

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

**Предмет:** Реферат Комисије о подобности кандидата и теме за докторску дисертацију

Одлуком Стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу бр. 389/13 од 10.07.2013 године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности кандидата Марка Милетића, мастер маш. инг. и теме докторске дисертације под насловом:

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

На основу увида у приложену документацију, Комисија подноси Наставно научно већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу следећи:

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. Биографски подаци о кандидату и његова подобност**

**1.1. образовање**

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 САД 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 САД 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.

## **1.2. Учесће у наставно-научном раду**

На Факултету инжењерских наука је запослен као истраживач сарадник на одређено време од јануара 2011. У оквиру наставних активности држи вежбе из 6 предмета: Термодинамика, Инжењерски алати, Грејање, климатизација и соларна енергија, Уређаји и постројења за грејање и климатизацију, Соларна техника, Индустријски дизајн. Ангажован на Темпус пројекту: 530577-TEMPUS-1-2012-1-RS-TEMPUS-JPCR - IPROD: IMPROVEMENT OF PRODUCT DEVELOPMENT STUDIES IN SERBIA AND BOSNIA AND HERZEGOVINA

Што се тиче научних активности ситуација је следећа.

1. Ангажован на пројекту Министарства за науку и технолошки развој Републике Србије из технолошког развоја “ Истраживање и развој Српске нето-нулте енергетске куће“ (30015) у оквиру Центра за грејање, климатизацију и соларну енергију, Машинског факултета Крагујевац, руководилац пројекта проф. др. Милорад Бојић, у периоду 2011-2014 године.

2. Ангажован на COST пројекту: TUD COST Action TU1205, Building Integration of Solar Thermal Systems (BISTS)

## **1.3.Остало**

Одлично познаје енглески језик и добро немачки. Што се рада на рачунару тиче зна да ради у: Microsoft Office (поседује положен ECDL курс), Mathcad, Autocad, CATIA, Autodesk Inventor, FEMAP, Visual Basic, EnergyPlus, Photoshop, CorelDraw.

Активан је члан Студентског огранка ASHRAE на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Био је секретар истог 2011. године. Члан је удружења MENSA Србије. Активно учествује и члан је комисије за промоцију факултета од 2010. године.

## **1.4. Радови**

Претходних година, као аутор или као коаутор, објавио је 37 научних радова у међународним и домаћим часописима и на домаћим и међународним конференцијама.

Садржаји ових радова се односе на области примене обновљивих извора енергије (енергија биомасе, соларна енергија) и грејања и климатизације.

Списак објављених радова:

**M21** Рад у врхунском међународном часопису (4):

1. 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
2. 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
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

**M33** Саопштење са међународног скупа штампано у целини (29)

1. 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
2. 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
3. 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
4. M. Bojić, **M. Miletić**, J. Malešević, S. Đorđević, Influence of Additional Storey Construction to Space Heating of a Residential Building, 24th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy , ECOS, Novi Sad, Srbija, 2011, 04.07.2012 - 07.07.2012, pp. 1973-1986, ISBN 978-86-6055-016-5
5. **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
6. 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

7. 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
8. **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
9. **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
10. Milorad Bojić, D. Adamovic, J. Radulović, **M. Miletić**, I. Miletić, V. Marjanović, Public Opinion Survey: Awareness on Energy Saving Needs in Serbia, The Second International Conference on Building Energy and Environment (COBEE2012), Boulder, Colorado, USA, 2012, 01.08.2012. - 04.08.2012., pp. 1257-1264, ISBN 978-0-9816881-9-0
11. Milorad Bojić, D. Adamovic, J. Radulović, **M. Miletić**, I. Miletić, V. Marjanović, Z. Djordjević, Awareness On Energy Savings In Low-Rise Houses In Serbia, 43rd International Congress & Exhibition On Heating, Refrigeration And Air Conditioning, Beograd, Srbija, 2012, 08.06.2012., pp. 291-298, ISBN 978-86-81505-64-9
12. 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
13. 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
14. 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
15. 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
16. Milorad Bojić, Jasmina Skerlić, Dragan Cvetković, Danijela Nikolić, **Marko Miletić**, Positive Net Buildins: 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
17. 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)
18. 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

19. 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
20. 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
21. Nenad Kostić, Milorad Bojić, Mirko Blagojević, **Marko Miletić**, Jasmina Skerlić, Influence Of Heat Balance Algorithms 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
22. 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
23. Vesna Ranković, M. Bojić, **M. Miletić**, D. Cvetković, I. Nikolić, Prediction 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
24. 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
25. 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
26. 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
27. 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
28. 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
29. 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

## **M51** Рад у водећем часопису националног значаја (2)

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

## **M85** Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми (уз доказ)

1. Bojić M., Miletic M., Miletic 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., Miletic M., Softver za podršku razvoju kuće neto nulte energetske potrošnje, TR-62/2012, Ministarstvo prosvete i nauke, Kragujevac, 2012

### **1.5. Подобност кандидата**

На основу досадашњег рада на пројектним истраживањима, објављеним радовима у међународним часописима и на међународним конференцијама, и успеха постигнутом на докторским студијама кандидат Марко Милетић, мастер инг је показао да је подобан да приступи изради докторске дисертације на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу. Кандидат је као аутор или коаутор је објавио 37 научних радова од којих су 4 рада у часописима са СЦИ листе, успешно обавља послове на научном пројекту на ком је ангажован, и квалитетно држи вежбе на 6 предмета од којих су 4 база за израду докторске дисертације. Такође, положио је са највишим оценама свих шест испита на докторским студијама чије солидно познавање градива је од великог значаја са обзиром на предложену тему докторске дисертације. Прегледом тако остварених резултата може се закључити да је Марко Милетић испунио високе критеријуме који се постављају пред такве кандидате, те сматрамо да је и подобан да приступи изради докторске дисертације.

## 2. Подаци о теми дисертације

### 2.1 Наслов, предмет и хипотезе докторске дисертације

Комисија предложи наслов докторске дисертације:

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

У свету, Европској Унији и код нас удео потрошње енергије зграда у односу на целокупну потрошњу енергије (рачунајући индустрију и саобраћај) је велики, владе и државе се оријентишу ка њеном смањењу као и смањењу емисије штетних гасова који утичу на ефекат стаклене баште.

По новим регулативама Европске уније као на пример ЕУ-20-20-20, потребно је да зграде достигну уштеду од 20% при потрошњи енергије, да се 20% енергије добија из обновљивих извора и да се емисија гасова  $\text{CO}_2$  смањи за 20%. Ово такође важи и за Србију, која је 2012. донела нови правилник за енергетску ефикасност кућа. Међутим, један од највећих проблема при достизању ових циљева је недовољно познавање фактора који утичу на потрошњу енергије.

Развој кућа нето нулте енергетске потрошње доноси нове ефикасније куће чија је потрошња мања или једнака енергији коју та кућа производи. Као такве оне растеређују енергетски систем, раде са мањом потрошњом енергије него обичне куће, производе потребну енергију из обновљивих извора и доводе до умањене емисије штетних гасова.

У данашње време енергетска ефикасност зграда се спроводи помоћу стандардизованих вредности омотача зграда које су добијени са обзиром да годишња потрошња оперативне енергије буде мања од дозвољене. Међутим, не узима се у обзир микро клима, начин коришћења зграда као и енергија која је коришћена за производњу омотача зграда. Проблем је у томе што недостају одговарајући модели за симулацију и оптимизацију потрошње енергије у зградама током животног циклуса, а и параметри у експлоатацији зграда имају своју статистичку природу.

У данашње време укупна потрошња енергије у кућама и зградама се предвиђа коришћењем статистичких модела, статичких линеарних и динамичких детаљних модела. Међутим уочена је велика разлика између предвиђене и реалне потрошње енергије у зградама. То се дешава зато јер понашање самих укућана не може да се тачно узме у обзир. Остали спољни фактори као микро клима (ентеријер и спољашњи услови око зграде) се често не узимају, или се узимају недовољно детаљно.

Да би се повећала тачност предвиђања потрошње енергије потребно је направити математичке моделе који би осим тога што су довољно детаљни узели у обзир и реалну потрошњу енергије кроз њихову калибрацију. Ово води ка праћењу понашања и прикупљању резултата потрошње правих зграда (реално окружење) као и предикцији (виртуелно окружење) употребе енергије помоћу динамичких модела зграда. Упоређивањем ових резултата се врши калибрација динамичког модела.

Предмет рада на докторској дисертацији јесте развој нових динамичких модела симулације и оптимизације топлотног понашања кућа са нето нултом енергетском потрошњом. Ови модели ће бити развијени при одређивању оптималне дебљине

положаја и врсте топлотне изолације, при чему се оптимизује употреба примарне енергије и ексергије у току животног циклуса зграде. За калибрацију ових модела користиће се експериментално добијени подаци термичког понашања зграда у реалним условима.

## 2.2 Хипотезе докторске дисертације

Појавом и развојем кућа са нето-нултом потрошњом енергије намећу се суштински проблеми, и потребно је развити што ефикасније системе, оптимизовати омотач зграде, али и направити добар математички модел за испитивање свих потенцијалних решења како видеда оправданост економских инвестиција по важећим стандардима и скратило време потребно за испитивање квалитета изведених зграда. Да би се ово постигло, неопходно је развити квалитетне динамичке моделе који у обзир узимају све факторе који утичу на зграде у реалним условима. Затим је потребно добијене резултате упоредити са реалном ситуацијом и калибрисати модел.

Основни параметри који утичу на термичко понашање зграда, а који ће бити описани помоћу динамичких модела су:

- Временске прилике за задату локацију,
- Геометријски опис зграде,
- Термички опис зграде,
- Коришћење уређаја за грејање,
- Коришћење електричних уређаја,
- Начин експлоатације куће,
- Животни циклус куће и уређаја у њој,
- Реконструкција куће ради увећања енергетске ефикасности,
- Примењени омотач куће,
- Уграђена енергија у омотач куће,
- Термичка угодност у просторијама,
- Енергетска анализа,
- Утицај изградње и експлоатације куће на животну средину.

Све ово се врло ефикасно истражује динамичком симулацијом коришћења куће нето нулте енергетске потрошње. Коришћење адекватних оптимизационих метода омогућава оптималну употребу и пројектовање куће.

## 2.3 Преглед проблема са одговарајућом литературом

Везано за планирана истраживања дат је списак литературе која се односи на истраживања у области ове докторске дисертације, као и списак литературе везано за примену софтвера EnergyPlus, оптимизационих рутина као и специјалног софтверског алата који се програмира ради повезивања симулационих и оптимизационих рутина. Како је потребно при истраживањима узети у обзир и животни век куће, и удео примарне енергије у утрошеној финалној енергији, па је дат списак истраживања који се тиме баве.

У наставку је дат списак литературе у широј области истраживања у овој докторској дисертацији која се пре свега односи на примену динамичких модела понашања зграда се састоји из 10 библиографских јединица и види се да постоји значајно истраживачко искуство. У овим радовима је популарно коришћење MPC – Model Predictive Control који се користи за предвиђање потрошње енергије код динамичких модела, као и управљање потрошњом енергије за грејање и хлађење:

- [1] Christian Ghiaus, Ion Hazyuk, Calculation of optimal thermal load of intermittently heated buildings, *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 8, August 2010, Pages 1248-1258, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2010.02.017.
- [2] Ion Hazyuk, Christian Ghiaus, David Penhouet, Optimal temperature control of intermittently heated buildings using Model Predictive Control: Part I – Building modeling, *Building and Environment*, Volume 51, May 2012, Pages 379-387, ISSN 0360-1323, 10.1016/j.buildenv.2011.11.009.
- [3] Ion Hazyuk, Christian Ghiaus, David Penhouet, Optimal temperature control of intermittently heated buildings using Model Predictive Control: Part II – Control algorithm, *Building and Environment*, Volume 51, May 2012, Pages 388-394, ISSN 0360-1323, 10.1016/j.buildenv.2011.11.008.
- [4] Jan Široký, Frauke Oldewurtel, Jiří Cigler, Samuel Prívvara, Experimental analysis of model predictive control for an energy efficient building heating system, *Applied Energy*, Volume 88, Issue 9, September 2011, Pages 3079-3087, ISSN 0306-2619, 10.1016/j.apenergy.2011.03.009.
- [5] Samuel Prívvara, Jan Široký, Lukáš Ferkl, Jiří Cigler, Model predictive control of a building heating system: The first experience, *Energy and Buildings*, Volume 43, Issues 2–3, February–March 2011, Pages 564-572, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2010.10.022.
- [6] Ivan Korolija, Yi Zhang, Ljiljana Marjanovic-Halburd, Victor I. Hanby, Regression models for predicting UK office building energy consumption from heating and cooling demands, *Energy and Buildings*, Volume 59, April 2013, Pages 214-227, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2012.12.005.
- [7] Tim Salsbury, Prashant Mhaskar, S. Joe Qin, Predictive control methods to improve energy efficiency and reduce demand in buildings, *Computers & Chemical Engineering*, Volume 51, 5 April 2013, Pages 77-85, ISSN 0098-1354, 10.1016/j.compchemeng.2012.08.003.
- [8] Samuel Prívvara, Jiří Cigler, Zdeněk Váňa, Frauke Oldewurtel, Carina Sagerschnig, Eva Žáčková, Building modeling as a crucial part for building predictive control, *Energy and Buildings*, Volume 56, January 2013, Pages 8-22, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2012.10.024.
- [9] Christian Ghiaus, Causality issue in the heat balance method for calculating the design heating and cooling load, *Energy*, Volume 50, 1 February 2013, Pages 292-301, ISSN 0360-5442, 10.1016/j.energy.2012.10.024.

Списак литературе који приказује примену компјутерског алата EnergyPlus који се претходно модификује и затим такав користи за моделирање динамичких модела се састоји из 5 библиографских јединица.

- [1] Anonymous, ENERGYPLUS, Input Output Reference - The Encyclopedic Reference to EnergyPlus Input and Output, University of Illinois & Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2009.
- [2] R.H. Henninger, M.J. Witte, D.B. Crawley, Analytical and comparative testing of EnergyPlus using IEA HVAC BESTEST E100-E200 test suite, *Energy and Buildings* 36 (8) (2004) 855–863.
- [3] The board of trustees of the University Of Illinois and the regents of the University Of California through the Ernest Orlando Lawrence Berkeley, National Laboratory, ENERGYPLUS, EnergyPlus Engineering Document, The Reference to EnergyPlus Calculations (incaseyouwantorneedtoknow), March 29, 2004.

[4] 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*, Volume 54, November 2012, Pages 511-518, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2012.02.056.

[5] Milorad Bojić, Slobodan Djordjević, Andreja Stefanović, Marko Miletić, Dragan Cvetković, Decreasing energy consumption in thermally non-insulated old house via refurbishment, *Energy and Buildings*, Volume 54, November 2012, Pages 503-510, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2012.03.045.

Списак литературе о примени оптимизационих метода код оптимизације унапређења дебљине изолације ради уштеде енергије се састоји из 1 библиографске јединице.

[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

Списак литературе о манипулацији симулационим и оптимизационим софтвером се састоји из 3 библиографске јединице.

[1] Wetter, M., 2004. GenOpt, Generic Optimization Program. User Manual, Lawrence Berkeley National Laboratory, Technical Report LBNL- 54199, p. 109.

[2] M. Wetter, Simulation-Based Building Energy Optimization, Phd. Degree dissertation , University of California, Berkeley, 2004.

[3] R. Hooke, T.A. Jeeves, Direct search solution of numerical and statistical problems, *Journal of the Association for Computing Machinery* 8 (1961) 212–229.

Списак литературе који се бави животним циклусом зграда се састоји из 4 библиографске јединице.

[1] Leif Gustavsson, Anna Joelsson, Life cycle primary energy analysis of residential buildings, *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 2, February 2010, Pages 210-220, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2009.08.017.

[2] J. Monahan, J.C. Powell, An embodied carbon and energy analysis of modern methods of construction in housing: A case study using a lifecycle assessment framework, *Energy and Buildings*, Volume 43, Issue 1, January 2011, Pages 179-188, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2010.09.005.

[3] Patxi Hernandez, Paul Kenny, From net energy to zero energy buildings: Defining life cycle zero energy buildings (LC-ZEB), *Energy and Buildings*, Volume 42, Issue 6, June 2010, Pages 815-821, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2009.12.001.

[4] Patxi Hernandez, Paul Kenny, Development of a methodology for life cycle building energy ratings, *Energy Policy*, Volume 39, Issue 6, June 2011, Pages 3779-3788, ISSN 0301-4215, 10.1016/j.enpol.2011.04.006.

Списак литературе која се односи на куће нето нулте енергетске потрошње у Србији се састоји из 2 библиографске јединице:

[1] Milorad Bojić, Novak Nikolić, Danijela Nikolić, Jasmina Skerlić, Ivan Miletić, Toward a positive-net-energy residential building in Serbian conditions, *Applied Energy*, Volume 88, Issue 7, July 2011, Pages 2407-2419, ISSN 0306-2619, 10.1016/j.apenergy.2011.01.011.

[2] Milorad Bojić, Dragan Cvetković, Vesna Marjanović, Mirko Blagojević, Zorica Djordjević, Performances of low temperature radiant heating systems, Energy and Buildings, Volume 61, June 2013, Pages 233-238, ISSN 0378-7788, 10.1016/j.enbuild.2013.02.033.

## **2.4 Значај и циљ истраживања са становишта актуелности у одређеној научној области**

Научни циљ дисертације је развој нових динамичких модела за симулацију и оптимизацију термичког понашања кућа нето нулте енергетске потрошње. Ови модели би обухватили све факторе који утичу на зграду, како спољне, тако и унутрашње, али уједно и утицај људи током животног циклуса куће. Да би се тај циљ постигао најпре је потребно развити математичке моделе, методологију и алгоритам за динамичку симулацију, урадити калибрацију резултата са стварним подацима и на основу тога додатно дефинисати факторе који утичу на енергетски биланс зграде. Све ово се ради како би се добили модели који дају готово реално предвиђање потрошње енергије и осталих термичких параметара у зградама.

Ови модели ће бити развијени и примењени за одређивање оптималне дебљине положаја и врсте топлотне изолације при чему се оптимизује употреба примарне енергије и ексергије у току животног циклуса зграде. Све се то ради у циљу обезбеђења топлотне удобности у кући употребом минималних количина топлотне енергије, и максималним избегавањем потрошње фосилних горива и емисије гасова стаклене баште, уз најповољнију економију.

Остваривање научног циља ове докторске дисертације би обухватило следеће кораке:

- Дефинисање методологије симулационо-оптимизационих испитивања динамичких модела понашања кућа се нето нултом енергетском потрошњом,
- Дефинисање правог метеоролошког фајла за Крагујевац ради квалитетнијих симулација и оптимизација,
- Утврђивање погодних система за грејање код кућа нето-нулте енергетске потрошње,
- Дефинисање понашања укућана на основу података добијених из анкете спроведене за Крагујевац,
- Упоређивање резултата симулације са реалним резултатима и калибрација математичких модела,
- Испитивање утицаја употребе енергетски ефикасних мера као што је побољшање термоизолације током животног циклуса и њен утицај на животни циклус куће,
- Дефинисање оптималне дебљине изолације у зависности од одабраног материјала и начина грејања.

## **2.5. Веза са досадашњим истраживањима**

Истраживања на овој докторској дисертацији се наслањају на досадашња истраживања у области система грејања и климатизације и кућа са нето-нултом потрошњом енергије, а све у циљу максималне енергетске ефикасности производње енергије и ексергије, минималног утрошка фосилне енергије, смањењења коришћења енергетских ресурса, увећане енергетске сигурности, као и минималног утицаја на околну средину. Планирана истраживања користе динамичку симулацију употребе куће нулте енергетске потрошње и њене инсталације за одржавање термичке удобности. При томе се користе нове оптимизационе методе.

Оптимизација омотача зграда се интезивно испитује у свету. У наредном периоду у Центру за грејање, климатизацију и Соларну енергију се реализују два пројекта са истраживањима у тој области: пројекат технолошког развоја (33015) “Истраживање и развој Српске нето-нулте енергетске куће“ и пројекат интегралних и интердисциплинарних истраживања (42006) „Истраживање и развој енергетски и еколошки, високо-ефективних система полигенерације заснованих на обновљивим изворима енергије“. Ове чињеница поткрепљује основе за дефинисање ове докторске дисертације.

## 2.6. Методе истраживања

Одговор на постављене хипотезе у овим истраживањима даће методе динамичке симулације и генеричке оптимизације. Истраживани систем зграда са нето-нултом енергетском потрошњом ће се прво математички моделирати, програмирати у програмском језику софтвера EnergyPlus, затим ће се математички моделирати оптимизациони метод, као и алгоритам заједничке примене динамичких симулационих и оптимизационих метода ради решавања постављеног истраживачког задатка. Добијени резултати ће бити упоређени са реалним и затим ће се добијени систем калибрисати.

Највећи део истраживања је моделског карактера уз поштовање научних принципа и процедура енергетског моделирања, тј. преласка са реалног енергетског система на енергетски модел. Потребно је да развијени математички модел успостави релације између параметара зграда, грејне инсталације и параметара потрошње енергије. Уједно неопходно је да развијени модел узме у обзир и динамичко понашање осталих параметара који утичу на укупну потрошњу енергије.

Уједно оптимизација ће бити коришћена и за потребе одређивања оптималних енергетско ефикасних унапређења. Као таква помоћи ће да се одреди оптимална дебљина изолације са аспекта врсте горива које се користи, примарне енергије и економских утицаја, као на пример времена повраћаја уложених инвестиција. Основни начин решавања тог задатка блиско је повезан са развојем и унапређењем оптимизационих метода и алгоритама. Методи генеричке оптимизације су се појавили као значајна класа метода пружајући инжењерима могућност оптимизације појединачних елемената енергетских инсталација према потреби. Са друге стране то је све довело до развоја нових метода оптимизације у оквиру већ постојећих генеричких метода. За потребе компјутерске оптимизације биће коришћен софтвер GenOpt.

Развијени модел биће „grey box“ модел који ће узети у обзир не само геометријски и термички опис зграда, већ и дешавања унутар ње, као и добијену реалну потрошњу енергије.

Пре свега користиће се анкета у циљу сагледавања реалног начина коришћења зграда ради уграђивања тих параметара у развијене моделе. Затим, реални резултати утицаја геометрије зграда и акумулације омотача добиће се експериментом помоћу тест кућа малих димензија које ће се поставити на кровном простору Факултета инжењерских наука. Тада ће се мерити параметри климе како у унутрашњости и ван тих кућа. Ти експериментални резултати ће се користити за делимичну калибрацију развијених симулационих и оптимизационих модела. Такође коришћење зграда ће се додатно пратити помоћу расположивих података годишње и месечне потрошње електро-енергије и горива. Ови подаци биће коришћени за додатну калибрацију развијених модела.

Сва ова испитивања ће се вршити у Центру за грејање, климатизацију и Соларну енергију као и Лабораторији за Термодинамику и термотехнику Факултета

инжењерских наука са савременим софтверима и експерименталном опремом за енергетску дијагностику моделираних система. Енергетске студије су драгоцене за фундаментално разумевање феномена токова енергије чиме се обезбеђује мост између виртуелних и реалних модела. Употребом калибрације разлика између ових модела ће бити смањена.

## 2.7 Очекивани резултати

Реализацијом докторске дисертације очекује се развој новог динамичког модела који ће са задовољавајућом тачношћу моћи да предвиди потрошњу енергије у кућама у Србији. То ће помоћи да се добију резултати предикције потрошње енергије који ће бити доста ближи реалној потрошњи.

Основни очекивани резултат је прављење динамичког модела који ће подржати развој куће са нето-нултом енергетском потрошњом чиме ће се добити прави резултати испитивања и достићи оптимални параметри код такве куће. Тиме ће се побољшати енергетске и економске перформансе као и смањити утицај кућа на животну средину.

Такође оствариће се и низ резултата који поред научног карактера имају и практичну вредност као што су: (а) Развој метеоролошког фајла за Крагујевац за примену у динамичким симулацијама (б) Дефинисање начина понашања људи и њихове потрошње енергије код употребе уређаја за грејање и хлађење, осветљења и воде на основу података добијених из анкете и на постојећим и модел зградама, а за подручје Крагујевца, (ц) Дефинисан тачан развој куће са нултом енергетском потрошњом енергије кроз животни циклус, (д) Одређена оптимална дебљина термоизолације гледано са стране више аспеката, као једне од мера поспешивања енергетске ефикасности зграда која је очекивана током животног циклуса, (е) Дефинисана разлика предвиђања оваквог модела у односу на статички са економског, енергетског и ексергетског аспекта.

Овако добијени резултати довешће до појаве нове методологије процене укупне потрошње енергије у домаћинствима и тачнијег дефинисања потрошње током животног циклуса. Такође, може се очекивати да ће употреба оваквих модела помоћи при даљим истраживањима на пољу енергетске ефикасности, а све то ће имати велики утицај на смањење потрошње фосилних горива односно смањење емисије гасова који утичу на појаву стаклене баште.

## 2.8 Оквирни садржај рада

1. Увод
2. Преглед и критичко сагледавање литературе о истраживању и развоју кућа нето нулте потрошње енергије,
3. Преглед и критичко сагледавање литературе о истраживањима и развоју динамичких модела предикције потрошње енергије у зградама и њиховог термичког понашања
4. Развој детаљног метеоролошког фајла за примену у симулационим софтверима.
5. Моделирање кућа нето нулте енергетске потрошње ради симулација и оптимизација
6. Обрада анкетних података ради дефинисања начина коришћења ниских кућа у Крагујевцу
7. Експеримент на моделу куће, праћење потрошње енергије у реалним условима и калибрација развијених модела

8. Компјутерске симулације и оптимизације
9. Резултати симулација и оптимизација и њихова анализа
10. Закључак

## **2.9 Име ментора са образложењем**

Ментор кандидата је др Милорад Бојић, редовни професор на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Проф. Бојић био је гостујући професор у Јапану на Универзитету у Нагоји, у Хонг Конгу на Политехничком Универзитету, у Француској на Универзитету у Реуниону и на Нациоалном Институту за Примењене Науке у Лиону. Проф Бојић је члан Академије инжењерских наука Србије, Научног друштва Србије, и Друштва Америчких Инжењера за Грејање, Хлађење. Климатизацију и Вентилацију. Даље, Проф. Бојић је subject editor часописа Energy International за област енергија у зградама у издању Elsevier-а и editorial board member часописа Renewable Energy у издању Elsevier-а задужен за архитектуру и зграде са ниском потрошњом енергије. Са обзиром на све ово као и чињеницу да је у задњих десет година свога научно-истраживачког рада објавио 30 радова у часописима на СЦИ листи Проф. др Милорад Бојић испуњава све услове да би био ментор ове докторске дисертације.

## **2.10 Радови Проф. Др. Милорада Бојића у међународним часописима на СЦИ листи објављени у задњих 10 година његовог научно-истраживачког рада**

### **Радови у међународним часописима M21**

1. M. Bojić, F. Yik, M. Lee, Influence of Plates on Flow inside a Recessed Space Generated by Rejected Heat, Building and Environment, Volume 38, Issue 4, April 2003, Pages 593-604
2. Bojić, M., Yik, F., Lee, M. Influence of air conditioning exhaust on exterior recessed space, Building Research & Information (2003) 31 (1), 24-33.
3. Bojić, M., Education and training in renewable energy sources in Serbia and Montenegro, Renewable Energy, 29 (2004) 1631-1642.
4. M. Bojić and F. Yik Cooling energy evaluation for high-rise residential buildings in Hong Kong, Energy and Buildings, 37/4 pp. 345-351(2005).
5. J. Burnett, M. Bojić and F. Yik, Wind-driven ventilation for a high-rise residential building in Hong Kong, Building and Environment, 40/6, pp 765-777 (2005).
6. M. Bojić, S. Kostić, Application of COMIS software for ventilation study in a typical building in Serbia, Building and Environment, 41/1 pp. 12-20 (2006).
7. F. Yik, M. Bojić, Application of switchable glazing to high-rise residential buildings in Hong Kong, Energy and Buildings, 38/5 pp 463-471 (2006). DOI information: 10.1016/j.enbuild.2005.08.006.
8. M. Bojić, M. Blagojević, Photovoltaic electricity production of a grid-connected urban house in Serbia, Energy Policy Vol 34/17 pp 2941-2948 (2006). DOI information: 10.1016/j.enpol.2005.04.024
9. M. Bojić, F. Yik, Application of advanced glazing to high-rise residential buildings in Hong Kong, Building and Environment, Vol 42/2 pp 820-828 (2007).
10. M. Bojić, M. Despotović, J. Malešević, D. Soković, Evaluation of the impact of internal partitions on energy conservation for residential buildings in Serbia, Building and Environment, Volume 42, Issue 4, April 2007, Pages 1644-1653.
11. M. Bojić, M. Despotović, Variation of energy consumption and demand due to duration of heating", Energy Conversion and Management, 2007, Vol 48/8 pp 2416-2423 DOI information:10.1016/j.enconman.2007.03.006

12. Milorad Bojic, Novak Nikolic, Danijela Nikolic, Jasmina Skerlic, Ivan Miletic, Toward a positive-net-energy residential building in Serbian conditions, *Applied Energy* 88 (2011) 2407–2419, doi:10.1016/j.apenergy.2011.01.011.
13. Milorad Bojic, Novak Nikolic, Danijela Nikolic, Jasmina Skerlic, Ivan Miletic, A simulation appraisal of performance of different systems for space heating and cooling of an office building, *Energy and Buildings* (2011), Volume 43, Issue 6, June 2011, Pages 1207-1215, doi:10.1016/j.enbuild.2010.12.033
14. Milorad Bojic, Dimitri Bigot, Frederic Miranville, Alexandre Parvedy-Patou, Jasna Radulović, Optimizing performances of photovoltaics in Reunion Island – tilt angle, *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, DOI: 10.1002/pip.1159 (2011) Online ISSN: 1099-159X.
15. Milorad Bojic, Slobodan Djordjevic, Jovan Malešević, Marko Miletic, 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* 50 (2012) 324–330, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.04.004>.
16. Milorad Bojic, Marko Miletic, Jovan Malešević, Slobodan Djordjevic, Dragan Cvetkovic Influence of additional storey construction to space heating of a residential building, *Energy and Buildings*, 10.1016/j.enbuild.2012.02.056 (M21) 2012.
17. Milorad Bojic, Slobodan Djordjevic, Andreja Stefanovic, Marko Miletic, Dragan Cvetkovic, Decreasing Energy Consumption In Thermally Non-Insulated Old House Via Refurbishment, *Energy Buildings* (2012), <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.03.045>
18. Milorad Bojic, Dragan Cvetkovic, Marko Miletic, Jovan Malešević, Harry Boyer, Energy, CO2 emission, and economic comparison between low temperature radiant panel systems and radiator systems, *Energy and Buildings* (2012), 10.1016/j.enbuild.2012.04.024.
19. Bojic, Milorad, Editorial, Special issue of *Energy Conversion and Management* dedicated to ECOS 2011 - the 4th International Conference on Efficiency, Costs, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems, *Energy conversion and management* 2012, 60:1-1.
20. Dimitri Bigot, Frédéric Miranville, Harry Boyer, Milorad Bojic, Stéphane Guichard, Aurélien Jean, Model optimization and validation with experimental data using the case study of a building equipped with photovoltaic panel on roof: Coupling of the building thermal simulation code ISOLAB with the generic optimization program GenOpt, Original Research Article, *Energy and Buildings*, Vol. 58, March 2013, Pages 333-347, Doi <http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2012.10.017>, ISSN: 0378-7788 (M21=8).
21. Milorad Bojic, Dragan Cvetkovic, Vesna Marjanovic, Mirko Blagojevic, Zorica Djordjevic, Performances of Low Temperature Radiant Heating Systems, *Energy and Buildings*, Volume 61, June 2013, Pages 233–238.

#### **Радови у међународним часописима M22**

22. M. Bojic, Application of Overhangs and Side-Fins to High-Rise Residential Buildings In Hong Kong", *Civil Engineering and Environmental Systems*, 23 (4): 271-285 DEC 2006.
23. Bojic M, Dragicevic S, Optimization of steam boiler design, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part A-Journal of Power and Energy*, 220 (A6): 629-634 SEP 2006
24. S Dragicevic and M Bojic. An energy optimization model for a combined heat and power production energy supply system with a heat pump. *Proc. IMechE, Part A: J. Power and Energy*, 2009, 223 (A3), 321-328. DOI 10.1243/09576509JPE686
25. Bojic, M. and Čubrović, R. Design method for the optimization of district heating systems using mixed integer linear programming. *Proc. IMechE, Part A: J. Power and Energy*,

2010, 224 (A5), 607-619. DOI 10.1243/09576509JPE911

26. V.Stefanovic, M.Bojic, S. Pavlović, N.Apostolović, I.Nikolić, Z.Djordjević, A prototype of solar receiver for middle temperature conversion of solar radiation to heat, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A, Journal of Power and Energy [PIA], Article Number : 416566, DOI: 10.1177/0957650911416566 (2011).
27. Nenad Marjanovic, Biserka Isailovic, Vesna Marjanovic, Zoran Milojevic, Mirko Blagojevic, Milorad Bojic, A practical approach to the optimization of gear trains with spur gears, Mechanism and Machine Theory, Volume 53, July 2012, Pages 1-16.

### **Радови у међународним часописима M23**

28. V. Stefanović, M. Bojić Development and investigation of solar collectors for conversion of solar radiation into heat and/or electricity, Thermal Science, 10 (2006), Suppl., 4, 177-187.
29. J. Radulović, V. Ranković, M. Bojić, J.Skerlić, Environmental Impacts of the Electromagnetic Field Levels near Overhead Transmission Lines, *Environmental Engineering and Management Journal*, ISSN1582-9596,2012. (M23)
30. Milorad Bojic, Alexandre Patou Parvedy, Frédéric Miranville, Dimitri Bigot, Dragan Cvetković, Slobodan Djordjević, Danijela Nikolić, On Photovoltaic Electricity Production By A Residential House In Reunion Island, Journal of Energy in Sothern Africa, Vol.24, Nr.2, 2013, pp 50-56.

### **2.10. Научна област дисертације**

Предложена тема докторске дисертације по својој тематици припада области Машинство-Термодинамика и термотехника.

### **2.11. Научне области чланова комисије**

1. Др Милорад Бојић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу  
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника
2. Др Небојша Лукић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу  
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника
3. Др. Велимир Стефановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу  
Ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника

### 3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

На основу података приказаних у претходним тачкама овог извештаја, Комисија доноси следећи:

## ЗАКЉУЧАК

Марко Милетић мастер машинж., испуњава све, Законом о универзитету и Статутом Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, предвиђене услове за одобрење израде докторске дисертације.

На основу предложених полазних хипотеза дисертације, предмета дисертације, научних циљева, метода истраживања, оквирног садржаја рада и примењљивости резултата истраживања. Комисија сматра да је предложена тема под насловом **„ОПТИМИЗАЦИЈА УПОТРЕБЕ ТОПЛОТНЕ ИЗОЛАЦИЈЕ КОД КУЋА НЕТО-НУЛТЕ ПОТРОШЊЕ ЕНЕРГИЈЕ“** веома актуелна и обезбеђује значајан научни допринос као и имплементацију знања у области Термодинамике и термотехнике и може бити тема докторске дисертације. Дакле, Комисија сматра да је предложена тема докторске дисертације научно интересантна и значајна, односно да је научно оправдана.

Комисија предлаже Наставно научно већу Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и Стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да кандидату Марку Милетићу одобри израду докторске дисертације под називом:

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

За ментора предложене дисертације Комисија предлаже др Милорада Бојића, редовног професора, Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

У Крагујевцу, 14 август 2013

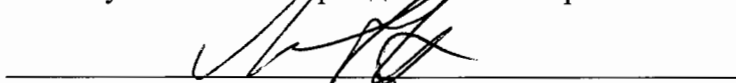
### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. Др Милорад Бојић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу  
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника



---

2. Др Небојша Лукић, редовни професор, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу  
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника



---

3. Др Велимир Стефановић, редовни професор Машинског факултета у Нишу  
Ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника.



---