

ПРИМЉЕНО 01.07.2014.			
Орг. јед.	Број	Прилог	Вредност
01-1	12075		

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Предмет: Извештај Комисије за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, број 01-1/1855-8 од 19.06.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера под насловом:

„Развој и примена материјалних модела порозних медија у статичкој и динамичкој анализи насутих брана“

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије за оцену подобности кандидата и теме докторске дисертације, која је одобрена за израду одлуком Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/3401-8 од 20.12.2012. године, а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1 Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Докторска дисертација кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера, под насловом „Развој и примена материјалних модела порозних медија у статичкој и динамичкој анализи насутих брана“, представља резултат мулти-дисциплинарног научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области која се односи на анализу стабилности насутих брана изложених дејству статичких и динамичких оптерећења применом нумеричких поступака. Са аспекта предмета истраживања и добијених резултата, ова дисертација представља јединствен научни рад.

Кандидат је извршио критичку анализу и систематизацију постојећих знања, искустава и научних резултата компетентних истраживача из области истраживања ове докторске дисертације. На основу спроведене анализе предности и недостатака до сада коришћених приступа у овој области, метода и модела, кандидат је дефинисао предмет и циљ сопствених истраживања.

Значај и допринос ове докторске дисертације везани су за развој нумеричких алгоритама, имплементацију и примену у симулацију механичког понашања порозних медија изложених дејству статичких и динамичких оптерећења, са посебним акцентом на примену у анализи стабилности насутих брана. Развијени су и имплементирани алгоритми за нумеричку интеграцију напона више материјалних модела. Поред познатих материјалних модела, развијен је и имплементиран алгоритам за нумеричку интеграцију напона грануларних материјала применом аналитичког услова лома Максимовића. Верификација алгоритама је

извршена поређењем нумеричких решења са резултатима експерименталних испитивања и примерима из литературе. Развијен је и имплементиран алгоритам за имплицитну и експлицитну интеграцију диференцијалних једначина кретања како би се омогућила анализа дејства земљотреса на насуте бране. Са циљем редуковања домена нумеричке интеграције развијене су и имплементирани апсорбујуће границе модела. Извршена је анализа и систематизација критеријума за процену стабилности насутих брана применом развијених алгоритама. Софтверски модул развијен у оквиру ове тезе је примењен у анализи стабилности насуте бране.

2 Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера, под насловом „Развој и примена материјалних модела порозних медија у статичкој и динамичкој анализи насутих брана“, представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у области механике тла и стабилности насутих брана. Кандидат је тему обрадио студиозно и детаљно, користећи при томе теоријске основе научних дисциплина релевантних за ову проблематику. Критички је анализирао и вредновао бројне научне радове који се односе на проблематику разматрану у оквиру ове дисертације.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у оквиру ове дисертације огледа се, између осталог, у следећим елементима:

- Анализом релевантних радова из области стабилности насутих брана применом нумеричких метода, кандидат је обрадио више материјалних модела за симулацију механичког понашања различитих типова материјала тла. За усвојене материјалне моделе кандидат је развио и имплементирао алгоритме за интеграцију напона. Поред познатих материјалних модела, кандидат је развио и имплементирао нови материјални модел заснован на аналитичком услову лома Максимовића. Овај материјални модел је намењен симулацији механичког понашања грануларних материјала, какав је камени набачај који чини потпорно тело насутих брана. Константе овог материјалног модела могу бити одређене на основу стандардних тестова испитивања материјала.
- У оквиру дисертације је анализиран, унапређен и имплементиран алгоритам за интеграцију једначина кретања. Интеграција једначина кретања је изузетно важна у анализама стабилности насутих брана изложених дејству земљотреса.
- Кандидат је анализирао решавање проблема интеракције чврстог скелета и порне течности и имплементирао алгоритам за нумеричко решавање овог проблема, чиме је омогућена спрегнута анализа механичког понашања материјала тла и порне воде, што је веома важно при анализи дејства земљотреса на ову врсту конструкција.
- Развио је и имплементирао апсорбујуће границе модела, што омогућује редуковање домена интеграције, чиме се смањују рачунарска ресурса као и време потребно за спровођење динамичке анализе у механици тла.
- Анализирао је и систематизовао критеријуме за процену стабилности насутих брана. За материјалне моделе чији су алгоритми развијени у оквиру дисертације дао је поступак примене методе редуковања смичуће чврстоће у анализи стабилности насутих брана.
- Развијени софтвер је применио у анализи стабилности насуте бране.

3 Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Драган Ракић је рођен 28.06.1979. године у Јагодини. Основно образовање је стекао у основној школи “Душан Поповић” у Драгову са одличним успехом. Техничку школу за машинство и саобраћај у Крагујевцу је завршио као носилац дипломе „Вук Караџић“, 1998. године.

Стручни назив дипломирани машински инжењер је стекао на Машинском факултету у Крагујевцу 28.12.2004. године, са просечном оценом 8,36. Дипломски рад из предмета Нелинеарна анализа конструкција, под називом „Решавање проблема поља физичких величина применом методе коначних елемената” одбранио је са оценом 10. Магистарску тезу под називом „Нумеричко решавање геомеханичких проблема применом Дракер-Прагер материјалног модела“ је одбранио на матичном факултету 30.05.2009. године. Од 17.03.2005. године је запослен на Машинском факултету као сарадник Лабораторије за инжењерски софтвер где је ангажован на развоју и примени програмског пакета за нумеричку анализу конструкција „ПАК“.

Од заснивања радног односа је ангажован на пројектима Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије. Активно је изводио или изводи аудиторне вежбе, на матичном факултету, из више предмета: Механика 1, Отпорност материјала, Линеарна анализа конструкција, Нелинеарна анализа, Напредна анализа и компјутерска симулација система. Тренутно је ангажован у реализацији два научно истраживачког пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије: „Развој софтвера за решавање спрегнутих мултифизичких проблема“-ТР32036 и „Развој система за подршку оптималном одржавању високих брана у Србији“-ТР37013. У претходном периоду је био ангажован на два пројекта истог Министарства: „Развој софтвера за анализу чврстоће и процену радног века конструкција“-ТР6204 (2005-2007) и „Развој софтвера за експлицитну нелинеарну динамичку анализу“-ТР12005 (2008-2010). Учествовао је у реализацији једног Темпус пројекта под називом „ECDL for Serbian administration“-JEP 41101_2006 (2007-2009). Члан је Српског друштва за механику и Српског друштва за рачунску механику.

Израда докторске дисертације под називом „Развој и примена материјалних модела порозних медија у статичкој и динамичкој анализи насутих брана“ му је одобрена 20.12.2012. године.

Као аутор или коаутор објавио је 34 научна рада (1 рад у врхунском међународном часопису, 1 рад у истакнутом међународном часопису, 2 рада у међународним часописима, 1 рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком, 1 рад у водећем часопису националног значаја, 2 рада у научном часопису, 14 саопштења на међународним скуповима штампаних у целини, 4 рада на међународним скуповима штампаних у изводу, 8 саопштења на скуповима националног значаја штампаних у целини), учествовао је у реализацији 2 техничка решења, и то:

Рад у врхунском међународном часопису [M₂₁]:

1. Vladimir Milovanović, Vladimir Dunić, **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Identification causes of cracking on the underframe of wagon for containers transportation - Fatigue strength assessment of wagon welded joints, Engineering Failure Analysis, Vol.31, pp. 118-131, ISSN 1350-6307, Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.engfailanal.2013.01.039>, 2013.

Рад у истакнутом међународном часопису [M₂₂]:

2. Nenad Grujovic, Dejan Divac, Miroslav Zivkovic, Radovan Slavkovic, Nikola Milivojevic, Vladimir Milivojevic, **Dragan Rakic**, An inelastic stress integration algorithm for a rock mass containing sets of discontinuities, Acta Geotechnica, Vol.8, No.3, pp. 265-278, ISSN 1861-1125, Doi 10.1007/s11440-012-0194-3, 2013.

Рад у међународном часопису [M23]:

3. Radovan Nikolić, Miroslav Radovanović, Miroslav Živković, Aleksandar Nikolić, **Dragan Rakić**, Milan Blagojević, Modeling of thermoelectric module operation in homogeneous transient temperature field using finite element method, Thermal Science, Vol.18, Suppl. 1, pp. S239-S250, ISSN 0354-9836, Doi 10.2298/TSCI130112185N, 2014.
4. Radovan Petrović, Miroslav Živković, Wang Zheng Rong, **Dragan Rakić**, Radovan Slavković, Influence of air content entrained in fluid of a vane pump with double effect operating parameters, Tehnički vjesnik-Technical Gazette, Vol.21, No.2, pp. 401-407, ISSN 1330-3651, 2014.

Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком [M24]:

5. Miroslav Živković, Vladimir Milovanović, **Dragan Rakić**, Snežana Vulović, Numerical analysis welded joints of wagon constructions, WELDING & WELDED STRUCTURES, Vol.56, No.3, pp. 101-106, ISSN 0354-7965, 2011.
6. Vladimir Milovanović, **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Snežana Vulović, Miroslav Milutinović, Thermo-mechanic analysis of cement transport wagon - identification of the cause of cracks, Annals of Faculty Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering, Vol.11, No.4, pp. 309-314, ISSN 1584-2673, 2013.

Рад у научном часопису [M53]:

7. **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Radovan Slavković, Miloš Kojić, Stress integration for the Drucker-Prager material model without hardening using the incremental plasticity theory, Journal of Serbian Society for Computational Mechanics, Vol.2, No.1, pp. 80-89, ISSN 1820-6530, 2008.
8. Vladimir Dunić, Nenad Busarac, **Dragan Rakić**, Vukašin Slavković, Radovan Slavković, Miroslav Živković, Thermo-mechanical coupling procedure using partitioned approach - Application to arc welding simulation, Journal of Serbian Society for Computational Mechanics, Vol.6, No.1, pp. 29-40, ISSN 1820-6530, 2012.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини [M33]:

9. Miroslav Živković, **Dragan Rakić**, Dejan Divac, Srđan Stojkov, Using of the Drucker-Prager material model in the calculation and analysis of tunnels, First South-East European Conference on Computational Mechanics, Kragujevac, 2006, 28-30 June, pp. 325-334, ISBN 86-81037-13-7.
10. **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Dejan Divac, Drucker-Prager Material Model without Hardening, 1st International Congress of Serbian Society of Mechanics, Kopaonik, 2007, 10-13 April, pp. 811-816, ISBN 978-86-909973-0-5.
11. Miroslav Živković, **Dragan Rakić**, Dejan Divac, Srđan Stojkov, Application of Drucker-Prager material model in the tunnel analysis, Euro: Tun 2007, Bec, 2007, August 27-29, ISBN 3-9501554-7-3.
12. Nenad Djordjevic, Miroslav Živković, **Dragan Rakić**, Dynamic analysis of mechanism for setting down a brake pedal in crashworthiness, 6th Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics, Vrnjacka banja, 2007, 09-12 May, pp. D3 201-204, ISBN 978-86-82631-39-2.
13. **Dragan Rakić**, Aleksandar Nikolic, Miroslav Živković, Radovan Slavković, GiD-PAK Interface, 4th Conference on Advances and Applications of GiD, Ibiza, 2008, May 8-9.
14. Milan Blagojević, **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Zoran Bogdanović, Digitizing and optical measuring in automotive industry, International Congress Motor Vehicles & Motors 2008, Kragujevac, 2008, October 8th-10th, ISBN 978-86-86663-39-9.

15. Miroslav Živkovic, Dragan Cukanovic, **Dragan Rakić**, Numerical analysis of delamination zone due to high impact composite materials, 2nd International Congress of Serbian Society of Mechanics (IConSSM 2009), Palic, 2009, 1-5 June, ISBN 978-86-7892-173-5.
16. Mirjana Vukićević, **Dragan Rakić**, Governing parameter method for implicit stress integration of modified Cam-Clay model, using the mean stress as the governing parameter, XIVth Danube-European Conference on Geotechnical Engineering, Bratislava, Slovačka, 2010, 2-4 June 2010, ISBN 978-80-227-3279-6.
17. **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Stress integration of the mohr-coulomb material model using incremental plasticity theory, Third Serbian (28th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Vlasina lake, Serbia, 2011, 5-8 July, pp. 734-743, ISBN 978-86-909973-3-6.
18. **Dragan Rakić**, Miroslav Živkovic, Snežana Vulovic, Dejan Divac, Nenad Grujovic, The Incremental Plasticity Method Applied to the Drucker-Prager Material Model, Thirteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing, Chania, Crete, Greece, 2011, 6-9 September, pp. Paper 121, ISBN 978-1-905088-47-8.
19. Vladimir Milovanović, Miroslav Živković, Aleksandar Dišić, **Dragan Rakić**, Comparative results of wagon stresses obtained by measuring with strain gauges and stresses obtained by fem calculation, 29th Danubia-Adria-Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Belgrade, 2012, 26-29 September, pp. 298-301, ISBN 978-86-7083-762-1.
20. **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Snežana Vulović, Dejan Divac, Stress integration of Matsuoka-Nakai constitutive model using incremental plasticity method, 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, 2013, 4-7Jun, pp. 503-508, ISBN 978-86-909973-5-0.
21. **Dragan Rakić**, Miroslav Živkovic, Snezana Vulovic, Dejan Divac, Radovan Slavkovic, Nikola Milivojevic, Embankment dam stability analysis using FEM, 3rd South-East European Conference on Computational Mechanicsan ECCOMAS and IACM Special Interest Conference, Kos Island Greece, 2013, 12-14 Jun.
22. Vladimir Milovanovic, Gordana Jovicic, Miroslav Živkovic, **Dragan Rakić**, Aleksandar Disic, Analysis of Influence Choice Fatigue Failure Criteria to Assess Integrity of Wagon Structure Parts, 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjacka Banja, Serbia, 2013, 4-7 June, pp. 509-515, ISBN 978-86-909973-5-0.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу [М34]:

23. Miroslav Živkovic, **Dragan Rakić**, Snežana Vulovic, Dejan Divac, R., Seismic dam analysis, 8th Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics, Gyor, Hungary, 2009, 20-23 May, pp. 68-69, ISBN 978-963-9058-26-2.
24. Miroslav Živković, Vladimir Milovanović, **Dragan Rakić**, Snežana Vulović, Rodoljub Vujanac, Fatigue Strength Assesment of Welded Joints of Wagon's Constructions, 27th Danubia-Adria Symposium, Wroclaw, Poland, 2010, 22-25 September, pp. 245-246, ISBN 978-83-87982-59-1.
25. Miroslav Živković, Vladimir Milovanović, Vukašin Ćirović, **Dragan Rakić**, Rodoljub Vujanac, Application of Special Developed Contact Finite Element for Buffing Impact Test, 27th Danubia-Adria Symposium, Wroclaw, Poland, 2010, 22-25 September, pp. 247-248, ISBN 978-83-87982-59-1.
26. **Dragan Rakić**, Miroslav Živkovic, Vladimir Milovanovic, Stress Integration of the Hoek-Brown Material Model Using Incremental Plasticity Theory, 84th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics-GAMM, Novi Sad, 2013, 18-22 Mart, pp. 157-158, ISBN 10.1002/pamm.201310074.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини [M₆₃]:

27. Nenad Đorđević, Miroslav Živković, **Dragan Rakić**, Dinamička analiza mehanizma za obaranje pedale kočnice u slučaju crash-a, Dan raziskov – CIMOS 2006, Kopar, Slovenija, 2006, 17. Novembar, ISBN 961-91902-0-3.
28. **Dragan Rakić**, Aleksandar Nikolić, Dragan Čukanović, PAK Interface for GiD software, YU Info – Simpozijum o računarskih naukama i informacionim tehnologijama, YUINFO 2008, Kopaonik, 2008, 09th - 12th March, ISBN 978-86-85525-03-2.
29. **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Snežana Vulović, Dejan Divac, Integracija napona Drucker-Prager materijalnog modela primenom teorije inkrementalne plastičnosti, 16th conferency YUINFO 2010, Kopaonik, 2010, 03-06 March, ISBN 978-86-85525-05-6.
30. Milan Blagojević, **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Zoran Bogdanović, Optička koordinatna merenja delova i sklopova u automobilskoj industriji, 16th conferency YUINFO 2010, Kopaonik, 2010, 03-06 March, ISBN 978-86-85525-05-6.
31. Milan Blagojević, **Dragan Rakić**, Miroslav Živković, Zoran Bogdanović, Kontrola dimenzione stabilnosti optičkim mernim sistemima, Savetovanje sa međunarodnim ucescem "IBR 2010", Tara, 2010, 2-4. Jun.
32. Miroslav Živković, Vladimir Milovanović, Vukašin Ćirović, **Dragan Rakić**, Primena metode centralnih razlika u numeričkoj analizi udara vagona tipa schimms u barijeru, 16th conferency YUINFO 2010, Kopaonik, 2010, 03 - 06 March, ISBN 978-86-85525-05-6.
33. Miroslav Živković, Vladimir Milovanović, **Dragan Rakić**, Snežana Vulović, Numerička analiza zavarenih spojeva vagonских konstrukcija, Savetovanje sa međunarodnim ucescem "ZAVARIVANJE 2010", Tara, 2010, 2 -4. jun 2010.
34. Vladimir Milovanović, Miroslav Živković, **Dragan Rakić**, Nenad Busarac, Rodoljub Vujanac, Hyperelastic material model development using symbolic programming, 17th Conference and exhibition YUINFO 2011, Kopaonik, 2011, 6-9. Mart, pp. 88, ISBN 987-86-85525-08-7.

Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак [M₈₃]:

35. Miroslav Živković, Aleksandar Dišić, Radovan Slavković, Miroslav Ravlić, Rodoljub Vujanac, **Dragan Rakić**, Milan Blagojević, Vladimir Milovanović, Uređaj za ispitivanje materijala pri velikim brzinama deformacije-Zatezni Hopkinsonov štap, TR-70/2012, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, 2012.

Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми [M₈₅]:

36. Miloš Kojić, Radovan Slavković, Miroslav Živković, Nenad Grujović, **Dragan Rakić**, Softver za geomehaniku - PAK-GEO, TR-55/2010, Institut „Jaroslav Černi“ a.d., Kragujevac, 2010.

4 Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера под насловом „Развој и примена материјалних модела порозних медија у статичкој и динамичкој анализи насутих брана“, одговара по обиму и садржају прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука и Стручног већа Универзитета у Крагујевцу. По квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске услове за израду докторских

дисертација.

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 202 стране. У раду је приказано 115 графичких илустрација и цитирано је 120 библиографских података. Излагање је сврстано у 11 поглавља:

1. Увод
2. Опште разматрање напонско-деформацијског понашања тла
3. Материјални модели за тло и нумеричка интеграција конститутивних релација
4. Интеграција диференцијалних једначина кретања
5. МКЕ формулација порозног двофазног медија
6. Апсорбујуће границе модела
7. Стабилност насутих брана
8. Анализа стабилности бране Првонек
9. Закључна разматрања
10. Литература
11. Додатак

У поглављу 1 (Увод) су приказана уводна разматрања проблема стабилности насутих брана и преглед литературе.

Поглавље 2 (Опште разматрање напонско-деформацијског понашања тла) приказује преглед теорије пластичности тла, уводи појам напона, површи течења, пластичног течења и других неопходних за разумевање еласто-пластичних материјалних модела.

Поглавље 3 (Материјални модели за тло и нумеричка интеграција конститутивних релација) обрађује материјалне моделе за симулацију механичког понашања тла. Поред теорије материјалних модела, у овом делу су приказани и алгоритми за нумеричку интеграцију напона за сваки од њих. Приказани алгоритми су имплементирани у програм за нумеричку анализу. Поред познатих материјалних модела за тло, развијен је и имплементиран нов материјални модел намењен симулацији механичког понашања грануларних материјала.

Поглавље 4 (Интеграција диференцијалних једначина кретања) обрађује интеграцију диференцијалних једначина кретања. Поред теоријских основа имплицитне и експлицитне интеграције једначина кретања, представљени су и алгоритми за њихову имплементацију у програм за нумеричку анализу.

Поглавље 5 (МКЕ формулација порозног двофазног медија) приказује формулацију порозних двофазних медија, која је прилагођена и имплементирана у програм за нумеричку анализу. Поред једначина за случај потпуно засићених порозних медија, спроведена је модификација водећих једначина за случај делимично засићених медија.

Поглавље 6 (Апсорбујуће границе модела) обрађује теоријске основе и нумеричку имплементацију апсорбујућих граничних услова за динамичку анализу проблема.

Поглавље 7 (Стабилност насутих брана) систематизује критеријуме за оцену стабилности насутих брана и методе за одређивање њихове стабилности. За одређивање стабилности насутих брана, обрађена је метода редуковања смичуће чврстоће. Приказана је њена примена код свих материјалних модела обрађених у поглављу 3.

Поглавље 8 (Анализа стабилности бране Првонек) представља практичну примену теорије и алгоритама обрађених у раду у анализи стабилности бране Првонек.

У поглављу 9 (*Закључак*) су изведени закључци научног истраживања спроведеног у дисертацији.

У поглављу 10 (Литература) дат је приказ библиографских података коришћених у истраживању у оквиру дисертације.

Поглавље 11 (Додатак) приказује формате за дефинисање параметара материјалних модела у програму ПАК.

5 Научни резултати докторске дисертације

Кандидат мр Драган Ракић, дипломирани машински инжењер је у оквиру докторске дисертације извршио систематизацију постојећих знања и искустава у области нумеричке анализе стабилности насутих брана. У оквиру рада на дисертацији кандидат је дошао до резултата и закључака који имају своје место и значај како у научно-теоријском, тако и у практичном смислу. Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- Развијени су и имплементирани алгоритми за интеграцију напона више материјалних модела за симулацију механичког понашања различитих типова тла. За интеграцију напона је коришћена метода инкременталне пластичности заједно са методом водећег параметра. Поред познатих материјалних модела за које су развијени и имплементирани алгоритми, развијен је и имплементиран алгоритам за интеграцију напона грануларних материјала применом аналитичког услова Максимовића. Развијени алгоритми су лако разумљиви и једноставни за имплементацију у програму за нумеричку анализу.
- Развијен је и имплементиран алгоритам за интеграцију диференцијалних једначина кретања као би се омогућило спровођења анализе дејства земљотреса на насуте бране коришћењем реалног временског записа.
- Извршено је спрезање једначина чврсте и течне фазе са циљем анализирања интеракције ових фаза под дејством статичких и динамичких оптерећења.
- Развијене су и имплементиране апсорбујуће границе како би се редуковао домен нумеричке интеграције при анализи дејства динамичких оптерећења и утицај граничних услова. На овај начин се смањују захтеви за рачунарским ресурсима и скраћује време потребно за нумеричку анализу.
- Извршена је анализа и систематизација критеријума за анализу стабилности насутих брана. За приказане материјалне моделе детаљно је обрађена метода редуковања смичуће чврстоће и њена примена у нумеричкој анализи одређивања степена сигурности насутих брана.

6 Примењивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера, под насловом „Развој и примена материјалних модела порозних медија у статичкој и динамичкој анализи насутих брана“, примењиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси. Развијени алгоритми за интеграцију напона конститутивних релација механичког понашања тла се могу користити при анализи стабилности насутих брана као и у анализама интеракције било које друге врсте грађевинске конструкције и тла, уколико се понашање тла може описати обрађеним конститутивним моделима. Спрезањем једначина чврсте и течне фазе омогућена је анализа интеракције ових фаза која је посебно

изражена приликом дејства сеизмичких оптерећења.

Развијени софтвер може бити примењен при анализи стабилности насутих брана, насипа, природних и вештачких земљаних косина, што је и потврђено његовом применом у анализи стабилности бране Првонек.

7 Начин презентирања резултата научној јавности

Део научних резултата, произашлих у оквиру ове докторске дисертације је презентован објављивањем научних радова у међународним научним часописима, као и на међународним и националним научним скуповима.

Практични аспекти реализованог научно-истраживачког рада представљени су домаћој научној и стручној јавности делом и кроз реализацију пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја републике Србије под називом „Развој софтвера за решавање спрегнутих мултифизичких проблема“ -ТР32036 и „Развој система за подршку оптималном одржавању високих брана у Србији“ -ТР37013.

Комисија сматра да истраживања и резултати докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даље публикавање у високо ранжираним међународним и националним научним часописима и скуповима, који се баве проблемима анализе стабилности насутих брана и проблемима механике тла уопште.

На основу свега изложеног комисија доноси следећи:

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера у потпуности, како по обиму тако и по квалитету, одговара одобреној теми дисертације, одлуком бр. 01-1/3401-8 од 20.12.2012. године од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

Кандидат је у приказу истраживања користио уобичајену и стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

У току израде докторске дисертације, кандидат мр Драган Ракић је дошао до оригиналних научних резултата, приказаних у дисертацији, која представљају значајан допринос области која се односи на имплементацију сложених конститутивних модела тла у анализи понашања тла методом коначних елемената, као и анализи понашања насутих брана изложених дејству статичких и динамичких оптерећења. Значајан део резултата је публикован у више радова у међународним и националним научним часописима и скуповима.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и поседује способност системског приступа и коришћења литературе. При томе је, користећи своје професионално образовање и лично искуство, показао способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу дефинисања интегративних закључака и добијања конкретних и апликативних резултата.

На основу свега претходно наведеног, Комисија за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата мр Драгана Ракића, дипломираног машинског инжењера, једногласно је закључила да докторска дисертација, под насловом:

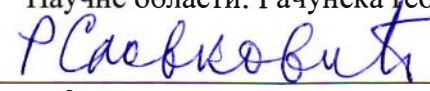
„Развој и примена материјалних модела порозних медија у статичкој и динамичкој анализи насутих брана“

по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске критеријуме за израду докторске дисертације. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, да на основу овог Извештаја, докторску дисертацију прихвати као успешну и да кандидата позове на јавну, усмену одбрану.

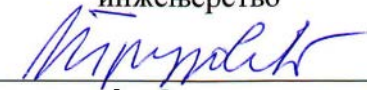
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:


Др Борис Јеремић, ред. проф., Department of Civil and Environmental Engineering, Davis, University of California, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, California,

Научне области: Рачунска геомеханика


Др Радован Славковић, ред. проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац.
Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско

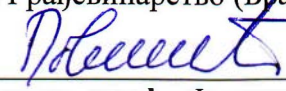
инжењерство


Др Ненад Грујовић, ред. проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац.
Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско

инжењерство


Др Дејан Дивац, научни саветник, Институт за водопривреду “Јарослав Черни”, ванр. проф., Грађевински Факултет у Београду

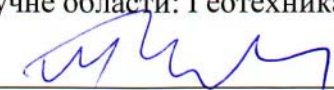
Научне области: Грађевинарство (Бране, Тунели, Механика стена)


Др Гордана Јовичић, ванр. проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац.
Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско

инжењерство


Др Мирјана Вукићевић, доцент, Грађевински Факултет у Београду

Научне области: Геотехника


Др Мирослав Живковић, ред. проф., ментор, Факултет инжењерских наука, Крагујевац.

Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско инжењерство

У Крагујевцу,
25.06.2014.