

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Стефана Рудаковића, студента докторских академских студија

Одлуком Наставно-научног већа бр. 1189/2 од 17.09.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације (у даљем тексту, Комисије) кандидата Стефана Рудаковића, студента докторских академских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, под називом:

A NOVEL APPROACH TO STABILITY ASSESSMENT OF RIVER-SEA SHIPS

ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП ПРОЦЕНИ СТАБИЛИТЕТА РЕЧНО-МОРСКИХ БРОДОВА

На основу увида у завршену дисертацију, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Увод

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Стефан Рудаковић, маг. инж. маш. уписао је докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2014/15. Кандидат је захтев за одобрење теме докторске дисертације под насловом “A novel approach to stability assessment of river-sea ships” („Иновативни приступ процени стабилитета речно-морских бродова“), заведен под бројем 2425/1 поднео 23.12.2019. године и за ментора је предложио др Игора Бачкалова, ванредног професора Машинског факултета Универзитета у Београду.

Одлуком Наставно-научног већа број бр. 54/2 од 21.01.2020. године именована је Комисија за оцену научне заснованости теме и подобности кандидата у саставу:

- др Игор Бачкалов, ванредни професор (ментор), Машински факултет Универзитета у Београду
- др Милорад Моток, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду
- др Маркос Мигес Гонсалес, ванредни професор, Технички факултет, Универзитет у Коруњи.

Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је 14.05.2020. године Одлуку бр. 54/4 којом се прихвата научна заснованост теме докторске дисертације, констатује да кандидат Стефан Рудаковић испуњава услове за израду докторске дисертације под насловом “A novel approach to stability assessment of river-sea ships” („Иновативни приступ процени стабилитета речно-морских бродова“) и за ментора се именује в. проф. др Игор Бачкалов. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду донело је Одлуку бр. 61206-1375/1-20 од 15.06.2020. године којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Стефана Рудаковића, под наведеним насловом.

На основу обавештења в. проф. др Игора Бачкалова број 1185/1 од 28.08.2020. године да је кандидат Стефан Рудаковић, завршио докторску дисертацију, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је 17.09.2020. године Одлуку бр. 1189/2 о именовану Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Игор Бачкалов, ванредни професор (ментор), Машински факултет Универзитета у Београду
- др Милорад Моток, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду
- др Маркос Мигес Гонсалес, ванредни професор, Технички факултет, Универзитет у Коруњи.

1.2. Научна област дисертације

Научна област докторске дисертације под насловом “A novel approach to stability assessment of river-sea ships” („Иновативни приступ процени стабилитета речно-морских бродова“) је Машинство. Ужа научна област је бродоградња, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Стефан Рудаковић рођен је 3. маја 1989. у Београду. Пошто је завршио IX београдску гимназију (2004–2008), Кандидат је уписао основне академске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду (2008–2011). Након завршетка основних академских студија, кандидат је уписао мастер академске студије Модула за бродоградњу такође на Машинском факултету Универзитета у Београду (2011–2014). Током завршне године мастер академских студија, кандидат је примио награду Машинског факултета за изузетан успех у школској 2012/13. години. Кандидат је одбранио мастер рад под називом „Пробабилистичка анализа утицаја слободног бока на стабилитет малог вишенаменског теретног брода“ 2014. године чиме је стекао звање Мастер инжењера машинства (бродоградње). По завршетку мастер академских студија, кандидат је уписао докторске академске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду, 2014. године.

Током докторских академских студија, 2015. године, кандидат је провео три месеца на усавршавању у класификационом друштву „Bureau Veritas“ у Антверпену, где је учествовао у развоју класификационих правила за речно-морске бродове. Током четворомесечног студијског боравка на Универзитету у Трсту, 2018. године, у оквиру програма студентске мобилности Erasmus+, радио је део истраживања за потребе докторске дисертације.

Кандидат је био члан Локалног организационог комитета 16. Међународне радионице о стабилитету брода (ISSW2017), најзначајнијег научног скупа у овој области, одржане у Београду, у јуну 2017. Кандидат је члан два професионална удружења: Royal Institution of Naval Architects (RINA) и Друштва бродограђевних инжењера и техничара (ДБИТ). Током 2017. године, Стефан Рудаковић је био вођа тима студената бродоградње „Confluence Belgrade“, који је, у конкуренцији више од 20 тимова из читавог света, остварио запажени успех (друго место у једној од категорија) на такмичењу „Hydrocontest 2017“ у Сен Тропеу.

Стефан Рудаковић активно програмира у софтверском окружењу Wolfram Mathematica. Кандидат је аутор оригиналног компјутерског програма за прорачун стабилитета брода у

складу са Другом генерацијом критеријума стабилитета неоштећеног брода. Осим тога, кандидат је активни корисник софтвера који се користи у бродоградњи: Seaway и ShipMO (за прорачун понашања брода на таласима), DELFTship (за прорачун бродске хидростатике и стабилитета), као и LaTeX, AutoCAD, Rhinoceros, итд.

Кандидат је објавио три рада у научним часописима и три рада на међународним научним скуповима. Кандидат је први аутор два рада објављена у међународним часописима изузетне вредности (категорије M21a).

Од новембра 2014. године, Стефан Рудаковић је био ангажован у пројекту Технолошког развоја Министарства образовања, науке и технолошког развоја “Развој нове генерације сигурних, ефикасних и еколошких бродова”, бр. TR35009. Истраживање за потребе докторске дисертације делимично је финансирано средствима из овог пројекта. Од јуна 2017. године, кандидат учествује у пројекту NOVIMAR (NOVel Iwt and MARitime transport concepts) који се изводи у оквиру програма Horizon 2020 R&I Programme Mobility for Growth Европске комисије.

У школској 2014/15. години кандидат је био ангажован у настави на предметима Пловност и стабилитет брода 1 (на основним академским студијама), и Пловност и стабилитет брода 2 и Понашање брода на таласима (на мастер академским студијама). У периоду од октобра 2015. до децембра 2019. Стефан Рудаковић је био запослен као асистент на предметима Пловност и стабилитет брода 1, Завршни испит, Пловност и стабилитет брода 2 и Понашање брода на таласима.

Кандидат течно говори енглески језик, и самостално пише техничке извештаје и научне радове на енглеском.

2. Опис дисертације

2.1. Садржај дисертације

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Introduction
(Увод)
2. Review of the present stability regulations for river-sea ships
(Преглед постојећих правила о стабилитету речно-морских бродова)
3. Review of the Second Generation Intact Stability Criteria
(Преглед Друге генерације критеријума стабилитета брода у неоштећеном стању)
4. Application of the Second Generation Intact Stability Criteria to river-sea ships
(Примена Преглед Друге генерације критеријума стабилитета брода у неоштећеном стању на речно-морске бродове)
5. Consideration of appropriate environmental conditions
(Анализа одговарајућих временских услова)
6. Roll damping estimation of river-sea ships
(Прорачун пригушења ваљања речно-морских бродова)
7. Effective wave slope coefficient of river-sea ships
(Коефицијент ефективног нагиба таласа речно-морских бродова)
8. Natural roll period of river-sea ships
(Сопствени период ваљања речно-морских бродова)
9. Regression models for natural period and effective wave slope coefficient
(Регресиони модели за прорачун сопственог периода ваљања и коефицијента ефективног нагиба таласа)
10. Introducing operational limitations of river-sea ships with respect to maximum significant wave height

(Експлоатациона ограничења речно-морских бродова на основу максималне значајне висине таласа)

11. Development of Vulnerability Level 1 of Dead Ship Condition for river-sea ships
(Развој Првог нивоа рањивости речно-морских бродова на стабилитет брода под дејством бочног ветра и таласа)
12. Conclusion
(Закључак).

Поред тога, дисертација садржи и пет прилога. Дисертација је написана на енглеском језику.

2.2. Кратки приказ појединачних поглавља

У првом поглављу (Introduction) описан је предмет истраживања и дефинисани су циљеви дисертације. Представљена је и база коју чине подаци о карактеристикама 33 постојећа речна и речно-морска брода, који су коришћени у истраживању представљеном у дисертацији.

У другом поглављу (Review of the present stability regulations for river-sea ships) представљени су постојећи прописи о стабилитету речно-морских бродова и објашњени су разлози због којих се ови прописи сматрају неадекватним.

Треће поглавље (Review of the Second Generation Intact Stability Criteria) посвећено је прегледу Друге генерације критеријума стабилитета неоштећеног брода (SGISC). Описана је хијерархија провере стабилитета према SGISC, представљене су појаве везане за губитак стабилитета на таласима и на тест-бродовима је показано које су појаве релевантне за стабилитет речно-морских бродова.

У четвртом поглављу (Application of the Second Generation Intact Stability Criteria to river-sea ships) испитана је адекватност примене SGISC на речно-морске бродове, прорачуном стабилитета тест-бродова према Другом нивоу осетљивости („рањивости“) у односу на ваљање на бочном ветру и таласима и велика попречна убрзања.

Група поглавља коју чине пето (Consideration of appropriate environmental conditions), шесто (Roll damping estimation of river-sea ships), седмо (Effective wave slope coefficient of river-sea ships) и осмо поглавље (Natural roll period of river-sea ships) посвећена је изменама постојећих математичких модела у SGISC неопходним за примену методологије на речно-морске бродове. Главни научни доприноси дисертације, из угла бродске динамике и хидродинамике, налазе се управо у овим поглављима.

У деветом поглављу (Regression models for natural period and effective wave slope coefficient) предложени су једноставни математички модели за прорачун сопственог периода ваљања и коефицијента ефективног нагиба таласа изведени применом регресионе анализе података добијених нумеричким експериментима.

У десетом поглављу (Introducing operational limitations of river-sea ships with respect to maximum significant wave height) изложен је поступак одређивања Експлоатационих ограничења речно-морских бродова у односу на максималну значајну висину таласа.

Једанаесто поглавље (Development of Vulnerability Level 1 of Dead Ship Condition for river-sea ships) представља Први ниво осетљивости („рањивости“) на губитак стабилитета речно-морских бродова, током ваљања брода на бочном ветру и таласима, који је развијен директно из резултата прорачуна на Другом нивоу осетљивости.

У дванаестом поглављу (Conclusion) констатује се да је потврђена полазна хипотеза истраживања: да се стабилитет речно-морских бродова у неоштећеном стању може адекватно прорачунати и анализирати применом пробабилистичког поступка и да је могуће прилагодити SGISC специфичним својствима разматраног типа бродова. Такође, уочени су даљи, могући правци истраживања.

3. Оцена дисертације

3.1 Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Стефана Рудаковића је и по садржини, и по форми, у складу са савременим научним радовима овог типа из Бродоградње. Дисертација је посвећена проблему стабилитета речно-морских бродова који у пракси није адекватно решен и који је до сада био предмет веома малог броја научних радова. Решавању проблема приступљено је применом пробабилистичке анализе која се користи у Другој генерацији критеријума стабилитета и која одражава савремене представе о стабилитету брода. Поступак примењен у дисертацији садржи више оригиналних доприноса разумевању проблема стабилитета речних бродова током пловидбе морем и то како оних којих се тичу побољшања математичког модела ваљања брода, тако и оних који се односе на концепт сигурности оваквог вида пловидбе.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У истраживању и током израде дисертације коришћена је адекватна литература. Литературу чине научни радови објављени у књигама које за тему имају стабилитет брода, часописима посвећеним бродоградњи и зборницима радова релевантних међународних симпозијума (пре свега STAB и ISSW), као и документи националних и међународних регулаторних тела која се баве сигурношћу речних, речно-морских и морских бродова (CESNI, ИМО и др.). Посебно треба истаћи да је, захваљујући вишемесечним студијским боравцима у иностранству, кандидат био у прилици да у свој научни рад уврсти и литературу која није широко доступна, било због тога што није дигитализована и доступна је само у библиотекама, било због тога што није објављена на енглеском језику, већ на јапанском, немачком и др.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Пробабилистичка анализа стабилитета брода на таласима подразумева решавање диференцијалних једначина љуљања брода, статистичку анализу добијених података и прорачун вероватноће нежељеног догађаја (превртања брода, опасних углова ваљања и великих попречних убрзања у кормиларници). Математичке моделе љуљања, поред инерцијалних и реституционих сила и момената, сачињавају хидродинамичке силе и моменти (додатне масе и пригушења) и побудне силе и моменти који потичу од дејства ветра и таласа. За извођење ових сила и момената неопходна је примена спреге теоријских поступака и експерименталних података.

3.4. Примењивост остварених резултата

Поступци развијени у докторској дисертацији омогућавају прорачун стабилитета речно-морских бродова и одређивање експлоатационих ограничења речних бродова у пловидби морским приобаљем. Осим тога, поступци омогућавају и поређење ефикасности различитих пројектантских и експлоатационих мера за побољшање стабилитета. Због тога, резултати докторске дисертације имају примену како у пројектовању речно-морских бродова, тако и у њиховој експлоатацији, било да су у питању заповедници бродова или регулаторна тела (Заставе или класификациона друштва).

Сматра се, такође, да методе развијене у дисертацији за прорачун пригушења ваљања и коефицијента ефективног нагиба таласа могу имати примену и у другим истраживањима која се односе на стабилитет других типова бродова који имају неке карактеристике геометрије трупа као речно-морски бродови: високе вредности коефицијента пуноће истиснућа и/или високе односе ширине и газа брода.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу увида у докторску дисертацију и познавајући претходни рад кандидата, Комисија сматра да кандидат има све особине потребне за самостални научни рад: етичко понашање, развијену моћ опажања, критичко размишљање, познавање и адекватно коришћење литературе, способност за успешну међународну научну сарадњу, способност за тимски рад и способност за лабораторијски рад. Значајно је рећи и да се кандидат, током вишемесечних

студијских боравака у Белгији и Италији, непосредно упознао с начином рада савремених развојних и истраживачких институција у бродоградњи, и то како у индустрији, тако и у академској средини, што ће бити од великог значаја за његов даљи научни рад.

4. Остварени научни допринос

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Најзначајнији научни допринос кандидата састоји се у успостављању јединствене методологије за процену стабилитета речно-морских бродова у неоштећеном стању, која узима у обзир динамику брода у реалним временским условима и специфичне аспекте хидродинамике речно-морских бродова (поглавља 5 ÷ 10). Научни допринос је верификован радовима објављеним у часописима категорије M21a (видети одељак 4.3).

Поред тога, у дисертацији су остварени и очекивани стручни доприноси: (а) методологија за процену ефикасности различитих пројектантских решења и поступака у експлоатацији за побољшање стабилитета речно-морских бродова (поглавље 10) и (б) предлог јединствених међународних прописа о стабилитету речно-морских бродова (додатак Е).

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Кључни резултати истраживања обухватају доприносе бродској хидродинамици (тачнија процена пригушења ваљања и коректан прорачун коефицијента ефективног нагиба таласа и сопственог периода ваљања речно-морских бродова) и динамици брода (метод прорачуна стабилитета речно-морских бродова заснован на пробабилистичком приступу). Математички модели за прорачун коефицијента ефективног нагиба таласа и сопственог периода ваљања, засновани на регресионој анализи, које је развио кандидат, омогућавају једноставније решавање комплексног хидродинамичког проблема ваљања речно-морских бродова. Коначно, предложена алтернатива постојећем Првом нивоу рањивости стабилитета под дејством бочног ветра и таласа представља потпуно оригиналан приступ, који, колико је познато члановима Комисије, до сада није обрађиван у литератури.

Комисија, такође, сматра да би део истраживања који се односи на процену пригушења ваљања речно-морских бродова било добро потврдити резултатима физичких експеримената у базену за моделска испитивања, као и да би део истраживања у којем су изведени коефицијенти ефективног нагиба таласа био потпунији уколико би постојали прецизнији подаци о радијусу инерције за уздужну тежишну осу овог типа бродова.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос докторске дисертације кандидата Стефана Рудаковића, верификован је објављивањем резултата истраживања у међународним часописима изузетних вредности. У објављеним радовима, кандидат је први аутор и једини аутор без доктората.

Научни рад	Категорија
<u>Rudaković, S., Bačkalov, I., 2019, "Operational limitations of a river-sea container vessel in the framework of the Second Generation Intact Stability Criteria", Ocean Engineering, vol. 183, pp. 409-418 (ISSN 0029-8018, IF = 3.068). https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.05.013</u>	M21a
<u>Rudaković, S., Bulian, G., Bačkalov, I., 2019, "Effective wave slope coefficient of river-sea ships", Ocean Engineering, Vol. 192, paper 106427 (ISSN 0029-8018, IF = 3.068). https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.106427</u>	M21a

5. Закључак и предлог

На основу детаљног прегледа докторске дисертације под називом:

A NOVEL APPROACH TO STABILITY ASSESSMENT OF RIVER-SEA SHIPS

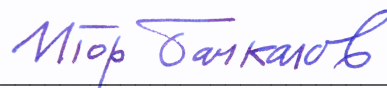
ИНОВАТИВНИ ПРИСТУП ПРОЦЕНИ СТАБИЛИТЕТА РЕЧНО-МОРСКИХ БРОДОВА

кандидата Стефана Рудаковића, студента докторских академских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета у Београду.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука, ужа научна област бродоградња, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Реферат Комисије, да дисертацију под називом “A novel approach to stability assessment of river-sea ships” („Иновативни приступ процени стабилитета речно-морских бродова“) кандидата Стефана Рудаковића, маг. инж. маш., стави на увид јавности и да Реферат упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду и Коруњи, 13. новембра 2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



др Игор Бачкалов, ванредни професор
Машински факултет Универзитета у Београду



др Милорад Моток, редовни професор
Машински факултет Универзитета у Београду



др Маркос Мигес Гонсалес, ванредни професор
Технички факултет, Универзитет у Коруњи