



Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука
Број: 01-1/824-17
19. 03. 2015. године
КРАГУЈЕВАЦ

На основу чланова 151 и 156 став 3 Статута Факултета инжењерских наука у Крагујевцу (бр. 01-1/4180 од 07.12.2011. године), Наставно-научно веће Факултета инжењерских наука у Крагујевцу на својој седници од 19. 03. 2015. године, донело је

ОДЛУКУ

- I Ставља се на увид јавности извештај Комисије за избор у звање **научни сарадник** кандидата **др Горана Бошковића**, дипл. маш. инж.

- II Извештај бр. 01-1/531 од 19. 02. 2015. године се ставља на увид јавности на сајту Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу на интернет адреси: <http://www.fin.kg.ac.rs/>.

Достављено:
- Архиви Факултета

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА



Др Мирослав Живковић, редовни професор

| ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ | | | |
|--|------------|--------|----------|
| ПРИМЛЕТНО | 19.02.2015 | | |
| Орг. јед. | Број | Прилог | Предност |
| | 01-1/107 | 16 | |

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

ПРЕДМЕТ: Извештај Комисије за избор др Горана Бошковића, дипл. маш. инж.
у научно звање **научни сарадник**

На седници Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу која је одржана 22. 01. 2015. године, Одлука бр 01-1/107-16, одређени смо за чланове Комисије за писање Извештаја о испуњености услова за избор др Горана Бошковића, дипл. маш. инж. у научно звање **НАУЧНИ САРАДНИК**.

О предложеном кандидату подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1 БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ

Горан Бошковић рођен је 18. 06. 1978. године у Трстенику. Основно образовање стекао је у основној школи „Трећи крагујевачки батаљон“ у Крагујевцу, као носилац дипломе Вук Караџић. Средње образовање, такође са одличним успехом, завршио је у Првој крагујевачкој гимназији на природно математичком смеру.

Дипломирао је на Машинском факултету Универзитета у Крагујевцу 2006. године са оценом 10 на тему „Анализа рада аеротурбина у склопу са независним потрошачима“ (ментор рада др Небојша Јовичић). Просечна оцена у току студија била је 8,0.

На докторске академске студије, на Машинском факултету Универзитета у Крагујевцу, уписао се 2009. године. Све предвиђене испите на докторским студијама положио је са просечном оценом 10. Докторску дисертацију под називом „Унапређење енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом“ одбранио је 2014. године на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, у актуелној научној области која се односи на теоријско и експериментално енергетске ефикасности процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада. Од 2006. године запослен је као истраживач приправник, а од 2008. године као истраживач сарадник на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу.

Његов досадашњи рад углавном је био усмерен на мултидисциплинарна и примењена истраживања у области управљања чврстим отпадом и енергетске ефикасности.

У периоду свог научног рада посебан допринос дао је на:

- развоју и имплементацији методологије за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања чврстог отпада која обезбеђује предуслове за смањење специфичне потрошње енергетских потенцијала и ресурса, као и очување животне средине,
- формирање методологије за нумеричку анализу и успостављање функционалних зависности карактеристичних елемената руте прикупљања отпада и потрошње енергената, односно, дефинисање енергетских еквивалената дистанци између и у оквиру места за прикупљање отпада,
- развоју методологије за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе,
- развоју методологија за одређивање енергетски ефикаснијих рута возила за прикупљање отпада
- дефинисању и имплементацији могућности и мера за коришћење енергије из комуналног отпада и постројења за пречишћавање отпадних вода
- развоју методологије за одређивање морфолошког састава комуналног отпада

Самостално или у сарадњи са другим ауторима, објавио је, у домаћим и међународним научним часописима, односно саопштио на домаћим и међународним научним скуповима, укупно 14 радова, учествовао у реализацији 7 домаћих и међународних пројеката и 2 техничка решења.

СПИСАК

објављених научних и стручних радова, саопштења, пројеката и постигнутих научних резултата др Горан Бошковића, дипл. маш. инж.

1.1 Рад у међународном часопису M23

1.1.1 Gordana Jovičić, Vencislav Grabulov, Stevan Maksimović, Miroslav Živković, Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Katarina Maksimović, Residual life estimation of thermal power plant component the high pressure turbine housing case, Thermal Science, Vol.13, No.4, pp. 99-106, ISSN 0354-9836, 2009

1.1.2 Milun Babić, Dobrica Milovanović, Nebojša Jovičić, Dušan Gordić, Milan Despotović, Vanja Šušteršič, Dubravka Jelić, Davor Končalović, **Goran Bošković**, About creation and reached goals of development policy in the area of energy efficiency, environmental protection and sustainable development in the City of Kragujevac, Thermal Science, Vol.14, No.Suppl., pp. S11-S24, ISSN 0354-9836, 2010

1.1.3 Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Goran Vujić, Gordana Jovičić, Milan Despotović, Dobrica Milovanović, Dušan Gordić, Route optimization to increase energy efficiency and reduce fuel consumption of communal vehicles, Thermal Science, Vol.14, No.Suppl., pp. S77-S88, ISSN 0354-9836, 2010

1.2 Саопштење са међународног скупа штампано у целини М33

1.2.1 Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Gordana Jovičić, Dušan Gordić, Improving Efficiency of Municipal Waste Collection Using GPS Logistics, Scientific and Tehnical Center for Intellectual Property 9th International Conference "Research and Development In Mechanical Industry", Vrnjačka Banja, Serbia, 2009, Sep. 16 – 19, pp. 484 – 489, ISBN 978-86-6075-007-7

1.2.2 Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Gordana Jovičić, Goran Vujić, Improving Municipal System for Solid Waste Management Using GIS-techniques and Route Optimization, Beacon Conference - Strategic Waste Management Planning in South Eastern, European, Middle East and Mediterranean Region, Novi Sad, Serbia, 2009, Dec. 10 – Dec. 11, pp. 146-153, ISBN 978-86-7892-244-2

1.2.3 Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Marko Milašinović, Goran Vujić, Gordana Jovičić, Improving efficiency of Municipal waste collection: the case of Kragujevac, ISWA BEACON 2010 Public Private Partnership and Hazardous Waste in Developing Countries in SEE, Middle East and Mediterranean Region, Novi Sad, Serbia, 2010, Dec. 8-10, pp. 195-205, ISBN 978-86-7892-305-0

1.2.4 **Goran Bošković**, Nebojša Jovičić, Marko Milašinović, Goran Vujić, Gordana Jovičić, Dobrica Milovanović, GIS based method for optimization of municipal waste collection at the city level, ISWA Beacon - Waste to Energy and Packaging Waste, Novi Sad, Serbia, 2011, Nov. 30 – Dec. 2, pp. 227-234, ISBN 978-86-7892-361-6

1.2.5 **Goran Bošković**, Nebojša Jovičić, Marko Milašinović, Goran Vujić, Gordana Jovičić, Dobrica Milovanović, A GIS based tehique for determination of optimal number and spatial location of waste bins – case study of Kragujevac, International Conference 2013 - Sustainable landfills and waste management, Novi Sad, Serbia, 2013, Nov. 28-29, pp. 67-76. ISBN 978-86-7892-554-2

1.2.6 Saša Jovanović, **Goran Bošković**, Nebojša Jovičić, Zorica Đorđević, Slobodan Savić, Multicriteria analysis of optimal solid waste management system - case study of Kragujevac (Serbia), 8th International Quality Conference, Kragujevac, Srbija, 2014, Maj 23, pp. 461-468, ISBN 978-86-6335-004-5

1.3 Рад у водећем часопису националног значаја М51

1.3.1 Небојша Јовичић, **Горан Бошковић**, Марко Милашиновић, Горан Вујић, Подизање енергетске ефикасности процеса сакупљања комуналног отпада, Енергија, економија, екологија, Vol. 2, No. 13, pp. 129-134, ISSN 0354-8651, 2011

1.3.2 Давор Кончаловић, Милун Бабић, Душан Гордић, Дубравка Јелић, **Горан Бошковић**, Владимир Вукашиновић, Парнотурбинске технологије у когенерационим

поступцима, *Енергија, економија и екологија*, Vol. 2, No. 15, pp. 142-147, ISSN 0354-8651, 2012

1.3.3 Небојша Јовичић, **Горан Бошковић**, Марко Милашиновић, Гордана Јовичић, Горан Вујић, Добрица Миловановић, Енергетско-еколошке перформансе оптимизованог система за сакупљање чврстог отпада, *Енергија, економија и екологија*, Vol. 3-4, No. 15, pp. 7-12, ISSN 0354-8651, 2012

1.3.4 Марко Милашиновић, **Горан Бошковић**, Небојша Јовичић, Милун Бабић, Горан Вујић, Вања Шуштершич, Гордана Јовичић, Енергетски потенцијали биогаса пореклом из чврстог отпада и отпадних вода у региону Централне Србије, *Енергија, економија и екологија*, Vol. 3-4, No. 15, pp. 355-361, ISSN 0354-8651, 2012

1.3.5 **Goran Bošković**, Nebojša Jovičić, Marko Milašinović, Gordana Jovičić, Dobrica Milovanović, Methodology for reduction of GHG emissions from municipal solid waste collection and transport, *International Journal for Quality Research*, Vol. 7, No. 4, ISSN 1800-6450, pp. 641-652, 2013

1.4 Одбрањена докторска дисертација М71

1.4.1 **Горан Бошковић**, Унапређење енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом, Докторска теза, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац, 05.12.2015, бр. страна 138, Кључне речи: управљање чврстим отпадом, сакупљање и транспорт отпада, географски информациони систем, проблем рутирања возила, Ментор: проф. др Небојша Јовичић

1.5 Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми М85

1.5.1 Небојша Јовичић, Милан Деспотовић, Добрица Миловановић, Милун Бабић, Душан Гордић, Горан Вујић, Гордана Јовичић, Вања Шуштершич, **Горан Бошковић**, Методологија за мониторинг процеса сакупљања чврстог отпада ТР-39/2010, Машински факултет Крагујевац, 2010

1.5.2 Небојша Јовичић, Горан Вујић, Добрица Миловановић, Гордана Јовичић, Милан Деспотовић, Бојан Батинић, Немања Станисављевић, Дејан Убавин, Бранка Гвозденац, **Горан Бошковић**, Методологија за одређивање морфолошког састава комуналног отпада ТР-40/2010, Машински факултет Крагујевац, 2010

2 ПРОЈЕКТИ И СТУДИЈЕ (УЧЕШЋЕ)

2.1 *Унапређење енергетске ефикасности и техничко-технолошких карактеристика система за производњу и дистрибуцију топлоте града Крагујевца*, пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, бр. пројекта: НПЕЕ 243002А, 2006-2009, руководилац пројекта проф. др Добрица Миловановић

2.2 *Утврђивање оптималне стратегије за управљање комуналним отпадом Града Крагујевца кроз развој локалног еколошко-енергетског информационог система*,

пројекат Министарства животне средине и просторног планирања Републике Србије бр. пројекта: НПЕЕ-243004А, 2006-2009, руководилац пројекта проф. др Небојша Јовичић

2.3 *Унапређење енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом*, пројекат Министарства животне средине и просторног планирања Републике Србије, бр. пројекта: НПЕЕ 18209А, 2009-2010, руководилац пројекта проф. др Небојша Јовичић

2.4 *Истраживање когенерационих потенцијала у комуналним и индустријским енерганама Републике Србије и могућности за ревитализацију постојећих и градњу нових когенерационих постројења*, пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије бр. пројекта: ИИИ42013, 2010-2015, руководилац пројекта проф. др Милун Бабић

2.5 *Развој софтвера за решавање спрегнутих мултифизичких проблема*, пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије бр. пројекта: ТР32036, 2010-2015, руководилац пројекта проф. др Мирослав Живковић

3 МЕЂУНАРОДНА САРАДЊА

3.1 Учешће у међународној сарадњи

3.1.1 *TEMPUS Ecological Training Courses for Capacity Building of Local Communities in Serbia* - ЈЕР 41101_2006, 2007-2009

3.1.2 *TEMPUS Training courses for public services in sustainable infrastructure development in Western Balkans* - ЈРНЕС 530530, 2012-2015

3.2 Боравци и усавршавања у иностранству

3.2.1 Ministry of energy and natural resources, Ankara, Turkey, 12 дана, октобар 2012, тренинг програм Energy efficiency and management in industry

3.2.2 KTH University, Stocholm, Sweden, 6 дана, децембар 2013, семинар Participatory Backcasting

4 АНГАЖОВАЊЕ У ОБРАЗОВАЊУ И ФОРМИРАЊУ НАУЧНИХ КАДРОВА

4.1 Извођење вежби на матичном факултету из предмета:

4.1.1 Рачунари и интернет у процесној техници (2006-2009)

4.1.2 Основе компјутерских симулација (2006-2009)

4.1.3 Компјутерске симулације и оптимизација процеса (2006-данас)

4.1.4 Инжењерски алати 1 (2009-данас)

4.1.5 Инжењерски алати 2 (2009-данас)

4.1.6 Компјутерски подржано инжењерство (2009-данас)

4.1.7 Управљање отпадом (2009-данас)

5 АНАЛИЗА ОБЈАВЉЕНИХ РАДОВА

У току свог научноистраживачког рада кандидат др Горан Бошковић је дао веома значајан допринос теоријском и експерименталном истраживању у области управљања чврстим отпадом, енергетске ефикасности система за управљање чврстим отпадом, одрживог развоја и могућности искоришћења енергије из отпада. Посебан допринос дат је у развоју и имплементацији методологија за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања чврстог отпада; формирању методологије за нумеричку анализу и успостављање функционалних зависности карактеристичних елемената руте сакупљања и транспорта чврстог отпада и потрошње енергената; развоју методологије за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе; развоју методологије за одређивање енергетски ефикаснијих рута возила за прикупљање отпада; развоју националне методологије за одређивање састава комуналног отпада, и др. Верификација добијених симулираних решења вршена је у сарадњи са Јавним комуналним предузећем „Чистоћа“ из Крагујевца. Такође, један део научноистраживачких активности усмерен је на примену методе коначних елемената и експериментално и нумеричко одређивање понашања прслина у материјалима.

Резултати истраживачких активности кандидата верификовани су објављеним радовима у међународним и домаћим научним часописима, као и саопштењима на међународним и домаћим научним скуповима.

Рад 1.1.1 је фокусиран на процену преосталог животног века оштећених компонената термоелектране. За експериментално истраживање је изабрано кућиште високопритисне турбине, на коме су се, услед дугогодишње експлоатације, појавиле прслине. Процедура која је примењена за процену преосталог животног века кућишта заснована је на експерименталним и нумеричким методама. Карактеристике материјала од ког је направљено кућиште су одређене експерименталним путем, како на собној, тако и на радној температури, док су прорачуни рађени коришћењем специјалне методе коначних елемената, такозване X-FEM методе. Основни циљ овог рада био је да се одреди утицај температуре на преостали животи век кућишта турбине. Као резултат добијено је да на је на радној температури од 550 °C век трајања оштећеног кућишта за око 60% краћи, у поређењу са радом на собној температури, што јасно указује на потребу познавања температурних ефеката.

У оквиру рада 1.1.2 приказана је методологија и преглед постигнућа Регионалног евро центра за енергетску ефикасност у процесу успостављања система за управљање енергијом у комуналном сектору града Крагујевца. Такође је представљен систематичан приступ у промовисању идеје одрживог развоја. Рад даје детаљан приказ најбитнијих научно-истраживачких и комерцијалних пројеката који су реализовани у сарадњи Регионалног центра и комуналних предузећа. Директни корисници резултата истраживања су градска управа и јавна комунална предузећа, док су реализовани пројекти на следећим пољима: Успостављање система за управљање енергијом на градском нивоу, Унапређење комуналних сервиса применом мера за подизање енергетске ефикасности у комуналним предузећима „Енергетика“ (топлотна енергија), „Чистоћа“ (управљање отпадом) и „Водовод и канализација“ (снабдевање водом и управљање отпадним водама).

Основни циљ истраживања у раду 1.1.3 је био процена могућих уштеда потрошње горива и емисије издувних гасова у процесу сакупљања и транспорта

чврстог отпада путем оптимизације путање кретања комуналних возила. У раду је коришћен софтверски пакет ArcGis и добијени резултати указују да је на годишњем нивоу могуће смањити пређени пут комуналног возила за 2700 километара оптимизацијом само једне руте возила. Овај рад је као основу користио претходно објављене радове који ће такође бити описани у наставку извештаја. Додатно је, поред оптимизације путање комуналног возила по критеријуму најкраћег пређеног пута, извршена и оптимизација по критеријуму најмање потрошње горива, као и њихова упоредна анализа. Развијен је нови модел за оптимизацију по критеријуму најмање потрошње горива који укључује и класификацију градских улица. Улице су разврстане у 17 различитих класа које су добијене комбинацијом четири различита критеријума: тип окружења, ширина улице, регулисаност раскрсница и посебне мере за успорење саобраћаја. Свакој од класе улица додељен је фактор потрошње горива. За процену потрошње током процеса сакупљања и транспорта отпада коришћен је метод на коме се заснива софтвер за прорачун емисија гасова приликом транспорта – Copert.

Типичан градски система за управљање чврстим комуналним отпадом састоји се из неколико подсистема. Обзиром да сакупљање и транспорт отпада учествују највећим уделом у укупним трошковима у оквиру рада 1.2.1 приказан је преглед мера за успостављање енергетски ефикаснијег начина сакупљања и транспорта чврстог отпада. Као један од предуслова је имплементација система за мониторинг кретања комуналних возила и успостављање општег модела базе података о инфраструктури градског система за управљање чврстим отпадом. У раду је показано да је визуелним сагледавањем рута кретања комуналних возила снимљених GPS уређајем, на мапи града, и отклањања њихових недостатака као и међусобним комбиновањем, могуће остварити значајне енергетско-еколошке уштеде, чак и без примене напредних софтверских решења.

Коришћење ГИС техника у оптимизацији путања кретања возила представља фокус истраживања у раду 1.2.2. У оквиру овог рада развијена је и описана методологија за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада. У циљу експерименталног истраживања једно возило јавно комуналног предузећа „Чистоћа“ је опремљено уређајем за GPS-GPRS модулом. У раду су описане могућности самог система за праћење и искуства и предности добијене његовим коришћењем. Такође је, применом развијене методологије, извршена оптимизација једне руте комуналног возила уз остваривање значајних енергетско-економско-еколошких бенефита.

Обзиром да су комунална возила велики загађивачи животне средине, основни циљ истраживања у оквиру рада 1.2.3 био је процена потенцијалних уштеда CO₂ оптимизацијом рута кретања комуналних возила. Извршена је оптимизација свих путања кретања у оквиру једног градског реона (од укупно 11). Област истраживања је обухватила 305 локација за сакупљање отпада на којима се налази 707 контејнера. Укупна уштеда износи 17,2%. Развијен је математички који се заснива на моделу који користи софтвер Copert и који служи за прорачун емисије издувних гасова возила у зависности од пређеног пута и режима рада. Развијеним моделом извршена је процена смањења емисија издувних гасова.

Рад 1.2.4 обухвата оптимизацију сакупљања и транспорта чврстог отпада на нивоу града. У ту сврху креиране су неопходне базе података, односно база података места прикупљања која обухвата сва места прикупљања која опслужује Јавно комунално предузеће „Чистоћа“ из Крагујевца, као база података путања комуналних возила. На основу извршене оптимизације постигнута је укупна уштеда од скоро 14% у односу на постојећи систем рута возила. Коришћењем развијене методологије и

имплементацијом оптимизованих рута, поред очигледних енергетско-еколошких бенефита, остварује се уштеда од 39 тона CO₂ на годишњем нивоу.

У оквиру рада 1.2.5 развијена је методологија за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе. Методологија је заснована на коришћењу географског информационог система који обезбеђује и истовремено ради са различитим врстама просторних и непросторних информација, као што су смер улица, просторни распоред објеката и броја становника, локације контејнера и радијус који покривају, итд. У раду је приказана студија случаја за централни део града Крагујевца. Применом развијене методологије, могуће је смањити број места прикупљања за 24%, као и број контејнера за 33,4% без умањења комфора који се пружа корисницима услуга.

За процес управљања чврстим комуналним отпадом највећу одговорност има локална самоуправа. Реализација овог комплексног задатка захтева одговарајуће организационе капацитете и сарадњу између бројних заинтересованих чинилаца у јавном и приватном сектору. Утврђивање морфолошког састава отпада представља кључ успешног управљања комуналним отпадом. Познавање састава комуналног чврстог отпада неопходно је у циљу што успешнијег развоја стратегија и концепата за одрживо управљање комуналним отпадом. У раду 1.2.6 је, за град Крагујевац, на бази актуелних података о саставу и количинама генерисаног отпада, извршена симулација неколико различитих потенцијалних система управљања комуналним отпадом. Уз употребу софтверског пакета DSS, извршена је упоредна анализа одговарајућих еколошких, економских и енергетских параметара за укупно осам одабраних сценарија управљања отпадом. На бази добијених резултата дата је и препорука за оптималан систем управљања комуналним отпадом на територији града Крагујевца.

У раду 1.3.1, као наставку на претходна истраживања дефинисана је методологија за одређивање енергетских расхода процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада. У оквиру експерименталних истраживања и формирања базе података о инфраструктури градског система за сакупљање отпада, прикупљени су сви релевантни подаци потребни за дефинисање енергетских расхода и параметара процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада на територији града Крагујевца. Наиме, дневним евидентирањем и разврставањем потрошње погонских материјала по сваком елементу возног парка (возило – путања прикупљања - енергетски расходи), за свако возило, створени су услови за формирање техно-економске анализе функционисања комуналног система у постојећој инфраструктури (постојеће карактеристике места за прикупљање, постојећа подела града на реоне, постојећи систем путања прикупљања отпада). Резултати ове анализе дефинишу матрицу трошкова система за прикупљање отпада на тренутном нивоу.

У светлу актуелности когенерације као новог-старог потентног поступка за истовремену производњу електричне и топлотне енергије, рад 1.3.2 представља резултате истраживања стања везаног за примену парнотурбинских технологија у свету и код нас, као и стања понуде на тржишту парних турбина које се користе у когенерационим и конвенционалним термоенергетским технологијама. Чињеница да се, због коришћења високих бројева обртаја радних кола парних турбина, габарити паротурбинских агрегата знатно спорије повећавају од раста њихове јединичне снаге, битно је утицала да парне турбине заузму доминантно место у термоенергетским постројењима великих снага, па самим тим и у савременим когенерационим системима.

Циљ истраживања у оквиру рада 1.3.3 је одређивање енергетских и еколошких перформанси система оптимизованог система за управљање чврстим отпадом града Крагујевца у односу на постојећи систем. На основу методологија развијених у претходно објављеним радовима и оптимизацијом путања кретања комуналних возила којој је добијена укупна уштеда око 14% у пређеном путу, у овом раду је коришћењем методологије „процене животног века“ урађена упоредна анализа утицаја на животну средину постојећег и оптимизованог система за сакупљање и транспорт отпада. Од постојећих софтвера изабран је софтвер Easewaste који је специјализован за процену утицаја на животну средину из области управљања отпадом. Коришћењем овог софтвера добијени су подаци о гасовима који се емитују у животну средину за два сценарија, постојећи и оптимизовани.

Рад 1.3.4 за циљ има одређивање енергетског потенцијала биогаса пореклом из чврстог отпада и отпадних вода у региону Централне Србије. У циљу прикупљања података за процену емисије метана, са депонија комуналног чврстог отпада и комуналних отпадних вода, спроведена је идентификација свих депонија комуналног чврстог отпада и комуналних отпадних вода у 7 општина региона Централне Србије. Биоенергетски потенцијал са градских депонија и из комуналних отпадних вода је процењен коришћењем Ukrain и IPCC 2006 модела. Укупни потенцијал биогаса из ова два извора процењен је на 3300 тона CH_4/god .

У раду 1.3.5 развијен је математички модел за процену емисија издувних гасова у различитим фазама процеса сакупљања и транспорта отпада. Током ових процеса возила раде у различитим режимима што битно утиче на потрошњу горива и емисије гасова. Развијеним моделом извршена је упоредна анализа једне постојеће и оптимизоване руте. Резултати указују да се смањењем броја пређених километара за 14,7% емисије полутаната CO , CO_2 , NO_x и PM смањују за 14,0%; 10,1%; 10,9% и 13,3% респективно. Ово потврђује исправност развијене методологије јер су у различитим фазама сакупљања и транспорта отпада различити режими рада мотора возила па и емисије издувних гасова.

Основни научни циљ докторске дисертације 1.4.1 је формирање ефикасне методологије за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада. Применом развијене методологије, смањује се специфична потрошња енергије и ресурса, утиче се на очување животне средине као и на побољшање квалитета услуга које се пружају корисницима система. Као први предуслов за остваривање постављеног циља, у оквиру истраживања, формиран је општи тип базе података о градском систему за управљање отпадом. С тим у вези, експерименталним мерењима на терену, уз коришћење одговарајуће мерне опреме и праћењем возила ЈКП „Чистоћа“ из Крагујевца, у постојећем систему рута, креиране су базе података о местима прикупљања као и путањама комуналних возила. Дефинисана је методологија за одређивање енергетски ефикаснијих путања кретања возила, повезивањем креираних база са елементима географског информационог система и оптимизационим алатима софтверског пакета ArcGIS. Добијени резултати су показали да се, применом поменуте методологије, генеришу нове руте возила којима се остварује уштеда у броју пређених километара од 13,7% у односу на постојећи систем рута. На годишњем нивоу, то представља 20.830 пређених километара мање, што је еквивалентно смањењу потрошње горива за око 15.000 литара односно износу од 19.500€. Поред очигледних енергетско-економских уштеда, оптимизовани систем остварује и еколошке бенефите. Њихова процена је извршена коришћењем математичког модела за емисију издувних гасова, као и софтвера EASETECH. Комунална возила, кретањем по дефинисаним оптимизованим рутама, на годишњем нивоу, смањују емисију CO_2 у атмосферу за 39

тона. Будући да просторни распоред места прикупљања и фреквенца пражњења контејнера утичу на енергетске расходе процеса сакупљања отпада, формираном методологијом, за једну зону града, одређен је оптималан распоред места прикупљања у складу са демографијом, као и оптималан број контејнера на дефинисаним локацијама у складу са генерисаном количином стамбеног и комерцијалног отпада. Резултати истраживања су показали да се анализирани део града може покрити са 24% мање места прикупљања, док је број неопходних контејнера смањен за 33%, без утицаја на комфор грађана приликом одлагања отпада. Алати за прикупљање, анализу и обраду података, развијени током истраживања, као и формирана методологија, која укључује комбинацију GPS и ГИС технологија, поседују велику флексибилност што им пружа широку могућност примене на друге локалне заједнице и комунална предузећа у Републици Србији.

Развијање софтверских алата и формирање одговарајуће базе података о комуналном отпаду је есенција за развој одрживе стратегије, а нарочито за одређивање потребних капацитета и врсте постројења и опреме за адекватно поступање са отпадом. Подела града на реоне, просторни распоред локалитета за прикупљање отпада и фреквенца пражњења контејнера, најчешће су резултат искуства, а не принципа минималних енергетских расхода. Када се разматрају путање комуналних возила, ситуација је још сложенија, и без стварања предуслова кроз имплементацију базе података о ресурсима система (по ГИС захтевима), практично сваки покушај оптимизације система је осуђен на неуспех. У оквиру техничког решења 1.5.1 формирана је методологија за унапређење енергетске ефикасности сакупљања чврстог отпада којом се решавају следећи проблеми: 1) адекватан распоред места за прикупљање отпада у складу са густином становништва и степеном урбанизованости (унапређена или оптимизована фреквенца пражњења контејнера), 2) подела града на реоне у складу са карактеристикама возног парка (унапређено или максимизовано искоришћење капацитета комуналних возила) и 3) оптимизација путања комуналних возила у оквиру дефинисаних реона (смањење или минимизација енергетских расхода возног парка). Поред основног циља везаног за подизање енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом, коришћењем формиране методологије стварају се услови за развој стратегије одрживог управљања локалним комуналним, индустријским и био-хазардним отпадом градова Србије, а нарочито у аспектима везаним за: одређивање потребних капацитета, врста постројења и опреме за ефикасно поступање са отпадом; брзо добијање економских показатеља онима који желе да уђу у бизнис са отпадом; одрживе модалитете енергетски ефикасних и економски оправданих третмана чврстог отпада на територији градова, општина и Региона.

Утврђивање састава отпада представља кључ успешног управљања комуналним отпадом. Другим речима, то је полазна основа за планирање и мониторинг у области успостављања интегралног, одрживог система управљања отпадом. Правилним спровођењем анализе комуналног отпада могуће је идентификовати генераторе отпада и његову просторну дистрибуцију. Техничко решење 1.5.2 се састоји из узорковања и анализе морфолошког састава отпада за референтне општине у складу са дефинисаним каталогом за разврставање отпада. Добијени подаци мерења и селектовања отпада у изабраним општинама и њиховим реонима служе да се дође до реалних података о структури тог отпада, односно добијања информације који проценат отпада је рециклабилан, нерестилабилан, компостабилан, који проценат има енергетску вредност и сл., у циљу да се дође до основних информација који модел управљања комуналним отпадом би био одржив за српске услове, у чему и јесте највећи значај овог техничког

решења. Општине су репрезентативне у смислу да се коришћењем адекватних статистичких инструмената добијени подаци могу пројектовати на ниво целе државе. Суштина техничког решења јесте да се уз минимална средства, опрему и људство изврши морфолошка анализа комуналног отпада у одређеној општини, чији ће подаци бити реални и који ће моћи да послуже у циљу пројектовања резултата на целу државу. По тезама, техничко решење се може описати на следећи начин: узорци из три зоне-сектора који се анализирају потребно је да имају масу око 500кг; узорци поменуте масе се прикупљају из све три зоне-сектора у општини, одређених на основу начина становања; врши се одабир улица које најбоље репрезентују дати сектор; у оквиру улица, насумично се бирају канте/контејнери чији се садржај празни у камион; након прикупљене масе узорка отпада, камиони из сва три сектора се довозе до локације за сортирање и анализу у датој општини; анализира се укупна количина отпада скупљена у једном камиону; узорак из сва три сектора који се ручно разврстава, потребно је издвајати према каталогу сортирања. Као резултат анализе добија се количина отпада по наведеним категоријама у kg, као и укупна количина узорка, затим запремина истог у m^3 или у l. Због прегледности и лакшег увида у добијене податке, обично се заступљеност сваке врсте отпада даје у процентима, што се најчешће и графички приказује. Последњи и вероватно најважнији корак у склопу овог техничког решења јесте да се подаци добијени за релевантне општине апроксимирају на целу Републику Србију. Наиме, свака од изабраних општина према статистичким подацима може да представља репрезент за одређени број осталих општина у Србији. Коришћењем методологије развијене у оквиру овог техничког решења настао је и Правилник о методологији за прикупљање података о саставу и количинама комуналног отпада на територији јединице локалне самоуправе, на основу кога комунална предузећа достављају прикупљене податке Агенцији за заштиту животне средине.

6 ЦИТИРАНОСТ ОБЈАВЉЕНИХ РАДОВА

Gordana Jovičić, Vencislav Grabulov, Stevan Maksimović, Miroslav Živković, Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Katarina Maksimović, Residual life estimation of power plant component the high pressure turbine housing case, Thermal Science, Vol.13, No.4, pp. 99-106, ISSN 0354-9836, 2009. Рад је до сада цитиран 6 пута у међународним часописима.

Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Goran Vujić, Gordana Jovičić, Milan Despotović, Dobrica Milovanović, Dušan Gordić, Route optimization to increase energy efficiency and reduce fuel consumption of communal vehicles, Thermal Science, Vol.14, No.Suppl., pp. S77-S88, ISSN 0354-9836, 2010. Рад је до сада цитиран 2 пута у међународним часописима.

7 ОЦЕНА КОМИСИЈЕ О НАУЧНОМ ДОПРИНОСУ КАНДИДАТА СА ОБРАЗЛОЖЕЊЕМ

На основу анализе целокупног научноистраживачког рада др Горана Бошковића, Комисија сматра да кандидат испуњава све услове према Закону о научноистраживачкој делатности и Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача за **избор** у звање **научни сарадник**.

Др Горан Бошковић је, својим досадашњим радом, показао да поседује компетентност, креативност и стручност за научноистраживачки рад. Комисија истиче да је у току свог научноистраживачког рада посебан допринос дао:

- развоју и имплементацији методологије за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања чврстог отпада која обезбеђује предуслове за смањење специфичне потрошње енергетских потенцијала и ресурса, као и очување животне средине,
- формирање методологије за нумеричку анализу и успостављање функционалних зависности карактеристичних елемената руте прикупљања отпада и потрошње енергената, односно, дефинисање енергетских еквивалената дистанци између и у оквиру места за прикупљање отпада,
- развоју методологије за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражења контејнера и енергетске расходе,
- развоју методологија за одређивање енергетски ефикаснијих рута возила за прикупљање отпада
- дефинисању и имплементацији могућности и мера за коришћење енергије из комуналног отпада и постројења за пречишћавање отпадних вода
- развоју методологије за одређивање морфолошког састава комуналног отпада

ВРЕДНОСТ ИНДИКАТОРА НАУЧНЕ КОМПЕТЕНТНОСТИ

(Према Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача, Сл. гласник РС 38/2008)

V. ПРИКАЗ УКУПНОГ БРОЈА БОДОВА У СВАКОЈ ГРУПИ

| Врста резултата | Број радова | Вредност | Укупно бодова |
|---------------------------------|-------------|----------|---------------|
| М23 | 3 | 3 | 9 |
| М33 | 6 | 1 | 6 |
| М34 | | | |
| М51 | 5 | 2 | 10 |
| М71 | 1 | 6 | 6 |
| М85 | 2 | 2 | 4 |
| Укупно остварених бодова | 17 | - | 35 |

**МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ
ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА - За техничко-технолошке и биотехничке
науке**

| | | | |
|--|--|--------------------------|------------------|
| Диференцијални услов - од првог избора у претходно звање до избора у звање | Потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама: | | |
| | | Неопходно XX = | Остварено |
| Научни сарадник | Укупно | 16 | 35 |
| | $M10+M20+M31+M32+M33+M41+M42+M51 \geq$ | 9 | 25 |
| | $M21+M22+M23+M24 \geq$ | 4 | 9 |

ЗАКЉУЧАК

Научноистраживачка делатност др Горана Бошковића обухватала је следеће области: развој и имплементација методологија за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања чврстог отпада; формирање методологије за нумеричку анализу и успостављање функционалних зависности карактеристичних елемената руте прикупљања отпада и потрошње енергената; развој методологије за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе; развој методологија за одређивање енергетски ефикаснијих рута возила за прикупљање отпада; одрживо управљање чврстим отпадом и могућности искоришћења енергије из отпада, и др.

У оквиру свог научноистраживачког рада, др Горан Бошковић је учествовао у реализацији више домаћих и међународних пројеката као сарадник. Објавио је већи број научно-стручних радова у водећим међународним и домаћим часописима са рецензијом, као и на бројним научним скуповима, чиме је потврдио своју високу научно-стручну компетентност.

На основу детаљне анализе досадашњег рада и резултата које је постигао у претходном периоду до данас, чланови Комисије за избор сматрају да др Горан Бошковић испуњава све услове по критеријумима за стицање научних звања и предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу да изабере именованог у звање **научног сарадника**.

У Крагујевцу,

10.02.2015.

КОМИСИЈА:

Проф. др Небојша Јовичић, ред. проф.
Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу
*Научне области: Енергетика и процесна
техника*

Проф. др Милун Бабић, ред. проф.
Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу
*Научне области: Енергетика и процесна
техника*

Проф. др Горан Вујић, ванр. проф.
Факултет техничких наука
Универзитета у Новом Саду
*Научна област: Инжењерство заштите
животне средине*

| ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ | | | |
|--|-------|----------|--|
| Датум: 15.02.2015 | | | |
| Број | Текст | Предност | |
| 01-1 | 532 | | |

Прилог 5.

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА

I Општи подаци о кандидату

Име и презиме: **Горан Бошковић**

Година рођења: **1978.**

ЈМБГ: **1806978782017**

Назив институције у којој је кандидат стално запослен: **Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу**

Дипломирао-ла: **2006.** године на **Машинском факултету Универзитета у Крагујевцу**

Магистрирао-ла: -

Докторирао-ла: **2014.** године на **Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу**

Постојеће научно звање: **Истраживач-сарадник**

Научно звање које се тражи: **Научни сарадник**

Област науке у којој се тражи звање: **Техничко-технолошке науке**

Грана науке у којој се тражи звање: **Машинство**

Научна дисциплина у којој се тражи звање: **Енергетика и процесна техника**

Назив научног матичног одбора којем се захтев упућује: **Матични одбор за енергетику, рударство и енергетску ефикасност**

II Датум избора-реизбора у научно звање:

Истраживач сарадник: **23. 10. 2008.** (бр. одлуке **01-1/2656-4**)

Истраживач сарадник: **22. 03. 2012.** (бр. одлуке **01-1/761-31**)

III Научно-истраживачки резултати (прилог 1 и 2 правилника):

1. Монографије, монографске студије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације међународног значаја (уз доношење на увид) (M10):

број вредност укупно

M11=

M12=

M13=

M14=

M15=

M16=

M17=

M18=

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M20):

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M21= | | | |
| M22= | | | |
| M23= | 3 | 3 | 9 |
| M24= | | | |
| M25= | | | |
| M26= | | | |
| M27= | | | |
| M28= | | | |

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M31= | | | |
| M32= | | | |
| M33= | 6 | 1 | 6 |
| M34= | | | |
| M35= | | | |
| M36= | | | |

4. Националне монографије, тематски зборници, лексикографске и картографске публикације националног значаја; научни преводи и критичка издања грађе, библиографске публикације (M40):

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M41= | | | |
| M42= | | | |
| M43= | | | |
| M44= | | | |
| M45= | | | |
| M46= | | | |
| M47= | | | |
| M48= | | | |
| M49= | | | |

5. Часописи националног значаја (M50):

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M51= | 5 | 2 | 10 |
| M52= | | | |
| M53= | | | |
| M54= | | | |
| M55= | | | |
| M56= | | | |

6. Зборници скупова националног значаја (M60):

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M61= | | | |
| M62= | | | |
| M63= | | | |
| M64= | | | |
| M65= | | | |
| M66= | | | |

7. Магистарске и докторске тезе (M70):

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M71= | 1 | 6 | 6 |
| M72= | | | |

8. Техничка и развојна решења (M80)

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M81= | | | |
| M82= | | | |
| M83= | | | |
| M84= | | | |
| M85= | 2 | 2 | 4 |
| M86= | | | |

9. Патенти, ауторске изложбе, тестови (M90):

| | број | вредност | укупно |
|------|------|----------|--------|
| M91= | | | |
| M92= | | | |
| M93= | | | |

IV Квалитативна оцена научног доприноса (прилог 1 правилника):**1. Показатељи успеха у научном раду:**

(Награде и признања за научни рад додељене од стране релевантних научних институција и друштава; уводна предавања на научним конференцијама и друга предавања по позиву; чланства у одборима међународних научних конференција; чланства у одборима научних друштава; чланства у уређивачким одборима часописа, уређивање монографија, рецензије научних радова и пројеката)

Члан Српске асоцијације за управљање чврстим отпадом (SeSWA)

Члан међународне асоцијације за управљање чврстим отпадом (ISWA)

2. Ангажованост у развоју услова за научни рад, образовању и формирању научних кадрова:

(Допринос развоју науке у земљи; менторство при изради мастер, магистарских и докторских радова, руковођење специјалистичким радовима; педагошки рад; међународна сарадња; организација научних скупова)

2.1 Извођење вежби из предмета:

Рачунари и интернет у процесној техници на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (2006-2009)

Основе компјутерских симулација на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (2006-2009)

Компјутерске симулације и оптимизација процеса на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (2006-данас)

Инжењерски алати 1 на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (2009-данас)

Инжењерски алати 2 на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (2009-данас)

Компјутерски подржано инжењерство на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (2009-данас)

Управљање отпадом на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу (2009-данас)

2.2 Учешће у међународној сарадњи:

TEMPUS *Ecological Training Courses for Capacity Building of Local Communities in Serbia* - JEP 41101_2006, 2007-2009

TEMPUS *Training courses for public services in sustainable infrastructure development in Western Balkans* - JPHES 530530, 2012-2015

2.3 Боравци и усавршавања у иностранству:

Ministry of energy and natural resources, Ankara, Turkey, 12 дана, октобар 2012, тренинг програм Energy efficiency and management in industry

KTH University, Stocholm, Sweden, 6 дана, децембар 2013, семинар Participatory Backcasting

3. Организација научног рада:

(Руковођење пројектима, потпројектима и задацима; технолошки пројекти, патенти, иновације и резултати примењени у пракси; руковођење научним и стручним друштвима; значајне активности у комисијама и телима Министарства за науку и технолошки развој и телима других министарстава везаних за научну делатност; руковођење научним институтцијама)

3.1 Учесће на пројектима ресорног министарства:

Унапређење енергетске ефикасности и техничко-технолошких карактеристика система за производњу и дистрибуцију топлоте града Крагујевца, пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, бр. пројекта: НПЕЕ 243002А, 2006-2009, руководилац пројекта проф. др Добрица Миловановић

Утврђивање оптималне стратегије за управљање комуналним отпадом Града Крагујевца кроз развој локалног еколошко-енергетског информационог система, пројекат Министарства животне средине и просторног планирања Републике Србије бр. пројекта: НПЕЕ-243004А, 2006-2009, руководилац пројекта проф. др Небојша Јовичић

Унапређење енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом, пројекат Министарства животне средине и просторног планирања Републике Србије, бр. пројекта: НПЕЕ 18209А, 2009-2010, руководилац пројекта проф. др Небојша Јовичић

Истраживање когенерационих потенцијала у комуналним и индустријским енерганама Републике Србије и могућности за ревитализацију постојећих и градњу нових когенерационих постројења, пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије бр. пројекта: ИИИ42013, 2010-2015, руководилац пројекта проф. др Милун Бабић

Развој софтвера за решавање спрегнутих мултифизичких проблема, пројекат Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије бр. пројекта: ТР32036, 2010-2015, руководилац пројекта проф. др Мирослав Живковић

3.2 Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми М85:

Небојша Јовичић, Милан Деспотовић, Добрица Миловановић, Милун Бабић, Душан Гордић, Горан Вујић, Гордана Јовичић, Вања Шуштершич, **Горан Бошковић**, Методологија за мониторинг процеса сакупљања чврстог отпада ТР-39/2010, Машински факултет Крагујевац, 2010

Небојша Јовичић, Горан Вујић, Добрица Миловановић, Гордана Јовичић, Милан Деспотовић, Бојан Батинић, Немања Станисављевић, Дејан Убавин, Бранка

Гвозденац, **Горан Бошковић**, Методологија за одређивање морфолошког састава комуналног отпада ТР-40/2010, Машински факултет Крагујевац, 2010

4. Квалитет научних резултата:

(Утицајност; параметри квалитета часописа и позитивна цитираност кандидатових радова; ефективни број радова и број радова нормиран на основу броја коаутора; степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и инхостранству; допринос кандидата реализацији коауторских радова; значај радова)

4.1 Цитираност објављених радова:

Gordana Jovičić, Vencislav Grabulov, Stevan Maksimović, Miroslav Živković, Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Katarina Maksimović, Residual life estimation of power plant component the high pressure turbine housing case, Thermal Science, Vol.13, No.4, pp. 99-106, ISSN 0354-9836, 2009. Рад је до сада цитиран 6 пута у међународним часописима.

Nebojša Jovičić, **Goran Bošković**, Goran Vujić, Gordana Jovičić, Milan Despotović, Dobrica Milovanović, Dušan Gordić, Route optimization to increase energy efficiency and reduce fuel consumption of communal vehicles, Thermal Science, Vol.14, No.Suppl., pp. S77-S88, ISSN 0354-9836, 2010. Рад је до сада цитиран 2 пута у међународним часописима.

4.2 Анализа и значај објављених радова:

У току свог научноистраживачког рада кандидат др Горан Бошковић је дао веома значајан допринос теоријском и експерименталном истраживању у области управљања чврстим отпадом, енергетске ефикасности система за управљање чврстим отпадом, одрживог развоја и могућности искоришћења енергије из отпада. Посебан допринос дат је у развоју и имплементацији методологија за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања чврстог отпада; формирању методологије за нумеричку анализу и успостављање функционалних зависности карактеристичних елемената руте сакупљања и транспорта чврстог отпада и потрошње енергената; развоју методологије за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе; развоју методологије за одређивање енергетски ефикаснијих рута возила за прикупљање отпада; развоју националне методологије за одређивање састава комуналног отпада, и др. Верификација добијених симулираних решења вршена је у сарадњи са Јавним комуналним предузећем „Чистоћа“ из Крагујевца. Такође, један део научноистраживачких активности усмерен је на примену методе коначних елемената и експериментално и нумеричко одређивање понашања прслина у материјалима.

Резултати истраживачких активности кандидата верификовани су објављеним радовима у међународним и домаћим научним часописима, као и саопштењима на међународним и домаћим научним скуповима.

Рад 1.1.1 је фокусиран на процену преосталог животног века оштећених компонената термоелектране. За експериментално истраживање је изабрано кућиште високопритисне турбине, на коме су се, услед дугогодишње експлоатације, појавиле прслине. Процедура која је примењена за процену преосталог животног века кућишта заснована је на експерименталним и нумеричким методама. Карактеристике материјала од ког је направљено кућиште су одређене експерименталним путем, како на собној, тако и на радној температури, док су прорачуни рађени коришћењем специјалне методе коначних елемената, такозване X-FEM методе. Основни циљ овог рада био је да се одреди утицај температуре на преостали животно век кућишта турбине. Као резултат добијено је да на је на радној температури од 550 °C век трајања оштећеног кућишта за око 60% краћи, у поређењу са радом на собној температури, што јасно указује на потребу познавања температурних ефеката.

У оквиру рада 1.1.2 приказана је методологија и преглед постигнућа Регионалног евро центра за енергетску ефикасност у процесу успостављања система за управљање енергијом у комуналном сектору града Крагујевца. Такође је представљен систематичан приступ у промовисању идеје одрживог развоја. Рад даје детаљан приказ најбитнијих научно-истраживачких и комерцијалних пројеката који су реализовани у сарадњи Регионалног центра и комуналних предузећа. Директни корисници резултата истраживања су градска управа и јавна комунална предузећа, док су реализовани пројекти на следећим пољима: Успостављање система за управљање енергијом на градском нивоу, Унапређење комуналних сервиса применом мера за подизање енергетске ефикасности у комуналним предузећима „Енергетика“ (топлотна енергија), „Чистоћа“ (управљање отпадом) и „Водовод и канализација“ (снабдевање водом и управљање отпадним водама).

Основни циљ истраживања у раду 1.1.3 је био процена могућих уштеда потрошње горива и емисије издувних гасова у процесу сакупљања и транспорта чврстог отпада путем оптимизације путање кретања комуналних возила. У раду је коришћен софтверски пакет ArcGis и добијени резултати указују да је на годишњем нивоу могуће смањити пређени пут комуналног возила за 2700 километара оптимизацијом само једне руте возила. Овај рад је као основу користио претходно објављене радове који ће такође бити описани у наставку извештаја. Додатно је, поред оптимизације путање комуналног возила по критеријуму најкраћег пређеног пута, извршена и оптимизација по критеријуму најмање потрошње горива, као и њихова упоредна анализа. Развијен је нови модел за оптимизацију по критеријуму најмање потрошње горива који укључује и класификацију градских улица. Улице су разврстане у 17 различитих класа које су добијене комбинацијом четири различита критеријума: тип окружења, ширина улице, регулисаност раскрсница и посебне мере за успорење саобраћаја. Свакој од класе улица додељен је фактор потрошње горива. За процену потрошње током процеса сакупљања и транспорта отпада коришћен је метод на коме се заснива софтвер за прорачун емисија гасова приликом транспорта – Copert.

Типичан градски система за управљање чврстим комуналним отпадом састоји се из неколико подсистема. Обзиром да сакупљање и транспорт отпада учествују највећим уделом у укупним трошковима у оквиру рада 1.2.1 приказан је преглед мера за успостављање енергетски ефикаснијег начина сакупљања и транспорта

чврстог отпада. Као један од предуслова је имплементација система за мониторинг кретања комуналних возила и успостављање општег модела базе података о инфраструктури градског система за управљање чврстим отпадом. У раду је показано да је визуелним сагледавањем рута кретања комуналних возила снимљених GPS уређајем, на мапи града, и отклањања њихових недостатака као и међусобним комбиновањем, могуће остварити значајне енергетско-еколошке уштеде, чак и без примене напредних софтверских решења.

Коришћење ГИС техника у оптимизацији путања кретања возила представља фокус истраживања у раду 1.2.2. У оквиру овог рада развијена је и описана методологија за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада. У циљу експерименталног истраживања једно возило јавно комуналног предузећа „Чистоћа“ је опремљено уређајем за GPS-GPRS модулом. У раду су описане могућности самог система за праћење и искуства и предности добијене његовим коришћењем. Такође је, применом развијене методологије, извршена оптимизација једне руте комуналног возила уз остваривање значајних енергетско-економско-еколошких бенефита.

Обзиром да су комунална возила велики загађивачи животне средине, основни циљ истраживања у оквиру рада 1.2.3 био је процена потенцијалних уштеда CO₂ оптимизацијом рута кретања комуналних возила. Извршена је оптимизација свих путања кретања у оквиру једног градског реона (од укупно 11). Област истраживања је обухватила 305 локација за сакупљање отпада на којима се налази 707 контејнера. Укупна уштеда износи 17,2%. Развијен је математички који се заснива на моделу који користи софтвер Corert и који служи за прорачун емисије издувних гасова возила у зависности од пређеног пута и режима рада. Развијеним моделом извршена је процена смањења емисија издувних гасова.

Рад 1.2.4 обухвата оптимизацију сакупљања и транспорта чврстог отпада на нивоу града. У ту сврху креиране су неопходне базе података, односно база података места прикупљања која обухвата сва места прикупљања која опслужује Јавно комунално предузеће „Чистоћа“ из Крагујевца, као база података путања комуналних возила. На основу извршене оптимизације постигнута је укупна уштеда од скоро 14% у односу на постојећи систем рута возила. На основу извршене оптимизације постигнута је укупна уштеда од скоро 14% у односу на постојећи систем рута возила. Коришћењем развијене методологије и имплементацијом оптимизованих рута, поред очигледних енергетско-еколошких бенефита, остварује се уштеда од 39 тона CO₂ на годишњем нивоу.

У оквиру рада 1.2.5 развијена је методологија за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе. Методологија је заснована на коришћењу географског информационог система који обезбеђује и истовремено ради са различитим врстама просторних и непросторних информација, као што су смер улица, просторни распоред објеката и броја становника, локације контејнера и радијус који покривају, итд. У раду је приказана студија случаја за централни део града Крагујевца. Применом развијене методологије, могуће је смањити број места

прикупљања за 24%, као и број контејнера за 33,4% без умањења комфора који се пружа корисницима услуга.

За процес управљања чврстим комуналним отпадом највећу одговорност има локална самоуправа. Реализација овог комплексног задатка захтева одговарајуће организационе капацитете и сарадњу између бројних заинтересованих чинилаца у јавном и приватном сектору. Утврђивање морфолошког састава отпада представља кључ успешног управљања комуналним отпадом. Познавање састава комуналног чврстог отпада неопходно је у циљу што успешнијег развоја стратегија и концепата за одрживо управљање комуналним отпадом. У раду 1.2.6 је, за град Крагујевац, на бази актуелних података о саставу и количинама генерисаног отпада, извршена симулација неколико различитих потенцијалних система управљања комуналним отпадом. Уз употребу софтверског пакета DSS, извршена је упоредна анализа одговарајућих еколошких, економских и енергетских параметара за укупно осам одабраних сценарија управљања отпадом. На бази добијених резултата дата је и препорука за оптималан систем управљања комуналним отпадом на територији града Крагујевца.

У раду 1.3.1, као наставку на претходна истраживања дефинисана је методологија за одређивање енергетских расхода процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада. У оквиру експерименталних истраживања и формирања базе података о инфраструктури градског система за сакупљање отпада, прикупљени су сви релевантни подаци потребни за дефинисање енергетских расхода и параметара процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада на територији града Крагујевца. Наиме, дневним евидентирањем и разврставањем потрошње погонских материјала по сваком елементу возног парка (возило – путања прикупљања - енергетски расходи), за свако возило, створени су услови за формирање техно-економске анализе функционисања комуналног система у постојећој инфраструктури (постојеће карактеристике места за прикупљање, постојећа подела града на реоне, постојећи систем путања прикупљања отпада). Резултати ове анализе дефинишу матрицу трошкова система за прикупљање отпада на тренутном нивоу.

У светлу актуелности когенерације као новог-старог потентног поступка за истовремену производњу електричне и топлотне енергије, рад 1.3.2 представља резултате истраживања стања везаног за примену парнотурбинских технологија у свету и код нас, као и стања понуде на тржишту парних турбина које се користе у когенерационим и конвенционалним термоенергетским технологијама. Чињеница да се, због коришћења високих бројева обртаја радних кола парних турбина, габарити парнотурбинских агрегата знатно спорије повећавају од раста њихове јединичне снаге, битно је утицала да парне турбине заузму доминантно место у термоенергетским постројењима великих снага, па самим тим и у савременим когенерационим системима.

Циљ истраживања у оквиру рада 1.3.3 је одређивање енергетских и еколошких перформанси система оптимизованог система за управљање чврстим отпадом града Крагујевца у односу на постојећи систем. На основу методологија развијених у претходно објављеним радовима и оптимизацијом путања кретања комуналних возила којој је добијена укупна уштеда око 14% у пређеном путу, у овом раду је коришћењем методологије „процене животног века“ урађена упоредна анализа

утицаја на животну средину постојећег и оптимизованог система за сакупљање и транспорт отпада. Од постојећих софтвера изабран је софтвер Easewaste који је специјализован за процену утицаја на животну средину из области управљања отпадом. Коришћењем овог софтвера добијени су подаци о гасовима који се емитују у животну средину за два сценарија, постојећи и оптимизовани.

Рад 1.3.4 за циљ има одређивање енергетског потенцијала биогаза пореклом из чврстог отпада и отпадних вода у региону Централне Србије. У циљу прикупљања података за процену емисије метана, са депонија комуналног чврстог отпада и комуналних отпадних вода, спроведена је идентификација свих депонија комуналног чврстог отпада и комуналних отпадних вода у 7 општина региона Централне Србије. Биоенергетски потенцијал са градских депонија и из комуналних отпадних вода је процењен коришћењем Ukrain и IPCC 2006 модела. Укупни потенцијал биогаза из ова два извора процењен је на 3300 тона CH_4/god .

У раду 1.3.5 развијен је математички модел за процену емисија издувних гасова у различитим фазама процеса сакупљања и транспорта отпада. Током ових процеса возила раде у различитим режимима што битно утиче на потрошњу горива и емисије гасова. Развијеним моделом извршена је упоредна анализа једне постојеће и оптимизоване руте. Резултати указују да се смањењем броја пређених километара за 14,7% емисије полутаната CO , CO_2 , NO_x и PM смањују за 14,0%; 10,1%; 10,9% и 13,3% респективно. Ово потврђује исправност развијене методологије јер су у различитим фазама сакупљања и транспорта отпада различити режими рада мотора возила па и емисије издувних гасова.

Основни научни циљ докторске дисертације 1.4.1 је формирање ефикасне методологије за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања и транспорта чврстог отпада. Применом развијене методологије, смањује се специфична потрошња енергије и ресурса, утиче се на очување животне средине као и на побољшање квалитета услуга које се пружају корисницима система. Као први предуслов за остваривање постављеног циља, у оквиру истраживања, формиран је општи тип базе података о градском систему за управљање отпадом. С тим у вези, експерименталним мерењима на терену, уз коришћење одговарајуће мерне опреме и праћењем возила ЈКП „Чистоћа“ из Крагујевца, у постојећем систему рута, креиране су базе података о местима прикупљања као и путањама комуналних возила. Дефинисана је методологија за одређивање енергетски ефикаснијих путања кретања возила, повезивањем креираних база са елементима географског информационог система и оптимизационим алатима софтверског пакета ArcGIS. Добијени резултати су показали да се, применом поменуте методологије, генеришу нове руте возила којима се остварује уштеда у броју пређених километара од 13,7% у односу на постојећи систем рута. На годишњем нивоу, то представља 20.830 пређених километара мање, што је еквивалентно смањењу потрошње горива за око 15.000 литара односно износу од 19.500€. Поред очигледних енергетско-економских уштеда, оптимизовани систем остварује и еколошке бенефите. Њихова процена је извршена коришћењем математичког модела за емисију издувних гасова, као и софтвера EASETECH. Комунална возила, кретањем по дефинисаним оптимизованим рутама, на годишњем нивоу, смањују емисију CO_2 у атмосферу за 39 тона. Будући да просторни распоред места прикупљања и фреквенца пражњења контејнера утичу на

енергетске расходе процеса сакупљања отпада, формираном методологијом, за једну зону града, одређен је оптималан распоред места прикупљања у складу са демографијом, као и оптималан број контејнера на дефинисаним локацијама у складу са генерисаном количином стамбеног и комерцијалног отпада. Резултати истраживања су показали да се анализирани део града може покрити са 24% мање места прикупљања, док је број неопходних контејнера смањен за 33%, без утицаја на комфор грађана приликом одлагања отпада. Алати за прикупљање, анализу и обраду података, развијени током истраживања, као и формирана методологија, која укључује комбинацију GPS и ГИС технологија, поседују велику флексибилност што им пружа широку могућност примене на друге локалне заједнице и комунална предузећа у Републици Србији.

Развијање софтверских алата и формирање одговарајуће базе података о комуналном отпаду је есенција за развој одрживе стратегије, а нарочито за одређивање потребних капацитета и врсте постројења и опреме за адекватно поступање са отпадом. Подела града на реоне, просторни распоред локалитета за прикупљање отпада и фреквенца пражњења контејнера, најчешће су резултат искуства, а не принципа минималних енергетских расхода. Када се разматрају путање комуналних возила, ситуација је још сложенија, и без стварања предуслова кроз имплементацију базе података о ресурсима система (по ГИС захтевима), практично сваки покушај оптимизације система је осуђен на неуспех. У оквиру техничког решења 1.5.1 формирана је методологија за унапређење енергетске ефикасности сакупљања чврстог отпада којом се решавају следећи проблеми: 1) адекватан распоред места за прикупљање отпада у складу са густином становништва и степеном урбанизованости (унапређена или оптимизована фреквенца пражњења контејнера), 2) подела града на реоне у складу са карактеристикама возног парка (унапређено или максимизовано искоришћење капацитета комуналних возила) и 3) оптимизација путања комуналних возила у оквиру дефинисаних реона (смањење или минимизација енергетских расхода возног парка). Поред основног циља везаног за подизање енергетске ефикасности градског система за управљање чврстим отпадом, коришћењем формиране методологије стварају се услови за развој стратегије одрживог управљања локалним комуналним, индустријским и био-хазардним отпадом градова Србије, а нарочито у аспектима везаним за: одређивање потребних капацитета, врста постројења и опреме за ефикасно поступање са отпадом; брзо добијање економских показатеља онима који желе да уђу у бизнис са отпадом; одрживе модалитете енергетски ефикасних и економски оправданих третмана чврстог отпада на територији градова, општина и Региона.

Утврђивање састава отпада представља кључ успешног управљања комуналним отпадом. Другим речима, то је полазна основа за планирање и мониторинг у области успостављања интегралног, одрживог система управљања отпадом. Правилним спровођењем анализе комуналног отпада могуће је идентификовати генераторе отпада и његову просторну дистрибуцију. Техничко решење 1.5.2 се састоји из узорковања и анализе морфолошког састава отпада за референтне општине у складу са дефинисаним каталогом за разврставање отпада. Добијени подаци мерења и селектовања отпада у изабраним општинама и њиховим реонима служе да се дође до реалних података о структури тог отпада, односно добијања информације који проценат отпада је рециклабилан, нерциклабилан,

компостабилан, који проценат има енергетску вредност и сл., у циљу да се дође до основних информација који модел управљања комуналним отпадом би био одржив за српске услове, у чему и јесте највећи значај овог техничког решења. Општине су репрезентативне у смислу да се коришћењем адекватних статистичких инструмената добијени подаци могу пројектовати на ниво целе државе. Суштина техничког решења јесте да се уз минимална средства, опрему и људство изврши морфолошка анализа комуналног отпада у одређеној општини, чији ће подаци бити реални и који ће моћи да послуже у циљу пројектовања резултата на целу државу. По тезама, техничко решење се може описати на следећи начин: узорци из три зоне-сектора који се анализирају потребно је да имају масу око 500кг; узорци поменуте масе се прикупљају из све три зоне-сектора у општини, одређених на основу начина становања; врши се одабир улица које најбоље репрезентују дати сектор; у оквиру улица, насумично се бирају канте/контејнери чији се садржај празни у камион; након прикупљене масе узорка отпада, камиони из сва три сектора се довозе до локације за сортирање и анализу у датој општини; анализира се укупна количина отпада скупљена у једном камиону; узорак из сва три сектора који се ручно разврстава, потребно је издвајати према каталогу сортирања. Као резултат анализе добија се количина отпада по наведеним категоријама у kg, као и укупна количина узорка, затим запремина истог у m^3 или у l. Због прегледности и лакшег увида у добијене податке, обично се заступљеност сваке врсте отпада даје у процентима, што се најчешће и графички приказује. Последњи и вероватно најважнији корак у склопу овог техничког решења јесте да се подаци добијени за релевантне општине апроксимирају на целу Републику Србију. Наиме, свака од изабраних општина према статистичким подацима може да представља репрезент за одређени број осталих општина у Србији. Коришћењем методологије развијене у оквиру овог техничког решења настао је и Правилник о методологији за прикупљање података о саставу и количинама комуналног отпада на територији јединице локалне самоуправе, на основу кога комунална предузећа достављају прикупљене податке Агенцији за заштиту животне средине.

V Оцена комисије о научном доприносу кандидата са образложењем:

На основу анализе целокупног научноистраживачког рада др Горана Бошковића, Комисија сматра да кандидат испуњава услове према Закону о научноистраживачкој делатности и Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача за избор у звање **научни сарадник**.

Др Горан Бошковић је својим досадашњим радом показао да поседује компетентност, креативност и стручност за научно-истраживачки рад. Комисија истиче да је у току свог научно-истраживачког рада посебан допринос дао у:

- развоју и имплементацији методологије за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања чврстог отпада која обезбеђује предуслове за смањење специфичне потрошње енергетских потенцијала и ресурса, као и очување животне средине,
- формирање методологије за нумеричку анализу и успостављање функционалних зависности карактеристичних елемената руте прикупљања отпада и потрошње енергената, односно, дефинисање енергетских еквивалената дистанци између и у оквиру места за прикупљање отпада,
- развоју методологије за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе,
- развоју методологија за одређивање енергетски ефикаснијих рута возила за прикупљање отпада
- дефинисању и имплементацији могућности и мера за коришћење енергије из комуналног отпада и постројења за пречишћавање отпадних вода
- развоју методологије за одређивање морфолошког састава комуналног отпада

ЗАКЉУЧАК

Научноистраживачка делатност др Горана Бошковића обухватала је следеће области: развој и имплементација методологија за мониторинг и оптимизацију процеса сакупљања чврстог отпада; формирање методологије за нумеричку анализу и успостављање функционалних зависности карактеристичних елемената руте прикупљања отпада и потрошње енергената; развој методологије за унапређење просторног распореда места прикупљања отпада према расположивим подацима везаним за густину насељености, степен урбанизованости, количину генерисаног отпада, фреквенцу пражњења контејнера и енергетске расходе; развој методологија за одређивање енергетски ефикаснијих рута возила за прикупљање отпада; одрживо управљање чврстим отпадом и могућности искоришћења енергије из отпада, и др.

У оквиру свог научноистраживачког рада, др Горан Бошковић је учествовао у реализацији више домаћих и међународних пројеката као сарадник. Објавио је већи број научно-стручних радова у водећим међународним и домаћим часописима са рецензијом, као и на бројним научним скуповима, чиме је потврдио своју високу научно-стручну компетентност.

На основу детаљне анализе досадашњег рада и резултата које је постигао у претходном периоду до данас, чланови Комисије за избор сматрају да др Горан Бошковић испуњава све услове по критеријумима за стицање научних звања и предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу да изабере именованог у звање **научног сарадника**.

У Крагујевцу,

10.02.2015.

ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ:

Проф. др Небојша Јовичић, ред. проф.

Факултет инжењерских наука

Универзитета у Крагујевцу

*Научне области: Енергетика и процесна
техника*

За техничко-технолошке и биотехничке науке

| | | | |
|---|---|------------------|-----------|
| Диференцијални услов- Од првог избора у претходно звање до избора у звање | потребно је да кандидат има најмање XX поена, који треба да припадају следећим категоријама: | | |
| | | Неопходно XX= | Остварено |
| Научни сарадник | Укупно | 16 | 35 |
| | M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42+M51 ≥ | 9 | 25 |
| | M21+M22+M23+M24 ≥ | 4 | 9 |
| | | | |
| Виши научни сарадник | Укупно | 48 | |
| | M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42+M51+M80+M90 ≥ | 38 | |
| | M21+M22+M23+M24+M31+M32 ≥ | 15 | |
| | | | |
| Научни саветник | Укупно | 70 | |
| | M10+M20+M31+M32+M33 M41+M42+M51+M80+M90 ≥ | 54 | |
| | M21+M22+M23+M24+M31+M32 ≥ | 26 | |
| | | | |

За избор у научног саветника је потребно да је публикован један рад категорија М41-45 М51-52 на српском језику или језицима националних мањина.