

ОБРАЗАЦ 3

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Бр. 01-1/2160

19.00.24 год
КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

и

ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 22.5.2024. године (број одлуке: IV-04-381/10) одређени смо за чланове Комисије за писање Извештаја о оцени научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: „Моделирање вишефазног струјања флуида применом методе фазног поља: развој, имплементација и верификација нумеричког модела и модела базираног на неуронским мрежама”, и испуњености услова кандидата Александра Бодића, маг. инж. маш. и предложеног ментора др Слободана Савића, ред. проф. за израду докторске дисертације.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

О ОЦЕНИ НАУЧНЕ ЗАСНОВАНОСТИ ТЕМЕ И ИСПУЊЕНОСТИ УСЛОВА
КАНДИДАТА И ПРЕДЛОЖЕНОГ МЕНТОРА
ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

| |
|--|
| 1. Подаци о теми докторске дисертације |
| 1.1. Наслов докторске дисертације: Моделирање вишефазног струјања флуида применом методе фазног поља: развој, имплементација и верификација нумеричког модела и модела базираног на неуронским мрежама |
| 1.2. Научна област докторске дисертације: Машинско инжењерство |
| 1.3. Образложење теме докторске дисертације (до 15000 карактера): 1.3.1. Дефинисање и опис предмета истраживања <p>Вишефазно струјање флуида подразумева истовремено струјање флуида са две или више различитих термодинамичких фаза (тј. гас, течност), или флуида са различитим хемијским својствима у истој фази, као што су уље и вода. Овакав тип струјања је широко распрострањен у окружењу, узевши у обзир природне феномене као што су киша, снег, магла, транспорт седимената, клизишта блата, биолошки и медицински токови (проток крви у кардио-васкуларном систему, проток ваздуха у респираторном систем итд.) и др. Поред тога, вишефазно струјање је присутно у многим</p> |

индустријама. У нафтној индустрији, на бушотинама за добијање сирове нафте, нафта обично излази из земље као мешавина сирове нафте, морске воде, песка и гаса – вишекомпонентна, вишефазна мешавина којом треба опрезно руковати због разних опасности као и веома скупе опреме. Такође, у електранама у којима се електрична енергија добија из нафте, угља или гаса, а где је вода радни флуид, јављају се процеси промене фаза, као и вишефазни токови. У инжењерству заштите животне средине вишефазни ток флуида игра значајну улогу, посебно када су у питању постројења за пречишћавање отпадних вода (резервоари за аерацију уводе кисеоник у отпадну воду за биолошку деградацију органских загађивача). Дакле, може се закључити да се вишефазно струјање јавља у разним гранама индустрије, као и да његово проучавање има веома велики значај.

Развој производних технологија у последње време мотивисао је разна истраживања вишефазних токова флуида. Уобичајени приступи за проучавање вишефазног струјања флуида обухватају теоријску анализу, експериментално испитивање и нумеричку симулацију. Теоријском анализом се може прецизно одредити математички однос између разних фазних параметара, али се она најчешће може применити само на једноставне проблеме. Експерименталне студије вишефазних токова су ближе инжењерској пракси, али су обично ограничене високим трошковима, дугим експерименталним периодом и значајним тешкоћама које се могу јавити. С друге стране, трошкови нумеричких симулација су релативно ниски, а период истраживања је релативно кратак. Добијени подаци из нумеричких симулација могу помоћи у детаљнијем разумевању вишефазног струјања флуида. Стога се може закључити да је примена софтверских алата за нумеричке симулације готово незаобилазна. Због комплексне физичке интеракције између разматраних флуида, укључујући тополошке промене и сложености непознатог покретног интерфејса флуид-флуид, вишефазни токови представљају изазов са становништва математичког моделирања и симулације. Методе које се користе за решавање проблема покретног интерфејса су најчешће волумен течности (енг. *volume of fluid*), праћење фронта (енг. *front tracking*), уроњена граница (енг. *immersed boundary*), ниво сета (енг. *level set*) и метода фазног поља (енг. *phase-field method* - PFM).

PFM представља један од најзначајнијих алата за математичко моделирање. Ова метода се иницијално користила за описивање интерфејса материјала током фазних прелаза. Интерфејси материјала се дефинишу као танки слојеви коначне дебљине преко којих својства материјала глатко варирају. Овако дефинисан танак слој се често назива дифузним интерфејсом, а дизајном је обезбеђено да ће тачан интерфејс бити унутар тог слоја. Другим речима, егзактно оштар интерфејс се на овај начин претвара у танак дифузни слој интерфејса. Управо због ове чињенице је ова метода још позната и као метода дифузног интерфејса. Модели фазног поља, кроз градијенте хемијског потенцијала система у њиховој танкој међуфазној регији, омогућавају дифузију између две компоненте флуида. PFM је иницијално коришћена за моделирање фазног прелаза чврста фаза - течна фаза, а данас се њена примена проширила на моделирање у разним областима као што су биологија, наука о материјалима, обрада слика, хемијско и нафтно инжењерство, па и механика флуида.

У области механике флуида PFM се најчешће користи за решавање проблема вишефазног струјања флуида. Заснована на теорији дифузног интерфејса, PFM се добро поклапа са реалном физичком ситуацијом: фазни интерфејс има одређену дебљину и физичка својства сваке фазе се мењају континуирано и брзо у прелазном региону; површински напон у традиционалним моделима вишефазног струјања једнак је запреминској сили распоређеној у прелазном региону. Дакле, уместо директног праћења интерфејса између два флуида, међуфазним интерфејсним слојем се управља променљивом фазног поља ϕ , а сила услед површинског напона се додаје Навије-

Стоксовим (енг. *Navier–Stokes* - NS) једначинама као запреминска сила множењем хемијског потенцијала система са градијентом променљиве фазног поља. У методи фазног поља, једначина којом се прати кретање интерфејса, односно управља и прати еволуција променљиве фазног поља се назива Кан-Хилијард (енг. *Cahn-Hilliard* - CH) једначина. С друге стране, струјања флуида се стандардно може дефинисати NS једначинама. Спрегом CH модела са NS једначинама може се ефикасно моделирати вишефазно струјање флуида.

Брз развој рачунарске технологије и алгоритама машинског учења (енг. *Machine Learning* - ML) изазвао је велико интересовање за применом вештачке интелигенције у разним областима. Управо због тога се ML данас не примењује само у области рачунарства, већ и другим областима науке као што су физика, хемија, разне гране инжењерства, медицина итд. Када је у питању област механике флуида, ML се може успешно примењивати за моделирање турбуленције, визуелизацију тока, предикцију опструјавања аерофила итд. Неуронске мреже подржане физичким законима (енг. *Physics-Informed Neural Networks* - PINN) представљају тип неуронских мрежа које могу да се тренирају тако да усвоје познавање било ког физичког закона који се може дефинисати парцијалним диференцијалним једначинама, а који важи у одређеном просторно-временском домену. У односу на класичне методе за решавање система диференцијалних једначина нумеричким путем, као што су метода коначних елемената (енг. *finite element method* - FEM) и метода коначних запремина (енг. *finite volume method* - FVM), PINN нуде једноставне и флексибилне механизме за решавање оваквих проблема. PINN користе претходно познато знање о општим физичким законима као регуларизациони агент током тренирања неуронских мрежа што ограничава простор могућих решења и резултира прецизнијом апроксимацијом функције. Интегрисањем физичких закона изражених кроз парцијалне диференцијалне једначине у неуронску мрежу, може се олакшати алгоритму учења да пронађе прецизнија решења.

Кандидат планира да у оквиру предложене докторске дисертације ради на развоју, имплементацији и верификацији методе фазног поља у оквиру Програма за анализу конструкција - ПАК за потребе нумеричке симулације вишефазног струјања флуида. Софтверски пакет ПАК се развија у оквиру Лабораторије за инжењерски софтвер на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. Развијени солвер ће користити CH модел спрегнут са NS једначинама и применом FEM моћи ће ефикасно да решава проблеме вишефазног струјања флуида. Као главни резултат дисертације кандидат истиче да ће бити развијен солвер који ће моћи да се примењује у разним гранама индустрије за нумеричку анализу и разумевање вишефазног струјања флуида. Верификацију солвера ће извршити нумеричком анализом више тест примера и поређењем добијених резултата са решењима комерцијалних софтвера из области рачунске динамике флуида. На овај начин ће се добити ефикасан алат за нумеричке симулације вишефазног струјања флуида применом FEM и PFM.

У оквиру предложене теме докторске дисертације, поред развоја софтверског алата за нумеричке симулације вишефазног струјања флуида, кандидат планира да примени технику машинског учења као напредну методу за решавање проблема у овој области. Примери вишефазног струјања који ће бити анализирани нумерички, истовремено ће бити моделирани коришћењем PINN. Резултати нумерички моделираних примера биће поређени са решењима добијеним применом машинског учења. Циљ је да се покаже алтернативни, једноставнији приступ за решавање проблема дефинисаних преко комплексних парцијалних диференцијалних једначина, као што су проблеми вишефазног струјања флуида. Ове неуронске мреже се могу прилагодити новим подацима, задржавајући познавање физике, чиме се омогућава њихова брза и једноставна примена након иницијалног тренинга. Додатно, употреба PINN уместо традиционалних метода доводи до значајних уштеда у времену и рачунарским

ресурсима, када је у питању моделирање комплексних проблема. Имплементација машинског учења у решавању проблема вишефазног струјања флуида има велики значај, узимајући у обзир актуелне трендове све веће примене вештачке интелигенције у различитим друштвеним, научним и индустријским областима.

1.3.2. Полазне хипотезе

На основу дефинисаног циља истраживања и истраживачког рада кандидата, као и других аутора у дефинисаној области, формиране су основне хипотезе које се састоје из неколико претпоставки:

1. PFM се може користити за дефинисање међуфазног интерфејса тако што се оштар интерфејс разматра као танак дифузиони слој коначне дебљине који је контролисан фазном променљивом ϕ ;
2. Спрегом NS једначина са CH моделом може се дефинисати вишефазно струјање флуида тако што се у NS једначинама додаје члан који се односи на силу услед површинског напона, а CH једначином омогућава праћење и еволуција променљиве фазног поља ϕ ;
3. Спегнути CH-NS модел је могуће имплементирати у софтверски пакет ПАК базиран на FEM за нумеричку симулацију вишефазног струјања флуида;
4. Применом PINN и оптимизацијом хиперпараметара неуронске мреже могу се симулирати примери вишефазног струјања флуида, што за моделе сложене геометрије резултира уштедом временских и рачунарских ресурса.

1.3.3. План рада

Кандидат је план рада на предложеној теми докторске дисертације дефинисао на следећи начин:

1. Преглед литературе: Детаљно проучавање и анализа релевантне литературе и истраживања који су повезани са вишефазним струјањем флуида, применом нумеричких метода за моделирање вишефазног струјања флуида, вештачком интелигенцијом и њеном применом у механици флуида.
2. Припрема теоријских основа: Проучавање теоријских основа повезаних са динамиком флуида, једначинама за описивање струјања флуида, вишефазним струјањем флуида, методом фазног поља, једначином за описивање фазног интерфејса итд.
3. Развој солвера, нумеричка имплементација и верификација: Развој и имплементација алгоритама за нумеричку симулацију вишефазног струјања флуида применом FEM. Имплементација CH-NS модела у оквиру развијеног софтверског алата. Израда тест примера за верификацију. Верификација софтверског алата поређењем резултата са решењима комерцијалних софтвера.
4. Примена вештачке интелигенције: Упознавање са основним концептима машинског учења, са посебним акцентом на PINN. Имплементација PINN за потребе моделирања вишефазног струјања флуида. Евалуација перформанси модела и поређење са резултатима добијеним нумеричким путем.
5. Анализа резултата: Анализирање резултата истраживања у оквиру докторске дисертације, дискусија о предностима и недостацима различитих приступа за моделирање вишефазног струјања флуида и извођење закључака о спроведеном истраживању. Дефинисање потенцијалних праваца за даља истраживања и унапређења.

1.3.4. Методе истраживања

У оквиру научно-истраживачког рада кандидат планира да примени савремене научно-истраживачке методе. Првенствено ће користити нумеричке методе, а поред њих ће примењивати и рачунарске методе, односно машинско учење.

Метода коначних елемената је нумеричка метода која је постала готово незаобилазна у савременој инжењерској пракси. Она се користи за решавање инжењерских проблема који имају комплексну геометрију, комплексна оптерећења и комплексно понашање материјала, а где се решења не могу одредити аналитички или су експериментална тестирања веома скупа.

У предложеној докторској дисертацији кандидат ће користити методу коначних елемената за нумеричку анализу вишефазног струјања. У оквиру софтверског пакета ПАК, који је базиран на методи коначних елемената, кандидат ће имплементирати солвер за решавање проблема вишефазног струјања применом методе фазног поља. Применом овог софтвера ће бити анализирано више тест примера, чији ће се резултати поредити са другим комерцијалним софтверима из поља рачунске динамике флуида.

Поред методе коначних елемената, кандидат ће применити и друге комерцијалне софтвере из области рачунске динамике флуида, од којих су поједини базирани на методи коначних запремина. Метода коначних запремина је такође нумеричка метода чија се примена углавном односи на решавање проблема механике струјања флуида, преноса топлоте и електромагнетног поља, мада се може користити и за решавање других инжењерских проблема.

Поред нумеричких метода, у оквиру предлога докторске дисертације кандидат планира да примени и технике машинског учења. Конкретно, предвиђена је употреба машинског учења за решавање проблема вишефазног струјања флуида применом неуронских мрежа подржаних физичким законима. Исти примери који су претходно анализирани нумеричким методама биће моделирани применом неуронских мрежа подржаних физичким законима, а резултати добијени овим приступом биће упоређени са резултатима добијеним класичним нумеричким методама.

1.3.5. Циљ истраживања

Циљ ове докторске дисертације јесте развој, имплементација и верификација методе фазног поља у оквиру софтверског пакета ПАК за потребе нумеричке симулације вишефазног струјања флуида. Софтверски пакет ПАК се годинама уназад развија у оквиру Лабораторије за инжењерски софтвер Факултета инжењерских наука. На тај начин ће се софтверски пакет ПАК значајно унапредити и оспособити за анализирање проблема вишефазног струјања флуида. Овај солвер, базиран на FEM, креираће спрегу између NS једначина за струјање флуида и CN модела за дефинисање интерфејса фазним пољем. Верификацијом развијеног солвера у виду поређења резултата са светским комерцијалним софтверима ће се добити ефикасан алат за нумеричко решавање проблема из области вишефазног струјања флуида применом FEM и PFM.

Поред тога, још један циљ дисертације јесте успешна имплементација машинског учења за решавање проблема вишефазног струјања флуида. Имплементација техника машинског учења ће се остварити кроз употребу PINN. PINN нуди алтернативни, једноставнији приступ за решавање комплексних диференцијалних једначина чије решавање класичним нумеричким методама представља велики изазов. Коришћењем PINN се проблеми, који изискују доста временских и рачунарских ресурса, могу једноставније решити машинским учењем.

1.3.6. Резултати који се очекују

Резултати који се очекују на основу предложене докторске дисертације су:

1. Развијен нови солвер у оквиру софтверског пакета ПАК који ће моћи да се користи за нумеричку анализу вишефазног струјања флуида применом методе фазног поља;
2. Добро поклапање резултата са решењима светски познатих софтвера из области рачунске динамике флуида;
3. Да се са развијеним солвером могу успешно решавати проблеми који обухватају вишефазно струјање флуида;
4. Развијени солвер се може примењивати за едукацију, истраживање и решавање практичних проблема;
5. Имплементација PINN за потребе решавања проблема вишефазног струјања флуида.

1.3.7. Оквирни садржај докторске дисертације са предлогом литературе која ће се користити (до 10 најважнијих извора литературе)

1. Увод – У овом поглављу ће се детаљно разматрати идеја и циљеви истраживања у оквиру предложене теме докторске дисертације. Поред тога, биће дат преглед и анализа постојећег релевантног знања, тј. преглед литературе и истраживања из области вишефазног струјања флуида.
2. Вишефазно струјање: опис проблема и основна разматрања – На почетку поглавља ће најпре бити речи уопштено о вишефазном струјању, његовој појави и примени у пракси и индустрији. Након тога биће речи о теоријским основама динамике флуида, и струјању флуида у једној фази. Биће разматрани основни закони и изведене једначине којима се описује струјање флуида, односно NS једначина. Потом ће се разматрати основе динамике флуида вишефазног струјања, гранични услове потребне за дефинисање двофазног струјања, интерфејс између две фазе итд. На крају поглавља биће разматране најчешће коришћене методе за описивање фазног интерфејса, са посебним освртом на методу фазног поља која ће бити разматрана у оквиру ове дисертације.
3. Примена PFM у моделирању фазног интерфејса – У оквиру овог поглавља ће се детаљно разматрати PFM и то: опис, историјски развој, области примене и др. Акцент ће се ставити на примену PFM у механици флуида за моделирање фазног интерфејса при вишефазном струјању флуида. Поред тога, биће изведене и анализирани основне једначине за моделирање интерфејса вишефазног струјања (CH једначине).
4. Нумеричка имплементација NS-CH модела у FEM – У оквиру овог поглавља ће бити детаљно разрађене једначине за моделирање интерфејса применом методе фазног поља (CH модел), једначине за струјање флуида (NS једначине) и њихова спрега, као и нумеричка имплементација спрегнутог модела у FEM.
5. Верификациони примери – У овом поглављу ће бити приказани тест примери за верификацију развијеног солвера. Такође, детаљно ће бити приказан поступак моделирања, дефинисања граничних услова и покретања анализе. Поред тога, биће дато поређење резултата развијеног солвера са решењима добијеним у комерцијалним софтверима исте намене.
6. Употреба ML за решавање проблема вишефазног струјања – У овом поглављу ће бити анализирани алгоритми ML и примена у механици флуида са посебним акцентом на PINN. Поред тога, биће приказана процедура за моделирање примера вишефазног струјања применом PINN, као и поређење резултата са решењима добијеним нумеричким путем.
7. Закључак – У оквиру овог поглавља ће бити представљени закључци и научни доприноси спроведених истраживања, као и правци даљих истраживања.

8. Литература – Ово поглавље ће обухватити све референце које су коришћене у току израде докторске дисертације.

Полазна литература:

- [1] B. S. Hosseini, M. Moller, "Phase Field-Based Incompressible Two-Component Liquid Flow Simulation," Numerical Methods for Flows. Lecture Notes in Computational Science and Engineering, pp. 165-176, 2020.
- [2] Buhendwa, S. Adami and N. Adams, "Inferring incompressible two-phase flow fields from the interface motion using physics-informed neural networks," Machine Learning with Applications, vol. 4, p. art. no. 100029, 2021.
- [3] H-R Liu, C. Shen Ng, K. Leong Chong and D. Lohse, "An efficient phase-field method for turbulent multiphase flows," Journal of Computational Physics, vol. 446, art.no. 110659, 2021.
- [4] J. Kim, "Phase-Field Models for Multi-Component Fluid Flows," Commun. Comput. Phys., vol. 12, no. 3, pp. 613-661, 2012.
- [5] J. Li, D. Zheng and W. Zhang, "Advances of Phase-Field Model in the Numerical Simulation of Multiphase Flows: A Review," Atmosphere, vol. 14, p. art. no. 1311, 2023.
- [6] M. Ivanović, Neuronske mreže podržane fizičkim zakonima - Praktikum, Kragujevac: Prirodno-matematički fakultet Kragujevac, 2023.
- [7] M. Kojić, N. Filipović, M. Živković, R. Slavković, N. Grujović and A. Nikolić, PAK-FT: Program for FE Analysis of Fluid Flow with Heat Transfer in laminar and turbulent mode - User Manual, Kragujevac: Faculty of Engineering University of Kragujevac, 2020.
- [8] N. Adam, F. Franke and S. Aland, "A Simple Parallel Solution Method for the Navier–Stokes Cahn–Hilliard Equations," Mathematics, vol. 8, no. 8, art. no. 1224, 2020.
- [9] R. Qoi, R. Huang, Y. Xiao, J. Wang, Z. Zhang, J. Yue, Z. Zeng and Y. Wang, "Physics-informed neural networks for phase-field method in two-phase flow," Physics of Fluids, vol. 34, no. 5, 2022.
- [10] X. Cai, M. Worner and O. Deutschmann, "Implementation of a Phase Field Method in OpenFOAM® for Simulation of Spreading Droplets and Verification by Test Problems," in 7th Open Source CFD International Conference, Hamburg, Germany, 2013.

1.4. Веза са досадашњим истраживањем у овој области уз обавезно навођење до 10 релевантних референци:

Кандидат је тренутно ангажован као истраживач приправник на Катедри за примењену механику и аутоматско управљање на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. У свом досадашњем научно-истраживачком раду публиковао је укупно 15 научних радова и то: два рада категорије M21, један рад категорије M22, три рада категорије M24 и девет радова категорије M33. Сви публиковани радови су из области примењене механике и у вези су са применом нумеричких метода у анализи струјања флуида, металних и геотехничких конструкција итд. Такође, кандидат је тренутно ангажован на пројекту PROMINENT финансираног од стране Фонда за науку Републике Србије који се односи на примену PFM у моделирању оштећења конструкција. Предложена тема докторске дисертације ће се надовезати на истраживања спроведена у оквиру овог пројекта и проширити примену PFM на област механике флуида.

Релевантне референце из области предложене теме докторске дисертације:

- [1] Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršić, Aleksandar Bodić, Sandra Cvijić, Jelena Đuriš, Alessandra Rossi, Vladimir Dobričić, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Comparative Assessment of In Vitro and In Silico Methods for Aerodynamic Characterization of Powders for Inhalation, Pharmaceutics, Vol.13, No.11, pp. 1831, ISSN 1999-4923, Doi 10.3390/pharmaceutics13111831, 2021 [M21]

[2] Tijana Šušteršič, Aleksandar Bodić, Jelisaveta Ignjatović, Sandra Cvijić, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Numerical Modeling of Particle Dynamics Inside a Dry Powder Inhaler, *Pharmaceutics*, Vol.14, No.12, pp. 2591, ISSN 1999-4923, Doi <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics14122591>, 2022 [M21]

[3] Marko Topalović, Aleksandar Bodić, Miloš Pešić, Miljan Milošević and Miroslav Živković, NUMERICAL SIMULATIONS OF BLOOD FLOW THROUGH LEFT VENTRICLE USING SPH AND FVM METHODS – A COMPARATIVE STUDY, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.17, No.2, pp. 16-26, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2023.17.02.02, 2023 [M24]

[4] Miloš S. Pešić, Aleksandar S. Bodić, Živana M. Jovanović Pešić, Nikola B. Jović and Miroslav M. Živković, NUMERICAL ANALYSIS OF V-SHAPED PROTECTIVE PLATES AT VARIOUS ANGLES SUBJECTED TO BLAST LOADING – A COMPARATIVE ANALYSIS, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.17, No.2, pp. 27-37, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2023.17.02.03, 2023 [M24]

[5] Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, Sandra Cvijić, Aleksandar Bodić, Jelena Đuriš, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Comparative Assessment of Computational vs. In Vitro Methods for the Estimation of Dry Powders for Inhalation Emitted Fraction, *The 21st IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2021)*, Kragujevac, 2021, 25-27 October, ISBN 978-86-81037-69-0 [M33]

[6] Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, Sandra Cvijić, Aleksandar Bodić, Jelena Đuriš, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Computational vs. in vitro approach to predict aerodynamic performance of dry powders for inhalation, *The 1st International Conference on Chemo and BioInformatics (ICCBIG)*, Kragujevac, 2021, 26- 27 October, pp. 96, ISBN 978-86-82172-01-7 [M33]

[7] Aleksandar Bodić, Marko Topalović, Miljan Milošević, Miroslav Živković, Miloš Pešić, Comparative Analysis of SPH and FVM Numerical Simulations of Bloodflow through Left Ventricle, *9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics*, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 253-260, ISBN 978-86-909973-9-8 [M33]

[8] Miloš Pešić, Aleksandar Bodić, Živana Jovanović Pešić, Nikola Jović, Miroslav Živković, Mechanical Response of V-shaped Protective Plates with Different Angles under Blast Loading, *9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics*, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 245-252, ISBN 978-86-909973-9-8 [M33]

1.5. Ocena naučne zasnovanosti teme doktorске disertacije:

На основу пријаве теме докторске дисертације и постављеног концепта Комисија закључује да постоји потреба за развојем, имплементацијом и применом нумеричког модела и модела базираног на неуронским мрежама за вишефазно струјање флуида. Докторска дисертација је усмерена на развој и уградњу модела за вишефазно струјање флуида базираног на методи фазног поља у оквиру софтверског пакета за FEM анализу – ПАК. Такође, дисертацијом је обухваћен и развој модела за вишефазно струјање флуида базираног на методи фазног поља применом неуронских мрежа подржаних физичким законима. Применом резултата истраживања који ће се добити у оквиру докторске дисертације на реалан проблем вишефазног струјања флуида оствариће се значајан допринос за решавање практичних проблема у разним гранама индустрије.

Комисија закључује да је предложена тема докторске дисертације, са образложеним предметом и циљевима рада, научним доприносима и очекиваним резултатима, насталим досадашњим самосталним истраживањима и детаљном анализом доступних научних радова у научном и стручном смислу, оригинална идеја.

| |
|--|
| 2. Подаци о кандидату |
| 2.1.Име и презиме кандидата: |
| Александар Бодић |
| 2.2.Студијски програм докторских академских студија и година уписа: |
| Машинско инжењерство, 2021. |
| 2.3.Биографија кандидата (до 1500 карактера): |
| <p>Александар Бодић је рођен 21.05.1997. године у Смедеревској Паланци, Република Србија. Основну школу „Свети Сава“ је завршио 2012. године у Великој Плани, као носилац Вукове дипломе. По завршетку основне школе уписује Гимназију у Великој Плани коју завршава 2016. године са одличним успехом.</p> <p>Основне академске студије уписао је 2016. године на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, студијски програм Машинско инжењерство, а завршио 2019. године на модулу за Примењену механику и аутоматско управљање, са просечном оценом 10 у току студија. На истом факултету уписује мастер академске студије 2019. године, студијски програм Машинско инжењерство, модул Примењена механика и аутоматско управљање, а завршава их 2021. године такође са просечном оценом 10.</p> <p>Основне и мастер студије завршио је као најбољи студент. Током основних и мастер студија био је стипендиста Фонда за младе таленте „Доситеја“ за стипендирање најбољих студената у Републици Србији.</p> <p>Докторске академске студије уписује у октобру 2021. године на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, студијски програм Машинско инжењерство. На докторским студијама положио је све испите предвиђене наставним планом и програмом са просечном оценом 10.</p> <p>Научно-истраживачки рад кандидата је до сада фокусиран на област примењене механике, са акцентом на примени методе коначних елемената у механици флуида, као и у разним областима индустрије, укључујући металне и геотехничке конструкције.</p> <p>Као истраживач приправник ангажован је у извођењу вежби на матичном факултету на предметима: Механика флуида, Механика 3, Нумеричка анализа конструкција, Компјутерска анализа конструкција и Механика тла.</p> |
| 2.4.Преглед научноистраживачког рада кандидата (до 1500 карактера): |
| <p>Самостално или у сарадњи са другим ауторима кандидат је објавио, у међународним и националним часописима, као и на међународним научно–стручним скуповима, укупно 15 радова и учествује у реализацији два научно-истраживачка пројекта.</p> <p>Списак објављених радова кандидата:</p> <p>Рад у врхунском међународном часопису [M21]</p> <p>1. Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, Aleksandar Bodić, Sandra Cvijić, Jelena Đuriš, Alessandra Rossi, Vladimir Dobričić, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Comparative Assessment of In Vitro and In Silico Methods for Aerodynamic Characterization of Powders for Inhalation, <i>Pharmaceutics</i>, Vol.13, No. 11, pp. 1-23, ISSN 1999-4923, Doi 10.3390/pharmaceutics13111831, 2021</p> <p>2. Tijana Šušteršič, Aleksandar Bodić, Jelisaveta Ignjatović, Sandra Cvijić, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Numerical Modeling of Particle Dynamics Inside a Dry Powder Inhaler, <i>Pharmaceutics</i>, Vol.14, No.12, pp. 1-18, ISSN 1999-4923, Doi 10.3390/pharmaceutics14122591, 2022</p> <p>Рад у истакнутом међународном часопису [M22]</p> |

1. Srđan Kostić, Dragan Rakić, **Aleksandar Bodić**, Slobodan Nedeljković, Nikola Milivojević, Dynamic Response of Existing Embankment Dams in Specific Geotechnical and Seismological Conditions: Contemporary Framework for Serbian National Guidelines, *Frontiers in Earth Science*, Vol.12, No. 2024, pp. 1-19, ISSN 2296-6463, Doi 10.3389/feart.2024.1358928, 2024

Рад у националном часопису међународног значаја [M24]

1. Dragan M. Rakić, **Aleksandar S. Bodić**, Nikola J. Milivojević, Vladimir Lj. Dunić, Miroslav M. Živković, CONCRETE DAMAGE PLASTICITY MATERIAL MODEL PARAMETERS IDENTIFICATION, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.15, No.2, pp. 111-122, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2021.15.02.11, 2021

2. Marko Topalović, **Aleksandar Bodić**, Miloš Pešić, Miljan Milošević and Miroslav Živković, NUMERICAL SIMULATIONS OF BLOOD FLOW THROUGH LEFT VENTRICLE USING SPH AND FVM METHODS – A COMPARATIVE STUDY, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.17, No.2, pp. 16-26, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2023.17.02.02, 2023

3. Miloš S. Pešić, **Aleksandar S. Bodić**, Živana M. Jovanović Pešić, Nikola B. Jović and Miroslav M. Živković, NUMERICAL ANALYSIS OF V-SHAPED PROTECTIVE PLATES AT VARIOUS ANGLES SUBJECTED TO BLAST LOADING – A COMPARATIVE ANALYSIS, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.17, No.2, pp. 27-37, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2023.17.02.03, 2023

Саопштење са међународног скупа штампано у целини [M33]

1. Dragan Rakić, **Aleksandar Bodić**, Nikola Milivojević, Vladimir Dunić, Miroslav Živković, MATERIAL PARAMETERS IDENTIFICATION OF CONCRETE DAMAGE PLASTICITY MATERIAL MODEL, 8th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Kragujevac, Serbia, 2021, 28-30 June, pp. 154-161, ISBN 978-86-909973-8-1

2. Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, Sandra Cvijić, **Aleksandar Bodić**, Jelena Đuriš, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Comparative Assessment of Computational vs. In Vitro Methods for the Estimation of Dry Powders for Inhalation Emitted Fraction, The 21st IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2021), Kragujevac, Serbia, 2021, 25-27 October, pp. 1-5, ISBN 978-86-81037-69-0

3. Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, Sandra Cvijić, **Aleksandar Bodić**, Jelena Đuriš, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Computational vs. in vitro approach to predict aerodynamic performance of dry powders for inhalation, The 1st International Conference on Chemo and BioInformatics (ICCBKIG), Kragujevac, Serbia, 2021, 26-27 October, pp. 96-99, ISBN 978-86-82172-01-7

4. Dragan Rakić, Miroslav Živković, Milan Bojović, Slobodan Radovanović, **Aleksandar Bodić**, Nikola Milivojević, Dejan Divac, Stability analysis of concrete arch dam using finite element method, 6th International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications ("COMETa 2022"), East Sarajevo, 2022, 17th-19th november, pp. 301-308, ISBN 978-99976-947-6-8

5. Milan Bojović, Miloš Pešić, Nikola Jović, **Aleksandar Bodić**, Vladimir Milovanović, Improved procedure for numerical analysis of vehicle transport platform, 6th International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications ("COMETa 2022"), East Sarajevo, 2022, 17th-19th november, pp. 351-356, ISBN 978-99976-947-6-8

6. Miloš Pešić, Marko Miljaković, Vladimir Kočović, Živana Jovanović Pešić, Nikola Jović, Jasmina Miljojković, **Aleksandar Bodić**, Optimization and efficiency analysis of muzzle brake for sniper rifle, 6th International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications ("COMETa 2022"), East Sarajevo, 2022, 17th-19th november, pp. 518-526, ISBN 978-99976-947-6-8

7. **Aleksandar Bodić**, Maja Ležaja-Zebić, Milan Bojović, Đorđe Veljović, Vladimir Milovanović, Comparative Numerical Analyses of Tooth Restored with Hydroxyapatite Ceramic Insert Versus

Traditional Composite Restoration, 9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 355-362, ISBN 978-86-909973-9-8

8. **Aleksandar Bodić**, Marko Topalović, Miljan Milošević, Miroslav Živković, Miloš Pešić, Comparative Analysis of SPH and FVM Numerical Simulations of Bloodflow through Left Ventricle, 9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 253-260, ISBN 978-86-909973-9-8

9. Miloš Pešić, **Aleksandar Bodić**, Živana Jovanović Pešić, Nikola Jović, Miroslav Živković, Mechanical Response of V-shaped Protective Plates with Different Angles under Blast Loading, 9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 245-252, ISBN 978-86-909973-9-8

Учешће у научноистраживачким пројектима:

1. Developing the procedure for damage simulation in metallic structures due to cyclic loading – DEEDS, Програм за научноистраживачке односно уметничке пројекте младих истраживача и уметника који се финансирају из средстава Центра за научноистраживачки рад САНУ и Универзитета у Крагујевцу, 2023-2024.

2. Prediction of damage evolution in engineering structures - PROMINENT, Фонд за науку Републике Србије, Програм Призма, 2024 – 2026.

2.5.Списак објављених научних радова кандидата из научне области из које се пријављује тема докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

Списак објављених радова кандидата из научне области из које се пријављује тема докторске дисертације:

Рад у врхунском међународном часопису [M21]

1. Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, **Aleksandar Bodić**, Sandra Cvijić, Jelena Đuriš, Alessandra Rossi, Vladimir Dobričić, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Comparative Assessment of In Vitro and In Silico Methods for Aerodynamic Characterization of Powders for Inhalation, *Pharmaceutics*, Vol.13, No. 11, pp. 1-23, ISSN 1999-4923, Doi 10.3390/pharmaceutics13111831, 2021

2. Tijana Šušteršič, **Aleksandar Bodić**, Jelisaveta Ignjatović, Sandra Cvijić, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Numerical Modeling of Particle Dynamics Inside a Dry Powder Inhaler, *Pharmaceutics*, Vol.14, No.12, pp. 1-18, ISSN 1999-4923, Doi 10.3390/pharmaceutics14122591, 2022

Рад у истакнутом међународном часопису [M22]

1. Srđan Kostić, Dragan Rakić, **Aleksandar Bodić**, Slobodan Nedeljković, Nikola Milivojević, Dynamic Response of Existing Embankment Dams in Specific Geotechnical and Seismological Conditions: Contemporary Framework for Serbian National Guidelines, *Frontiers in Earth Science*, Vol.12, No. 2024, pp. 1-19, ISSN 2296-6463, Doi 10.3389/feart.2024.1358928, 2024

Рад у националном часопису међународног значаја [M24]

1. Dragan M. Rakić, **Aleksandar S. Bodić**, Nikola J. Milivojević, Vladimir Lj. Dunić, Miroslav M. Živković, CONCRETE DAMAGE PLASTICITY MATERIAL MODEL PARAMETERS IDENTIFICATION, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.15, No.2, pp. 111-122, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2021.15.02.11, 2021

2. Marko Topalović, **Aleksandar Bodić**, Miloš Pešić, Miljan Milošević and Miroslav Živković, NUMERICAL SIMULATIONS OF BLOOD FLOW THROUGH LEFT VENTRICLE USING SPH AND FVM METHODS – A COMPARATIVE STUDY, *Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics*, Vol.17, No.2, pp. 16-26, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2023.17.02.02, 2023

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

3. Miloš S. Pešić, **Aleksandar S. Bodić**, Živana M. Jovanović Pešić, Nikola B. Jović and Miroslav M. Živković, NUMERICAL ANALYSIS OF V-SHAPED PROTECTIVE PLATES AT VARIOUS ANGLES SUBJECTED TO BLAST LOADING – A COMPARATIVE ANALYSIS, Journal of the Serbian Society for Computational Mechanics, Vol.17, No.2, pp. 27-37, ISSN 1820-6530, Doi 10.24874/jsscm.2023.17.02.03, 2023

Саопштење са међународног скупа штампано у целини [M33]

1. Dragan Rakić, **Aleksandar Bodić**, Nikola Milivojević, Vladimir Dunić, Miroslav Živković, MATERIAL PARAMETERS IDENTIFICATION OF CONCRETE DAMAGE PLASTICITY MATERIAL MODEL, 8th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Kragujevac, Serbia, 2021, 28-30 June, pp. 154-161, ISBN 978-86-909973-8-1

2. Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, Sandra Cvijić, **Aleksandar Bodić**, Jelena Đuriš, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Comparative Assessment of Computational vs. In Vitro Methods for the Estimation of Dry Powders for Inhalation Emitted Fraction, The 21st IEEE International Conference on BioInformatics and BioEngineering (BIBE 2021), Kragujevac, Serbia, 2021, 25-27 October, pp. 1-5, ISBN 978-86-81037-69-0

3. Jelisaveta Ignjatović, Tijana Šušteršič, Sandra Cvijić, **Aleksandar Bodić**, Jelena Đuriš, Svetlana Ibrić, Nenad Filipović, Computational vs. in vitro approach to predict aerodynamic performance of dry powders for inhalation, The 1st International Conference on Chemo and BioInformatics (ICCBIG), Kragujevac, Serbia, 2021, 26-27 October, pp. 96-99, ISBN 978-86-82172-01-7

4. Dragan Rakić, Miroslav Živković, Milan Bojović, Slobodan Radovanović, **Aleksandar Bodić**, Nikola Milivojević, Dejan Divac, Stability analysis of concrete arch dam using finite element method, 6th International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications ("COMETa 2022"), East Sarajevo, 2022, 17th-19th november, pp. 301-308, ISBN 978-99976-947-6-8

5. Milan Bojović, Miloš Pešić, Nikola Jović, **Aleksandar Bodić**, Vladimir Milovanović, Improved procedure for numerical analysis of vehicle transport platform, 6th International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications ("COMETa 2022"), East Sarajevo, 2022, 17th-19th november, pp. 351-356, ISBN 978-99976-947-6-8

6. Miloš Pešić, Marko Miljaković, Vladimir Kočović, Živana Jovanović Pešić, Nikola Jović, Jasmina Miljojković, **Aleksandar Bodić**, Optimization and efficiency analysis of muzzle brake for sniper rifle, 6th International Scientific Conference on Mechanical Engineering Technologies and Applications ("COMETa 2022"), East Sarajevo, 2022, 17th-19th november, pp. 518-526, ISBN 978-99976-947-6-8

7. **Aleksandar Bodić**, Maja Ležaja-Zebić, Milan Bojović, Đorđe Veljović, Vladimir Milovanović, Comparative Numerical Analyses of Tooth Restored with Hydroxyapatite Ceramic Insert Versus Traditional Composite Restoration, 9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 355-362, ISBN 978-86-909973-9-8

8. **Aleksandar Bodić**, Marko Topalović, Miljan Milošević, Miroslav Živković, Miloš Pešić, Comparative Analysis of SPH and FVM Numerical Simulations of Bloodflow through Left Ventricle, 9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 253-260, ISBN 978-86-909973-9-8

9. Miloš Pešić, **Aleksandar Bodić**, Živana Jovanović Pešić, Nikola Jović, Miroslav Živković, Mechanical Response of V-shaped Protective Plates with Different Angles under Blast Loading, 9th International Congress of the Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, 2023, 5-7 July, pp. 245-252, ISBN 978-86-909973-9-8

| |
|--|
| 2.6. Оцена испуњености услова кандидата у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера): |
| Кандидат је испунио све услове неопходне за пријаву докторске дисертације у складу са условима студијског програма, општим актом Факултета инжењерских наука и општим актом Универзитета у Крагујевцу и испунио све обавезе које су предвиђене наставним планом и програмом докторских академских студија. |
| 3. Подаци о предложеном ментору |
| 3.1. Име и презиме предложеног ментора: |
| Слободан Савић |
| 3.2. Звање и датум избора: |
| Редовни професор, 29.09.2016. |
| 3.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање: |
| Машинско инжењерство/Примењена механика |
| 3.4. НИО у којој је запослен: |
| Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу |
| 3.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова за ментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија): |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Savić, S., Obrović, B., Hristov, N., Analysis of the Axisymmetrical Ionized Gas Boundary Layer Adjacent to Porous Contour of the Body of Revolution, Thermal Science, Vol.20, No.2, pp. 529-540, ISSN 0354-9836, Doi 10.2298/TSCI150422143S, 2016. [M23] 2. Todić, N., Savić, S., Gordić, D., Petrović, R., Experimental Research of the Hydrodynamic Processes of an Axial Piston Water Hydraulic Pump, MACHINES, Vol.10, No.9, pp. 1-13, ISSN 2075-1702, Doi 10.3390/machines10090728, 2022. [M22] 3. Boukera A. W., Hristov N., Ziane A. N., Jerković D., Savić S., Analysis of thermal and gas-dynamic characteristics of different types of propellant in small weapons, Thermal Science, Vol.25, No.6A, pp. 4295-4306, ISSN 0354-9836, Doi 10.2298/TSCI200814138B, 2021. [M23] 4. Šušteršič T., Liverani L., Boccaccini A. R., Savić S., Janićijević A., Filipović N., Numerical simulation of electrospinning process in commercial and in-house software PAK, Materials Research Express, Vol.6, No.2, pp. 025305, ISSN 2053-1591, Doi 10.1088/2053-1591/ae6b08, 2019. [M23] 5. Hristov, N., Kari, A., Jerković, D., Savić, S., Application of a CFD Model in Determination of the Muzzle Blast Overpressure in Small Arms and Its Validation by Measurement, Tehnički Vjesnik - Technical Gazette, Vol.25, No.5, pp. 1399-1407, ISSN 1330-3651, Doi 10.17559/TV-20180321135212, 2018. [M23] |
| 3.6. Списак референци којима се доказује компетентност ментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија): |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Ranković, V., Savić, S., Application of feedforward neural network in the study of dissociated gas flow along the porous wall, Expert Systems with Applications, Vol.38, No.10, pp. 12531-12536, ISSN 0957-4174, Doi 10.1016/j.eswa.2011.04.039, 2011. [M21] |

| |
|--|
| 2. Savić, S. , Obrović, B., Hristov, N., Analysis of the Axisymmetrical Ionized Gas Boundary Layer Adjacent to Porous Contour of the Body of Revolution, Thermal Science, Vol.20, No.2, pp. 529-540, ISSN 0354-9836, Doi 10.2298/TSCI150422143S, 2016. [M23] |
| 3. Šušteršič T., Liverani L., Boccaccini A. R., Savić S. , Janićijević A., Filipović N., Numerical simulation of electrospinning process in commercial and in-house software PAK, Materials Research Express, Vol.6, No.2, pp. 1-9, ISSN 2053-1591, Doi 10.1088/2053-1591/aaeb08, 2019. [M23] |
| 4. Obrović, B., Savić, S. , Šušteršič, V., On the ionized gas boundary layer adjacent to the bodies of revolution in the case of variable electroconductivity, Thermal Science, Vol.17, No.2, pp. 555-566, ISSN 0354-9836, Doi 10.2298/TSCI111205223O, 2013. [M22] |
| 5. Boukera A. W., Hristov N., Ziane A. N., Jerković D., Savić S. , Analysis of thermal and gas-dynamic characteristics of different types of propellant in small weapons, Thermal Science, Vol.25, No.6A, pp. 4295-4306, ISSN 0354-9836, Doi 10.2298/TSCI200814138B, 2021. [M23] |
| 6. Todić, N., Savić, S. , Gordić, D., Petrović, R., Experimental Research of the Hydrodynamic Processes of an Axial Piston Water Hydraulic Pump, MACHINES, Vol.10, No.9, pp. 1-13, ISSN 2075-1702, Doi 10.3390/machines10090728, 2022. [M22] |
| 7. Hristov, N., Kari, A., Jerković, D., Savić, S. , Application of a CFD Model in Determination of the Muzzle Blast Overpressure in Small Arms and Its Validation by Measurement, Tehnički Vjesnik - Technical Gazette, Vol.25, No.5, pp. 1399-1407, ISSN 1330-3651, Doi 10.17559/TV-20180321135212, 2018. [M23] |
| 3.7. Да ли се предложени ментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС? |
| ДА |
| 3.8. Оцена испуњености услова предложеног ментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера): |
| Предложени ментор испуњава све услове у складу са студијским програмом, општим актом Факултета инжењерских наука и општим актом Универзитета у Крагујевцу. |
| 4. Подаци о предложеном коментору |
| 4.1. Име и презиме предложеног коментора: |
| [унос] |
| 4.2. Звање и датум избора: |
| [унос] |
| 4.3. Научна област/ужа научна област за коју је изабран у звање: |
| [унос] |
| 4.4. НИО у којој је запослен: |
| [унос] |
| 4.5. Списак референци којима се доказује испуњеност услова коментора у складу са Стандардом 9 (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број*, категорија): |
| [унос] |
| 4.6. Списак референци којима се доказује компетентност коментора у вези са предложеном темом докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број, категорија): |

[унос]

4.7. Да ли се предложени коментор налази на Листи ментора акредитованог студијског програма ДАС?

[изаберите]

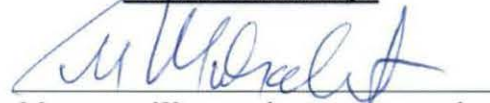
4.8. Оцена испуњености услова предложеног коментора у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

[унос]

5. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе приложене документације Комисија за писање извештаја о оцени научне заснованости теме и испуњености услова кандидата и предложеног ментора предлаже да се кандидату Александру Бодићу, маг. инж. маш. одобри израда докторске дисертације под насловом „Моделирање вишефазног струјања флуида применом методе фазног поља: развој, имплементација и верификација нумеричког модела и модела базираног на неуронским мрежама” и да се за ментора именује др Слободан Савић, редовни професор.

Чланови комисије:



Др Мирослав Живковић, редовни професор
Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/ Примењена механика,
Примењена информатика и рачунарско
инжењерство

Председник комисије



Др Владимир Дунић, ванредни професор
Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/ Примењена механика

Члан комисије

Тијана Героски

Др Тијана Героски, доцент

Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Машинско инжењерство/Примењена
информатика у инжењерству

Члан комисије

Др Небојна Христов, доцент

Војна академија Универзитета одбране у
Београду

Војномашинско инжењерство /Системи
наоружања

Члан комисије

Др Живојин Стаменковић, редовни професор

Машински факултет Универзитета у Нишу

Машинско инжењерство/ Теоријска и примењена
механика флуида

Члан комисије