

ИЗБОРНОМ ВЕЋУ НАСТАВНО - НАУЧНОГ ВЕЋА

Предмет: Извештај о испуњености услова за стицање научног звања **научни сарадник** кандидата др Марију З. Балтић, дипл. инж. маш.

Одлуком Изборног већа у оквиру Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 680/2 од 12.04.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за утврђивање испуњености услова за избор у научно звање **научни сарадник** за кандидата др Марију З. Балтић, дипл. инж. маш., о чему подносимо

ИЗВЕШТАЈ

следећег садржаја:

БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ	2
БИБЛИОГРАФСКИ ПОДАЦИ	2
РАД У МЕЂУНАРОДНОМ ЧАСОПИСУ ИЗУЗЕТНЕ ВРЕДНОСТИ, М21А.....	2
САОПШТЕЊА СА МЕЂУНАРОДНИХ СКУПОВА ШТАМПАНА У ЦЕЛИНИ, М33	3
САОПШТЕЊА СА МЕЂУНАРОДНИХ СКУПОВА ШТАМПАНА У ИЗВОДУ, М34	4
РАДОВИ У ВРХУНСКИМ ЧАСОПИСИМА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА, М51	4
САОПШТЕЊА СА СКУПОВА НАЦИОНАЛНОГ ЗНАЧАЈА ШТАМПАНА У ЦЕЛИНИ, М63.....	4
ОДБРАЂЕНА ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА, М70	5
ТЕХНИЧКА РЕШЕЊА, М80	5
КВАНТИТАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ	5
АНАЛИЗА РАДОВА И ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ КОЈИ КАНДИДАТА КВАЛИФИКУЈУ ЗА НАУЧНО ЗВАЊЕ НАУЧНИ САРАДНИК	6
РАЗВОЈ УСЛОВА ЗА НАУЧНИ РАД, ОБРАЗОВАЊЕ И ФОРМИРАЊЕ НАУЧНИХ КАДРОВА	13
Научни допринос кандидата.....	13
Педагошки рад и радне активности	13
Утицајност кандидатових научних радова.....	13
Углед и утицајност публикација у којима су објављени кандидатови радови.....	14

ЦИТИРАНОСТ	14
СТЕПЕН САМОСТАЛНОСТИ У НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКОМ РАДУ И ЕФЕКТИВНИ БРОЈ РАДОВА.....	14
ЗАКЉУЧАК СА ПРЕДЛОГОМ	14

БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Др Марија Балтић (девојачко Станојевић), рођена је 24.02.1980. године у Пожаревцу, где је завршила основну школу и гимназију природно-математичког усмерења. Дипломирала је на Машинском факултету Универзитета у Београду на Одсеку за ваздухопловство 24.11.2004. године са просечном оценом 8,88 и оценом 10 на одбрани дипломског рада. Постдипломске студије уписала је школске 2004/2005. године на Машинском факултету Универзитета у Београду на Катедри за ваздухопловство, где 15.07.2010. године стиче звање магистра техничких наука одбраном магистарског рада под насловом „Нумеричко и емпиријско испитивање фреквентних карактеристика композитних танкозидних структура“, ментор проф. др Слободан Ступар.

Од 2005. године запослена је на Машинском факултету и ангажована на пројекту финансираном од стране Министарства за науку и заштиту животне средине ев. бр. ТР-6373 „Развој лаког хеликоптера“, као и иновационом пројекту ев. бр. ИП-8123 „Развој технолошки напредне ветротурбине оптимизирание за мале брзине ветра“ током 2006. и 2007. године. Учествоје у реализацији наставе на предметима Ветротурбине и Ветротурбине 2. Као истраживач учествовала у реализацији пројекта технолошког развоја финансираног од стране Министарства науке у периоду од 2008. до 2010. године, ев. бр. 18029 под називом „Развој технологија пројектовања и израде лопатица ветротурбина великих снага и других великогабаритних композитних структура“. Од 2010. ангажована је на пројекту ев. бр. ТР-35035 „Истраживање и развој савремених приступа пројектовања композитних лопатица ротора високих перформанси“.

Аутор и коаутор је више од 40 научно-стручних радова. У оквиру сарадње са привредом учествовала је у изради више од 50 студија, елабората и главних машинских пројеката за различита постројења. Говори енглески језик и поседује искуство у коришћењу инжењерских софтверских пакета, као и експерименталном истраживању. Удата је и мајка је двоје деце.

Научни степен доктора техничких наука, стекла је одбраном докторске дисертације под називом „Утицај оштећења на динамичке карактеристике композитних лопатица ротора ветротурбина“, на Машинском факултету 28.09.2018. године.

БИБЛИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Рад у међународном часопису изузетне вредности, M21a
(M21a: 1×10 = 10)

M21a.1. Komarov, D., Stupar, S., Simonović, A., **Stanojević, M.**: Prospects of wind energy sector development in Serbia with relevant regulatory framework overview, *Renewable and*

Sustainable Energy Reviews, ISSN 1364-0321, 2012, Vol. 16, No. 5, pp. 2618-2630, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.01.067>. (IF2012 = 5,627)

**Саопштења са међународних скупова штампана у целини, М33
(М33: 8×1 = 8)**

M33.1. Komarov, D., Svorcan, J., Stupar, S., Simonović, A., **Stanojević, M.**: *Computational Study of Flow Around Low-Reynolds Airfoils*, Proceedings of the 5th International Scientific Conference on Defensive Technologies – OTEH 2012, pp. 55-60, ISBN 978-86-81123-58-4, Belgrade, 18-19. Sep, 2012.

M33.2. Komarov, D., Svorcan, J., Stupar, S., Simonović, A., **Stanojević, M.**: *Numerical investigation of S809 airfoil aerodynamic characteristics*, Fourth Serbian (29th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics, pp. 249-254, ISBN 978-86-909973-5-0, Vrnjačka Banja, Serbia, 4-7. Jun, 2013.

M33.3 Svorcan, J., Komarov, D., Stupar, S., Posteljnik, Z., **Stanojević, M.**: *Computational analysis of unsteady aerodynamic loads acting on an oscillating wing in transonic flow*, Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Defensive Technologies – OTEH 2014, pp. 61-66, ISBN 978-86-81123-71-3, Belgrade, 9-10. Oct, 2014.

M33.4. Svorcan, J., Trivković, Z., **Baltić, M.**, Peković, O.: *Rapid multidisciplinary, multi-objective optimization of composite horizontal-axis wind turbine blade*, 1st International Conference on Multidisciplinary Engineering Design Optimization – MEDO 2016, pp. 1-6, ISBN 978-1-5090-2112-3, DOI: 10.1109/MEDO.2016.7746538, Belgrade, 14-16. Sep, 2016.

M33.5. Trivković, Z., Svorcan, J., **Baltić, M.**, Komarov, D., Fotev, V.: *Computational analysis of helicopter main rotor blades in ground effect*, Proceedings of the 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies – OTEH 2016, pp. 58-63, ISBN 978-86-81123-82-9, Belgrade, 6-7. Oct, 2016.

M33.6. Svorcan, J., Trivković, Z., **Baltić, M.**, Peković, O.: *Comparison of different numerical approaches to computation of wind turbine blade aerodynamic performances with special attention to vortex methods*, The 6th International Congress of Serbian Society of Mechanics, ISBN 978-86-909973-6-7, Mountain Tara, Serbia, 19-21. Jun, 2017.

M33.7. Svorcan, J., Peković, O., Ivanov, T., **Baltić, M.**: *Computational Analysis of Propeller Slipstream Aerodynamic Effects*, Proceedings of the 8th International Scientific Conference on Defensive Technologies – OTEH 2018, pp. 27-32, ISBN 978-8681123-88-1, Belgrade, 11-12. Oct, 2018.

M33.8. Svorcan, J., Trivković, Z., **Baltić, M.**, Peković, O., Ivanov, T.: *Multi-Objective Structural Optimization of Laminate Vertical-Axis Wind Turbine Blades*, Proceedings of GSRD International Conference, pp. 42-45, ISBN 978-93-88786-54-6, Tokyo, Japan, 6-7. Feb, 2019.

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу, М34
(М34: 2×0,5 = 1)

M34.1. Svorcan, J., Trivković, Z., Ivanov, T., **Baltić, M.**: *Multi-objective integrated optimization of horizontal-axis wind turbines*, International Conference & Workshop REMOO-2017, ISBN 978-3-9818275-2-1, Venice, Italy, 10-12. May, 2017.

M34.2. Svorcan, J., Trivković, Z., Ivanov, T., **Baltić, M.**, Peković, O.: *Multi-Objective Constrained Optimizations of Vertical-Axis Wind Turbine Composite Blades Based on Finite Element Analysis and Particle Swarm Optimization*, YOUNG ResearcherS Conference YOURS 2019, ISBN 978-86-84231-48-4, Belgrade, 26-27. March 2019.

Радови у врхунским часописима националног значаја, М51
(М51: 2×2 = 4)

M51.1 Komarov, D., Stupar, S., Petrović, N., Svorcan, J., **Baltić, M.**: *Uticaj turbulentnog modela na rezultate numeričke simulacije pri opstrujavanju tela nestišljivim fluidom*, *Energija, ekonomija, ekologija*, Savez energetičara, ISSN 0354-8651, 2014, Vol. 1-2, pp. 67-74.

M51.2 Trivković, Z., Svorcan, J., **Baltić, M.**, Komarov, D., Fotev, V.: *Numerička analiza lopatica glavnog rotora helikoptera u blizini zemlje*, *Scientific Technical Review*, ISSN 1820-0206, 2016, Vol. 66, No. 4, pp. 52-58.

Саопштења са скупова националног значаја штампана у целини, М63
(М63: 8×0,5 = 4)

M63.1 Komarov, D., Stupar, S., Simonović, A., Trivković, S., **Stanojević, M.**: *Трендови у индустрији ветротурбина и могући правци развоја домаће ветроенергетике*, Међународно саветовање Енергетика 2010, Златибор, Србија, 2010.

M63.2 Posteljnik, Z., Trivković, S., Petrašinović, N., **Stanojević, M.**: *Projektovanje lopatice napredne vetroturbine primenom savremenih CAD softvera*, Zbornik radova sa 37. JUPITER konferencije (24. CAD/CAM simpozijuma), ISBN 978-86-7083-724-9, pp. 2.41-2.45, Beograd, 10-11. Maj, 2011.

M63.3 Posteljnik, Z., Komarov, D., **Stanojević, M.**, Svorcan, J.: *Projektovanje i analiza termoizolacione obloge korenih ukrućenja čeličnih dimnjaka*, Zbornik radova sa 38. JUPITER Konferencije, ISBN 978-86-7083-757-7, pp. 2.79-2.84, Beograd, 15-16. Maj, 2012.

M63.4 Trivković, S., Peković, O., Petrašinović, N., **Stanojević, M.**: *Primena naprednih softverskih alata u projektovanju savremenih opitnih postrojenja za tretman pijaće vode*, Zbornik radova sa 38. JUPITER Konferencije, ISBN 978-86-7083-757-7, pp. 3.81-3.84, Beograd, 15-16. Maj, 2012.

M63.5 Komarov, D., Stupar, S., Simonović, A., **Stanojević, M.**: *Parametrizacija elemenata lopatice vetroturbine primenom CST metode*, Zbornik radova sa 38. JUPITER Konferencije, ISBN 978-86-7083-757-7, pp. 2.56-2.61, Beograd, 15-16. Maj, 2012.

M63.6 Svorcan, J., Stupar, S., Posteljnik, Z., **Baltić, M.**: *Određivanje osobina materijala kompozitnih delova pomoću eksperimentalnih podataka i neuronskih mreža*, Zbornik radova sa 39. JUPITER Konferencije (26. CAD/CAM simpozijuma), ISBN 978-86-7083-838-3, pp. 2.47-2.52, Beograd, 28-29. Oktobar, 2014.

M63.7 Tanović, D., **Baltić, M.**, Perić, B., Kapor, N.: *Simulacija vetroturbine sa vertikalnom osom obrtanja*, Simulacija vetroturbine sa vertikalnom osom obrtanja, Zbornik radova sa 41. JUPITER Konferencije, ISBN 978-86-7083-978-6, pp. 2.31-2.36, Beograd, 5-6. Jun, 2018.

M63.8 Hasan, S. M., Ivanov, T., Simonović, A., **Baltić, M.**, Svorcan, J.: *Eksperimentalno ispitivanje 3d štampanih delova primenom digitalne korelacije slika*, Zbornik radova sa 41. JUPITER Konferencije, ISBN 978-86-7083-978-6, pp. 3.8-3.14, Beograd, 5-6. Jun, 2018.

Одбрањена докторска дисертација, М70

(М70: 1×6 = 6)

Балтић, М.: Утицај оштећења на динамичке карактеристике композитних полатица ротора ветротурбина, Универзитет у Београду, Машински факултет, 2018.

Техничка решења, М80

(М85: 1×2 = 2)

М85.1 Ступар, С., Симоновић, А., Комаров, Д., Пековић, О., Тривковић, С., **Станојевић, М.**: Заштитини уложак једноплашних челичних индустријских димњака, Машински факултет, Београд, 2009.

(М82: 1×6 = 6)

М82.1 Ступар, С., Симоновић, А., Комаров, Д., Пековић, О., Постељник, З., **Станојевић, М.**: Носећа конструкција расхладне куле, Машински факултет, Београд, 2011.

(М84: 1×3 = 3)

М84.1 Ступар, С., Симоновић, А., Тривковић, С., Сворцан, Ј., **Станојевић, М.**: Технологија израде модела композитне лопатице ветротурбине, Машински факултет, Београд, 2013.

КВАНТИТАТИВНИ ПОКАЗАТЕЉИ

Квантитативни показатељи досадашњег научноистраживачког рада кандидата др Марије З. Балтић, сагласно одредбама Правилника, приказани су у табели 1.

Табела 1. Квантитативни показатељи досадашњег научноистраживачког рада

Група	Ознака врсте резултата – категорија рада	Број резултата	Вредност резултата	Укупно бодова
М20	(М21а) Рад у истакнутом међународном часопису	1	10	10
М30	(М33) Рад саопштен на скупу међународног значаја, штампан у целини	8	1	8

M30	(M34) Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини	2	0,5	1
M50	(M51) Рад у врхунском часопису националног значаја	2	2	4
M60	(M63) Саопштење са скупа националног значаја, штампано у целини	8	0,5	4
M70	(M70) Одбрањена докторска дисертација	1	6	6
M80	(M85) Техничка решења	1	2	2
M80	(M82) Техничка решења	1	6	6
M80	(M84) Техничка решења	1	3	3

АНАЛИЗА РАДОВА И ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ КОЈИ КАНДИДАТА КВАЛИФИКУЈУ ЗА НАУЧНО ЗВАЊЕ НАУЧНИ САРАДНИК

Кандидат Марија З. Балтић остварила је значајан научно-истраживачки допринос у следећим областима:

- Експериментално испитивање структура, посебно композитних као и у идејама спровођења експеримента уз формирање сопствене мерне инсталације,
- Предвиђање динамичког понашања композитних делова услед насталог оштећења применом теорије вибрација, прогнозирање даљег развојка оштећења и доношење одлуке о евентуалној санацији,
- Нумеричка симулација и примена одговарајућих софтвера у анализи понашања структуре у циљу верификације добијених експерименталних резултата.

Имајући у виду до сада остварене резултате у експерименталном истраживању и испитивању композитних структура, чланови комисије за писање извештаја су констатовали да је кандидат др **Марија Балтић**, дала научни допринос у сагледавању и примени метода одређивања динамичких карактеристика композитних структура, модификовању и побољшању постојећих методологија експерименталног испитивања и развоју нових, посебно прилагођених испитивању фреквентних карактеристика. Такође, метода корелације резултата нумеричке симулације и остварених резултата може се успешно применити при развоју алгорита за праћење стања понашања структуре и са великом прецизношћу применити у различитим областима истраживања.

У раду из категорије M21a је приказан значај ветроенергетских система са детаљним описом и приказом потенцијала примене и изградње ветротурбине на подручју Србије. Тренд развоја и употребе обновљивих извора енергије је рапидно увећан последњих година. Искоришћење енергије ветра управо представља једну од технологија која се најбрже развија применом савремених метода. У овом раду аутори су покушали да сагледају тренутно стање употребе ветротурбина у Србији као једне од најразвијенијих метода коришћења ОИЕ у свету. Кратак преглед електроенергетског сектора у Србији дат је како би се описало окружење и потреба за развојем сектора ветроенергије. Садашња енергетска регулатива у Србији је приказана у смислу прописа који се морају поштовати како би били испуњени захтеви за изградњу ветротурбина. У наредном делу кратко су описани пројекти примене ветроенергетских система у својој иницијалној фази. Сектор производње електричне енергије применом енергије ветра у Србији је неопходан упркос тешкоћама са којима се суочавају инвеститори, регулаторна тела у протеклих неколико

година. Такође, постоји потреба за ширим преносом специфичних знања и технологија везаних за ветроенергетске системе, корелација стручних и научних кадрова како би се убрзао тренутни развој сектора енергије ветра.

У радовима М33.1 и М33.2 је извршена нумеричка анализа нестишљивог флуида за два аеропрофила при нижим Рејнолдсовим бројевима. Израчунате су криве узгона и отпора, при чему су резултати упоређени са одговарајућим експерименталним (*University of Illinois at Urbana-Champaign Low-Speed Airfoil Tests*). У прорачунима је примењено неколико РАНС турбулентних модела, како би се истражиле њихове могућности за предвиђање аеродинамичких карактеристика профила у широком опсегу нападних углова. Главни изазов приликом прорачуна је представљало идентификовање области одвајања која знатно утичу на аеродинамичке карактеристике аеропрофила. Генерално су примењене прорачунске методе засноване на РАНС моделима у циљу прилагођавања могућности предвиђања струјања за ову врсту аеропрофила за широк опсег нападних углова.

Рад М33.3 се бави нумеричким симулацијама у оквиру трансоничног струјања. Трансонично струјање обухвата низ нестационарних појава струјања флуида, као што су области локалног одвајања, померање граничног слоја, турбуленција. Уопштено, тешко је прецизно симулирати ове појаве јер захтевају значајне прорачунске ресурсе. Примарни циљ ове студије је да се процени могућност и применљивост нумеричких симулација за предвиђање аеродинамичких оптерећења која делују на хармонично осцилирајуће крило при трансоничном струјању. Нестационарно струјно поље око крила које осцилује моделирано је Навије-Стоксовим једначинама осредњеним Рејнолдсовом статистиком и затвореним различитим турбулентним моделима, а прорачунато је методом коначних запремина. Основа геометрије одговара *ONERA M6* крилу. Испитани су и представљени ефекти густине мреже. Нумерички резултати стационарног модела су упоређени са доступним експерименталним подацима (*AGARD AR-138*). Прорачуни су изведени при Маховом броју 0,84 и променљивом нападном углу. Приказани су ефекти фреквенције осциловања и амплитуде нагибног угла. Добијени резултати укључују визуелизацију струјања флуида у форми Маховог броја и вредности аеродинамичких коефицијената.

У раду М33.4 је приказан брз и ефикасан процес интегрисања дизајна (и аеродинамичког и структуралног) композитне лопатице ветротурбине са хоризонталном осом обртања (*HAWT*). Вишекритеријумска оптимизација ројем честица (*PSO*) примењена је на композитној лопатици константног радијуса како би се постигла максимална годишња производња енергије (*AEP*) уз задржавање минималне масе и померања краја лопатице. Излазни параметри обухватају: витоперење лопатице и утицај броја слојева и оријентације композита. Разматрана је комбинација стаклених и карбонских влакана. Аеродинамичке перформансе лопатице су процењене комбинованом *BEMT* методом (добијеном комбинацијом теорије елемента лопатице и теорије идеалног ротора), док су структурални прорачуни извршени методом коначних елемената. Иако приказани резултати дају увид у могуће вредности оптимизованих параметара, у раду је такође приказана и тежина истовременог задовољења ових различитих критеријума (функција циља и ограничења).

У раду М33.5 је представљена нумеричка симулација главног ротора хеликоптера и утицај ефекта тла на понашање аеродинамичких перформанси. Нумеричка симулација једног репрезентативног главног ротора хеликоптера је изведена у софтверу ANSYS FLUENT 16.2. Уопштено, струјање флуида око ротора је нестационарно, тродимензионално, комплексно и вртложно. Таква симулација захтева значајне рачунарске ресурсе. Ефекат

гла, који побољшава аеродинамичке перформансе ротора, представља додатни изазов за нумеричко моделирање. У овом раду, струјање флуида је израчунато Навије-Стоксовим једначинама осредњеним Рејнолдсовом статистиком. За моделирање обртног кретања коришћени су модели непокретног референтног система и клизајућих мрежа. Добијени резултати упоређени су са резултатима добијеним једноставним, довољно поузданим моделима као што су теорија идеалног ротора (*MT*) и комбинована теорија (*BEMT*). Представљени резултати укључују визуелизације струјања флуида у форми контура притиска, брзине и вртложности и вредности аеродинамичких коефицијената.

У раду М33.6 су анализирани нумерички приступи одређивања аеродинамичких карактеристика лопатица ветротурбина. Иако у великој мери присутни, ветроенергетски системи још увек представљају отворену, савремену тему многих истраживачких студија. Посебна пажња је посвећена прецизном аеродинамичком моделирању које представља почетни корак, јер укупне перформансе ветротурбина су у директној зависности од аеродинамичких перформанси лопатица. Најчешћи нумерички приступи обухватају: 1) моделе засноване на закону одржања количине кретања, 2) методе потенцијалних струјања и 3) решења прорачунске динамике флуида. У раду су дата кратка објашњења, преглед и поређење прве две једноставније прорачунске категорије. Из разлога, што потенцијалне методе струјања генерално дају боље и свеобухватније резултате (са више физичких детаља који се разматрају) него модели засновани на идеалној теорији, у већој мери се и проучавају. Алгоритми свих разматраних нумеричких приступа су имплементирани и представљени. Резултати који укључују глобалне параметре, као што су коефицијенти потиска и снаге, упоређени су са доступним експерименталним подацима. Знање и искуство стечено приликом имплементирања модела се приказани су у завршном делу.

Рад М33.7 се такође бави нумеричким приступом утицаја вртложног трага пропелера на аеродинамичке карактеристике. Нумеричко истраживање ефекта вртложног трага пропелера турбоелисног путничког авиона на различитим комбинацијама гондоле/крила извршено је у комерцијалном софтверском пакету ANSYS FLUENT. Добијени нумерички резултати упоређени су са експерименталним вредностима коефицијента притиска добијених испитивањем у аеродинамичком тунелу малих брзина. Студија је изведена из два разлога: 1) да би се стекао бољи физички увид у сложено струјање флуида које се јавља, и 2) да се процени изабрани софтвер и тестирају његове способности да адекватно представи ово нестационарно, тродимензионално, ротационо струјање. У приказаној нумеричкој студији, струјање је прорачунато Навије-Стоксовим једначинама осредњеним Рејнолдсовом статистиком и затвореним $k-\omega$ SST турбулентним моделом. Приказани резултати укључују визуелизацију струјања флуида у форми расподеле коефицијента притиска, вртлога и вредности аеродинамичких коефицијената.

У раду М33.8 је приказан могући приступ вишекритеријумској оптимизацији ветротурбине мале снаге са вертикалном осом обртања (*VAWT*). Полазна геометрија је једноставна – лопатица је правоугаоног облика са симетричним профилем NACA 0018. У складу са својим димензијама, лопатица одговара *VAWT*-у приближне снаге 600 W (препоручено код малих потрошача). Структура лопатице је ламинат дефинисан са 4 параметра: 2 слоја и њиховом оријентацијом. Двокритеријумска оптимизација је изведена у складу са масом лопатице, максималним отклоном врха лопатица, сопственим фреквенцијама и критеријумом лома. Оптимизација је извршена помоћу једног од хеуристичких, еволутивних алгоритама – оптимизације ројем честица (*PSO*). Приказани су и размотрени

неки коментари, стечена искуства у решавању реалног инжењерског проблема и резултати који се односе на могући структурални дизајн лопатица ветротурбина.

Рад М34.1 се бави вишекритеријумском оптимизацијом композитне лопатице ветротурбине. Генерисање електричне енергије из енергије ветра је савремена, још увек актуелна тема. Приликом пројектовања лопатица ветрогенератора, као кључних компоненти *HAWT* система, највећа умањења трошкова могу се постићи у аеродинамичким (геометријским моделима, производним техникама) и структуралним (избором материјала) секторима. У раду је приказан један могући приступ интегрисаном, и аеродинамичком и структуралном, ограниченом процесу оптимизације алгоритмом роја честица (*PSO*). Циљ студије је постизање максималне годишње производње енергије (*AEP*) уз минимизирање масе лопатице. Улазни параметри обухватају комплетну геометрију лопатице (полупречник, аеропрофили, увијање и расподела тетиве) као и њену структуралну дефиницију (слојеве и оријентацију ламина). Аеродинамичке перформансе лопатице процењене су вртложном методом, док су накнадне структуралне анализе (увођењем аеродинамичких оптерећења) реализоване методом коначних елемената. Представљени резултати укључују могући дизајн ветротурбине као и искуства стечена током извођења испитивања.

У раду из категорије М51.1 је приказан утицај турбулентног модела на резултате нумеричке симулације. Турбулентни модел битно утиче на резултате нумеричке симулације опструјавања тела решавањем Навије-Стоксовим једначина осредњених Рејнолдсовом статистиком. Извршено је поређење резултата за случајеве струјања у каналу са наглим проширењем, опструјавања аеропрофила *NACA 4412* при нападном углу блиском области слома узгона и аеропрофила *S809* за лопатицу ветротурбине при различитим нападним угловима. Приказани су резултати нумеричких симулација за *Spalart-Allmaras*, варијанте $k-\varepsilon$, $k-\omega$ SST и $\gamma\text{-Re}_\theta$ (*Transition SST*) турбулентне моделе. Имајући у виду компромис између времена извршавања прорачуна и квалитета резултата за потпуно турбулентно опструјавање аеропрофила препоручују се $k-\omega$ SST и *Spalart-Allmaras* турбулентни модели, док се за радне режиме са преображајем граничног слоја применом $\gamma\text{-Re}_\theta$ турбулентног модела, може остварити побољшање сагласности са експерименталним резултатима.

У раду М63.1 су анализирани трендови и могући правци развоја домаће ветроенергетике. Према проценама Светске ветроенергетске асоцијациједо краја 2009. године укупна снага ветроелектрана у свету дости ће 150 хиљада мегавата што представља готово четвороструко повећање у односу на капацитете из 2003. године. Предвиђа се да ће до 2020. године у Европи укупна снага изграђених ветроелектрана износити 230 хиљада мегавата. Кроз примењена истраживања везана за процену спољашњих утицаја, развијање напредних аеродинамичких и аероеластичних модела, нове материјале велике чврстоће и доброг унутрашњег пригушења, технологију производње, методе смањења трошкова експлоатације и одржавања остварује се даљи напредак у повећању снага ветротурбина, њиховој поузданости, расположивости и ефикасности. С обзиром на динамично светско тржиште у раду су, поред чињеница везаних за трендове привредног и научно-истраживачког развоја у свету, размотрене могућности и начини покретања домаћих капацитета у циљу развоја ветроенергетике у Србији. Поред изградње ветроелектрана и експлоатације енергије ветра на територији Србије, активности везане за процену ветроенергетских ресурса, израду студија оправданости и идејних пројеката, производњу

делова, склопова и пратећег софтвера, монтажу и инсталацију ветротурбина представљају нове могућности за развој домаће привреде.

Рад М63.2 описује поступак моделирања лопатице ветротурбине *NREL Phase VI* коришћењем модерних *CAD* алата. Лопатица ветротурбине представља веома важну компоненту ветротурбине и њено пројектовање је комплексан задатак који захтева велику количину информација. Моделирање је извршено за потребе анализе струјања, као и за даљу софтверску обраду. Анализе се врше ради смањења трошкова израде, као и предвиђања будућих проблема који се могу јавити при изради лопатице, као и у току њене експлоатације. Предност оваквог начина рада се огледа и у могућности измене дизајна лопатице услед потребе за прилагођавањем ветротурбина различитим радним режимима.

У раду М63.3 су приказани анализа и пројектовање термоизолационе облоге корених укрућења челичних димњака. Индустрijски челични димњаци се пројектују у зависности од специфичних захтева и услова експлоатације. Израда *CAD* модела димњака и његових елемената који се могу користити за нумеричке анализе, као и за израду техничке документације представља важан корак при пројектовању. У циљу смањења оптерећења конструкције челичног димњака која су последица термичких дилатација, корена укрућења-ребра димњака обложена су термоизолационим слојем-облогом. Дебљина овог слоја одређена је на основу термичке анализе методом коначних елемената. Њеном применом постигнута је равномернија расподела температурског поља између плашта димњака и укрућења, чиме је смањено термичко оптерећење кореног дела димњака. За израду *CAD* модела и техничке документације, као и термичке анализе коришћени су савремени софтверски пакети.

У раду М63.4 је описан поступак софтверског моделирања опитних колона за упоредну симулацију више процеса у оквиру савремених третмана пијаће воде. Израда *CAD* модела је извршена за потребе напонско деформационе анализе и касније израде пројектне документације колона, нетипичне геометрије, са широким спектром радних режима. Пројектовање и израда модела је извршена према дефинисаним захтевима корисника са циљем што лакшег прилагођења различитим експлоатационим захтевима. Променом примарних конструктивних параметара на постојећем *CAD* моделу могућа је брза адаптација колона за имплементацију у постројењима сличнога типа и намене.

У раду М63.5 је описан поступак моделирања површина лопатице ветротурбине параметризацијом одговарајућих попречних пресека *CST (Class-Shape Transformation)* методом. Поменута метода даје релативно добре резултате за мањи број параметара у поређењу са другим начинима параметризације, нпр. применом Безијеових кривих. Дефинисани су коефицијенти параметарског модела који су потребни за одређивање параметара и једнозначно одређивање геометрије. Једначине су примењене у оквиру програмског окружења *CATIA v5* за дефинисање геометрије лопатице ротора ветротурбине.

У раду М63.6 је представљена једноставна, економична и интересантна прорачунска техника за одређивање механичких особина материјала композитних плоча. На основу вредности деформација крајева укљештене плоче при различитим случајевима оптерећења-затезању, континуалном оптерећењу, савијању и увијању, које могу бити добијене како експериментално, тако и у нумеричким анализама, могуће је проценити који материјал је употребљен као и како су ламине композита послогане. Неколико различитих вештачких неуронских мрежа је формирано, тренирано и тестирано. Скупови за

тренирање, валидацију и тестирање добијени су методом коначних елемената. У раду су наведене могућности и ограничења формираних мрежа, као и могуће даље примене или унапређења.

У раду М63.7 је извршена израда геометријског *CAD* модела у *CATIA v5* програмском пакету. За дефинисану геометрију урађена је аеродинамичка анализа у програму *QBlade*, базираном на теорији елемента лопатице и теорији идеалног ротора. Анализом добијених резултата приказани су показатељи ефикасности испитиваног техничког решења мале ветротурбине са вертикалном осом обртања, при генерисању електричне енергије из обновљивог извора-ветра.

Рад М63.8 је заснован на експерименталном испитивању оптичком методом дигиталне корелације слика 3D штампаних делова. Напредак у 3D штампи последњих година омогућио је економичнију производњу високо сложених делова, нарочито при изради прототипова. Данас су на тржишту доступне многе комерцијалне 3D штампарске технике. Најшире коришћен поступак је метода моделирања фузионим таложењем филамената (*FDM*). Механичке карактеристике делова произведених овом методом, могу значајно да варирају у зависности од материјала филамената, подешавања штампача, спољашњих утицаја и слично. У овом раду коришћена је техника дигиталне корелације слика при оређивању дводимзионалних померања и деформација делова штампаних *PLA* филаментима и са различитим подешавањима штампача као што су температура и брзина штампања. Након завршеног поступка испитивања, приказана је анализа резултата у циљу одређивања карактеристика штампаних делова израђених *FDM* методом, као и да би се одредила оптимална штампарска подешавања.

У докторској дисертацији М70 истраживање је засновано на утврђивању веза између динамичких и физичких својстава композитних структура у случају промена у структури, односно појаве оштећења и других дефеката који утичу на функционалност и интегритет конструкције. У оквиру истраживања било је потребно на основу експерименталних резултата и нумеричких анализа применом методе коначних елемената композитне структуре у иницијалном стању и са унапред дефинисаном променом (у виду зареза) извршити процену утицаја оштећења на динамичке карактеристике дела. На основу упоредних резултата експерименталног и нумеричког приступа, описана је дискусија остварених резултата на основу које се може предложити евентуална модификација система у циљу боље функционалности и исправности читаве конструкције. Истраживање у овој тези је мотивисано великим предностима које *DIC* поступак (метод дигиталне корелације слика) има у односу на конвенционалне методе експерименталног испитивања, посебно у формирању алгорита за праћење понашања композитних структура. Развијена је сопствена методологија експерименталног испитивања фреквентних карактеристика при чему је формирана и сопствена, помоћна лабораторијска инсталација за извођење експеримента. Испитани су узорци сегмента рамењаче композитне лопатице пре и након задатог оштећења (6 плоча карбон-епоксидног састава, али са различитом оријентацијом слојева за сваки тип плоче). Израчунате су вредности сопствених фреквенција свих плоча пре и након оштећења при чему су развијени сопствени кодови за целокупну допунску анализу резултата. Нумерички прорачун је изведен методом коначних елемената у програмском пакету *ANSYS*, а вредности сопствених фреквенција одређене у модулу модалне анализе и приказани су облици добијених модова осциловања и вредности сопствених фреквенција. Након тога је спроведена упоредна анализа експерименталних и нумеричких резултата, при чему је утврђено да је релативно одступање мање од 5% код

нижих модела, који су од интереса и инжењерској примени. У циљу алтернативне провере исправности као и додатног нивоа примене *DIC* методе, плоче су изложене статичком оптерећењу где је извршена процена валидације вредности савојних крутости и модула еластичности и описан утицај нехомогености композитних ламината на понашање плоча. Добијени експериментални резултати током истраживања валидирају примењени поступак и развијену методологију у овој дисертацији, те се очекује успешна примена и код паметних композитних структура, што може бити правац будућег истраживања.

Техничко решење М82 припада области општих машинских конструкција. Ово решење даје детаљан опис унапређене носеће конструкције расхладне куле. Увођење оваквог конструктивног система, као дела пројекта реконструкције расхладне куле, допринело је повећању ефикасности расхладне куле тако да њена функционалност није нарушена. Остварена је равномерна расподела воде по основи базена, повећано је хидраулично оптерећење расхладне куле, као и отпорност на оштећења. Челична конструкција је пројектована тако да издржи екстремна оптерећења хаваријског типа која подразумевају комплетно залеђивање *PVC* испуне расхладног торња. Везе између елемената конструкције лако су доступне за инспекцију и омогућавају laku монтажу и демонтажу.

Представљеним техничким решењем М84 омогућена је аутоматизована, брза и прецизна израда модела композитне лопатице. Овакав модел потребан је за израду калупа који даље служи за производњу композитних лопатица. Из тог разлога, веома је важно обезбедити геометријску тачност приликом његове израде јер ће она директно утицати на тачност финалних производа (а правилно израђена, аеродинамичка површина лопатице одређује ефикасност ротора ветротурбине). До сада је устаљен начин израде модела био мануелан, односно мајстор-моделар је износио највећи део посла, а тачност је превасходно зависила од његове вештине. Оваквим приступом, први пут у Србији, уз помоћ тродимензионалног дигиталног геометријског модела и нумерички управљане глодалице, тачност израде је могуће значајно повећати и остварити значајну уштеду у укупном времену производног процеса композитних лопатица. Такође, обезбеђена је и поновљивост поступка, тако да, кад се модел лопатице похаба, могуће је израдити нови без додатног застоја у производњи.

Техничко решење М85 се односи на унапређење заштитног улошка челичних димњака. Челични индустријски димњаци производе се према специфичним захтевима купца и процеса у коме учествују. У случају да се у току радног века експлоатациони услови драстично промене (нпр. увођењем додатних димоводних канала у димњак) потребно је прилагодити конструкцију новонасталом радном режиму. Температуру плашта димњака би требало одржавати у оптималном интервалу, довољно високо да се спречи кондензација продуката сагоревања на зидовима плашта, а да се не угрозе механичке особине материјала од кога је плашт израђен. Заштитним улошцима плашт димњака штити се од неповољног дејства продуката сагоревања. Слојем од нерђајућег челика плашт димњака заштићен је од абразивног и корозивног дејства продуката сагоревања, док се термоизолационим слојем од минералне вуне, плашт штити од прекомерног загревања. Посебна предност овог техничког решења огледа се у малој дебљини, великој прилагодљивости и лакоћи монтаже у односу на остала решења у практичној употреби. Тешки услови рада у димњаку значајно отежавају поступак монтаже, али се једноставним и ефикасним начином везивања уложака омогућава релативно лако постављање термоизолационог слоја унутар плашта димњака.

РАЗВОЈ УСЛОВА ЗА НАУЧНИ РАД, ОБРАЗОВАЊЕ И ФОРМИРАЊЕ НАУЧНИХ КАДРОВА

Научни допринос кандидата

Кандидат др Марија З. Балтић је резултатима оствареним у магистарској тези дала допринос у области одређивања фреквентних карактеристика композитних лопатица ветротурбина и нумеричким симулацијама и експерименталним испитивањем. При изради докторске дисертације, унапређен је поступак експерименталног испитивања вибрационих карактеристика применом савремених метода мерења. Такође, развијени су сопствени кодови, које је могуће унапредити и за процесирање већег броја података. Предложу методологију структуралног праћења фреквентних карактеристика у оквиру докторске дисертације требало би стандардизовати и имплементирати у софтвер/алгоритам за предвиђање појаве оштећења (нпр. које би довело до појаве деламинације или микро-фрактуре влакана). Испитни поступак и апаратуру могуће је прилагодити и примени на структурама већих димензија, сложенијег геометријског облика, и у условима изван лабораторије, нпр. при спровођењу теренских мерења. Подаци које добијамо структуралним праћењем, значајни су за скраћење времена потребног при инспекцији компоненти ветротурбина и превенцији појаве и ширења оштећења. Подаци које је могуће сакупити предложеним испитним поступком (експерименталним и нумеричким) на појединачним компонентама могуће је даље користити за управљање делом или целим системом (нпр. у оквиру ветрофарме). Експериментални поступак приказан у оквиру доктората може се користити и за валидацију нумеричких модела структуре, нарочито у области отказа композитних материјала. Опет, применљив је и при анализи карактеристика самог материјала али и при анализи карактеристика/понашања читаве структуре.

Педагошки рад и радне активности

Кандидат др Марија З. Балтић одржавала је аудиторне и лабораторијске вежбе на Машинском факултету Универзитета у Београду, на Катедри за ваздухопловство у периоду од 01.02.2006. године до 27.01.2010. године, на предметима: Ветротурбине 1 и Ветротурбине 2. У оквиру радног места, кандидат је ангажован на реализацији пројекта финансираног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја. Осим ових активности, кандидат активно учествује у вршењу лабораторијских и експерименталних мерења и испитивања, као и нумеричке симулације истих, изради техничке документације и слично. Наведене активности кандидат врши у сарадњи са осталим запосленима како са Машинског факултета, тако и из Иновационог центра Машинског факултета Универзитета у Београду, као и спољних сарадника.

Утицајност кандидатових научних радова

Кандидат др Марија З. Балтић је најзначајније доприносе остварила у области експерименталног испитивања композитних структура савременим оптичким мерним системом као и нумеричким симулацијама понашања и одређивања фреквентних карактеристика. Такође, велики број радова се односи на процену аеродинамичких перформанси ваздухопловних конструкција. Истраживања којима се кандидат бавио су оригинална и актуелна. Поред примене у ваздухопловној индустрији, на композитним елементима летелица и ветротурбина, могуће је испитати даљу примену и у аутомобилској

индустрији, турбомашинама, цевоводима, грађевинарству, како на композитним тако и на металним и осталим материјалима.

Углед и утицајност публикација у којима су објављени кандидатови радови

Др Марија З. Балтић је од 2010. године као аутор или коаутор објавила више од 40 научних и стручних радова и лабората из области привреде. Научни радови су и детаљано описани: 1 рад у међународном часопису са *SCI* листе, 8 саопштења са међународних скупова штампаних у целини, 2 саопштења са међународних скупова штампаних у изводу, 2 рада у врхунским часописима националног значаја, 8 радова саопштених на скупу националног значаја штампана у целини и 3 техничка решења.

Цитираност

Укупан број цитата објављених научних радова кандидата је 13.

Степен самосталности у научноистраживачком раду и ефективни број радова

Приликом извођења експерименталних испитивања и мерења, кандидат је показао способност да самостално организује и спроводи мерне поступке, укључи тим сарадника, остварује и објављује резултате који су од значаја у научно истраживачкој области.

ЗАКЉУЧАК СА ПРЕДЛОГОМ

Кандидат др Марија З. Балтић остварила је значајан научно-истраживачки допринос у следећим областима:

- Експериментални рад и испитивање композитних структура,
- Примена савремених експерименталних метода (софтвера и апаратуре) при одређивању статичких и динамичких, посебно фреквентних карактеристика композитних делова,
- Нумеричке симулације модела и развијање кодова које је могуће имплементирати у одговарајуће алгоритме за структурално праћење (*health monitoring*).

На основу упоредне анализе минималних квантитативних захтева за стицање научног звања **научни сарадник**, дефинисаних Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата и истраживача, квантитативних показатеља досадашњег научноистраживачког рада кандидата др Марије З. Балтић, табела 2, као и анализе квалитативних показатеља, Комисија закључује да кандидат испуњава све услове прописане Правилником, за избор у научно звање **научни сарадник**.

Табела 2. Минималне и остварене вредности квантитативних показатеља

Диференцијални услов – до избора у звање научни	Потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Потребно XX =	Остварено

сарадник	Укупно	16	44
	M10+M20+M31+M32+M33+M41+		(8+1+4+4+6+3+2+6)
	M42+M51+M80+M90+M100 \geq	9	34
	M21+M22+M23 \geq	5	10

На основу увида у приложени материјал, анализе броја и квалитета објављених радова, учешћа на пројектима, ценећи при томе и укупан научноистраживачки и педагошки рад кандидата, Комисија са задовољством предлаже Изборном већу Машинског факултета да Министарству за просвету, науку и технолошки развој упути предлог да се др Марија З. Балтић, дипломирани инжењер машинства, изабере у научно звање **научни сарадник**.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Београд, 06.05.2019.

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

др Александар Грбовић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Машински факултет

др Огњен Пековић, доцент,
Универзитет у Београду – Машински факултет

др Петар Миросављевић, ванредни професор,
Универзитет у Београду – Саобраћајни факултет

др Катарина Чолић, научни сарадник,
Универзитет Београду – Иновациони центар Машинског
факултета