dobrá, občas mají obrázky malé popisky, také je občas zaměněn znak pro oddělování desetinných čísel ".", namísto "," (např. strana 44, vztah(2.11)). Také fyzikální jednotky jsou psány chybně kurzívou.

Co se týče jazykové stránky, zde musím konstatovat, že práce měla být před finálním tiskem pečlivě zkontrolována. Práce obsahuje mnoho překlepů a chyb (použití slovenských slov). Konkrétně třeba závěr, strany 91 a 92, obsahuje velice mnoho jazykových chyb a nepřesností.

5 Vyjádření k publikacím studenta

Publikační činnost autora je dostatečná, především pak zmíním článek plánovaný do časopisu *Studia geoph. et geodaetica*, kde je student jako hlavní autor a který se týká problematiky řešené v předkládané disertační práci.

6 Závěrečné vyjádření

Předkládaná práce uceleně shrnuje problematiku odstranění rušivých vlivů v signálu supravodivého gravimetru na GO Pecný a následnou vizualizaci statistických charakteristik reziduálního signálu.

Disertace na mě působí trochu uspěchaným dojmem. Některá problematika je popsána velice podrobně a naopak jinde je vše popsáno velice stručně. Jazykové stránce též nebyla věnována potřebná péče. Podrobněji jsem svoje otázky a připomínky již zmínil dříve v textu. Přes tyto dílčí připomínky považuji práci za kvalitní a její výsledky za přínosné a disertaci **doporučuji** k obhajobě.

V Praze dne 19.2.2015

Ing. Martin Lederer, Ph.D.

