

Факултет за машинство и грађевинарство  
у Краљеву

Универзитета у Крагујевцу,

Број: 857

Датум: 20.07.2020 год.

Краљево, Доситејева 19.

**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ**

**Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву**

Доситејева 19

Краљево, 36 000

### **НАСТАВНО – НАУЧНОМ ВЕЋУ**

#### **ФАКУЛТЕТА ЗА МАШИНСВО И ГРАЂЕВИНАРСТВО У КРАЉЕВУ**

**Предмет:** Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата **Спасоја С. Трифковића, дипломираног машинског инжењера**

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, број IV-04-472/18 од 15.07.2020. године, на предлог Наставно-научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, одлуком бр. 714/3 од 26.06.2020, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Спасоја С. Трифковића, дипломираног инжењера машинства под насловом:

#### **„ГЕОМЕТРИЈСКА ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЕЛЕМЕНАТА НОСЕЋЕ СТРУКТУРЕ ПРЕТОВАРНИХ МОСНИХ ДИЗАЛИЦА СА УТОВАРНО-ИСТОВАРНИМ КОЛИЦИМА“**

Детаљним увидом и прегледом у приложену докторску дисертацију, Извештаја комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације, као и испуњености услова Спасоја С. Трифковића, која је одобрена за израду одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу број IV-04-184/9 од 14.03.2018. године и одлуком Наставно-научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву Универзитета у Крагујевцу, број 160/2 од 20.02.2018. године, а на основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

#### **ИЗВЕШТАЈ**

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

Докторска дисертација кандидата Спасоја С. Трифковића, дипл. инж. маш., под насловом „Геометријска идентификација елемената носеће структуре претоварних мосних дизалица са



**утоварно-истоварним колицима**“ представља резултат научно-истраживачког рада кандидата у активној научној области која се односи на истраживање утицајних геометријских параметара на формирање савремених метода и поступака анализе носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима. Ова констатација посебно долази до изражаја код машина транспортне механизације које налазе примену у транспорту комадног или расутог материјала у серији претоварно-истоварних радова. Карактеристични представник машина за транспорт материјала на ограничена растојања је претоварна мосна дизалица са утоварно-истоварним колицима. С обзиром на специфичност понашања носеће структуре, предмет истраживања у овој дисертацији је усмерен на утоварно-истоварна колица на окретној платформи. Кандидат је најпре на основу релевантне литературе, радова објављених из ове области, спровео детаљну упоредну анализу изведених решења претоварних мосних дизалица и уз критички остврт изложио предности и недостатке тих решења. На основу тако спроведене анализе дошао је до закључка да конструктивни облици сандучастих носача који, у основи, чине носећу структуру претоварних мосних дизалица, као и носећу структуру утоварно-истоварних колица директно утичу на прилагодљивост ослањања тачкова и колица и моста на дизаличну стазу, како не би дошло до губљења и контакта, а самим тим и опште функционалности дизалице. Ова констатација је од посебног значаја јер утоварно-истоварна колица са окретном платформом мењају свој положај дуж распона главних носача чиме долази и до промене притисака тачкова у току транспортног процеса. Кандидат је формирао математички модел, посебно за носећу конструкцију утоварно-истоварних колица, као и за носећу конструкцију претоварних мосних дизалица. Са истраженим односима при крутости при савијању и торзији носача сандучастог типа формирана је теоријска зависност у функцији односа висине и ширине носача и односа дебљина хоризонталних и вертикалних лимова. На тај начин долази се до редуковања броја чланова у Максвел-Моровом интегралу и поступак одређивања утицајних коефицијента учинио једноставнијим. Другим речима, долази се до скраћења поступка решавања канонских једначина, а самим тим и једноставнијег одређивања допунских сила у ослоним тачковима. Сви ови теоријски резултати су експериментално потврђени на лабораторијском моделу.

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

На основу презентираних научно-истраживачких резултата Комисија констатује да докторска дисертација под називом **„Геометријска идентификација елемената носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима“** представља оригинални научни рад кандидата Спасоја С. Трифковића дипл. инж. маш. Обрађена тема је актуелна и значајна за развој науке у области пројектовања носећих структура претоварних мосних дизалица, имајући у виду да је савремена индустрија транспорта у лукама и складишним системима све захтевнија у погледу прецизности, поузданости и остваривања све већих капацитета утоварно-истоварних радова. Кандидат је тему обрадио детаљно уз сагледавање проблема из више углова, користећи при томе моделе носећих структура претоварних мостова различитих распона и носивости, како би симулацијом геометријских параметара носеће структуре потврдио истражене теоријске зависности геометријских величина носећих рамова утоварно-истоварних колица, као и подужних главних носача претоварних мосних дизалица.

Потврда оригиналности научног рада истраживања остварених резултата у оквиру ове дисертације огледају се, између осталог, у следећим елементима:



- На основу прегледа и анализе научно-стручне литературе из области носећих структура претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима, кандидат је формирао модел са рационалним бројем утицајних параметара. Тиме се основне једначине теорија коснструкција поједностављују при чему не долази до умањења општости разматраног проблема. Увођењем теоријске зависности односа момената при савијању и торзији носача сандучастог типа, кандидат је дошао до теоријске везе крутости на савијање и торзију тих носача. Та теоријска зависност је од посебног значаја при одређивању утицајних коефицијената јер се смањује број чланова у Максвел-Моровом интегралу.
- Добије теоријске зависности су од посебног значаја при истраживањима носећих структура раванских и просторних извођења, најпре у домену оптимизације тих структура, јер се пружа могућност развоја нових модела и прорачунских метода, које су усмерене на одређивање конструктивних, најчешће геометријских параметара за дефинисање екстрема разматране конструкције.
- У процесу пројектовања, тј. оптималне синтезе горњег сегмента са утоварно-истоварним колицима и доње носеће структуре рамног типа, чију ослону базу формирају распон моста и растојање ослоних точкова, истражене зависности параметра ослоне базе представљају оригинални резултат који се први пут појављује у научним круговима.

Комисија, дакле, оцењује да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада са теоријским новинама у области геометријске идентификације елемената носећих структура са носачима сандучастог типа претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима и да су од посебног значаја за наставак истраживања, пре свега у домену динамичког понашања просторних носећих структура дизаличних машина.

### 3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Спасоје С. Трифковић, дипл. инж. маш., рођен је 19.01.1983. године у Сарајеву, где је и завршио основну и средњу електротехничку школу са одличним успехом. Дипломирао је у априлу 2005. године на Машинском факултету у Источном Сарајеву са највишим просеком оцена у генерацији. Дипломски рад под називом „Пројектовање обрадних процеса на CNC обрадном центру ECO MASTER 7120“ оцењен му је са оценом 10 (десет). После дипломирања запослио се у Махагони д.о.о. где је радио на пословима CAD/CAM инжењера. На Машинском факултету у Источном Сарајеву засновао је радни однос у октобру 2005. године у звању асистента за ужу научну област којој припадају предмети: Транспортна средства, Индустијска складишта, Транспорт и логистика, Лифтови и жичаре. У априлу 2011. године изабран је у звање вишег асистента за ужу научну област „Машинске конструкције“ у којем се и даље налази. Школске 2006/07. године, уписао је докторске студије на Машинском факултету у Краљеву, на смеру Транспортна и грађевинска механизација, на коме је положио све испите предвиђене програмом студија са просечном оценом 9,31 (девет и 31/100). Одлуком број IV-04-184/9 од 14.03.2018. године, Веће за техничко технолошке науке одобрило израду докторске дисертације под називом „**Геометријска идентификација елемената носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима**“.

У току свог усавршавања, кандидат је објавио, као аутор и коаутор три рада у међународним часописима са SCI листе и већи број радова на домаћим и међународним конференцијама и часописима од којих се наводе они који су од значаја за научну област из које је и докторска дисертација.



### **I. Рад објављен у међународном научном часопису са SCI листе (M20)**

1. Radić N., Jeremić N., **Trifković S.**, Milutinović M.: Buckling Analysis Of Double-Orthotropic Nanoplates Embedded In Pasternak Elastic Medium Using Nonlocal Elasticity Theory, Composites Part B: Engineering, 2014., vol.61, pp. 162–171, ISSN: 1359-8368, DOI:<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2014.01.042>. (M21,a)
2. Tanovic Lj., Bojanic P., Popovic M., Belic Z., **Trifkovic S.**: Mechanisms in oxide-carbide ceramic BOK 60 grinding, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, DOI 10.1007/s00170-011-3449-5, Springer-Verlag London Limited 2011, ISSN 0268-3768. (M22)
3. **Trifković S.**, Zdravković N., Gašić M., Savković M., Marković G.: Analysis of the influence parameters on the support structure stiffness of large radial-axial bearings, Strojniski Vestnik/Journal of Mechanical Engineering, Volume 65, issue 2019, p. 366-374, ISSN 0039-2480, DOI:10.5545/sv-jme.2019.6006, Ljubljana, June 2019. (M23)

### **II. Саопштења на међународним научним скуповима штампана у целини (M33)**

1. **Трифковић С.**, Краишник М., Радић Н.: Анализа поузданости подсистема за копање роторног багера EP-1250, ИНФОТЕХ – ЈАХОРИНА Vol.9, Ref. C-12, p. 352-356, Март 2010, ISBN 99938-624-2-8.
2. **Трифковић С.**, Радић Н., Шеховац С., Кошарац А., Милутиновић М.: Анализа напонског стања куке коришћењем МКЕ, ИНФОТЕХ – ЈАХОРИНА Vol.10, Ref. C-2, p. 244-248, Март 2011, ISBN 978-99938-624-6-8.
3. Milutinović M., Milić D., **Trifković S.**, Radić N.: STRESS-STRAIN ANALYSIS OF THE TELESCOPIC CRANE, I International Conference - Process Technology And Environmental Protection, Zrenjanin, December 2011., ISBN: 978-86-7672-152-8.
4. Radić N., **Trifković S.**, Milutinović M.: ANALYTICAL AND NUMERICAL INVESTIGATION OF LOCAL AND DISTORTION STABILITY LOSS OF THIN WALL PROFILE WITH OPEN CROSS-SECTION, The seventh Triennial International Conference HEAVY MACHINERY, G SESSION p.49-54, Kraljevo 2011., ISBN 978-86-82631-58-3.
5. **Trifković S.**, Gašić M., Radić N., Milutinović M.: The Equations of Motion of the Crane with Loading-unloading Trolley on the Slewing Platform, VIII International Conference HEAVY MACHINERY HM 2014, 25-28 Jun 2014, Zlatibor, Serbia, 2014, pp.183-186, ISBN 978-86-82631-74-3.

### **III. Рад у часописима националног значаја (M53)**

1. Radić N., **Trifković S.**, Jeremić D., Milutinović M.: Influence of Interaction Between Local and Distortional Form of Stability Loss of Thin-Walled Profiles with Open Cross-Section on Carrying Capacity Reduction in Post-Critical Phase, IMK-14 – Research & Development in Heavy Machinery 18(2012)1, EN5-10 UDC 621 ISSN 0354-6829.
2. Trifković S., Gašić M., Radić N., Milutinović M.: Dynamic Analysis of the Crane with Loading-unloading Trolley on the Slewing Platform, IMK-14 – Research & Development in Heavy Machinery 21(2015)1, EN1-6 UDC 621 ISSN 0354-6829.



3. Milutinović M., Trifković S., Vučetić N.: Determination of Load and Load Capacity Based on Desired Reliability, International Journal of Advanced Research (2015), Volume 3, Issue 4, 88-93, ISSN 2320-5407.

#### IV. Саопштење са скупа националног значаја штамано у целини (М61)

1. Радић Н., Трифковић С., Милутиновић М., Јеремић Д.: Нумеричко истраживање утицаја облика и димензија танкозидних профила на вриједност локалног и дисторзионог критичног напона, 38. ЈУПИТЕР конференција, п.2.9-2.14, Београд 2012, ISBN 978-86-7083-757-7.

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

Докторска дисертација кандидата Спасоја С. Трифковића, дипл. маш. инж., под називом „Геометријска идентификација елемената носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима“ усклађена је по обиму и садржају теме одобреној од стране Наставно-научног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву и Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу.

Резултати истраживања докторске дисертације изложени су на 103 стране. Дисертација садржи 59 слика, 41 табеле и 66 библиографских јединица. Рад је подељен у десет поглавља којима претходе резиме на српском и енглеском језику и садржај. На крају рада дат је списак коришћених библиографских јединица, прилози, биографија аутора и изјаве аутора. Наслови поглавља су:

1. Увод
2. Преглед стања у области истраживања
3. Модели носећих структура сегментних целина претоварних мосних дизалица са окретном платформом на утоварно-истоварним колицима
4. Канонске једначине и њихова решења
5. Теоријске зависности односа савојне и торзионе крутости носача сандучастог типа
6. Крутост носеће структуре утоварно-истоварних колица у функцији променљивих параметара
7. Експериментална верификација теоријских резултата геометријске идентификације елемената носеће структуре утоварно-истоварних колица
8. Теоријска анализа односа геометријских величина носеће структуре моста претоварне дизалице
9. Прорачунски модел динамичког понашања носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима
10. Закључна разматрања

У првом поглављу, кандидат је изложио уводна разматрања о историјском развоју прорачунских метода, описан је предмет истраживања и представљени су основни циљеви истраживања. Даље, дефинисане су основне хипотезе и приказана методологија истраживања са прегледом коришћених научних метода.



Друго поглавље обухвата теоријску основу и тренутно стање у области истраживања утицајних параметара на геометријску идентификацију елемената носеће структуре претоварних мосних дизалица са окретном платформом утоварно-истоварних колица, са посебним освртом на идентификацију ослоне површине за везу лежаја великих пречника. Такође, дати су и предуслови за формирање модела везе који чине основу теоријске анализе интеракције окретних и неокретних делова претоварних мосних дизалица са окретном платформом.

У трећем поглављу извршено је сегментирање носеће структуре претоварних мосних дизалица са окретном платформом на колицима. Прву чине носећа конструкција утоварно-истоварних колица са окретном платформом, а другу носећа конструкција претоварног моста са покретним колицима на њој. За моделски приказ прве целине усвојена је хипотеза круте носеће конструкције са окретном платформом.

У четвртом поглављу формиране су канонске једначине за случај појаве угиба једног од ослонаца. За решавање формираних канонских једначина коришћењем Максвел-Моровог интеграла за одређивање утицајних коефицијената кандидат је препознао услов за успостављањем теоријске зависности односа савојне и торзионе крутости, коју је дефинисао у петом поглављу.

Кандидат је уочио да теоријски однос савојне и торзионе крутости носача сандучастог типа зависи од односа ширине и висине сандучастих носача, као и од односа дебљина хоризонталних и вертикалних лимова.

Увођењем променљивих коефицијената односа геометријских величина елемената утоварно-истоварних колица, у шестом поглављу је извршена додатна трансформација утицајних коефицијената. Са оваквом анализом формиран су графички прикази промена крутости носеће конструкције утоварно-истоварних колица у функцији променљивих коефицијената. У истом поглављу истражен је и утицај промене коефицијената односа висине и ширине сандучастог носача на крутост носеће структуре утоварно-истоварних колица. Теоријска зависност односа крутости носеће конструкције утоварно-истоварних колица повезана је са односом коефицијената  $k_i$  и  $k_j$  степенованим на  $\sqrt{3}$ . Такође, истражене су и теоријске зависности крутости наведене носеће конструкције у функцији промене геометријске базе ослањања тачкова утоварно-истоварних колица.

У седмом поглављу су експериментално потврђене све теоријске зависности на лабораторијском моделу.

У осмом поглављу извршена је теоријска анализа односа геометријских величина елемената носеће структуре моста претоварне дизалице. Успостављене су зависности у функцији параметара ослоне базе  $m$  и  $n$ .

У деветом поглављу формиран је прорачунски модел динамичког понашања носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима како би се дефинисале једначине кретања као и математичка формулација осциловања еластичног система. Такође, за више извођења претоварних мосних дизалица са различитим геометријским пресецима главних подужних носача, као и различитим величинама база ослањања, истражени су и графички представљени облици осциловања система.



У десетом поглављу су изнета закључна разматрања до којих је кандидат дошао током израде дисертације и дате су смернице за даља истраживања.

## 5. Научни резултати докторске дисертације

Кандидат Спасоје С. Трифковић, дипл. маш. инж., у току израде докторске дисертације дошао је до нових резултата од значаја за теоријску примену у идентификацији геометријских параметара носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима.

Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- Код носача сандучастих попречних пресека зависност између момената инерције при савијању и торзији при константним дебљинама хоризонталних и вертикалних лимова дефинисана је релацијом  $2k/3$ . Грешке апроксимација у истраживањима ових зависности су веома мале. Треба напоменути да за вредности  $k = 3$ , оне су блиске нули.
- Теоријска веза савојне и торзионе крутости, у функцији коефицијента  $k$  дефинисана је зависношћу  $k \cdot \sqrt{3}$ . Захваљујући тој зависности, утицајни коефицијенти  $a_{ik}$  Максвел-Моровог интеграла добијају сажетији облик за примену. Ова зависност је од посебног значаја при проучавању носећих структура у домену оптимизације, јер се пружа могућност развоја модела и прорачунских метода усмерених ка одређивању конструктивних, најчешће геометријских параметара, који дефинишу екстремне разматраних конструкција.
- При комплексној анализи утицаја промене геометријских параметара носача сандучастиг типа, уопштавање односа савојне и торзионе крутости се врши преко коефицијента  $\lambda$ , који представља однос дебљина хоризонталних и вертикалних лимова. Дефинисан је релацијом  $k \cdot \sqrt{3} \cdot \lambda^{0,35}$ . Однос крутости носеће структуре утоварно-истоварних колица је повезан и са односом растојања између тачкова, степенован на куб. Однос крутости носеће структуре је завистан и од односа ширине и висине сандучастиг носача степенованим на  $\sqrt{3}$ .
- Крутост носећих структура мостова претоварних дизалица зависи и од односа параметра који карактеришу ослону базу. Ако се ослона база дефинише параметрима  $m \times n$ , где је са  $m$  означен распон моста, а са  $n$  растојање тачкова моста, онда однос крутости ( $c_i/c_j$ ) зависи од односа распона моста ( $m_j/m_i$ ) помножен са квадратом односа ( $n_j/n_i$ ).
- Истражени резултати указују да са повећањем ширине попречног пресека сандучастиг носача долази до линеарног раста фреквенција при расту висине носача за све три дужине. Највеће повећање сопствене фреквенције се јавља при дужини носача  $l = 15 \text{ m}$  и  $h_1 = 1000 \text{ mm}$  и износи 13,80%, а најмање за  $l = 25 \text{ m}$  и  $h_1 = 1200 \text{ mm}$  и износи 12,88%.

## 6. Применљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Резултати истраживања до којих је кандидат Спасоје С. Трифковић, дипл. маш. инж., дошао у својој дисертацији су од користи у теоријском и практичном смислу. У теоријском смислу у дисертацији су коришћени елементи аналитичке механике и чрстоће конструкција како би се на једноставнији и бржи начин извршила геометријска идентификација елемената носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима. Из тих истраживања произашле су и одређене теоријске зависности које имају знатног утицаја на дефинисање крутости носећих конструкција. Поред тога, при пројектовању оптималних носећих конструкција истражене теоријске зависности знатно убрзавају и скраћују неке од оптимизационих метода. Такође, могу послужити као добра



основа за даља унапређења носећих просторних конструкција пре свега у повећању века трајања и поузданости у раду, чиме се остварује велика уштеда у маси тих конструкција као и цени коштања.

У дисертацији је знатан број теоријских зависности и експериментално потврђен што на најбољи начин указује да истражене резултате карактерише висок степен валидности и применљивости у практичним оквирима у инжињерској пракси овог, веома захтевног и веома одговорног, средства транспортне механизације.

## **7. Начин презентовања резултата научној јавности**

Већи део резултата ове докторске дисертације је презентован научној и стручној јавности објављивањем у радовима у међународним научним часописима са SCI листе, међународним научним конференцијама и домаћим часописима.

Комисија сматра да стечено знање и искуство кандидата током израде дисертације, као и резултати презентовани у дисертацији представљају добру основу за наставак научно-истраживачког рада кандидата из ове области. Треба додати да интересовање кандидата и за научне области које се делимично поклапају са проблематиком која је истраживана у овој дисертацији употпуњује његово опредељење за теоријско-експерименталну анализу носећих конструкција машина транспортне и грађевинске механизације.

### **ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ**

Докторска дисертација кандидата Спасоја С. Трифковића, дипл. инж. маш., под називом „Геометријска идентификација елемената носеће структуре претоварних мосних дизалица са утоварно-истоварним колицима“ у потпуности одговара теми пријављене дисертације, како по обиму тако и квалитету, која је одобрена од стране Научно-наставног већа Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитета у Крагујевцу и Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу.

Коришћењем уобичајне терминологије при излагању дисертације за научну област којој дисертација припада, кандидат је структуру докторске дисертације и методологију излагања ускладио са универзитетским нормама.

Кандидат је показао да влада методологијом научно-истраживачког рада и да поседује способност системског приступа, закључивања и коришћење литературе. Докторска дисертација је резултат самосталног рада кандидата, а добијени резултати представљају значајан допринос научним знањима који су у директној вези у примени оптимизационих метода носећих конструкција. С обзиром на актуеност проблематике која је обрађена у оквиру ове докторске дисертације и остварене резултате, чланови комисије сматрају да кандидат Спасоје С. Трифковић, дипл. инж. маш., 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 за машинство и грађевинарство у Краљеву.


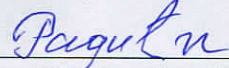
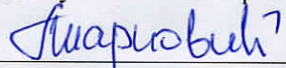
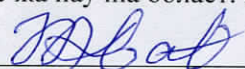



На основу свега изнетог, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Спасоја С. Трифковића, дипл. инж. маш., једногласно је закључила да докторска дисертација под насловом:

**„ГЕОМЕТРИЈСКА ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЕЛЕМЕНАТА НОСЕЋЕ СТРУКТУРЕ  
ПРЕТОВАРНИХ МОСНИХ ДИЗАЛИЦА СА УТОВАРНО-ИСТОВАРНИМ  
КОЛИЦИМА“**

у квалитативном смислу, обиму и резултатима истраживања, у потпуности задовољава све научне, стручне и законске критеријуме за израду докторске дисертације. Стога, Комисија са задовољством предлаже Научно – наставном већу Факултета за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитета у Крагујевцу и Већу за техничко – технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, да ову докторску дисертацију у потпуности прихвати и закаже јавну усмену одбрану наведене докторске дисертације.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације:

1.   
др **Миле Савковић**, редовни професор – председник Комисије  
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Механизација и носеће конструкције
2.   
др **Небојша Радић**, ванредни професор – члан Комисије  
Машински факултет у Источном Сарајеву, Универзитет у Источном Сарајеву  
Ужа научна област: Примењена механика
3.   
др **Горан Марковић**, ванредни професор – члан Комисије  
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Универзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Механизација и носеће конструкције
4.   
др **Драган Живанић**, ванредни професор – члан Комисије  
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду  
Ужа научна област: Пројектовање и испитивање машина и конструкција, транспортна техника и логистика
5.   
др **Небојша Здравковић**, доцент – члан Комисије  
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, Уневиерзитет у Крагујевцу  
Ужа научна област: Механизација и носеће конструкције

У Краљеву, Источном Сарајеву и Новом Саду, јул 2020. године.