

ПРИМЉЕНО	23.03.2023
ОРГ ЈЕДНИЦА	309/1

УНИВЕРЗИТЕТ У ПРИШТИНИ

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У КОСОВСКОЈ МИТРОВИЦИ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА

На основу члана 55. став 1. тачка 38. члана 66. Статута Факултета техничких наука у Косовској Митровици, а у складу са члановима 12. и 13. Правилника о пријави, изради и одбрани специјалистичког рада, Наставно-научно веће Факултета техничких наука у Косовској Митровици на седници одржаној 08.03.2023. године донело је Одлуку бр.271/3-11 којом смо именовани за чланове Комисије за оцену и одбрану урађеног специјалистичког рада кандидата Милије Радовића под насловом „Анализа услова унутрашњег окружења услед унапређења термотехничких система код школских објеката на подручју Шумадијског округа”.

После прегледа предметног специјалистичког рада кандидата, Комисија подноси Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици следећи

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ СПЕЦИЈАЛИСТИЧКОГ РАДА

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Милија Радовић је рођен 14.08.1966. године у Лозну, општина Лепосавић. Основну, средњу школу и Хемијски факултет је завршио у Крагујевцу. На Факултету техничких наука Универзитета у Приштини дипломирао је на мастер академским студијама, студијски програм Машинско инжењерство, модул Термотехника и термоенергетика.

Од 1993. год. и данас је власник приватне фирме Водно-Монт у Крагујевцу, која се бави инсталацијама у грађевинарству. Као одговорни извођач радова руководио је на више важних објеката (стамбено-пословни објекти) у Крагујевцу и на подручју целе Србије. Поседује све лиценце Инжењерске коморе, као и положене стручне испите у области безбедности и здравља на раду.

Живи и ради са породицом у Крагујевцу.

ПОДАЦИ О ПРИХВАЋЕНОЈ ТЕМИ СПЕЦИЈАЛИСТИЧКОГ РАДА

Радни наслов специјалистичког рада: „Анализа услова унутрашњег окружења услед унапређења термотехничких система код школских објеката на подручју Шумадијског округа”.

Датум и година одлуке о прихватању теме специјалистичког рада: 09.04.2021. год.

Комисија за оцену услова и прихватање теме специјалистичког рада:

- др Рада Радуловић, ванр. проф., дипломирани инжењер грађевинарства;
- др Милан Ђорђевић, ванр. проф., дипломирани инжењер машинства;
- др Мирјана Милетић, доц., дипломирани инжењер архитектуре.

НАСЛОВ СПЕЦИЈАЛИСТИЧКОГ РАДА

Анализа услова унутрашњег окружења услед унапређења термотехничких система код школских објеката на подручју Шумадијског округа

ОЦЕНА СПЕЦИЈАЛИСТИЧКОГ РАДА

Приказ предмета истраживања

Велика потрошња енергије један је од озбиљнијих проблема са којим се глобално друштво данас суочава. Зграде су одговорне за готово 50% укупне глобалне потрошње енергије у Европској Унији која се углавном утроши на грејање објеката, стога санација објеката по овом питању има веома велики економски и еколошки значај. Уколико се постојећи објекти код којих је након анализе изражена потреба санирају на прави начин, потрошња енергије може да се умањи до 90%. На тај начин може се достигнути Фактор 10 који суштински то и представља. Фактор 10 је могућ уз унапређење термичког омотача објекта у комбинацији са унапређењем постојећих термотехничких система. Имајући у виду 290 милиона постојећих зграда у свету које треба санирати долазимо до значајне уштеде енергије

Енергетски аспект санације зграда огледа се у рационализацији потрошње енергије, очувању грађевинске супстанце и продужењу трајања зграде. Нарочито је значајно побољшати комфор и промовисати коришћење обновљивих извора енергије (Јовановић-Поповић, 2012). Када је у питању потрошња енергије, циљ је прописан Правилником о условима, садржини и начину издавања сертификата о енергетским својствима зграде. Према члану 10. Правилника „енергетски разред за постојеће зграде, након извођења радова на реконструкцији, доградњи, обнови, адаптацији, санацији и енергетској санацији, мора бити побољшан најмање за један разред“. У Прилогу истог Правилника табеларно су приказани енергетски разреди за нестамбене и зграде мешовите намене у оквиру којих су зграде намењене образовању. Поред потрошње енергије, значајан аспект који утиче на продуктивност и здравље корисника је испитивање услова унутрашњег окружења након енергетске санације. Овај рад се бави управо испитивањем услова комфора након унапређења енергетских перформанси, унапређењем термотехничких система код школских зграда.

У Србији је спроведена студија у оквиру пројекта Немачко-српске сарадње (GIZ) где је обухваћена база од 1857 школских зграда од укупно 3890 школа у Србији. Зграде су различите старости, а највећи број је изграђен у периоду од 1946. до 1970. године. Анализа ове и претходних студија показује да школске зграде имају лош квалитет ваздуха у затвореном простору због велике окупираности, застарелости уграђених система и лошег стања у коме се налази термички омотач, нарочито у учионицама. (“Energy Efficient Optimization in a Typical School Building: Kurdistan Typical School Buildings as a Case Study,” 2018). Може се закључити и нагласити потреба за студијом која би се бавила анализом услова унутрашњег окружења након унапређења енергетских перформанси одређеног типа ове врсте зграда. Уз предложене и у раду дефинисане интервенције, анализираће се потрошња енергије за грејање читавог објекта и испитиваће се услови термичког комфора у ученичким просторима.

Циљ истраживања

Основни циљ овог истраживања је формирање референтног модела одређеног типа школске зграде који ће имати оптималне енергетске перформансе према којим ће се процењивати квалитет и обим будућих интервенција по питању енергетске санације, нарочито термотехничких система, а у складу са стварањем адекватних услова комфора у ученичким просторима. Првенствени задатак овог рада је истраживање оптималних могућности примене енергетски ефикасних мера у енергетској санацији постојећих школских зграда на подручју Шумадијског округа приказаних кроз санацију термотехничких система одабраних репрезентативних модела. На основу изнетог циљеви су:

- преглед домаће и иностране легислативе у вези са школским зградама и енергетском ефикасношћу;
- прикупљање информација о школским објектима заступљеним у Шумадијском округу;
- проучавање услова комфора код школских објеката;
- проучавање термотехничких система код школских објеката;
- дефинисање референтних модела школских објеката одређене категорије на основу којих ће се вршити одабир мера унапређења термотехничких система у будућности.

Задаци истраживања

Основни задатак проистекао из циља истраживања је приказивање значаја енергетске санације одређеног типа школских зграда базираног на унапређењу термотехничких система код постојећих објеката. Из овог задатка проистичу следећи задаци:

- анализа резултата санације школских зграда путем динамичких симулација;
- идентификација, анализа и прорачун могућих интервенција на термотехничким системима које ће се применити код одређеног типа школских објеката;

Истраживачка питања

У раду су, на основу претходног искуства постављене полазне хипотезе.

Унапређењем термотехничких система, одабиром одговарајућих система грејања, не третирајући термички омотач објекта, могуће је унапредити услове термичког комфора у школама.

Такође, истраживање се заснива и на помоћним хипотезама:

Коришћењем топлотних пумпи ваздух – вода, као унапређених система у односу на постојеће системе могуће је остварити уштеду енергије од 20 %.

У раду успостављена методологија и предложене мере унапређења система грејања омогућавају одређивање типова школа које су најпогодније за примену предложеног система грејања у контексту уштеде енергије и унапређење термичког комфора.

Методе истраживања

Ово истраживање ће се спровести у три правца.

Први правац је теоријско разматрање питања енергетске ефикасности школских зграда, легислативе, услова комфора и истраживања када је у питању термички омотач и термотехнички системи код школских објеката у Србији.

Други правац се огледа у прикупљању података и анализи постојећег стања одређених репрезентативних узорака школских објекта на којима ће се вршити дефинисано унапређење.

Како би се постигли резултати, упоредило постојеће стање и стање након примене пакета мера унапређења спроводи се трећи правац истраживања. Услови комфора постојећег и унапређеног стања, као и потрошња енергије за грејање на основу које утврђујемо

енергетски разред објекта испитивани су и израчунавани путем динамичких симулација. Енергетско моделовање објеката спровешће се у софтверском пакету DesignBuilder.

Садржај рада

СКРАЋЕНИЦЕ, ОЗНАКЕ И СИМБОЛИ ПОПИС СЛИКА И ТАБЕЛА

1 УВОДНО ОБРАЗЛОЖЕЊЕ

- 1.1. Објашњење појмова, повод и актуелност теме
- 1.2. Проблем и предмет истраживања
- 1.3. Циљ истраживања
- 1.4. Задаци истраживања
- 1.5. Истраживачка питања
- 1.6. Методе истраживања

2 УЛАЗНИ ПАРАМЕТРИ ИСТРАЖИВАЊА

- 2.1. Климатске карактеристике подручја у коме се налазе школски објекти
- 2.2. Преглед законске регулативе, правилника и стандарда у области енергетске ефикасности и школских зграда
 - 2.2.1. Законска регулатива у Србији
 - 2.2.2. Законска регулатива у свету
- 2.3. Термотехнички системи у школским зградама
 - 2.3.1. Врсте горива и системи грејања
 - 2.3.2. Могуће унапређење енергетске ефикасности унапређењем термотехничких система
- 2.4. Анализа услова комфора за школске објекте
 - 2.4.1. Топлотни комфор
 - 2.4.2. Хигијенски комфор

3 ШКОЛСКЕ ЗГРАДЕ У СРБИЈИ

- 3.1. Типологија школских објеката у Србији
- 3.2. Намена простора у школским објектима

4 РЕПРЕЗЕНТАТИВНИ МОДЕЛИ ШКОЛСКИХ ЗГРАДА МОДЕЛ С1 И С2

- 4.1. Динамичке симулације
- 4.2. МОДЕЛ С1 Постојеће стање
 - 4.2.1. Термички омотач и термотехнички системи модела С1
 - 4.2.2. Потрошња енергије за грејање
 - 4.2.3. Услови комфора постојећег стања за ученичке просторе модела С1
- 4.3. МОДЕЛ С2 Постојеће стање
 - 4.3.1. Термички омотач модела и термотехнички системи модела С2
 - 4.3.2. Потрошња енергије за грејање
 - 4.3.3. Услови комфора постојећег стања за ученичке просторе модела С2

5 АНАЛИЗА УСЛОВА УНУТРАШЊЕГ ОКРУЖЕЊА УСЛЕД ЗАМЕНЕ ТЕРМОТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА

- 5.1. Унапређење термотехничких система

- 5.1.1. МОДЕЛ С1Н
 - 5.1.1.1. Потрошња енергије за грејање
 - 5.1.1.2. Анализа услова комфора
- 5.1.2. МОДЕЛ С2Н
 - 5.1.2.1. Потрошња енергије за грејање
 - 5.1.2.2. Анализа услова термичког комфора
- 5.2. Упоредна анализа резултата потрошње енергије, комфора и коментар на постојеће и унапређено стање
- 6 **ЗАКЉУЧАК**
- 7 **ЛИТЕРАТУРА И ИЗВОРИ**
- 8 **ПРИЛОЗИ**

Структура и обим рада

Специјалистички рад кандидата Милије Радовића систематизован је у 8 поглавља и садржи укупно (са прилозима) 93 стране, са 22 слике и 15 табела. На крају рада дат је списак коришћене литературе са укупно 33 библиографске јединице. Поглавља у оквиру којих је представљена материја рада су:

Скраћенице, ознаке и симболи

Попис слика и табела

1. Уводно образложење
2. Улазни параметри истраживања
3. Школске зграде у Србији
4. Репрезентативни модели школских зграда Модел С1 и С2
5. Анализа услова унутрашњег окружења услед замене термотехничких система
6. Закључак
7. Литература и извори
8. Прилози

У првом поглављу поред истицања значаја одрживих зграда, објашњени су појмови, повод и актуелност поменутој теме. Приказана је претходна анализа истраживања која се односи на унапређење енергетске ефикасности кроз седам најзначајнијих тачака објекта. Истакнут је циљ истраживања који се своди на преглед домаће и иностране законске регулативе, прикупљање података о школама у Шумадији, проучавање услова комфора код ове врсте објеката, као и проучавање термотехничких система, система грејања, код школских зграда. Задаци истраживања представљају санирање одређених зграда у смислу унапређења и испитивање услова термичког комфора у ученичким просторима. Уводно образложење приказује и коришћене методе истраживања у раду и наводи истраживачка питања.

У другом поглављу дати су основни подаци који су улазни параметри приликом симулирања услова унутрашњег окружења кроз софтверске алате примењене у раду. Улазни параметри се односе на климатске карактеристике подручја у коме се налазе одабрани објекти, приказ прегледа примењених закона о теми, приказани су основи термотехничких система и горива који су примењени у објектима и то постојеће и измењено (унапређено) стање.

Друго поглавље даје и приказ и могућих интервенција у смислу унапређења комфорних услова и приказ основних параметара услова комфора у школским зградама.

У трећем поглављу описане су школске зграде у Србији са освртом на Шумадијски округ.

Установљена је типологија ових зграда и приказана категоризација сходно Правилнику. Намена простора је истакнута не би ли се стекао увид у ученичке просторе који представљају зонирано подручје.

Четврто поглавље описује репрезентативне моделе школа (два модела С1 и С2). Сви елементи школа, од термичког омотача до активности и примењених система су описани у овом поглављу. Испитани су услови комфора постојећег и измењеног стања на основу резултата динамичких симулација у DesignBuilder софтверском пакету. Настојало се једнообразно приказивање школа.

Пето поглавље анализира услове термичког комфора услед замене дела термотехничких система, система грејања, у објектима.

Шесто поглавље су закључна разматрања у виду дискусије добијених резултата постојећег и измењеног стања по питању утрошње енергије и услова термичког комфора.

РЕЗУЛТАТИ И ДОПРИНОС

Анализом резултата истраживања представљених у специјалистичком раду кандидата Милије Радовића може се закључити да предметни рад представља резултат истраживачког рада, који укључује познавање проблематике и стања ствари у истраживаној области, избор адекватних циљева, метода и поступака истраживања које треба применити. Разматрани специјалистички рад је урађен у складу са темом која је одобрена од стране Наставно-научног већа Факултета техничких наука Универзитета у Приштини.

Од научних резултата који су релевантни за оцену квалитета урађеног специјалистичког рада, овде се наводе следећи:

- испитиване су мере унапређења енергетске ефикасности по питању унапређења услова термичког комфора;
- употребом пакета DesignBuilder, Energy Plus, Version 8.5.0., анализирана су унапређења термотехничких система, грејања пре свега, са циљем проналажења адекватног решења по питању унапређења комфорних услова, термичког комфора, у ученичким просторима школских зграда одређеног типа у Шумадијском округу, на основу искуства и примењених мера на терену;
- на основу спроведених анализа и резултата који су добијени може се делимично сагледати решење које се показало као адекватно по питању уштеде енергије и могућих побољшања комфорних услова.

Имајући напред наведено у виду, може се закључити да је кандидат Милија Радовић, радом на свом специјалистичком раду, показао способност примене теоријских и практичних знања, као и способност примене различитих метода истраживачког рада, чиме је испољио афинитет за самосталан научноистраживачки рад у области одрживости и отпорности грађене средине.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

У специјалистичком раду под насловом "Анализа услова унутрашњег окружења услед унапређења термотехничких система код школских објеката на подручју Шумадијског округа" кандидат Милија Радовић је дао научни допринос који унапређује област одрживости и отпорности грађене средине кроз истраживање школских објеката одређеног типа у Шумадијском округу и услова термичког комфора у ученичким просторима.

С обзиром на остварене резултате рада, може се рећи да сазнања до којих се дошло у овом раду представљају конкретне препоруке за унапређење пројектовања, израде и уградње система грејања, које ће омогућити уштеде кроз смањење потрошње енергије и у одређеној мери унапређење услова комфора.

На основу свега наведеног, Комисија предлаже Наставно-научном већу Факултета техничких наука у Косовској Митровици да прихвати позитиван извештај о урађеном специјалистичком раду кандидата Милије Радовића под насловом "Анализа услова унутрашњег окружења услед унапређења термотехничких система код школских објеката на подручју Шумадијског округа" и да се кандидату одобри јавна одбрана.

У Косовској Митровици,
21.03.2023.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. др Рада Радуловић, ванр. проф., дипл. инж. грађ., Факултет техничких наука, Косовска Митровица - председник



2. др Милан Ђорђевић, ванр. проф., дипл. инж. маш., Факултет техничких наука, Косовска Митровица - члан



3. др Мирјана Милетић, доц., дипл. инж. арх., Факултет техничких наука, Косовска Митровица - ментор

