

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор у звање **доцента** за ужу научну област **Механика флуида**

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета број 1417/3 од 28.09.2023. године, а по објављеном конкурс за избор једног **доцента** на одређено време од 5 година са пуним радним временом за ужу научну област Механика флуида, именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о пријављеним кандидатима.

На конкурс који је објављен у листу „Послови“ број 1060 од 04.10.2023. године пријавио се један кандидат и то

др Милан Раковић, маг. инж. маш.

На основу прегледа достављене документације подносимо следећи

РЕФЕРАТ

А. Биографски подаци

Милан (Млађен) Раковић рођен је 08.04.1992. у Београду. Основну школу „Растко Немањић-Свети Сава“ у Новој Пазови завршио је 2007. године као носилац Вукове дипломе. Средњу школу „Земунска гимназија“ похађао је у периоду од 2007. до 2011. године и све четири године завршио са одличним успехом.

По завршетку средње школе уписује се на Машински факултет Универзитета у Београду 2011. године. Основне академске студије завршава 2014. године са просечном оценом 9,93 (девет целих деведесеттри) и наградом Студент генерације.

Мастер академске студије на модулу Хидроенергетика уписује 2014. године, а завршава их 2016. године са просечном оценом 9,90 (девет целих деведесет) и наградом Студент генерације. Мастер (M.Sc.) рад из предмета Нумеричка механика флуида на тему „Нумерички прорачун турбулентног струјања воде кроз цев са уграђеном мерном блендом“ урађен је под менторством проф. др Александра Ђоћића. Рад је одбрањен са оценом 10 (десет).

Након дипломирања, 2016. године, уписује докторске академске студије на Машинском факултету у Београду при Катедри за механику флуида (број индекса Д05/2016). Као студент докторских студија изводио је аудиторне и лабораторијске вежбе из предмета Механика флуида Б на трећој години основних академских студија у току школске 2016/2017 године.

Као добитник стипендије Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, ангажован је на пројекту под називом „Интегрисана истраживања у

области макро, микро и нано машинског инжењерства“, потпројекат „Примена савремених мерних и прорачунских техника за изучавање струјних параметара вентилационих система на моделу енергетски изузетно ефикасног (пасивног) објекта“ у периоду од 2017. године, (уговор 451-03-47/2023-01/200105 за 2023. годину).

Од 21. децембра 2017. године запослен је на Машинском факултету у звању асистента при Катедри за механику флуида. У наредном периоду настављено је ангажовање у извођењу аудиторних и лабораторијских вежби на предмету Механика флуида Б. Од 2019. године кандидат је члан тима Лабораторије за механику флуида Машинског факултета у Београду, у функцији стручног сарадника, и од тада активно да учествује у њеном раду.

Б. Дисертације

Докторска дисертација др Милана Раковића, под називом „Утицај смицања на коефицијент отпора мехура при двофазном мехурастом струјању“ (УДК број 532.529:519.6(043.3)) припада области Техничких наука, научној области Машинство, ужој научној области Механика флуида. Ментор докторске дисертације је др Александар Тоћић, редовни професор Машинског факултета, Универзитета у Београду. Кандидат је докторску дисертацију одбранио 31.08.2023. године, пред комисијом у саставу:

- др Милан Лечић, редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет,
- др Владимир Стевановић, редовни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет,
- др Снежана Милићев, ванредни професор, Универзитет у Београду - Машински факултет,
- др Новица Јанковић, доцент, Универзитет у Београду - Машински факултет,
- др Душан Продановић, редовни професор, Универзитет у Београду - Грађевински факултет.

В. Наставна активност

В1. Општи приказ наставне активности

Кандидат је учествовао у извођењу наставе на Катедри за механику флуида од школске 2016/2017. године као докторанд, а од 22.12.2017. године као асистент. Одржавао је аудиторне и лабораторијске вежбе из предмета **Механика флуида Б** (ОАС).

Резултати студентског вредновања:

Од стране Центра за квалитет наставе и акредитацију Машинског факултета Универзитета у Београду издат је Извештај (бр. 1534/2 од 11.10.2023. године) о резултатима студентског вредновања педагошког рада асистента Милана Раковића за период од школске 2018/19. до 2022/23. године. Укупна просечна оцена добијена на основу анонимних студентских анкета за наведени период износи 4,71. Следи детаљнији приказ резултата:

По годинама и свим предметима:

Школска година	Предмет	Средња оцена
2018-2019	Механика флуида Б (210-1289)	4,79
2019-2020	Механика флуида Б (210-1289)	4,84
2020-2021	Механика флуида Б (210-1289)	4,72
2021-2022	Механика флуида Б (210-1289)	4,58
2022-2023	Механика флуида Б (210-1289)	4,82

По предметима за цео период:

Период	Предмет	Средња оцена
од 2018-2019 до 2022-2023	Механика флуида Б (210-1289)	4,71

В2. Менторства и чланства у комисијама

В2.1. Магистарске тезе и Мастер радови

В2.1.1. Учешће у комисијама за оцену и одбрану Мастер радова

Кандидат је био члан комисије за оцену и одбрану 3 мастер рада:

- [1] Бојан Гњидић, *Зупчасте пумпе и њихова примена у уљно-хидрауличким системима*, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2021.
- [2] Игор Плањанин, *Анализа и нумерички прорачун конвективног преношења топлоте применом теорије граничног слоја*, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2021.
- [3] Марија Миливојевић, *Експериментално и нумеричко одређивање пада притиска при струјању ваздуха кроз кондензатор аутомобила*, Универзитет у Београду - Машински факултет, 2022.

Г. Библиографија научних и стручних радова

Свеукупни библиографски подаци кандидата приказани су хронолошки, према категоријама Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије.

Г.1. Група резултата М20

Г.1.1. Рад у међународном часопису (М23)

- [1] **Raković M**, Radenković D., Ćočić A., Lečić M., *Euler-Euler numerical simulations of upward turbulent bubbly flows in vertical pipes with low-Reynolds-number model*. *Advances in Mechanical Engineering*, 14(4), 2022. IF(2021): 1,623.
<https://doi.org/10.1177/16878132221094909>

- [2] Radulović S., Milković D., **Raković M.**, Simić G., Kostić A., *Influence of the Head Wind on Determining Braking Performance of Zaccs Tank Wagon*, Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 19, No. 6, 2022, 81-98, ISSN 1785-8860. IF (2021): 1,711
http://acta.uni-obuda.hu/Radulovic_Milkovic_Rakovic_Simic_Kostic_124.pdf
DOI: 10.12700/APH.19.6.2022.6.7

Г.1.2. Рад у националном часопису међународног значаја (M24)

- [3] Jović A. S., **Raković M. M.**, Čantrak Dj. S., Janković N. Z.: *Do-it-Yourself Microfluidics and Possibilities for Micro PIV*, FME Transactions, VOL. 46, No 4, 2018, pp. 525-529.

Г.2. Група резултата M30

Г.2.1. Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у целини (M33)

- [4] Ćočić A. S., **Raković M. M.**, Ilić D. B., Lečić M.R., *Numerical Computations of Turbulent Flow Through Orifice Flow Meter*, 6th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Turbulence Minisymposium, Mountain Tara, Serbia, June 19-21, 2017, ISBN: 978-86-909976-6-7, COBISS.SR-ID 237139468, paper M2a, pp. 1-10
- [5] **Raković M. M.**, Ćočić A. S., Lečić M. R.: *Numerical study on aerodynamic drag reduction of a tractor-trailer model*, 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Turbulence Minisymposium, Sremski Karlovci, Serbia, June 24-26, 2019, ISBN 978-86-909973-7-4, paper M3c, pp. 1-8

Г.2.2. Рад саопштен на скупу међународног значаја штампан у изводу (M34)

- [6] Novković Dj. M., Burazer J. M., **Raković M.M.**, Lečić M.R.: *Assessment of the turbulence modeling accuracy on the TKE level in swirl-free diffuser flow*, ICAS 2018, Book of abstracts, 09.05.2018. - 11.05.2018., ISBN 978-99938-39-80-4, page 162.
- [7] **Raković M. M.**, Ćočić A. S., Crnojević C. Dj., Lečić M. R.: *Numerical Study of Flow Past Solid Sphere using OpenFOAM*, ICAS 2018 Book of abstracts, 09.05.2018.- 11.05.2018., ISBN 978-99938-39-80-4, page 164.
- [8] **Raković M.**, Radenković D., Ćočić A. and Lečić M.: *Influence of the drag coefficient of a single bubble in vertical upward turbulent bubbly flows*, ICAS 2022 Book of abstracts, 25.05.2022.-28.05.2022., ISBN: 978-99938-39-99-6, page 85.
- [9] **Raković M.**, Lečić L., Ćočić A. and Janković N.: *Experimental And Numerical Investigation of Ball Valve Characteristics*, INTERNATIONAL CONFERENCE "IEEP 2022", 8-9 November 2022, Belgrade, Serbia, Society of Thermal Engineers of Serbia, ISBN 978-86-7877-030-2

Г.3. Група резултата М70

Г.3.1. Докторска дисертација (М71)

- [10] Милан М. Раковић, „Утицај смицања на коефицијент отпора мехура при двофазном мехурастом струјању“, Универзитет у Београду - Машински факултет, 31.08.2023. године (ментор: проф. др Александар Тоћић), (УДК број 532.529:519.6(043.3))

Д. Приступно предавање

У складу са Правилником о извођењу приступног предавања при избору у звање наставника на Машинском факултету Универзитета у Београду, у сали 211 на Машинском факултету Универзитета у Београду, дана 27.11.2023. године у периоду од 14 до 14:45 часова, кандидат др Милан М. Раковић маг.инж.маш. одржао је приступно предавање на тему „Уљно-хидраулички системи: принципи рада и компоненте“. Записник о обављеном приступном предавању је заведен 28.11.2023. под бројем 1823/3.

Комисија за оцену приступног предавања у саставу

- др Александар Тоћић, редовни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет,
- др Снежана Милићев, ванредни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет,
- др Дарко Раденковић, доцент, Универзитет у Београду, Машински факултет,
- др Душан Продановић, редовни професор, Универзитет у Београду, Грађевински факултет,

је закључила да је кандидат на веома стручан начин извршио припрему предавања коришћењем савремене литературе, да је предавање структурирано јасно кроз увод, разраду и закључак, и да садржај предавања у потпуности одговара постављеној теми. Кандидат је на веома јасан и разумљив начин представио савремене уљно-хидрауличке системе и при томе показао да одлично влада материјом. Дидактичко-методички аспект извођења предавања у потпуности задовољава све критеријуме који важе за овај ниво предавања.

Комисија је закључила да је кандидат др Милан Раковић маг.инж.маш. успешно одржао приступно предавање на задату тему, што је оцењено укупном средњом оценом 5,00 (пет целих), односно максималном оценом.

Ђ. Приказ и оцена научног рада кандидата

Радови [1] и [8] се баве нумеричким симулацијама двофазног мехурастог струјања, тј. струјања течне (континуалне) фазе и мехурова ваздуха, који представљају распршену фазу. Коришћен је Ојлер-Ојлер приступ за анализу двофазног струјања. У основним једначинама, које описују овакву врсту струјања, се налазе чланови који представљају међусобно дејство фаза. Од посебног значаја је сила отпора, а за њено рачунање је потребно знати коефицијент отпора. У ранијим истраживањима је показано да коефицијент отпора мехура није исти у униформној струји флуида и у струји флуида са градијентом брзине, тј. показано је да

постоји утицај смицања на вредност коефицијента отпора. Истраживање овог утицаја је основна тема рада. Да би утицај био обухваћен потребно је увођење корекционог члана при рачунању коефицијента отпора. Рад [1] показује да постојећа корекција коефицијента отпора може бити коришћена у нумеричким прорачунима у којима се примењују турбулентни модели са зидним функцијама (High-Reynolds number turbulence models - HRN), али не и у нумеричким прорачунима у којима се примењују турбулентни модели без зидних функција (Low-Reynolds number turbulence models - LRN). Због тога је у раду предложена нова корекција коефицијента отпора која има задатак да обухвати утицај смицања, а истовремено да буде таква да се може користити и са турбулентним моделима без зидних функција (LRN). На основу доступних експерименталних резултата предложена је нова корекција. Да би она била испитана имплементирана је у софтвер OpenFOAM. Извршене су две групе нумеричких прорачуна. У првој групи прорачуна није коришћена корекција коефицијента отпора, док је у другој групи она примењена. Након прорачуна извршено је поређење експерименталних и нумеричких резултата. Резултати прорачуна који су извршени са коришћењем нове корекције коефицијента отпора имају боље слагање са експерименталним резултатима. Показано је да се нова корекција може успешно користити са турбулентним моделима без зидних функција (LRN) јер не доводи до нестабилности и дивергенције нумеричких прорачуна, што предстаља њену основну предност.

Зауоставни пут при кочењу шинских возила зависи од више параметара, међу којима је и присуство ветра. Рад [2] се бави одређивањем утицаја ветра на вагон током његовог заустављања. Циљ је да се из експерименталних резултата испитивања кочионог система, издвоји утицај ветра у току кочења. Направљен је 3D модел вагона коришћеног у експерименту, а затим је извршен низ нумеричких симулација (CFD) опструјавања вагона при различитим вредностима брзине ваздуха. Поред детаљнијег увида у струјно поље и расподелу притиска, резултат нумеричких прорачуна је и одређивање аеродинамичке силе отпора којом ваздуха делује на вагон. Одређен је коефицијент отпора. Анализирано је који део у укупној сили отпора потиче од дејства сила притиска, а који од дејства вискозних напона.

Тема рада [3] је производња микроканала на начин који, у односу на најчешће коришћене методе, захтева значајно мање времена, опреме и средстава. Први корак је да се жељени облик микроканала одштампа на листу термопластичног материјала, што се може остварити применом ласерског штампача. Након штампе лист се убацује у загрејано уље, где долази до његовог скупљања, тј. до смањења дужине и ширине, и до повећавања дебљине листа. На тако деформисаном листу остао је траг мастила који представља жељени облик микроканала. Овим је добијен калуп који ће бити заливен PDMS масом, након чега се она пече. По завршетку печења калуп се одваја од PDMS масе, где је траг мастила оставио миктоканал жељеног облика. Читав поступак може бити завршен у року од неколико сати и то без коришћења софистициране и скупе опреме. Добијени микроканали су тестирани, а визуализација струјања је обављена коришћењем течности различитих боја.

Слично као у раду [2] и у раду [4] је у центру интересовања аеродинамичка сила отпора. У овом случају предмет проучавања је модел транспортног друмског возила. Аеродинамичка сила отпора има значајан утицај на укупну потрошњу погонског горива, што значи да је њено смањивање врло пожељно са економске и еколошке тачке гледишта. Разматрано је смањење аеродинамичке силе отпора додавањем различитих елемената на постојећи модел друмског возила. За сваки додатак на моделу извршен је низ нумеричких прорачуна

коришћењем софтвера OpenFOAM. Прорачуни су извршени при различитим брзинама струјања. Резултати прорачуна указују на то да је могуће остварити смањење аеродинамичке силе отпора од 17-26%.

У раду [5] је приказано експериментално постројење које се налази у просторијама Лабораторије за хидрауличне машине и енергетске системе Машинског факултета Универзитета у Београду. На приказаном постројењу је извршено мерење запреминског протока воде коришћењем три методе: запреминском методом, ултразвучним протокомером и помоћу нестандардне мерне бленде. Истовремено, мерен је пад притиска на мерној бленди. Експериментални резултати су искоришћени за верификацију резултата нумеричких прорачуна, спроведених коришћењем различитих типова прорачунских мрежа и различитих турбулентних модела. Закључак је да се најбољи резултати добијају применом структурираних прорачунских мрежа и $k-\epsilon$ турбулентног модела.

Е. Оцена испуњености услова

На основу увида у конкурсни материјал, наводе у реферату и на основу Критеријума за стицање звања наставника на Универзитету у Београду, Комисија констатује да кандидат др Милан Раковић, маг.инж.маш. има:

- научни степен доктора техничких наука, из уже научне области Механика флуида за коју се бира, стечен на акредитованом студијском програму на Машинском факултету Универзитета у Београду;
- одржано приступно предавање за које је добио највишу оцену (5,00);
- седмогодишње искуство у педагошком раду са студентима уз високу оцену наставно-педагошког рада у студентским анкетама (4,71);
- стручно-професионални допринос и исказану склоност и способност за научно истраживачки рад, што је потврђено кроз објављене научне радове и кроз учешће у научно-истраживачком пројекту МПНТР Републике Србије;
- два научна рада у категорији М23 објављена у међународним часописима;
- један научни рад категорије М24 објављен у националном часопису међународног значаја;
- два рада категорије М33 саопштена на скупу међународног значаја штампана у целини;
- три рада категорије М34 саопштена на скупу међународног значаја штампана у изводу.

На основу објављених резултата у научним часописима и саопштења на научно-стручним конференцијама, истраживања спроведених у оквиру израде докторске дисертације и научно истраживачког пројекта, као и резултата остварених у домену педагошких активности, Комисија констатује да професионалне компетенције кандидата др Милана Раковића припадају ужој научној области Механика флуида, за коју је расписан предметни конкурс.

Ж. Закључак и предлог

На основу детаљног прегледа и анализе свих достављених материјала, Комисија за подношење реферата закључује да кандидат др Милан М. Раковић, маг. инж. маш., испуњава све критеријуме потребне за избор у звање доцента предвиђене Законом о високом образовању Републике Србије, Правилником о минималним условима за стицање звања наставника и сарадника на Универзитету у Београду и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду.

На основу изложеног, Комисија предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду и Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да кандидат **др Милан М. Раковић, маг. инж. маш.**, буде изабран у звање **доцента** на одређено време од 5 (пет) година са пуним радним временом на Катедри за механику флуида Машинског факултета Универзитета у Београду, за ужу научну област Механика флуида.

Београд, 01. децембар 2023. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Милан Лечић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Машински факултет

др Снежана Милићев, ванредни професор,
Универзитет у Београду - Машински факултет

др Александар Ђоћић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Машински факултет

др Дарко Раденковић, доцент,
Универзитет у Београду - Машински факултет

др Душан Продановић, редовни професор,
Универзитет у Београду - Грађевински факултет