

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

1457/4

(Број захтева)

12.12.2019. године

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

ИВАНА (МИЛАН) ЛАЗОВИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **ИВАН (МИЛАН) ЛАЗОВИЋ** уписан на Докторске студије 2012. год.

(име, име једног од родитеља и презиме)

Поднео је захтев за израду докторске дисертације:

УТИЦАЈ ЕФЕКТА ТЕРМИЧКИХ ОСТРВА У ГРАДСКИМ СРЕДИНАМА НА ПОВЕЋАНО КОРИШЋЕЊЕ ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДАМА

Универзитет је дана 05.06.2019. год. својим актом под бр. 61206-1748/2-17 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

УТИЦАЈ ЕФЕКТА ТЕРМИЧКИХ ОСТРВА У ГРАДСКИМ СРЕДИНАМА НА ПОВЕЋАНО КОРИШЋЕЊЕ ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДАМАКомисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **ИВАН (МИЛАН) ЛАЗОВИЋ**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 29.08.2019. године, одлуком факултета под бр. 1457/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Милош Бањац	Ред. проф.	Термомеханика	Машински факултет Београд
2. Др Мирко Коматина	Ред. проф.	Термомеханика	Машински факултет Београд
3. Др Маја Тодоровић	Ред. проф.	Термотехника	Машински факултет Београд
4. Др Вукман Бакић	Научни саветник	Термомеханика	ИНН Винча Београд
5. Др Мирјана Лаковић-Пауновић	Ванр. проф.	Термотехника, термоенергетика и процесна техника	Универзитет у Нишу Машински факултет

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 12.12.2019. године.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф.др Радивоје Митровић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.

2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.

3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 1457/4
Датум: 12.12.2019. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 64. Статута Машинског факултета (број 1450/4 од 14.06.2018. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета и реферата Комисије у саставу: др Милош Бањац, ред. проф., ментор, др Мирко Коматина, ред. проф., др Маја Тодоровић, ред. проф., др Вукман Бакић, научни саветник, ИНН Винча Београд и др Мирјана Лаковић-Пауновић, ванр. проф., Универзитет у Нишу, Машински факултет о оцени докторске дисертације „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“ студента докторских студија **Ивана Лазовића, маг. инж. маш.**, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 12.12.2019. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„УТИЦАЈ ЕФЕКТА ТЕРМИЧКИХ ОСТРВА У ГРАДСКИМ СРЕДИНАМА НА ПОВЕЋАНО КОРИШЋЕЊЕ ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДАМА“** студента **ИВАНА ЛАЗОВИЋА, маг. инж. маш.**

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, студенту, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ И ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Ивана М. Лазовића

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, бр. 1457/2 од 29.08.2019. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Ивана М. Лазовића, мастер инжењера машинства**, под насловом

„Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“.

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија олобравања и израде дисертације

Кандидат **Иван М. Лазовић**, студент докторских студија, уписао је прву годину докторских студија на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2012/13. године. Током студија положио је све испите предвиђене планом и програмом докторских академских студија. На основу исказаних интересовања, студиозног рада и договора са проф. др Милошем Бањцем, урадио је и одбранио Пројекат идеје дисертације, из којег је дефинисана сама тема.

Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку бр. 196/3 од 02.03.2017. године којом је прихваћена тема докторске дисертације под називом „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“, именован ментор проф. др Милош Бањац и именована Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- Проф. др Милош Бањац, ментор, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду,
- Проф. др Милан Гојак, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Београду,
- Проф. др Мирјана Лаковић Пауновић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу.

На основу Извештаја Комисије за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације бр. 196/4 од 18.04.2017. године и Одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду бр. 196/5 од 20.04.2018. године да се прихвата предлог о испуњености услова кандидата и научној заснованости теме докторске дисертације, Машинског факултета је поднео захтев Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду да се кандидату одобри израда дисертације под називом „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“.

Израда докторске дисертације под насловом „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“ кандидата Ивана М. Лазовића, под менторством проф. др Милоша Бањаца, одобрена је Одлуком Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, број 61206-1748/2-17 од 05.06.2019. године.

На основу Обавештења проф. др Милоша Бањаца, ментора, број 1457/1 од 27.08.2019. године да је кандидат Иван М. Лазовић завршио докторску дисертацију под називом „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“ и Сагласности Катедре за термомеханику, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 1457/2 од 29.08.2019. године о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- Проф. др Милош Бањац, ментор, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду
- Проф. др Мирко Коматина, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду
- Проф. др Маја Тодоровић, редовни професор Машинског факултета Универзитета у Београду,
- Др Вукман Бакић, научни саветник Института за нуклеарне науке Винча,
- Проф. др Мирјана Лаковић-Пауновић, ванредни професор Машинског факултета Универзитета у Нишу.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација Ивана М. Лазовића, под називом „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“ припада области техничких наука - машинство, ужа научна област термомеханика, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

Израдом докторске дисертације руководио је проф. др Милош Бањац, редовни професор на Катедри за термомеханику Машинског факултета Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Иван М. Лазовић рођен је 03. јуна 1986. године у Панчеву, Србија. Основну школу похађао је у Ковину, након чега је завршио средњу Техничку школу у Смедереву, смер електротехничар рачунара. Машински факултет Универзитета у Београду уписао је школске 2005./2006. године. На истом Факултету дипломирао је у јануару 2011. године на смеру Термотехника одбраном дипломског рада под називом „Техничко решење инсталације за грејање и хлађење стамбене куће помоћу топлотне пумпе“. Школске 2012./2013. године уписао је докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду, од када се интензивно и систематично бави научно-истраживачким радом у области енергетске ефикасности и заштите животне средине. Објавио је већи број радова који су публиковани у научним и стручним часописима или су презентовани на стручним скуповима у земљи и иностранству, као и на међународним конференцијама. Током докторских студија учествовао је на следећим пројектима:

Национални пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја:

- Унапређење енергетских карактеристика и квалитета унутрашњег простора у зградама образованих установа у Србији са утицајем на здравље, евидентиран под бројем III42008

Међународни FP7 пројекат:

- CITI-SENSE, “Development of sensor-based Citizens’ Observatory Community for improving quality of life in cities”, SME-targeted collaborative project, EU FP7-ENV-2012 GA n. 308524, www.citi-sense.eu
- EU DG Sanco contract “SINPHONIE” School Indoor Environment and Health: Observatory Network in Europe; NILU PI and co-leader of “Data management, Cross analysis and databases”, www.sinphonie.eu

Билатерални пројекти:

- Comparison of air pollution levels and exposure assessment in selected public buildings and spaces in China and Serbia, 2013.-2015.– 600-00-00557/2013-09/07;
- Директан утицај бродова и других пловила на ниво и расподелу величина респирабилних честица у зони морског и речног приобаља -SHIPPMOLL, 2016-2018;
- Мониторинг, мапирање и алати за процену експозиције на изабране загађиваче ваздуха у Словенији и Србији, 2016.-2018.

Од марта 2012. године запослен је у Институту за нуклеарне науке Винча. У току свог рада у Институту за нуклеарне науке Винча стекао је звање истраживач сарадник. Такође је ангажован и као испитивач у акредитованим лабораторијама Института за нуклеарне науке „Винча“

Говори енглески језик. Поседује искуство у програмирању и коришћењу инжењерских софтверских пакета.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Ивана М. Лазовића, под називом „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“ садржи: 186 стране формата А4, 105 слика, 28 табела, 49 једначина и списак коришћене литературе који

садржи 129 референци на 14 страна.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
 2. Теоријске основе термичких острва
 3. Термички параметри спољашње средине
 4. Експериментална истраживања
 5. Математичко-нумерички модел
 6. Резултати нумеричких симулација
 7. Прорачун и анализа потрошње енергије репрезентативног објекта
 8. Закључак
- Литература

Осим наведеног, дисертација садржи проширени резиме на српском и енглеском језику, садржај, номенклатуру, прилог, као и биографију аутора, изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Ова дисертација посвећена је испитивању понашања термичких острва, откривању узрока њиховог настанка, њиховог интензитета и размере, као и њиховог понашања у времену и простору, са циљем одређивања утицаја термичких острва на повећану потрошњу енергије за хлађење објеката.

У складу са постављеним циљем, а ради стицања општег увида у ову проблематику, у 1. поглављу ове дисертације дата су уводна разматрања, објашњени основни појмови у вези са термичким острвима, интензитетом термичких острва, узроцима настанка и њиховом понашању под утицајем метеоролошких услова (температуре ваздуха, радијантне температуре, релативне влажности ваздуха, брзине ваздуха и интензитета сунчевог зрачења), локалних особености и својстава микросредине.

У поглављу 2, приказане су теоријске основе термичких острва у градској средини, утицај вегетације и саобраћаја на вредности интензитета термичких острва. Приказане су карактеристике термичких острва као локалног феномена на примерима многих градова међу којима је и Београд. На крају, приказан је преглед литературе о потребним повећаним количинама енергије за хлађење зграда услед утицаја термичких острва на локалним примерима.

У поглављу 3, дат је преглед и анализа доступне литературе о термичким параметрима спољашње средине у градским срединама, који су такође од суштинског значаја за урбано планирање, а у директној су вези са параметрима који утичу на вредности интензитета термичког острва у градској средини.

У поглављу 4, детаљно су приказани резултати експерименталних истраживања за изабрану градску и за изабрану руралну средину, а која су спроведена како би се добили репрезентативни експериментални подаци који ће бити искоришћени, истовремено и као гранични услови и као подаци за проверу поузданости предвиђања резултата температурног, брзинског и поља концентрација CO_2 добијених нумеричким симулацијама помоћу комерцијалног софтвера CHAM Phoenix. У овом поглављу приказан је детаљан опис свих коришћених експерименталних метода, дато образложење разлога избора локација на којима су вршена мерења, дат опис начина постављања мерне опреме (мерна места) и временски периоди мерења, који су били усклађени са одговарајућим међународним и домаћим стандардима.

Начин формирања нумеричко-математичког модела и нумеричког решавања струјног и

температурног поља, за виртуелни простор одабране урбане средине, приказани су у поглављу 5. Дате су једначине за описивање струјно-термичких процеса за посматрани случај и приказане су основе моделирања преноса топлоте зрачењем.

У поглављу 6, приказани су резултати температурног, брзинског и поља концентрација угљен-диоксида у изабраној урбаној средини, добијених нумеричким симулација, које су засноване на методи коначних запремина, а спроведених коришћењем комерцијалног софтвера CHAM Phoenix. Приказани резултати обухватају три временска периода, јутарњи период, подневни период и вечерњи период - након заласка сунца. Поређењем вредности температурног, брзинског поља и поља концентрација угљен-диоксида, добијених коришћењем нумеричке симулације у дефинисаним тачкама поља са одговарајућим вредностима резултата експерименталних испитивања, обављена је валидација предложеног и развијеног нумеричког модела. Висок степен подударности експерименталних и података добијених нумеричким симулацијом, дало је основу за предпоставку да подаци добијени нумеричким симулацијама, практично за сваки тренутак и сваки део домена симулације могу да буду коришћени као подаци о спољним, тј. метеоролошким условима околине.

Поглавље 7 посвећено је одређивању корелације између повећања интензитета термичког острва на повећање потребе за хлађењем објекта који се налазе унутар термичког острва. У ту сврху, у дисертацији су приказане израчунате потребе за грејањем и потребе за хлађењем одабраног модела објекта – Високе текстилне школе за дизајн, технологију и менаџмент. Прорачуни су спроведени помоћу методологије прописане стандардом SRPS EN ISO 13790 и помоћу комерцијалног софтвера Design Builder. У сврху одређивања ове корелације спроведене су три врсте прорачуна:

1) прорачуни потребне енергије за хлађење и грејање за модел објекта који се налази у зони термичког острва, на својој стварној локацији. Прорачуни су спроведени применом софтвера Design Builder и прорачуном по стандарду SRPS EN ISO 13790.

2) прорачун потребне енергије за хлађење модела објекта, уколико би он налазио на локацији, која се не налази у зони термичког острва, тј. када би се налазио у општини Гроцка. У овом случају извршен је прорачуни помоћу софтвера Design Builder.

3) прорачуни потребне енергије за хлађење модела објекта, који се не налази на својој стварној локацији, него на одабраним локацијама унутар термичког острва. Ови прорачуни вршени су аналитичким прорачуном на основу смерница стандарда SRPS EN ISO 13790, а као улазни, тзв. метео-подаци коришћени су резултати нумеричких симулација спроведених коришћењем софтвера CHAM Phoenix.

Овим прорачунима установљен је утицај параметара спољашњег ваздуха, од којег зависи интензитет термичког острва, на укупну потрошњу енергије за хлађење објекта. Наведеним поступком успостављена је корелација између повећања интензитета термичког острва и повећања потребе за хлађење објекта.

У закључку, у поглављу 8, дат је резиме свих сегмената дисертације. Добијени резултати су прегледно сумирани. Дата су закључна разматрања уз критички осврт на остварене резултате спроведених истраживања. Истакнути су научни и практични доприноси дисертације у погледу променљивости резултата истраживања. Поред тога, дате су смернице за даља истраживања.

Осмо поглавље следе списак Литературних навода и Прилог.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Термичка острва, тј. зоне повишених температура ваздуха у урбаним градским зонама настају као последица урбанизације, односно значајних локалних промена природног екосистема. То се пре свега односи на појаву да се на једном, релативно великом простору

концентрише несразмерно велики број објекта од бетона и површина од асфалта и других материјала који у односу на природне материјале и површине (зелене и водене површине, а посебно површине под шумом) имају својства повећане топлотне акумулације (зграде, улице, тротоари, итд.), као и да се у тим истим зонама, као последица интензивног саобраћаја и индустријске активности, истовремено остварује повећано термичко и аеро-загађење. Појава ових зона има негативни утицај како на квалитет живота и здравље људи који у њима бораве, тако и на потрошњу енергије објеката које се у овим зонама налазе.

Спроведеном претходном анализом, у припремној фази израде дисертације, о утицају ефеката термичких острва у урбаним срединама на енергетску ефикасност зграда установљено је и да:

- још увек нису успостављене јасне везе између главних узрока настанака термичких острва;
- још увек нису успостављене јасне корелације између утицајних чиниоца на стање и понашање термичких острва и интензитет термичких острва;
- још увек нису успостављене корелације између интензитета термичких острва и потрошње енергије у објектима, и
- да ће у блиској будућности, услед даље интензивне урбанизације, глобалног загревања и повећаних енергетских потреба становника, овај негативни утицај бити све израженији.

Поред тога, уочено је да, осим у великим урбаним срединама, сличан, само умањен ефеката термичких острва постоји у мањим урбаним срединама.

На основу ових тога, дефинисан је предмет истраживања дисертације: испитивање понашања термичких острва, тј. установљавање и праћење узрока настанка, интензитета и мере термичких острва као и његовог понашања у времену и простору под утицајем скупа метеоролошких услова (температуре ваздуха, радијантне температуре, релативне влажности ваздуха, брзине ваздуха и интензитета сунчевог зрачења) и локалних особености и својстава микросредине, а све у сврху одређивања утицаја термичких острва на енергетску ефикасност зграда и повећану потрошњу енергије.

У складу са дефинисаним предметом истраживања дисертације, дефинисана су и два основна циља докторске дисертације. Први, да се применом савремених експерименталних и нумеричких метода квантификује утицај, те успостави аналитичка зависност између градских (распоред зграда, карактеристика омотача зграда, заступљеност зелених површина, интензитет саобраћаја) и метеоролошких (температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, концентрација угљен-диоксида, интензитет сунчевог зрачења, брзина и правац ветра) параметара на вредност интензитета термичких острва. Други циљ је да се квантификује утицај и успостави аналитичка зависност између интензитета термичких острва и повећане потрошње енергије у зградама током летњег периода.

С обзиром на актуалну ситуацију у свету, велике и миграције сеоског становништва у градове, изузетно повећање броја великих градова и мегалополиса, проблеме глобалног загревања, а посебно локалног загађења и промене климатских услова у градским срединама, појаве термичких острва, те њима изазваним повећањем потрошње енергије за хлађење објеката, може се констатовати да је област којом се бави ова дисертација изузетно савремена. Истовремено, а с обзиром да ова дисертација на оригиналан начин даје одговоре на претходно постављена питања, и показује један од могућих начина како да се успоставе корелације између утицајних чиниоца и стања и понашања термичког острва, као и да показује како могу да се успоставе корелације између интензитета термичких острва и потрошње енергије у објектима, може се констатовати да поседује захтевану оригиналност и значајно доприноси разјашњавању појаве понашања термичких острва.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе која је коришћена у дисертацији дат је као посебна целина, где су литерални наводи дати према редоследу цитирања у дисертацији. Прегледом цитиране литературе, може се закључити да је кандидат Иван Лазовић при изради дисертације користио актуелну и референтну литературу.

Анализом списка литературе која је коришћена током израде докторске дисертације може се закључити да је кандидат имао на располагању сву доступну референтну литературу. Ова литература кандидату је послужила као полазна основа за приказ тренутног стања у области термичких острва, за формирање прегледа и анализу постојећег стања предмета изучавања, уочавање проблема и постављање циљева истраживања дисертације, као и за поређење резултата. У дисертацији је коришћено укупно 129 литералних навода.

У оквиру дисертације, кандидат се позивао на анализе, резултате и закључке објављене у референтним докторским дисертацијама, стручним књигама, радовима у међународним часописима и релевантним важећим стандардима из области термичких острва у градским срединама, енергетске ефикасности у зградама и квалитета спољашње средине. Кандидат је коректно проучио и цитирао наведене изворе.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Узимајући у обзир комплексност теме и имајући у виду претходно изложене циљеве истраживања, у докторској дисертацији, кандидат је користио следеће научне методе које су примењене у поступку реализације научних резултата (доприноса):

- систематски приступ и класификацију доступне литературе кроз анализу и поређење различитих приступа утицаја термичких острва у градској средини на повећано коришћење енергије у зградама;
- експерименталне методе: у изабраној градској средини урађена су мерења температуре ваздуха, релативне влажности ваздуха, радијантне температуре, брзине струјања ваздуха и интензитета сунчевог зрачења. Мерења су урађена према усвојеној научној методологији коришћењем за ту сврху одговарајуће мерне опреме. Резултати урађених мерења су коришћени као улазни подаци за анализу утицаја градских и метео параметара на интензитет термичких острва, као и за анализу утицаја интензитета термичких острва (спољашње урбане средине) на потрошњу енергије у зградарству и топлотни комфор спољашње средине;
- развој сопственог нумеричког модела одабране градске средине и посебног модела одабраног репрезентативног објекта у градској средини;
- нумеричке методе: нумеричким симулацијама струјно-термичког поља изабране репрезентативне урбане средине за дефинисане случајеве, квантификована је тачност модела преноса топлоте, и одређене су вредности релевантних физичких и хемијских својстава ваздуха у свим тачкама прорачунског домена, односно и у оним тачкама простора где није било могуће радити експериментална мерења. Урађена је валидација нумеричког модела поређењем са резултатима мерења. На бази резултата добијених нумеричком симулацијом и коришћењем комплексног и претходно валидизованог нумеричког модела одређен је интензитет утицаја ефекта термичког острва на потрошњу енергије у зградама;
- ради валидације нумеричких модела, спровођени су и одговарајући аналитички прорачун потребне енергије за хлађење репрезентативног објекта.

Применом наведених општих и посебних савремених научних метода добијени су резултати који су омогућили да се овом дисертацијом оствари квалитетан научни допринос у изучавању понашања термичких острва, као односа између интензитета термичких острва и повећања потрошње енергије у објектима који се налазе у овим острвима.

3.4. Применљивост остварених резултата

Основни циљ ове дисертације јесте да применом савремених експерименталних и нумеричких метода буде квантификован утицај и успостављена аналитичка зависност између градских (распоред зграда, карактеристика омотача зграда, заступљеност зелених површина, интензитет саобраћаја) и метеоролошких (температура ваздуха, релативна влажност ваздуха, концентрација угљен-диоксида у, интензитет сунчевог зрачења, брзина и правац струјања ваздуха) параметара на вредност интензитета термичких острва, као и да буде квантификован утицај и успостављена аналитичка зависност између интензитета термичких острва и повећане потрошње енергије у зградама током летњег периода. Практична и конкретна примена истраживања огледа се у могућностима примене предложеног модела и на друге градске средине као и приликом пројектовања градских средина.

На основу резултата истраживања приказаних у докторској дисертацији, као и резултата који су настали из докторске дисертације, а који су потврђени кроз објављивање више научних и стручних радова, може се закључити да је остварен значајан допринос у истраживању утицаја термичких острва. Зато се може констатовати да је кандидат Иван М. Лазовић, мастер инжењер машинства, у изради докторске дисертације, остварио је резултате који дају значајну основа за даља истраживања у области термичких острва, односа између интензитета термичких острва и енергије за хлађење објеката, као и побољшања квалитета животне средине.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови Комисије сматрају да је кандидат Иван Лазовић током израде докторске дисертације показао стручност, смисао, знање да самостално препозна и систематски решава инжењерске и научне проблеме, примењујући савремене методе теоријског, експерименталног, нумеричког и статистичког карактера, да користи расположиву литературу и да успешно влада савременим истраживачким методама. Резултати докторске дисертације доказ су способности кандидата за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Успешном реализацијом циљева истраживања у оквиру докторске дисертације под називом „Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“, остварени су следећи научни доприноси:

- на основу резултата добијених спровођењем сопственим експерименталним испитивањима, на примеру школских објекта, успостављена је и квантификована корелација између температуре ваздуха, релативне влажности ваздуха и концентрације угљен-диоксида у школским учионицама. Ова корелација указала је на потребу за повећаним бројем измена ваздуха у просторијама, односно последишно већим енергетским потребама објекта, што је приказано у поглављу **Прорачун и анализа потрошње енергије репрезентативног објекта**, и публиковано у раду [1] из категорије

M22 (одељак 4.3 Верификација научних доприноса).

- на основу резултата добијених спровођењем сопственим експерименталним испитивањима, на примеру школских објекта, успостављена је и квантификована корелација између концентрације суспендованих честица и концентрације угљен-диоксида у школским учионицама, што је приказано у поглављу **Експериментална истраживања**, а публикувано у раду [1] из категорије M23 (одељак 4.3 Верификација научних доприноса).

Поред тога дисертацијом су остварени и следећи доприноси:

- формиран је нумеричко-аналитички модел за одређивање динамичког понашања температурног, брзинског и поља концентрација угљен-диоксида и влажности ваздуха у градским срединама, што је приказано у поглављу **Математичко-нумерички модел** и публикувано у раду [4] из категорије M33 (одељак 4.3 Верификација научних доприноса).
- на основу резултата добијених сопственим експерименталним испитивањима и резултата добијених спроведенм нумеричким симулацијама, квантификована је корелација између повећања интензитета термичког острва и повећања потребе за хлађењем објекта који се налазе унутар термичког острва, што је приказано у поглављу **Прорачун и анализа потрошње енергије репрезентативног објекта**.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, може бити констатовано да су резултати истраживања у тези значајни и да су применљиви у пракси. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, може се закључити да су пружени одговори на сва релевантна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања. Развијени нумерички модели и експерименталне процедуре имају реалну применљивост у области анализе и праћења ефеката термичких острва, као и да могу бити искоришћена за процену утицаја приликом прорачуна потрошње енергије за хлађење. Висок ниво корелације резултата добијених применом нумеричких модела одабране градске средине са експерименталним резултатима указују на висок степен поузданости нумеричког модела за одређивање температурног поља, поља брзине и концентрације угљен-диоксида. На основу наведеног, може бити констатовано да развијени нумерички модел поседује практичну применљивост, с обзиром да уз једноставне измене граничних услова, може да послужи и да са великом поузданошћу предвиди понашање термичких острва. Такође, креирањем новог нумеричког модела исти поступак може да буде примењен и на примерима других градских средина.

На бази спроведених истраживања, у оквиру дисертације, створена је основа за даље правце истраживања у овој области.

4.3. Верификација научних доприноса

Резултате својих истраживања **Иван М. Лазовић** верификовао је у радовима који су објављени у часописима и изложени на одговарајућим конференцијама. Најважнији су следећи радови:

Радови у међународном часопису (M21)

- [1] Turanjanin V., Vučicević B., Jovanović M., Mirkov N., **Lazović I.**, Indoor CO₂ measurements in Serbian schools and ventilation rate calculation, Energy Vol 77, 2014, pp. 290-296, <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.10.028>, ISSN: 0360-5442, (IF 2014=4.844)

- [2] Jovasević-Stojanović M, Bartonova A, Topalović D, **Lazović I**, Pokrić B, Ristovski Z: On the use of small and cheaper sensors and devices for indicative citizen-based monitoring of respirable particulate matter, Environmental Pollution, Vol 206, 2015, pp: 696-704, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2015.08.035>, ISSN: 0269-7491, (IF 2014=4.143)

Радови у међународном часопису (M22)

- [1] **Lazović I**, Stevanović Ž, Jovašević-Stojanović M, Živković M, Banjac M, Impact of CO₂ concentration on indoor air quality and correlation with relative humidity and indoor air temperature in school buildings, Serbia, Thermal Science, Vol. 20, Year 2016, pp. S297-S307 DOI: 10.2298/TSCI150831173L, ISSN: 0354-9836, (IF 2016=1.148)
- [2] Jovanović M, Vučićević B, Turanjanin V, **Lazović I**, and Živković M, Assessing the sustainability of serbian school buildings by analyse and synthesis parameters under information deficiency method, Thermal Science, Vol. 22, Year 2018, pp. S1271-S1283 DOI: <https://doi.org/10.2298/TSCI170529131J>, (IF 2018=1.340)

Радови у међународном часопису (M 23)

- [1] **Lazović I**, Jovašević-Stojanović M, Živković M, Tasić V, Stevanović Ž, PM and CO₂ variability and relationship in the different school environments, Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly Vol 21, No 1/II, 2015, pp: 179-187, DOI:10.2298/CICEQ140212020L, ISSN: 1451-9372, (IF 2015=0.617)

Саопштења са међународног скупа, штампано у целини (M33)

- [1] **Lazović I**, Mirkov N, Stevanović Ž, Đurović-Petrović M, A quantification of heat island effects in urban spaces adjacent to highways, Full Papers Proceeding of International Conference "Power Plants 2014", 28-31. October 2014, Zlatibor Serbia, ISBN 978-86-7877-024-1, pp. 835 – 841.
- [2] Kostadinović D, **Lazović I**, Živković M, Stevanović Ž, Stefanović S, Influence of Window U-value on Energy Performance of School Building, 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, October 20 - 23. 2015. ISBN: 978-86-6055-076-9, pp. 586-593.
- [3] Turanjanin V, Vučićević B, Jovanović M, Mirkov N, **Lazović I**, The influence of temperature correction factor to determine the buildings heat losses, 17th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Sokobanja, October 20 - 23. 2015. ISBN: 978-86-6055-076-9, pp. 594-600.
- [4] Stevanović Ž, **Lazović I**, Stefanović S, Outdoor Heat Reduction Strategies in Complex Urban Environment, The 2nd Environment and Natural Resources International Conference-ENRIC 2016, Ayutthaya, Thailand 16 – 17 November 2016.
- [5] Jovanović R., **Lazović I**, Numerical Simulation of Wind Flow Influence on Heat Island Temperature Characteristics in Urban City Area, Full Papers Proceedings of 3rd Virtual International Conference on Science, Technology and Management in Energy, Research and Development Center "ALFATEC", Niš, Serbia; Complex System Research Centre, Niš, Serbia, 1, 1, pp. 67 - 76, 978-86-80616-02-5, Niš, Serbia, 19. - 20. Oct, 2017.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да је докторска дисертација под називом **„Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“** кандидата **Ивана М. Лазовића**, мастер инжењера машинства, урађена према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и да је у складу са Статутом и Правилником о докторским студијама Машинског факултета Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је кандидат **Иван М. Лазовић**, мастер инжењер машинства успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања и да докторска дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносима у области машинства, ужа научна област термомеханика. Кандидат је дошао до оригиналних научних резултата који су успешно и верификовани.

Имајући у виду све наведено, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу да се докторска дисертација под називом **„Утицај ефеката термичких острва у градским срединама на повећано коришћење енергије у зградама“** кандидата **Ивана М. Лазовића**, студента Докторских студија, прихвати, изложи на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду 1.11.2019. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

др **Милош Бањац**, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др **Мирко Коматина**, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др **Маја Тодоровић**, редовни професор
Универзитет у Београду, Машински факултет

др **Вукман Бакић**, научни саветник
Институт за нуклеарне науке Винча

др **Мирјана Лаковић-Пауновић**, ванредни професор
Универзитета у Нишу, Машински факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 1457/4
Датум: 12.12.2019. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 40. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 88/2017 и 27/2018-др. закон), члана 48. Правилника о докторским студијама, члана 64. Статута Машинског факултета (број 1450/4 од 14.06.2018. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 12.12.2019. године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **УТИЦАЈ ЕФЕКТА ТЕРМИЧКИХ ОСТРВА У ГРАДСКИМ СРЕДИНАМА НА ПОВЕЋАНО КОРИШЋЕЊЕ ЕНЕРГИЈЕ У ЗГРАДАМА** студента **ИВАНА ЛАЗОВИЋА**, магист. инж. маш.

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-1748/2-17 од 05.06.2019. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

1. **Lazović I**, Stevanović Ž, Jovašević-Stojanović M, Živković M, Banjac M, Impact of CO₂ concentration on indoor air quality and correlation with relative humidity and indoor air temperature in school buildings, Serbia, Thermal Science, Vol. 20, Year 2016, pp. S297-S307 DOI: 10.2298/TSCI150831173L, ISSN: 0354-9836, (IF 2016=1.148)

Одлуку доставити: студенту, ментору, Катедри за термомеханику и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић