

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о испуњености услова за стицање научног звања научни сарадник кандидата др Ђорђа М. Новковића, дипл. инж. маш, истраживача сарадника.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду број. 84/2 од 23. 01. 2020. године, именовани смо за чланове Комисије са задатком да према одредбама Закона о научноистраживачкој делатности (Сл. гласник РС, бр. 110/2005, 50/2006 - испр, 18/2010 и 112/2015), Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживања (Сл. гласник РС 24/2016, 21/2017 и 38/2017) и Статута Машинског факултета Универзитета у Београду, утврдимо испуњеност услова за избор у научно звање научни сарадник кандидата др Ђорђа М. Новковића, дипл. инж. маш, истраживача сарадника.

На основу прегледа достављене документације, коју чини биографија са библиографијом кандидата, као и на основу дугогодишњег познавања кандидата и његовог рада, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

Садржај

1 Биографски подаци	2
2 Библиографски подаци	3
2.1 Радови објављени у научним часописима међународног значаја (М20)	3
2.2 Зборници међународних скупова (М30)	4
2.3 Предавање по позиву на скуповима националног значаја (М60)	6
2.4 Одбрањена докторска дисертација (М70)	7
3 Анализа радова који кандидата квалификују за стицање научног звања научни сарадник	7
4 Ангажованост у развоју услова за научни рад и у образовању научних кадрова	14
4.1 Допринос развоју науке у земљи	14
4.2 Педагошки рад	14

5	Квалитет научних резултата	14
5.1	Цитираност објављених радова кандидата	14
5.2	Оцена самосталности рада кандидата	15
6	Вредновање и квантитативно представљање научних резултата кандидата	15
7	Закључак и предлог	16

1 Биографски подаци

Ђорђе М. Новковић је рођен 17. 06. 1976. године у Карловцу, СР Хрватска, СФРЈ. Основну школу је завршио 1990. године у Крстињи, СР Хрватска, СФРЈ. Средњу техничку школу је завршио 1994. године у Војнићу у Републици српској крајини. Машински факултет у Бања Луци у Републици Српској уписао је 1994. године. Због исељења из Републике српске крајине, студије је 1995. године наставио на Машинском факултету у Приштини, АП Косово, Р. Србија. Током студија на Машинском факултету у Приштини био је студент генерације, тако да је 1997. године добио диплому „истакнути студент“. Због исељења Машинског факултета из Приштине, студије је 1999. године наставио на Факултету техничких наука у Косовској Митровици. Због отежаних услова студирања, студије је завршио 2004. године на Одсеку за термотехнику и термоенергетику Факултета техничких наука у Косовској Митровици са просечном оценом 8,68 (осам и 68/100). Одбранио је дипломски рад из предмета Механика флуида под насловом „Проблем струјања уља у цилиндричном клизном лежају“ са оценом 10 (десет). Учествовао је на 42. такмичењу студената машинства са простора бивше Југославије - „Машинијада“, на Копаонику 2002. године. Такмичио се из предмета: Математика II, Динамика, Механика флуида и Отпорност материјала и остварио је запажене резултате.

Од 2005. до 2016. године био је запослен као асистент на Факултету техничких наука у Косовској Митровици. Држао је аудиторне вежбе из предмета: Механика флуида, Хидрауличне и пнеуматске машине (Турбомашине), Пумпе вентилатори и компресори, Хидропнеуматска техника и Механика. Од 2016. до 2018. године био је запослен као стручни сарадник-лаборант за материјале механику и саобраћај на Факултету техничких наука у Косовској Митровици. Од 2018. године је запослен при катедри за Механику флуида Машинског факултета Универзитета у Београду, као истраживач на пројекту. На Машинском факултету Универзитета у Београду је школске 2010/11. године уписао докторске студије. Положио је све испите са просечном оценом 9,93 (девет и 93/100). Дана 30. 09. 2019. године одбранио је докторску дисертацију под насловом „Моделирање и нумерички прорачуни струјања нестишљивог флуида у правим конусним дифузорима“ чиме је стекао академско звање доктор наука – машинско инжењерство.

Пилот обуку за енергетског саветника у организацији Машинског факултета у Београду и Јапанске агенције за међународну сарадњу је успешно завршио 11. 12. 2017. године. Говори енглески језик и активно се служи рачунаром. Под оперативним системом Windows активно користи низ софтверских пакета за моделирање и нумеричке прорачуне струјања. У оквиру софтверског пакета Ansys успешно користи модуле Ansys CFX, ICEM CFD, BladeGen, TurboGrid, DesignModeler, Meshing. Активно користи Ansys WorkBench интегрисано програмско окружење за интерактивни рад са свим модулима софтверског пакета Ansys. Користи софтверски пакет Pipe Flow Expert

који се примењује за нумеричке прорачуне магистралних и разгранатих цевовода. За тродимензионално моделирање машинских делова и склопова и њихове прорачуне методом коначних елемената успешно користи софтвер SolidWorks. За израду техничких цртежа примењује софтвер SolidWorks и AutoCAD. Активно изводи алгебарске, диференцијалне и нумеричке прорачуне применом софтвера Wolfram Mathematica. Активно се служи интернетом и програмским алатима у оквиру пакета Microsoft Office. Познаје програмски језик Fortran.

Под оперативним системом Linux активно се служи софтверским пакетом отвореног кода OpenFOAM који се користи за нумеричке прорачуне у механици континуума. Успешно користи Anjuta и Code::Blocks интегрисана развојна окружења (IDE) за програмске језике C и C++. Самостално програмира и модификује постојеће софтверске пакете отвореног кода писане у C и C++ програмском језику. Примењује софтвер Gnuplot за израду дијаграма и номограма. Користи софтвер TexMaker за израду писаних докумената применом \LaTeX језика. Активно користи софтвер Xfig и Inkscape за векторску графику.

Служи се аналогном електроником. Познаје теоријске основе примене активних и пасивних електронских компоненти. Поседује практично знање о полупроводницима и полопроводничким електронским компонентама попут диода, транзистора, дијака, тријака и тиристора. Познаје основе технике лемљења и примену мултифункционалних аналогних и дигиталних електричних мерних инструмената. Бави се самоградњом аналогних електронских склопова и истражује електрична и електронска кола за контролу снаге електричног грејања и контролу потрошње електричне енергије.

2 Библиографски подаци

Библиографски подаци класификовани су сагласно одредбама Правилника о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача.

2.1 Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20)

2.1.1 Радови у међународним часописима (M22)

[M20-1] Novković Đ. M, Burazer J. M, Ćočić A. S. (2017): Comparison of different CFD software performances in the case of an incompressible air flow through a straight conical diffuser, Thermal Science, Vol. 21, Suppl. 3, pp. S863-S874, ISSN 2334-7163 (online edition), ISSN 0354-9836 (printed edition), IF(2017)=1.431, <https://doi.org/10.2298/TSCI161020329N>, <http://thermalscience.vinca.rs/pdfs/papers-2017/TSCI161020329N.pdf>

2.1.2 Радови у националним часописима међународног значаја (M24)

[M20-2] Radenković D. R, Burazer J. M, Novković Đ. M. (2014): Anisotropy analysis of turbulent swirl flow, FME Transactions, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, 42 (1): 19-25, UDC 621, ISSN 1451-2092, doi: 10.5937/fmet1401019R http://www.mas.bg.ac.rs/_media/istrazivanje/fme/vol42/1/03_dradenkovic.pdf

[M20-3] Novković Đ. M, Lečić M. R, Burazer J. M, Radenković D. R. (2014): Flow simulations in a small bulb turbine using two-equation turbulence models, FME Transactions, University

of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, 42 (2): 118-127, UDC 621, ISSN 1451-2092, doi: 10.5937/fmet1402118N
http://www.mas.bg.ac.rs/_media/istrazivanje/fme/vol42/2/04_djnovkovic.pdf

- [M20-4] Novković Đ. M., Burazer J. M, Ćočić A. S., Lečić M. R (2018): On the Influence of Turbulent Kinetic Energy Level on Accuracy of $k-\varepsilon$ and LRR Turbulence Models, Theoretical and Applied Mechanics, DOI: <https://doi.org/10.2298/TAM171201009N>.
- [M20-5] Burazer J. M, Novković Đ. M, Knežević D. M, Lečić M. R. (2019): Numerical Research of Compressible Turbulent Swirl Flow with Energy Separation in a Cylindrical Tube, FME Transactions, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Vol. 47, Issue 1, p. 16-22, UDC 621, ISSN 1451-2092, doi: 10.5937/fmet1901016B,
https://www.mas.bg.ac.rs/_media/istrazivanje/fme/vol47/1/3_j_burazer_et_al.pdf

2.2 Зборници међународних скупова (M30)

2.2.1 Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

- [M30-1] Maričić N., Novković Đ., Anđelković Lj. (2009): Contribution to Definition of Locations for Micro Hydroelectric Power Plants on Water Currents in the North of Kosovo and Metohija, 15th International Conference "ENERGY", Zlatibor, Serbia, March 26-29, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 265-270, ISSN:0354-8651, UDC: 621.22.002/.004 (497.115).
- [M30-2] Maričić N., Novković Đ., Anđelković Lj. (2009): Contribution to the Decrease of Environmental Pollution in the North of Kosovo and Metohija, 2nd International Symposium „Environment Protection in Industrial Areas“, Faculty of Technical Sciences in Kosovska Mitrovica, Kosovska Mitrovica, Serbia, April 28-29, Conference Proceedings, Eds.: Nedeljković B. et al., pp. 306-310, ISBN: 978-86-80893-23-5, CIP: 502/504 (082) 504.5:66(082), COBISS.SR-ID 158065164
- [M30-3] Maričić N., Novković Đ., Anđelković Lj. (2010): Banki Water Turbine Procedure Description and Software Development, 16th International Conference "ENERGY", Zlatibor, Serbia, March 23-26, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 82-86, ISSN:0354-8651, UDC: 621.311.21:621.224.001.573.
- [M30-4] Novković Đ., Maričić N., Јевтић М. (2012): Flow Simulations in Propeller Turbine Using CFD, 18th International Conference "ENERGY", Zlatibor, Serbia, March 27-30, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 233-239, ISSN:0354-8651, UDC: 622.224.015:532.
- [M30-5] Maričić N., Novković Đ., Marković Đ., Arsić N., Anđelković Lj. (2012): Rebuild Proposal to Mini Hydro Power Plant on the River Čečevo, 18th International Conference "ENERGY", Zlatibor, Serbia, March 27-30, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 240-246, ISSN:0354-8651, UDC: 621.22.018.
- [M30-6] Novković Đ., Maričić N., Јевтић М., Главчић З. (2013): Improving a Small Bulb Turbine Performances Using CFD, 19th International Conference ENERGY, Zlatibor, Serbia, March 26-29, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 309-316, ISSN:3554-8651, UDC: 621.134.5.

- [M30-7] Novković Đ., Maričić N., Glavčić Z. (2013): CFD Simulations in a Small Bulb Turbine with Adjustable Runner Blades, 4th Serbian (29th Yu) Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, Serbia, June 04-07, Conference Proceedings, Eds.: Maksimović S. et al., pp. 449-454, ISBN: 978-86-909973-5-0, CIP: 531/534(082), COBISS.SR-ID 198308876.
- [M30-8] Novković Đ., Maričić N., Jevtić M. (2014): Improvement of Pico Hydropower Plant on the Radovljanska River, 4th International Symposium on Environmental and Material Flow Management – "EMFM14", Technical Faculty in Bor, Bor, Serbia, Oct. 31 – Nov. 2, pp. 32-38, ISBN:978-86-6305-029-7.
- [M30-9] Novković Đ., Maričić N., Jevtić M. (2014): The Impact of Change Impeller Speed on Regulation of Small Bulb Turbine with Adjustable Guide Vanes, 30th International Conference "ENERGY", Zlatibor, Serbia, March 25-28, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 369-376, ISSN: 0354-8651, UDC: 629.224.001.
- [M30-10] Jevtić M., Tomović M., Klimenta D., Novković Đ. (2014): Energy-Economic Analysis of Hybrid System for Remote Pond Supply, International Scientific and Technical Conference, Computer Modelling and Simulation "COMOD 2014", Sankt-Peterburgsky Gosudarstvenny Politekhichesky Universitet, Sankt Peterburg, Russia, July 02-04, Conference Proceedings, Chief Editor: Yuri Senichenkov, pp. 118-122, ISSN:978-5-7422-4494-3.
- [M30-11] Novković Đ., Maričić N., Jevtić M. (2015): Numerical Flow Simulation in the Francis-99 Turbine, 31th International Conference "ENERGY", Zlatibor, Serbia, March 24-27, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 311-318, ISSN: 0354-8651, UDC: 621.224.001.573.
- [M30-12] Novković Đ., Maričić N., Jevtić M. (2015): Numerical Flow Simulations in a Conical Diffuser, 32nd International Conference "ENERGY", Zlatibor, Serbia, March 22-25, Conference Proceedings, Chief Editor: Đajić N., pp. 234-240, ISSN: 0354-8651, UDC: 621.186.1.001.573.
- [M30-13] Novković Đ. M, Burazer J. M, Ćočić A. S, Lečić M. R. (2017): Numerical research of the swirl-free flow in Azad diffuser, 6th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Turbulence Minisymposium, Mountain Tara, Serbia, June 19-21, Editors: M. P. Lazarević, D. Madjarević, I. Grozdranović, N. Zorić, A. Tomović. ISBN: 978-86-909976-6-7, COBISS.SR-ID 237139468, paper No. M2g, 6 pages
http://www.ssm.org.rs/congress_2017/pdf/Technical_programme_v4.pdf
- [M30-14] Novković Đ. M, Burazer J. M, Ćočić A. S, Lečić M. R. (2019): Implementation of Hamba $k-\varepsilon$ turbulence model in OpenFOAM software, Proceedings of The 7th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Turbulence Minisymposium, Sremski Karlovci, Serbia, June 24-26, Editors: M. P. Lazarević, S. Simić, D. Mađarević, I. Atanasovska, A. Hedrih, B. Jeremić. ISBN: 978-86-909973-7-4, COBISS.SR-ID 277232652, paper No. M3b, 8 pages,
http://www.ssm.org.rs/congress_2019/pdf/Technical_programme_2019.pdf

2.2.2 Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

- [M30-15] Novković Đ, Lečić M, Burazer J, Radenković D. (2015): Numerical flow simulations in the Agnew micro hydro turbine, Turbulence workshop – International Symposium, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Aug. 31st – Sept. 2nd, Proceedings on USB, ISBN 978-86-7083-865-9, Editors: M. Lečić, Dj. Čantrak, A. Čović.
- [M30-16] Novković Đ. M, Burazer J. M, Raković M. M, Lečić M. R. (2018): Assessment of the turbulence modeling accuracy depending on the TKE level in swirl-free diffuser flow, Proceedings of the 6th International Conference of Applied Science "ICAS2018", Faculty of Mechanical Engineering, University of Banja Luka, May 9-11, ISBN 978-99938-39-80-4, COBISS.RS-ID 7393816, Chief Editor: Tihomir Latinović.

2.3 Предавање по позиву на скуповима националног значаја (M60)

2.3.1 Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

- [M60-1] Maričić N., Novković Đ. (2008): Research of Micro-Hydro Power Plant build Possibility in the North of Kosovo and Metohija, 1st Regional Conference "Industrial Energy and Environment Protection in South East Europe - IEEP 2008", Proceedings on CD, Tematic part - V, Serbian Society of Thermal Engineers, Zlatibor, Serbia, June 24-28, ISBN: 978-86-7877-010-4, CIP: 620.9(082)(0.034.2) 502/504(082) (0.034.2), COBISS.SR-ID 149511948 (in Serbian).
- [M60-2] Novković Đ., Maričić N., Marković Đ., Anđelković Lj. (2010): Optimization of Penstock Diameter of a Derivative Mini-Hydro Power Plant, 2nd Regional Conference "Industrial Energy and Environment Protection in South East Europe - IEEP 2010", Proceedings on CD, Tematic part - V, Serbian Society of Thermal Engineers, Zlatibor, Serbia, June 22-26, ISBN: 978-86-7877-012-8, CIP: 620.9(082)(0.034.2) 502/504(082) (0.034.2), COBISS.SR-ID 176061964 (in Serbian).
- [M60-3] Marković Đ., Maričić N., Novković Đ., Anđelković Lj. (2010): Optimisation of a Small Hydro Power Plant Location on the Čečevo River, 2nd Regional Conference "Industrial Energy and Environment Protection in South East Europe - IEEP 2010", Proceedings on CD, Tematic part - V, Serbian Society of Thermal Engineers, Zlatibor, Serbia, June 22-26, ISBN: 978-86-7877-012-8, CIP: 620.9(082)(0.034.2) 502/504(082) (0.034.2), COBISS.SR-ID 176061964 (in Serbian).
- [M60-4] Maričić N., Marković Đ., Novković Đ., Anđelković Lj. (2010): Revitalization of Small Hydropower Plant on the River Čečevo, 2nd Conference "Sustainable Development and Climate Chang - SUSTAINNIS 2010", Proceedings on CD, Faculty of Mechanical Engineering in Niš, Niš, Serbia, September 13-15, ISBN:978-86-6055-004-2 (in Serbian).
- [M60-5] Novković Đ., Maričić N., Jevtić M., Anđelković Lj. (2013): Reconstruction of Small Hydro Turbine on the Jablanica Pond, 4th Regional Conference "Industrial Energy and Environmental Protection in South Estern European Countries - IEEP 2013", Proceedings on CD, Tematic part - IV, Serbian Society of Thermal Engineers, Zlatibor, Serbia, June 22-26, ISBN: 978-86- 7877-023-4, CIP: 620.9(082)(0.034.2) 502/504(082)(0.034.2), COBISS.SR-ID: 199209996 (in Serbian).

2.4 Одбрањена докторска дисертација (M70)

[M70] Новковић Ђ. М.: Моделирање и нумерички прорачуни струјања нестишљивог флуида у правим конусним дифузорима; Универзитет у Београду Машински факултет; ужа научна област: Механика флуида; датум одбране: 30. 09. 2019. год.

Комисија за оцену и одбрану: др Милан Лечић, ред. проф, ментор, др Александар Ђоћић, ванр. проф, ментор, др Ђорђе Чантрак ванр. проф, др Маша Букуров, ванр. проф, Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, др Никола Маричић, ред. проф. у пензији, Факултет техничких наука у Косовској Митровици Универзитета у Приштини са привременим седиштем у Косовској Митровици.

Учешће у научно-истраживачким пројектима

1. Пројекат енергетске ефикасности Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије за период од 2007. до 2009. године бр. – 273017, под називом Истраживање могућности градње мини хидроелектрана на водотоцима северног Косова и Метохије и дефинисање њиховог спрегнутог рада; руководилац: др Никола Маричић, ред. проф.
2. Пројекат енергетске ефикасности Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије за период од 2009. до 2011. године бр. – 18011, под називом Истраживање и развој мини хидроелектране на Чечевској реци; руководилац: др Никола Маричић, ред. проф.
3. Пројекат технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја за период од 2011. до 2015. године бр. 33046, под називом Развој модела мале хидроелектране за изоловано напајање рибњака, и микромреже са различитим обновљивим изворима енергије; руководилац: др Мирољуб Јевтић, ред. проф.
4. Пројекат технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја за период од 2011. до 2015. године бр. 35046, под називом Примена савремених мерних и прорачунских техника за изучавање струјних параметара вентилационих система на моделу енергетски изузетно ефикасног (пасивног) објекта; руководилац: др Милан Лечић, ред. проф.

3 Анализа радова који кандидата квалификују за стицање научног звања научни сарадник

Истраживања др Ђорђа Новковића, дипл. инж. маш. су интердисциплинарна. Главне области истраживања су: моделирање и нумерички прорачуни турбулентних струјања, струјања у турбомашинама, обновљиви извори енергије и енергетска ефикасност.

У докторској дисертацији кандидата [M70] се истражује турбулентно вихорно и безвихорно струјање нестишљивог флуида у правим конусним дифузорима. Наведено истраживање обухвата утицај анизотропности турбулентне вискозности на моделирање и нумеричке прорачуне струјања нестишљивог флуида у правим конусним дифузорима. Истраживање се спроводи нумеричким путем, применом софтвера отвореног кода OpenFOAM. Два нова модела турбуленције су имплементирани у овај програмски код. Један од имплементираних модела је развио Фуџихиро Хамба (енг.

Fujihiro Namba) 2017. године, док је други развио аутор током израде докторске дисертације. Поред тога нумерички прорачуни струјања у правим конусним дифузорима урађени су и постојећим моделима турбуленције, при чему су добијени резултати упоређивани са резултатима који су добијени применом новоимплементираних модела турбуленције. Показано је да новоимплементирани модели остварују боље резултате од тестираних постојећих модела турбуленције.

У раду [M20-1] се разматра моделирање турбулентног безвихорног струјања у правом конусном дифузору. Анализира се утицај моделирања турбуленције на димензионалном и тродимензионалном прорачунском домену, као и разлике у примени комерцијалног софтвера Ansys CFX и софтвера отвореног кода OpenFOAM. Нумеричке мреже су израђене применом софтвера Ansys ICEM CFD. За моделирање турбуленције је коришћен стандардни $k-\varepsilon$ модел. Бољи резултати су добијени прорачуном на тродимензионалном прорачунском домену. Резултати нумеричких прорачуна добијених у оба софтвера показују слична одступања у профилима брзинског поља у поређењу са експерименталним резултатима

У раду [M20-2] се анализирају експериментални резултати профила средњих брзина и турбулентних напона у турбулентном вихорном струјању у правој кружној цеви. У циљу процене степена анизотропности коришћене су инваријантна мапа, коју су предложили Ламли и Њуман, као и барицентрична мапа. Приказане су математичке основе описивања анизотропности тензора турбулентних напона за обе мапе. Откривено је да постоји значајан утицај вихора на анизотропност турбуленције. Коришћење мапа анизотропности показује да су карактеристичне области струјног поља вихорног струјања окарактерисани различитим стањима анизотропности.

Струјање у турбинама је још један представник турбулентних вихорних струјања, стога је кандидат нумерички анализирао и овај тип струјања. Предмет рада [M20-3] су нумеричке симулације струјања у малој цевној турбини са циљем поређења различитих турбулентних модела ($k-\varepsilon$, $k-\omega$ и $k-\omega$ SST) у погледу перформанси турбине. Показано је да се помоћу јединственог модела турбуленције не може свеобухватно описати струјно поље у турбини. Анализом расподеле статичког притиска по контурама лопатица радног кола турбине указано је на извесну аналогију између хомогене турбуленције и потенцијалног струјања.

У раду [M20-4] је анализиран утицај интензитета турбуленције, тј. нивоа кинетичке енергије турбуленције на улазу у прорачунски домен на тачност прорачуна турубулентног безвихорног струјања у правом конусном дифузору применом два изабрана модела турбуленције. Показано је да ниво турбулентне кинетичке енергије има значајан утицај на тачност прорачуна предметног струјања, јер су најбољи резултати прорачуна са оба коришћена модела турбуленције постигнути управо у оним зонама струјног домена у којима турбулентна кинетичка енергија има највеће вредности.

Рад [M20-5] обухвата нумеричку анализу феномена раслојавања температурског поља при вихорном, стишљивом струјању ваздуха у Ранк-Хилшовој вртложној цеви код које је спречен одвод ваздуха на хладном крају цеви. Применом софтвера OpenFOAM извршени су нумерички прорачуни струјања, при чему су нумерички добијене расподеле брзине и температуре упоређене са експериментално добијеним вредностима. Добијено је добро слагање нумеричких и експерименталних резултата и показано је да постоји извесна аналогија у расподели вихора у вртложној цеви и вихора који настаје при струјању у цилиндричној цеви иза кола аксијалног вентилатора.

На основу истраживања у оквиру Пројекта бр. 273017 Министарства за науку и технолошки развој у раду [M30-1] су приложени резултати којима се дефинишу

потенцијалне локације за градњу мини хидроелектрана на водотоцима севера Косова и Метохије. За сваку од анализираних локација извршена је минимална техно-економска анализа и део тих резултата је изложен у раду. На бази ових резултата развијена је студија изводљивости и идејни пројект за изградњу мини хидроелектране на Чечевској реци.

У раду [M30-2] је на основу процењених бруто снага хидропостројења дефинисаних у Пројекту бр. 273017 Министарства за науку и технолошки развој израчунато смањење потрошње угља у термоелектранама, уколико би се изградиле мини хидроелектране на предложеним локацијама. Након тога су на основу процењеног смањења снаге термоелектрана процењени и ефекти смањења загађења животне средине у виду смањења емисије угљен диоксида, метана и азотних оксида.

Предмет рада [M30-3] је систематизација познатих поступака за прорачун мини хидроелектране са Банки турбином. На основу познатих поступака прорачуна је применом програмског језика Fortran развијен интерактивни софтвер помоћу кога се на бази улазних података добијају конструктивни параметри Банки турбине и цевовода којим се Банки турбина снабдева водом. Развијени софтвер је тестиран у домену карактеристичних бројева обртаја који одговарају примени Банки турбина. При томе је постигнуто значајно убрзавање поступка одређивања конструктивних параметара Банки турбине у односу на класичан поступак прорачуна.

Рад [M30-4] обухвата нумерички прорачун струјања у пропелерној турбини конструисаној скалирањем радног кола моделске пропелерне турбине познатих карактеристика. Геометрија радног кола и преткола моделске турбине су скениране на нумеричкој координатној машини, при чему су генерисани Solid Edge фајлови који су унети у софтвер SolidWorks. Затим је извршено скалирање унете геометрије на задане пројектне услове применом теорије сличности. Након тога је програмским алатима у софтверу Ansys урађена нумеричка мрежа за прорачун струјања у скалираној турбини. Струјање у турбини је прорачунато применом софтвера Ansys CFX и RNG $k-\varepsilon$ модела турбуленције. Нумерички добијене перформансе скалиране турбине су упоређене са скалираним перформансама моделске турбине, које су добијене применом теорије сличности. При томе је добијено добро слагање резултата.

У раду [M30-5] анализирана је могућност реконструкције деривационе мини хидроелектране на Чечевској реци на северу Косова и Метохије. Машинска зграда предметне мини хидроелектране је потопљена изградњом акумулационог система Газиводе. На основу постојећег стања деривационог канала, водостана и цевовода под притиском, и двогодишњег мерења протока правоугаоним преливом, дефинисани су пројектни улови рада турбине. За дефинисане пројектне услове, применом развијеног софтвера за прорачун Банки турбине дефинисани су њени конструктивни параметри. Урађена је прелиминарна техно-економска анализа исплативости реконструкције предметне мини хидроелектране.

Предмет рада [M30-6] је побољшање перформанси пропелерне турбине променом геометрије кућишта турбине уградњом правога конусног дифузора и прилагођавањем геометрије радног кола и преткола новонасталим условима струјања. У раду је анализирана скалирана турбина која је била предмет рада [M30-4]. Низом узастопних нумеричких симулација применом софтвера Ansys CFX и $k-\varepsilon$ модела турбуленције, уз симултане корекције геометрије радног кола и преткола, извршена је оптимизација геометрије радног кола и преткола турбине са измењеним кућиштем. Прорачуном струјања у турбини са коригованом геометријом добијене су значајно боље вредности њених перформанси. Поред тога, у овом раду је на улазном и излазном пресеку радног

кола вршено нумеричко осредњавање обимске брзине флуида и пројекције апсолутне брзине флуида на обимски правац. При томе је показано да настаје значајна грешка уколико се размењени рад у колу турбине рачуна применом осредњених вредности брзина у Ојлеровој једначини за турбомашине. Овде је теоријски изведен поправни коефицијент за корекцију размењеног рада у колу, уколико се он рачуна применом осредњених вредности брзина у Ојлеровој једначини. Изведени поправни коефицијент је нелинеарна функција полупречника главчине и спољашњег полупречника радног кола.

Рад [М30-7] се односи на нумеричке симулације перформанси нерегулисаних и једноструко регулисаних мале цевне турбине. Једнострука регулација регулисаних цевних турбина вршена је закретањем лопатица радног кола турбине. Нумеричке симулације су изведене применом $k-\omega$ SST модела турбуленције и софтвера Ansys CFX. Симулације у једноструко регулисаној турбини су извршене за седам различитих положаја лопатица радног кола, док су у нерегулисаном турбини оне извршене за седам различитих вредности протока. Овде је нумерички доказано да перформансе нерегулисане турбине нагло опадају са променом протока. Нумеричким симулацијама на једноструко регулисаној турбини добијена је значајно мања промена снаге турбине са променом протока. Нумеричким симулацијама добијене су радне криве снаге, јединичног струјног рада и степена корисности анализираних турбина. Нумерички је симулирана и зависност промене протока при промени положаја лопатица радног кола турбине. При томе је добијена линеарна зависност угла положаја лопатице радног кола и протока кроз једноструко регулисану турбину.

У раду [М30-8] је нумерички симулирано струјање у цевној турбини која је уграђена у мало хидропостројење које користи отпадну воду из рибњака. Ово мало хидропостројење се користи за изоловано напајање електричном енергијом пастрмског рибњака Јабланица на Радованској реци код Бољевца. Нумерички је симулиран утицај закретања лопатица спроводног апарата на перформансе анализираних турбина. Нумерички прорачуни су изведени применом програмских алата софтверског пакета Ansys и применом $k-\omega$ SST модела турбуленције. При томе су нумерички добијене зависности промене снаге и степена корисности турбине у зависности од протока и угла положаја лопатица спроводног апарата. Наведене анализе су вршене с циљем да се у постојећој нерегулисаном цевној турбини примени једнострука регулација закретањем лопатица спроводног апарата. Због великих осцилација протока воде, постојећом нерегулисаном цевном турбином се није могао постићи стабилан рад овог малог хидропостројења при малим протоцима воде у летњем периоду. На основу изведених нумеричких прорачуна кандидат је применом софтвера SolidWorks моделирао и конструисао регулациони спроводни апарат. Спроводни апарат је израђен на основу урађене техничке документације и уграђен је уместо спроводног апарата са фиксним лопатицама. Уградњом регулационог спроводног апарата остварен је стабилан рад овог малог хидропостројења при малом протоку воде у летњем периоду.

У циљу даљег побољшања перформанси ове турбине настао је рад [М30-9] у коме је анализиран утицај промене броја обртаја радног кола за сваки од неколико изабраних углова положаја спроводног апарата. Наиме, познато је да при променљивом протоку у цевним турбинама најбоље перформансе има двоструко регулисана цевна турбина. Међутим, израда радног кола са регулишућим лопатицама је неисплативо решење за цевне турбине мале снаге. Због тога је кандидат имао идеју да струјање у радном колу ове турбине прилагоди положају спроводног апарата променом броја обртаја радног кола, уместо прилагођавања методом закретања лопатица радног кола.

За сваки од неколико одабраних положаја спроводног апарата било је потребно нумеричким симулацијама одредити оптимални преносни однос између турбине и асинхроног генератора са константним бројем обртаја. Константан број обртаја асинхроног генератора овог малог хидропостројења се одржава помоћу електронског управљачког уређаја са великом брзином одзива, који врши прерасподелу произведене снаге између потрошача и баласт грејача. Уместо континуалне промене преносног односа између турбине и асинхроног генератора, анализирана је степенаста промена преносног односа, као технички прихватљивије решење с обзиром на споре промене расположивог протока током године. Изложена идеја је симулирана применом CFD модула софтверског пакета Ansys уз примену $k-\omega$ SST модела турбуленције. За сваки од углова положаја спроводног апарата нумеричким симулацијама је одређен оптимални број обртаја радног кола турбине. На крају су формиране криве промене снаге и степена корисности добијене нумеричким симулацијама струјања у турбини са регулационим спроводним апаратом и степенастом променом броја обртаја радног кола. Поред тога, на основу изведених нумеричких симулација формирана је зависност промене оптималног броја обртаја радног кола турбине од угла положаја спроводног апарата. Добијена промена је приближно линеарна. Увођењем додатне регулације ове мале цевне турбине применом степенасте промене броја обртаја радног кола добијено је значајно побољшање њених перформанси.

Предмет рада [M30-10] је енерго-економска оптимизација изолованог хибридног електроенергетског система мале снаге, који се користи за изоловано напајање пастрмског рибњака електричном енергијом. Овај систем обухвата спрегу више обновљивих и необновљивих извора енергије. Сваки од извора енергије даје допринос систему својом количином енергије, при чему се цене производње за сваки од извора разликују, те стога постоји потреба одређивања оптималног удела сваког извора у систему с обзиром на најнижу цену производње енергије. Наравно, најнижа цена производње енергије би се добила када би извор са најнижом ценом производње покрио целокупну захтевану производњу, али у анализираном случају то није било могуће. На располагању је било више извора енергије ограничених вршних снага, те је стога применом софтвера HOMER одређен оптимални удео сваког од извора енергије при коме се добија минимална цена производње електричне енергије.

За валидацију нумеричких прорачуна струјања у воденим турбинама користе се тест-примери који нису широко распрострањени попут тест-примера за једноставне случајеве турбулентних струјања. Тест-пример турбулентног струјања у Францис турбини је предмет нумеричких симулација које су изведене у раду [M30-11]. Овде је извршена нумеричка симулација струјања у једном стационарном радном режиму Францис турбине применом софтвера Ansys CFX и $k-\omega$ SST модела турбуленције. Прорачунски домен ове турбине има веома сложену геометрију, тако да нумеричка мрежа има број ћелија који превазилази прорачунске могућности персоналног рачунара. Извесним захватима на мрежи применом софтвера Ansys ICEM CFD кандидат је редуковао број ћелија мреже ове турбине на приближно 5 милиона ћелија, што је омогућило прорачун струјања на персоналном рачунару. На основу резултата нумеричке симулације добијене су нумеричке вредности притиска на дефинисаним локацијама испред радног кола, у радном колу и иза радног кола ове турбине. Добијене нумеричке вредности притиска су се добро сложиле са експерименталним вредностима притиска. Нумерички добијене вредности поља брзине упоређене су са расположивим експерименталним вредностима дуж два радијална правца у конусном дифузору сифона турбине. При томе је показано да је у присуству вихора лакше предвидети профил аксијалне брзине

него профил обимске компоненте брзине. У овом раду су нумерички срачунати и параметри који описују енергетске карактеристике турбине и дати су у виду табеларних вредности у карактеристичним пресецима турбине. Овај рад је потврдио недостатке примене линеарних модела турбуленције на моделирање вихорног струјања у правим конусним дифузорима.

Предмет анализе у раду [М30-12] је ERCOFTAC тест-пример вихорног струјања у правом конусном дифузору. Нумеричка симулација струјања на овом тест-примеру је урађена коришћењем софтвера Ansys CFX уз примену стандардног $k-\varepsilon$ модела турбуленције. Овде је добијено боље слагање нумеричких и експериментално добијених вредности брзине изван вихорног језгра. У вихорном језгру су добијена значајна одступања која потврђују недостатак примене линеарних модела турбуленције на вихорно струјање у правим конусним дифузорима. Претпостављено је да је присуство вихора главни разлог слабих резултата модела, што је могло бити потврђено тестирањем овог модела турбуленције на безвихорном струјању.

У наставку ових истраживања, у оквиру рада [М30-13] извршени су нумерички прорачуни безвихорног струјања у правом конусном дифузору коришћењем софтвера отвореног кода OpenFOAM, уз примену стандардног $k-\varepsilon$ модела и LRR пуног напонског модела турбуленције. Нумерички добијени резултати су на анализираном тест-примеру упоређени са експерименталним резултатима. При томе је показано да у случају безвихорног струјања без одвајања граничног слоја, стандардни $k-\varepsilon$ модел даје врло добре резултате у предвиђању поља брзине, а лошије резултате у предвиђању поља турбулентних напона. LRR пуни напонски модел је овде дао лошије резултате од стандардног $k-\varepsilon$ модела турбуленције. У овом раду је уочен значај утицаја нивоа турбулентне кинетичке енергије на тачност моделирања турбуленције применом модела турбуленције који се заснивају на RANS методологији.

У раду [М30-14] је изложено тестирање модела турбуленције који је Фуцихио Хамба развио 2017. године и који је кандидат имплементирао у CFD софтвер отвореног кода OpenFOAM током израде своје докторске дисертације. Тестирање имплементiranог модела је извршено на примеру вихорног струјања у правој кружној цеви за који су доступне експерименталне вредности поља брзине. Упоредивањем нумерички добијених расподела брзине са експерименталним резултатима показано је да имплементирани модел остварује боље резултате од осталих тестираних модела турбуленције.

Предмет рада [М30-15] је нумерички експеримент упоређивања различитих линеарних двоједначинских модела турбуленције на примеру турбулентног струјања у цевној турбини типа Agnew. Овај тип водене турбине карактерише саосан положај правог конусног дифузора и вратила турбине које је нагнуто под углом од 45° у односу на хоризонталну раван. Нумеричким симулацијама применом различитих модела турбуленције добијено је добро слагање аксијалних профила брзине у дифузору са експерименталним резултатима. Код профила радијалне брзине добијена су већа одступања, а такође међусобним упоређивањем добијених профила обимске брзине уочене су значајне разлике. Иако је нумеричким симулацијама добијена извесна разлика у профилима брзина, постигнуто је јако добро слагање перформанси турбине срачунатих применом различитих модела турбуленције. Перформансе турбине се рачунају применом интегралних параметра струјања и овде је показано да се нумеричким интеграљењем физичких величина по површима радних и спроводних органа турбине значајно поништавају супротносмерна одступања. Тако се анализом перформанси турбине ствара илузија да је струјно поље у турбини тачно прорачунато, док реално постоје значајне грешке у прорачуну овог струјног поља.

Рад [М30-16] обухвата анализу утицаја нивоа турбулентне кинетичке енергије на тачност моделирања турбулентног напона применом модела турбуленције првог реда заснованих на Бусинесковој хипотези о турбулентним напонима. Познато је да ниво турбулентне кинетичке енергије утиче на ниво изотропности турбулентних струјања. У овом раду је показано да ниво турбулентне кинетичке енергије има значајан утицај на интензитет и правац вектора турбулентног напона. Грешке моделирања турбулентног напона су мање уколико је већа вредност турбулентне кинетичке енергије и обрнуто. При нумеричком прорачуну струјања које је извршено у оквиру овог рада најбоље слагање нумеричких и експерименталних резултата остварено је управо у оним зонама струјног поља у којима турбулентна кинетичка енергија има највеће вредности.

У раду [М60-1] су изложени резултати истраживања водотока у општинама Лепосавић и Зубин Поток са аспекта могућности изградње малих хидроелектрана. На бази извршених истраживања формирана је база података са основним хидролошким подацима о потенцијалним локацијама за изградњу малих хидроелектрана. Формирање базе података са основним хидролошким подацима базирано је на мерењу протока применом правоугаоног прелива. За поједине локације, из формиране базе, процењена је хидрауличка бруто снага и извршена је, у потребном обиму, техно-економска анализа. На крају је за разматране локације извршена процена ефеката уштеде чврстих и течних горива и ефеката заштите животне средине због коришћења воде као обновљивог извора енергије. Истраживање је рађено у оквиру Пројекта бр. 273017 Министарства за науку Републике Србије.

Предмет истраживања у раду [М60-2] је оптимизација пречника турбинског ценовода деривационе мини хидроелектране. Анализирани су трошкови изградње турбинског ценовода с обзиром на цену материјала цеви и трошкови губитака енергије услед хидрауличког трења у цеви. Суперпонирањем хиперболичке криве трошкова губитака енергије услед хидрауличког трења и линеарних трошкова цене материјала цеви добија се конвексна крива укупних трошкова. Према тачки минимума конвексне криве укупних трошкова одређен је оптималан пречник турбинског ценовода деривационе мини хидроелектране на Чечевској реци.

Даљом анализом настао је рад [М60-3] у коме је вршена техно-економска анализа избора локације машинске зграде мини хидроелектране на Чечевској реци. Избор локације је сведен на техно-економску анализу два варијантна решења, од којих је након спроведене анализе изабрано економски исплативије варијантно решење.

Даља техно-економска анализа ове мини хидроелектране је представљена у раду [М60-4] у коме су процењени укупни трошкови њене реконструкције. Затим је на основу субвенционисане цене електричне енергије из обновљивих извора процењен период отплате инвестиције у наведену мини хидроелектрану. Закључено је да је улагање у ову мини хидроелектрану економски исплативо, јер је добијен кратак временски рок поврата уложених средстава.

У раду [М60-5] је применом нумеричких симулација анализирано више варијантних решења цевне турбине која је део малог хидропостројења за изоловано напајање електричном енергијом пастрмског рибњака Јабланица на Радованској реци код Бољевца. На основу процењених перформанси варијантних решења мале цевне турбине предложено је варијантно решење којим се остварује најбоље искоришћавање расположиве хидроенергије. Предложено варијантно решење подразумева примену цевне турбине типа Agnew, чија је конструкција овде већ описана.

4 Ангажованост у развоју услова за научни рад и у образовању научних кадрова

4.1 Допринос развоју науке у земљи

Значај публикованих резултата и докторске дисертације кандидата огледа се у развоју истраживања из области моделирања и нумеричких прорачуна вихорног и безвихорног струјања нестишљивог флуида. У публикованим радовима и у докторској дисертацији кандидат је дао значајан допринос моделирању наведеног струјања. Овај допринос се огледа у имплементацији два нова модела турбуленције у софтвер отвореног кода OpenFOAM. Поред тога дат је значајан допринос у решавању проблема имплементације поларно-цилиндричних компоненти тензора турбулентног напона у софтвер OpenFOAM. Наиме, кандидат је у својој докторској дисертацији по први пут изложио поступак имплементације поларно-цилиндричних компоненти тензора турбулентних напона у софтвер OpenFOAM. Изложени поступак је универзалан и омогућава имплементацију било ког модела турбуленције израженог у поларно-цилиндричним координатама у овај софтвер. Наведена истраживања су значајна јер је безвихорно и вихорно струјање у цилиндричним струјним доменима заступљено у многобројним енергетским машинским постројењима.

4.2 Педагошки рад

У току свог досадашњег рада на Факултету техничких наука у Косовској Митровици кандидат је у звању асистента веома успешно и квалитетно изводио вежбе из следећих предмета на основним и мастер студијама: Механика флуида, Хидрауличне и пнеуматске машине (Турбомашине), Пумпе вентилатори и компресори, Хидропнеуматска техника и Механика. Кандидат је са великим успехом изводио аудиторне вежбе и преглед графичких радова, учествовао је у формирању задатака за колоквијуме и испите из наведених предмета.

Током дугогодишњег рада у звању асистента на Факултету техничких наука у Косовској Митровици кандидат је испољио завидну вештину у педагошком раду остваривањем одличне комуникације при преношењу усвојеног знања и вештина својим студентима.

5 Квалитет научних резултата

5.1 Цитираност објављених радова кандидата

Ђорђе Новковић је до сада објавио 5 (пет) радова у часописима, 16 (шеснаест) радова на конференцијама међународног значаја и 5 (пет) радова на скуповима националног значаја. Од ових радова, 1 (један) рад је категорије M22. Утицајност објављених радова се огледа у томе што радови кандидата имају укупно 15 (петнаест) хетероцитата¹. У наредном периоду се може очекивати повећање броја цитата, с обзиром на чињеницу да је већи број радова у научним часописима публикован у последњих неколико година.

¹Извор: www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=56031359300

5.2 Оцена самосталности рада кандидата

На више од половине укупно објављених радова кандидат је први аутор. На 85% укупно објављених радова кандидат је први или други аутор. Ово указује на значајну меру самосталности у истраживању. Објављени резултати такође показују и способност кандидата за сарадњу са колегама са других научних институција.

6 Вредновање и квантитативно представљање научних резултата кандидата

Ово је први пут да се разматра испуњеност услова за избор др Ђорђа Новковића у научно звање научни сарадник. Сходно томе, у Табели 1 су приказани квантитативни показатељи научноистраживачког рада кандидата у складу са Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача.

Категорија резултата	Опис	Јединична вредност	Број резултата	Међузбир
M20	Радови објављени у научним часописима међународног значаја			
M22	Рад у међународном часопису	5	1	5
M24	Рад у националном часопису међународног значаја	3	4	12
M30	Зборници са међународних научних скупова			
M33	Саопштење са међународног скупа штампано у целини	1	14	14
M34	Саопштење са међународног скупа штампано у изводу	0,5	2	1,0
M60	Предавања по позиву на скупу националног значаја			
M60	Саопштење са скупа националног значаја, штампано у целини	0,5	5	2,5
M70	Одбрањена докторска дисертација	6	1	6
Укупно:				40,5

Табела 1: Квантитативни показатељи научно-истраживачког рада кандидата Ђорђа Новковића.

Комисија констатује да је, сходно начину бодовања научних резултата дефинисаних Правилником, укупан број поена који је кандидат остварио у свом научноистраживачком раду 40,5.

7 Закључак и предлог

На основу упоредне анализе минималних квантитативних захтева за избор у научно звање научни сарадник, дефинисаних Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача (Прилог 4), у оквиру групације техничко-технолошких наука, формирана је Табела 2.

Неопходни услов за избор у звање научни сарадник	Потребно је да кандидат има најмање 16 поена, који треба да припадају следећим категоријама		
		Неопходно	Остварено
	$M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51+M80+M90+M100 \geq$	9	31
	$M21+M22+M23 \geq$	5	5
Укупно (са осталим категоријама)	16	40,5	

Табела 2: Квантитативна оцена испуњености захтеваних минималних услова при вредновању научних резултата кандидата Ђорђа Новковића.

Комисија констатује да кандидат др Ђорђе Новковић, **испуњава све неопходне услове за избор у научно звање научни сарадник** прописане Правилником о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача.

На основу изложеног, ценећи при томе и укупан научно-истраживачки и педагошки рад кандидата, Комисија предлаже Изборном већу Машинског факултета Универзитета у Београду усвајање овог Извештаја и да Министарству за просвету, науку и технолошки развој упути предлог о избору **др Ђорђа М. Новковића, дипл. инж. маш.**, истраживача сарадника, у научно звање **научни сарадник**.

Београд, 03.03.2020. године

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

Др Александар Ђоћић, ванредни професор
Универзитет у Београду - Машински факултет

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