

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовao комисију:		
Решењем бр. 012-199/58-2019 од 27.05.2021. године, на основу Одлуке Научно-наставног већа Факултета техничких наука, декан Факултета техничких наука проф. др Раде Дорословачки, именовao је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :		
1. Кљајић Мирослав	ванредни професор	Термотехника, термоенергетика и управљање енергијом, 01.12.2019.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Председник
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Чонградац Велимир	редовни професор	Аутоматика и управљање системима, 17.12.2019.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Томић Младен	доцент	Термотехника, термоенергетика и управљање енергијом, 01.10.2017.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Игњатовић Марко	доцент	Термотехника, термоенергетика и процесна техника, 09.07.2018.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Машински факултет, Универзитет у Нишу		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. Анђелковић Александар	ванредни професор	Термотехника, термоенергетика и управљање енергијом 25.09.2020.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду		Ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

<p>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</p>
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Игор, Влатко, Мујан</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава: 25.05.1987. Нови Сад, Република Србија</p> <p>3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, Енергетика и процесна техника – топлотна техника, Мастер инжењер машинства</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2017. година, Машинско инжењерство</p>
<p>III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>МОДЕЛ ИНТЕЛИГЕНТНЕ ПЛАТФОРМЕ ЗА ОЦЕНУ КВАЛИТЕТА УНУТРАШЊЕ СРЕДИНЕ У СЕКТОРУ ЗГРАДАРСТВА</p>
<p>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.</p> <p>У докторској дисертацији под називом „Модел интелигентне платформе за оцену квалитета унутрашње средине у сектору зградарства” кандидата Игора Мујана приказано истраживање развоја свеобухватног модела за процену квалитета унутрашње средине. Модел је тестиран кроз три теренске студије. Процена квалитета унутрашње средине дефинисана је методологијом која интегрише релевантне параметре у укупни индекс извођењем њихових појединачних тежинских коефицијената. Развијена је и употребљена нискобуџетна мерна станица „ENVIRA“ за континуирано мерење релевантних параметара квалитета унутрашње средине. У теренским студијама учествовало је укупно 125 испитаника. Дисертација је написана на 116 страница на ћирилици (са пратећим прилозима, дисертација садржи укупно 150 страница). Садржај је подељен у 7 поглавља. Дисертација садржи 58 слика, 21 табели и 167 научних референци. На почетку тезе су дати: наслов, кључна документацијска информација на српском и на енглеском језику, сажетак на српском и на енглеском језику, садржај рада, списак скраћеница, као и захвалница.</p> <p>Дисертација обухвата следећих 7 поглавља:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Увод 2. Преглед досадашње литературе и праксе 3. Математички модел обраде података и оцене квалитета унутрашње средине 4. Конструкција мерне станице: сензори, њихова осетљивост и платформа 5. Мерење параметара квалитета унутрашње средине у стварним условима и обрада података 6. Развој интелигентне платформе за квалитет унутрашње средине на „облаку“ 7. Закључци и правци даљег истраживања
<p>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>У уводном поглављу дефинисан је предмет и проблем истраживања. Назначена је потреба за дефинисањем свеобухватног индекса квалитета унутрашње средине. У складу са овом потребом дефинисан је циљ истраживања: развој нове платформе за оцену квалитета унутрашње средине. Платформа има задатак да пружи тренутни индекс квалитета унутрашње средине у зградама применом до сада познатих научних сазнања, измерених и израчунатих физичких параметара окружења.</p>

У другом поглављу дат је детаљан преглед литературе у области квалитета унутрашње средине. Предочен је мерив утицај квалитета унутрашње средине на кориснике објеката у сектору зградарства кроз њихову продуктивност и утицај на здравље. Приказана је тренутна интеграција квалитета унутрашње средине у стандарде и зелене сертификате. Детаљно су описане све карактеристике основних параметара који утичу на свеобухватни квалитет унутрашње средине: термички комфор, квалитет унутрашњег ваздуха, визуелни комфор и акустички комфор. Такође, дат је преглед тренутних трендова у контроли квалитета унутрашње средине у затвореној средини.

У трећем поглављу описан је математички модел обраде података и оцене квалитета унутрашње средине. Свеобухватни индекс квалитета унутрашње средине израчунава се као полином сачињен од индекса компоненти термичког комфора, квалитета унутрашњег ваздуха, акустичког и визуелног комфора. Индекси компоненти су помножени са тежинским коефицијентима који се добијају на основу упитника, који представљају субјективни осећај корисника објеката унутрашњом средином. У поглављу су детаљно дефинисани и модели компоненти за израчунавање индекса квалитета унутрашње средине.

У четвртном поглављу описана је конструкција мерне станице за оцену квалитета унутрашње средине. Дат је опис неопходних сензора који задовољавају потребе математичког модела са становишта улазних података. Детаљно је описан принцип рада сваког сензора, њихове техничке карактеристике и спроведене калибрационе методе у климатској комори. Такође, приказана је аутентична конструкција мерне станице на 3D штампачу и контрола рада сензора помоћу „Arduino“ микроконтролера.

У петом поглављу извршена су мерења параметара квалитета унутрашње средине у стварним условима у три теренске студије помоћу платформе за мерење квалитета унутрашње средине. За теренске студије су одабрана два пословна објекта и једна високо-образовна установа. За време мерења физичких параметара окружења, корисници објекта (укупно њих 125) су попуњавали анкету о субјективном осећају унутар простора (након аклиматизације). Помоћу регресивне анализе резултата упитника, добијени су тежински коефицијенти за компоненте индекса квалитета унутрашње средине. Даље је дата детаљна анализа измерених података са становишта термичког комфора, квалитета унутрашњег ваздуха, акустичког и визуелног комфора. На крају поглавља су сумирани сви резултати у свеобухватни индекс који је упоређен са субјективним резултатима анкете.

У шестом поглављу представљен је развој интелигентне платформе за квалитет унутрашње средине на „облаку“. Предочена је архитектура платформе и њена „ИоТ“ интеграција. Представљен је начин приказивања релевантних параметара унутрашњег окружења крајњем кориснику као и могућа интеракција корисника са платформом. Такође, објашњени су могући начини повезивања платформе са централним системима надзора и управљања у објектима и контрола централизованих система за климатизацију.

У седмом поглављу сумирани су резултати истраживања и назначени су даљи правци истраживања.

Литература садржи 167 прегледно систематизованих библиографских навода.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилма докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

Радови у истакнутим међународним часописима категорије M21a:

1. **Mujan, I.**, Licina, D., Kljajić, M., Čulić, A., Anđelković, A.S., 2021. Development of indoor environmental quality index using a low-cost monitoring platform. J. Clean. Prod. 312, 127846. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127846>
2. Demanega, I., **Mujan, I**¹., Singer, B.C., Anđelković, A.S., Babich, F., Licina, D., 2021. Performance assessment of low-cost environmental monitors and single sensors under variable indoor air quality and thermal conditions. Build. Environ. 187. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2020.107415>
3. **Mujan, I.**, Anđelković, A.S., Munćan, V., Kljajić, M., Ružić, D., 2019. Influence of indoor environmental quality on human health and productivity - A review. J. Clean. Prod. 217, 646-657. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.307>

Радови са међународних скупова штампани у целости (M33):

1. **Mujan I**, Anđelković A, Muncan V; Indoor Environment Quality and its Impact on Health and Productivity - A Literature Review, 3rd SEE SDEWES Conference 2018, Novi Sad, 2018,
2. **Mujan I**, Anđelković A, Muncan V; Indoor Environment Quality and its Impact on Health and Productivity - A Review, SPLITECH 2018, Split, 2018

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

Спроведеним истраживањем развијен је свеобухватни модел интелигентне платформе за процену квалитета унутрашње средине који је тестиран у оквиру три теренске студије. Поступак процене квалитета унутрашње средине дефинисан је методологијом која интегрише релевантне параметре у укупни индекс извођењем њихових појединачних тежинских коефицијената.

Развијена је и тестирана нискобуџетна мерна станица „ENVIRA“ за континуирано мерење релевантних параметара квалитета унутрашње средине. У теренским студијама учествовало је укупно 125 испитаника - 69 у две канцеларије отвореног типа и 56 у образовној установи. Резултати регресионе анализе анкете корисника простора за канцеларијски простор показали су да је квалитет унутрашњег ваздуха у просторијама најкритичнији параметар квалитета унутрашње средине са тежинским коефицијентом од 0,35, праћена термичким комфором (0,285), акустичним комфором (0,195) и осветљеношћу (0,17). Преференције корисника разликовале су се у образовном објекту где је термичка угодност била најдоминантнија компонента (0,31), праћена квалитетом унутрашњег ваздуха и акустичним комфором подједнако (0,25) и осветљењем (0,19). Резултати показују да појединачни тежински коефицијенти нису еквивалентни и могу се разликовати међу типовима објеката.

Коначно, средња апсолутна грешка између просечних резултата истраживања и укупног индекса квалитета унутрашње средине за три теренске студије износила је <3%, што сугерише да се мерна станица може користити за генерисање великих скупова података о квалитету унутрашње средине у истраживачке сврхе.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

На основу детаљног увида у садржај докторске дисертације комисија сматра да је кандидат јасно и прегледно приказао резултате истраживања. Сви добијени резултати представљени су помоћу одговарајућих табела и слика. Интерпретација резултата је објективна и коректна. Дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма „*IThenticate*“.

¹ Први коаутор рада

Извештај о подударности је показао да је дисертација оригинално ауторско дело кандидата („*Similarity Index*“ је износио 2%).

У складу са наведеним, Комисија **ПОЗИТИВНО** оцењује начин на који су резултати истраживања приказани и тумачени.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

ДА, дисертација је у потпуности написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

ДА, дисертација садржи све битне елементе који се захтевају за радове ове врсте..

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

У овој дисертацији представљена је методологија истраживања на развоју нискобуџетне мерне станице „ENVIRA“ за континуално праћење квалитета унутрашње средине. Конструкционо решење нискобуџетне мерне станице представља оригинални допринос науци како континуално мерење свих потребних параметара унутрашње средине за добијање свеобухватног индекса једним уређајем намењеном крајњем кориснику објекта тренутно није доступно. Поред оцене квалитета унутрашње средине, платформа има и улогу у едукацији крајњих корисника о адекватним условима животном и радном простору. Уз незнатну адаптацију, платформа има и потенцијал за употребу у системима централног надзора и управљања објектима.

Дисертација дефинише модел за израчунавање свеобухватног индекса квалитета унутрашње средине на основу појединачних фактора за сваку интегрисану компоненту (: термички комфор, квалитет унутрашњег ваздуха, акустични и визуелни комфор). Начин прорачуна фактора под-компоненти за квалитет унутрашњег ваздуха представљања допринос науци како тренутно на овом пољу нема консензуса. Поред фактора за угљен-диоксид дисертација дефинише модел за рачунање фактора лако-испарљивих једињења и чврстих суспендованих честица у простору.

Поред континуиране процене параметара квалитет унутрашњег ваздуха, мерна станица „ENVIRA“ показала је потенцијал да идентификује недостатке система за климатизацију, што доводи до побољшаних процедура за вођење система и смањење потрошње енергије.

Мерна станица је тестирана кроз три теренске студије у објектима (два канцеларијска простора и један образовни објекат). Комбинацијом континуираних мерења појединачних параметара квалитета унутрашње средине (термички комфор, квалитет унутрашњег ваздуха, визуелни комфор и акустички комфор) и података о оцени испитаника о квалитету унутрашње средине заснованих на анкетама, ова студија даје нове резултате и закључке о важности појединачних параметара који се користе за процену укупних перформанси квалитету унутрашње средине. Такође, истраживачи у овој области до сада нису покушали да примене један свеобухватни модел на објектима различите намене.

Добијени резултати за тежинске коефицијенте показују да су корисници имали сличне преференције у објектима исте намене, док примена у објектима различите намене може проузроковати грешку. Такође, студија показује да корисници објеката не придодају подједнаку важност свим параметрима квалитета унутрашње средине.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

У дисертацији нису уочени недостаци који би утицали на резултате истраживања.

X ПРЕДЛОГ:

На основу наведеног, комисија предлаже:

да се докторска дисертација прихвати, а кандидату Игору Мујану одобри одбрана.

Место и датум:

Нови Сад, 07.07.2021.:

1. др Мирослав Кљајић, ванредни професор, председник

2. др Велимир Чонградац, редовни професор, члан

3. др Младен Томић, доцент, члан

4. др Марко Игњатовић, доцент, члан

5. др Александар Анђелковић, ванредни професор, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.