

Факултет МАШИНСКИ

118/6
(Број захтева)

20.02.2014.
(Датум)

Образац 1.
УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Већу научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно
Члану 6. и чл. 7 став 1. овог Правилника)

ЗАХТЕВ
за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да сходно чл. 46. ст.5. тач.3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације

**НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА ТУРБУЛЕНТНИХ СТРУЈАЊА НАД РЕАЛНИМ КОМПЛЕКСНИМ
ТЕРЕНИМА**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ ваздухопловство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног родитеља и презиме кандидата: НИКОЛА(Светозар) МИРКОВ

2. Назив и седиште Факултета на коме је стекао високо образовање: Машински факултет Београд

3. Година дипломирања: 2007.

4. Назив магистарске тезе кандидата: /

5. Назив Факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /

6. Година одбране магистарске тезе: /

7. Назив Факултета на коме је кандидат уписао докторске студије: Машински факултет Београд

Одсек, смер или група: /

Година уписа докторских студија: 2007.

Обавештавамо Вас да је Наставно-научно веће Факултета
(назив надлежног тела Факултета)

на седници одржаној 20.02.2014
размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

Прилог:

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.

2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -

Број: 118/5

Датум: 20.02.2024. године

Београд, Краљице Марије 16

На захтев Николе Миркова, дипл.инж.маш., бр. 118/1 од 20.01.2014. године, извештаја Комисије у саставу: проф.др Бошко Рашуо, проф.др Александар Бенгин, доц.др Мирко Динуловић, др Жарко Стевановић, научни саветник ИНН Винча и др Вукман Бакић, виши научни сарадник ИНН Винча, број 118/4 од 19.02.2014. године, а на основу чл. 30 Закона о високом образовању (Сл.гласник 76/05, 100/07 и 44/10) и чл. 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду на седници од 20.02.2014. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се предлог о испуњености услова и о научној заснованости теме докторске дисертације **«НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА ТУРБУЛЕНТНИХ СТРУЈАЊА НАД РЕАЛНИМ КОМПЛЕКСНИМ ТЕРЕНИМА»** докторанта **НИКОЛЕ МИРКОВА**, дипл.инж.маш.

За ментора докторанту Николи Миркову, именује се **проф.др Бошко Рашуо**.

Одлуку доставити: Већу Научних области техничких наука Универзитета у Београду на сагласност, ментору и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф.др Милорад Милованчевић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Николе Миркова**, студента докторских студија, за израду докторске дисертације под насловом: **НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА ТУРБУЛЕНТНИХ СТРУЈАЊА НАД РЕАЛНИМ КОМПЛЕКСНИМ ТЕРЕНИМА**, која је поднета од стране кандидата 20. 01. 2014. године и заведена под бројем: 118/1.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду од 06. 02. 2014. године, бр. 118/3, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Николе Миркова, дипл маш. инж. за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Нумеричка симулација турбулентних струјања над реалним комплексним теренима”.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Никола Мирков је рођен 13.09.1982. године у Београду. Основну школу и гимназију је завршио у Београду. Основне студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2001./2002. године, где је и дипломирао на катедри за Ваздухопловство са просечном оценом 8.06/10. Дипломски рад са темом „Моделирање ламинарно-турбулентног прелазног региона и утицај на перформансе летелица“ одбранио је у децембру 2007. године са оценом 10. Од Априла 2008. године запослен у Лабораторији за Термотехнику и Енергетику Института за Нуклеарне Науке Винча, где носи звање истраживач-сарадник.

Прву годину докторских студија уписао је школске 2007./2008. године на Машинском факултету Универзитета у Београду. У циљу реализације програма усавршавања кандидат је положио све испите предвиђене планом и програмом докторских студија са просечном оценом 10 (десет).

Ред. број	Назив предмета	Предметни наставник	Година студија				Оцена
			Прва година		Друга година		
			I (11)	II (12)	III (13)	IV (14)	
1	Виши курс математике (парцијалне диференцијалне једначине и линеарна алгебра)	проф. др Стојан Раденовић	5				10 (десет)
2	Нумеричке методе	проф. др Миодраг Спалевић	5				10 (десет)
3	ОМНИР и комуникација	проф. др Милош Недељковић	5				10 (десет)
4	Теорија граничног слоја	проф. др Милош Павловић	5				10 (десет)
5	Лабораторија 1	проф. др Бошко Рашуо.	10				10 (десет)
6	Одабрана поглавља из механике флуида	проф. др Светислав Чантрак		5			10 (десет)
7	Математичке методе механике флуида	проф. др Милош Павловић		5			10 (десет)
8	Динамика лета	проф. др Бошко Рашуо		5			10 (десет)
9	Лабораторија 2	проф. др Бошко Рашуо		15			10 (десет)
10	Изабрана поглавља из аеродинамике	проф. др Бошко Рашуо			5		10 (десет)
11	Технологија производње летелица	проф. др Бошко Рашуо			5		10 (десет)
12	Лабораторија 3	проф. др Бошко Рашуо			20		10 (десет)
13	Лабораторија 4	проф. др Бошко Рашуо				25	10 (десет)

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

У току рада у Лабораторији за Термотехнику и Енергетику Института за Нуклеарне Науке Винча кандидат Никола Мирков је био ангажован на следећим истраживачким пројектима Министарства науке и технолошког развоја:

- „Развој, моделирање струјно-термичких процеса и оптимизација рада акумулатора топлоте у грејним системима са топлководним котлом на биомасу”. Евиденциони број ТР 18035 (2008.-2010.).

- „Развој и примена комплементарних метода за процену енергетске ефикасности и индикатора квалитета унутрашњег простора стамбених објеката на подручју Београда”. Евиденциони број ТР 18004 (2008.-2010.).

Тренутно је као истраживач сарадник ангажован на следећим пројектима Министарства науке и технолошког развоја:

- „Унапређење енергетских карактеристика и квалитета унутрашњег простора у зградама образовних установа у Србији са утицајем на здравље”. Евиденциони број III42008 (2010.-2014.).
- „Развој новог метеоролошког мерног стуба за карактеризацију турбулентних параметара ветра”. Евиденциони број ТР 33036 (2010.-2014.).

Такође, и на пројекту Европске Комисије (7th Framework Programme):

- „*Public health impacts in Urban environments of Greenhouse gas Emissions reduction strategies*”. GA No. 265325.

Никола Мирков је аутор више радова објављених на међународним конференцијама и међународним часописима. Један рад је објављен у часопису са СЦИ листе. Радови кандидата до сада имају седам цитата (извор *Google Scholar Citation*), од чега је само један аутоцитат. Радови на којима је кандидат први аутор имају укупно четири хетероцитата.

Основни правац рада кандидата током докторских студија и великим делом током рада на пројектима Технолошког развоја је био нумеричко испитивање турбулентних струјања у атмосферском окружењу за потребе ветроенергетике и студија утицаја на животну средину.

Кандидат је у оквиру међународне сарадње учествовао у пројекту “*HPC-Europa 2 - Pan-European Research Infrastructure on High-Performance Computing*”. GA No. 228398.

Кандидат је у оквиру овог пројекта, у два наврата 2009. и 2010. године (у укупном трајању од четири месеца) боравио на Техничком Универзитету Делфт-Холандија (*Delft University of Technology*). Том приликом је радио на развоју нумеричких алгоритама и софтверских алата за паралелне прорачуне струјања у атмосферском граничном слоју која су верификована подацима са мерења на реалним теренима у атмосферском окружењу. Та ваздушна струјања су знатно сложенија од оних која су испитивана у контролисаним лабораторијским условима аеротунела и представљају велики изазов како за математичко моделирање тако и за реализацију нумеричког прорачуна. Кандидат је у тој области испољио велику самоиницијативу и ентузијатам и после одобреног предлога пројекта који је самостално написао, као један од ретких младих истраживача из Србије, био је у прилици да ради на холандском националном супер-рачунару „*Huygens*“ у Амстердаму. Споменуте истраживачке посете су резултирале и у коначном опредељивању кандидата за избор правца истраживања у оквиру докторских студија. Током тих студијских боравака успео је да успостави трајну сарадњу са катедром за Транспортне процесе, Факултета за примењене науке, на основу које је и данас у могућности да користи рачунарске ресурсе те уважене институције.

Кандидат је пред доле потписаном комисијом одбранио свој Пројекат-докторске дисертације, тј. приступни рад, који је неопходан да би се приступило изради докторске дисертације, на тему: „Моделирање и симулација ефеката чврсте површи на струјну слику код турбулентних ваздушних токова“, који је највећим делом био састављен од резултата из радова који су приказани на престижној серији међународних конференција на тему ваздухопловства – ICAS (*International Congress of Aeronautical Sciences*), одржаних у Француској и Аустралији.

У току свог научно-истраживачког рада кандидат је објавио следеће радове (приказана је селекција радова везаних за тематику тезе):

- **Радови у међународним тематским зборницима (M14):**
 - **N. Mirkov**, S. Kenjeres - Numerical simulation of atmospheric boundary layer flow over complex terrain - The Bolund hill case, Science and Supercomputing in Europe 2009 – Research highlights, CINECA – *Consorzio Interuniversitario*, 2009. p. 43, ISBN 978-88-86037-23-5,
 - **N. Mirkov**, S. Kenjeres - Numerical Simulation of Turbulent Environmental Flows Using Hybrid RANS/LES Approach, Science and Supercomputing in Europe 2010 – Research highlights, CINECA– *Consorzio Interuniversitario*, 2010. p. 62, ISBN 978-88-86037-23-5, CD-Rom,
- **Радови штампани у међународним часописима (M20):**
 - Z. Stevanovic, **N. Mirkov**, Z. Stevanovic, A. Stojanovic - Validation of atmospheric boundary layer turbulence model by on-site measurements, **Thermal Science** 14(1), pp. 199-207, 2010. ISSN 0354-9836; Тренутни IF = 1.45 (**M23**)
 - **N. Mirkov**, B. Rasuo - Bernstein Polynomial Collocation Method for Elliptic Boundary Value Problems, **PAMM**, John Wiley & Sons, pp. 421-422, 2013. ISSN: 1617-7061 (**M24**)
- **Радови штампани у домаћим часописима (M51):**
 - Ж. Стевановић, **Н. Мирков**, Ж. Стевановић, Б. Грубор – Одржива изградња ветроелектрана у региону Источне Србије, Термотехника 38(1), стр. 47-61, 2012. ISSN 0350-218X
 - **Н. Мирков**, Ж. Стевановић, Б. Грубор, Ж. Стевановић – Утицај стабилности атмосфере на вертикалне профиле брзине ветра, Термотехника 36(1), стр. 55-69, 2010. ISSN 0350-218X
- **Радови приказани на међународним скуповима (M30):**
 - **N. Mirkov**, B. Rasuo – Numerical Simulation of Air Jet Attachment to Convex Walls and Applications, Proceedings of 27th International Congress of The Aeronautical Sciences, Nice, France, 2010. ISBN 978-9565333-0-2, CD-Rom, pp. 1-6. (**M33**)
 - **N. Mirkov**, B. Rasuo – Maneuverability of an UAV with Coanda effect based lift production, Proceedings of 28th International Congress of The Aeronautical Sciences, Brisbane, Australia, 2012. ISBN 978-9565333-1-9, CD-Rom, pp. 1-6. (**M33**)
 - **N. Mirkov**, B. Rašuo, Flow Patterns in Air Conditioned Room, 4th European Postgraduate Fluid Dynamics Conference, 3rd–7th July 2010, ESPCI-ParisTech (École Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles) i PMMH (Physique et Mécanique des Milieux Hétérogènes), Paris, France, (strana 8). (**M34**)

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу свих биографских података кандидата, положених испита на докторским студијама, одбрањеног Пројекта теме докторске дисертације, његових научних и стручних активности и остварених резултата, Комисија сматра да је кандидат подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације: „Нумеричка симулација турбулентних струјања над реалним комплексним теренима”.

2. Предмет и циљ истраживања

Истраживање обухваћено предложеном темом има за циљ развој савремених нумеричких процедура, и математичких модела турбуленције за нумеричку симулацију ваздушних струјања на прорачунским геометријама насталим на основу дигиталне мапе реалног терена и поређење добијених резултата са експериментима који су обављени у атмосферској размери, тј. у реалним условима.

Комплексност терена је изражена неравномерношћу орографије, а има за последицу отежану, често и немогућу конвергенцију постојећих итеративних алгоритама за нумеричко решавање аеродинамичких проблема, који су по правилу развијани за добро опструјаване објекте који су тема изучавања у ваздухопловној техници.

Исто је стање ствари и за постојеће моделе турбуленције, чији су квалитети и ограничења добро познати за канонске облике струјања (слободно-смичући слој, гранични слој, слободни млаз, итд.) и за ситуације које су основна тема изучавања аеродинамике (на пример, струјање у припојеном граничном слоју аерофила): Опште прихваћен став је да крајњи потенцијал тих модела не укључује тро-димензионална струјања са значајном сепарацијом [1-3].

Алтернативни приступи попут Директне нумеричке симулације (енг. *Direct Numerical Simulation*, DNS), и Симулације крупних вртлога (енг. *Large-Eddy Simulation*, LES) турбулентних струјања на великим *Reynolds*-овим бројевима су још увек ван домашаја тренутних рачунарских ресурса [2,3]. За то време нове методологије моделирања и симулације се развијају са циљем повећавања удела турбулентног спектра који се директно разрешава, на рачун оног дела који се моделира. Притом се јављају нови проблеми хибридикације та два приступа симулацији реалне турбуленције [4,5].

Изазов постављен у овом истраживању се огледа у захтеву да се формулише адекватни хибридни модел способан да опише нестационарне ефекте у предметном струјном пољу и да се резултати изведених симулација пореде са мерењима изведеним над реалним комплексним тереном у атмосферској размери и реалном окружењу. Таква мерења су сама изизетно комплексна и ретка. Треба напоменути да су изведене тек две такве кампање са циљем прикупљања података за валидацију модела турбуленције у последњих тридесет година [6,7].

Проблематика која је обухваћена овом темом је актуелна и значајна у следећим областима примене: енергији ветра – испитивања потенцијала локације за искоришћење енергије ветра [8], такође, у оквиру исте области, одређивање нестационарних ефеката турбуленције на замор ветротурбина – одређивање класе ветротурбине; турбулентни транспорт пасивних примеса – испитивање ширења загађивача у оквиру студија о утицају на животну средину [8,9]; као и бројне примене у аеродинамици лоше-опструјаваних тела [10].

Научни циљ дисертације

У складу са предметом истраживања, научни циљеви истраживања у оквиру ове докторске дисертације су:

- Развој нумеричког алгорита за прорачун турбулентних струјања у атмосферском граничном слоју над комплексним тереном, и његова имплементација у компјутерском програму,
- Утврђивање прецизности понуђеног алгорита у описивању струјања нестишљивог флуида на примерима аналитичких решења (нпр. *Taylor-Green vortex flow*), и у односу на постојеће алгоритме објављене у литератури [11],
- Допринос развоју „хибридних“ модела турбуленције,

- Развој модела турбуленције у стању да представи кохерентне вртложне структуре у нестационарном струјном пољу,
- Валидација понуђених модела турбуленције на основу података атмосферских мерења у ситуацијама обухваћених предметом дисертације.

Релевантни библиографски извори:

- [1] Meier, G.E.A; Sreenivasan, K.R.; Heinemann, Hans-Joachim, Eds., IUTAM Symposium on One Hundred Years of Boundary Layer Research, Springer Verlag, ISBN 1-4020-4149-7, Berlin, June 2006.
- [2] K. Hanjalić - Will RANS Survive LES? A View of Perspectives, J. Fluids Eng. 127, pp. 831-839, (2005).
- [3] P.R. Spalart – Strategies for Turbulence Modelling and Simulations, Int. J. Heat and Fluid Flow 21, pp. 252-263, (2000).
- [4] P.R. Spalart – Detached-eddy Simulation, Annual Review of Fluid Mechanics 01, pp. 181-202, (2009).
- [5] M.L. Schur et. al – A hybrid RANS-LES approach with delayed –DES and wall-modelled LES capabilities, Int. J. Heat and Fluid Flow., 01, pp. 1638-1649, (2008).
- [6] J. Berg - The Bolund Experiment, Part I: Flow over a steep, three-dimensional hill Boundary-Layer Meteorol., 141(2), pp. 219-243, (2011).
- [7] A. Bechmann et. Al. The Bolund Experiment, Part II: Blind Comparison of Microscale Flow Models (2011). Boundary-Layer Meteorol., 141(2), pp. 245-271, (2011).
- [8] K. Hanjalić and S. Kenjereš - Some developments in turbulence modeling for wind and environmental engineering, J. Wind Eng. and Industrial Aerodynamics 96, pp.1537-1570, (2008)
- [9] S. Kenjereš and K. Hanjalić – Tackling complex turbulent flows with transient RANS, Fluid Dyn. Res 41, pp.1-32, (2009).
- [10] K.D.Squires et. al – Detached-Eddy Simulation of the Separated Flow Over a Rounded-Corner Square, Journal of Fluids Engineering-transactions of The Asme – J. Fluid Eng., 127(5), pp. 959-966, (2005).
- [11] B. Ničeno - An Unstructured Parallel Algorithm for Large Eddy Simulation and Conjugate Heat Transfer Simulations, PhD Thesis, TU Delft (2001).

3. Полазне хипотезе

Основне хипотезе од којих се полази:

1. Метода коначних запремина је одговарајући математички формализам за дискретно решавање парцијалних диференцијалних једначина које се јављају у механици континуалних средина,

2. Модели турбуленције који не испуњавају критеријуме остваривости (енг. *realizability constraints*) у одређеним реалним ситуацијама могу довести до не физичких појава у струјном пољу,
3. Сепарација струјница је значајна квалитативна одлика струјања над комплексним тереном коју, због своје природно уграђене нестационарности, није могуће адекватно представити стационарним симулацијама са турбулентним моделима базираним на концепту турбулентне вискозности,
4. „Хибридни“ модели турбуленције омогућавају представљање дела турбулентног спектра, а тиме и процеса турбулентног транспорта.

4. Научне методе истраживања

Научне методе које ће се применити у оквиру дисертације су:

- Метода нумеричке симулације,
- Метода коначних запремина за апроксимативно решавање парцијалних диференцијалних једначина,
- Математичко моделирање турбулентних струјања базирано на *Reynolds*-овим осредњеним *Navier-Stokes*-овим једначинама,
- Метод паралелног програмирања за интензивне научне прорачуне.

5. Очекивани научни допринос

Научни допринос ове дисертације се очекује у две области. Прво, у унапређењу метода дискретизације парцијалних диференцијалних једначина које описују струјања нестишљивих флуида, и друго, у унапређењу математичких модела турбулентних струјања. Карактеристике многих постојећих модела нису испитане за случај реалног комплексног терена и биће приказане у овој тези. Поред тога, биће изложена и испитана оригинална формулација модела турбуленције из класе хибридних модела чији је развој тренутно актуелан због потребе за тачнијим описом турбулентних транспортних процеса са једне и ограничења рачунарских ресурса која спречавају примену LES¹ методологије у проблемима од инжењерског значаја, са друге стране.

Конкретно, очекивани научни допринос се очекује у

- Развијеном и имплементираном, новом, унапређеном алгоритму који ће се користити за симулацију нестишљивог флуида базираног на методи коначних запремина, предвиђеног за изразито неортогоналне прорачунске мреже,
- Новој, ефикаснијој, методи за нумеричку симулацију нестационарних ефеката у струјном пољу флуида, пропраћеног сепарацијом граничног слоја, рецикулацијом флуида, а изазваних неуниформношћу реалног терена над којим се ваздушно струјање одвија, и
- Новој, тачнијој методологији која ће се користити за описивање појава преноса а које у основи имају турбулентни карактер струјања флуида.

¹ Large Eddy Simulation

Практичан значај ове дисертације огледа се у могућностима примене развијених алгоритама и модела за анализу реалних струјања у атмосферском окружењу која имају примену у ветроенетргетици, очувању животне средине, одрживом развоју, као и у свим другим ситуацијама где аеродинамика лоше опструјаваних тела игра најзначајну улогу.

6. План истраживања и структура рада

Нумеричка симулација струјања биће базирана на дискретизацији *Navier-Stokes*-ових једначина помоћу методе коначних запремина. Да би се постојећи алгоритми унапредили и прилагодили примени за изразито неортогоналне прорачунске мреже предлажу се следећи правци истраживања

- За потребе тачне интерполације струјних променљивих на лице прорачунске ћелије потребно је унапредити прорачун градијената у центру ћелије. Развити флексибилни алгоритам који је базиран на проблему најмањих квадрата који ће бити решен преко *QR* декомпозиције (реализоване помоћу *Householder*-овог и модификованог *Gram-Schmidt* алгоритма). Интерполацију струјних променљивих прилагођену за неортогоналне геометрије даље базирати на овим вредностима градијената. Упоредити ниво прецизности развијеног алгоритма са другим коришћеним поступцима.
- Испитати утицај дискретизације конвективних чланова транспортних једначина, увести функције ограничења флуksа (*flux limiter function*). На основу генералисане формулације испитати значајан број постојећих функција ограничења, извести квалитативну оцену којом би одговарајућа форма за дати тип струјања била одређена. Предложити нови облик функције ограничења флуksа.
- Унапредити алгоритам за решавање једначине корекције притиска како би била омогућена несметана конвергенција итеративног метода спрезања поља притиска и брзине за изразито неортогоналне геометрије.
- Испитати утицај кондиционирања матрице линеарног система настале дискретизацијом једначине корекције притиска помоћу методе коначних запремина и предложити ефикаснију процедуру,
- На одабраним моделима турбуленције увести ограничења физичке остваривости (енг. *realizability constraints*) и испитати њихов утицај на тачност представљања променљивих у струјном пољу, на основу поређења са постојећим мерењима на реалном терену (случај *Bolund hill*, Данска).
- Развити нестационарни модел турбуленције који је базиран на URANS/LES² хибридикацији и испитати га у условима обухваћеним мерењима у атмосферској размери (такође случај *Bolund hill*, Данска).
- Извести закључке о оправданости употребе предложеног поступка нумеричке симулације која обухвата предложени математички модел струјања и предложени нумерички алгоритам, као инжењерске алатке.

² Скраћеница од Unsteady Reynolds Averaged Equations/Large Eddy Simulation.

7. Закључак и предлог

На основу анализе пријаве теме докторске дисертације Николе Миркова дипл. инж. машинства, а сходно одлуци број 118/3 Наставно-научног већа донетој 06. 02. 2014. године, Комисија за подношење извештаја о прихватању теме и оцену научне заснованости докторске дисертације закључује да је предложена тема научно утемељена и адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидат - студент докторских студија испуњава законске и друге услове за рад на предметној докторској дисертацији, тако да предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да кандидату:

Николи Миркову, дипл. инж. машинства,
одобри израду докторске дисертације са темом:

НУМЕРИЧКА СИМУЛАЦИЈА ТУРБУЛЕНТНИХ СТРУЈАЊА НАД РЕАЛНИМ КОМПЛЕКСНИМ ТЕРЕНИМА

научна област: **машинство.**

За ментора кандидата током рада на овој докторској дисертацији предлаже се **др Бошко Рашуо, редовни професор**, на катедри за Ваздухопловство Машинског факултета у Београду.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Бошко Рашуо,
редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду

.....
Проф. др Александар Бенгин,
ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Београду

.....
Др Мирко Динуловић,
доцент Машинског факултета Универзитета у Београду

.....
Др Жарко Стевановић,
научни саветник, Институт за Нуклеарне Науке Винча, Универзитет у Београду

.....
Др Вукман Бакић,
виши научни сарадник, Институт за Нуклеарне Науке Винча, Универзитет у Београду

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Николу Миркова

Име и презиме ментора: Др БОШКО РАШУО

Звање: Редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Title: Influence of seasonal cycles in Martian atmosphere on entry, descent and landing sequence, Authors: Dušan Marčeta, Stevo Šegan, **Boško Rašuo**, **ACTA ASTRONAUTICA**, Available online 13 February 2014, Elsevier Ltd, <http://dx.doi.org/10.1016/j.actaastro.2014.02.001>, ISSN: 0094-5765, na SCI listi; IF 0.701,

2. Title: Sensitivity analysis of different kinetic factors for numerical modeling of Serbian lignite devolatilization process, Authors: Rastko Jovanović, Dejan Cvetinović, Milić Erić, **Boško Rašuo**, Miroljub Adžić, **INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER**, Volume 72, May 2014, Elsevier Ltd., Pages: 489–500, na SCI listi; IF 2.407,

3. Title: T-38 Wind-Tunnel Data Quality Assurance Based on Testing of a Standard Model, Authors: Damljanović, D., Isaković, J., **Rašuo, B.**, **JOURNAL OF AIRCRAFT**, Vol.50, Issue 4, July 2013, AIAA, Pages: 1141-1149, 10.2514/1.C032081, na SCI listi; IF 0.632,

4. Title: Validation of the CFD code used for determination of aerodynamic characteristics of nonstandard AGARD-B calibration model, Authors: Vidanović Nenad, **Rašuo Boško**, Damljanović Dijana, Vuković Đorđe, Čurčić Dušan, **THERMAL SCIENCE**, Published online: 2013-08-04, Vinca, doi:10.2298/TSCI130409104V, ISSN 2334-7163, na SCI listi; IF 0.838,

5. Title: Numerical investigation of pulverized coal jet flame characteristics under different oxy-fuel conditions, Authors: Jovanović R., **Rašuo B.**, Stefanović P., Cvetinović D., Swiatkowski B. Source: **INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER**, Elsevier Ltd., Vol 58, No 1-2, Published: March 2013., Pages: 654-662, ISSN: 0017-9310, IF 2.315,

6. Title: Scaling between Wind Tunnels—Results Accuracy in Two-Dimensional Testing, Author: **Rašuo B.**, Source: **TRANSACTIONS OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL & SPACE SCIENCES**, The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol. 55, No.2, Published: March 2012., Pages: 109-115, ISSN: 0549-3811, IF 0.397,

7. Title: The influence of Reynolds and Mach numbers on two-dimensional wind-tunnel testing: An experience, Author: **Rašuo, B.**, Source: **THE AERONAUTICAL JOURNAL**, Volume 115, Number 1166, Paper No. 3542, The Royal Aeronautical Society, ISSN: 0001-9240, London, Published: April 2011, Pages: 249-254, IF 0.414,

8. Title: A New General Approach to Airplane Rotation, Authors: Bajović, M., Živanović, M., **Rašuo, B.**, Stojaković, P., Source: **TRANSACTIONS OF THE JAPAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL & SPACE SCIENCES**, The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Vol.53, No.180, Published: August 2010. Pages: 130-137, ISSN: 0549-3811, IF 0.397,

9. Title: Some analytical and numerical solutions for the safe turn manoeuvres of agricultural aircraft - an overview, Author: **Rašuo B.** Source: **THE AERONAUTICAL**

JOURNAL, Volume: 111, Issue: 1123, Pages: 593-599, ISSN: 0001-9240, Published: SEP 2007., IF: 0.415.

10. Title: On sidewall boundary layer effects in two-dimensional subsonic and transonic wind tunnels, Author: **Rašuo B.** Source: **ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK**, Volume: 81, pages: S935-S936, ISSN: 0044-2267, Supplement: Suppl. 4, Published: 2001., IF: 0.801.

11. Title: Two-dimensional wall interference in transonic wind tunnels, Author: **Rašuo B.** Source: **ZEITSCHRIFT FUR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK** Volume: 77, Pages: S275-S276, ISSN: 0044-2267, Supplement: Suppl. 1, Published: 1997., IF: 0.801.

12. Title: On boundary layer control in two-dimensional transonic wind tunnel testing, Author: **Rašuo B.** Book Editor(s): Meier, GEA; Sreenivasan, KR, Conference: IUTAM Symposium on One Hundred Years of Boundary Layer Research Location: DLR, Gottingen, GERMANY Date: AUG 12-14, 2004, Source: **IUTAM SYMPOSIUM ON ONE HUNDRED YEARS OF BOUNDARY LAYER RESEARCH**, Book Series: Solid Mechanics and its Applications, Volume: 129, **Springer**, Pages: 473-482, Published: 2006.

13. Title: On solving boundary value problem in fluid mechanics by Fourier's method: Wall interference of transonic wind tunnels: **Rašuo B.** Book Editor(s): Wendyland, WI; Efendiev, M, Conference: International Conference on Multifield Problems Location: Univ Stuttgart, Stuttgart, GERMANY Date: APR 08-10, 2002, Source: **ANALYSIS AND SIMULATION OF MULTIFIELD PROBLEMS**, Book Series: LECTURE NOTES IN APPLIED AND COMPUTATIONAL MECHANICS, Volume: 12, **Springer**, Pages: 317-322, Published: 2003.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _14. 02. 2014._

М.П.
