

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Извештај о испуњености услова кандидата Срђана Тривковића, дипл. маш. инж. у избор у звање истраживач – сарадник

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 21-426/2 од 21.03.2014. године именовани смо за чланове Комисије за утврђивање испуњености услова за стицање истраживачког звања „**истраживач сарадник**“ кандидата **Срђана Тривковића, дипл. инж. маш.** Након прегледа материјала који нам је достављен подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Срђан Тривковић, дипл. инж. маш. рођен је у Београду 07.04.1982. године. Дипломирао је на Машинском факултету Универзитета у Београду 2010. године на Одсеку за ваздухопловство одбранивши дипломски рад под називом „Параметарско генерисање геометрије витких ваздухопловних структура“ код ментора проф. др Слободана Ступара, са просечном оценом 8.245. Докторске студије уписао је школске 2010./2011. на Машинском факултету Универзитета у Београду на Одсеку за ваздухопловство. Од 1. јуна 2008. године запослен је на Машинском факултету у Београду где ради на Катедри за ваздухопловство као сарадник. Од 2010. године учесник је на пројекту који је финансиран од стране Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије - ТР 35035 „Истраживање и развој савремених приступа пројектовању композитних лопатица ротора високих перформанси“. Као студент докторских студија ангажован је на припреми и извођењу аудиторних и лабораторијских вежби из предмета Наоружање ваздухоплова на Мастер академским студијама.

Говори енглески језик и служи се француским језиком.

2. СПИСАК ОБЈАВЉЕНИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА

2.1. Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33)

2.1.1. С. Тривковић, Н. Петрашиновић, С. Ступар, А. Симоновић: Briquetting of aluminum alloy chips waste materials from aircraft production industry, The 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, стр. 457-460, ISBN 978-86-80987-87-3, Technical Faculty in Bor, 2011.

2.1.2. А. Симоновић, О. Пековић, **С. Тривковић**, С. Ступар: Stiffening rib design parameters definition using optimization methods, The 3rd International Congress of Serbian Society of Mechanics - IconSSM 2011 стр. 190, ISBN 978-86-909973-2-9, Serbian Society of Mechanics, 2011.

2.1.3. Ј. Сворцан, С. Ступар, А. Симоновић, Д. Комаров, **С. Тривковић**: Assessment Of Aircraft Wing Frequency Characteristics, 29th DANUBIA-ADRIA Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Београд, 2012.

2.1.4. Н. Петрашиновић, С. Ступар, А. Симоновић, **С. Тривковић**, О. Пековић: Cold compaction aluminum alloys swarf, 29th DANUBIA-ADRIA Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Београд, 2012.

2.1.5. С. Ступар, А. Симоновић, О. Пековић, **С. Тривковић**, Н. Петрашиновић: Анализа појаве прслина у кореном делу индустријског димњака, Међународно саветовање ЕНЕРГЕТИКА 2012, Златибор, 2012.

2.1.6. О. Пековић, А. Симоновић, С. Ступар, **С. Тривковић**, З. Постельник: Contemporary software tools in the design process of composite structures, 5th International Scientific Conference on Defensive Technologies, ОТЕН 2012, Београд, 2012.

2.1.7. Н. Петрашиновић, А. Симоновић, С. Ступар, **С. Тривковић**, Д. Петрашиновић: Fatigue crack growth in 2024-T3 aluminium alloy, Fourth Serbian Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Serbian Society of Mechanics, стр. 341-346, ISBN 978-86-909973-5-0, Врњачка бања, 2013.

2.2. Саопштења са скупа националног значаја штампана у целини (М63)

2.2.1. А. Симоновић, Р. Живковић, А. Обрадовић, **С. Тривковић**: Анализа напонско-деформационих стања виличног зглоба, Зборник радова 35. ЈУПИТЕР конференције, Машински факултет Универзитета у Београду, ISBN 978-86-7083-666-2, стр. 2.20 – 2.23, Београд 2009.

2.2.2. О. Пековић, А. Симоновић, С. Ступар, **С. Тривковић**: Реверзно инжињерство великогабаритних структура, Зборник радова 35. ЈУПИТЕР конференције, Машински факултет Универзитета у Београду, ISBN 978-86-7083-666-2, стр. 2.11 – 2.14, Београд 2009.

2.2.3. А. Симоновић, Р. Живковић, А. Обрадовић, **С. Тривковић**: Анализа напонско деформационих стања артикулационог диска темпоро-мандибуларног зглоба, 36. ЈУПИТЕР

конференција, Машински факултет Универзитета у Београду, ISBN 978-86-7083-696-9, стр. 2.36-2.40, Београд, 2010.

2.2.4. З. Петровић, С. Ступар, А. Симоновић, **С. Тривковић**: Употреба савремених софтверских алата у процесу пројектовања репне греде хеликоптера, 36. ЈУПИТЕР конференција, Машински факултет Универзитета у Београду, ISBN 978-86-7083-696-9, стр. 2.58-2.61, Београд, 2010.

2.2.5. Д. Комаров, С. Ступар, А. Симоновић, **С. Тривковић**, М. Станојевић: Трендови у индустрији ветротурбина и могући правци развоја домаће ветроенергетике, Међународно саветовање ЕНЕРГЕТИКА 2010, Златибор, ISBN бр. 0354-8651 стр. 044-050, лист Савез Енергетичара бр. 2 год. Енергија, економија, екологија, 2010.

2.2.6. А. Симоновић, С. Ступар, **С. Тривковић**, Р. Живковић: Напонско-деформациона анализа темпоро-мандибуларног зглоба, 37. ЈУПИТЕР конференција, (24. CAD/CAM симпозијум), Машински факултет Универзитета у Београду, ISBN 978-86-7083-724-9, стр. 2.36-2.40, Београд, 2011.

2.2.7. З. Постељник, **С. Тривковић**, Н. Петрашиновић, М. Станојевић: Пројектовање лопатике напредне ветротурбине применом савремених САД софтвера, 37. ЈУПИТЕР конференција, (24. CAD/CAM симпозијум), Машински факултет Универзитета у Београду, ISBN 978-86-7083-724-9, стр. 2.41-2.45, Београд, 2011.

2.2.8. **С. Тривковић**, О. Пековић, Н. Петрашиновић, М. Станојевић: Примена напредних софтверских алата у пројектовању савремених опитних постројења за третман пијаће воде, 38. ЈУПИТЕР конференција. (25. симпозијум CAD/CAM), ISBN 978-86-7083-757-7, str.3.81-3.84, Београд, 2012.

2.2.9. С. Ступар, О. Пековић, **С. Тривковић**, Н. Зорић: Концептуални дизајн лаке амфибијске летелице, 38. ЈУПИТЕР конференција. (25. симпозијум CAD/CAM). ISBN 978-86-7083-757-7, str.2.45-2.49, Београд, 2012.

3. АНАЛИЗА ОБЈАВЉЕНИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА

3.1. Саопштење са међународног скупа штампано у целини (М33)

Рад 2.1.1. У овом раду су представљени подаци добијена током брикетирање отпада легуре алуминијума као напопуларнијег начина рециклаже металних струготина. Ваздухопловна индустрија је добро позната по својој великој количине отпада који долази са обрадом високог квалитета структуралних делова авиона. Рециклажа и обнова овог отпада метала може бити од виталног значаја за заштиту скувих ресурса и животне средине. Испитивање су била заснована на експерименту који описује однос између притиска сабијања брикета тј. смањивање густине. Алуминијумска струготина која се користила у испитивању је сакупљен из фабрике авиона УТВА у Панчеву-Србија.

Рад 2.1.2. У овом раду је детаљно описан модел оптимизације параметара пројектовања ребара за укрућење индустријских цилиндричних омотача. У раду извршена је анализа напонско-деформационих стања челичне укљештене греде са ребрима за укрућење. Употребом методе коначних елемената поље напона поред укљештења ребара је израчунато и анализирано. Такође, утицај главних параметара на варијацију поља напона у зони ребара су дискутован.

Рад 2.1.3. У овом раду су приказани резултати иситивања фреквентних карактеристика крила авиона. Одређивање резонантних фреквенција било ког објекта је изузетно важно како би се обезбедила његово правилно функционисање и дужи радни век. Експериментална одређивање резонантне фреквенције може бити тешко или скупо ако се обавља ван лабораторије, нарочито на витким битним вадухопловним структурама као што су крила авиона. Рад представља податке прикупљене компактним, преносивим и исплативим мерењем на крилу авиона који се налази ван лабораторије. Примењен је и тестиран у *in vivo* експерименту који обухвата проналажења првих неколико резонантних фреквенција на десном и левом крилу авиона DC-9.

Рад 2.1.4. Рад представља наставак истраживања брикетања отпада легуре алуминијума са темом рециклирања расхладне течности приликом обраде структурних делова летелица. У раду је приказана апаратура као и алгоритам процеса рециклаже алуминијумског отпада. У раду су такђе донети закључци о потребним притисцима брикетања алуминијумског отпада у односу на добијену густину брикета као и о истиснутој количини расхладне течности која заузима велики део запремине отпада приликом обраде.

Рад 2.1.5. У овом раду анализирани су узирци настанка прслина на једноплашном челичном индустријском димњаку са челичним затегама. Различити феномени који су последица конструктивног решења кореног дела димњака, начин ослањања као и механичких, термичких и хемијских оптерећења којима је димњак изложен утицали су на појаву прслина на плашту димњака. Нумеричком анализом механичких оптерећења димњака методом коначних елемената идентификовани су најзначајнији узрци настанка прслина и лоциране су зоне иницијације прслина. На основу извршених анализа изведена је реконструкција кореног дела димњака у циљу смањења оптерећења плашта димњака и спречавања настанка прслина.

Рад 2.1.6. Овај рад описује начине на који се савремени софтверски алати користе у пројектовању композитних делова. Због компликоване природе композитних материјала производња композитних делова захтева пуно времена, од дизајна преко анализе до самог процеса израде. Софтверски алати који убрзавају производни процес су доступни у великом броју, а показују се и као неопходни у индустрији композита данас. Висока цена композитних делова у поређењу са алуминијумским, као и повећан ризик услед недовољног познавања понашања композита и недостатка искуства у употреби, захтевају велики напор приликом пројектовања да би се добио конкурентан и сигуран производ. Савремени софтверски алати, прилагођени свакој фази производње композитних делова, омогућили су употребу композита на најновијој генерацији авиона. У овом раду су представљене тренутне могућности софтверских пакета за дизајн и анализу композита.

Рад 2.1.7. Чињеница је да су параметри структуралног замора статистичке мере, тако да се њихове вредности могу добити само експериментално. У овом раду, представљен је заморни раст прслине за легуру алуминијума 2024-T3 под константним оптерећењем. Ова легура је једна од најчешће коришћених за производњу структурних делова у ваздухопловној индустрији. Дакле, предвиђање животног века пре појаве пукотине и преосталог живота пре коначног

прелома је од пресудног значаја за ваздухопловну индустрију. Извршена је анализа прлина у различитим деловима структурних елемената авионског крила, и резултати су упоређени са експерименталним резултатима добијеним деструктивном методом. Аналитички резултати су засновани на механици линеарно еластичног лома а експеримент је изведен на тест инсталацији за одређивање заморних карактеристика ваздухопловних структурних делова.

3.2. Саопштења са скупа националног значаја штампана у целини

Рад 2.3.1. У раду је описан поступак анализе напонско-деформационих стања споја људске виличне и слепоочне кости. Немогућност емпиријске аквизиције намеће потребу спроводјења нумеричке симулације у циљу идентификације померања и напонског стања. Тродимензионални модел развијен на основу снимка магнетно-резонантног скенера представља основу за генерисање коначноелементног модела виличног споја са артикулационим диском као најоптерећенијим сегментом. Нелинеарном коначноелементном анализом, идентификоване су зоне највећег оптерећења артикулационог диска у току кретања виличне кости.

Рад 2.3.2. У раду је приказан поступак генерисања тродимензионалног модела и техничке документације великогабаритне структуре – димњака ТО Крушевац чија је техничка документација уништена у бомбардовању 1999. године. Моделирање геометрије је извршено у програмском пакету CATIA V5, на основу мерења дебљина делова спољашњег и унутрашњег плашта димњака, план пројекција и мерења одступања осе димњака од вертикалности. За аквизицију геометријских података конструкције коришћен је савремени пулсни ласерски 3D скенер и ултразвучни мерач дебљине лима који су уз визуелни преглед и ручно мерење појединих делова конструкције омогућили израду техничке документације димњака.

Рад 2.3.3. У раду је описан поступак анализе напонско-деформационих стања артикулационог диска темпоромандибуларног зглоба. Спроведена нумеричка симулација омогућава индентификацију померања и напонског стања приликом карактеристичних и патолошких покрета мандибуле. Нелинеарном коначноелементном анализом, идентификоване су зоне највећег оптерећења артикулационог диска у току разматраних кретања виличне кости.

Рад 2.3.4. У раду је приказан процес развоја репне греде хеликоптера врло лаке класе, од фазе концептуалног дизајна до израде техничке документације намењене за серијску производњу. Имајући у виду ограничења стандарда VLR, репна греда хеликоптера је пројектована као лака метална структура од алуминијума у оквиру пројекта TP-18029 финансираног од стране Министарства науке Републике Србије. Применом савремених софтверских пакета овај процес је унапређен водећи рачуна о уштеди у маси. Развијен тродимензионалан модел послужио је као основа за генерисање потребне техничке документације. Коришћењем одговарајућих модула савремених софтверских пакета време потребно за развој концепта и производњу прототипа је знатно скраћено.

Рад 2.3.5. Према проценама Светске ветроенергетске асоцијације до краја 2009. године укупна снага ветроелектрана у свету достићи 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 2.3.6. У раду је описан поступак напонско-деформационе анализе темпоромандибуларног зглоба, методом коначних елемената. Нумеричком симулацијом патолошких и физиолошких покрета мандибуле омогућена је идентификација померања и напонског стања споја људске вичичне и слепоочне кости. Формирањем тродимензионалног САД модела и нелинеарном коначноелементном анализом, идентификоване су зоне највећег оптерећења артикулационог диска у току разматраних кретања темпоромандибуларног зглоба.

Рад 2.3.7. Лопатица ветротурбине представља веома важну компоненту ветротурбине и њено пројектовање је комплексан задатак који захтева велику количину информација. У раду је описан поступак моделирања лопатице ветротурбине NREL Phase VI коришћењем модерних САД алата. 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 оваког начина рада се огледа и у могућности измене дизајна лопатице услед потребе за прилагођавањем ветротурбина различитим радним режимима.

Рад 2.3.8. У раду је описан поступак софтверског моделирања опитних колона за упоредну симулацију више процеса у оквиру савремених третмана пијаће воде. Израда САД модела је извршена за потребе напонско деформационе анализе и касније израде пројектне документације колона. Употреба напредних софтверских алата је у значајној мери олакшала пројектовање сегментних 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 САД моделу могућа је брза адаптација колона за имплементацију у постројењима сличнога типа и намене.

Рад 2.3.9. Увидевши велику популарност рекреативног летења и проблеме везане за сертификацију авиона категорије опште авијације, ваздухопловне власти увеле су нову категорију летелица чија је основна намена летење ради задовољства. У овом раду описан је концептуални дизајн једне такве летелице која се развија на Машинском факултету у Београду. Замишљена као практична и једноставна за употребу, летелица је амфибијског типа са могућношћу полетања и слетања са водених и чврстих површина. Склопивих крила и са увлачећим стајним трапом ова летелица пружа могућност једноставног чувања и транспорта. Током израде концептуалног решења коришћени су савремени САД/САЕ алати у свим фазама пројектовања. Дефинисање и параметризација САД модела олакшава промену геометрије и припрему техничке документације за израду прототипа.

4. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу увида у приложени материјал Комисија закључује да кандидат има све потребне квалификације за стицање звања **истраживач – сарадник**.

На основу чињенице да кандидат испуњава све формалне услове за стицање звања истраживач – сарадник, прегледа поднете документације и његове анализе, Комисија закључује да кандидат **Тривковић Срђан, дипл. маш. инж.** испуњава све Законом прописане услове за стицање звања **истраживач-сарадник**, те предлаже Наставно-научном већу да се у то звање и изабере.

Београд, 31.03.2014. год.

Чланови Комисије

др Слободан Ступар, ред. проф.
Машинског факултета Универзитета у Београду

др Александар Симоновић, ванр. проф.
Машинског факултета Универзитета у Београду

др Слободан Гвозденовић, ред. проф.
Саобраћајног факултета Универзитета у Београду