

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Реферат Комисије о пријављеним кандидатима за избор једног наставника у звање ванредног професора на одређено време од 5 година, са пуним радним временом, за ужу научну област Ваздухопловство

На основу одлуке Изборног већа Машинског факултета број 1382/3 од 29.09.2022. године, а по објављеном конкурс за избор једног ванредног професора на одређено време од 5 година са пуним радним временом за ужу научну област Ваздухопловство, именовани смо за чланове Комисије за подношење реферата о пријављеним кандидатима.

На конкурс који је објављен у листу „Послови“ број 1008 од 05.10.2022. године пријавио се један кандидат и то:

1. др Оливера П. Костић, дипл. инж. маш., доцент Машинског факултета Универзитета у Београду

На основу прегледа достављене документације подносимо следећи

РЕФЕРАТ

А. Биографски подаци

Оливера Костић (рођена Живковић), дипломирани инжењер машинства, рођена је 26.11.1969. год. у Београду, где је завршила основну школу, а затим Математичку гимназију. Машински факултет Универзитета у Београду уписала је 1988. године. Дипломирала је на Одсеку за ваздухопловство 1994. године са просечном оценом 8,79 (осам целих седамдесетдевет), одбравивши дипломски рад са оценом 10. Након дипломирања, уписала је магистарске студије на Одсеку за ваздухопловство, а магистарску тезу „Интерференција крило-груп методом панела“ под менторством проф. др Слободана Ступара одбранила је 22.12.2006. године. Докторску дисертацију под називом “Нумеричка симулација струјног поља ваздуха у надзвучном млазнику са препреком на излазу” одбранила је 14.09.2014. године под менторством проф. Др Зорана Стефановића.

Након завршетка дипломских студија 1994. године, била је запослена три године у Институту за ваздухопловство Машинског факултета у Београду у статусу „сарадник-таленат“ и у том периоду је активно учествовала на већем броју актуелних пројеката.

Од фебруара 1999. године радила је у „Визахем-Рекорд“ ДОО у Београду прво на радном месту „Технолог одржавања процесних машина и опреме“, а од 2006. до 2008. године као „Шеф техничко-енергетског бироа“.

Од јула 2008. до септембра 2010. године радила је у фирми „Верс“ ДОО као одговорно лице за испитивање услова радне околине.

Од 15.09.2010. године радила је као сарадник у Иновационом центру Машинског факултета Универзитета у Београду.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду од 17.10.2014. изабрана је у звање „истраживач-сарадник“, а од 27.11.2015. радила је на месту асистента за ужу научну област ваздухопловство на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду. 24.04.2018. изабрана је у звање доцента на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду.

У току рада у Институту за ваздухопловство Машинског факултета у Београду, у периоду од 1994. до 1998. године, у области ваздухопловних пројеката радила је на пословима пројектовања и испитивања лопатица репног ротора хеликоптера Ми-8 од пластичних композитних материјала, као и на статичким, динамичким и фреквентним испитивањима композитних крила ваздухопловне једрилице „Вук-Т“, за потребе ванредног одржавања и обнављања пловидбености. У области неваздухопловних пројеката овог Института била је укључена у послове пројектовања, прорачуна, израде и испитивања резервних композитних крила вентилатора расхладних торњева од 110 MW термоелектране „Колубара“, као и на репројектовању лопатице ротора 38. ступња парне турбине ниског притиска за исту термоелектрану.

Током рада у Иновационом центру Машинског факултета Универзитета у Београду, од 2010 до 2015. године, учествовала је на пројекту лаког авиона BS-03 и коаутор је 27 извештаја везаних за овај пројекат.

Кандидаткиња др Оливера Костић је учествовала у раду организационог одбора Свечане академије поводом 90 година од оснивања Катедре за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду и један је од аутора књиге „90 година Катедре за ваздухопловство 1931.-2021.“, ISBN: 978-86-6060-104-1, обима 297 страна, објављене 2021. године у издању Машинског факултета Универзитета у Београду.

Доц. др Оливера Костић је учествовала на стручним и научним скуповима на међународном и националном нивоу и коаутор је већег броја радова објављених у реномираним стручним часописима, што је приказано кроз радове наведене у одговарајућим категоријама. Број хетероцитата према бази SCOPUS је 46.

Била је члан организационог одбора међународног научног скупа „International Symposium on Aircraft Technology, MRO & Operations ISATECH“, одржаног 14 - 16. 09. 2022. у Београду (<https://2022.isatech.org/committees/>).

Поседује активно знање енглеског језика.

Члан је Српског аерокосмонаутичког друштва (раније Југословенско аерокосмонаутичко друштво).

Б. Дисертације

Б.1. Одбрањена докторска дисертација (М71)

Докторску дисертацију под називом “Нумеричка симулација струјног поља ваздуха у надзвучном млазнику са препреком на излазу” одбранила је 14.09.2014. године пред комисијом: др Зоран Стефановић, редовни професор (ментор), др Слободан Ступар, редовни професор, др Александар Симоновић, ванредни професор, др Марко Милош, ванредни професор, др Слободан Гвозденовић, редовни професор, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду.

Б.2. Одбрањен магистарски рад (М72)

Магистарску тезу под називом „Интерференција крило-труп методом панела“ одбранила је 22. 12. 2006. године пред комисијом: др Слободан Ступар, редовни професор (ментор), др Златко Петровић, редовни професор, др Слободан Гвозденовић, редовни професор, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду.

В. Наставна активност

У току рада у Институту за ваздухопловство Машинског факултета у Београду, у периоду од 1994. до 1998. године, држала је вежбе на предмету Програмирање, на првој години додипломских студија.

На основу одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду од 16.10.2014. године, у својству истраживача – сарадника, ангажована је за извођење вежби на предметима:

- Аеродинамичке конструкције на ОАС
- Примењена аеродинамика на МАС
- Аеродинамика великих брзина на МАС.

На истим предметима обављала је наставу у звању асистента, као и у садашњем звању доцента на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду.

Кандидаткиња је показала велико ангажовање у извођењу наставе, коју реализује на високом педагошком нивоу, студиозно се припремајући за предавања и аудиторне вежбе, дајући студентима прилику да покажу своје знање и иницијативу кроз непосредну комуникацију са њима. Према резултатима анонимне анкете студената, на основу Правилника о студентском вредновању педагошког рада наставника и сарадника Универзитета у Београду, оцењена је високим оценама на свим предметима у периоду од избора у тренутно звање од школске 2017/2018 до 2021/2022 године (Извештај Центра за квалитет наставе и акредитацију – ЦКНА Машинског факултета број 1363/1 од 22.09.2022. године).

По годинама и свим предметима:

| Година | Предмет | Средња оцена |
|-----------|--|--------------|
| 2017-2018 | ПРИМЕЋЕНА АЕРОДИНАМИКА (220-0946) | 4,38 |
| 2018-2019 | ПРИМЕЋЕНА АЕРОДИНАМИКА (220-0946) АЕРОДИНАМИЧКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (210-0942) АЕРОДИНАМИКА ВЕЛИКИХ БРЗИНА (220-0950) | 4,57 |
| 2019-2020 | ПРИМЕЋЕНА АЕРОДИНАМИКА (220-0946) АЕРОДИНАМИЧКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (210-0942) АЕРОДИНАМИКА ВЕЛИКИХ БРЗИНА (220-0950) | 4,39 |
| 2020-2021 | ПРИМЕЋЕНА АЕРОДИНАМИКА (220-0946) АЕРОДИНАМИЧКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (210-0942) АЕРОДИНАМИКА ВЕЛИКИХ БРЗИНА (220-0950) | 4,71 |
| 2021-2022 | ПРИМЕЋЕНА АЕРОДИНАМИКА (220-0946) АЕРОДИНАМИЧКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (210-0942) АЕРОДИНАМИКА ВЕЛИКИХ БРЗИНА (220-0950) | 4,76 |

По предметима за цео период:

| Година | Предмет | Средња оцена |
|------------------------------------|--|--------------|
| Од 2017-2018 до 2021-2022 | ПРИМЕЋЕНА АЕРОДИНАМИКА (220-0946) | 4,58 |
| | АЕРОДИНАМИЧКЕ КОНСТРУКЦИЈЕ (210-0942) | 4,51 |
| | АЕРОДИНАМИКА ВЕЛИКИХ БРЗИНА (220-0950) | 4,68 |

Од школске 2016/2017 године у оквиру сарадње са другим високошколским установама, радно је ангажована у настави на Војној академији Универзитета одбране Републике Србије, на предмету Аеродинамичке конструкције.

В.1. Уџбеници и помоћна наставна литература

Оливера Костић је коаутор књиге:

- Драган Цветковић, Часлав Митровић, Иван Костић, Александар Бенгин, Драгољуб Бекрић, Саша Јеремић, Сузана Поповић, Оливера Живковић: *Војни авиони и хеликоптери - основни подаци и огољене конструкције*, ISBN 86-7991-021-X, издавач СЕТ - Computer Equipment and Trade, обим 192 стране, Београд 1995.

која се користи као помоћна наставна литература на предметима из области аеродинамике и конструкције летелица.

Кандидаткиња др Оливера Костић је такође и коаутор предавања у електронској форми – хендаута, писаних у формату уџбеника, који се редовно ревидирају/ажурирају и доступни су студентима у оквиру програмског пакета Moodle. Ова предавања су тренутно обима: за предмет Аеродинамичке конструкције (ОАС) 256 страна, за предмет Примењена аеродинамика (МАС) 316 страна и за предмет Аеродинамика великих брзина (МАС) 288 страна. Хендаути су били доступни на <http://147.91.26.15/moodle/login/index.php> за период до 2020., односно на <http://147.91.26.24/moodle/login/index.php> од 2021. године, за учеснике уписане као слушаоце предмета у актуелној школској години.

В.2. Менторства и чланства у комисијама

В.2.1. Дипломски и мастер радови

У току досадашњег рада учествовала је као у фази израде, тако и у својству члана комисије за оцену 9 Мастер (MSc) радова и једног дипломског рада студената Катедре за ваздухопловство:

1. Вања Хасановић: „Развој, испитивање и валидација аеро пакета *Формула Студент возила Друмска Стрела 2016*“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.
2. Никола Марјановић: „Пројектовање и анализа аеродинамике авиона *Skyline*“, Универзитет у Београду, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.
3. Предраг Милчић: „Аеродинамичка анализа геометрије двосегментног крила *беспилотне летелице*“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.
4. Живко Табаш: „Одређивање аеродинамичких карактеристика двосегментног крила *по методи Glauerta*“, Дипломски рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2016.
5. David Daou: „Методологија прорачуна беспилотне летелице од композитних материјала“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2017.
6. Тамара Кржојевић: „Аеродинамичка анализа узгонских конфигурација ваздухоплова *методама вртложне решетке и вртложне линије*“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2018.
7. Богољуб Милутиновић: „Аероеластична анализа танких ортотропних плоча“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2020.
8. Милош Ђокић: „Прелиминарна анализа и аеродинамичка оптимизација узгонске конфигурације надзвучног авиона“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2021.
9. Душан Ивковић: „Аеродинамичка оптимизација винглета за беспилотну летелицу“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2021.
10. Теодора Шукунда: „Експериментално и нумеричко одређивање аеродинамичких карактеристика *оживала са канарима*“, Мастер рад, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2022.

В.2.2. Менторства докторских дисертација

Кандидаткиња др Оливера Костић је ментор 2 докторанда:

1. Зорана Данчуо, наслов докторске дисертације: „Развој фамилије хибридних Делфин аеропрофила“ (Одлука Већа научних области Универзитета у Београду број: 61206-360/2-22 од 14.02.2022. год.)

2. Драгољуб Тановић, наслов докторске дисертације: „Оптимизација ветротурбина посебних намена“ (доц. др Оливера Костић је ментор заједно са проф. др Александром Симоновићем - Одлука Већа научних области Универзитета у Београду број: 61206-4324/2-21 од 4.11.2021. год.)

В.2.3. Учешће у комисијама за изборе у истраживачка и научна звања

Доц. др Оливера Костић је била члан Комисије за писање реферата о испуњености услова за избор у истраживачко звање „истраживач сарадник“ кандидата Зоране Данчуо, дипл. инж. маш. Комисија: проф. др Александар Бенгин, ван. Проф. др Горан Воротовић, доц. Др Оливера Костић, одлуком Наставно – научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 370/2 од 11.03.2022. године.

Г. Библиографија научних и стручних радова

Објављени научни и стручни радови подељени су у две групе: у првој групи су радови објављени у периоду до избора у звање доцента, а у другој групи радови који су објављени у меродавном периоду – у звању доцента.

Г.1. Библиографија научних и стручних радова у претходном изборном периоду, пре избора у звање доцента

Г.1.1. Категорија М20

Г.1.1.1. Научни радови у међународним часописима (М23)

1. Костић О., Стефановић З., Костић И.: *Comparative CFD Analyses of a 2D Supersonic Nozzle Flow with Jet Tab and Jet Vane*, Tehnički vjesnik – Technical Gazette, Vol. 24, No 5, 2017, pp. 1335-1344. (ISSN 1330-3651, IF за 2017 годину: 0.686).
2. Шекутковски Б., Костић И., Стефановић З., Симоновић А., Костић О.: *A Hybrid Rans-Les Method with Compressible K-Omeegasstsas Turbulence Model for High Reynolds Number Flow Applications*, Tehnički Vjesnik - Technical Gazette, Vol. 22, No 5, 2015, pp. 1237-1245. (ISSN 1330-3651, IF за 2015 годину: 0.464).
3. Костић И., Стефановић З., Петровић З., Костић О., Essari A.: *Hybrid Approach in the Initial Aerodynamic, Stability and Performance Calculations of a Light Aircraft*, Tehnički vjesnik – Technical Gazette, Vol. 20, No 4, 2013, pp. 605-614. (ISSN 1330-3651, IF за 2013 годину: 0.615).

Г.1.1.2. Радови у националним часописима међународног значаја (М24)

4. Костић О., Стефановић З., Костић И.: *CFD Modeling of Supersonic Airflow Generated by 2D Nozzle With and Without an Obstacle at the Exit Section*, FME Transactions, Vol. 43, No 2, 2015, pp. 107-113.
5. Костић И., Стефановић З., Костић О.: *Aerodynamic Analysis of a Light Aircraft at Different Design Stages*, FME Transactions, Vol. 42, No 2, 2014, pp. 94-105.

Г.1.2. Категорија М30

Г.1.2.1. Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33)

6. Костић И., Костић О., Стефановић З.: *Computational 2d Analyses Of Several Jet Vane Types Aimed For The Rocket Engine Thrust Vector Control*, Proceedings of the 6th International Congress of Serbian Society of Mechanics, ISBN 978-86-909973-6-7, Mountain Tara, Serbia 2017, pp. 11e 1-10.
7. Стефановић З., Костић И., Костић О.: *Determination of Aerodynamic Characteristics of a Light Aircraft Using Viscous CFD Modeling*, Proceedings of the 8th international Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering – KOD 2014, ISBN 978-86-7892-615-0, Balatonfüred, Hungary 2014, pp.109-116.
8. Стефановић З., Костић И., Костић О.: *Preliminary Aerodynamic Analyses of a New Light Aircraft in Symmetrical Flight Configurations*, Proceedings of the 7th international Symposium Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering – KOD 2012, ISBN 978-86-7892-399-9, Balatonfüred, Hungary 2012, pp. 97-104.
9. Стефановић З., Костић И., Костић О.: *Efficient Evaluation of Preliminary Aerodynamic Characteristics of Light Trainer Aircraft*, Proceedings of International Conference on Innovative Technologies IN-TECH 2011, Bratislava, Slovakia 2011, pp. 520-523.

Г.1.3. Категорија М50

Г.1.3.1. Радови у водећем часопису националног значаја (М51)

10. Стефановић З., Костић И., Костић О.: *Determination of Aerodynamic Characteristics of a Light Aircraft Using Viscous CFD Modeling*, Machine Design, Vol. 6, No 3, 2014, pp. 71-78. (Рад по позиву редакције са конгреса KOD 2014, у часопису категорисан као Original scientific paper).
11. Стефановић З., Костић И., Костић О.: *Efficient Evaluation of Preliminary Aerodynamic Characteristics of Light Trainer Aircraft*, Engineering Review, ISSN 1330-9587, Vol. 32,

№ 1, 2012, pp. 49-56. (Научни рад проистекао из излагања на конгресу IN-TECH 2011, објављен по позиву редакције као проширена и допунски рецензирана верзија).

Г.1.4. Категорија М60

Г.1.4.1 Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (М63)

12. Живковић О., Костић И.: *Примена методе носећих површина у прелиминарној анализи међусобног утицаја узгонских површина* - XXII југословенски конгрес теоријске и примењене механике ЈУМЕН '97, Врњачка Бања 1997, стр. 63-68.
13. Цветковић Д., Костић И., Митровић Ч., Бенгин А., Бекрић Д., Јеремић С., Поповић С., Живковић О.: *Пројектовање, израда и експлоатација композитних лопатица вентилатора расхладних кула ТЕ "Колубара"* , Међународни научноразвојни симпозијум "Ставаралаштво као услов привредног развоја", Београд 1996, стр. 56-63.
14. Живковић О., Костић И., Петровић З., Митровић Ч.: *Нумеричка анализа узгонских карактеристика лаког авиона конфигурације канар методом носеће површине* - Симпозијум "Ваздухопловство '95", Београд, 1995, стр. А73-А78.
15. Живковић О.: *Примена методе сингуларитета у одређивању аеродинамичких карактеристика крила* - XXI југословенски конгрес теоријске и примењене механике ЈУМЕН '95, Ниш 1995, стр. 255-258.

Г.1.5. Категорија М70

Г.1.5.1. Докторска дисертација (М71)

16. Костић О.: *Нумеричка симулација струјног поља ваздуха у надзвучном млазнику са препреком на излазу*, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд 2014., ментор проф. др Зоран Стефановић

Г.1.5.2. Магистарска теза (М72)

17. Костић О.: *Интерференција крило-труп методом панела*, Универзитет у Београду, Машински факултет, Београд 2006., ментор проф. др Слободан Ступар

Г.1.6. Учешће у пројектима

18. *Идејни пројекат лаког авиона за основну обуку*, ев. бр. 345/1 од 19.11.2009, руководилац проф. др Зоран Стефановић (пројекат Иновационог центра Машинског факултета у Београду) – пројекат тренутно развијен до нивоа једног летног прототипа:

- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: WING AIRFOIL SELECTION, izveštaj br. BS03-C-TR-AD01-01

- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: PRELIMINARY AERODYNAMIC ANALYSIS, WING AERODYNAMICS CHARACTERISTICS, izveštaj br. BS03-C-TR-AD02-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: PRELIMINARY AERODYNAMIC ANALYSIS, AIRPLANE AERODYNAMICS CHARACTERISTICS, izveštaj br. BS03-C-TR-AD03-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: AIRPLANE LIFT AND DRAG ENVELOPE, izveštaj br. BS03-C-TR-AD04-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: ESTABLISHING THE WING PARAMETERS, izveštaj br. BS03-C-TR-GD04-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: PRELIMINARY PERFORMANCE CALCULATIONS, izveštaj br. BS03-C-TR-PE01-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: AERODYNAMIC ANALYSIS OF AIRPLANE FOR SYMMETRICAL FLIGHT CONDITION CASES BASED ON 3D VORTEX LATTICE METHOD, izveštaj br. BS03-P-TR-AD01-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: DATA SUMMARY OF AERODYNAMIC ANALYSIS FOR SYMMETRICAL FLIGHT CONDITION CASES OBTAINED FROM 3D VORTEX LATTICE SOFTWARE, izveštaj br. BS03-P-TR-AD02-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: AIRPLANE FULL 3D VISCOUS COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS ANALYSIS, izveštaj br. BS03-P-TR-AD03-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: ELECTRONIC SYSTEM INSTALATION QUALITY REGULATION, izveštaj br. BS03-P-TR-EV04-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: INTERNAL STANDARD No IS.1.10.01, izveštaj br. BS03-P-TR-GD08-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: INTERNAL STANDARD No IS.1.10.02, izveštaj br. BS03-P-TR-GD09-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: PERFORMANCE ANALYSIS OF BS-03 AIRPLANE FOR VERSION: UTILITY, izveštaj br. BS03-P-TR-PE01-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: PERFORMANCE ANALYSIS OF BS-03 AIRPLANE FOR VERSION: AEROBATIC, izveštaj br. BS03-P-TR-PE02-01
- Zoran Stefanović, Ivan Kostić, Olivera Kostić: STATIC STABILITY ANALYSIS, izveštaj br. BS03-P-TR-PE03-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: INTERNAL STANDARD No IS.1.10.03, izveštaj br. BS03-P-TR-PR01-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: INTERNAL STANDARD No IS.1.10.04, izveštaj br. BS03-P-TR-PR02-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: PITOT SYSTEM QUALITY REGULATION, izveštaj br. BS03-P-TR-SY03-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: HIDRAULIC SYSTEM QUALITY REGULATION, izveštaj br. BS03-P-TR-SY04-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: SYSTEMS FOR HEATING AND VENTILATION QUALITY REGULATION, izveštaj br. BS03-P-TR-SY05-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: POWER PLANT SYSTEM QUALITY REGULATION, izveštaj br. BS03-P-TR-SY06-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: FUEL SYSTEM QUALITY REGULATION, izveštaj br. BS03-P-TR-SY07-01
- Ivan Kostić, Olivera Kostić, Milivoje Tomić: AIRPLANE CONTROLS SYSTEM QUALITY REGULATION, izveštaj br. BS03-P-TR-SY08-01
- Zoran Bojanić, Zoran Stefanović, Aleksandar Pantović, Zlatko Petrović, Aleksandar Grbović, Danilo Petrašinović, Ivan Kostić, Olivera Kostić, Aleksandar Bojanić, Irena Stepić, Bojan Šekutkovski: STATIC STRENGTH TEST OF THE WING CASE D-23, izveštaj br. BS03-D-TR-TO01-01
- Zoran Bojanić, Zoran Stefanović, Aleksandar Pantović, Zlatko Petrović, Aleksandar Grbović, Danilo Petrašinović, Ivan Kostić, Olivera Kostić, Aleksandar Bojanić, Irena Stepić, Bojan Šekutkovski:

STATIC TEST OF VERTICAL TAIL CASE C-3 AND FUSELAGE UNDER ITS INFLUENCE, izveštaj br. BS03-D-TR-TO02-01

- Zoran Bojanić, Zoran Stefanović, Aleksandar Pantović, Zlatko Petrović, Aleksandar Grbović, Danilo Petrašinić, Ivan Kostić, Olivera Kostić, Aleksandar Bojanić, Irena Stepić, Bojan Šekutkovski: STATIC TEST OF ENGINE MOUNT AND FUSELAGE UNDER ITS INFLUENCE, izveštaj br. BS03-D-TR-TO03-01
- Zoran Bojanić, Zoran Stefanović, Aleksandar Pantović, Zlatko Petrović, Aleksandar Grbović, Danilo Petrašinić, Ivan Kostić, Olivera Kostić, Aleksandar Bojanić, Irena Stepić, Bojan Šekutkovski: STATIC TEST OF HORIZONTAL TAIL, izveštaj br. BS03-D-TR-TO04-01

19. Томислав Драговић, Златко Петровић, Славко Пешић, Часлав Митровић, Иван Костић, Драган Цветковић, Александар Бенгин, Драгољуб Бекрић, Саша Јеремић, Оливера Живковић: *Пројектовање, прорачун, израда и испитивање крила вентилатора расхладног торња од 110MW термоелектране “Колубара”* - Институт за ваздухопловство Машинског факултета, Београд 1995.

Г.2. Библиографија научних и стручних радова у меродавном изборном периоду, након избора у звање доцента

Г.2.1. Категорија М20

Г.2.1.1. Научни радови у међународним часописима (М23)

20. Данчуо З., Костић И., Костић О., Бенгин А., Воротовић Г.: *Initial development of the hybrid semielliptical-dolphin airfoil*, Thermal Science, doi.org/10.2298/TSCI210515234D, ISSN: 0354-9836, 26(2022)3A, pp. 2199-2210 (IF за 2021 годину 1.971)
21. Hasan M.S., Сворцан Ј., Симоновић А., Мирков Н., Костић О.: *Optimal Airfoil Design and Wing Analysis for Solar - Powered High - Altitude Platform Station*, Thermal Science, doi.org/10.2298/TSCI210419241S, ISSN: 0354-9836, 26(2022)3A, pp. 2163-2175 (IF за 2021 годину 1.971)
22. Abubaker A., Костић И., Костић О., Зоран Стефановић: *CFD Modeling of Atmospheric Boundary Layer Simulations in Wind Tunnels*, Tehnički vjesnik – Technical Gazette, doi.org/10.17559/TV-20161125134410, ISSN 1330-3651, 25(2018)6, pp. 1595-1602 (IF за 2018 годину 0.644)

Г.2.2. Категорија М30

Г.2.2.1. Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33)

23. Шобот Ј., Костић О., Костић И.: *Comparative Aerodynamic Analysis of F-16C Jet Fighter at Subsonic and Supersonic Speeds Using Panel and Viscous CFD Methods*, Proceedings of the 9th International Scientific Conference on Defensive Technologies, ОТЕН 2020, ISBN 978-86-81123-83-6, Belgrade, Serbia 2020, pp. 23-28.
24. Шобот Ј., Костић И., Костић О.: *CFD Evaluation of Transonic Flow Analysis Around Jet Trainer Aircraft*, Proceedings of the 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, ISBN 978-86-909973-7-4, Sremski Karlovci, Serbia 2019, pp. F1c 1-7.

25. Abubaker A, Костић И, Костић О.: *Numerical Modelling of Velocity Profile Parameters of the Atmospheric Boundary Layer Simulated in Wind Tunnels*, Proceedings of the 10th International Conference Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering – KOD 2018, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 393(2018)012025, doi: 10.1088/1757-899X/393/1/012025, Novi Sad, Serbia 2018, pp. 1-10.

Г.2.3. Учесће у пројектима

26. *DaRe (Drone for Agriculture – Research Anchancement)*, Програм сарадње науке и привреде – Фонд за иновациону делатност 2019-2021. Руководилац пројекта проф. др Александар Симоновић

Д. Приказ и оцена научног рада кандидата

По оствареном увиду у објављене научне радове и техничка решења Комисија закључује да се кандидаткиња активно бавила истраживањима у више различитих области у оквиру уже научне области ваздухопловство, као и областима које имају мултидисциплинарни карактер.

Д.1. Приказ и оцена научног рада у претходном изборном периоду, пре избора у звање доцента

У **магистарској тези** под називом „Интерференција крило-труп методом панела“ је рађена нумеричка анализа узгонских карактеристика авиона применом методе панела. Панелне методе пружају могућност да се већ у фази прелиминарног развоја пројекта брзо и ефикасно дефинише глобална геометрија и диспозиције његових узгонских површина – крила, хоризонталног репа или канара. У раду су представљени најрелевантнији теоријски аспекти коришћења панелног кода, укључујући поступке моделирања ефеката узгонске интерференције крило – труп, при чему се “крило” користи као универзални термин за узгонске површине.

Прорачунски модел је верификован на три карактеристичне конфигурације – безрепац, канар и два борбена авиона са класичним хоризонталним репом. У прва два случаја поређење је обављено на основу расположивих експерименталних резултата, док су у трећем анализе базиране на познатим концепцијским разликама, укључујући и анализе карактеристика уздужне статичке стабилности. Показано је да се оваквим прорачунским моделом, који неминовно подразумева наменска геометријска поједностављења, могу успешно анализирати и дефинисати прелиминарне узгонске конфигурације ваздухоплова.

У односу на изворни код типа Vudvord – Karmajkl, у овом случају уведене су одређене модификације у смислу његове примене, при чему су одређени аспекти моделирања узгонске интерференције на трупу посебно анализирани. Тако добијени резултати представљају врло квалитетан улаз за даљу детаљнију разраду пројекта коришћењем прорачунских алгоритама високог нивоа комплексности, чије би коришћење за иницијално дефинисање облика и положаја узгонских површина летелице у присуству трупа свакако изисковало неупоредиво више времена

Докторска дисертација под називом „Нумеричка симулација струјног поља ваздуха у надзвучном млазнику са препреком на излазу“ пружа савремен и оригиналан приступ у истраживању проблематике управљања вектором потиска ракетних мотора. У дисертацији су

приказане фазе развоја методе генерисања оптималне, стационарне намески адаптиране прорачунске мреже, намењене анализи струјања у надзвучном млазнику са препреком на излазу, којом се могу обављати прорачуни врло сложених струјних поља у оквиру практичних 2D инжењерских анализа. Установљен је и унифицирани прорачунски алгоритам у оквиру коришћеног програмског пакета, који је у могућности да адекватно и врло ефикасно моделира физикалност струјања и даје сразмерно брзу и стабилну конвергенцију, у комбинацији са примењеним прорачунским мрежама, за све разматране случајеве категорија препрека. У дисертацији је дефинисан и алгоритам одређивања компоненти резултујуће силе потиска, који је омогућио компаративну анализу ефикасности разматраних система за управљање вектором потиска (УВП) – спојера и млазних крилаца, како са аспекта остварених углова скретања резултујуће силе, тако и са аспекта прорачуна консеквентних губитака и потребних шарнирних момената за остваривање потребних отклона крилаца. Овим је установљен савремени прорачунски модел који је у могућности да, са примењеним високо-оптимизираним степеном дискретизације 2D прорачунског домена и дефинисаним прорачунским алгоритмом сложене физикалности струјног поља, омогући брзе и инжењерски ефикасне предикције оптималних конфигурација млазник-препрека.

У докторској дисертацији је коришћена литература из области теоријске, експерименталне и CFD анализе различитих конфигурација система за управљање вектором потиска, као и литература у којој се разматрају турбулентни модели релевантни за анализе спроведене у дисертацији. Коришћена литература је представљала полазну основу за стицање увида, са једне стране у развој система за управљање вектором потиска, а са друге стране и у могућности CFD прорачуна за анализу и међусобно поређење конфигурација у прелиминарним фазама пројектовања. Један део библиографских јединица је из књига или зборника радова, а већи број представљају радови из реномираних међународних часописа. Целокупна коришћена литература даје релевантни приказ актуелног стања у области која била је предмет истраживања у овој дисертацији.

Полазну основу истраживања обављених у дисертацији чинила су испитивања обављена у надзвучном аеротунелу Т-36 ВТИ Жарково, која су вршена са ваздухом као радним флуидом и припадају категорији 2D тестова, све нумеричке симулације обављане су као 2D анализе надзвучне струје ваздуха. Тестови су вршени са различитим конфигурацијама раванских препрека, а њихови резултати послужили су за квалитативну и квантитативну верификацију резултата прорачуна, поређењем са експериментом, у току развоја и верификације коришћеног прорачунског модела.

Геометрија 2D млазника је креирана у модулу ANSYS Geometry-Design Modeler. Мреже су генерисане у модулу ANSYS ICEM CFD. CFD анализа струјања унутар млазника је извршена коришћењем модула FLUENT програмског пакета ANSYS, а визуелизација је обављана помоћу модула CFD-Post.

У формирању прорачунских мрежа коришћена је опција *Mapped Face Meshing*, која дефинише форму ћелија мреже сходно геометрији сегмента унутар кога се генерише. Димензионисање мреже обављено је опцијом *Edge Sizing*, која омогућава како задавање броја елемената по ивицама сегмената, тако и њену адаптацију у смислу смера и фактора згушњавања мреже (*Bias Factor*). Двоједначински турбулентни модел $k - \omega$ SST, који је коришћен за све прорачуне приказане у дисертацији познат је као изузетно робустан и релативно мало осетљив на начин генерисања и густину мреже. Ипак, посебна пажња је посвећена томе да се у критичним доменима контролне запремине, у близини зидова млазника и препрека, као и на угловима зидова и ивица препрека, обезбеди довољан број елемената мреже. Испитиване су стационарне наменски адаптиране мреже у три фазе развоја, при чему је у оквиру друге фазе сукцесивно вршена и аутоматска адаптација мреже према гредијенту густине у струјном пољу за дати степен конвергенције решења. Као

оптималне показале су се стационарне мреже из треће фазе развоја, са сразмерно великим двоструким фактором згушњавања (по дужини и висини контролне запремине). Оне су омогућиле, у комбинацији са дефинисаним прорачунским алгоритмом, стабилну конвергенцију решења у случају свих разматраних конфигурација препрека.

За све финалне прорачуне усвојен је двоједначински турбулентни модел $k - \omega$ SST. На примењеним прорачунским мрежама, он је у поређењу са тестираним турбулентним моделима вишег реда давао практично подједнако квалитетна решења, уз мање ангажовање ресурса и брже извршење програма до конвергенције. У оквиру опције *Solution Methods*, за дискретизацију простора коришћене су опције *Least Squares Cell Based* за градијенте, док је за параметре струјања, као и за параметре k и ω у оквиру турбулентног модела, коришћена дискретизација првог реда (опција *First Order Upwind*). Након остварене конвергенције, накнадно продужење прорачуна са дискретизацијом другог реда није давало никакве видне промене, па су конвергенције са дискретизацијом првог реда усвајане као финалне. У прорачунима је коришћена опција активног управљања конвергенцијом решења (*Solution Steering*). Струјно поље је дефинисано као суперсонично, док је оптимизација домена мреже вршена *Reverse Cuthill-McKee* методом. Иницијализација прорачуна обављана је на четири нивоа опцијом *Full Multi-Grid solution initialization*. Задавани дијапазони Курантовог броја били су $1 \div 20$, зависно од конфигурације препреке и степена ефективног засенчења излазног пресека.

Развијена и примењена методологија одређивања компоненти сила, базирана на могућности пакета FLUENT да инеграла задате параметре по пресецима струјног поља и одређује силе које делују по зидовима и контурама препрека, омогућила је како успешно квантитативно поређење анализираних конфигурација спојлера и млазних крилаца, тако и одређивање шарнирних момената у случају крилаца.

Први од више радова који чине основу докторске дисертације кандидаткиње је **рад бр. 4.** из категорије **M24** (часопис FME Transactions). У њему је разматрано 2D струјање у конвергентно-дивергентном млазнику са надзвучном струјом на излазу. У анализама је као радни флуид коришћен ваздух, а целокупни модел представља упрошћену симулацију једне од метода векторисања потиска ракетних мотора. Моделирање оваквих сложених надзвучних струјних поља коришћењем рачунара представља један од највећих изазова у области CFD анализа. У раду су представљени иницијални кораци у нумеричкој анализи таквог струјања, генерисаног конвергентно-дивергентним млазником са Маховим бројем $M = 2.6$ на излазу из млазника. Циљ је био постићи добра поклапања са расположивим експерименталним подацима, добијеним током испитивања у надзвучном аеротунелу института ВТИ Жарково, где су испитиване могућности векторисања потиска млазника са ваздухом као радним флуидом, постављањем различитих типова препрека на излазу из млазника. У раду се анализирају случајеви струјања са слободним излазом и са једним изабраним типом препреке на излазу из млазника. За оба случаја коришћене су структуриране прорачунске мреже за решавање RANS једначина са $k - \omega$ SST турбулентним моделом. Након квалитативних и квантитативних поређења са расположивим експерименталним резултатима, утврђена су добра поклапања, при чему је CFD анализа била у могућности да пружи и додатне податке о струјном пољу, који нису мерени током експеримената.

Следећи у овој категорији је **рад бр. 1.** из категорије **M23**, у коме кандидаткиња врши надградњу претходних разматрања и у циљу симулације управљања вектором потиска (УВП) ракетних мотора, прво користи спојлер постављен у неколико различитих положаја до максималних 30% засенчења површине излазног пресека, без процепа и са процепом у односу на излазни пресек млазника. Резултати прорачуна упоређени су са расположивим експерименталним подацима квалитативно и квантитативно, при чему су у оба случаја добијена задовољавајућа поклапања. Иста CFD подешавања су затим употребљена за

компјутерску анализу још једног типа УВП – млазног крилца, које је анализирано у четири различите усвојене конфигурације у односу на млазник. Стабилна конвергенција решења постигнута је за све углове отклона млазних крилаца до 40° .

Трећи рад у коме се кандидаткиња бави овом проблематиком је **рад бр. 6.** у категорији **M33.** У овом раду детаљно је приказана оригинална методологија коју је кандидаткиња увела у циљу ефикасног одређивања анализе утицаја различитих конфигурација млазник-препрека, као и геометријских карактеристика препрека на аеродинамичку ефикасност система за управљање вектором потиска. Резултати прорачуна су омогућили детаљано поређење два разматрана типа УВП, како у смислу оствареног скретања силе потиска, тако и у контексту губитака потиска. Тиме је показано да ова прорачунска метода може да пружи битне и релевантне смернице у развоју и пројектовању система за управљање вектором потиска.

У **раду бр. 2.** из категорије **M23** разматра се комплексно трансонично струјање око стреластог крила коначног размаха. У питању је стандардно калибрационо крило типа Onera M6, које је наменски пројектовано и испитивано у аеротунелу при трансоничним Маховим бројевима и формирана је база података расподела притисака по горњаци и доњаци крила публикована у AGARD AR 138, која се већ дужи низ година у свету користи за верификацију резултата добијених CFD програмским пакетима разних нивоа комплексности. Случај разматран у овом раду карактерише сложена појава два ударна таласа на горњаци крила, који се при његовом крају спајају у један, што представља изузетно захтеван задатак везан за CFD анализу. У овом раду тродимензионално, компресибилно, вискозно и нестационарно трансонично турбулентно струјање око овог крила моделирано је хибридном RANS-LES методом, комбинованом са компресибилним $k - \omega$ SSTSAS турбулентним моделом. Коришћени приступ базира се на подели утицаја флукутирајућих и осредњених поља брзина у оквиру субтензора и моделирању сваког од њих одговарајућом турбулентном вискозношћу. У прорачуну, "RANS mod" се користи у доменима струјног поља која се са прихватљивом тачношћу могу третирати као стационарна, нпр. у околини контуре крила, док се "LES mod" примењује у доминантно нестационарним областима, далеко од крила. Дискретизација једначина струјања вршена је методом коначних разлика на неструктурираној мрежи, док је паралелизација обављена декомпоновањем мреже на субдомене уз коришћење Open MPI технологије. Имплементација турбулентног модела обављена је коришћењем OpenFOAM-а. Симулација струјања је такође вршена и у ANSYS Fluent-у, а резултати добијени помоћу ове две методе упоређени су како међусобно, тако и са Онега М6 експериментом. Добијена су јако добра поклапања са експериментом, што представља успешну верификацију новог прорачунског модела уведеног и примењеног у прорачунима приказаним у овом раду.

Рад бр. 3. из категорије **M23** бави се прелиминарним прорачунским анализама аеродинамике, стабилности и перформанси новог лаког авиона BS-03. Иницијални прорачуни представљени у раду урађени су помоћу 3D методе вртложне решетке, односно "невискозни" CFD модел. Пошто се ова метода базира на концепту невискозног флуида, нелинеарни калибрацијски дијаграми за ефикасност и циркулацију управљачких површина одређени су на основу аеротунелских испитивања једног постојећег авиона. Ове функције су затим интерполиране за геометрију новог лаког авиона и извршени су прорачуни зависности коефицијента узгона и коефицијента момента око тежишта у функцији нападног угла, у њиховим линеарним доменима. Прорачуни су обављени за положаје закрилаца $\tau = 0^\circ, 20^\circ$ и 30° , и за сваки од њих при отклонима крмила висине од -30° до $+20^\circ$, са кораком од 10° . На основу ових прорачуна формиране су дијаграми зависности $C_M - C_Z$, за све поменуте комбинације отклона закрилаца и крмила висине (које би аналитичким путем било много теже добити и врло вероватно са нижом тачношћу), а које дефинишу степен уздужне статичке стабилности авиона. Док се у аналитичким прорачунима утицај отклона крмила висине на уздужну статичку стабилност практично занемарује, прорачуни приказани у овом раду говоре да овај утицај није превелики, али ипак постоји и реда је величине од око 2%

промене резерве стабилности (у дијапазону промене вредности 13.8% до 15.8% за конкретни авион) између два екстремна положаја крмила висине, при свим угловима отклона закрилаца. У овом раду аналитички прорачуни коришћени су за одређивање допунског утицаја погонске групе на стабилност. У смислу прорачуна отпора, отклоњена закрилица и крмало висине генеришу локалне редистрибуције узгона које доприносе индукованом отпору, чак и при нападним угловима при којима је укупни узгон авиона једнак нули, и такав индуковани отпор конфигурације успешно је одређен примењеним невискозним CFD моделом. Компоненте паразитног отпора које CFD прорачун изоставља, одређене су поузданим аналитичким методама и суперпониране са CFD резултатима, чиме су добијене комплетне прорачунске поларе новог авиона за све поменуте комбинације отклона закрилаца и крмила висине. Овакве поларе су много поузданије од оних које се базирају на чисто аналитичким методама, које у највећем броју случајева индуковани отпор авиона своде искључиво на индуковани отпор генерисан крилом. Ови прорачуни представљали су улазне параметре за прорачун перформанси, помоћу наменски писаног фортранског програма за потребе пројекта овог авиона, при чему су у раду оне приказане за поменути авион у категорији Aerobatic. У раду су срачунате и графички представљене зависности потребне и расположиве снаге за дијапазон висина од 0 до 3500 m, дијаграми промене максималне брзине пењања у функцији брзине лета за исте висине, као и максимални долет и трајање лета са богатом и осиромашеном смешом. Коначно, приказане су укупне дужине полетања и слетања преко препреке од 15 m за случај бетонске писте и надморске висине аеродрома од 0 до 2000 m. Показано је да овако постављен глобални прорачунски приступ омогућава брзе и ефикасне процене аеродинамичких карактеристика, стабилности и перформанси лаког ваздухоплова у прелиминарној фази пројектовања и да је врло флексибилан у смислу вршења модификација конфигурације, које су у највећем броју случајева неминовне током еволуције пројекта.

У **референци бр. 5.** из категорије **M24** представљено је више метода аеродинамичких прорачуна, примењених у различитим фазама развоја пројекта авиона BS-03. Генерално, током аеродинамичког пројектовања ваздухоплова, сходно његовој категорији и фази развоја у којој се пројекат налази, потребно је користити адекватне прорачунске методе и софтверске алате како са аспекта ангажовања ресурса, тако и потребног времена за обављање прорачуна. У случају лаких авиона, у иницијалној фази уобичајено се користе аналитичке и семиемпиријске методе, комбиноване са једноставним - невискозним CFD прорачунским моделима, док се у каснијим фазама обављају релативно комплексне CFD анализе са утицајем вискозности. У данашње време се, у категорији лаких авиона, поразумева да савремени прорачунски алати за сваку од фаза развоја морају бити адекватно изабрани, тако да се њима добијени резултати међусобно верификују и допуњавају. У раду су приказане прорачунске методе коришћене током аеродинамичке анализе новог лаког авиона у различитим фазама његовог развоја. Дат је генерални приказ метода које су детаљније образложене у референцама бр. 3, 8 и 8, коришћених у раним фазама пројекта, док је у овом раду кључни акценат на последњој фази прорачунске анализе, која је вршена пуним вискозним CFD прорачунским моделом у програмском пакету ANSYS Fluent, на комплетној конфигурацији авиона са положајима закрилаца на 0°, 20° и 30°. Пошто су у овој фази разматрани симетрични случајеви лета, ради оптимизације ресурса и времена прорачуни су рађени на полумоделу, при чему се добијени резултати пресликавају на комплетну конфигурацију авиона. Овим прорачуном добијени су изузетно важни резултати везани, поред осталог, и за аеродинамичке карактеристике у домену оокритичних и надкритичних нападних углова. Извршено је поређење резултата добијених различитим методама, и показано је да су глобална поклапања потпуно остварена, чиме је испуњени постављени стандарди савременог аеродинамичког пројектовања авиона.

Референце бр. 7. ÷ 9. из категорије **M33** приказују хронологију увођења, верификације и оперативне примене прорачунских поступака и алата коришћених у оквиру пројектовања

аеродинамичке конфигурације лаког тренажног авиона BS-03. У раду 9. приказана је аеродинамичка анализа изведена помоћу 3D методе вртложне решетке (VLM), у циљу потврде да се њеним коришћењем добијају добра поклапања са експерименталним подацима постојећег авиона. Како примењени прорачунски модел не узима у обзир ефекте вискозности, прорачунска ефикасност командних површина и закрилаца је већа од реалних вредности. Како би се компензовао занемарени утицај граничног слоја, успешно је формиран низ калибрационих дијаграма за утицај ефикасности и циркулације, и постигнута су добра поклапања са подацима из аеротунелских испитивања. Након неколико неопходних подешавања, калибрационе функције су примењене на VLM анализе у оквиру концептуалног развоја новог лаког авиона, а добијени резултати су упоређени са резултатима познатих аналитичких метода и добијена су веома добра поклапања. У раду бр. 8. акценат је стављен на прорачун укупног отпора комплетне конфигурације авиона са различитим комбинацијама отклона закрилаца и крмила висине. Наиме, отклоњена закрилица и крмилу висине генеришу локалну расподелу узгона која доприноси повећању индукованог отпора, чак и на нападним угловима на којима је укупни узгон авиона једнак нули, што је успешно одређено примењеним CFD моделом. Компоненте паразитног отпора, које су изостављене у CFD прорачунима, процењене су коришћењем DVL, Datcom и Douglas метода и суперпониране су са резултатима за индуковани отпор, и тако су добијени комплетни дијаграми за нови авион у различитим конфигурацијама симетричног лета. Оваквим хибридном приступом у прорачуну комплетног отпора авиона оптимално су комбиноване и искоришћене како предности семиемпиријских и аналитичких метода, тако и невискозног CFD модела који је, за разлику од претходних, у могућности да много ефикасније одреди индуковани отпор комплетне конфигурације са произвољним комбинацијама отклона командних површина. У раду бр. 7. акценат је на последњој фази аеродинамичког прорачуна, где је извршена вискозна CFD анализа конфигурације авиона, која је у претходним фазама неколико пута модификована и коначно "замрзнута". Приказана је логика оптимизације прорачунског модела, где је прорачун полумодела авиона, због хардверских ограничења која су постојала у време дате фазе пројектовања, могао да буде вршен на неструктурираној мрежи од око највише милион елемената, али је зато искоришћен много сложенији физикални модел од уобичајеног за категорију лаких авиона. Крајњи исход је била врло стабилна конвергенција решења за све разматране конфигурације авиона и нападне углове, као и могућност анализе масивног одвајања струје и других сложених феномена и на надкритичним нападним угловима, који одговарају уласку у област тзв. дубоког столинга летелице.

Пре пројекта лаког авиона, кандидаткиња се бавила компјутерским анализама узгонских конфигурација авиона коришћењем наменски писаног софтвера, из чега су проистекли **радови бр. 12. и 14. у категорији M63.**

Референце бр. 10. и 11. из категорије **M51** представљају радове кандидаткиње који су претходно објављени у зборницима са међународних конгреса 7. и 9, а који су објављени у часописима националног значаја и то Универзитета у Новом Саду по позиву редакције (10. - сврстан у категорију Original scientific paper) и Универзитета у Риједи по позиву редакције (11. - са проширењем обима и допунском рецензијом и лектуром).

Референце сумарно приказане под **бројем 16.** везане су за учешће кандидаткиње на пројекту лаког тренажног авиона BS-03 који је тренутно у фази летног прототипа, а где се доминатно бавила аеродинамичким пројектовањем летелице, као и прорачунима перформанси и стабилности. Поред тога, у оквиру овог пројекта учествовала је у конципирању и дефинисању конфигурације и летно-техничких захтева авиона, иницијалном избору опреме и инструмената, дефинисању интерних стандарда и прописа израде и квалитета конструкције, команди, опреме и система, итд. У оквиру лабораторијског рада на овом пројекту, кандидаткиња је учествовала у четири категорије статичких испитивања конструкције

ваздухоплова обављених на Машинском факултету Универзитета у Београду, као и у формирању финалних извештаја и закључака са ових испитивања.

Референца бр. 17. представља ангажовање кандидаткиње у области неваздухопловних пројеката, где је учествовала у пројектовању, изради и испитивањима лопатица вентилатора расхладних торњева термоелектрана. Пројектовање и моделирање се вршило кроз примену програмских модула који су повезани са базом података свих аеропрофила. Одговарајући параметри у програмским модулима дефинисали су геометрију лопатица и омогућили записивање потребних података у датотеке, које су коришћене за одговарајуће прорачуне и анализе. У завршној фази пројектовања примењен је систем за аутоматизовану израду техничке документације композитне лопатице расхладне куле термоелектране. Поред лопатице од композита, пројектован је и калуп од композитних материјала, као и пећ за полимеризацију. О овој проблематици говори се и у **раду бр. 13.** из категорије **М63.**

Д.2. Приказ и оцена научног рада у меродавном изборном периоду, након избора у звање доцента

У меродавном периоду за избор у ванредног професора кандидаткиња је резултате свог рада објавила у радовима приказаним у групама Г.1. и Г.2. овог реферата. Објавила је 3 рада из категорије М23 и 3 рада из категорије М33. Увидом у достављену документацију чланови Комисије за писање реферата констатовали су да се кандидаткиња бавила анализом различитих проблема из области теоријске, експерименталне и прорачунске аеродинамике, у ужој научној области Ваздухопловство.

Један од битних задатака у области аеродинамике је развој аеропрофила са што бољим аеродинамичким карактеристикама. Све чешће се у том пољу истраживања користи бионика, односно примена биолошких механизма у науци и инжењерству. Румунски научник Iosif Tarosu је генерисао математички модел фамилије аеропрофила чија се геометрија базира на облику делфина. Показало се, међутим, да ови аеропрофили при нападним угловима који се оперативно користе у пракси имају битно лошије аеродинамичке карактеристике од НАСА аеропрофила одговарајућих основних геометријских параметара. Из тог разлога спроведено је истраживање у смислу модификације оштре нападне ивице аеропрофила типа Делфин у циљу побољшања аеродинамичких параметара тако добијеног хибридног аеропрофила. Резултати тог истраживања презентовани су у **референци 20.** Коришћењем програмског пакета ANSYS Fluent установљен је CFD прорачунски модел, који је верификован поређењем резултата прорачуна са расположивим експерименталним подацима, а затим је извршено поређење аеропрофила НАСА 2415 и аеропрофила Делфин компатибилних основних геометријских параметара у смислу релативне дебљине и закривљености. Резултати су показали да оригинални Делфин има нешто бољу финесу у домену коефицијената узгона $0.1 - 0.35$ у односу на НАСА аеропрофил, али су његове аеродинамичке карактеристике ван тог домена биле драстично лошије од НАСА аеропрофила. Након испитивања серије нових хибридних Делфин аеропрофила са модификованом нападном ивицом, дошло се до верзије М4 којом су се достигле карактеристике НАСА аеропрофила, што указује на оправданост даљег истраживања хибридних Делфин аеропрофила како би се њиховом модификацијом постигла већа аеродинамичка ефикасност у подзвучном домену брзина у односу на постојеће аеропрофиле компатибилних примарних геометријских карактеристика.

Аеродинамичке анализе опструјавања грађевинских објеката, којима се добијају подаци везани за утицај правца и брзине ветра на генерисање допунских структуралних оптерећења изворно су вршена у случајевима објеката великих висина (облакодера, димњака, кула за хлађење), дугачких мостова у зонама јаких ветрова или у кањонима где се брзина ветра може

вишеструко повећати услед вентури-ефекта и сл., као и за објекте изложене екстремним ветровима (нафтне платформе на океанима). Међутим, услед климатских промена до којих је дошло током протеклих година, просечне брзине ветрова су се увећале и у областима за које нису карактеристичне екстремне појаве као што су торнада, урагани и сл., па су у том смислу постале критичне и грађевине мањих и средњих величина. Испитивања утицаја ветра на разне врсте грађевинских објеката морају узети у обзир утицај атмосферског граничног слоја у коме брзина ветра прогресивно опада са висином, а профил и висина овог слоја у великој мери зависи од типа и конфигурације терена по коме ваздух струји. Ова испитивања су се годинама вршила у подзвучним аеротунелима. Иако је развој савремене науке и технологије довео до тога да аеротунелска испитивања постану финансијски прихватљивија, она и даље захтевају и значајна финансијска средства, као и време за израду модела објеката и препрека које се постављају ради симулације граничног слоја. Убрзани развој рачунарског хардвера и софтвера омогућио је да ова проблематика почне да прелази у домен компјутерске аеродинамичке анализе. У **референцама 22 и 25** приказани су резултати експерименталног и нумеричког моделирања, симулације и анализе атмосферског граничног слоја без присуства грађевинских објеката у радном делу аеротунела. CFD анализа атмосферског граничног слоја симулираног у подзвучном аеротунелу коришћењем различитих типова препрека, извршена је у програмском пакету ANSYS Fluent коришћењем *SST k- ω* турбулентног модела. Овако установљени прорачунски модел виртуелног радног дела аеротунела верификован иницијалним аеротунелским испитивањима за сваку наредну поставку пружа могућност да замени значајан број радних сати аеротунела, чиме укупни трошкови анализе аеродинамичких оптерећења која делују на грађевинске објекте при различитим брзинама ветра, за одговарајуће конфигурације терена и профиле атмосферског граничног слоја, могу бити знатно умањени.

Прорачунска динамика флуида (Computational Fluid Dynamics CFD) има веома битну улогу у иницијалним фазама пројектовања летелица. Резултати добијени CFD анализама могу јасно да укажу на потенцијалне недостатке прелиминарног пројекта, као и на начине на које се ови недостаци могу исправити у каснијим фазама његовог развоја. У **раду 24.** приказана је нумеричка симулација субсоничног и трансоничног струјања око млазног школско борбеног авиона на различитим нападним угловима. Установљени турбулентни прорачунски модел верификован је коришћењем стандардног калибрационог крила типа Onera M6, за које постоји база експериментално добијених података која се већ низ година у свету користи за верификацију резултата добијених CFD програмским пакетима. Овај прорачунски модел је затим примењен за прорачун 3D модела млазног школско борбеног авиона Super Galeb G4, за који постоје расположиви подаци добијени испитивањима у лету. Добијени резултати су показали задовољавајућа поклапања са поларама добијеним током испитивања у лету, при чему су омогућили и детаљну визуелизацију комплексне струјне слике која се јавља у случају трансоничног струјања око летелице, што није могуће снимити испитивањем у лету. С обзиром да су ови резултати, у оквиру прелиминарне анализе, добијени коришћењем мреже од милион елемената на полумоделу, повећањем броја елемената мреже на 5 до 10 милиона, за потребе комерцијалних пројеката, овај CFD модел би могао да замени значајан број финансијски и временски захтевних сати аеротунелских испитивања.

За велики број модерних млазних борбених авиона који имају стреласти крила мале виткости или делта крила карактеристично је да имају тзв. стрејкове. Стрејкови, који практично представљају продужетак нападне ивице у корену крила (енгл. *leading edge root extensions – LERX*), су први пут примењени 1959. године на авиону Northrop F-5 „Freedom Fighter“. Њихов примарни задатак је генерисање вртлога који енергизују ваздушну струју на горњаци крила и на тај начин доприносе побољшању маневрабилности летелице при умереним нападним угловима, као и одлагању слома узгона при већим нападним угловима. Иако ови вртлози локално стварају додатни отпор, енергизовањем граничног слоја одлаже се

отцепљење струје на горњаци, тако да њихов ефекат може да буде чак смањење укупног отпора. Како се стрејкови налазе испред тежишта авиона, у контексту уздужне статичке стабилности, они делују дестабилишуће у мери која зависи од њихове аеродинамичке површине и растојања од тежишта. У **референци 23** приказани су резултати испитивања глобалног утицаја неколико одабраних облика стрејкова исте изложене површине на коефицијенте узгона, момента и отпора, као и на деривативе уздужне статичке стабилности, у случају симетричног лета (без скретања, ваљања и клизања). Све CFD анализе вршене су у програмском пакету ANSYS Fluent применом RANS једначина и SST $k-\omega$ турбулентног модела. За приказане анализе коришћени су постојећи Стандардни Динамички Модел (СДМ) и нови Модификовани Динамички Модели (МДМ) добијени у овом раду модификацијама СДМ-а. Усвојени прорачунски модел је прво примењен на СДМ и његова верификација је извршена поређењем добијених резултата са резултатима експерименталних испитивања СДМ-а вршених у аеротунелу Т-38 Војнотехничког Института у Жаркову, за два подзвучна Махова броја. У смислу модификације уздужно статички нестабилног оригиналног СДМ-а, први корак је био уклањање оригиналних двоструко-клинастих стрејкова са модела и модификација хоризонталног репа, како би се добила уздужно статички стабилна конфигурација при свим нападним угловима. Тако модификованом моделу су затим додавани стрејкови три различите геометрије: елиптични, оживални и троугласти, исте изложене површине, како би се генерисале уздужно статички нестабилне конфигурације. Анализе су показале да је у случају конфигурације са елиптичним стрејковима постигнуто највеће повећање коефицијента узгона, финесе при већим нападним угловима, као и да овај тип стрејкова има најповољнији утицај на уздужну статичку стабилност. Приказане анализе представљају полазну тачку за будућа испитивања комплекснијих, вишесегментних геометрија стрејкова.

Могућност континуираног лета током дужег временског периода је последњих година предмет великог броја студија вршених како у области цивилног ваздухопловства, тако и када су у питању беспилотне летелице. Високотеће платформе су летелице које имају могућност дуготрајног летења на надморским висинама од 17 km и већим. У **референци 21** приказан је процес пројектовања и оптимизације крила за овакве платформе, као и CFD анализа његових аеродинамичких карактеристика. Генетски алгоритам са два задата циља, CST параметризација и панелна метода у оквиру пакета XFOIL комбиновани су како би се дефинисали различити аеропродили са што већом финесом и максималним коефицијентом узгона. Након избора оптималног аеропродила, моделирана је геометрија центропланског полукрила са диједром на трапезном сегменту, чије су аеродинамичке перформансе затим одређене применом CFD анализа. Симулације струјног поља при различитим нападним угловима вршене су у програмском пакету ANSYS Fluent коришћењем transition SST турбулентног модела, који укључује и моделирање преображаја граничног слоја. Приказани су добијени квантитативни и квалитативни резултати, као што су криве аеродинамичких коефицијената и визуелизације струјног поља. Након тога, симулирана је дневна мисија летелице и извршена је процена захтева у смислу енергије потребне за лет током дужег временског периода.

У пројекту DaRe (Drone for Agriculture - Research Enhancement), **референца 26**, развијан је прототип мултироторног беспилотног система велике носивости намењеног за запрашивање усева, воћа и винограда. Партнер из привреде Машинског факултета у овом пројекту Програма сарадње науке и привреде - Фонда за иновациону делатност, била је домаћа ваздухопловна компанија Конелек. Кандидаткиња је током учествовања у овом пројекту дала свој допринос кроз развој и адаптацију теоријских и нумеричких аеродинамичких модела ради њихове примене при аеродинамичкој анализи мултироторних вазухопловних аутономних система.

Б. Оцена испуњености услова

На основу увида у конкурсни материјал и чињеница наведених у овом Реферату, Комисија закључује да је кандидаткиња др Оливера Костић, дипл. инж. маш., доцент на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду остварила следеће резултате:

1. Научни степен доктора техничких наука стечен на Машинском факултету Универзитета у Београду из уже научне области Ваздухопловство, за коју се бира;
2. Једанаестогодишње искуство у педагошком раду са студентима;
3. Позитивну оцену педагошког рада, изражену способност за наставно – педагошки рад, које је стицала током дугогодишњег рада на Машинском факултету Универзитета у Београду. За период од школске 2017/2018 до 2021/2022 године, према извештају Центра за квалитет наставе и акредитацију Машинског факултета Универзитета у Београду, има високе оцене у студентском вредновању њеног педагошког рада за предмете на којима изводи наставу (предавања и аудиторне вежбе) и то: по годинама и свим предметима 4.56, а по предметима за цео период 4.59.
4. Остварила је запажене резултате у развоју научно – стручног подмлатка;
5. Објавила је укупно 6 научних радова публикованих у међународним часописима са SCI листе категорије M23, од тога 3 рада у меродавном изборном периоду;
6. 7 радова на научним скуповима из категорије M33, од чега 3 рада у меродавном изборном периоду, као и 4 рада из категорије M63;
7. Коаутор је једне књиге из уже научне области за коју се бира;
8. Учествовала је као сарадник у реализацији три пројекта, од чега у једном у меродавном изборном периоду;
9. 46 хетероцитата, *h*-index 4, према бази SCOPUS;
10. Ментор је два докторанда;
11. Учествовала је како у фази израде, тако и у својству члана комисије за оцену и одбрану једног дипломског и 9 мастер радова;
12. Од школске 2016/2017 године кандидаткиња је ангажована на реализовању наставе на Војној академији Универзитета одбране Републике Србије, на предмету Аеродинамичке конструкције;
13. Учествује у организовању редовних годишњих посета студената Катедре за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду сектору Експерименталне аеродинамике и другим секторима Војнотехничког института у Жаркову;
14. Била је члан организационог одбора међународног научног скупа „International Symposium on Aircraft Technology, MRO & Operations ISATECH“, одржаног 14 - 16. 09. 2022. у Београду (<https://2022.isatech.org/committees/>);
15. Учествовала је у раду организационог одбора Свечане академије поводом 90 година од оснивања Катедре за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду и један је од аутора књиге „90 година Катедре за ваздухопловство 1931.-2021.“, ISBN: 978-86-6060-104-1, обима 297 страна, објављене 2021. године у издању Машинског факултета Универзитета у Београду;
16. Члан је Српског аерокосмонаутичког друштва (раније Југословенско аерокосмонаутичко друштво);
17. Дугогодишњи је рецензент часописа FME TRANSACTIONS у издању Машинског факултета Универзитета у Београду.

Е. Закључак и предлог

На основу детаљног прегледа и разматрања свих достављених материјала и увидом у стручне и педагошке способности кандидаткиње, изложених у овом Реферату, Комисија закључује да кандидаткиња др Оливера Костић, доцент Машинског факултета Универзитета у Београду, **испуњава све критеријуме потребне за избор у звање ванредног професора** прописане Законом о високом образовању Републике Србије, Правилником о условима за стицање звања наставника и сарадника на Универзитету у Београду и Статутом Машинског факултета Универзитета у Београду.

На основу наведеног, Комисија предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду и Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да др Оливера Костић, дипл. инж. маш., доцент Машинског факултета Универзитета у Београду, буде изабрана у звање **ванредног професора** са пуним радним временом на одређено време од 5 година на Катедри за ваздухопловство Машинског факултета Универзитета у Београду за ужу научну област Ваздухопловство.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Часлав Митровић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Бенгин, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Грбовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Александар Симоновић, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др Бранимир Стојиљковић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет