

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

Предмет: Извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марка Топаловића, дипл. маш. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, број 01-1/867-11 од 24.03.2016. године именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марка Топаловића, дипл. маш. инж, под насловом:

Нумеричко моделирање грануларних материјала

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја о подобности кандидата и теме докторске дисертације која је одобрена за израду одлуком Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, бр. 01-1/3375-6 од 23.10.2014. 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 Марка Топаловића, дипл. маш. инж, под насловом „Нумеричко моделирање грануларних материјала“ представља резултат научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области примене нумеричких метода у анализи понашања грануларних материјала.

Кандидат је извршио критичку анализу и систематизацију постојећих знања, искустава и научних резултата компетентних истраживача у области истраживања ове докторске дисертације, који су објављени у водећим међународним часописима. На основу спроведене анализе предности и недостатака различитих метода које су предложене у литератури, кандидат је користио више одговарајућих нумеричких метода на основу потреба и карактеристика моделираног проблема.

У оквиру дисертације кандидат је детаљно описао флексибилан материјални модел који је најприкладнији за нумеричко моделирање грануларних материјала, и који је уграђен у софтвер за нумеричку анализу. Успешност и тачност нумеричке методе и софтвера показана је на неколико примера.

Већина примера који су до сада представљени у литератури су ограничени на симулације једном нумеричком методом, док је кандидат у овој дисертацији представио и спрезање две нумеричке методе: једне безмрежне и друге која је заснована на мрежи, чиме се заобилазе њихови недостаци и користе њихове предности. Развијени софтвер може да се

користи за моделирање понашања грануларног материјала при великим деформацијама, као што је то случај приликом киповања, и одређивања оптерећења које грануларни материјал изазива на уређаје за његов транспорт, складиштење и обраду.

Поред тога, кандидат се бавио анализом интеракције међу зрнима и нумеричком симулацијом феномена који се у грануларним материјалима јављају. Величина анализираних модела у односу на величину грануларних зрна доводи до проблема дужине извршавања једне нумеричке симулације и компјутерске захтевности, па је приликом имплементације нумеричке методе посебна пажња посвећена одређивању временског корака.

Због свега наведеног, комисија сматра да нумеричке методе представљене у овом раду и развијена софтверска решења имају велики потенцијал и могу допринети већој и значајнијој практичној примени нумеричких симулација у решавању реалних проблема интеракције грануларних материјала са уређајима за њихов транспорт, складиштење и обраду.

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

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Марка Топаловића, дипл. маш. инж., под насловом „Нумеричко моделирање грануларних материјала“ представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у области примењене информатике и рачунарског инжењерства. Кандидат је тему обрадио студиозно и детаљно, користећи при томе теоријске основе научних дисциплина релевантних за ову проблематику. Критички су анализирани бројни научни радови публиковани у врхунским међународним часописима, а односе се на проблем разматран у овој дисертацији.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у овој докторској дисертацији огледа се, између осталог, у следећим елементима:

- Свеобухватни приступ проблему карактерише детаљно излагање теоријских претпоставки, моделирање одговарајућим нумеричким методама и поређење са експерименталним резултатима из литературе. За моделирање тро-осног теста и феномена који се јављају у грануларним материјалима коришћена је метода дискретних елемената (ДЕМ) код које се посматра свака честица грануларног материјала.
- За моделирање грануларних материјала у реалним проблема неопходно је коришћење безмрежне нумеричке методе засноване на механици континуума (Глатка честична хидродинамика, СПХ) у коју је уграђен материјални модел за грануларне материјале. Увидом у релевантне радове, кандидат је научној и стручној јавности представио имплементацију материјалног модела који симулира понашање грануларних материјала у СПХ. Тачност коришћене нумеричке методе и материјалног модела је утврђена поређењем решења са решењем које су публиковали еминентни научници у међународном часопису.
- Адекватно моделирање реалних конструкција за транспорт, складиштење и обраду грануларних материјала захтева спрезање Методе коначних елемената са СПХ методом. Кандидат је у оквиру дисертације повезао имплицитни МКЕ и експлицитни СПХ програм што представља оригиналан приступ спрезању ове две методе.
- Кандидат је у оквиру ове дисертације спровео анализу тачности коришћених нумеричких метода и материјалног модела. Контактни алгоритам безмрежне СПХ методе је верификован поређењем са МКЕ резултатима на примеру судара два

цилиндра од еласто-пластичног материјала при великим брзинама. Поређењем резултата симулације колапса стуба грануларног материјала са резултатима који су објављени у релевантној литератури, кандидат је доказао да се безмрежна СПХ метода у коју је уграђен материјални модел за грануларне материјале може успешно примењивати у симулацијама великих деформација којима грануларни материјали могу бити изложени. Спрезање МКЕ и СПХ методе је демонстрирано на примеру киповања купе од песка.

- Примена спрезања МКЕ и СПХ методе за прорачунавање великих реалних проблема приказана је на примеру симулације пражњења теретног вагона у комерцијалном програму LS-DYNA. Овај програм садржи бројне додатне функције које су биле неопходне за моделирање проблема пражњење вагона, као што су на пример дефинисање времена почетка и краја контакта, одређивање честица и елемената у контакту, као и могућност избора једног од више понуђених контактних алгоритама. На основу резултата анализе, потврђено је постојање таложења грануларног материјала приликом пражњења вагона. Пошто су вагони тог типа дужи низ година у експлоатацији, као најприхватљивије решење предложено је смањење трења фарбањем унутрашње површине вагона.
- У дисертацији је извршена адаптација материјалног модела који симулира понашање асфалта као посебне категорије грануларних материјала. У поменути материјални модел укључен је утицај температуре. Модификовани материјални модел испрограмиран је у кориснички потпрограм комерцијалног програма ABAQUS и коришћен је за моделирање интеракције асфалтне подлоге са точком.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Марко Топаловић је рођен 01.01.1981. године у Крагујевцу. Основно образовање је стекао у Основној школи „Јован Поповић“ у Крагујевцу као носилац дипломе „Вук Караџић“. Прву крагујевачку гимназију је завршио 2000. године са одличним успехом. Исте године је уписао Машински факултет у Крагујевцу, на коме је дипломирао 2006. године са просечном оценом 8,30. Дипломски рад из предмета Нелинеарна анализа конструкција под називом „Анализа конструкција методом коначних елемената применом програмског пакета ABAQUS“ одбранио је са оценом 10. Докторске студије уписао је 2009. године на Машинском факултету у Крагујевцу. Положио је све испите на докторским студијама са просечном оценом 10.

Запослен је у Лабораторији за инжењерски софтвер, као истраживач сарадник.

Течно говори енглески језик

Ангажован на пројекту министарства ТР32036.

Списак објављених радова

Рад у врхунском међународном часопису, [M₂₁]:

1. Tijana Djukic, **Marko Topalovic**, Nenad Filipovic, Numerical simulation of isolation of cancer cells in a microfluidic chip, Journal of Micromechanics and Microengineering, Vol.25, No.8, pp. 084012, ISSN 0960-1317, Doi 10.1088/0960-1317/25/8/084012, 2015.

Рад у истакнутом међународном часопису, [M₂₂]:

1. Ljudmila Kudrjavčeva, Milan Mićunović, **Marko Topalović**, Simon Sedmak, Thermomechanics of soft inelastics bodies with application to asphalt behavior, Thermal

Рад у међународном часопису, [M₂₃]:

1. **Marko Topalović**, Đorđe Damnjanović, Aleksandar Peulić, Milan Blagojević, Nenad Filipović, Syllable-Based Speech Recognition Using Electromyography and Decision Set Classifier, Biomedical Engineering: Applications, Basis and Communications, Vol.27, No.2, pp. 1550020-1, 1550020-9, ISSN 1016-2372, Doi 10.4015/S1016237215500209, 2015.
2. Radovan Petrović, Miroslav Živković, **Marko Topalović**, Radovan Slavković, Analytical, Numerical and Experimental Stress Assessment of the Spherical Tank with Large Volume, Tehnicki Vjesnik = Technical Gazette, Vol.22, No.5, pp. 1135-1140, ISSN 1330-3651, Doi 10.17559/TV-20130905131504, 2015.

Рад у водећем часопису националног значаја, [M₅₁]:

1. Adamovic Dragan, Mandic Vesna, Zivkovic Miroslav, Gulisija Zvonko, Stefanovic Milentije, **Topalovic Marko**, Aleksandrovic Srbislav, NUMERICAL MODELING OF IRONING PROCESS, Journal for Technology of Plasticity, Vol.38, No.2, pp. 109-124, ISSN 0354-3870, 2013.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини, [M₃₃]:

1. Miroslav Živković, **Marko Topalović**, Radovan Slavković, Vladimir Dunić, Abaqus subroutine development and implementation for neo-hook hyperelastic material model, The 3rd International Conference of Serbian Society of Mechanics (IConSSM 2011), Vlasinsko Jezero, 2011, 05-08 Jul, pp. 889-896, ISBN 978-86-909973-3-6
2. **Marko Topalović**, Miroslav Živković, Nenad Busarac, Snežana Vulović, Improvement and integration of FEM solution used for R&D into FEMAP, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications - COMETA 2012, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 2012, 28-30 Novembar, pp. 255-262, ISBN 978-99938-655-4-4
3. Milan Blagojević, Miroslav Živković, **Marko Topalović**, Registration and Surface Inspection of Automotive Pressed Parts Based on Point Cloud Generated by Optical Measuring Techniques, International Congress Motor Vehicles & Motors 2012 - MVM2012, Kragujevac, 2012, 03-05 Oktobar, pp. 334-339, ISBN 978-86-86663-91-7
4. Miroslav Živković, Miloš Janošević, Snežana Vulović, Nenad Busarac, **Marko Topalović**, Thermal analysis of high power reduction gearbox, Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications - COMETA 2012, Jahorina, Bosna i Hercegovina, 2012, 28-30 Novembar, pp. 355-358, ISBN 978-99938-655-4-4
5. Dragan Adamović, Milentije Stefanović, Srbislav Aleksandrović, Miroslav Živković, Fatima Živić, **Marko Topalović**, ANALYSIS OF TRIBOLOGICAL PROCESS DURING IRONING OF SHEET METAL MADE OF AlMg3, SERBIATRIB '13, 13th International Conference on Tribology, Kragujevac, 2013, 15 – 17 Maj, pp. 265-269, ISBN 978-86-86663-98-6
6. **Marko Topalović**, Miloš Ivanović, Miroslav Živković, Aleksandar Dišić, COMPARISON OF FEM AND SPH METHODS USED FOR ANALYSIS OF SOLID BODIES, IConSSM 2013 - The 4rth International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjacka Banja, 2013, 4-7 Juna, pp. 401-406, ISBN 978-86-909973-5-0
7. Milan Micunović, Ljudmila Kudrjavceva, **Marko Topalović**, THERMOMECHANICS OF SOFT INELASTICS BODIES - AN APPLICATION TO ASPHALT BEHAVIOR,

IConSSM 2013 - The 4rth International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjacka Banja, 2013, 4-7 Juna, pp. 371-375, ISBN 978-86-909973-5-0

8. **Marko Topalović**, Vladimir Milovanović, Milan Blagojević, Aleksandar Dišić, Dragan Rakić, Miroslav Živković, Freight Wagon Mass Reduction using Parametric Optimisation, VIII International Conference „Heavy Machinery-HM 2014“, Zlatibor, 2014, 25-28 June, pp. E.53-60, ISBN 978-86-82631-74-3
9. Milan Blagojević, **Marko Topalović**, Miroslav Živković, Improvement of End-User Experience by Development of Pre- And Post-Processing Solution for FEM Magnetostatic Solver PAK-M, 8th International Quality Conference, Kragujevac, 2014, May 23th, pp. 409-416, ISBN ISBN 978-86-6335-004-5
10. Miroslav Živković, **Marko Topalović**, Milan Blagojević, Aleksandar Nikolić, Vladimir Milovanović, Siniša Mesarović, Jagan Padbidri, BOUNDARY IDENTIFICATION AND WEAK PERIODIC CONDITION APPLICATION IN DEM METHOD, 2nd International Scientific Conference COMETA, East Sarajevo - Jahorina, Bosnia & Herzegovina, 2014, 2nd-5th December, pp. 365-370, ISBN 978-99976-623-1-6
11. Radovan Petrović, Jelena Živković, **Marko Topalović**, Miroslav Živković, Gordana Jovičić, ANALYTICAL STRESS CALCULATION IN SPHERICAL TANK AND EXPERIMENTAL VERIFICATION, XIIIth Youth Symposium on Experimental Solid Mechanics, Dečín, Czech Republic, 2014, June 29th – July 2nd, pp. 92-95, ISBN 978-80-01-05556-4
12. **Marko Topalović**, Milan Blagojević, Aleksandar Nikolić, Miroslav Živković, Nenad Filipović, Application of Smoothed Particle Hydrodynamics in biomechanics: advanced procedure for discretization of complex biological shapes into pseudo-particles, 15th International Conference on Bioinformatics & Bioengineering (BIBE 2015), Beograd, 2015, 02-04 Novembar, pp. 45 (Program) 142 (PaperData), ISBN 978-1-4673-7982-3
13. **Marko Topalović**, Modeling Granular Materials with Meshless DEM and SPH Methods, Fifth Serbian (30th YU) Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Arandjelovac, 2015, 15-17 jun 2015, pp. S2a, ISBN 978-86-7892-715-7
14. Milan Micunović, Ljudmila Kudrjavceva, **Marko Topalović**, Inelasticity of Metals - an Application to Thermal Ratchetting, Fifth Serbian (30th YU) Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Arandjelovac, 2015, 15-17 jun 2015, pp. S2d, ISBN 978-86-7892-715-7
15. Nikola Jovanović, **Marko Topalović**, Vladimir Milovanović, Snežana Vulović, Miroslav Živković, Topology optimization used to reduce weight of four-axle bogie freight wagon, 7th International Scientific and Expert Conference of the International TEAM, Beograd, 2015, 15-16 Oktobar, pp. 489-492, ISBN 978-86-7083-877-2

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

1. Marko Topalović, Milan Blagojević, Miroslav Živković, Povezivanje programa za SPH proračune sa programom za postprocesiranje ParaView, XVIII konferencija YU INFO 2012, Kopaonik, 2012, 29 Februar- 30 Mart, pp. 260-263, ISBN 978-86-85525-09-4

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

1. Miroslav Živković, Radovan Slavković, Milan Blagojević, **Marko Topalović**, Nenad Busarac, Jelena Borota, Softver za numeričko rešavanje elektrostatičkih problema - PAK-E, TR-69/2012, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, 2012.

2. Miroslav Živković, Radovan Slavković, Miloš Kojić, Nenad Grujović, Snežana Vulović, Nenad Busarac, **Marko Topalović**, Softver za proračun temperaturnog polja konstrukcija-PAK-T, TR-68/2012, Univerzitet u Kragujevcu, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, 2012.

Учешће на научно-истраживачким пројектима

1. Развој софтвера за решавање спрегнутих мултифизичких проблема, Министарство науке и технолошког развоја Републике Србије TR32036, 2011- 2016.

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

Докторска дисертација кандидата Марка Топаловића, дипл. маш. инж, под насловом „Нумеричко моделирање грануларних материјала“ 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 докторске дисертације.

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 157 страна. У раду је приказано 132 графичких илустрација и цитирано је 116 библиографских података. Излагање је сврстано у 9 поглавља (којима претходе: резиме рада на српском и енглеском језику, садржај, уз списак слика, табела и коришћених ознака и скраћеница):

1. Увод
2. Карактеристике грануларних материјала
3. Метода дискретних елемената (ДЕМ)
4. Глатка честична хидродинамика (СПХ)
5. Повезивање СПХ и Методе коначних елемената (МКЕ)
6. Методологија пре и пост-процесирања
7. Примери
8. МКЕ анализа понашања асфалта са утицајем топлоте
9. Закључци
10. Литература

У уводном поглављу дефинисани су предмет и циљ истраживања. Дана су уводна разматрања проблема анализе грануларних материјала нумеричким методама и кратак преглед литературе.

У другом поглављу дат је преглед карактеристика грануларних материјала, почев од састава, преко анализе понашања приликом различитих типова оптерећења, до особина интеракције између зрна грануларног материјала.

У трећем поглављу је дат приказ теоријских основа ДЕМ методе. Процена квазистатичности проблема се користи приликом одређивања временског корака. У овом поглављу је представљена ДЕМ симулација тро-осног теста и вртложног понашања грануларног материјала у тракама смицања. Такође, указано је и на одређене проблеме као што су високе фреквенције осциловања грануларних честица које проузрокују нереално понашање материјала приликом релаксације.

Четврто поглавље је посвећено СПХ методи и њеној примени за моделирање грануларних материјала. У овој глави дат је опис кернел и честичне апроксимације, које

представљају основу ове методе. Недостаци оригиналне СПХ апроксимације су истакнути и начини њиховог отклањања су наведени. Закони баланса су дати, као и имплементација еластичног, еластопластичног и генералисаног материјалног модела са капом, који ће бити коришћен за моделирање грануларних материјала.

Пето поглавље приказује кратак осврт на основе МКЕ, описује поступак повезивања МКЕ и СПХ методе, и третмана контакта грануларног материјала моделираног СПХ методом и еластопластичног материјала моделираног помоћу МКЕ. При моделирању контакта анализирана су два приступа: класичан кернел контакт и приступ заснован на контактном потенцијалу. У оба приступа третман трења није адекватан, па је у рачунање контакта укључен и Кулонов закон трења.

У шестом поглављу приказана је методологија пре и пост-процесирања моделираних проблема. Приликом одабира програма за пре и пост-процесирање основни критеријуми су били функционалност и цена, тако да где је то било могуће, коришћени су бесплатни програми, али је за генерисање МКЕ мреже било неопходно користити комерцијални програм због низа предности које је имао у односу на бесплатне алтернативе. Генерисање улазних датотека за МКЕ и СПХ солвере је аутоматизовано помоћу развијених програма преводилаца који повезују програме за пре и пост процесирање са МКЕ и СПХ солверима.

У седмом поглављу дати су примери прорачуна који су коришћени за верификацију развијене методологије. Примери демонстрирају понашање материјала при контакту, могућности генералисаног материјалног модела са капом за моделирање грануларних материјала, као и интеракцију грануларног и еласто-пластичног материјала помоћу спрезања МКЕ и СПХ методе.

У осмом поглављу представљена је примена материјалног модела чији параметри зависе од температуре а који је коришћен за МКЕ анализу понашања асфалта.

Девето поглавље је посвећено закључним разматрањима, анализи развијене методологије и правцима будућег развоја и могућностима примене развијене методологије у другим областима које нису уско везане за грануларне материјале.

На крају докторске дисертације дат је преглед библиографских података коришћених у овом раду.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Марко Топаловић, дипл. маш. инж, је у оквиру ове докторске дисертације извршио систематизацију и анализу постојећих знања и искустава у области нумеричког моделирања понашања грануларних материјала. Реализацијом истраживачког рада на овој 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 ове докторске дисертације су:

- Анализирано је понашање грануларног материјала при тро-осном тесту. Нумеричка анализа је извршена помоћу ДЕМ програма који је у ту сврху модификован и проширен. Добијени резултати потврђују теоријске претпоставке и експерименталне резултате еминентних истраживача који су објављени у водећим међународним часописима. Недостаци ДЕМ методе су представљени као и модификације програма у циљу њиховог ублажавања. Добијени резултати представљају основу за даљи рад и анализу грануларних материјала другим нумеричким методама.
- У СПХ методу је уграђен генералисани модел са капом, који представља један од најтачнијих материјалних модела за представљање грануларних материјала. Пошто је трење једна од најбитнијих карактеристика грануларних материјала, контактни алгоритам СПХ методе је проширен Кулоновим условом трења.

- За прорачун реалних конструкција неопходно је повезивање МКЕ и СПХ методе. Оптерећење којим грануларни материјал делује на анализирану машину се рачуна у СПХ потпрограмима након чега се преноси на МКЕ чворове. Кандидат је приликом повезивања МКЕ и СПХ програма применио флексибилно решење које не зависи код интеграционе шеме.
- Кандидат је извршио адаптацију материјалног модела за асфалт који је проширен са утицајем температуре на материјалне карактеристике чиме је омогућено реалније моделирање пропадања асфалта. Материјални модел је уграђен у кориснички потпрограм комерцијалног софтвера ABAQUS и коришћен је за моделирање интеракције точка са асфалтом.
- Поређењем резултата нумеричких симулација са резултатима који су објављени у литератури доказано је да се развијени софтвер може успешно примењивати у симулацијама реалних проблема у машинству као и у сродним наукама у којима се срећу грануларни материјали.

6. Примењивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Марка Топаловића, дипл. маш. инж, под насловом „Нумеричко моделирање грануларних материјала“ применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси.

Коришћење ДЕМ методе ће допринети бољем разумевању феномена који се јављају унутар грануларних материјала. Због велике компјутерске захтевности, ова метода није практична за анализу реалних проблема, али је основа за даље истраживање применом метода заснованих на механици континуума.

Примена спреге МКЕ и СПХ методе омогућава симулацију бројних реалних проблема у машинству, као што је пражњење вагона. Приликом дизајнирања новог вагона применом ове методологије могуће је анализирати предложену геометрију и утврдити да ли може доћи до проблема као што је таложење материјала при пражњењу. Ако се проблеми већ јављају код постојећих вагона у експлоатацији, на основу нумеричке анализе могуће је предложити најефикасније решење.

Област примене дате спреге могуће је проширити и на друге научне области, при чему би се уместо грануларног, користили други материјални модели. Постоји значајан потенцијал када је реч о практичној примени у симулацијама реалних проблема у биомедицинском инжењерингу, механици флуида, механици лома, што представља подстицај за даљи ради и развој ових метода.

7. Начин презентирања резултата научној јавности

Део научних резултата ове докторске дисертације публикован је у међународним часописима, и на међународним конференцијама. На овај начин се може сматрати да су адаптације нумеричког модела и бројна софтверска решења предложена у овој докторској дисертацији верификовани. Реализовани научно-истраживачки рад је обухваћен у оквиру пројекта ресорног министарства ТР32036 на коме је кандидат ангажован.

Комисија сматра да истраживања и резултати ове докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даљу анализу и публикавање у врхунским међународним часописима и на међународним конференцијама.

На основу свега изложеног Комисија доноси следећи:

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација кандидата Марка Топаловића, дипл. маш. инж., под насловом „Нумеричко моделирање грануларних материјала“ у потпуности, како по обиму тако и по квалитету, одговара одобреној теми дисертације, одлуком бр. 01-1/3375-6 од 23.10.2014. године, од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

Кандидат је током истраживања користио уобичајену и стандардизовану стручну терминологију. Структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

У току израде докторске дисертације, кандидат Марко Топаловић, дипл. маш. инж., је самостално дошао до оригиналних научних резултата, који су приказани у овој докторској дисертацији. Ови резултати представљају значајан допринос у домену примењене механике и моделирања понашања грануларних материјала.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и да поседује способност прикупљања и критичке анализе публикација из релевантне области. При томе је, користећи своје професионално образовање и лично искуство, показао способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу добијања конкретних и применљивих резултата.

Део резултата до којих је кандидат дошао у току израде ове дисертације публикован је у више радова који су објављени у међународним часописима и на међународним конференцијама, па су на тај начин верификовани.

На основу свега претходно наведеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом:

„Нумеричко моделирање грануларних материјала“

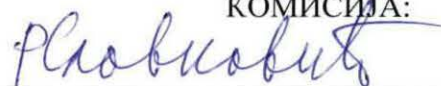
кандидата Марка Топаловића, дипл. маш. инж., по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све стручне, научне и законске критеријуме за израду докторске дисертације.

Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, Универзитета у Крагујевцу, да докторску дисертацију прихвати као успешно урађен рад и да кандидата позове на јавну усмену одбрану дисертације.

У Крагујевцу,

08.04.2016.

КОМИСИЈА:



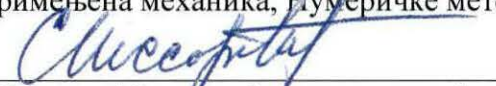
др Радован Славковић, редовни професор, председник комисије
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско инжењерство



др Раде Вигњевић, редовни професор,
National Research Centre for Structural Integrity (NSIRC), Brunel University London.

Научне области: Примењена механика, Нумеричке методе



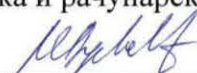
др Сениша Месаровић, редовни професор,
School of Mechanical and Materials Engineering Washington State University

Научне области: микромеханика грануларних материјала, вишескално мултифизичко
моделирање



др Ненад Филиповић, редовни професор,
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско инжењерство



др Мирјана Вукићевић, доцент,
Грађевински факултет Универзитета у Београду

Научне области: Геотехника



др Милош Ивановић, доцент,
Природно-математички факултет Универзитета у Крагујевцу,

Научне области: Рачунарске комуникације



др Драган Ракић, доцент,
Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско инжењерство