

УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

ФАКУЛТЕТ ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА
УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ

Бр. 01-1/1825

24.06 2020 год.
КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

Предмет: Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Младена Јосијевића, мастер инжењера машинства

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-372/10 од 23.06.2020. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу (одлука бр. 01-1/1697-19 од 18.06.2020. године), именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Младена Јосијевића, мастер инжењера машинства, под насловом:

„МАПИРАЊЕ И ИСКОРИШЋЕЊЕ ОТПАДНЕ ТОПЛОТЕ У ПРЕХРАМБЕНОЈ ИНДУСТРИЈИ“

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, која је одобрена за израду Одлуком Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/602-9 од 27.02.2018. године и одлуком Већа за техничко-технолошке науке бр. IV-04-184/10 од 14.03.2018. године, 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 Младена Јосијевића, мастер инж. маш. под насловом „Мапирање и искоришћење отпадне топлоте у прехранбеној индустрији“, представља резултат оригиналног мулти-дисциплинарног научно-истраживачког рада кандидата у областима енергетског, термо-енергетског и процесног инжењерства, а односи се на искоришћења отпадне топлоте у прехранбеној индустрији и у индустрији уопштено.

Индустрија хране и пића је важна глобална индустријска грана у којој се троши значајна количина енергије. У овој индустријској грани енергија се доминантно троши

на обављање различитих термичких процеса, у току којих се значајан део енергије неповратно губи у виду отпадне топлоте.

Значајан број истраживача глобално се бави утврђивањем потенцијала и технологијама за искоришћење отпадне топлоте у индустрији. Ова истраживања углавном су базирана на утврђивању потенцијала на вишем нивоу (државе, региона, континента и др.), али и на утврђивању потенцијала у индустријским предузећима, која припадају специфичним гранама индустрије, пре свега високо енергетски интензивним, попут цемента, стаклара, челичана, итд. Предмет анализе у већини истраживања су индустријске гране које емитују отпадну топлоту на средњем и високом температурном нивоу (преко 400 °C), док су индустријске гране са нискотемпературним изворима отпадне топлоте (као што је прехранбена индустрија) ретко предмет анализе. Главни разлог је релативно ограничена могућност за искоришћење отпадне топлоте са ових извора због ниже температуре, променљива доступност извора отпадне топлоте и разноликост (сложеност) производних процеса и токова енергије. Наведене препреке могу се превазићи само систематским приступом, детаљном анализом и применом математичког моделирања и техника оптимизације.

Методологија развијена у оквиру дисертације заснива се на свеобухватном енергетском прегледу у циљу утврђивања енергетских токова у предузећима из сектора прехранбене индустрије. Као резултат енергетског прегледа мапирају се извори отпадне топлоте и локације у постројењу на којима постоје захтеви за топлотом, хлађењем или електричном енергијом. Такође, одређује се потенцијал отпадне топлоте претходно мапираних извора (количина доступне енергије и температурни ниво). Параметри извора отпадне топлоте и конзума представљају основне улазне параметре за процес математичке оптимизације. За потребе дисертације развијен је оригинални математички модел заснован на мешовитом целобројном нелинеарном програмирању. У математички модел су инкорпориране једначине за седам најчешће коришћених технологија за искоришћење отпадне топлоте (директна употреба преко размењивача топлоте, механичке компресионе топлотне пумпе, апсорпционе топлотне пумпе, трансформатори топлоте, органски Ранкинов циклус, трилатерални циклус, Калина циклус) које одговарају температурним нивоима извора отпадне топлоте у прехранбеној индустрији. Математички модел садржи једначине које описују економске и еколошке показатеље оправданости инвестиције.

Због свега наведеног, Комисија сматра да резултати и закључци ове дисертације отварају простор и правце за даља истраживања у овој научној области јер спроведена анализа и развијена нова методологија имају велики потенцијал и могу допринети већој и значајнијој практичној примени технологија за искоришћење отпадне топлоте у прехранбеној индустријској грани.

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

Докторска дисертација кандидата Младена Јосијевића, мастер инжењера машинства, под насловом „Мапирање и искоришћење отпадне топлоте у прехранбеној

индустрији“ представља резултат научноистраживачког рада кандидата у актуелној научној области. На основу резултата теоријских истраживања и резултата приказаних у докторској дисертацији добијених на основу испитивања потенцијала искоришћења отпадне топлоте на примеру једне млекаре, може се закључити да дисертација представља оригинални научни рад. Кандидат је детаљно анализирао доступне литературне изворе из разматране области. Утврдио је да је прехрамбени индустријски сектор и поред значајне потрошње енергије и значајног потенцијала за искоришћење отпадне топлоте, недовољно разматран.

Када је у питању отпадна топлота пореклом из индустрије, најчешће се разматра коришћење отпадне топлоте само једном технологијом или се пореде остварени учинци неколико технологија (најчешће две). Код термодинамичких циклуса за искоришћење отпадне топлоте (топлотна пумпа, органски Ранкинов циклус, трилатерални циклус, Калина циклус и др.) технике математичке оптимизације најчешће се користе за избор радног флуида, а ређе за избор оптималне технологије за искоришћење отпадне топлоте. За поједине индустријске гране развијени су математички модели целобројног мешовитог линеарног и нелинеарног програмирања који су обично применљиви само за дати случај.

На основу детаљног прегледа и анализе научних радова из области докторске дисертације може се закључити да постоје значајне фундаменталне разлике у односу на друга научна истраживања, па је у том смислу докторска дисертација оригинална.

У дисертацији је развијен методолошки приступ за утврђивање потенцијала отпадне топлоте у предузећима из сектора прехрамбене индустрије и избор оптималне технологије за искоришћење тог потенцијала за различите функције циља (максимизација нето садашње вредности, максимизација коефицијента нето садашње вредности, минимизација простог периода повраћаја инвестиције и минимизација емисије гасова са ефектом стаклене баште), што представља оригинални приступ. Такође, оригиналност дисертације се огледа и у томе што је за потребе предложене методологије развијен оригинални модел математичке оптимизације који се заснива на мешовитом целобројном нелинеарном програмирању. Математичком оптимизацијом поред неких релативно комерцијализованих технологија (размењивачи топлоте, механичке компресионе топлотне пумпе и органски Ранкинов циклус) разматра се и примена апсорпционих уређаја и циклуса снаге (Калина циклус и трилатерални циклус). Методологија развијена у оквиру дисертације је универзална и применљива на све гране прехрамбене индустрије, што је такође чини оригиналном.

3. Преглед остварених резултата кандидата у одређеној области

3.1 Биографија кандидата

Кандидат Младен Јосијевић рођен је 24.03.1988. године у Крагујевцу, Република Србија. Основну школу „Станислав Сремчевић“ у Крагујевцу завршио је са одличним успехом, а школовање је потом наставио као ђак „Прве техничке школе“ у Крагујевцу, коју је успешно завршио 2007. године као носилац Вукове дипломе.

Основне академске студије у трајању од три године на Машинском факултету у Крагујевцу (сада Факултет инжењерских наука) уписао је 2007. године. Дана, 08.09.2010. године одбранио је завршни рад на смеру Енергетика и процесна техника са просечном оценом током студија 9,70 и тиме стекао академски назив „инжењер машинства“.

Школске 2010/2011. године уписао је мастер академске студије на Факултету инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу на смеру Енергетика и процесна техника. Исти ниво студија је завршио 22.06.2012. као студент генерације, одбраном мастер рада из предмета „Енерго - еколошки менаџмент“, на смеру Енергетика и процесна техника, са оценом 10, и просечном оценом у току студија 10, чиме је стекао академски назив „мастер инжењер машинства“.

Докторске академске студије, на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу, научна област Енергетика и процесна техника, уписао је 30.09.2012. године. Положио је све предмете предвиђене планом и програмом, са просечном оценом 10.

У току докторских студија имао је неколико кратких стручних усавршавања:

- 1) Седмодневна стручна посета у оквиру Темпус пројекта „Diauss Tempus Project“, Politecnico di Torino, Торино, Италија – септембар 2014 и
- 2) Седмодневни тренинг „Participatory Backcasting for Strategic Planning towards Sustainable Cities“ на Краљевском институт за технологију у Стокхолму, Шведска (KTH Royal Institute Of Technology) - мај 2015.

Од школске 2007/2008. до 2012. године био је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Такође, био је стипендиста Фонда за младе таленте и стипендиста града Крагујевца (Фонд Академик Драгослав Срејовић). Од 01.04.2015. је запослен као истраживач сарадник на Факултету инжењерских наука, где је учествовао у реализацији пројекта „Истраживање когенерационих потенцијала у комуналним и индустријским енерганима Републике Србије и могућности за ревитализацију постојећих и градњу нових когенерационих постројења“. Од 01.03.2019. запослен је на Факултету инжењерских наука у звању асистента.

Након уписа докторских академских студија изабран је у звање истраживач сарадник и до данас учествује у извођењу вежби из предмета: Механика флуида, Основе процесних апарата и постројења, Пројектовање хидрауличних и пнеуматских машина, Хидрауличне и пнеуматске машине, Енерго-еко менаџмент, Географски информациони системи, Мониторинг параметара животне средине, Инжењерски алати, Компјутерске симулације, Уређаји и постројења за третман воде и ваздуха.

Научно-истраживачка активност кандидата припада области Енергетика и процесна техника.

3.2 Референце кандидата

Кандидат је до сада као аутор или коаутор објавио укупно **33** научно-истраживачких радова. Објављени радови кандидата су:

Рад у истакнутом међународном часопису - категорија M22

1. **Mladen Josijević**, Dušan Gordić, Dobrica Milovanović, Nebojša Jurišević, Nikola Rakić, *A method to estimate savings of led lighting instalation in public buildings: the case study of secondary schools in Serbia*, Thermal Science, ISSN 0354-9836, Vol. 21, No. 6B, pp. 2931-2943, DOI: 10.2298/TSCI161209118J, 2017.
2. Nikola Rakić, Dušan Gordić, Vanja Šušteršič, **Mladen Josijević**, Milun Babić, *Renewable electricity in western balkans: support policies and current state*, Thermal Science, Vol. 22, No 6A, pp. 2281-2296, ISSN 0354-9836, DOI:10.2298/TSCI180512169R, 2018.
3. **Mladen Josijević**, Vanja Šušteršič, Dušan Gordić, *Ranking energy performance opportunities obtained with energy audit in dairies*, Thermal Science, ISSN 0354-9836, Vol. 24 No.5A, pp. 2865-2878, DOI: 10.2298/ TSCI191125100J, 2020.

Радови у међународном часопису - категорија M23

1. Goran Bošković, **Mladen Josijević**, Nebojša Jovičić, Milun Babić, *Co-generation potentials of municipal solid waste landfills in Serbia*, Thermal Science, Vol. 20, No. 4, pp. 1271-1281, ISSN 0354-9836, DOI: 10.2298/TSCI150626063B, 2016.
2. Nebojša Jurišević, Dušan Gordić, Nebojša Lukić, **Mladen Josijević**, *Benchmarking heat consumption in educational buildings in the city of Kragujevac (Serbia)*, Energy Efficiency, Vol. 11, No. 4, pp. 1023-1039, ISSN 1570-646X, DOI: 10.1007/s12053-018-9631-y, 2018.

Предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини M31

1. Dušan Gordić, Nebojša Jurišević, Dubravka Živković, Vladimir Vukašinović, Dobrica Milovanović, Davor Končalović, **Mladen Josijević**, *Benchmarking of Heat Energy Consumption in Public Buildings in the City of Kragujevac*, Proceedings of the 4th Virtual International Conference on Science, Technology and Management in Energy, Niš, Serbia, 2018., 25-26 October, pp. 139-146, ISBN 978-86-80616-03-2

Саопштења са међународног скупа штампана у целини - категорија M33

1. Natalija Aleksić, Danijela Nikolić, Vanja Šušteršič, Jasmina Skerlić, **Mladen Josijević**, *Building integrated photovoltaics - case study of implementation at Faculty of Engineering in the city of Kragujevac*, 7th International Conference on Renewable

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу - категорија М34

1. Dubravka Živković, Davor Končalović, Danijela Nikolić, Dušan Gordić, Vladimir Vukašinović, **Mladen Josijević**, *Opportunities and Barriers for Deep Renovation in Serbia*, 3rd South East European Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (SDEWES), Novi Sad, 30.06.-04.07.2018. pp. 75, ISSN 1847-7186
2. Davor Končalović, Dubravka Živković, Dušan Gordić, Vladimir Vukašinović, **Mladen Josijević**, *Genesis of the Unsustainability in the Public Transportation System in Kragujevac*, 3rd South East European Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems (SDEWES), Novi Sad, 30.06.-04.07.2018. pp. 194, ISSN 1847-7186
3. Danijela Nikolic, Vanja Sustersic, **Mladen Josijevic**, Zivan Spasic, *Energy Analysis of Solar Greenhouse with Photovoltaic System and Heat Pump*, 19th International Conference on Thermal Science and Engineering of Serbia - SIMTERM 2019, Sokobanja, 2019, 22-25. October, pp. 68, ISBN 978-86-6055-1203-0

Рад у водећем часопису националног значаја - категорија М51

1. **Младен Јосијевић**, Душан Гордић, Милун Бабић, *Методологија за брзо одређивање индикатора енергетске потрошње у домаћинствима*, Енергија, економија, екологија, Vol.15, No.2, pp. 117-122, ISSN 0354-8651, 2013.
2. Душан Гордић, Милан Поповић, Душан Цановић, Никола Ракић, **Младен Јосијевић**, *Технологија сакупљања и геолошког складиштења CO₂-CCS технологија*, Енергија, економија, екологија, Vol.16, No.1-2, pp. 265-271, ISSN 0354-8651, 2014
3. **Младен Јосијевић**, Душан Гордић, Милун Бабић, *Cogeneration Potential of Heat-Power Plants operating Within Business Association Toplana Srbija*, Енергија, економија, екологија, Vol.16, No.1-2, pp. 43-48, ISSN 0354-8651, 2014.
4. **Младен Јосијевић**, Марко Милашиновић, Вања Шуштершич, Душан Гордић, Милун Бабић, *Communal Wastewater Biogas Energy Potential in Kragujevac*, Енергија, економија, екологија, Vol.16, No.3-4, pp. 315-319, ISSN 0354-8651, 2014
5. Горан Бошковић, Небојша Јовичић, **Младен Јосијевић**, Марко Милашиновић, Саша Јовановић, Милун Бабић, *Могућности искоришћења депонијског гаса са депоније комуналног отпада у Крагујевцу*, Енергија, економија, екологија, Vol. 17, No.3-4, pp. 348-355, ISSN 0354-8651, 2015.
6. Душан Цановић, Небојша Јовичић, Милан Поповић, **Младен Јосијевић**, Никола Ракић, Небојша Јуришевић, Милун Бабић, *Истраживање техно-економских предуслова, могућности и оправданости за искоришћење депонијског гаса са*

- депоније комуналног отпада у Крагујевцу, *Енергија, економија, екологија*, Vol.17, No.3-4, pp. 319-326, ISSN 0354-8651, 2015
7. **Младен Јосијевић**, Милан Милојевић, Горан Бошковић, Душан Цановић, Милун Бабић, *Ефикасност увођења когенерацијских постројења у топлане Републике Србије на примеру котларнице „Ердоглија-Крагујевац“*, *Енергија, економија, екологија*, Vol.17, No.3-4, pp. 327-333, ISSN 0354-8651, 2015.
 8. **Младен Јосијевић**, Ненад Андрић, Душан Цановић, Никола Ракић, Душан Гордић, *Енергетска ефикасност система за грејање санитарне воде са соларним колекторима на објектима Клиничко болничког центра у Крагујевцу*, *Енергија, економија, екологија*, Vol.17, No.3-4, pp. 341-347, ISSN 0354-8651, 2015
 9. Вања Шуштершич, Душан Гордић, **Младен Јосијевић**, Катарина Ђонових, *Легислатива и могућности примене геотермалних топлотних пумпи у Србији и земљама окружења*, *Енергија, економија, екологија*, Vol.18, No.1-2, pp. 314-320, ISSN 0354-8651, 2016.
 10. Владимир Вукашиновић, Душан Гордић, Милун Бабић, **Младен Јосијевић**, Дубравка Живковић, *Процена и мапирање потенцијала чврсте биомасе*, *Енергија, економија, екологија*, Vol.18, No.3-4, pp. 89-94, ISSN 0354-8651, 2016.
 11. Горан Бошковић, **Младен Јосијевић**, Небојша Јовичић, Милун Бабић, *Когенерациони потенцијал комуналних депонија у Републици Србији*, *Енергија, економија, екологија*, Vol.18, No.3-4, pp. 325-332, ISSN 0354-8651, 2016.
 12. Небојша Јуришевић, **Младен Јосијевић**, Никола Ракић, Александар Миловановић, *Специфична потрошња финалне енергије у предшколским установама у Крагујевцу*, *Енергија, економија, екологија*, Vol.18, No.1-2, pp. 390-396, ISSN 0354-8651, 2016.
 13. Владимир Вукашиновић, Небојша Јуришевић, **Младен Јосијевић**, Дубравка Живковић, Душан Гордић, *Повећање ефикасности коришћења топлотне енергије објеката предшколских установа - студија случаја обданиште "Цицибан"*, *Техника*, Vol.73, No.3, pp. 381-388, ISSN 0040-2176, 2018.

Радови у истакнутом националном часопису - категорија M52

1. Vanja Šušteršič, Dušan Gordić, **Mladen Josijević**, Vladimir Vukašinović, *Application and design of hydrotransmission for tractors*, *Mobility & Vehicle*, Vol.43, No.2, pp. 55-65, ISSN 1450-5304, 2016.
2. Ivana Terzić, Vanja Šušteršič, Aleksandar Nešović, Mladen Josijević, *The possibility of biofuels use in Europe and in Serbia*, *Mobility Vehicles and Mechanics*, Vol.44, No.4, pp. 43-58, ISSN 1450-5304, 2018.
3. Владимир Вукашиновић, Душан Гордић, Марија Живковић, Дубравка Живковић, **Младен Јосијевић**, Небојша Јовичић, *Примена backcasting методологија при дугорочном планирању коришћења биомасе*, *Енергија, економија, екологија*, Vol.20, No.1-2, pp. 563-571, ISSN 0354-8651, 2018.
4. Горан Бошковић, Небојша Јовичић, Душан Гордић, **Младен Јосијевић**, Владимир Вукашиновић, *Техно-економска анализа уградње LED јавне расвете у*

- опитним Рача*, Енергија, економија, екологија, Vol.20, No.1-2, pp. 494-500, ISSN 0354-8651, 2018.
5. Дубравка Живковић, Давор Кончаловић, Јасмина Скерлић, Владимир Вукашиновић, **Младен Јосијевић**, Никола Ракић, *Имплементација концепта значајне енергетске санације зграда у ЕУ и Србији*, Енергија, економија, екологија, Vol.20, No.1-2, pp. 148-156, ISSN 0354-8651, 2018.
 6. **Младен Јосијевић**, Никола Ракић, Вања Шуштершич, Душан Гордић, Владимир Вукашиновић, Дубравка Живковић, *Технологије складиштења топлотне енергије*, Енергија, економија, екологија, Vol.20, No.1-2, pp. 168-174, ISSN 0354-8651, 2018.
 7. Davor Končalović, Dubravka Živković, Dušan Gordić, Vladimir Vukašinović, **Mladen Josijević**, Slađana Stević, *Improvement of energy efficiency of city vehicle fleets: case study*, Mobility & Vehicle Mechanics (MVM), Vol.45, No.4, pp. 1-12, ISSN 1450-5304, Doi 10.24874/mvm.2019.45.04.01, 2019.
 8. Davor Jovanović, Dušan Gordić, Vanja Šušteršić, **Mladen Josijević**, Nebojša Jurišević, *Analiza isplativosti ugradnje fotonaponskih panela u javnom objektu na teritoriji Kragujevca– studija slučaja obdanište „Zeka“*, Traktori i pogonske mašine, Vol.24, No.3/4, pp. 87-93, ISSN 0354-9496, 2019.
 9. Dobrica Milovanović, Dušan Gordić, Vladimir Vukašinović, **Mladen Josijević**, *Design method for hydrodynamic torque converter*, Mobility & Vehicle Mechanics (MVM), Vol. 46, No. 1, pp. 1-12, DOI:10.24874/mvm.2020.46.01.01, 2020.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини М63

1. **Младен Јосијевић**, Душан Гордић, Милун Бабић, *Индикатори потрошње финалне енергије: поређење потрошње енергије у Крагујевцу, Србији, Европи и свету*, 40. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, 2013, ISBN 978-86-86663-93-1

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

Докторска дисертација кандидата Младена Јосијевића, мастер инжењера машинства, под насловом „**Мапирање и искоришћење отпадне топлоте у прехранбеној индустрији**“ одговара по садржају теми прихваћеној од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу одржаној 21.12.2017. (број одлуке: 01-1/4627-19) и Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 11.01.2018. (број одлуке: IV-04-1205/12). Наслов докторске дисертације, урађена истраживања, као и циљеви проучавања су у складу са онима који су наведени у пријави теме.

Дисертација је написана на 185 страна, садржи 87 слика и 40 табела, а цитирано је 200 библиографских податка.

Дисертација је организована у 7 поглавља, и то:

1. Уводна разматрања;
2. Преглед досадашњих истраживања;
3. Теоријска разматрања;
4. Развој методологије за мапирање и искоришћење отпадне топлоте;
5. Тестирање развијене методологије на студији случаја;
6. Закључак;
7. Литература;

Прилози.

У првом поглављу дисертације приказани су увод и циљеви дисертације, основне претпоставке о потенцијалима отпадне топлоте у прехранбеном сектору индустрије у Србији и могућностима за коришћење отпадне топлоте. Допринос дисертације и њена организациона структура такође су приказани у овом поглављу.

Преглед досадашњих истраживања која се односе на утврђивање потенцијала отпадне топлоте и могућности за њено искоришћење дат је у оквиру другог поглавља. Приказан је и преглед доступних технологија и истраживања у области примене математичке оптимизације за избор оптималне технологије за искоришћење отпадне топлоте.

У трећем поглављу анализирани су трендови потрошње енергије и пројекције потрошње у свету и Србији. Приказана је расподела потрошње енергије по енергентима и по секторима потрошње, са посебним акцентом на индустријски сектор и потрошњу топлотне енергије. Тренутно стање и трендови потрошње енергије и енергетске ефикасности у прехранбеној индустрији, такође су разматрани. Обзиром на то да се највећи део енергије троши у виду топлоте, посебан део поглавља је посвећен овом облику енергије и отпадној топлоти која, готово увек, настаје у процесима размене топлоте. У овом делу, дат је преглед метода за утврђивање потенцијала, а приказани су и потенцијали отпадне топлоте и температуре за поједине индустријске секторе. Такође, дат је детаљан приказ најчешће коришћених технологија за искоришћење отпадне топлоте у индустрији. Последњи део овог поглавља посвећен је формирању математичких модела, методама оптимизације и техникама решавања оптимizacionих проблема. Приказани су општи модели линеарног програмирања, мешовитог целобројног линеарног програмирања и мешовитог целобројног нелинеарног програмирања.

Предложена методологија и математички модел развијен у оквиру дисертације приказани су у четвртом поглављу. У оквиру овог поглавља описан је поступак идентификације извора отпадне топлоте, идентификације крајњих корисника и поступак утврђивања временског преклапања извора отпадне топлоте са захтевима на локацијама крајњег коришћења енергије. Описани су основни кораци за утврђивање количине и квалитета отпадне топлоте. Описани су мерни уређаји који се најчешће за ту сврху користе, као и основни математички изрази којима се квантификује вредност

расположиве количине енергије на извору отпадне топлоте. Такође, представљене су најчешће коришћене технологије за искоришћење отпадне топлоте, по опсезима радних температура. Представљен је математички модел оптимизације, који представља важан корак предложене методологије дисертације. У овом делу, приказане су и једначине које математички описују поједине технологије. Математички су описани сви економски и еколошки параметри развијеног математичког модела, променљиве, ограничења и функције циља.

У петом поглављу приказано је тестирање развијене методологије на студији случаја, млекари. У овом поглављу приказани су трендови производње млека и млечних производа у Србији. Описани су енергетски најзахтевнији технолошки процеси и потрошња енергије у млекарима. Приказане су све производне линије анализираних млекаре, анализирана је потрошња енергије у млекари и мапирани су сви извори отпадне топлоте и корисници енергије у постројењу. Такође, утврђени су количина и квалитет отпадне топлоте у млекари, за сваки од извора отпадне топлоте и за сваког „корисника“, коришћењем предложене методологије. У оквиру овог поглавља анализирани су резултати добијени оптимизацијом коришћењем софтвера *GAMS*. Приказани су и резултати анализе осетљивости модела за различите вредности улазних параметара (цена енергената, цена механичке топлотне пумпе, промена капацитета производње и промена дисконтне стопе).

Закључна разматрања и препоруке за даља истраживања су приказани у шестом поглављу.

У седмом поглављу дат је преглед коришћене литературе.

Као прилози дати су: упитник за енергетски преглед предузећа, регресиони коефицијенти за коришћене технологије, временско преклапање извора и корисника, инвестициона улагања у систем за прикупљање отпадне топлоте, и математички модел коришћен за генерисање резултата помоћу софтвера *GAMS*.

На основу свега наведеног, Комисија сматра да докторска дисертација по обиму истраживања и квалитету добијених резултата у потпуности испуњава постављене циљеве и одговара пријављеној теми дисертације.

5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Младен Јосијевић, мастер инжењер машинства, је у оквиру докторске дисертације систематизовао постојећа теоријска знања и дошао до закључака који су значајни у научном и у практичном смислу. Обавио је теоријска истраживања везана за:

- 1) мапирање потенцијала отпадне топлоте у индустрији,
- 2) преглед доступних технологија за искоришћење отпадне топлоте у индустрији
- 3) избор оптималне технологије за искоришћење потенцијала отпадне топлоте,

на основу којих је развио оригиналну методологију за мапирање потенцијала отпадне топлоте у предузећима из сектора прехранбене индустрије и избор оптималне технологије за искоришћење тог потенцијала. Најважнији резултати дисертације су:

- дефинисана је нова методологија за мапирање извора отпадне топлоте у предузећима из сектора прехрамбене индустрије и избор оптималне технологије за искоришћење отпадне топлоте са тих извора,
- развијен је оригинални математички модел мешовитог целобројног нелинеарног програмирања у који су инкорпорирани математички изрази за седам технологија које се најчешће користе за искоришћење отпадне топлоте,

Кандидат је тестирао развијену методологију на студији случаја и закључио да је најбрже исплативо решење за искоришћење отпадне топлоте у млекарима директна употреба процесне отпадне топлоте коришћењем размењивача топлоте. Такође, закључио је да је коришћење отпадне топлоте са кондензатора расхладне машине применом механичке компресионе топлотне пумпе решење које је готово увек економски оправдано, јер је прост период повраћаја инвестиције у свим анализираним сценаријима мањи од две године. На основу резултата оптимизације добијених за различите вредности утицајних параметара (цена енергената, цена механичке топлотне пумпе, промена капацитета производње и промена дисконтне стопе), закључио је да промена свих анализираних параметара, у опсегу очекиваних вредности, утиче на резултате оптимизације, али се промена не одражава на избор оптималних технологија за искоришћење отпадне топлоте. Искоришћење отпадне топлоте директном употребом процесне отпадне топлоте и применом топлотне пумпе представља оптимално решење за све анализиране вредности утицајних параметара.

Развијена методологија је универзална и може се применити на било које постројење из сектора прехрамбене индустрије.

Поред наведених резултата, у току израде дисертације кандидат је остварио значајне резултате систематизујући прикупљене податке о актуелном стању енергетске ефикасности у прехрамбеном сектору у Србији и најчешће применљивим мерама повећања енергетске ефикасности у прехрамбеној индустрији.

6. Променљивост резултата у теорији и пракси

Резултати докторске дисертације кандидата Младена Јосијевића, мастер инжењера машинства, под насловом „Мапирање и искоришћење отпадне топлоте у прехрамбеној индустрији“ применљиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси.

Применом развијене методологије на предузећу из сектора прехрамбене индустрије утврђују се енергетски токови и мапирају се локације на којима се јавља отпадна топлота. Такође, математичком оптимизацијом која представља део развијене методологије бирају се оптимална решења (технологије) за искоришћење отпадне топлоте. На овај начин, детаљним систематским приступом могуће је остварити значајне уштеде у потрошњи енергије у предузећима која послују у прехрамбеном сектору. Поред уштеда у енергетском и економском смислу, коришћењем отпадне топлоте се, због смањења укупне количине енергије која се користи у постројењу, смањује и емисије CO₂.

7. Начин презентовања резултата научној јавности

Део научних резултата кандидата је већ верификован објављивањем научно-стручних радова у врхунским међународним и националним научним часописима. Кандидат је као непосредни резултат рада на дисертацији објавио рад, као први аутор, под називом „*Ranking energy performance opportunities obtained with energy audit in dairies*“ у истакнутом међународном часопису (категорија M22) који је у директној вези са истраживањима која је обављао током израде дисертације. У овом раду је приказао део методологије, која је развијена у оквиру дисертације, а која се односи на утврђивање енергетских токова и специфичних индикатора потрошње енергије у млекарима.

Такође, кандидат је објавио рад у истакнутом националном часопису (категорија M52) под насловом „Технологије складиштења топлотне енергије“, који је такође настао као резултат рада на докторској дисертацији.

Комисија сматра да истраживања и још необјављени резултати ове докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даље објављивање у међународним и водећим националним часописима и скуповима, који се односе на област енергетског менаџмента у индустрији.

ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Младена Јосијевића, мастер инжењера машинства, под насловом „Мапирање и искоришћење отпадне топлоте у прехранбеној индустрији“, одговара прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

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

Докторска дисертација по квалитету, обиму и приказаним резултатима истраживања у потпуности задовољава законске услове и универзитетске норме прописане за израду докторске дисертације.

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

С обзиром на актуелност проблематике која је обрађена и остварене резултате, чланови Комисије сматрају да кандидат Младен Јосијевић, мастер инжењер машинства, и поднета докторска дисертација, испуњавају све услове, који се у поступку оцене писаног дела докторске дисертације захтевају Законом о високом образовању, Статутом Универзитета у Крагујевцу и Статутом Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

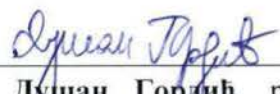


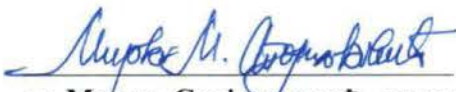

На основу свега наведеног, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Младена Јосијевића, мастер инжењера машинства, предлаже Наставно-научном већу Факултета инжењерских наука у Крагујевцу и Већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу да докторску дисертацију кандидата под називом:

„Мапирање и искоришћење отпадне топлоте у прехранбеној индустрији“

прихвате као успешно урађену и да кандидата позову на јавну одбрану докторске дисертације.

У Крагујевцу и Нишу, 24. јун 2020. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

1. 
др Душан Гордић, редовни професор, Факултет инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Енергетика и процесна техника, председник Комисије
2. 
др Давор Кончаловић, доцент, Факултет инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Енергетика и процесна техника, члан Комисије
3. 
др Данијела Николић, доцент, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу; ужа научна област: Термодинамика и термотехника, члан Комисије
4. 
др Мирко Стојановић, доцент, Машински факултет, Универзитет у Нишу, ужа научна област: Термотехника, термоенергетика и процесна техника, члан Комисије
5. 
др Владимир Вукашиновић, доцент, Факултет инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу, ужа научна област: Енергетика и процесна техника, члан Комисије