

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Vyhodnocení přesnosti a účinnosti numerických metod pro kontaktní úlohy
Jméno autora:	Bc. Evžen Korec
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	Katedra mechaniky
Oponent práce:	Ing. Radek Kolman, Ph.D.
Pracoviště oponenta práce:	Ústav termomechaniky, AV ČR, v.v.i.

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	mimořádně náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Předkládaná práce si klade za cíl vyhodnotit přesnost a robustnost dvou vybraných kontaktních formulací založených na Nitscheho metodě. Tato metoda vynucuje splnění kontaktních podmínek pro kontaktní tlaky ve slabém smyslu. Jedná se o náročné téma pro diplomovou práci, jak z hlediska teoretických znalostí, tak i z implementačního hlediska.	
„Ideální“ numerické řešení statických kontaktních úloh není v současné době plně nalezeno. Existuje mnoho přístupů a metod. Práce má proto značný potenciál pro následné rozšíření pro řešení komplexních 3D kontaktních úloh dvou a více těles s uvažováním tření.	
Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Cíle práce byly jednoznačně a srozumitelně definovány v úvodu práce. Autor plně splnil zadání práce , o čemž nasvědčuje obsah i rozsah práce.	
Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Autor provedl rešerši aktuálního stavu problematiky v dostupné literatuře, na základě které vybral dvě metody používané v kontaktní komunitě založené na Nitscheho metodě pro vynucení kontaktních podmínek ve slabém smyslu. Autor provedl odvození slabých formulací kontaktní úlohy a aplikoval je na úlohu Signoriniho typu. Tyto dva variační přístupy implementoval do prostředí Fenics. Zvolené postupy numericky otestoval na akademických úlohách a dále studoval jejich přesnost a konvergenci.	
Postup řešení práce byl zvolen správně s ohledem na aktuální znalosti a používané metody v komunitě předních vědeckých pracovníků v kontaktní mechanice po celém světě.	
Odborná úroveň	A - výborně
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Práce je hodnocena na vysoké odborné úrovni. Samotné téma práce vyžaduje hluboké znalosti mechaniky kontinua, variačních metod, funkcionální analýzy a numerických metod, což autor práce prokázal. Potřebné znalosti a informace si nastudoval a následně aplikoval na danou problematiku.	
Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Předkládaná práce je z hlediska jazykové úrovně vypravována na vysoké úrovni. Neobsahuje gramatické chyby a je velice dobře čitelná.	
Práce je velice dobře graficky zpracována a rovnice taktéž typograficky přehledně vysázeny.	

Výběr zdrojů, korektnost citací

A - výborně

Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Reference a použitá literatura je volena správně. Vyzdvihl bych použití aktuální zahraniční literatury, kterou student sám vyhledal a nastudoval.

Citace použité v práci jsou použity správně. Autor všechny převzaté informace z jiných zdrojů citoval.

Citace jsou uvedeny úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.

Další komentáře a hodnocení

Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.

V rámci práce autor studoval dvě varianty Nitscheho metody pro kontaktní úlohy, otestoval jejich robustnost, přesnost a konvergenci. Výsledky korektně porovnal a okomentoval. Provedl doporučení pro následné použití při numerickém řešení kontaktních úloh.

Dle zkušenosti oponenta, Signorini problém je technicky jiný problém než kontakt dvou deformovatelných těles a zkušenosti nabitě pro jeden typ problému nelze jednoduše přenášet na problém druhého typu. Celkem přirozený krok pro následné budoucí studie bude pravděpodobně numerické řešení úlohy kontaktu dvou těles a sledovat přesnost a hlavně konvergenci použitého numerického řešení kontaktu dvou těles s nebo bez tření.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uveďte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.

Práce je kvalitní a splnila cíle definované v zadání práce. Autor prokázal studijní schopnosti a jejich následné přenesení do úspěšného řešení deklarovaných cílů.

Závěrem bych vyzdvihl spolupráci autora se zahraničními partnery, což na úrovni diplomové práce není v ČR zvykem.

Otázky a komentáře k obhajobě práce:

- Je možné představit realizaci implementace, resp. zadání variační formulace v prostředí Fenics a okomentovat jednotlivé části implementace (definice mezerové funkce, variační formulace, nalezení stacionárního řešení, atd.)? Bylo nutné modifikovat některé části řešiče softwaru Fenics nebo bylo dostatečné definovat variační úlohu s okrajovými podmínkami a ostatní numerické záležitosti (řešič nelineárních rovnic, symbolickou/numerickou diferenciaci, atd.) zabezpečil software Fenics sám?
- Jaká je citlivost studovaných metod pro kontaktní úlohy na zvolené prostorové diskretizace?
- Je možné navržené a použité metody použít pro problematiku kontaktu se třením?
- Je možné navržené a použité metody použít pro problematiku dynamického kontaktu a kontaktu se třením?
- Je možné v rámci softwaru Fenics řešit kontaktní úlohu pro více-fyzikální úlohy? Např. studované v knize Bilen Emek Abali, Computational Reality, solving Nonlinear and Coupled Problems in Continuum Mechanics, Advanced Structured Materials, Volume 55, Springer, 2017.

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

Datum: 15.6.2020

Podpis: 