

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Určení tuhosti porušeného horninového masivu s využitím DFN modelů
Jméno autora:	Bc. Martin Lebeda
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta stavební (FSv)
Katedra/ústav:	Katedra mechaniky
Oponent práce:	Mgr. Ondřej Mikláš
Pracoviště oponenta práce:	SÚRAO

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročnější
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Pre vypracovanie práce musel autor svoje znalosti získané počas štúdia obohatiť o porozumenie problematiky tvorby a interpretácie DFN modelov, vrátane zvládnutia ich praktickej implementácie a v rámci charakterizácie horninového masivu taktiež čiastočne o geologické znalosti. Z uvedených dôvodov preto hodnotím prácu ako náročnejšiu.	

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>	
Autor splnil všetky body zadania v plnom rozsahu. V rámci bodu 4) bola verifikácia modelu porovnaním s konečnoprvkovým riešením, obohatená o analytické riešenia testovacích deformačných úloh.	

Zvolený postup řešení	vynikající
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Predmetom práce je určenie mechanických vlastností porušeného horninového masivu s využitím DFN modelov. V prvej časti práce autor uvádza možné prístupy k modelovaniu mechanických vlastností porušeného horninového masivu a ďalej pracuje s modelom paralelných dosiek. Autor v tejto časti mohol v práci uviesť dôvody, pre ktoré bolo najvhodnejšie implementovať práve tento model. Následne bol autor schopný model naprogramovať v jazyku Python a správnosť implementácie overiť na testovacích úlohách, počítaných buď ručne ako analytické úlohy, alebo numericky pomocou programu Athena 2D. Spôsob implementácie modelu paralelných dosiek do prostredia jazyka Python s využitím knižníc <code>vtk</code> a <code>numpy</code> je zrejmý z prílohy č. 2. V záverečnej časti práce sa študentovi v rámci parametrickej štúdie podarilo s využitím stochastických puklinových modelov a výsledkov merania metódou Goodman Jack v oblasti PVP Bukov, dosiahnuť dobrú zhodu medzi vypočítaným a zmeraným modulom pružnosti. Zvolený postup výberu modelu na základe rešerše, jeho naprogramovania, verifikácie na jednoduchých úlohách, následne výpočtu komplexného problému a porovnania výsledkov s reálnymi terénnymi meraniami je správny.	

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>	
Odborná úroveň práce je na vysokej úrovni. Plné porozumenie problematiky študent preukázal vlastnými výpočtami v rámci verifikácie modelu a správnym implementovaním modelu paralelných dosiek do prostredia jazyka Python.	

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce	A - výborně
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
K typografickej a jazykovej stránke práce nemám pripomienky.	

Výběr zdrojů, korektnost citací	B - velmi dobře
---------------------------------	-----------------

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.

Autor v práci pracuje so zdrojmi adekvátnymi zameraníu práce a jej cieľov. Použité odborné publikácie sú riadne citované, rovnako ako použité rovnice (pokiaľ sa nejedná o všeobecne známe vzťahy a odvodenia v rámci práce). V práci ale chýba odkaz na dokumentáciu použitého MKP programu Athena 2D.

Další komentáře a hodnocení

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

Výzkum vzťahu medzi DFN modelmi a mechanickými vlastnosťami horninového masívu je vyvíjajúca sa výskumná oblasť, do ktorej stále vstupuje mnoho neistôt. Zaujímavou kapitolou je z tohoto hľadiska parametrická štúdia vplyvu mechanických a stochastických (DFN) parametrov modelu, v rámci ktorej sú porovnávané efektívne moduly pružnosti získané modelom s výsledkami merania pomocou uniaxiálneho lisu metódou Goodman Jack a podarilo sa dosiahnuť dobrú zhodu medzi vypočítanými efektívnymi modulmi a nameranými hodnotami. Analýzou výsledkov autor našiel vzťah medzi distribúciou veľkosti puklín, rozmermi modelového výrezu a efektívnym modulom pružnosti. Vzhľadom k tomu, že predmetom štúdie je vplyv stochastických parametrov puklinových modelov, považujem za mierny nedostatok tejto časti fakt, že autor v rámci štúdie neuvádza konkrétne štatistické parametre vygenerovaných DFN modelov, ktoré ovplyvňujú výsledky výpočtu efektívneho modulu. Zo záverov ďalej nie je jasné, či okrem vplyvu mocinného rozdelenia veľkosti puklín v DFN modeli, na ktorý sa autor zameriava, je potreba počítať i s vplyvom orientácie puklín.

Z povahy štatisticky vygenerovaných modelov je zrejmé, že počet 2 realizácií nie je pre plnohodnotné zrovnávanie a hlbšiu analýzu vplyvu dostatočný. Tento nedostatok si však študent pri hodnotení výsledkov uvedomuje a nutnosť ďalších realizácií v záveroch uvádza.

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.

Vyššie uvedené pripomienky sú skôr formálneho charakteru, prípadne myslené ako námety na ďalšiu diskusiu. Práca naplňa stanovené ciele a kladne hodnotím hlavne inovatívny prístup určovania tuhosti masívu s využitím stochasticky generovaných DFN modelov a prácu jednoznačne doporučujem k obhajobe.

K práci mám nasledujúce dotazy:

- Pri hodnotení výsledkov parametrickej štúdie autor vysvetľuje pokles vypočítaných efektívnych modulov v dôsledku veľkosti výrezu DFN modelu a tým spôsobenou absenciou veľkých puklín. Aká je optimálna veľkosť modelovanej oblasti pri zrovnávaní výsledkov modelu s výsledkami merania metódou Goodman Jack?
- Predpokláda sa okrem distribúcie veľkosti puklín, taktiež vplyv ich orientácie na výpočet efektívneho modulu?
- Dokázal by autor navrhnúť stručný postup riešenia inverznej úlohy, kde by základným vstupným parametrom modelu bol efektívny modul pružnosti (získany napríklad uvedenou metódou Goodman Jack) a výsledkom DFN model, resp. úprava stávajúceho DFN modelu?

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



POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Datum: 3.2.2021

Podpis: