

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА

**Предмет:** Извештај Комисије за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера.

Одлуком Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, број IV-04-433/18 од 15.06.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера под насловом:

### **„Развој методологије за експерименталну и нумеричку процену интегритета носећих делова вагонске конструкције изложених цикличном динамичком оптерећењу“**

На основу увида у приложену докторску дисертацију и Извештаја комисије за оцену подобности кандидата и теме докторске дисертације, која је одобрена за израду одлуком Факултета инжењерских наука у Крагујевцу бр. 01-1/885-12 од 20.03.2014. 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 Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера, под насловом „Развој методологије за експерименталну и нумеричку процену интегритета носећих делова вагонске конструкције изложених цикличном динамичком оптерећењу“, представља резултат мулти-дисциплинарног научно-истраживачког рада кандидата у актуелној научној области која се односи на процену интегритета заварених конструкција изложених динамичким оптерећењима применом експерименталних и нумеричких поступака. Са аспекта предмета истраживања и добијених резултата, ова дисертација представља јединствен научни рад.

Кандидат је извршио критичку анализу и систематизацију постојећих знања, искустава и научних резултата компетентних истраживача из области истраживања ове докторске дисертације. На основу спроведене анализе предности и недостатака до сада коришћених приступа у овој области, метода и модела, кандидат је дефинисао предмет и циљ сопствених истраживања.

Значај и допринос ове докторске дисертације везани су за развој методологије за процену интегритета заварених конструкција изложених динамичком оптерећењу, са посебним акцентом на примену у анализи носећих делова вагонских конструкција.

За потребе одређивања осетљивости конструкционих челика, за израду вагонских



конструкција, изведена су експериментална истраживања са циљем да се добију подаци о понашању материјала при динамичким оптерећењима. На основу испитивања одређиване су статичке, динамичке (заморне) и ударне карактеристике материјала и извршена је систематизација добијених резултата. Тако добијени резултати коришћени су као полазна основа за нумеричку процену интегритета критичних зона конструкција које су изложене динамичким оптерећењима, у складу са међународним стандардима из области металних вагонских конструкција.

Применом методе коначних елемената, као најопштије нумеричке методе, извршени су прорачуни и процене интегритета критичних зона конструкција за различите случајеве оптерећења и са различитим граничним условима. Апроксимирани су реални услови експлоатације различитих вагонских конструкција, где су за потребе прорачуна коришћени комерцијални програмски пакети који раде на бази коначних елемената. У специјалним случајевима када комерцијалним програмима није било могуће симулирати реалне услове експлоатације коришћен је програмски пакет ПАК,

Применом развијене методологије на конкретним примерима процене интегритета реалних вагонских конструкција, извршена је њена верификација, чија даља употреба у будућности може довести до знатне уштеде при испитивањима различитих прототипова вагона.

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

Комисија сматра да докторска дисертација кандидата Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера, под насловом „Развој методологије за експерименталну и нумеричку процену интегритета носећих делова вагонске конструкције изложених цикличном динамичком оптерећењу“, представља резултат оригиналног научног рада. Обрађена тема је веома актуелна и садржајно квалитетна и да даје конкретне научне резултате. Кандидат је тему обрадио студиозно и детаљно, користећи при томе теоријске основе научних дисциплина релевантних за ову проблематику. Критички је анализирао и вредновао бројне научне радове који се односе на проблематику разматрану у оквиру ове дисертације.

Оригиналност научног рада, истраживања и резултата остварених у оквиру ове дисертације огледа се, између осталог, у следећим елементима:

- Анализом релевантних радова из области процене интегритета заварених конструкција, кандидат је обрадио више техника и метода моделирања заварених конструкција. На основу познатих техника, кандидат је развио и имплементирао нову методологију базирану на експерименталним истраживањима и нумеричким прорачунима са циљем да се на што тачнији начин изврши процена интегритета делова вагонских конструкција изложених динамичким оптерећењима.
- Прегледом стандарда у области испитивања материјала и области вагонских конструкција и њиховом систематизацијом направљене су смернице за развој и примену методологије за процену интегритета делова вагонских конструкција.
- Кандидат је детаљно и студиозно, у складу са научним принципима, реализовао веома обимна експериментална испитивања на узорцима припремљеним од конструкционог челика средње чврстоће S355J2+N, као најчешће коришћеног челика за израду носећих делова вагонских конструкција.
- Извршена је систематизација и анализа резултата добијених експерименталним



испитивањима и на тај начин добијена основа за развој нумеричког дела методологије.

- Развијена методологија је примењена при процени интегритета реалних вагонских конструкција.

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

Владимир Миловановић је рођен 09.04.1979. године у Крагујевцу, Република Србија. Основно образовање је завршио у основној школи “Мирко Јовановић” у Крагујевцу са одличним успехом, као носилац диплома „Вук Караџић“ и „Михајло Петровић Алас“. Школовање је наставио у Првој крагујевачкој гимназији, природно-математички смер, где је матурирао 1998. године као одличан ученик.

Стручни назив дипломирани машински инжењер је стекао на Машинском факултету у Крагујевцу 2007. године, са просечном оценом 8,36. Дипломски рад из предмета Нелинеарна анализа конструкција, под називом „Примена симболичког програмирања у развоју хипереластичног и еластопластичног материјалног модела” одбранио је са оценом 10, на смеру за Примењену механику и аутоматско управљање, после чега је уписао Докторске студије на истом факултету. Од 10.01.2008. године је запослен на Машинском факултету као сарадник Лабораторије за инжењерски софтвер, касније и Центра за инжењерски софтвер и динамичка испитивања, у којима је ангажован на развоју и примени програмског пакета за нумеричку анализу конструкција „ПАК“, као и на испитивањима статичких и динамичких карактеристика материјала на сервохидрауличком пулзору SHIMADZU.

Од заснивања радног односа је ангажован на пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Активно је изводио или изводи аудиторне вежбе, на матичном факултету, из више предмета: Рачунарски алати, Механика 3, Отпорност материјала, Коначни елементи 1, Нелинеарна анализа, Механика континуума. Тренутно је ангажован у реализацији два научно истраживачког пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије: „Развој софтвера за решавање спрегнутих мултифизичких проблема“-ТР32036 и „Развој система за подршку оптималном одржавању високих брана у Србији“-ТР37013. У претходном периоду је био ангажован на два пројекта истог Министарства: „Развој софтвера за анализу чврстоће и процену радног века конструкција“-ТР6204 (2005-2007) и „Развој софтвера за експлицитну нелинеарну динамичку анализу“-ТР12005 (2008-2010). Учествовао је у реализацији три међународна пројекта: Пројекат билатералне сарадње између Србије и Словеније „Optimization of material forming processes through physical modeling, FE simulation and inverse analysis“, (2006 – 2008); FP6 пројекат RRSCD INNCODE 043820, „Reinforcement of Research Capacity in Software Development and Innovative Collaborative Design and Engineering in Serbia and Montenegro“ (2007 – 2009); Темпус пројекат „ECDL for Serbian administration“-JEP 41101\_2006 (2007-2009). У току студија ишао је на више међународних усавршавања међу којима се издваја положен курс “Structural Design by Experiments“ у University Centre of Bertinoro (Italy), Engineering Faculty, DIEM Department of University of Bologna (Italy) у периоду од 01.03. до 04.04.2009. године.

Израда докторске дисертације под називом „Развој методологије за експерименталну и нумеричку процену интегритета носећих делова вагонске конструкције изложених цикличном динамичком оптерећењу“ му је одобрена 20.03.2014. године.

Као аутор или коаутор објавио је 28 научних радова (1 рад у врхунском међународном часопису, 1 рад у међународном часопису, 1 рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком, 1 рад у водећем часопису националног значаја, 1 рад у



научном часопису, 14 саопштења на међународним скуповима штампаних у целини, 3 рада на међународним скуповима штампаних у изводу, 6 саопштења на скуповима националног значаја штампаних у целини), учествовао је у реализацији 2 техничка решења, и то:

**Рад у врхунском међународном часопису [M<sub>21</sub>]:**

1. **Vladimir Milovanović**, Vladimir Dunić, Dragan Rakić, Miroslav Živković, Identification causes of cracking on the underframe of wagon for containers transportation - Fatigue strength assessment of wagon welded joints, Engineering Failure Analysis, Vol.31, pp. 118-131, ISSN 1350-6307, 2013.

**Рад у међународном часопису [M<sub>23</sub>]:**

2. **Vladimir Milovanović**, Miroslav Živković, Gordana Jovičić, Jelena Živković, Dražan Kozak, THE INFLUENCE OF WAGON STRUCTURE PART SHAPE OPTIMIZATION ON ULTIMATE FATIGUE STRENGTH, TRANSACTIONS OF FAMENA, Vol.39, No.4, pp. 23-35, ISSN 1333-1124, 2016.

**Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком [M<sub>24</sub>]:**

3. Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Dragan Rakić, Snežana Vulović, Numerical analysis welded joints of wagon constructions, WELDING & WELDED STRUCTURES, Vol.56, No.3, pp. 101-106, ISSN 0354-7965, 2011.

**Рад у водећем часопису националног значаја [M<sub>51</sub>]:**

4. **Vladimir Milovanović**, Dragan Rakić, Miroslav Živković, Snežana Vulović, Miroslav Milutinović, Thermo-mechanic analysis of cement transport wagon - identification of the cause of cracks, Annals of Faculty Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering, Vol.11, No.4, pp. 309-314, ISSN 1584-2673, 2013.

**Рад у научном часопису [M<sub>53</sub>]:**

5. **Vladimir Milovanović**, Miroslav Živković, Aleksandar Dišić, Dragan Rakić, Jelena Živković, Experimental and Numerical Strength Analysis of Wagon for Transporting Bulk Material, IMK-14 – Research & Development, Vol.20, No.2, pp. EN61-66, ISSN 0345-6829, Doi UDC 621, 2014

**Саопштење са међународног скупа штампано у целини [M<sub>33</sub>]:**

6. Nenad Đorđević, **Vladimir Milovanović**, Miroslav Živković, Explicit dynamics analysis in wagon crush application, International Congress – Motor Vehicles & Motors, Kragujevac, Serbia, 2008, 08.10. - 10.10., ISBN 978-86-86663-39-9
7. Miroslav Živković, Dragan Čukanović, **Vladimir Milovanović**, Fatigue Strength Assesment of Vibration Transporter's Motor Carrier, 9th International Conference Research and Development in Mechanical Industry RaDMI 2009, Vrnjačka Banja, Serbia, 2009, 16.09. -19.09., pp. 664 - 672, ISBN 978-86-83303-24-8
8. Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Nenad Đorđević, Comparative analysis of implicit and explicit numerical methods in dynamic problems solving, 2nd International Congress of Serbian Society of Mechanics (IconSSM 2009), Palić (Subotica), Serbia, 2009, 01.06. - 05.06., ISBN 978-86-7892-173-5
9. Aleksandar Dišić, Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Milan Blagojević, SOME ASPECTS IN DESIGN OF SPLIT HOPKINSON TENSION BAR, 29th Danubia-Adria-Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Belgrade, Serbia, 2012, 26th-29th September, pp. 294-297, ISBN 978-86-7083-762-1
10. Aleksandar Nikolić, Milan Blagojević, **Vladimir Milovanović**, Miroslav Živković, Miroslav Milutinović, ANALYSIS OF HEAT TRANSFER THROUGH THE BEAM



SUPPORT OF THE WAGON STRUCTURE CALCULATED BY SOFTWARE PAK MULTYPHISICS, 1st International Scientific Conference COMETA, East Sarajevo - Jahorina, Bosnia & Herzegovina, 2012, 28th-30th November, pp. 251-254, ISBN 978-99938-655-4-4

11. **Vladimir Milovanović**, Dragan Rakić, Miroslav Živković, Snežana Vulović, Miroslav Milutinović, THERMO-MECHANIC ANALYSIS OF CEMENT TRANSPORT WAGON - IDENTIFICATION OF THE CAUSE OF CRACKS, 1st International Scientific Conference COMETA 2012, East Sarajevo - Jahorina, Bosnia & Herzegovina, 2012, 28th-30th November, pp. 221-228, ISBN 978-99938-655-4-4
12. **Vladimir Milovanović**, Miroslav Živković, Aleksandar Dišić, Dragan Rakić, COMPARATIVE RESULTS OF WAGON STRESSES OBTAINED BY MEASURING WITH STRAIN GAUGES AND STRESSES OBTAINED BY FEM CALCULATION, 29th Danubia-Adria-Symposium on Advances in Experimental Mechanics, Belgrade, Serbia, 2012, 26th-29th September, pp. 298-301, ISBN 978-86-7083-762-1
13. Aleksandar Disic, Miroslav Zivkovic, **Vladimir Milovanovic**, Numerical Determination of Parameters of Johnson-Cook Material Model, 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjacka Banja, Serbia, 2013, 4-7 June, pp. 491-496, ISBN 978-86-909973-5-0
14. Dragan Rakic, Miroslav Zivkovic, **Vladimir Milovanovic**, Nikola Milivojevic, Dejan Divac, Stress Integration of Matsuoka-Nakai Constitutive Model Using Incremental Plasticity Method, 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjacka Banja, Serbia, 2013, 4-7 June, pp. 503-508, ISBN 978-86-909973-5-0
15. **Vladimir Milovanovic**, Gordana Jovicic, Miroslav Zivkovic, Dragan Rakic, Aleksandar Disic, Analysis of Influence Choice Fatigue Failure Criteria to Assess Integrity of Wagon Structure Parts, 4th International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjacka Banja, Serbia, 2013, 4-7 June, pp. 509-515, ISBN 978-86-909973-5-0
16. Marko Topalović, **Vladimir Milovanović**, Milan Blagojević, Aleksandar Dišić, Dragan Rakić, Miroslav Živković, Freight Wagon Mass Reduction using Parametric Optimisation, VIII Triennial International Conference „Heavy Machinery-HM 2014“, Zlatibor, Serbia, 2014, 25-28 June, pp. E.53-60, ISBN 978-86-82631-74-3
17. Miroslav Živković, Marko Topalović, Milan Blagojević, Aleksandar Nikolić, **Vladimir Milovanović**, Siniša Mesarović, Jagan Padbidri, BOUNDARY IDENTIFICATION AND WEAK PERIODIC CONDITION APPLICATION IN DEM METHOD, 2nd International Scientific Conference COMETA, East Sarajevo - Jahorina, Bosnia & Herzegovina, 2014, 2nd-5th December, pp. 365-370, ISBN 978-99976-623-1-6
18. Nikola Jovanović, Marko Topalović, **Vladimir Milovanović**, Snežana Vulović, Miroslav Živković, TOPOLOGY OPTIMIZATION USED TO REDUCE WEIGHT OF FOUR-AXLE BOGIE FREIGHT WAGON – keynote lecture, 7th International Scientific and Expert Conference of the International TEAM Society, TEAM2015, Belgrade, Serbia, 2015, 14–16th October, pp. 489-492, ISBN 978 – 86 -7083 – 877 – 2
19. **Vladimir Milovanović**, Nikola Jovanović, Jelena Živković, Aleksandar Dišić, Snežana Vulović, Miroslav Živković, THERMO-MECHANICAL ANALYSIS OF TANK WAGON FOR TRANSPORTATION OF MOLTEN SULFUR, 7th International Scientific and Expert Conference of the International TEAM Society, TEAM2015, Belgrade, Serbia, 2015, 14–16th October, pp. 485-488, ISBN 978 – 86 -7083 – 877 – 2

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу [M<sub>34</sub>]:



20. Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Dragan Rakić, Snežana Vulović, Rodoljub Vujanac, Fatigue Strength Assessment of Welded Joints of Wagon's Constructions, 27th Danubia-Adria Symposium, Wroclaw, Poland, 2010, 22-25 September, pp. 245-246, ISBN 978-83-87982-59-1.
21. Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Vukašin Ćirović, **Dragan Rakić**, Rodoljub Vujanac, Application of Special Developed Contact Finite Element for Buffing Impact Test, 27th Danubia-Adria Symposium, Wroclaw, Poland, 2010, 22-25 September, pp. 247-248, ISBN 978-83-87982-59-1.
22. Dragan Rakic, Miroslav Zivkovic, **Vladimir Milovanovic**, Stress Integration of the Hoek-Brown Material Model Using Incremental Plasticity Theory, 84th Annual Meeting of the International Association of Applied Mathematics and Mechanics-GAMM, Novi Sad, 2013, 18-22 Mart, pp. 157-158, ISBN 10.1002/pamm.201310074.

**Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини [M<sub>63</sub>]:**

23. Marina Vuković, Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Experimental verification and numerical crush analysis of thin-walled car body girder, Fourteenth conferency YUINFO 2008, Kopaonik, Serbia, 2008, 09.03. - 12.03., ISBN 978-86-85525-03-2
24. **Vladimir Milovanović**, Dragan Ćukanović, Miroslav Živković, Symbolic programming aplication in the elasto-plastic material model development, Fourteenth conferency YUINFO 2008, Kopaonik, Serbia, 2008, 09.03. - 12.03., ISBN 978-86-85525-03-2
25. Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Dragan Rakić i Snežana Vulović, Numerička analiza zavarenih spojeva vagonских konstrukcija, Savetovanje sa međunarodnim učešćem "ZAVARIVANJE 2010", Tara, Srbija, 2010, 02.06. - 04.06.
26. Miroslav Živković, **Vladimir Milovanović**, Vukašin Ćirović, Dragan Rakić, Primena metode centralnih razlika u numeričkoj analizi udara vagona tipa Schimms u barijeru, 16th conferency YUINFO 2010, Kopaonik, Serbia, 2010, 03.03. - 06.03., ISBN 978-86-85525-05-6
27. Nenad Busarac, Vladimir Dunić, Miroslav Živković, Radovan Slavković, **Vladimir Milovanović**, ANALYSIS OF MUMPS AND PETCS SOLVERS INTEGRATED IN PAK SOFTWARE, 17th Conference and exhibition YUINFO 2011, Kopaonik, Serbia, 2011, 06.03.-09.03, ISBN 987-86-85525-08-7
28. **Vladimir Milovanović**, Miroslav Živković, Dragan Rakić , Nenad Busarac, Rodoljub Vujanac, HYPERELASTIC MATERIAL MODEL DEVELOPMENT USING SIMBOLIC PROGRAMMING, 17th Conference and exhibition YUINFO 2011, Kopaonik, Serbia, 2011, 06.03.-09.03., ISBN 987-86-85525-08-7

**Ново лабораторијско постројење, ново експериментално постројење, нови технолошки поступак [M<sub>83</sub>]:**

29. Miroslav Živković, Aleksandar Dišić, Radovan Slavković, Miroslav Ravlić, Rodoljub Vujanac, Dragan Rakić, Milan Blagojević, **Vladimir Milovanović**, Uređaj za ispitivanje materijala pri velikim brzinama deformacije-Zatezni Hopkinsonov štap, TR-70/2012, Fakultet inženjerskih nauka, Kragujevac, 2012.

**Прототип, нова метода, софтвер, стандардизован или атестиран инструмент, нова генска проба, микроорганизми [M<sub>85</sub>]:**

30. Rodoljub Vujanac, Radovan Slavković, Miroslav Živković, Nenad Marjanović, Snežana Vulović, **Vladimir Milovanović**, Nova metoda za projektovanje i proračun skladišnih sistema, TR-53/2010, Ministarstvo za nauku Republike Srbije, Privatno preduzeće „IC“

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

Докторска дисертација кандидата Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера под насловом „Развој методологије за експерименталну и нумеричку процену интегритета носећих делова вагонске конструкције изложених цикличном динамичком оптерећењу“, одговара по обиму и садржају прихваћеној теми од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука и Стручног већа Универзитета у Крагујевцу. По квалитету, обиму и резултатима истраживања у потпуности задовољава све научне, стручне и законске услове за израду докторских дисертација.

Резултати истраживања су у писаном делу докторске дисертације изложени на укупно 137 стране. У раду је приказано 120 графичких илустрација и цитирано је 93 библиографских података. Излагање је сврстано у 8 поглавља:

1. Увод
2. Основе механике лома и замора
3. Експериментална испитивања статичких, заморних и ударних карактеристика материјала
4. Имплементација методе коначних елемената при прорачуну заварених конструкција изложених динамичким оптерећењима
5. Процена интегритета делова вагонских конструкција изложених динамичком оптерећењу
6. Закључна разматрања
7. Литература
8. Додатак

У поглављу 1 (Увод) су приказана уводна разматрања проблема који се јављају при процени интегритета конструкција изложених оптерећењима услед замора, преглед литературе и методе истраживања

Поглавље 2 (Основе механике лома и замора) приказује преглед теорије механике лома и замора, уводи појмове нискоцикличног и високоцикличног замора, анализу укупног века трајања ( $S-N$  анализа), анализу замора на основу деформација ( $\epsilon-N$  анализа), неке од основних појмова у области линеарне механике лома, као и појам замора заварених спојева.

Поглавље 3 (Експериментална испитивања статичких, заморних и ударних карактеристика материјала) представља експериментални део истраживања дисертације. У њему су приказани поступци за одређивање статичких, заморних и ударних карактеристика конструкционог челика. Експериментално добијени подаци добијени испитивањима даље су коришћени као основа за тумачење резултата добијених МКЕ прорачунима.

Поглавље 4 (Имплементација методе коначних елемената при прорачуну заварених конструкција изложених динамичким оптерећењима) обрађује технике и начине моделирања заварених спојева вагонских конструкција. Дат је детаљан преглед основних стандарда у области вагонских конструкција. Дефинисани су захтевани степени сигурности



у зависности од критеријума и направљен преглед дозвољених напона за различите типове заварених спојева

Поглавље 5 (Процена интегритета делова вагонских конструкција изложених динамичком оптерећењу) представља практичну примену развијене методологије на реалним вагонским конструкцијама.

У поглављу 6 (Закључна разматрања) су изведени закључци научног истраживања спроведеног у дисертацији.

У поглављу 7 (Литература) дат је приказ библиографских података коришћених у истраживању у оквиру дисертације.

Поглавље 8 (Додатак) приказује шеме распореда мерних трака.

## **5 Научни резултати докторске дисертације**

Кандидат Владимир Миловановић, дипломирани машински инжењер је у оквиру докторске дисертације извршио систематизацију постојећих знања и искустава у области процене интегритета вагонских конструкција изложених динамичким оптерећењима. У оквиру рада на дисертацији кандидат је дошао до резултата и закључака који имају своје место и значај како у научно-теоријском, тако и у практичном смислу. Најважнији научни резултати докторске дисертације су:

- Развијена је методологија процене интегритете делова вагонских конструкција изложених динамичким оптерећењима базирана на експерименталним истраживањима и нумеричким прорачунима.
- Експериментално су одређене статичке, динамичке (заморне) и ударне карактеристике основног материјала носећих делова вагонских конструкција.
- Извршена је систематизација добијених резултата. Тако добијени резултати коришћени су као полазна основа за нумеричку процену интегритета критичних зона конструкција које су изложене динамичким оптерећењима, у складу са међународним стандардима из области металних вагонских конструкција.
- За специјалне случајеве процене интегритета вагонских конструкција када комерцијалним програмима није било могуће симулирати реалне услове експлоатације, извршена је доградња програмског пакета ПАК, са циљем да се одговори специфичности задатка.
- Извршена је процена интегритета критичних зона носећих делова вагонске конструкције, која је изложена променљивим заморним оптерећењима, у складу са добијеним експерименталним карактеристикама и у складу са европским стандардима.
- За потребе процене преосталог радног века одређен је броја циклуса до отказа дела вагонске конструкције применом развијене методологије на основу експериментално одређених заморних карактеристика материјала и еластопластичне анализе и максималне вредности пластичних деформација.

## **6 Примењивост и корисност резултата у теорији и пракси**

Резултати докторске дисертације кандидата Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера, под насловом „Развој методологије за експерименталну и нумеричку процену интегритета носећих делова вагонске конструкције изложених



цикличном динамичком оптерећењу“, примењиви су и корисни, како у теорији, тако и у пракси. Развијена методологија даје низ значајних резултата који представљају нова сазнања у области испитивања материјала и процене интегритета заварених конструкција изложених заморним оптерећењима.

Примена развијене методологије на конкретним примерима у области вагонске индустрије и њена верификација на реалним конструкцијама је у потпуности илустровала корисност у пракси. Даља употреба развијене методологије у будућности би могла остварити позитиван утицај у области вагонске индустрије.

## **7 Начин презентирања резултата научној јавности**

Део научних резултата, произашлих у оквиру ове докторске дисертације је презентован објављивањем научних радова у међународним научним часописима, као и на међународним и националним научним скуповима.

Практични аспекти реализованог научно-истраживачког рада представљени су домаћој научној и стручној јавности делом и кроз реализацију пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја републике Србије под називом „Развој софтвера за решавање спрегнутих мултифизичких проблема“ -ТР32036.

Комисија сматра да истраживања и резултати докторске дисертације пружају обиман и користан материјал за даље публикавање у међународним и националним научним часописима и скуповима, који се баве проблемима испитивања материјала и анализе процене интегритета конструкција изложених динамичким оптерећењима.

На основу свега изложеног комисија доноси следећи:

### **ЗАКЉУЧАК**

Докторска дисертација кандидата Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера у потпуности, како по обиму тако и по квалитету, одговара одобреној теми дисертације, одлуком бр. 01-1/885-12 од 20.03.2014. године од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука у Крагујевцу.

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

У току израде докторске дисертације, кандидат Владимир Миловановић је дошао до оригиналних научних резултата, приказаних у дисертацији. Обимним експерименталним истраживањима кандидат је дошао до оригиналних научних резултата, које је даље искористио за процену интегритета делова вагонских конструкција изложених најразличитијим врстама оптерећења. Значајан део резултата је публикован у више радова у међународним и националним научним часописима и скуповима.

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



На основу свега претходно наведеног, Комисија за оцену писаног дела и усмену јавну одбрану докторске дисертације кандидата Владимира Миловановића, дипломираног машинског инжењера, једногласно је закључила да докторска дисертација, под насловом:

**„Развој методологије за експерименталну и нумеричку процену интегритета носећих делова вагонске конструкције изложених цикличном динамичком оптерећењу“**

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

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**



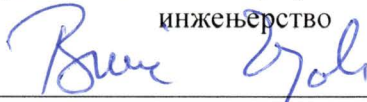
**Др Радован Славковић, ред. проф.,** Председник комисије, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу;

Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско инжењерство

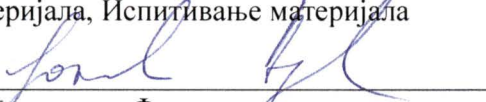


**Др Мирослав Живковић, ред. проф.,** Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу;

Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско инжењерство

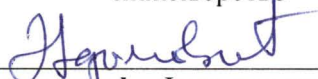


**Др Зијах Бурзић, научни саветник,** Војнотехнички институт у Београду  
Научне области: Интегритет и век конструкција, Механика лома, Инжењерство материјала, Испитивање материјала



**Др Гордана Богдановић, доцент,** Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу;

Научне области: Примењена механика, Примењена информатика и рачунарско инжењерство



**Др Драган Адамовић, ред. проф.,** Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу;

Научне области: Производно машинство, Индустијски инжењеринг

У Крагујевцу,

---