

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата **Ahmed Ali Irhayim Abubaker**, MSc

Одлуком бр. 431/2 од 18.03.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Ahmed Ali Irhayim Abubaker** под насловом

„Numerical and Experimental Simulation of Atmospheric Boundary Layer Influence on Flow Patterns Around Building Structures“

(„Нумеричка и експериментална симулација утицаја атмосферског граничног слоја на струјно поље око грађевинских објеката“)

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат Ahmed Ali Irhayim Abubaker, MSc је прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао школске 2013/14. године на Катедри за ваздухопловство. Због здравствених проблема због којих је више пута био хоспитализован, након чега је морао да буде на болничком и/или кућном опоравку, у школским годинама 2019/20 и 2020/21 био му је одобрен продужетак статуса студента на Докторским академским студијама.

Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду је на седници одржаној 09.11.2017. године донело одлуку бр. 2534/2 о прихватању теме докторске

дисертације и именовању Комисије за подношење реферата о теми докторске дисертације у саставу: др Иван Костић, ред. проф., ментор, др Часлав Митровић, ред. проф., др Александар Бенгин, ред. проф., др Александар Симоновић, ред. проф., др Слободан Ступар, ред. проф. М.Ф. у пензији.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду је на седници одржаној 25.12.2017. године донело одлуку бр. 61206-5087/2-17 којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Ahmed Ali Irhayim Abubaker, под називом „Нумеричка и експериментална симулација утицаја атмосферског граничног слоја на струјно поље око грађевинских објеката“ („Numerical and Experimental Simulation of Atmospheric Boundary Layer Influence on Flow Patterns Around Building Structures“).

На основу обавештења ментора да је кандидат завршио тезу, Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду бр. 431/2 од 18.03.2021. године именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Ahmed Ali Irhayim Abubaker у саставу:

- проф. др Иван Костић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду, ментор
- проф. др Часлав Митровић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду
- проф. др Александар Бенгин, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду
- проф. др Александар Симоновић, редовни професор, Машински факултет Универзитета у Београду
- др Марија Самарџић, доцент, Војна академија, Универзитет одбране у Београду; научни сарадник, Војнотехнички институт, Београд

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под насловом „Numerical and Experimental Simulation of Atmospheric Boundary Layer Influence on Flow Patterns Around Building Structures“ („Нумеричка и експериментална симулација утицаја атмосферског граничног слоја на струјно поље око грађевинских објеката“) припада области Техничких наука, научна област Машинство – ваздухопловство, за коју је Машински факултет Универзитета у Београду матичан. За ментора је одређен др Иван Костић, редовни професор на Катедри за Ваздухопловство Машинског факултета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Ahmed Ali Irhayim Abubaker је рођен 27. 01. 1983. године у Тамизаваху у Либији. Основну школу је завршио 1997. године, а средњу школу (природни смер) завршио је у граду Аламарифа 2000. године. Дипломирао је 2005. године на Катедри за машинско инжењерство Факултета за инжењерство и технологију Универзитета Сабха у Либији.

У периоду 2006. – 2008. похађао је дипломске студије на Универзитету у Триполију (раније Ал-Фатех), где је положио све предвиђене испите.

Мастер академске студије је уписао 2009. године на Катедри за ваздухопловство, на Машинском факултету Универзитета у Београду и успешно их завршио 2012. године одбраном тезе под насловом “ CFD analysis of Separation and Reattachment for a Flow in Sudden Expansion Channel ”.

Докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписао је школске 2013/14. године на Катедри за ваздухопловство. У школским годинама 2019/20 и 2020/21 био му је одобрен продужетак статуса студента на Докторским академским студијама, из здравствених разлога.

Област научно-истраживачког рада којом се бавио на докторским студијама, везана је за компјутерску анализу и симулације спољашњих и унутрашњих струјања и представља наставак и надградњу истраживачког рада којим се бавио и током мастер академских студија. Оперативно користи програмске пакете MS Office, MATLAB, CATIA, VLAERO, ANSYS DesignModeler, ICEM CFD, ANSYS Fluent, CFD-Post и друге. Говори енглески и арапски језик. Захтев за одобравање дисертације поднео је 16. 10. 2017. године.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Ahmed Ali Irhayim Abubaker под насловом „Numerical and Experimental Simulation of Atmospheric Boundary Layer Influence on Flow Patterns Around Building Structures“ („Нумеричка и експериментална симулација утицаја атмосферског граничног слоја на струјно поље око грађевинских објеката“) садржи: 103 стране (не рачунајући насловну страну, садржај, листу слика, табела, као и сажетак на

српском и енглеском језику), 96 слика и 10 табела, као и списак коришћене литературе који садржи 112 референци.

Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Преглед литературе
3. Нумеричка симулација
4. CFD моделирање атмосферског граничног слоја
5. Експериментална и нумеричка анализа утицаја ветра на зграде средње величине
6. Нумеричка анализа зграда мале величине
7. Закључак и смернице за будућа истраживања

Осим наведеног, докторска дисертација садржи сажетак на српском и енглеском језику, садржај, биографију аутора, као и изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу дисертације.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У поглављу 1 су приказана уводна разматрања везана за предмет и циљ истраживања које је предузето у склопу израде дисертације, са очекиваним резултатима и ограничењима.

У поглављу 2 приказане су основне карактеристике атмосферског граничног слоја, могући приступи при симулацији атмосферског граничног слоја у аеротунелима, као и основни фактори (брзина ветра, степен турбуленције струјног поља ваздуха, облик и локација саме зграде...) који утичу на силе генерисане ветром које делују на опструјаване зграде. Дат је и преглед досадашњих истраживања у области CFD симулација атмосферског граничног слоја у аеротунелима и утицаја ветра на зграде малих и средњих величина.

У поглављу 3 детаљно су приказане основне једначине механике флуида које су од значаја за разматрани проблем, а које представљају теоријску основу за коришћени CFD (прорачунска динамика флуида). Дефинисани су и најбитнији аспекти формираног прорачунског модела, коришћеног за анализе приказане у дисертацији.

У поглављу 4 извршено је поређење резултата нумеричких симулација, како са већ постојећим, тако и са новим аеротунелским испитивањима наменски обављеним у оквиру израде ове дисертације, у циљу верификовања могућности установљеног CFD модела и

дефинисања одговарајућих симулационих параметара за различите случајеве струјања. За ова поређења су коришћени резултати из два различита аеротунела: за раван и приградски терен симулиран у аеротунелу Универзитета Асуит (Египат) отвореног типа, као и за урбани терен симулиран у аеротунелу затвореног типа на Машинском факултету Универзитета у Београду. Постигнута су добра поклапања прорачунских резултата са експериментом за оба типа терена.

У поглављу 5 приказани су експериментални и нумерички резултати анализе притисака на моделу зграде средње величине сложене геометрије. За потребе експерименталних испитивања вршених у оквиру ове дисертације наменски је израђен модел овакве зграде који је детаљно описан у овом поглављу, а испитивање је вршено у аеротунелу Машинског факултета Универзитета у Београду. Добра поклапања прорачунских и експерименталних резултата и након ових испитивања представљала су потврду о могућности коришћења установљеног CFD модела за прорачун расподеле притисака на зградама ове категорије.

У поглављу 6 приказани су прорачуни добијени моделирањем новог типа терена у установљеном виртуелном CFD моделу аеротунела Универзитета у Београду, у циљу нумеричког одређивања расподеле коефицијента притиска на три различита модела малих зграда. Добијени резултати су поређени са карактеристичним случајевима разматраним у релевантним националним стандардима, а остварена добра поклапања представљају потврду да се овај прорачунски алгоритам може користити за анализу утицаја ветра и на ову категорију зграда.

У поглављу 7 су систематизовани и описани остварени научни резултати и приказани могући правци будућих истраживања заснованих на резултатима постигнутим у овој докторској дисертацији.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација под називом „Numerical and Experimental Simulation of Atmospheric Boundary Layer Influence on Flow Patterns Around Building Structures“ („Нумеричка и експериментална симулација утицаја атмосферског граничног слоја на струјно поље око грађевинских објеката“) кандидата Ahmed Ali Irhayim Abubaker представља савремен и оригиналан допринос у области анализе карактеристика струјног поља око

зграда, у циљу дефинисања улазних параметара и, последично, правилног вођења грађевинских пројеката. Установљен је прорачунски алгоритам у оквиру коришћеног прорачунског пакета, који омогућава адекватно и инжењерски ефикасно моделирање физикалности струјања за разматране категорије проблема. Оригинално добијених резултата потврђена је радовима који су публиковани и саопштени на научним скуповима, или објављени у часописима.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Преглед цитиране литературе указује на то да је кандидат Ahmed Ali Irhayim Abubaker при изради дисертације користио референтне и актуелне публиковане изворе, који су послужили као полазна основа за преглед постојећих истраживања из области теоријске, експерименталне и CFD анализе атмосферског граничног слоја и карактеристика струјног поља око зграда. Све референце коришћене у дисертацији наведене су на крају дисертације, а велики део наведене литературе је новијег датума и објављен у референтним научно-стручним часописима, што потврђује савременост у приступу анализи проблема који су били предмет дисертације.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У овој дисертацији је развијена оригинална прорачунска метода у оквиру коришћеног прорачунског пакета, чији су резултати верификовани на основу поређења са експерименталним резултатима. У оквиру израде ове дисертације вршена су експериментална испитивања у аеротунелу Машинског факултета Универзитета у Београду, коришћењем наменски израђених модела.

Коришћене су следеће опште и посебне научне методе:

- методе експерименталног моделирања и анализе
- методе нумеричког моделирања и анализе
- метода коначних запремина
- метода симулације
- метода компарације
- метода калибрације и еталонизације
- метода оптимизације
- метода генерализације
- метода експертског мишљења

3.4. Применљивост остварених резултата

Проблематика која је обухваћена овом дисертацијом веома је значајна у области анализе опструјавања грађевинских објеката у циљу добијања изузетно важних података везаних за утицај правца и брзине ветра на генерисање допунских структуралних оптерећења, која у неким случајевима могу битно утицати на интегритет како делова структуре објеката, тако и комплетних грађевина. Добијени резултати указују на то да се прорачунски модел развијен у овој дисертацији може користити за симулирање атмосферског граничног слоја у широком домену брзина, што омогућава анализе утицаја ветра на различите грађевинске објекте малих и средњих величина и различите категорије терена, замењујући велики број скупих радних сати рада реалног аеротунела. Поред квантитативних анализа, нумеричке методе омогућавају и квалитативне анализе, што може бити од велике користи за представљање и детаљну анализу физикалности разматраног струјног поља, идентификовање проблематичних области у циљу структуралне оптимизације, итд.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је током израде дисертације показао високу способност организације и самосталног извођења активности у оквиру научно-истраживачког рада, као и способност решавања сложених техничких проблема применом савремених научно-истраживачких метода. Рад кандидата на овладавању областима теоријске и експерименталне аеродинамике, као и прорачунске динамике флуида пружају основу за квалитетан даљи самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Оригинални научни допринос кандидата Ahmed Ali Irhayim Abubaker и његовог доктората под називом „Numerical and Experimental Simulation of Atmospheric Boundary Layer Influence on Flow Patterns Around Building Structures“ („Нумеричка и експериментална симулација утицаја атмосферског граничног слоја на струјно поље око грађевинских објеката“) је наведен и описан на странама 95-96 дисертације и објављен у раду 1, категорије M23 у часопису Technical Gazette, <https://doi.org/10.17559/TV-20161125134410>, у поглављу 6, на страни 1601:

- Развијена је и приказана методологија експерименталног и нумеричког моделирања, симулације и анализе атмосферског граничног слоја у радном делу аеротунела и опструјавања модела грађевинских објеката унутар његовог домена. Коришћењем најсавременијих софтверских алата, установљен је оптимални прорачунски модел и мрежа за прорачун реалне флуидне средине, са присуством различитих наменских типова препрека, чији је задатак формирање профила атмосферског граничног слоја одговарајућег за дато географско окружење, у коме се налазе разматрани грађевински објекти. Резултати добијени нумеричком анализом верификовани су квантитативним и квалитативним поређењем са валидним и релевантним експерименталним резултатима.

Остали стручни доприноси дисертације огледају се у следећем:

- Установљени нумерички модел је у могућности да замени велики број радних сати аеротунела. При започињању испитивања сваког новог сета објеката, биће неопходно извршити иницијална аеротунелска испитивања и обавити верификовње резултата нумеричког модела на претходно дефинисан начин, а затим коришћењем нумеричке анализе обавити остатак испитивања у “виртуелном аеротунелу”. Таквим комбиновањем експерименталног и CFD приступа у оквиру ове врсте анализа могуће је остварити знатне временске и финансијске уштеде.
- Резултати и закључци добијени у овој дисертацији биће корисни како за даља научна истраживања, тако и за унапређење инжењерске праксе у области аеродинамичке анализе атмосферског граничног слоја и опструјавања грађевинских објеката. Ови резултати се такође могу користити и као релевантне улазне базе података за допуну и

унапређење препорука и стандарда у области пројектовања грађевинских објеката изложених утицају ветра

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и постојећих решења из области докторске дисертације, комисија констатује да су приказани резултати истраживања значајни и научно утемељени. Такође, увидом у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, констатујемо да су пружени одговори на сва релевантна питања.

Развијени прорачунски модел има велику применљивост у области аеродинамичке анализе атмосферског граничног слоја и опструјавања грађевинских објеката.

4.3. Верификација научних доприноса

Резултати и научни допринос у области аеродинамике везан за CFD анализе струјања, као и зрелост кандидата за мултидисциплинарни научно-истраживачки рад, верификовани су следећим научним радовима:

Категорија M23:

1. **Abubaker, A.**, Костић, И., Костић, О., Стефановић, З.: CFD Modeling of Atmospheric Boundary Layer Simulations in Wind Tunnels, *Tehnički vjesnik – Technical Gazette*, vol. 25, no. 6, pp. 1595-1602, 2018 (**IF=0.644**) (ISSN 1330-3651).

<https://doi.org/10.17559/TV-20161125134410>

Категорија M33:

1. **Abubaker, A.**, Костић, И., Костић, О.: “ Numerical Modelling of Velocity Profile Parameters of the Atmospheric Boundary Layer Simulated in Wind Tunnels,” - *Proceedings of the 10th International Conference Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering – KOD 2018*, Novi Sad, Serbia, 2018., pp. 1-10.
2. Šekutkovski, B., **Abubaker, A.**, Костић, О., „Determination of the Aerodynamic Characteristics of the NACA 652 - 415 Airfoil with Single Slotted Flap“, *Proceeding of 4th International Symposium for Students - SRMA 2014*, Kraljevo, Serbia, 2014, pp.1-8

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа докторске дисертације, Комисија констатује да је Докторска дисертација под називом насловом „**Numerical and Experimental Simulation of Atmospheric Boundary Layer Influence on Flow Patterns Around Building Structures**“ („Нумеричка и експериментална симулација утицаја атмосферског граничног слоја на струјно поље око грађевинских објеката“), кандидата Ahmed Ali Irhayim Abubaker, урађена према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Машинског факултета у Београду. Дисертација садржи савремен и оригиналан научни допринос изузетно актуелној проблематици у аеродинамици. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата, који су успешно верификовани, што обезбеђује могућност широке практичне примене.

Сходно претходно наведеном, Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду да Реферат прихвати, дисертацију стави на увид јавности и упуту извештај на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да се након тога кандидат позове на јавну одбрану.

У Београду, 14. 04. 2021. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др Иван Костић, редовни професор, ментор
Универзитет у Београду, Машински факултет

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

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

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

др Марија Самарцић, доцент,
Универзитет одбране у Београду, Војна академија,
научни сарадник, Војнотехнички институт, Београд