

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ			
ПРИМЉЕНО	29.05.2015		
ОБ. РАД.	П. РАД.	П. РАД.	П. РАД.
01-11	1861		

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

**ПРЕДМЕТ:** Извештај Комисије за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Јасмине Скерлић, дипл. маш. инж.

Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, број 01-1/1632-15 од 21.05.2015. године именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Јасмине Скерлић, дипл. маш. инж. и теме докторске дисертације под насловом:

**"ОПТИМИЗАЦИЈА ПОЛОЖАЈА ПРИЈЕМНИКА СОЛАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ КОД  
КУЋА СА НЕТО-НУЛТОМ ПОТРОШЊОМ 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 01-1/4313-19 од 22.12.2011. године, 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 Јасмине Скерлић, дипл. маш. инж. под називом **"Оптимизација положаја пријемника соларне енергије код кућа са нето-нултом потрошњом енергије"**, представља резултат научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области која се односи на теоријско и нумеричко испитивање положаја пријемника соларне енергије 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 односи се на унапређење соларних енергетских система. Тачно одређен положај (оптимални положај) соларних пријемника у простору и времену одговара производњи максималне количине топлотне енергије из соларне енергије. Правилно пројектовање омогућава производњу максималне количине енергије и ексергије, са максималном енергетском и ексергетском ефикасношћу, минималним утрошком фосилне енергије, минималним утицајем на животну средину и са циљем смањењења коришћења енергетских ресурса.

Разматрана је кућа са соларном инсталацијом за грејање санитарне топле воде. У Србији је најкориснија употреба соларне енергије када се она користи за загревање санитарне воде у домаћинствима. Развијен је математички модел, методологија и алгоритам за динамичку симулацију и оптимизацију рада соларних инсталација и енергетског понашања читаве куће. Успостављене су релације између параметара куће, параметара потрошње енергије и параметара постојеће соларне инсталације. Успешна истраживања овог типа подразумевала су свеукупност савремених средстава и метода, уз неопходну подршку оптимизационих и симулационих софтвера, а све у циљу добијања оптималних величина угла азимута и алтитуде, као и распореда рада соларне инсталације током године у функцији услова пројектовања инсталације, њеног инсталирања и услова њеног рада. Спроведена енергетска истраживања су показала како одговарајући оптимални услови рада соларне инсталације могу значајно смањити употребу фосилне енергије и емисију штетних гасова и имати битан утицај на очување животне средине. Резултати су показали оправданост постављања соларног пријемника у оптимални положај у времену и простору.

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

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Јасмине Скерлић, дипломираног машинског инжењера, под насловом "**Оптимизација положаја пријемника соларне енергије код кућа са нето-нултом потрошњом енергије**", представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и значајна за развој науке у области теоријских и нумеричких испитивања положаја пријемника соларне енергије. 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 примене соларних система код кућа нето-нулте потрошње енергије, кандидат је закључио да не постоје истраживања у погледу одређивања зависности

оптималних величина углова, као и распореда рада соларне инсталације током године, све то у функцији услова пројектовања инсталације, њеног инсталирања и услова њеног рада, при чему је омогућена производња максималне количине топлотне енергије из соларне енергије. У том смислу, ова докторска дисертација представља једно од првих систематских истраживања ове врсте.

- Нумеричком анализом и симулацијама истраживано је енергетско понашање куће са инсталираним соларним системима за генерисање енергије, при чему су успостављене релације између параметара куће, параметара потрошње енергије и параметара постојеће соларне инсталације. Испитивања инсталација на макро-нивоу су реализована помоћу развијених софтверских пакета који омогућавају варијацију геометрије соларних инсталација, типа и брзине потреба за енергијом, оптерећења, режима соларних инсталација и уређаја који представљају потрошаче енергије унутар нето-нулте енергетске куће. Извршена је анализа енергетских перформанси инсталираних соларних система у реалним експлоатационим условима.
- Енергетском и ексергетском оптимизацијом рада соларних инсталација добијене су оптималне вредности величина углова азимута и алтитуде, као и распореда рада соларне инсталације током године, све то у функцији услова пројектовања инсталације, њеног инсталирања и услова њеног рада, у циљу генерисања највеће могуће количине енергије и ексергије, при чему се максимално се избегава потрошња електричне енергије, коришћење фосилне енергије и емисија гасова у атмосферу, што доводи и до очувања спољашње средине.
- 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. Она доводи до најефикасније примене соларних пријемника у пракси. Добијени резултати доводе до максимума енергетске сигурности.

### **3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одговарајућој научној области**

Јасмина Скерлић, дипл. маш. инж. је рођена 26. августа 1974. године у Крагујевцу. Основну школу "Трећи крагујевачки батаљон" у Крагујевцу завршила је са одличним успехом као носилац дипломе "Вук Караџић". Четврти степен стручне спреме, образовног профила математичко-програмерски сарадник, стекла је у "Првој Крагујевачкој гимназији". На студије машинства уписала се школске 1993/94. године, на Машинском факултету у Крагујевцу. Дипломски рад радила је из предмета Неконвенционални поступци обраде под називом "ЕДМ обрада и ковачки алати" и одбранила га са оценом 10 (десет).

На последипломске студије уписала се школске 2006/2007. године на Машинском факултету у Крагујевцу, област Енергетика и процесна техника, под менторством проф. др. Милорада Бојића, ред. проф. Од школске 2008/2009. године студент је докторских

студија, област Машинско инжењерство, ужа специјалност Термодинамика и Термотехника, на Катедри за енергетику и процесну технику, Факултета инжењерских наука у Крагујевцу. Све испите положила је у предвиђеном року са просечном оценом 10 (десет).

У периоду од 2004.-2007. године запослена под уговором о ауторском делу као истраживач-сарадник на Машинском факултету у Крагујевцу у оквиру међународног Rural Sustainable Development Through Integration of Renewable Energy Technologies in Poor European regions , RES Integration FP6 509204, чији је руководилац проф. др Милорад Бојић.

У периоду од 2008.-2009. године запослена је на одређено време на Машинском факултету у Крагујевцу, у оквиру Пројекта имплементације резултата пројекта "RES INTEGRATION", под покровитељством Града Крагујевца.

Од јануара 2011. године ангажована је у реализацији научно-истраживачког пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије - "Истраживање и развој Српске нето-нулте енергетске куће" TR 33015, (2011.-2015. година), руководилац пројекта проф. др Милорад Бојић, у оквиру Центра за грајање, климатизацију и соларну енергију, Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

Од 2008. године до данас, Јасмина Скерлић ангажована је на извођењу вежби из следећих предмета: *Термодинамика; Грејање, климатизација и соларна енергија; Соларна техника; Уређаји и постројења за грејање, климатизацију и соларну енергију и Отпорност материјала.*

Октобра 2005. године боравила је на стручном усавршавању у оквиру *CISM-a International centre for mechanical sciences*, Удине, Италија, са темом: "*New perspectives in thermodynamics: Quantifying Non-Equilibrium Processes*", под покровитељством *UNESCO (ROSTE)*.

Активан је члан Студентског огранка *ASHRAE* (Америчког друштва инжењера грејања, хлађења и климатизације) на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. У току 2013. године била је председник Студентског огранка *ASHRAE* на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу. Низ година је и члан Комисије за промоцију факултета.

Израда докторске дисертације под називом **"Оптимизација положаја пријемника соларне енергије код кућа са нето-нултом потрошњом енергије"**, одобрена је 22.12.2011. године.

У досадашњем научно-истраживачком раду, Јасмина Скерлић је као аутор или као коаутор, објавила 57 научних радова (6 радова у међународним часописима, 4 рада у домаћим часописима, 47 радова на међународним конференцијама).

#### **Радови у врхунском међународном часопису M21:**

1. Милорад Бојић, Новак Николић, Данијела Николић, Јасмина Скерлић, Иван Милетић, TOWARD A POSITIVE-NET-ENERGY RESIDENTIAL BUILDING IN

SERBIAN CONDITIONS, Applied Energy, Vol.88, No.7, pp. 2407-2419, ISSN 0306-2619, Doi 10.1016/j.apenergy.2011.01.011, 2011

2. Милорад Бојић, Новак Николић, Данијела Николић, **Јасмина Скерлић**, Иван Милетић, A SIMULATION APPRAISAL OF PERFORMANCE OF DIFFERENT HVAC SYSTEMS IN AN OFFICE BUILDING, Energy and Buildings, Vol.43, No.6, pp. 1207-1215, ISSN 0378-7788, Doi 10.1016/j.enbuild.2010.12.033, 2011

#### **Радови у међународном часопису М23:**

1. Marjanović V., Vojić M., Marjanović N., **Skerlić J.**, SOLAR RAY TRANSFER INSIDE SEA-SHELL STATIONARY TROUGH SOLAR CONCENTRATOR, Journal of Renewable and Sustainable Energy, Volume 5, Issue 4, 2013, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4813065>, E-ISSN 1941-7012
2. Д. Николић, З. Ђорђевић, М. Бојић, Ј. Радуловић, **Ј. Скерлић**, OPTIMIZATION OF PHOTOVOLTAICS PANELS AREA AT SERBIAN ZERO-NET ENERGY BUILDING, Journal of Renewable and Sustainable Energy, Volume 5, Issue 4, 2013, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4817809>, E-ISSN 1941-7012
3. **Ј. Скерлић**, Ј. Радуловић, Д. Николић, М. Бојић, MAXIMIZING PERFORMANCES OF VARIABLE TILT FLAT-PLATE SOLAR COLLECTORS FOR BELGRADE (SERBIA), Journal of Renewable and Sustainable Energy, Volume 5, Issue 4, 2013, <http://dx.doi.org/10.1063/1.4819254>, E-ISSN 1941-7012
4. J. Radulović, V. Ranković, M. Vojić, **J.Skerlić**, ENVIRONMENTAL IMPACTS OF THE ELECTROMAGNETIC FIELD LEVELS NEAR OVERHEAD TRANSMISSION LINES, Environmental Engineering and Management Journal, Vol.13, No.3, 2014, pp. 627-633, ISSN 1582-9596

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у целини М33:**

1. **Skerlić, J.**, Vojić, M., OPTIMIZING PERFORMANCES OF SOLAR COLLECTORS BY USING ENERGYPLUS AND HOOKE JAVEES ALGORITHM, CD Conference proceedings и Зборник радова, 41.th International HVAC&R congress, Beograd, 1.12-3.12. 2010, pp.472-479. ISBN 978-86-81505-55-7.
2. М. Бојић, Н. Николић, Д. Николић, **Ј. Скерлић**, И. Милетић, SIMULATION OF SOLAR ENERGY USE FOR BUILDING HEATING BY A VAPOR COMPRESSION HEAT PUMP, AfricaMS 2010 - 3rd IASTED African International Conference on Modelling and Simulation, Botswana, 2010, Septembar, 6-8, ISBN 978-0-88986-848-9
3. Д.Николић, В.Шуштершич, **Ј.Скерлић**, DECENTRALIZED WASTEWATER TREATMENT SYSTEMS IN LARGE SETTLEMENTS, 10 International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology ДЕМИ 2011, Banja Luka, мај 2011, 2011, ISBN 978-99938-39-36-1
4. **Ј. Скерлић**, В. Шуштершич, Д. Николић, NATURAL SYSTEMS OF WASTEWATER TREATMENT IN SMALL SETTLEMENTS, 10 International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology ДЕМИ 2011, Banja Luka, 2011, 26-28 Мај, 2011, ISBN 978-99938-39-36-1

5. Danijela Nikolic, **Jasmina Skerlic**, Marko Miletic, Dragan Cvretkovic, Milorad Bojic, MODELING OF MECHANICAL VENTILATION SYSTEMS IN BUILDINGS USING ENERGYPLUS SOFTWARE, 42nd International congress&exhibition on heating, refrigeration and air conditioning, Beograd, 2011, 30.11-2.12.2011, pp. 427-435, ISBN 978-86-81505-61-8
6. **Skerlić, J.**, Gordić, D., A REVIEW OF BUILDING ENERGY REGULATION, CLASSIFICATION AND CERTIFICATION SCHEMES, 15 International Symposium of Thermal Engineers of Serbia SIMTERM 2011, Sokobanja, 18.10 -21.10. 2011, pp.617-626, ISBN 978-86-6055-018-9
7. D.Cvetković, M. Miletić, **J. Skerlić**, D. Nikolić, M. Bojić, COMPARISON OF PERFORMANCES OF LOW TEMPERATURE RADIANT HEATING SYSTEMS, 42nd International congress & exhibition on heating, refrigeration and air conditioning, Beograd, 2011, 30.11-2.12.2011, pp. 335-345, ISBN 978-86-81505-61-8
8. **Jasmina Skerlic**, Danijela Nikolic, Dragan Cvretkovic, Marko Miletic, Novak Nikolic, Milorad Bojic, MODELING OF NATURAL VENTILATION SYSTEMS IN BUILDINGS USING ENERGYPLUS SOFTWARE, 42nd International congress &exhibition on heating, refrigeration and air conditioning, Beograd, 2011, 30.11-2.12.2011, pp. 418-426, ISBN 978-86-81505-61-8
9. M. Bojić, **J. Skerlić**, D. Nikolić, D. Cvetković, M. Miletić, TOWARD FUTURE: POSITIVE NET - ENERGY BUILDINGS, 4th IEEE International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources, EXPRES 2012, Subotica, Serbia, 2012, 9-12 mart 2012, pp. 49-54, ISBN 978-86-85409-70-7
10. M. Bojić, **J. Skerlić**, D. Cvetković, D. Nikolić, M. Miletić, POSITIVE NET BUILDINGS: SIMULATIONS AND OPTIMIZATION, Conferinta nationala cu participare internationala INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII SI CONFORTUL AMBIENTAL, Editia 21, Timisoara, Romania, 2012, april 18-20, 2012, pp. 250-259, ISBN 1842 – 9491
11. D. Cvetković, M. Bojić, M. Miletić, D. Nikolić, **J. Skerlić**, INFLUENCE OF THE TIMESTEP ON RESULTS OF OVERHANG OPTIMIZATION, 6th International Quality Conference, Kragujevac, 2012, 8. Jun, pp. 511-515, ISBN 978-86-86663-82-5
12. D. Nikolić, M. Bojić, **J. Skerlić**, J. Radulović, D. Cvetković, ESTIMATING THE INDOOR AIR QUALITY IN BUILDINGS WITH HEAT RECOVERY MECHANICAL VENTILATION SYSTEMS, 6th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2012, 8. Jun, pp. 809-815, ISBN 978 - 86 - 86663 - 82 - 5
13. J. Radulović, M. Bojić, **J.Skerlić**, D. Taranović, D.Nikolić, ENERGY GENERATION AND CO2 EMISSIONS OF PV SYSTEMS, 6th International Quality Conference, Kragujevac, 2012, 8. Jun, pp. 801-808, ISBN 978 - 86 - 86663 - 82 - 5
14. **J. Skerlić**, M. Bojić, D Nikolić, D. Cvetković, V. Marjanović, OPTIMAL SLOPE FOR INSTALLATION OF A SOLAR COLLECTOR, 6th International Quality Conference, Kragujevac, 2012, 8. Jun, pp. 823-830, ISBN 978 - 86 - 86663 - 82 - 5
15. N. Kostić, M. Bojić, M. Blagojević, M. Miletić, **J. Skerlić**, INFLUENCE OF HEAT BALANCE ALGORITMS TO ENERGYPLUS PREDICTION OF NET ZERO ENERGY BUILDING BEHAVIOUR, 6th International Quality Conference, Kragujevac, 2012, 8. Jun, pp. 831-836, ISBN 978-86-86663-82-5.

16. M. Bojić, M. Miletić, V. Marjanović, D. Nikolić, **J. Skerlić**, OPTIMIZATION OF THERMAL INSULATION TO ACHIEVE ENERGY SAVINGS, 25. International conference on efficiency, cost, optimization, simulation and environmental impact of energy systems - ECOS 2012, Perugia, Italy, 2012, Jun 26-29.,pp. 174-1 – 174-10
17. M. Bojić, D. Cvetković, **J. Skerlić**, D. Nikolić, Harry Boyer, PERFORMANCES OF LOW TEMPERATURE RADIANT HEATING SYSTEMS, The Second International Conference on Building Energy and Environment COBEE 2012, Boulder, Colorado, US, 2012, August, 1 – 4., pp. 1299 – 1306, ISBN 978-0-9816881-9-0; 0-9816881-9-5
18. M. Bojić, **J. Skerlić**, D. Cvetković, D. Nikolić, M. Miletić, POSITIVE NET BUILDINGS: SIMULATIONS AND OPTIMIZATION, CONFERINTA NATIONALA DE INSTALATII – INSTALATII PENTRU INCEPTUL MILENIULUI TREI, Romania, Sinaia, 17-19. Oktobar 2012. God., Proceedings, ISBN 978-973-755-857-2, pp. 79-86
19. **Skerlić J.**, Bojić M., Nikolić D., Cvetković D., Radulović J., OPTIMAL SLOPE OF A SOLAR COLLECTOR USING PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM, CD Conference proceedings и Зборник радова, 43.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2012, ISBN 978-86-81505-64-9, pp. 153-163
20. Nikolić D., Bojić M., Radulović J., **Skerlić J.**, Cvetković D., HEAT RECOVERY MECHANICAL VENTILATION SYSTEM AND INDOOR AIR QUALITY IN BUILDINGS IN ENERGYPLUS ENVIRONMENT, CD Conference proceedings и Зборник радова, 43.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2012, ISBN 978-86-81505-64-9, (pp. 299-309)
21. Radulović J., Bojić M., Nikolić D., **Skerlić J.**, Taranović D., PERFORMANCE OF DIFFERENT PHOTOVOLTAIC MODELS IN ENERGYPLUS ENVIRONMENT, CD Conference proceedings и Зборник радова, 43.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2012, ISBN 978-86-81505-64-9, (pp. 309-317)
22. Cvetković D., Bojić M., **Skerlić J.**, Nikolić D., Miletić M., THE IMPACT OF THE TIMESTEP ON THE OVERHANG LENGTH OPTIMIZATION, CD Conference proceedings и Зборник радова, 43.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2012, ISBN 978-86-81505-64-9, (pp. 339-347)
23. N. Nikolić, N., Lukić N., Taranović D., Skerlić J., VERIFICATION OF THE MODEL FOR DETERMINING THE IRRADIATED AREA OF THE LOWER ABSORBER SURFACE OF THE DOUBLE EXPOSURE FLAT-PLATE SOLAR COLLECTOR, CD Conference proceedings и Зборник радова, 43.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2012, ISBN 978-86-81505-64-9, (pp. 163-171)
24. D. Nikolić, **J. Skerlić**, M. Miletić, J. Radulović, M. Bojić, ENERGY OPTIMIZATION OF PV PANELS SIZE AT SERBIAN ZNEB AND PNEB, Conferinta nationala cu participare internationala INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII SI CONFORTUL AMBIENTAL, Editia 22-a, Timisoara, Romania, april 11-12, 2013., ISSN 1842 – 9491, p.226-234
25. **J. Skerlić**, D. Nikolić, D. Cvetković, J. Radulović, M. Bojić, OPTIMAL SLOPE OF A SOLAR COLLECTOR USING PARTICLE SWARM AND HOOKE JEEVS OPTIMIZATION ALGORITHM, Conferinta nationala cu participare internationala INSTALATII PENTRU CONSTRUCTII SI CONFORTUL AMBIENTAL, Editia 22-a, Timisoara, Romania, april 11-12, 2013., ISSN 1842 – 9491, p.244-254

26. M. Bojic, A. Patou-Parvedy, **J. Skerlic**, D. Cvetkovic, M. Miletic, Envelope design support to thermal comfort in house without use of electricity, 5th International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources (EXPRES 2013), Subotica, Serbia, 2013, 21-23, March, pp. 42-45, ISBN 978-86-85409-82-0
27. D. Nikolić, M. Bojić, J. Radulović, **J. Skerlić**, M. Miletic, A REVIEW OF SILICON SOLAR CELLS IN PHOTOVOLTAICS TECHNOLOGY, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 24<sup>th</sup>, 2013., ISBN 978-86-86663-94-8, p.213-220
28. **J. Skerlić**, M. Bojić, D. Nikolić, J. Radulović, M. Miletic, A REVIEW LIFE CYCLE ASSESSMENT OF A SOLAR THERMAL COLLECTOR SENSITIVITY ANALYSES, ENERGY AND ENVIRONMENTAL BALANCES, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 24<sup>th</sup>, 2013., ISBN 978-86-86663-94-8, p.341-350
29. J. Radulović, M. Bojić, D. Nikolić, **J. Skerlić**, D. Taranović, TOWARDS NET ZERO ENERGY BUILDINGS: POSSIBILITIES FOR PHOTOVOLTAIC USE, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 24<sup>th</sup>, 2013., ISBN 978-86-86663-94-8, p.357-361
30. M.Miletic , M.Bojic, I.Miletic, N. Miloradovic, **J. Skerlic**, WINDOWS SELECTION INFLUENCE ON ENERGY HEAT GAIN AND LOSS IN HOUSE, 7th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 24<sup>th</sup>, 2013., ISBN 978-86-86663-94-8, p.547-552
31. Д. Николић, М. Бојић, **Ј. Скерлић**, Ј. Радуловић, Д. Тарановић, MODELLING OF HYBRID VENTILATION SYSTEMS IN BUILDINGS USING ENERGYPLUS SOFTWARE, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2013, Бања Лука, мај2013. год., ISBN 978-99938-39-46-0, p. 703-708
32. **Ј. Скерлић**, М. Бојић, Д. Николић, Ј. Радуловић, Д. Тарановић, A KEY REVIEW ON EXERGETIC ANALYSIS AND ASSESSMENT OF SOLAR ENERGY SYSTEMS FOR A SUSTAINABLE FUTURE, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2013, Бања Лука, 30. мај – 1. јун 2013. год., ISBN 978-99938-39-46-0, p. 553-559
33. Ј. Радуловић, М. Бојић, Д. Николић, **Ј. Скерлић**, Д. Тарановић, THE USE OF PV IN NET-ZERO ENERGY BUILDINGS: CHALLENGES AND PERSPECTIVES, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology DEMI 2013, Бања Лука, 30. мај – 1. јун 2013. год., ISBN 978-99938-39-46-0, p. 797-802
34. Д. Николић, М. Бојић, Ј. Радуловић, **Ј. Скерлић**, Д. Тарановић, A REVIEW OF NON-SILICON AND NEW PHOTOVOLTAICS TECHNOLOGY FOR ELECTRICITY GENERATION, PROCEEDINGS of The Second International Conference on Renewable Electrical Power Sources MКОIE 2013, Београд, октобар 2013, SMEITS - Društvo za obnovljive izvore električne energije
35. **Ј. Скерлић**, М. Бојић, Д. Николић, Ј. Радуловић, Д. Цветковић, A KEY REVIEW ON EXERGETIC ANALYSIS AND ASSESSMENT OF SOLAR ENERGY SYSTEM FOR A SUSTAINABLE FUTURE, Proceedings of The Second International Conference on Renewable Electrical Power Sources MКОIE 2013, Београд, октобар



- 2013, Savez mašinskih i elektrotehničkih inženjera i tehničara Srbije (SMEITS) - Društvo za obnovljive izvore električne energije
36. Д. Цветковић, М. Бојић, В. Ранковић, Д. Николић, **Ј. Скерлић**, Д. Тарановић, IMPROVING ENERGY EFFICIENCY OF PANEL HEATING SYSTEMS USING GSHP AND PV PANELS, Proceedings of The Second International Conference on Renewable Electrical Power Sources MКОIE 2013, Београд, октобар 2013, SMEITS - Društvo za obnovljive izvore električne energije
  37. Д. Николић, М. Бојић, Ј. Радуловић, **Ј. Скерлић**, В. Ранковић., ELECTRICITY GENERATION AT SERBIAN ZNEB – SIZING OF REQUIRED PV PANELS AREA TO MINIMIZE THE PRIMARY ENERGY CONSUMPTION, CD Conference proceedings и Зборник радова, 44.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2013, ISBN 978-86-81505-69-4
  38. Ј. Радуловић, М. Бојић, Д. Николић, **Ј. Скерлић**, Д. Тарановић, BUILDING INTEGRATION OF SOLAR THERMAL SYSTEM, CD Conference proceedings и Зборник радова, 44.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2013, ISBN 978-86-81505-69-4
  39. Д. Цветковић, М. Бојић, В. Ранковић, Д. Николић, **Ј. Скерлић**, EXERGY EFFICIENCY OF PANEL HEATING SYSTEMS AT DIFFERENT HEAT SOURCE, CD Conference proceedings и Зборник радова, 44.th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2013, ISBN 978-86-81505-69-4
  40. D. Nikolić, M. Bojić, J. Radulović, **J. Skerlić**, S. Jovanović, INFLUENCE OF DIFFERENT THERMAL INSULATION THICKNESS ON BUILDING ENERGY CONSUMPTION, 8th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 23<sup>th</sup>, 2014., ISBN 978-86-6335-004-5, p.721-726
  41. D. Nikolić, M. Bojić, **J. Skerlić**, Z. Djordjević, D. Cvetković, OPTIMIZATION OF ENERGY CONSUMPTION OF SERBIAN POSITIVE-NET ENERGY BUILDING, 8th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 23<sup>th</sup>, 2014., ISBN 978-86-6335-004-5, p.887-892
  42. **J. Skerlić**, M. Bojić, D. Nikolić, J. Radulović, D. Cvetković, OPTIMAL POSITION OF SOLAR COLLECTORS: A REVIEW, 8th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 23<sup>th</sup>, 2014., ISBN 978-86-6335-004-5, p.655-660
  43. D. Cvetković, M. Bojić, V. Rankovic, N. Kostic, **J. Skerlić**, D. Nikolić, EXPERIMENTAL PROCEDURE FOR INVESTIGATION OF ELECTRIC PANEL HEATING SYSTEMS, 8th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 23<sup>th</sup>, 2014., ISBN 978-86-6335-004-5, p.693-698
  44. J. Radulović, M. Bojić, M. Despotovic, D. Nikolić, **J. Skerlić**, APPLICATION OF HYBRID PHOTOVOLTAIC/THERMAL SOLAR SYSTEMS TO BUILDINGS, 8th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, May 23<sup>th</sup>, 2014., ISBN 978-86-6335-004-5, p.835-842
  45. Д. Николић, М. Бојић, Ј. Радуловић, **Ј. Скерлић**, Н. Милорадовић., ENERGY OPTIMIZATION OF SERBIAN BUILDINGS WITH PV PANELS AND DIFFERENT HEATING SYSTEMS, CD Conference proceedings и Зборник радова, 45th International HVAC&R congress, ISBN 978-86-81505-75-5, Beograd, decembar 2014.
  46. Ј. Радуловић, М. Бојић, Д. Николић, **Ј. Скерлић**, THIN FILM PHOTOVOLTAIC TECHNOLOGIES:STATUS AND PERSPECTIVES, CD Conference proceedings и

Зборник радова, 45th International HVAC&R congress, ISBN 978-86-81505-75-5, Beograd, decembar 2014.

47. **Skerlić J.**, Bojić M., Nikolić D., Radulović J., Cvetković D., MAXIMIZING PERFORMANCES OF A SOLAR DHW SYSTEM THROUGH OPTIMUM SOLAR COLLECTOR SLOPE AND AZIMUTH ANGLES USING THE HOOKE JEEVES ALGORITHM, CD Conference proceedings, ISBN 978-86-81505-75-5, 45th International HVAC&R congress, Beograd, decembar 2014.

#### **Радови у водећем часопису националног значаја M51:**

1. **J. Skerlić**, D. Gordić, D. Nikolić, ENERGETSKA REGULATIVA U ZGRADARSTVU I PROGRAM KLASIFIKACIJE I SERTIFIKACIJE ZGRADA, TERMOTEHNIKA, Vol.38, No.1, pp. 3-29, ISSN 0350-218, 2012.
2. M. Bojić, **J. Skerlić**, D. Cvetković, D. Nikolić, M. Miletić,, POSITIVE NET BUILDINGS: SIMULATIONS AND OPTIMIZATION, INSTALATORUL, Vol.5, No.5, pp. 38-41, ISSN 1223-7418, 2012.
3. M. Miletić, D. Cvetković, D. Nikolić, **J. Skerlić**, M. Bojić, OPTIMIZACIJA TOPLOTNE IZOLACIJE RADI UŠTEDE ENERGIJE, KGH - Naučno stručni časopis za klimatizaciju, grejanje i hlađenje, Vol.41, No.3, pp. 67 -70, ISSN 0350-1426, 2012.

#### **Рад у часопису националног значаја M52:**

1. D. Nikolić, **J.Skerlić**, V.Šušteršič, SISTEMI ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA U VELIKIM I MALIM NASELJIMA, Vodoprivreda, Vol.44, No.3-4, pp. 247-255, ISSN 0350-0519, 2012.

#### **3. Оцена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему**

Докторска дисертација кандидата Јасмине Скерлић, дипл. маш. инж. под називом **"Оптимизација положаја пријемника соларне енергије код кућа са нето-нултом потрошњом 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 129 стране. У раду је приказано 91 графичких илустрација и цитирано је 98 библиографских података. Излагање је сврстано у 11 поглавља:

1. Увод
2. Енергетске нулте зграде
3. Соларни систем за генерисање енергије код нултих зграда
4. Актуелно стање развоја позиционирања соларних колектора
5. Моделирање енергетских нултих кућа и инсталација соларних колектора

6. Математички модели
7. Карактеристике соларног система за грејање СТВ
8. Поступак симулације и оптимизације соларног система за грејање СТВ
9. Резултати и анализа
10. Закључак
11. Литература

У поглављу 1 (*Увод*) су дата уводна разматрања о проблемима потрошње енергије, разматрана је и појава све већег коришћења обновљивих извора енергије, са посебним освртом на предности коришћења соларне енергије. Поред тога дат је и основни циљ и кратак преглед истраживања у докторској дисертацији.

Поглавље 2 (*Енергетске нулте зграде*) даје осврт на проблеме потрошње енергије на светском нивоу у области зграда. Приказује се развој концепта нултих и нето-нултих енергетских зграда. И на крају указано је на правце даљих истраживања ка остварењу концепта зграда са нето-нултом енергетском потрошњом. Наглашава се да је потребно усмерити пажњу на анализу трошкова животног циклуса и утицаја на животну средину, као и да је потребно ставити акценат на климатске промене и социјалну политику.

Поглавље 3 (*Соларни систем за генерисање енергије код нултих зграда*) даје кратак осврт на порекло Сунчеве енергије, као и историјат коришћења соларне енергије, основне поделе и карактеристике соларних пријемника, као и поделе и карактеристике соларних система за генерисање енергије. У истраживањима у овој докторској дисертацији, код моделиране зграде, од обновљивих извора енергије коришћена је само соларна енергија. Соларна енергија је један од најзначајнијих обновљивих извора, чија се продукција енергије постиже истом брзином којом се и троши. На крову зграде је инсталиран соларни колектор за генерисање топлотне енергије.

Поглавље 4 (*Актуелно стање развоја позиционирања соларних колектора*) даје преглед актуелног стања развоја позиционирања соларних колектора, као и преглед истраживања која су користила исту методологију у случајевима оптимизације зграда, индустријских објеката и апарата (метода *Hooke Jeeves*) коришћена да оптимизује токове енергије у соларној инсталацији. Да би употреба соларне инсталације донела највише користи, цео систем мора бити адекватно димензиониран, инсталиран и пуштен у рад. Стога је дат преглед истраживања система за загревање санитарне топле воде.

У поглављу 5 (*Моделирање енергетских нултих кућа и инсталација соларних колектора*) дат је преглед софтверских пакета коришћених у нумеричким истраживањима. Моделирање и анализа соларних система за грејање СТВ, као део кућа нето-нулте потрошње енергије, извршена је на основу симулација добијених уз помоћ софтвера *EnergyPlus*, а оптимизација је извршена коришћењем софтвера *GenOpt* са адаптивним алгоритмом претраге *Hooke Jeeves*. У овом истраживању метода *Hooke Jeeves* је коришћена да оптимизује токове енергије у соларној инсталацији.

У поглављу 6 (*Математички модели*) је дато неколико математичких модела Сунчевог зрачења, као и математички модел у *EnergyPlus* окружењу, помоћу којих се

генерише енергија и то за систем за грејање санитарне топле воде у домаћинству, уз помоћ соларних колектора са одговарајућом инсталацијом.

Поглавље 7 (*Карактеристике соларног система за грејање СТВ*) даје опис система за генерисање енергије, соларног система за грејање санитарне воде. Приказане су основне карактеристике система, као и основне карактеристике соларног пријемника за генерисање енергије. Описани су временски распореди по којима се дефинише рад соларног систем. На крају поглавља дати су метеоролошки подаци за неколико градова у Србији (Београд, Крагујевац, Нови Сад и Ниш) где се анализира кућа са инсталираним системом за генерисање енергије налазила.

У поглављу 8 (*Поступак симулације и оптимизације соларног система за грејање СТВ*) дат је преглед развијених оптимизационих процедура које су коришћене у нумеричким истраживањима. Приказана је енергетска, ексергетска оптимизациона процедура. Енергетском оптимизацијом рада соларних инсталација добијене су оптималне вредности величина углова азимута и алтитуде као и распореда рада соларне инсталације током године, све то у функцији услова пројектовања инсталације, њеног инсталирања и услова њеног рада, у циљу генерисања највеће могуће количине енергије и ексергије, при чему се максимално избегава потрошња електричне енергије, коришћење фосилне енергије и емисија гасова у атмосферу, што доводи и до очувања спољашње средине. Ексергетском оптимизацијом је одређена максимална вредност ексергетског степена ефикасности соларног система за грејање санитарне топле воде на годишњем нивоу. Максимални ексергетски степен ефикасности, аналогно максималној вредности соларног удела у функцији угла нагиба и азимута, постиже се постављањем соларног пријемника на оптимални положај.

У поглављу 9 (*Резултати и анализа*) приказани су резултати добијени одговарајућим симулационим и оптимизационим рутинама. У циљу добијања веће количине топлотне енергије из соларне енергије, соларни пријемници се могу поставити у неколико различитих положаја током године. Потребно је било урадити одговарајуће симулационе и оптимизационе рутине које ће подржати овакву примену соларних пријемника. Ти алгоритми су омогућили одређивање положаја соларног пријемника у простору, као и оптималног времена почетка и краја коришћења одређеног просторног положаја, и то у зависности од особина соларних пријемника, особине њихових инсталација, као и метеоролошких услова места где је постављена та соларна инсталација и кућа са нето-нултом енергетском потрошњом. Истраживање укључује четири различита соларна система за загревање санитарне воде у неколико градова Србије. Анализирани соларни системи су са стационарним соларним пријемником, као и са соларним пријемником који годишње промени 2, 4 или 12 положаја. Соларни пријемници ових система су постављени на крововима кућа у правцу север-југ. За различите соларне системе, у току истраживања дошло се до оптималних положаја соларних пријемника на годишњем, полугодишњем, тромесечном и месечном нивоу. Током примене, соларни системи за загревање СТВ са различитим соларним пријемницима могу да произведу различите количине топлотне енергије из соларне енергије. Као резултат тога могу се добити различите количине избегнуте електричне енергије или избегнуте фосилне енергије, или избегнуте ексергије, а емитују се и различите количине  $CO_2$ . Такође, испитивани су соларни системи за загревање СТВ за

неколико случајева оптимизације соларног удела, у функцији угла нагиба соларног пријемника, у функцији угла нагиба и азимута, у функцији угла азимута када је угао нагиба на  $37.5^\circ$  и у функцији угла азимута када је угао нагиба на оптималној вредности угла за пријемник који мења два положаја у току године. Резултати ових оптимизација су дали најефикаснији начин дизајна, коришћења соларног система. На крају су дате мапе оптималних углова азимута и алтитуде на месечном, тромесечном, полугодишњем и годишњем нивоу за неколико градова (Београд, Нови Сад, Ниш и Крагујевац) у Србији.

Поглавље 10 (*Закључак*) приказује закључна разматрања.

У поглављу 11 (*Литература*) дат је преглед библиографских података коришћених у истраживању у оквиру докторске дисертације.

#### **4. Научни резултати докторске дисертације**

Кандидат Јасмина Скерлић, дипл. маш. инж. је у оквиру докторске дисертације извршила систематизацију постојећих знања и искустава у области нумеричких истраживања која се односе на испитивање положаја пријемника соларне енергије, који су инсталирани на зградама чије се енергетско понашање симулира током одређених временских периода. 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 утврђивање утицаја енергетских карактеристика појединачних пројектних елемената соларне инсталације, начина рада са инсталацијом, енергетских потреба куће и метеоролошких параметара на оптимални положај соларних пријемника у времену и простору и успостављање међусобне зависности свих тих параметара.
- Оптимално позиционирање пријемника соларне енергије, развијеном оптимизационом процедуром, доприноси добијању енергетски и ексергетски ефикасног система за генерисање енергије са минималним утицајем на животну средину.
- Количина генерисане топлотне енергије у инсталираним соларним инсталацијама, која се добија применом развијене оптимизационе методологије је један од важних предуслова за остварење концепта зграде нето-нулте потрошње енергије.
- Спроведена истраживања показала су како одговарајући услови рада соларне инсталације, параметри потрошње енергије у зградама, метеоролошки параметри, када је соларни пријемник оптимално позициониран у времену и простору утичу на енергетске, ексеретске, еколошке перформансе соларне инсталације.
- Дефинисани су механизми трансформације енергије за различите услове њеног стварања и различите услове експлоатације соларне инсталације.
- Омогућено је симулирање реалних услова рада целокупне соларне инсталације, реалан енергетски систем претворен је у енергетски модел, коришћењем нове генерације софтверских алата који омогућавају варирање геометрије соларних пријемника, у циљу стварања соларног система са

супериорним карактеристикама. Самим тим, комрецијализоване су нове генерације софтверских алата.

- Добијени резултати воде ка најефикаснијој примени соларних пријемника у пракси, са малим губицима енергије и ексергије, као и са максималним избегавањем коришћења фосилне енергије, и емисије гасова стаклене баште, и до максимума енергетске сигурности.

## 5. Примењивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Јасмине Скерлић, дипл. маш. инж., под насловом **"Оптимизација положаја пријемника соларне енергије код кућа са нето-нултом потрошњом енергије"**, примењиви су како у теорији, тако и у пракси.

Енергетском оптимизацијом, за различите соларне системе, истраживање је показало оптималне положаје њихових соларних пријемника на годишњем, полугодишњем, тромесечном и месечном нивоу. Долазимо до закључка да ако посматрамо процес конверзије соларне енергије у топлотну енергију на макро-нивоу са аспекта енергије, ексергије, фосилне енергије и гасова стаклене баште оптимизовањем соларног удела у функцији угла нагиба и азимута, имамо најповољније решење за максимално искоришћење соларне енергије. Овакви соларни системи су генерисали највећу могућу количину топлотне енергије из соларне енергије, имају максималне вредности ексергетске и енергетске ефикасности, минимални утрошак фосилне енергије, обезбеђују максимирање енергетске сигурности, као и имају мимални утицај на околну средину.

Соларни пријемник оптимално позициониран, годишње генерише максималну количину топлоте и има вредност соларног удела од 35.8 % на оптималном углу нагиба и углу азимута од, 28.75° и 25° респективно. За зимску сезону соларни систем има вредност соларног удела 21.6% на оптималном углу нагиба и азимута од 42.5° и 21.25° респективно, за летњу сезону соларни систем има вредност соларног удела 54.6% на оптималном углу нагиба и азимута од 15° и 30° респективно.

Када соларни пријемник мења четири угла нагиба и азимута годишње – један нагиб и један азимут на свака три месеца, за тромесечја која одговарају годишњим добима у току године имали би следеће ситуације: Током периода XII-II (зима), соларни систем има вредност соларног удела 11.6 % на оптималном углу нагиба и азимута од 46.875° и 18.125° респективно. Током периода III-V (пролеће), соларни систем има вредност соларног удела 48 % на оптималном углу нагиба и азимута од 22.5° и 26.875° респективно. Током периода VI-VIII (лето), соларни систем има вредност соларног удела 60.7 % на оптималном углу нагиба и азимута од 5° и 26.875° респективно. Током периода IX-XI (јесен) соларни систем има вредност соларног удела 37.2 % на оптималном углу нагиба и азимута од 40.625° и 21.25° респективно. Када соларни пријемник мења 12 нагиба и 12 углова азимута годишње, по један сваког месеца. Показано је да је опсег вредности соларног удела се креће између 60.8 % (лети, у августу) и 7.8 % (зими, у децембру) респективно.

Генерални закључак је да спроведена енергетска и ексергетска истраживања су дала параметре оптималности, одговарајуће зависности оптималних углова, азимута и

алтITUDE и показали оправданост постављања соларног пријемника у тачно оптимални положај у времену и простору, како и обезбедили резултате најефикасније практичне примене соларних пријемника.

Развијени математички модели и алгоритми, за одређивање оптималне позиције соларног пријемника у инсталацији, у реалним експлоатационим условима могу имати широку практичну примену.

## **6. 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 примарне енергије у зградама, коришћење обновљивих извора енергије и зградама нето-нулте потрошње енергије.

На основу свега изложеног Комисија доноси следећи:

## **ЗАКЉУЧАК**

Докторска дисертација кандидата Јасмине Скерлић, дипл. маш. инж. у потпуности, како по обиму тако и по квалитету, одговара одобреној теми дисертације, одлуком бр. 01-1/3880-1 од 22.12. 2011. 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 Јасмина Скерлић, дипл. маш. инж. је дошла до оригиналних научних резултата, приказаних у дисертацији, која представљају значајан допринос у области нумеричких и теоретских испитивања положаја пријемника соларне енергије 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 Јасмине Скерлић, дипл. маш. инж., једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом

**"ОПТИМИЗАЦИЈА ПОЛОЖАЈА ПРИЈЕМНИКА СОЛАРНЕ ЕНЕРГИЈЕ КОД КУЋА СА НЕТО-НУЛТОМ ПОТРОШЊОМ ЕНЕРГИЈЕ"**

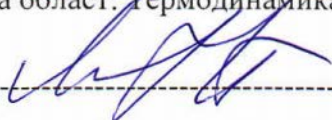
по квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске критеријуме за израду докторске дисертације. Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу, да на основу овог Извештаја, докторску дисертацију прихвати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

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**

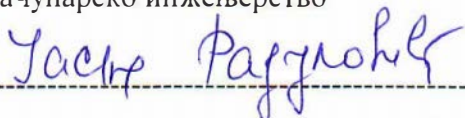
1. Др Милорад Бојић, ред проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац  
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника



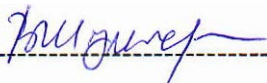
2. Др Небојша Лукић, ред проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац  
Ужа научна област: Термодинамика и термотехника



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



4. Др Вања Шуштершич, ванр. проф., Факултет инжењерских наука, Крагујевац  
Ужа научна област: Енергетика и процесна техника



5. Др Јован Петровић, ванр. проф., Факултет техничких наука, Нови Сад  
Ужа научна област: Термоенергетика



У Крагујевцу,  
мај 2015. године