

**НАСТАВНО НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ**

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Марка Милетића, маг. инж. маш..

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, број: 01-1/3260-25 17. 09. 2015. године именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марка Милетића, маг. инж. маш. и теме докторске дисертације под насловом:

**"ОПТИМИЗАЦИЈА УПОТРЕБЕ ТОПЛОТНЕ ИЗОЛАЦИЈЕ КОД
КУЋА НЕТО-НУЛТЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ"**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја о подобности кандидата и теме за докторску дисертацију, која је одобрена за израду одлуком Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, број 01-1/2922-8 24. 10. 2013. год., а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области

Докторска дисертација кандидата Марка Милетића, маг. инж. маш. под називом „Оптимизација употребе топлотне изолације код кућа нето-нулте потрошње енергије“, представља резултат научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области која се односи на теоријско и нумеричко испитивање енергетске, ексергетске и економске оптимизације употребе топлотне изолације код кућа нето-нулте потрошње енергије. Са аспекта предмета истраживања и добијених резултата, ова докторска дисертација представља јединствен научни рад.

Кандидат је извршио критичку анализу и систематизацију постојећих знања, искустава и научних резултата компетентних светских истраживача из области истраживања ове докторске дисертације. На основу спроведене анализе предности и недостатака до сада коришћених приступа у овој области, као и метода и модела, кандидат је дефинисао предмет и циљ сопствених истраживања.

Значај и допринос ове докторске дисертације везани су за испитивање могућности за оптимизацију употребе топлотне изолације код кућа нето-нулте енергетске потрошње, максималну уштеду примарне енергије, максималну економску добит оптимизацијом дебљине термоизолационог слоја за одговарајуће термоизолационе материјале. Разматрана је зграда електричним грејањем, са кровом под оптималним углом на коме се налазе фотонапонски панели. Развијен је математички модел, методологија и алгоритам за динамичку симулацију и пројекције

понашања људи и енергетског понашања читаве куће, као и одговарајући оптимизациони и симулациони софтвер, а све у циљу добијања оптималних дебљина термоизолационог слоја више врста термоизолационог материјала, а за различите експлоатационе услове и животне циклусе куће. Са оптималним вредностима ових параметара, показано је да се потрошња примарне енергије може значајно смањити, при томе увећавајући економску добит. Добијени резултати су показали да се при оптималним дебљинама термоизолационог слоја, може достићи концепт куће нето-нулте потрошње енергије, а затим и корак даље - концепт куће нето-позитивне потрошње енергије.

2. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Марка Милетића, дипломираног машинског инжењера - мастера, под насловом „**Оптимизација употребе топлотне изолације код кућа нето-нулте потрошње енергије**“, представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у области теоријских и нумеричких испитивања оптимизације употребе топлотне изолације. Кандидат је тему обрадио студиозно и детаљно, користећи при томе теоријске основе научних дисциплина релевантних за ову проблематику. Критички је анализирао и вредновао бројне научне радове који се односе на проблематику разматрану у оквиру ове дисертације.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у оквиру ове дисертације огледа се, између осталог, у следећим елементима:

- Прегледом и анализом релевантних научних радова из области оптимизације дебљине термоизолационог слоја куће, кандидат је закључио да не постоје истраживања у погледу одређивања оптималне дебљине термоизолационог слоја у зависности од укупне утрошене примарне енергије, које узимају у обзир различите материјале истовремено мењајући животни циклус куће. У том смислу, ова докторска дисертација представља једно од првих систематских истраживања ове врсте.
- Нумеричким анализама и симулацијама истраживано је енергетско понашање куће са различитим дебљинама термоизолационог слоја, при чему су успостављене релације између параметара зграде, параметара потрошње енергије и параметара постојећих соларних инсталација. Применом софтверског пакета који омогућава варирање величина и материјала термоизолационог слоја куће, врсте енергетских потреба, и уређаја који представљају потрошаче енергије унутар нето-нулте енергетске куће, извршена је анализа енергетских, ексергетских и економских добити оптимизацијом термоизолационог слоја куће у реалним експлоатационим условима.
- Енергетском оптимизацијом добијене су оптималне дебљина термоизолационог слоја, у циљу добијања највеће количине укупне генерисане енергије достизања концепта нето-нулте и нето-позитивне енергетске куће.
- Економском оптимизацијом добијене су оптималне дебљина термоизолационог слоја, у циљу редукације трошкова грејања на годишњем нивоу за различите животне циклусе и термоизолационе материјале

- Применом анкете је урађена прва предикција понашања људи у ниским кућама на подручју Шумадије. Затим су резултати добијени анкетом анализирани и примењени код динамичких модела.
- Применом експеримента је потврђена веродостојност резултата добијених из софтверског пакета *EnergyPlus* на примеру кућице са панелним грејањем.
- Формирана оптимизациона процедура даје велике могућности за унапређење пројектовања соларних система код кућа са нето-нултом потрошњом енергије и има велику флексибилност у погледу примене на било који стамбени објекат.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одговарајућој научној области

Марко Милетић је рођен 27. фебруара 1986. у Крагујевцу. Основну школу "Мирко Јовановић" завршио 2001. године у Крагујевцу као носилац Вукове дипломе. Средњу школу је похађао у Крагујевцу и то Прву крагујевачку гимназију. Прву крагујевачку гимназију је завршио 2005. са одличним успехом у свим разредима.

На студије машинства уписао се школске 2005/06 год., на Машинском факултету у Крагујевцу, на смеру „Машинске конструкције и механизација“. У септембру 2008. године завршава основне академске студије у року (3 године) са просечном оценом 9.43 (девет и 43/100). Завршни рад радио из предмета CAD 2 под називом "Аутоматизација процеса конструисања машинских делова у софтверском пакету Autodesk Inventor применом VBA" и одбранио га са оценом 10 (десет).

На дипломске академске студије машинства уписао се школске 2008/09 год., на Машинском факултету у Крагујевцу, на смеру „Машинске конструкције и механизација“. У јуну 2010. године завршава дипломске академске студије у року (2 године) са просечном оценом 9.67 (девет и 67/100). Дипломски рад радио из предмета Методе конструисања под називом "Конструисање система за праћење соларног зрачења у CAD окружењу" и одбранио га са оценом 10 (десет).

У току студија је имао истакнуте резултате и био је 2 пута награђиван за освајање првог места на Машинијадама 2007. и 2009. године из предмета Отпорност материјала. У току студија је добијао државну стипендију, као и градску стипендију фонда „Драгослав Срејовић“. Такође је на завршној години дипломских академских студија био добитник стипендије Фонда за младе таленте.

За време студија имао је два усавршавања. Био је учесник *Summer Academy 2008, Renewable and conventional Energy Supply Systems*, организоване од стране Техничког Универзитета у Минхену. Летња академија се одржала у Херцег Новом. Такође, као стипендиста UNESCO организације био је учесник *UNESCO Regional Summer School, Renewable energy and energy efficiency management*, под организацијом UNESCO-а и REIC-а 2011. године. Децембра исте године је био у посети UNESCO центру у Венецији.

На докторске студије уписује се школске 2010/2011. године на Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, област Енергетика и процесна техника, под менторством проф. др Милорада Бојића, ред. проф. На докторским студијама је положио све предмете са просечном оценом 10.

Активан је члан је Студентског огранка ASHRAE (Америчког друштва инжењера грејања, хлађења и климатизације) на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. 2012. био је и секретар Студентског огранка ASHRAE на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Дужи низ година био је и члан Комисије за промоцију факултета.

Од заснивања радног односа учествовала је у реализацији 1 домаћих и 2 међународна пројекта. Тренутно је ангажован у реализацији једног научно-истраживачког пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије - "Истраживање и развој Српске нето-нулте енергетске куће" TR 33015, (2011-2015), руководилац пројекта проф. др Милорад Бојић, као и једног међународног пројекта - Transport and Urban Development COST Action TU1205 - „Building Integration of Solar Thermal Systems TU1205 - BISTS“. (2013-2017), руководилац пројекта. проф. др Soteris Kalogirou (<http://www.tu1205-bists.eu>). Учесник је и међународног пројекта „IPROD: Improvement of Product Development Studies in Serbia and Bosnia and Herzegovina“, 530577-TEMPUS-1-2012-1-RS-TEMPUS-JPCR

Израда докторске дисертације под називом „Оптимизација употребе топлотне изолације код кућа нето-нулте потрошње енергије“ одобрена је 09.10.2012. године.

У досадашњем научно-истраживачком раду, Данијела Николић је, као аутор или као коаутор, објавила 56 научних радова (6 радова у међународним часописима, 4 радова у домаћим часописима, 44 радова на међународним конференцијама и 2 техничка решења).

Радови у врхунском међународном часопису M21:

1. Milorad Bojić, **Marko Miletić**, Jovan Malešević, Slobodan Djordjević, Dragan Cvetković, INFLUENCE OF ADDITIONAL STOREY CONSTRUCTION TO SPACE HEATING OF A RESIDENTIAL BUILDING, Energy and Buildings, Vol.54, No.November 2012, pp. 511-518, ISSN 0378-7788, Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.02.056>, 2012
2. Milorad Bojić, Dragan Cvetković, **Marko Miletić**, Jovan Malešević, Harry Boyer, ENERGY, COST, AND CO2 EMISSION COMPARISON BETWEEN RADIANT WALL PANEL SYSTEMS AND RADIATOR SYSTEMS, Energy and Buildings, Vol.54, No.November 2012, pp. 496-502, ISSN 0378-7788, Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.04.024>, 2012
3. Milorad Bojić, Slobodan Djordjević, Andreja Stefanović, **Marko Miletić**, Dragan Cvetković, DECREASING ENERGY CONSUMPTION IN THERMALLY NON-INSULATED OLD HOUSE VIA REFURBISHMENT, Energy and Buildings, Vol.54, No.November 2012, pp. 503-510, ISSN 0378-7788, Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.03.045>, 2012
4. Milorad Bojić, Slobodan Djordjević, Jovan Malešević, **Marko Miletić**, Dragan Cvetković, A SIMULATION APPRAISAL OF A SWITCH OF DISTRICT TO ELECTRIC HEATING DUE TO INCREASED HEAT EFFICIENCY IN AN OFFICE BUILDING, Energy and Buildings, Vol.50, No.July 2012, pp. 324-330, ISSN 0378-7788, Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.04.004>, 2012
5. Milorad Bojić, **Marko Miletić**, Ljubiša Bojić, OPTIMIZATION OF THERMAL INSULATION TO ACHIEVE ENERGY SAVINGS IN LOW ENERGY HOUSE (REFURBISHMENT), Energy Conversion and Management, Volume 84, August 2014,

Радови у међународном часопису M22:

1. Milorad Bojić, Slobodan Djordjević, Jovan Malešević, Dragan Cvetković, **Marko Miletić**, Ljubiša Bojić, INTER UNIT HEAT FLOWS IN A RESIDENCE DURING DISTRICT HEATING IN A MULTISTORY RESIDENTIAL BUILDING, Building Simulation, Vol.8, No.5, pp. 529-542, ISSN 1996-3599, Doi 10.1007/s12273-015-0228-5, 2015

Саопштење са међународног скупа штампано у целини M33:

1. **M. Miletić**, N. Lukić, FINAL ENERGY USAGE IN HOUSEHOLDS IN SERBIA, 42. International Congress on Heating, Refrigerating and Air - Conditioning, Beograd, Srbija, 2011, 30.11.2011 - 02.12.2011, pp. 240-248, ISBN 978-86-81505-61-8
2. D. Cvetković, **M. Miletić**, J. Skerlić, D. Nikolić, M. Bojić, COMPARISON OF PERFORMANCES OF LOW TEMPERATURE RADIANT HEATING SYSTEMS, 42. International Congress on Heating, Refrigerating and Air - Conditioning, Beograd, Srbija, 2011, 30.11.2011 - 02.12.2011, pp. 335-345, ISBN 978-86-81505-61-8
3. D. Nikolić, J. Skerlić, **M. Miletić**, D. Cvetković, M. Bojić, MODELING OF MECHANICAL VENTILATION SYSTEMS IN BUILDINGS USING ENERGYPLUS SOFTWARE, 42. International Congress on Heating, Refrigerating and Air - Conditioning, Beograd, Srbija, 2011, 30.11.2011 - 02.12.2011, pp. 427-435, ISBN 978-86-81505-61-8
4. J. Skerlić, D. Nikolić, D. Cvetković, **M. Miletić**, N. Nikolić, MODELING OF NATURAL VENTILATION SYSTEMS IN BUILDINGS USING ENERGYPLUS SOFTWARE, 42. International Congress on Heating, Refrigerating and Air - Conditioning, Beograd, Srbija, 2011, 30.11.2011 - 02.12.2011, pp. 418-426, ISBN 978-86-81505-61-8
5. Milorad Bojić, J.Skerlic, D.Nikolic, D.Cvetkovic, **M.Miletić**, TOWARD FUTURE: POSITIVE NET-ENERGY BUILDINGS, 4th International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources, EXPRES, Subotica, Srbija, 2012, 09.03.2012 - 10.03.2012., pp. 49-54, ISBN 978-86-85409-70-7
6. Milorad Bojić, Jasmina Skerlic, Dragan Cvelkovic, Danijela Nikolic, **Marko Miletić**, POSITIVE NET BUILDINGS: SIMULATIONS AND OPTIMIZATION, International Conference Building Services And Ambiental Comfort, 21-th Edition, Timisoara, Romania, 2012, 18.04.2012. - 20.04.2012., pp. 250-259, ISBN 1842-9491
7. Milorad Bojić, Dragan Adamović, Jasna Radulović, **Marko Miletić**, Ivan Miletić, Vesna Marjanović, AWARENESS ON ENERGY SAVING NEEDS IN SERBIA IN LOW-RISE HOUSES, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 291-298, ISBN 978-86-86663-82-5
8. Dragan Cvetković, Milorad Bojić, **Marko Miletić**, Danijela Nikolić, Jasmina Skerlić, INFLUENCE OF THE TIMESTEP ON RESULTS OF OVERHANG OPTIMIZATION, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 511-516, ISBN 978-86-86663-82-5
9. Nenad Kostić, Milorad Bojić, Mirko Blagojević, **Marko Miletić**, Jasmina Skerlić, INFLUENCE OF HEAT BALANCE ALGORITMS TO ENERGYPLUS PREDICTION OF NET ZERO ENERGY BUILDINGS BEHAVIOUR, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 831-836, ISBN 978-86-86663-82-5

10. **Marko Miletić**, Milorad Bojić, Ivan Miletić, Nenad Kostić, Dragan Cvetković, INFLUENCE OF SOLAR DISTRIBUTION MODELS TO ENERGYPLUS PREDICTION, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 837-844, ISBN 978-86-86663-82-5
11. Mirko Blagojević, Milorad Bojić, Nenad Kostić, **Marko Miletić**, Danijela Nikolić, INFLUENCE OF SURFACE CONVECTION ALGORITHMS TO ENERGYPLUS PREDICTION OF NET ZERO ENERGY BUILDING BEHAVIOUR, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 845-852, ISBN 978-86-86663-82-5
12. Vesna Ranković, Milorad Bojić, Dragan Cvetković, **Marko Miletić**, Ilija Nikolić, FORECASTING ENERGY CONSUMPTION IN RESIDENTIAL HOUSE DURING HEATING PERIOD USING FEEDFORWARD NEURAL NETWORKS, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 853-860, ISBN 978-86-86663-82-5
13. Vesna Marjanović, Milorad Bojić, Nenad Miloradović, **Marko Miletić**, Ivan Miletić, INFLUENCE OF NUMBER OF WARMUP DAYS TO ENERGYPLUS PREDICTION OF NET ZERO ENERGY BUILDING BEHAVIOUR, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 861-866, ISBN 978-86-86663-82-5
14. Milorad Bojić, **Marko Miletić**, Vesna Marjanović, Danijela Nikolić, Jasmina Skerlić, OPTIMIZATION OF THERMAL INSULATION TO ACHIEVE ENERGY SAVINGS, 25th ECOS 2012, Perugia, Italy, 2012, 26.06.2012. - 29.06.2012, ISBN 978-88-6655-322-9 (ISBN online)
15. Milorad Bojić, Jasmina Skerlić, Dragan Cvetković, Danijela Nikolić, **Marko Miletić**, POSITIVE NET BUILDINGS: SIMULATIONS AND OPTIMIZATION, Instalatii Penetru Inceptulu Mileniului Trei, Sinaiam, Romania, 2012, 17.10.2012. - 19.10.2012, pp. 79-86, ISBN 978-973-755-587-2
16. Milorad Bojić, Dragan Adamović, Jasna Radulović, **Marko Miletić**, Vesna Marjanović, Živojin Perišić, SURVEY: LIGHTING USE IN SERBIAN LOW-RISE HOUSES, Instalatii Penetru Inceptulu Mileniului Trei, Sinaiam, Romania, 2012, 17.10.2012. - 19.10.2012, pp. 61-69, ISBN 978-973-755-587-2
17. D. Cvetković, Milorad Bojić, Jasmina Skerlić, Danijela Nikolić, **Marko Miletić**, THE IMPACT OF THE TIMESTEP ON THE OVERHANG LENGTHS OPTIMISATION, 43rd International Congress & Exhibition On Heating, Refrigeration And Air Conditioning, Beograd, Srbija, 2012, 06.12.2012., pp. 339-346, ISBN 978-86-81505-64-9
18. Zorica Djordjević, S. Jovanović, M. Bojić, **M. Miletić**, M. Blagojević, BRISE-SOLEIL USAGE IN ORDER TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION IN BUILDINGS, 43rd International Congress & Exhibition On Heating, Refrigeration And Air Conditioning, Beograd, Srbija, 2012, 06.12.2012., pp. 211-218, ISBN 978-86-81505-64-9
19. Vesna Ranković, M. Bojić, **M. Miletić**, D. Cvetković, I. Nikolić, PREDICTON OF ENERGY CONSUMPTION IN RESIDENTIAL HOUSE USING NEURO FUZZY SYSTEM, 43rd International Congress & Exhibition On Heating, Refrigeration And Air Conditioning, Beograd, Srbija, 2012, 06.12.2012., pp. 193-200, ISBN 978-86-81505-64-9
20. Mirko Blagojević, M. Bojić, N. Kostić, **M. Miletić**, I. Miletić, INFLUENCE OF SURFACE CONVECTION ALGORITHM TO THE RESULTS OF SIMULATIONS OF NET ZERO ENERGY BUILDING BEHAVIOUR BY THE ENERGYPLUS, 43rd

- International Congress & Exhibition On Heating, Refrigeration And Air Conditioning, Beograd, Srbija, 2012, 06.12.2012., pp. 219-226, ISBN 978-86-81505-64-9
21. Nenad Kostić, M. Bojić, M. Blagojević, **M. Miletić**, V. Marjanović, INFLUENCE OF HEAT BALANCE ALGORITHM ON THE RESULTS OF SIMULATIONS OF NET ZERO ENERGY BUILDING BY THE ENERGYPLUS, 43rd International Congress & Exhibition On Heating, Refrigeration And Air Conditioning, Beograd, Srbija, 2012, 06.12.2012., pp. 347-354, ISBN 978-86-81505-64-9
 22. **Marko Miletić**, Mirko Blagojević, Snežana Vulović, Ivan Miletić, CONTACT SURFACE ANALYSIS ON CYCLOID DRIVES WITH SINGLE, DOUBLE, AND TRIPLE MESHING, COMETA 2012, 1st International Scientific Conference, Jahorina, BiH, 2012, 28.11.2012. - 30.11.2012., pp. 315-322, ISBN 978-99938-655-5-1
 23. M. Bojić, A. Patou-Parvedy, J. Skerlić, D. Cvetković, **M. Miletić**, ENVELOPE DESIGN SUPPORT TO THERMAL COMFORT IN HOUSE WITHOUT USE OF ELECTRICITY, 5th International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources (EXPRES 2013), Subotica, Srbija, 2013, 21.03.2013. - 23.03.2013., pp. 42-45, ISBN 978-86-85409-82-0
 24. Danijela Nikolić, Jasmina Skerlić, **Marko Miletić**, Jasna Radulović, Milorad Bojić, ENERGY OPTIMIZATION OF PV PANELS SIZE AT SERBIAN ZNEB AND PNEB, International Conference Building Services And Ambiental Comfort, 22-th Edition, Timisoara, Romania, 2013, 11.04.2013.-12.04.2013., pp. 226-234, ISBN 1842-9491
 25. Milorad Bojić, Dragan Adamović, **Marko Miletić**, Ivan Miletić, Jasna Radulović, AWARENESS ON ENERGY SAVING IN LOW-RISE HOUSING, INTERNATIONAL CONFERENCE BUILDING SERVICES AND AMBIENTAL COMFORT, 22-th Edition, Timisoara, Romania, 2013, 11.04.2013.-12.04.2013., pp. 293-302, ISBN 1842-9491
 26. Milorad Bojić, Dragan Cvetković, **Marko Miletić**, Slobodan Đorđević, Danijela Nikolić, OPTIMISATION OF THE DEPTHS OF HORIZONTAL ROOF OVERHANGS DURING A COOLING SEASON, INTERNATIONAL CONFERENCE BUILDING SERVICES AND AMBIENTAL COMFORT, 22-th Edition, Timisoara, Romania, 2013, 11.04.2013.-12.04.2013., pp. 267-278, ISBN 1842-9491
 27. Dragan Cvetkovic, Milorad Bojic, Velimir Stefanovic, Dragan Taranovic, **Marko Miletic**, Sasa Pavlovic, DEVELOPMENT OF EXPERIMENTAL PROCEDURE FOR INVESTIGATION LOW-TEMPERATURE HEATING SYSTEMS, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013., pp. 79-84, ISBN 978-86-86663-94-8
 28. Danijela Nikolic, Milorad Bojic, Jasmina Skerlic, Jasna Radulovic, **Marko Miletic**, A REVIEW OF SILICON SOLAR CELLS IN PHOTOVOLTAICS TECHNOLOGY, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013, pp. 213-220, ISBN 978-86-86663-94-8
 29. Slobodan Djordjević, Milorad Bojić, Dragan Cvetković, Jovan Malesević, **Marko Miletić**, INFLUENCE OF HOUSE SHADOWING TO THE CONSUMPTION OF PRIMARY ENERGY FOR HEATING, COOLING, AND LIGHTING, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013, pp. 291-302, ISBN 978-86-86663-94-8
 30. Jasmina Skerlić, Milorad Bojić, Danijela Nikolić, Jasna Radulović, **Marko Miletić**, A REVIEW LIFE CYCLE ASSESSMENT OF A SOLAR THERMAL COLLECTOR SENSITIVITY ANALYSIS, ENERGY AND ENVIRONMENTAL BALANCES, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013, pp. 341-350,

ISBN 978-86-86663-94-8

31. Sasa Jovanović, **Marko Miletić**, Zorica Djordjević, Ivan Miletić, Milorad Bojić, OPTIMISATION OF ZERO-NET ENERGY HOUSE ORIENTATION IN CITIES OF DIFFERENT LATITUDE, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013., pp. 363-368, ISBN 978-86-86663-94-8
32. Vesna Ranković, Milorad Bojić, Aleksandar Novaković, Dragan Cvetković, **Marko Miletić**, FUZZY CONTROLLER SYNTHESIS FOR BUILDING SHADING CONTROL, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013., pp. 517-622, ISBN 978-86-86663-94-8
33. Milorad Bojić, Dragan Adamović, Jasna Radulović, **Marko Miletić**, Ljubisa Bojić, LIGHTING USE IN SERBIAN LOW-RISE HOUSES, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013., pp. 523-528, ISBN 978-86-86663-94-8
34. **Marko Miletić**, Milorad Bojić, Ivan Miletić, Nenad Miloradović, Jasmina Skerlić, WINDOWS SELECTION INFLUENCE ON ENERGY HEAT GAIN AND LOSS IN HOUSE, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Serbia, 2013, 23.05.2013., pp. 547-552, ISBN 978-86-86663-94-8
35. Vesna Ranković, Milorad Bojić, Aleksandar Novaković, **Marko Miletić**, Nenad Kostić, BUILDING CONTROLLER SYNTHESIS BASED ON THE USE OF MLE+CO-SIMULATION TOOL, DEMI 2013, Banja Luka, BiH, 2013, 30.05.2013. - 01.06.2013., pp. 583-588, ISBN 978-99938-39-46-0
36. **Marko Miletić**, Ivan Miletić, Dragan Cvetković, Nenad Kostić, Milorad Bojić, COMPARISON OF BUILDING ENVELOPE TYPES DEPENDING ON THE THERMAL INSULATION LAYER POSITION, DEMI 2013, Banja Luka, BiH, 2013, 30.05.2013. - 01.06.2013., pp. 605-612, ISBN 978-99938-39-46-0
37. Nenad Kostić, Mirko Blagojević, Vesna Marjanović, **Marko Miletić**, Milorad Bojić, DETERMINING SOLAR ANGLES FOR SUN TRACKING SYSTEM DEVELOPMENT DURING SPECIFIC TIMES OF THE YEAR, DEMI 2013, Banja Luka, BiH, 2013, 30.05.2013. - 01.06.2013., pp. 613-618, ISBN 978-99938-39-46-0
38. Nenad Miloradović, Ivan Miletić, **Marko Miletić**, Dragan Cvetković, Milorad Bojić, INFLUENCE OF PROPER WINDOW SELECTION ON ENERGY CONSUMPTION DURING A YEAR, DEMI 2013, Banja Luka, BiH, 2013, 30.05.2013. - 01.06.2013., pp. 679-686, ISBN 978-99938-39-46-0
39. **Marko Miletić**, Saša Jovanović, Zorica Djordjević, Ivan Miletić, Milorad Bojić, OPTIMISATION OF ZERO-NET ENERGY HOUSE ORIENTATION FROM SOLAR ENERGY ABSORPTION ASPECT, DEMI 2013, Banja Luka, BiH, 2013, 30.05.2013. - 01.06.2013., pp. 743-748, ISBN 978-99938-39-46-0
40. Dragan Cvetković, Milorad Bojić, Vesna Ranković, **Marko Miletić**, A. P. Parvedy, OPTIMIZATION OF THE THERMAL INSULATION OF THE RADIANT PANELS, DEMI 2013, Banja Luka, BiH, 2013, 30.05.2013. - 01.06.2013., pp. 755-764, ISBN 978-99938-39-46-0
41. Z. Djordjevic, I. Atanasovska, M. Blagojevic, D. Momcilovic, **M. Miletic**, THE NUMERICAL ANALYSIS OF STRAIN AND STRESS STATE OF COMPOSITE SHAFT, Fourth Serbian Congress on Theoretical and Applied Mechanics, Vrnjacka Banja, 2013, 4-7 June, pp. 329-334, ISBN 978-86-909973-5-0
42. Dragan Taranović, Dragan Cvetković, **Marko Miletić**, Milorad Bojić, MEASUREMENT INSTALLATION IN THE MODEL HOUSE FOR MEASURING ENERGY

EFFICIENCY WITH DIFFERENT HEATING PANELS AND THERMAL INSULATION AND THICKNESS, 44. International Congress and Exhibition on Heating, Refrigeration and Air Conditioning (KGH), Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera I tehničara Srbije (SMEITS) – Društvo za grejanje, hlađenje I klimatizaciju (KGH), December, 2013, p.p. 145-151

43. Sasa Jovanovic, Danijela Nikolic, Milorad Bojic, **Marko Miletic**, Zorica Djordjevic, OPTIMIZATION OF ZERO-NET ENERGY BUILDINGS WITH DIFFERENT LATITUDE AND DIFFERENT THERMAL INSULATION THICKNESS, 8th International Quality Conference, Kragujevac, 2014, 23rd May, pp. 495-500, ISBN 978-86-6335-004-5
44. Zorica Djordjevic, Danijela Nikolic, Milorad Bojic, **Marko Miletic**, Sasa Jovanovic, OPTIMIZATION OF BRISE-SOLEIL ZERO-NET ENERGY BUILDINGS WITH DIFFERENT THERMAL INSULATION THICKNESS, 8th International Quality Conference, Kragujevac, 2014, 23rd May, pp. 557-562, ISBN 978-86-6335-004-5

Радови у водећем часопису националног значаја M51:

1. **Miletić Marko**, Dragan Cvetković, Jasmina Skerlić, Danijela Nikolić, Milorad Bojić, OPTIMIZACIJA TOPLOTNE IZOLACIJE RADI UŠTEDE ENERGIJE, Klimatizacija grejanje hlađenje KGH, Vol.41, No.3/2012, pp. 67-70, ISSN 0350-1426, 2012
2. Milorad Bojic, Jasmina Skerlic, Dragan Cvetkovic, Danijela Nikolic, **Marko Miletic**, POSITIVE NET BUILDINGS: SIMULATIONS AND OPTIMIZATION, Instalatorul, Vol.5, No.1, pp. 38-41, ISSN 1223-7418, 2012
3. Milorad Bojić, Dragan Adamović, Jasna Radulović, **Marko Miletić**, Ivan Miletić, Vesna Marjanović, Zorica Đorđević, SVEST O UŠTEDI ENERGIJE U NISKIM KUĆAMA U SRBIJI, KGH KLIMATIZACIJA, GREJANJE I HLAĐENJE, Vol.42, No.2/2013, pp. 41-44, ISSN 0350-1426, 2013
4. **Marko Miletić**, Ivan Miletić, Edin Dolićanin, Vera Nikolić, INFLUENCE OF NEW AND OLD REGULATION STANDARD FOR ENERGY EFFICIENCY ON THERMAL INSULATION IN SERBIA, Applied Mathematics, Informatics & Mechanics, Vol. 6, No. 2, pp 131-145, ISSN 2217-5539, 2014

Прототипи, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми (уз доказ) M85:

1. Bojić M., **Miletić M.**, Miletić I., Adamović D., Marjanović V., SOFTVER ZA IZVOĐENJE ANKETE O NAČINU KORIŠĆENJA I SVESNOSTI O ŠTEDNJI ENERGIJE U KUĆAMA U SRBIJI KAO PODRŠKA RAZVOJU KUĆE NETO NULTE ENERGETSKE POTROŠNJE, TR-63/2012, Ministarstvo prosvete i nauke, Kragujevac, 2012
2. Despotović M., Bojić M., Lukić N., Adamović D., Taranović D., Cvetković D., **Miletić M.**, SOFTVER ZA PODRŠKU RAZVOJU KUĆE NETO NULTE ENERGETSKE POTROŠNJE, TR-62/2012, Ministarstvo prosvete i nauke, Kragujevac, 2012

4. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему

Докторска дисертација кандидата Марка Милетића, маг. инж. маш. под називом „Оптимизација употребе топлотне изолације код кућа нето-нулте потрошње енергије“, одговара по обиму и садржају прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука и Стручног већа Универзитета у

Крагујевцу. По квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске услове за израду докторских дисертација.

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 146 страна. У раду је приказано 151 графичка илустрација, 17 табела и цитирано је 172 библиографска податка. Излагање је сврстано у 13 поглавља:

1. Увод
2. Куће нето-нулте енергетске потрошње
3. Термоизолациони материјали
4. Преглед литературе о истраживањима утицаја термоизолације на енергетски биланс куће
5. Симулациони софтвери и динамички модели
6. Обрада анкетних података ради дефинисања начина коришћења ниских кућа у Крагујевцу
7. Метеоролошки подаци за град Крагујевац
8. Моделирање кућа нето-нулте енергетске потрошње
9. Експериментално истраживање
10. Компјутерске симулације и оптимизације
11. Резултати симулација и оптимизација и њихова анализа
12. Закључак
13. Литература

У поглављу 1 (*Увод*) су приказана уводна разматрања о проблемима потрошње енергије на светском нивоу са посебним акцентом на потрошњу енергије у зградарству. Такође је разматрана и примена динамичких модела при симулацији топлотног понашања зграда. Поред тога дат је и основни циљ и кратак преглед истраживања у докторској дисертацији.

Поглавље 2 (*Куће нето-нулте енергетске потрошње*) приказује развој концепта нултих енергетских зграда, почев од концепта нето-енергије, преко уграђене енергије, па до нултих и нето-нултих енергетских зграда. Осим њих, дат је и приказ зграда нето-нулте потрошње енергије у свету и Србији.

Поглавље 3 (*Термоизолациони материјали*) даје преглед примењених термоизолационих материјала у овој дисертацији. У овом поглављу дат је кратак осврт на поделу термоизолационих материјала, описане су основе карактеристике материјала и приказане специфичне количине уложене енергије у производњу термоизолационих материјала. Уједно представљене су и цене термоизолационих материјала у Србији.

Поглавље 4 (*Преглед литературе о истраживањима утицаја термоизолације на енергетски биланс куће*) садржи преглед релевантних научних радова везаних за оптимизацију дебљине термоизолационог слоја. Такође је дат преглед истраживања везаних за анализу оптимизације примарне енергије, ексергије, економске добити, као и примене енергетски ефикасних мера код стамбених зграда.

У поглављу 5 (*Симулациони софтвери и динамички модели*) дат је преглед софтверских пакета коришћених у нумеричким истраживањима и њихова примена у свету. *EnergyPlus* софтвер је коришћен за симулације, *OpenStudio plug-in* у оквиру

Google SketchUp-а за виртуелни дизајн зграде и *GenOpt* софтвер са *Hooke-Jeeves* алгоритмом за оптимизацију.

У поглављу 6 (*Обрада анкетних података ради дефинисања начина коришћења ниских кућа у Крагујевцу*) дат је преглед примене анкета у свету за потребе енергетске ефикасности. Анкета је коришћена за прикупљање података о навикама потрошача енергије у ниским кућама у Крагујевцу. Затим је представљен детаљан опис коришћене анкете, укључујући сваку целину анкете, са описом софтвера који је направљен за прикупљање и обраду података анкете. На крају овог поглавља су приказани и анализирани резултати добијени анкетом.

У поглављу 7 (*Метеоролошки подаци за град Крагујевац*) су приказани метеоролошки подаци за подручје Крагујевца. Ови подаци су прикупљени и анализирани ради бољег познавања средине у којој се кућа налази.

У поглављу 8 (*Моделирање кућа нето-нулте енергетске потрошње*) најпре описује архитектонско решење референтног модела куће (зграде), а затим приказује распоред потрошње електричне енергије у референтној згради. Затим су приказане тарифе наплате електродистрибутивног система, а након тога је дат и опис система за генерисање енергије, инсталираних на крову анализиране зграде са својим основним карактеристикама.

Поглавље 9 (*Експериментално истраживање*) приказује спроведену експерименталну процедуру и даје опис коришћене мерне опреме, као и експерименталне кућице. Затим је урађена анализа експерименталних резултата и на крају је извршена верификација резултата у односу на симулациони модел.

У поглављу 10 (*Компјутерске симулације и оптимизације*) су приказани развијени математички модели у софтверским пакетима *EnergyPlus* и *Genopt* за примењену кућу нето-нулте енергетске потрошње. Приказане су процедуре оптимизације у *Genopt*-у као његов програмски код.. Енергетска оптимизација је вршена са главним циљем да се одреде оптималне дебљине термоизолационог слоја омотача куће при којима се остварује највећа уштеда примарне енергије при коришћењу различитих врста термоизолационих материјала. Економска оптимизација се спроводи да би се одредиле оптималне дебљине термоизолационог слоја омотача куће при коме ће се остварити највећа финансијска добит.

У поглављу 11 (*Резултати и анализа*) приказани су резултати добијени нумеричким симулацијама и оптимизацијама. Општа тежња истраживања је достизање концепта куће са нето-нултом потрошњом енергије инсталирањем фотонапонских панела којих се генерише енергија коју зграда делимично или потпуно користи за подмирење својих енергетских потреба. Притом, неопходно је смањити потрошњу примарне енергије током године. У овој дисертацији том циљу се приступило оптимизацијом дебљине термоизолационог слоја. У делу који се односи на оптимизацију потрошње примарне енергије, приступило се упоређивању шест различитих врста термоизолационих материјала. Каснија анализа је детаљно описала резултате при коришћењу стиропора и минералне вуне. Затим је дата анализа евалуације грешке при симулацијама. У делу који се односи на економску оптимизацију финансијске добити, приступило се упоређивању три различите врсте термоизолационих материјала лако доступних на овим просторима. Анализирана је евалуација грешке у том случају.

Поглавље 12 (*Закључак*) приказује закључна разматрања.

У поглављу 13 (*Литература*) дат је преглед библиографских података коришћених у истраживању у оквиру докторске дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Марко Милетић, маг. инж. маш. је у оквиру докторске дисертације извршио систематизацију постојећих знања и искустава у области нумеричких истраживања везаних за оптимизацију дебљине термоизолације. У оквиру рада на дисертацији кандидат је дошао до резултата и закључака који имају своје место и значај како у научно-теоријском, тако и у практичном смислу. Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- Развијена је методологија за одређивање оптималних дебљина термоизолационог слоја омотача куће, односно добијање енергетски и економски најефикаснијег система за генерисање енергије са најмањим утицајем на животну средину, а уз обезбеђивање задовољавајуће термичке угодности и подмиривање енергетских потреба куће.
- Количина генерисане електричне и топлотне енергије у инсталираним фотонапонским панелима, која се добија применом развијене оптимизационе методологије довољна је за остварење концепта зграде нето-нулте потрошње енергије и за његово превазилажење, у смислу остварења концепта зграде нето-позитивне потрошње енергије при чему се остварује и економска добит.
- Спроведена истраживања показала су како избор врсте термоизолационог материјала и животног циклуса куће утичу на њихове енергетске, економске и еколошке перформансе.
- Добијени резултати воде ка ефикаснијој примени динамичких модела у пракси, и коришћењу предикције понашања укућана са аспекта енергетске потрошње у ниским кућама.
- Одређивањем оптималне дебљине термоизолационог слоја омотача зграде, може се очекивати глобално мања потрошња енергије, а кроз производњу веће количине електричне енергије и економска добит је неминовна.

6. Примењивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Марка Милетић, маг. инж. маш., под насловом „**Оптимизација употребе топлотне изолације код кућа нето-нулте потрошње енергије**“, примењиви су како у теорији, тако и у пракси.

Енергетским и економским оптимизацијама су утврђене оптималне дебљине термоизолационог слоја. Код оптимизације примарне енергије, оптималне дебљине термоизолације су од 45 cm за минералну вуну и 20 cm за стиропор за животни циклус од 5 година; до 64 cm за минералну вуну и 29 cm за стиропор за животни циклус од 10 година. Изведен је закључак да је, у зависности од оптималне укупне искоришћене примарне енергије, најбоље узети минералну вуну као термоизолацију. Посматрано са аспекта конструкције и оптималне укупне искоришћене примарне енергије, дебљина термоизолације не би требало да буде већа од оптималне дебљине за животни циклус од 10 година. Енергетски период повраћаја уложене енергије у термоизолацију је врло добар јер је веома кратак. Код минералне вуне креће се од 1,1 до 4,2 године у зависности од животног циклуса, док је код стиропора од 1,41 до 3,7 година у зависности од животног циклуса.

Код економске анализе је приметно да је разлика између материјала мања. Оптималне дебљине термоизолације су од 16 cm за минералну вуну и 8 cm за стиропор за животни циклус од 5 година, до 23 cm за минералну вуну и 13 cm за стиропор за животни циклус од 10 година. Сада су разлике у дебљини мање него код примарне енергије и условљене су ценом минералне вуне. За разлику од примарне енергије овде се већ поставља питање оправданости коришћења минералне вуне уместо стиропора и када се мало боље погледају резултати скоро да се покалају са дебљинама по новом правилнику за енергетску ефикасност. Енергетски период повраћаја уложене енергије у термоизолацију је врло добар јер је веома кратак. Код минералне вуне креће се од 2,07 до 6,22 година у зависности од животног циклуса, док је код стиропора од 3,38 до 10,21 година у зависности од животног циклуса.

Закључено је да уколико се користи минерална вунa као термоизолациони материјал довољно је да кућа има 50% крова покривено фотонапонским ћелијама. Ако се користи стиропор као термоизолациони материјал потребно је да 75% крова буде покривено фотонапонским ћелијама. Наведени проценти важе за примењени облик куће и њену површину, под условом да се разматра животни циклус од 10 година.

Генерални закључак је да се са одговарајућим дебљином термоизолационог слоја може постићи велика уштеда у укупној потрошњи енергије у згради. Могуће је и остваривање концепта зграда нето-позитивне потрошње енергије, нарочито ако се примене фотонапонски панели.

Развијени математички модели за одређивање оптималне дебљине термоизолационог слоја омотача зграде у реалним експлоатационим условима могу имати широку примену.

7. Начини презентирања резултата научној јавности

Део научних резултата, који су резултат истраживања добијених израдом ове докторске дисертације је презентован објављивањем научних радова у међународним и националним научним часописима, као и на међународним научним скуповима.

Практични аспекти реализованог научно-истраживачког рада представљени су домаћој научној и стручној јавности и кроз реализацију пројекта Истраживање и развој српске нето-нулте куће (ТР33015), који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Комисија сматра да истраживања и резултати докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даље публикавање у високо ранжираним међународним и националним научним часописима и на скуповима, који се баве проблематиком везаном за смањење потрошње енергије у зградама, коришћење обновљивих извора енергије и зградама нето-нулте и нето-позитивне потрошње енергије.

На основу свега изложеног Комисија доноси следећи:

ЗАКЉУЧАК

Докторска дисертација кандидата Марка Милетић, маг. инж. маш. у потпуности, како по обиму тако и по квалитету, одговара одобреној теми дисертације, одлуком бр. IV-04-536/5 од 09.10.2013. године од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

Кандидат је у приказу истраживања користио уобичајену и стандардизовану стручну терминологију, а структура докторске дисертације и методологија излагања су у складу са универзитетским нормама.

У току израде докторске дисертације, кандидат Марко Милетић, дипл. маш. инж. - мастер је дошао до оригиналних научних резултата, приказаних у дисертацији, која представљају значајан допринос у области нумеричких испитивања и истраживања оптимизације дебљине топлотне изолације код кућа нето-нулте потрошње енергије. Део резултата је публикован у више радова на међународним скуповима.


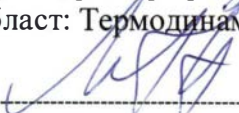
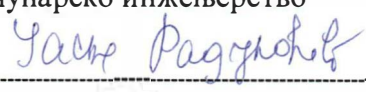
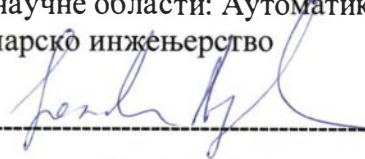

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и поседује способност системског приступа и коришћења литературе. При томе је, користећи своје професионално образовање и лично искуство, показао способност да сложеној проблематици приступи свеобухватно, у циљу дефинисања интегративних закључака и добијања конкретних и апликативних резултата.

На основу свега претходно наведеног, Комисија за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Марка Милетић, дипл. маш. инж. - мастер, једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом

„ОПТИМИЗАЦИЈА УПОТРЕБЕ ТОПЛОТНЕ ИЗОЛАЦИЈЕ КОД КУЋА НЕТО-НУЛТЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ“

по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске критеријуме за израду докторске дисертације. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, да на основу овог Извештаја, докторску дисертацију прихвати као успешну и да кандидата позове на јавну, усмену одбрану.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

1. Др Милорад Бојић, ред проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника

2. Др Небојша Лукић, ред проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника

3. Др Јасна Радуловић, ред. проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац
Уже научне области: Аутоматика и мехатроника, Примењена информатика и рачунарско инжењерство

4. Др Гордана Богдановић, доцент, Факултет инжењерских наука, Крагујевац
Уже научне области: Аутоматика и мехатроника, Примењена информатика и рачунарско инжењерство

5. Др Велимир Стефановић, ред. проф., Машински факултет, Ниш
Ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника


У Крагујевцу,
октобар 2015. године