

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Марије Вукшић Поповић

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 820/2 од 20.05.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марије Вукшић Поповић, дипл.инж.маш. под насловом

**„АНАЛИЗА ОТКАЗА ВУЧНИХ УРЕЂАЈА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА КАО
ФАКТОР БЕЗБЕДНОСТИ И РИЗИКА ОД РАСКИНУЋА ВОЗА“**

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат мр Марија Н. Вукшић Поповић, дипл. инж. маш. је одбранила магистарски рад под називом „Утицај времена кочења на зауставни пут код железничких путничких возила“ код ментора др Милутина Миловановића, доцента 10.11.1999. године на Машинском факултету Универзитета у Београду на Катедри за железничко машинство (сада Катедра за шинска возила).

Кандидат Марија Н. Вукшић Поповић је уписала докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2016/2017. године. На молбу кандидата, Решењем број 1699/1 од 24.09.2019. године одобрен је статус мировања у школској 2018/2019., а Решењем број 1398/39 од 30.09.2020. године одобрен је статус мировања у школској 2019/2020. години. Такође, на молбу кандидата, декан Машинског факултета у Београду је донео Решење број 1354/1 од 25.09.2020. године о продужењу статуса студента на Докторским академским студијама у школској 2020/21. години. На основу положених испита на докторским студијама, научних и стручних активности кандидат је стекла право на пријављивање теме докторске дисертације.

Кандидат је поднела захтев за одобрење теме докторске дисертације на Катедри за шинска возила Машинског факултета Универзитета у Београду. За ментора кандидат је предложила др Јован Танасковића, ванредног професора Машинског факултета у Београду. На основу захтева кандидата Марије Вукшић Поповић, дипл. инж. маш. број 134/1 од 25.01.2021. године за одобрење теме докторске дисертације, сагласности Катедре за шинска возила број 349/1 од 19.02.2021. године да се кандидату одобри пријава теме докторске дисертације и именује Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 349/2 од 25.02.2021. године да се именује др

Јован Танасковић, ванредни професор Машинског факултета у Београду за ментора докторске дисертације и Одлуку број 349/3 од 25.02.2021. године којом се прихвата тема докторске дисертације под називом „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“ и именује Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације у саставу:

- др Војкан Лучанин, редовни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет,
- др Драган Милковић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Владимир Поповић, редовни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Ненад Радовић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет
- др Дејан Момчиловић, научни сарадник, Институт ИМС, Београд.

На основу извештаја Комисије број 349/4 од 11.03.2021. године и одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду број 349/5 од 18.03.2021. године да се прихвата предлог о испуњености услова о научној заснованости теме докторске дисертације, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 31.03.2021. године дало је сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата мр Марије Вукшић Поповић, дипл. инж. маш., број 61206-1347/2-21, под називом „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“.

На основу обавештења ментора др Јован Танасковића, да је кандидат Марија Вукшић Поповић завршила докторску дисертацију под називом „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“, као и предлога Катедре за шинска возила бр. 820/1 од 29.04.2021. године, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 820/2 од 20.05.2021. године о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу:

- др Војкан Лучанин, редовни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет,
- др Драган Милковић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Владимир Поповић, редовни професор, Универзитет у Београду, Машински факултет
- др Ненад Радовић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки факултет
- др Дејан Момчиловић, научни сарадник, Институт ИМС, Београд.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“ припада области техничких наука – машинство и ужој научној области – шинска возила за коју је матична Катедра за шинска возила Машинског факултета Универзитета у Београду.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат мр Марија Н. Вукшић Поповић, дипл. инж. машинства, рођена је 08.01.1970. године у Београду. Основну и средњу школу завршила је у Београду. Машински факултет Универзитета у Београду уписала је 1988. године, а дипломирала 1994. године на Катедри за железничко машинство (сада Катедра за шинска возила). Магистарске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду уписала је 1994. године, а магистрирала је 1999. године на Катедри за железничко машинство. Своје научно и стручно усавршавање реализује на Машинском факултету у Београду као студент докторских студија.

Од 1994. до 2016. године радила је у Институту “Кирило Савић“ у Београду, најпре као приправник и истраживач приправник, а од 2000. године као истраживач сарадник, односно од 2010. као виши стручни сарадник, а од 2015. као стручни саветник у сектору за железничку технику и технологију. У свом научно – истраживачком раду у оквиру Института учествовала је у већем броју пројеката, као и у иновационим и стратешким пројектима Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Од 2016. запослена је у Вишој железничкој школи струковних студија у Београду (сада одсек у Академији техничко-уметничких струковних студија Београд) као предавач на студијском програму Железничко машинство основних струковних студија, за предмете Железничка кола, Кочнице на железничким возилима, Одржавање железничких возила, Машински материјали, Машински елементи и Репарација машинских елемената. Школске 2018/2019. године радила је и као предавач на студијском програму Железничко машинство специјалистичких струковних студија у Вишој железничкој школи струковних студија у Београду за предмете Технологија градње, ремонта и одржавања железничких возила и Дијагностика отказа на путничким и теретним колима.

Члан је Комисија за стандарде, група Примене на железници (ISS/KS P256), у оквиру Институт за стандардизацију Србије од 2011. године.

Радила је као проверач према ISO/IEC 17020 од 2011. године (сертификат QEI K-01 2607) до 2016. године у Институту “Кирило Савић“. Вршила је и функцију контролора у контролном телу (типа А) према ISO/IEC 17020 у Институту “Кирило Савић“ од 2015. до 2016. године.

Аутор и коаутор је следећих радова:

1. Радови у врхунском међународном часопису (M21):
 - 1.1 Vukšić Popović M., Tanasković J., Glišić D., Radović N., Franklin F., Experimental and numerical research on the failure of railway vehicles coupling links, Engineering Failure Analysis, 2021, 105497, ISSN 1350-6307, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105497>
2. Радови саопштени на скуповима међународног значаја, штампани у целини (M33)
 - 2.1 Atanasovska, I., Vukšić Popović, M., Momčilović, D.: Simulation of the kinematic hardening of aisi 316 steel by nonlinear finite element analysis, 5th International Congress of Serbian Society of Mechanics, 15 -17.06. 2015, Arandjelovac, Serbia, ISBN: 978-86-7892-715-7, COBISS.SR-ID 296997639, Publisher: Serbian Society of Mechanics and Faculty of Technical Sciences Novi Sad, Serbia, pp.1-10.
 - 2.2 Vukšić Popović, M., Atanasovska, I., Plavšić, M.: Running resistance from full-scale measurements of passenger diesel motor unit 711, XVII Scientific-Expert Conference of Railways - RAILCON '16, 13-14 oktobar, 2016, Niš, Srbija, ISBN: 978-86-6055-086-8, COBISS.SR-ID 226310668, Izdavač: Faculty of Mechanical Engineering Niš, Srbija, pp.17-20.
 - 2.3 Radulović, S., Milković, D., Simić, G, Vukšić Popović, M.: Comparison of brake performances of freight wagons with the classic brake and compact freight car brake, XVIII International Scientific-expert Conference on Railway Railcon 18, Niš, Srbija, 11-12.10.2018., ISBN: 978-86-6055-086-6, pp. 21-24
 - 2.4 Vukšić Popović, M., Radulović, S.: Breaking of coupling of trains on the serbian railways, XVIII International Scientific-expert Conference on Railway Railcon 18, Niš, Srbija, 11-12.10.2018., ISBN: 978-86-6055-086-6, pp. 121-124
 - 2.5 Vukšić Popović, M., Jevtić, S.: Application of laser technology in production and maintenance of railway vehicles, XIX International Scientific-expert Conference on

Railway Railcon 20, Niš, Srbija, 15-16.10.2020., ISBN: 978-86-6055-134-6, pp. 177-180

3. Радови у истакнутом националном часопису (M52)
 - 3.1 Radulović, S., Milković, D., Simić, G, Vukšić Popović, M.: Comparison of brake performances of freight wagons with the classic brake and compact freight car brake, Machine Design, Vol.11(2019) No.1, ISSN: 1821-1259, pp. 17-20
4. Предавања по позиву са скупа националног значаја штампани у изводу (M62)
 - 4.1 Vukšić Popović, M., Radulović, S.: Mehanika kontakta točak/papuča železničkih vozila, Mini-simpozijum „Mehanika kontakta: Teorija i primena“, Matematički institut SANU i Projekat OI174001, Београд, 14.03.2017. године, ISBN: 978-86-7746-646-6, COBISS.SR-ID 230127884, Izdavač: Projekat OI174001 i Matematički institut SANU, SBEN – Niš, Srbija, knjiga apstrakata, str. 29-30.
5. Радови саопштени на скупу националног значаја штампани у изводу (M64)
 - 5.1 Vukšić Popović, M., Jovanović Đ.: Improvement of train dynamics using non-linear modelling of friction draft gear, Symposium Nonlinear dynamics - Scientific work of Prof. Dr Katica (Stevanovic) Hedrih, 04 – 06.09. 2019, Београд, Србија ISBN: 978-86-80593-69-2, Izdavač: Matematički institut SANU, knjiga apstrakata, str. 121

У досадашњем раду успешно је овладала специфичним софтверима за моделирање и симулацију (Matlab, Simulink) и Методом коначних елемената (Ansys), а дужи низ година користи и стандардне апликације из софтверског пакета MS Office (Word, Access, Excel, Visio, PowerPoint), и друге: MS Project, AutoCAD (CET сертификат од 1997.), Adobe Photoshop, Adobe Illustrator, Origin, CorelDRAW, Mathematica. Говори, чита и пише на енглеском језику. Основни ниво разумевања немачког и руског језика.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Марије Вукшић Поповић, дипл. инж. маш., под називом „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“ је формата А4, штампан једнострано, написан на српском језику, литиничним писмом. Написана је на укупно 128 нумерисане стране са 114 слика и дијаграма, 23 табела и 10 нумерисаних израза и списком коришћене литературе која садржи 83 референце. Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

1. Увод
2. Показатељи безбедности у железничком саобраћају
3. Анализа случајева раскинућа
4. Анализа отказа вучних уређаја
5. Анализа отказа вешалица
6. Експериментално испитивање вешалица из експлоатације
7. Анализа утицајних фактора на раскинуће воза
8. Процена ризика од раскинућа
9. Закључак.

Осим наведеног, докторска дисертација садржи резиме на српском и енглеском језику, списак литературе, садржај, биографију аутора, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу дисертације представљена су уводна разматрања о раскинућима воза, његовим узроцима и последицама. Дефинисани су предмет и научни циљеви истраживања, као и очекивани научни допринос истраживања, уз могућност практичне примене

очекиваних резултата. Указано је на значај раскинућа са аспекта безбедности, као једног од показатеља незгода у железничком саобраћају, узимајући у обзир учестаност појаве раскинућа и њене последице.

У другом поглављу - *Показатељи безбедности у железничком саобраћају* дат је преглед прописа у области безбедности и показатеља безбедности. Сагледано је место раскинућа као једне од врста незгода и несрећа у погледу учесталости појављивања по броју и релативној учестаности у односу на обим саобраћаја. Такође је сагледана безбедност железничког саобраћаја у РС, преко укупних показатеља, у односу на безбедност железничког саобраћаја у Европи.

У трећем поглављу - *Анализа случајева раскинућа* извршена је анализа случајева раскинућа из периода 2018-2020. година и систематизација сазнања. Резултати су поређени са подацима раскинућа из периода 2007-2011. године са посебним освртом на промене које су наступиле у периоду од преко десет година. Применом методе индукције, на основу извештаја и иследног материјала, а на основу сазнања из експлоатације и одржавања, утврђени су подаци потребни за анализу раскинућа. Прикупљени подаци и информације су обрађени статистички, а методом генерализације су утврђени најбитнији узроци настанка раскинућа и критични делови вучног уређаја на којима најчешће долази до раскинућа.

У четвртом поглављу - *Анализа отказа вучних уређаја* сагледано је стање у научној области анализе отказа вучних уређаја, извршен је и образложен избор елемената за даљу анализу. Такође је дата општа методологија анализе лома.

У петом поглављу - *Анализа отказа вешалица* извршена је анализа отказа вешалица које имају улогу сигурносних елемената вучних уређаја. Сломљени вешалице су испитане по методологији анализе отказа и лома, што је обухватило испитивање хемијског састава, металографски и фрактографски преглед и испитивање механичких карактеристика (тврдоће, чврстоће). Применом развијеног нумеричког модела Методом коначних елемената (МКЕ) извршен је прорачун деформационог и напонског стања вешалица. Извршена је валидација нумеричког модела коришћењем резултата експерименталних истраживања.

У шестом поглављу - *Експериментално испитивање вешалица из експлоатације* прикупљени су и анализирани подаци о стању вешалица у експлоатацији. Извршена је визуелна инспекција, димензиона контрола, испитивање методама без разарања (метода магнетних честица) и испитивање механичких карактеристика вешалица. Испитивани узорци су преузети у компанији „Србија Карго“ а.д. Треба напоменути да су узорци провели у експлоатацији дужи временски период. Приказ и анализа експерименталних резултата, као и компарација са теоријским подацима утврдила је механичке карактеристике и пластичне деформације у експлоатацији и опште стања вешалица после 30-40 година у експлоатацији, чиме је сагледан њихов утицај на појаву раскинућа.

У седмом поглављу – *Анализа утицајних фактора на раскинућа воза* анализирани су фактори који могу довести до појаве раскинућа груписани на оне који утичу на стање вучних уређаја, управљање возом и исправност возила и воза. На основу података „Србија Карго“ а.д. и праћења неисправности возила у експлоатацији утврђено је стање возила и вучних уређаја.

У осмом поглављу - *Процена ризика од раскинућа* извршена је процена ризика, помоћу Анализе начина и ефеката отказа и критичке анализе FMESA, заснована на стандарду серије EN 50126 и примени према UIC V169, RP 43 за најнеповољније услове. Ризик од раскинућа одређен је и на основу података о раскинућима у експлоатацији (учестаности и озбиљности последице). Спроведена анализа дала је практичан показатељ ризика од раскинућа који може да служи као реперна вредност за будуће праћење и оцену појаве раскинућа. На основу анализе проистекле су препоруке за смањење броја раскинућа.

У деветом поглављу докторске дисертације представљени су закључци истраживања, као и научни допринос дисертације. Истакнут је значај добијених резултата са могућностима њихове практичне примене. Предложени су и могући правци даљих истраживања у предметној области.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“ кандидата мр Марије Вукшић Поповић, дипл. инж. маш., представља савремен и оригиналан научни рад. У докторској дисертацији је извршена анализа раскинућа возова у железничком саобраћају, што је сложена појава која зависи од великог броја фактора. Случајеви раскинућа се у свим стручним домаћим и страним анализама посматрају као посебни случајеви - кроз анализу отказа елемената вучног уређаја. Статистичка праћења у извештајима о безбедности оператера везана за раскинућа, немају за циљ подизање нивоа научног сазнања из ове области. Са обзиром на просечан број раскинућа теретних возова од 40 случаја годишње анализа у овој области је оправдана.

Истраживањем су утврђени примарни узроци раскинућа, дата је њихова квантификација као и квантификација ризика од раскинућа. Спроведена анализа је у складу са тенденцијама развоја европских стандарда, где је у циљу повећања поузданости механичких компоненти железничких возила развијен стандард EN 50126-1 који даје смернице за израчунавање карактеристичних вредности поузданости, доступност, одрживост и сигурност (RAMS), како би се утврдила поузданост и сигурност железничког возног парка.

Утврђивањем најбитнијих узрока раскинућа воза предложене су одговарајуће превентивне мере ради смањења броја раскинућа, чиме се повећава безбедност у железничком саобраћају.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Прегледом коришћене литературе може се закључити да је кандидат располагао релевантним референцама које се баве отказом елемената вучних уређаја, прописима везаним за вучне уређаје и оцену ризика, литературом за механику лома. Релевантна литература је објављена у новије време, што говори о актуелности анализе отказа елемената вучног уређаја:

- [1] Mohammadi, M., Rahmatfam, A., Zehsaz, M., Hassanifard, S.: Failure analysis study of railway draw-hook coupler, Journal of Central South University, April 2019, 26, pp. 916–924
- [2] Cernescu, A., Dumitru, I., Faur, N., Branzei, N., Bogdan, R.: The analysis of a damaged component from the connection system of the wagons, Engineering Failure Analysis, 2013, 29: pp. 93–107.
- [3] Nový, F., Jambor, M., Petřů, M., Trško, L., Fintová, S., Bokůvka, O.: Investigation of the brittle fracture of the locomotive draw hook, Engineering Failure Analysis, 2019, 105, pp. 305–312
- [4] Ulewicz, R., Nový, F., Novák, P., Palček, P.: The investigation of the fatigue failure of passenger carriage drawhook, Engineering Failure Analysis, 2019, 104, pp. 609–616, Elsevier Ltd.

Поред научне коришћена је и стручна документација у виду комисијских извештаја о истрази раскинућа и иследни материјал, који обухвата бројна документа везана за рад железничке транспортне службе и послове одржавања железничких возних средстава.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У докторској дисертацији су коришћене савремене научно - истраживачке методе и технике истраживања:

- аналитичка метода - класификације, којима је вршена систематизација постојећих сазнања о проблему истраживања из постојеће литературе (резултати, практична, научна, техничка и друга достигнућа),
- метода индукције, којим је вршена реконструкција настанка раскинућа,
- статистичка метода обраде прикупљених података и информација,
- методе генерализације, којим су утврђени најбитнији узроци настанка отказа, а вршена је на основу прикупљених података,
- експерименталне методе испитивања без разарања којима је проверавано постојање оштећења вешалица (методом магнетних честица),
- експерименталне методе, којима су вршена испитивања механичких особина материјала на испитним епруветама или вешалицама,
- спектрометарска испитивања, којом је вршена хемијска анализа,
- металографска испитивања, којима је вршено макроскопско и микроскопско испитивање структуре, утврђена микроструктура вешалица,
- метода коначних елемената, која је примењена за прорачун деформација и напонског стања вешалица,
- метода компарације, којом је вршено поређење резултата добијених применом нумеричке анализе МКЕ са резултатима добијеним експерименталним истраживањима испитивањем вешалица.

У оквиру докторске дисертације, за потребе нумеричких симулација коришћен је софтверски пакет Ansys.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати докторске дисертације, поред значаја у научно-истраживачкој области, имају могућност стручне примене при чему се на основу утврђених параметара утицаја на појаву раскинућа, као и њихове квантификације могу предузети одговарајуће мере како би се у експлоатацији њихов утицај смањило.

Практични значај ове дисертације огледа се у могућности унапређења постојећих поступака дијагностике и оправке вучних уређаја, на основу сазнања добијених анализом отказа, чиме се може унапредити одржавање и смањити откази вучних уређаја.

Спроведено истраживање представља значајан допринос науци с обзиром да не постоји систематска анализа у овој области. Случајеви раскинућа се у свету и код нас посматрају појединачно, али у случају значајног броја ових појава на годишњем нивоу, као што је случај у РС, детаљна и свеобухватна систематска анализа, и препоруке за смањење раскинућа имају велики значај.

Методологија истраживања која је примењена у овој дисертацији може се користити за будућа истраживања поузданости вучних уређаја железничких возила и компарацију ризика од раскинућа железничких композиција на вишегодишњем нивоу.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Стручним и истраживачким активностима у току израде докторске дисертације кандидат је показала самосталност, одговорности и стручност за инжењерски и научни рад, као и спремност за решавање нових истраживачких задатака. Резултати докторске дисертације показују да је кандидат способан за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос кандидата је наведен у подпоглављу 4.3 – Анализа лома вешалица у оквиру кога су анализирана два карактеристична случаја лома вешалица при раскинућу (према методи за анализу лома кроз испитивања хемијског састава, металографски и фрактографски преглед и механичка испитивања) на странама 55-74 и објављен је у раду: М. Vukšić Popović, J. Tanasković, D. Glišić, N. Radović, F. Franklin, Experimental and numerical research on the failure of railway vehicles coupling links, Engineering Failure Analysis, 2021, 105497, ISSN 1350-6307, категорије M21 са IF: 2.897 и доступан је на е-адреси: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105497>.

Рад на овој дисертацији је довео до резултата који представљају научни допринос који се огледа у следећем:

- прва свеобухватна и систематска анализа појаве раскинућа возова (странице 15-37) са методологијом анализе, при чему су дефинисане карактеристике преко којих се врши анализа, чиме се подиже ниво научног сазнања из области раскинућа возова, која је са обзиром на просечан број раскинућа теретних возова од 40 случаја годишње неопходна,
- утврђивање експлоатационог ризика раскинућа на основу података о учестаности и озбиљности последица раскинућа заснованог на вишегодишњем праћењу појаве раскинућа (странице 29-36 и 119-121), који може да се користи као полазни показатељ ризика од раскинућа са којим ће се поредити вредности у наредном периоду,
- утврђивање утицаја елемената вучних уређаја на појаву раскинућа композиције, као и одређивање вредности које могу да доведу до раскинућа и препорука које могу да смање појаву истих,
- анализа лома сигурносних елемената вучних уређаја - вешалица и утврђивање одступања њихових карактеристика у експлоатацији, као и верификацију путем нумеричког модела у МКЕ за праћење напонског и деформационог стања вешалица.

Поред научног доприноса у дисертацији је остварен и следећи инжењерски допринос:

- систематизација и издвајања карактеристичних случајева раскинућа возова,
- утврђивање и квантификацији параметара који утичу на појаву раскинућа,
- процена настанка раскинућа при познатим условима експлоатације и стања вучних уређаја,
- оцена ризика од раскинућа на основу примене FMECA методе и на основу експлоатационих података.

Наведени научни допринос представља основу за даљи научноистраживачки рад у области раскинућа возова у железничком саобраћају, механици лома елемената вучних уређаја и динамици железничких возила.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа постојећих решења и релевантне литературе из научне области докторске дисертације, констатујемо да су приказани резултати истраживања предметне дисертације значајни, како са аспекта теоријског истраживања, тако и са становишта практичне примене. Предвиђање отказа применом статистичког метода праћења може значајно да утиче на смањење ризика од раскинућа и због повећања безбедности железничког саобраћаја, као и смањења директних и индиректних трошкова је оправдана. Утврђивањем стања елемената вучних уређаја, могуће је смањење ризика од отказа, а тиме и од раскинућа. Како у стручној литератури, и поред анализе појединачних случајева раскинућа, не постоји свеобухватна и систематска анализа узрока раскинућа, ово

истраживање је актуелно у домаћим условима експлоатације, где је просечан број раскинућа теретних возова у претходних 15 година око 40 случаја годишње.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни доприноси докторске дисертације кандидата Марије Вукшић Поповић, наведен у тачки 4.3 верификован је следећим радом, где је кандидат први аутор и једини аутор без доктората:

1. M. Vukšić Popović, J. Tanasković, D. Glišić, N. Radović, F. Franklin, Experimental and numerical research on the failure of railway vehicles coupling links, Engineering Failure Analysis, 2021, 105497, ISSN 1350-6307, <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2021.105497>

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу детаљног прегледа докторске дисертације, Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације констатује да се докторска дисертација под називом: „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“ кандидата мр Марије Вукшић Поповић, дипл. инж. маш., прихвати, изложи на увид јавности и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду. На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији, Комисија констатује да је мр Марије Вукшић Поповић, успешно завршила докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања, а да докторска дисертација под називом: „Анализа отказа вучних уређаја железничких возила као фактор безбедности и ризика од раскинућа воза“ представља оригиналан научни рад са научним доприносом у области машинства.

У Београду, 07.06.2021.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Војкан Лучанин, редовни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Драган Милковић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Владимир Поповић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Машински факултет

Проф. др Ненад Радовић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Технолошко-металуршки
факултет

Др Дејан Момчиловић,
Научни сарадник, Институт ИМС, Београд