

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Application of the Finite Element Method in Physical Geodesy
Jméno autora:	Bc. David Mráz
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	Katedra matematiky
Vedoucí práce:	Mgr. Milan Bořík, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra matematiky, FSv

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Splnění zadání práce	splněno
Předložená práce splňuje zadání. Autor se zabýval aplikacemi metody konečných prvků ve fyzikální geodézii. Ukázal konvergenci h-p metody konečných prvků na třech geodetických okrajových úlohách (pro lokální řešení) a dále se zabýval výpočtem potenciálu pro celou Zemi (globální řešení).	

Aktivita a samostatnost při zpracování práce	A - výborně
Student svou diplomovou práci připravoval během celého magisterského studia. V roce 2015 získal studentský grant s názvem „Aplikace metody konečných prvků ve fyzikální geodézii“, vyšel mu článek ve Springer International Association of Geodesy Symposia s názvem „On the Convergence of the h-p Finite Element Method for Solving Boundary Value Problems in Physical Geodesy“. Dále se se svými příspěvky aktivně účastnil dvou mezinárodních konferencí, a to 26th IUGG General Assembly 2015 pořádané v Praze a 17th annual conference of the International Association for Mathematical Geosciences IAMG 2015 v německém Freibergu.	

Odborná úroveň	A - výborně
Odborná úroveň diplomové práce je vynikající. Autor má v dané problematice přehled. Je patrné, že čerpal z různých zdrojů a prokázal samostatnost. Otázku lokálních dat pro geopotenciální model konzultoval např. s ing. Holešovským.	

Formální a jazyková úroveň, srozumitelnost práce	B - velmi dobře
V diplomové práci je množství přehledných obrázků, které např. znázorňují danou oblast řešení či výsledky jednotlivých výpočtů. Vzhledem k návaznosti na vydaný článek v prestižním nakladatelství Springer a na příspěvky na dvou mezinárodních konferencích se autor rozhodl psát diplomovou práci v angličtině. Považuji to za výbornou jazykovou přípravu na budoucí disertační práci. Na angličtině musí ještě zapracovat. Občas se vyskytuje špatný slovosled. Práce obsahuje několik překlepů.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	A - výborně
Bibliografické citace jsou úplné a jsou v souladu s citačními zvyklostmi. Vzhledem k pravidlům vydavatelství Springer ohledně citací se autor rozhodl ponechat toto značení i v diplomové práci. Práce je psána na výborné odborné úrovni. Student samostatně studoval odbornou literaturu z oblasti fyzikální geodézie z řady různých zdrojů (např. ohledně reálných dat, geodetických okrajových úloh řešených v současnosti či efektivních metodách řešení soustav lineárních rovnic s velkým počtem neznámých) a prokázal velký přehled. Jeho znalosti z oblasti programování a aplikace metody konečných prvků ve fyzikální geodézii značně přesahují znalosti magisterského studia.	

Další komentáře a hodnocení	
Diplomová práce se zabývá aktuálním problémem řešení geodetických okrajových úloh metodou konečných	

prvků. Kromě vlastního řešení se autor soustředil na začlenění vhodných numerických metod do řešení soustav lineárních rovnic s velkým počtem neznámých. Dané okrajové úlohy byly demonstrovány na reálných datech gravitačního modelu Země EGM2008. Autor rozšířil výpočet pro celou Zemi.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Geopotenciální model Země je v současnosti počítán prostřednictvím Stokesových koeficientů. Cílem diplomové práce bylo navržení alternativní metody výpočtu potenciálu založené na numerickém řešení Laplaceovy či Poissonovy rovnice metodou konečných prvků. Úspěšnost návrhu metody byla demonstrována na několika testovacích úlohách, které byly řešeny užitím 3D izoparametrického prvku s lineárními a kvadratickými tvarovými funkcemi. Zvyšování stupně tvarových funkcí je tzv. p-metoda konečných prvků. Řešení získané metodou konečných prvků autor porovnal na testovacích úlohách s analytickým řešením. Pro získání vyšší přesnosti bylo vhodné vygenerovat takovou síť konečných prvků, která je více zjemněná u hranice zkoumané oblasti. Jedná se o tzv. h-metodu konečných prvků. Důvodem pro toto zjemnění jsou rychlejší změny hodnot v počátečních fázích průběhu potenciálu.

Po úvodu následují kapitoly 2 a 3, kde autor ve stručnosti vysvětluje známou problematiku z oblasti fyzikální geodézie jakou je zavedení pojmu gravitační potenciál, odvození Poissonovy či Laplaceovy diferenciální rovnice, dále seznamuje s tíhovým potenciálem a geodetickými okrajovými úlohami. Čtvrtá kapitola je zaměřena na alternativní určení geopotenciálu. Je vysvětlena slabá formulace geodetické okrajové úlohy, metoda konečných prvků a rozdíl mezi h-metodou a p-metodou a dále výhodná kombinace obou těchto metod, tzv. h-p metoda. V páté kapitole autor popisuje sestavení svého vlastního programu v jazyce C++ a podrobně popisuje jednotlivé kroky metody konečných prvků. V šesté kapitole jsou uvedeny 3 geodetické okrajové úlohy pro testování konvergence h-p metody konečných prvků pro uvažovanou oblast s dolní podstavou ve tvaru sférického lichoběžníku, konkrétně pro různé okrajové podmínky i různé druhy potenciálů. Dále je uveden výpočet potenciálu pro celou Zemi. Dané okrajové úlohy byly demonstrovány na reálných datech gravitačního modelu Země EGM2008. V sedmé kapitole autor předkládá výsledky, obrovské množství výpočtů (konvergence h-p metody konečných prvků, tři typy geodetických okrajových úloh, globální řešení), zefektivnění řešení soustavy lineárních rovnic. Všechny dosažené výsledky jsou v naprostém pořádku a je vidět, že autora bavilo více programování, než sepisování výsledků. Na angličtině musí ještě zapracovat. Občas se vyskytuje špatný slovosled.

Student svou diplomovou práci připravoval během celého magisterského studia. V roce 2015 získal studentský grant s názvem „Aplikace metody konečných prvků ve fyzikální geodézii“, vyšel mu článek ve Springer International Association of Geodesy Symposia s názvem „On the Convergence of the h-p Finite Element Method for Solving Boundary Value Problems in Physical Geodesy“. Dále se se svými příspěvky aktivně účastnil dvou mezinárodních konferencí, a to 26th IUGG General Assembly 2015 pořádané v Praze a 17th annual conference of the International Association for Mathematical Geosciences IAMG 2015 v německém Freibergu.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 30.1.2017

Podpis: Mgr. Milan Bořík, Ph.D.