

Образац 3.

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

265/2

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

10.2.2022.

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

**„ИСТРАЖИВАЊА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА ПРИ ОДРЕЂИВАЊУ КАРАКТЕРИСТИКА
КОЧНИЦЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА (RESEARCH OF INFLUENTIAL FACTORS IN
DETERMINATION OF RAILWAY VEHICLES BRAKE PERFORMANCE)“**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Шинска возила

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:
САША ЗОРАН РАДУЛОВИЋ

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):
Магистарске студије - Машински факултет Београд

3. Година завршетка
претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије: 2016.

5. Назив студијског програма докторских студија: Машинско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: _____ Драган Милковић _____

Звање: _____ Ванредни професор _____

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. D. Milković, G. Simić, Ž. Jakovljević, J. Tanasković, V. Lučanin, Wayside system for wheel-rail contact forces measurements, Measurement, Volume 46, Issue 9, pp. 3308–3318, 2013 (ISSN: 0263-2241, Science Citation Index-Web of Science® –IF= 1,526) – M21
2. Tanaskovic D. J., Milkovic D. D., Lucanin J. V., Franklin Vasic G., Experimental investigations of the shrinking-splitting tube collision energy absorber, Journal of Thin-Walled structure, Vol. 86, page 142-147, 2015 (ISSN: 0263-8231, Science Citation Index-Web of Science® –IF= 2,063) – M21
3. Jakovljevic Z., Petrovic P. B., Milkovic D., Pajic M., Diagnosis of irregularities in the part mating process based on contact states transitions, Assembly Automation 35/2 (2015) 190-199 (ISSN: 0144-5154, Science Citation Index-Web of Science® –IF= 1,176) – M22
4. Tanaskovic J., Lučanin V., Milković D., Simić G., Miloš M., Experimental Research of Characteristics of Modified Tube Absorbers of Kinetic Collision Energy of Passenger Coaches, Journal of Experimental Techniques, Volume 38, Issue 3, page 37-44, 2014. ISSN: 0732-8818, Science Citation Index-Web of Science® –IF= 0,545) – M23
5. Cerović V., Milković D., Grbović A., Petrović D., Simonović V.: 2D analytical model for evaluation of the forces in the three point hitch mechanism, Journal of Agricultural Sciences 26 (2020), 271-281, (ISSN: 1300-7580, Science Citation Index-Web of Science® –IF= 0,742) – M23

Обавештавамо вас да је

Наставно – научно веће

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 10.02.2022. године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

помена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном саном примерку за архиву Универзитета

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ -

Број: 265/2

Датум: 10.02.2022. године

Београд, Краљице Марије 16

На основу захтева студента **мр Саше Радуловића**, дипл. инж. маш., бр. 2213/1 од 03.12.2021. године да му се одобри израда докторске дисертације, реферата Комисије у саставу: др Војкан Лучанин, ред. проф., др Јован Танасковић, ванр. проф. и др Милан Бижић, ванр. проф., Универзитет у Крагујевцу, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву број 265/1 од 08.02.2022. године, а на основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 64. Статута Машинског факултета – пречишћени текст (број 1136/4 од 28.06.2021. године) и члана 30. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници од 10.02.2022. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Прихвата се научна заснованост теме докторске дисертације и констатује да студент **мр САША РАДУЛОВИЋ**, дипл. инж. маш. испуњава услове за израду докторске дисертације **«ИСТРАЖИВАЊА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА ПРИ ОДРЕЂИВАЊУ КАРАКТЕРИСТИКА КОЧНИЦЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА (RESEARCH OF INFLUENTIAL FACTORS IN DETERMINATION OF RAILWAY VEHICLES BRAKE PERFORMANCE)»**.

Одлуком ННВ број 2345/2, од 13.01.2022. године за ментора докторске дисертације **мр САШЕ РАДУЛОВИЋА**, дипл. инж. маш. именован је др Драган Милковић, ванр. проф.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Подобност теме и кандидата мр Саше Радуловића, дипл. инж. маш, за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду број 2345/3 од 13.01.2022. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата мр Саше Радуловића, дипл. инж. маш., студента докторских студија Универзитета у Београду – Машинског факултета за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

**„ИСТРАЖИВАЊА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА ПРИ ОДРЕЂИВАЊУ
КАРАКТЕРИСТИКА КОЧНИЦЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА“**

***„RESEARCH OF INFLUENTIAL FACTORS IN DETERMINATION OF
RAILWAY VEHICLES BRAKE PERFORMANCE“***

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1 Биографски подаци

Кандидат мр Саша Радуловић, дипл. инж. маш. рођен је 6. августа 1976. године у Пожаревцу, Република Србија. Основну школу и гимназију је завршио у Пожаревцу. Машински факултет у Београду уписао је 1995. године, а дипломирао је 2000. године на смеру за железничко машинство, са просечном оценом 8,11. Године 2000. уписује Магистарске студије на Машинском факултету у Београду, на смеру за железничко машинство. Септембра 2016. магистрирао је на Машинском факултету у Београду, на Катедри за шинска возила. Уписао је докторске студија 2016. године на Машинском факултету у Београду, на Катедри за шинска возила.

Од фебруара 2001. до фебруара 2002. је радио као сарадник-таленат на Катедри за железничко машинство. У том периоду обављао је наставу (вежбе) на предмету „Конструкција и прорачун вагона“.

Од 2002. до 2015. радио је у Институту „Кирило Савић“, најпре као истраживач-стручни приправник, затим као истраживач-стручни сарадник. Од 2007. до 2014. обављао је дужност шефа Сектора за железничко машинство и развој производа. Од 01.10.2014. до септембра 2015. је радио као директор Истраживачко развојног центра за машинство и саобраћај.

Од септембра 2015. године ради као сарадник (испитивач) у Лабораторији за шинска возила Машинског факултета у Београду. Такође обавља наставу (вежбе) на предмету „Кочнице шинских возила“. Изабран је у истраживачко звање истраживач-приправник 2017. године.

Познавање страних језика

Говори, чита и пише на енглеском језику.

Основни ниво разумевања француског језика.

Познавање рада на рачунару

У досадашњем раду успешно је овладао специфичним софтвером за моделирање и симулацију (Solidworks) 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, Adobe* програми, *Origin, CorelDRAW*.

1.2 Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат мр Саша Радуловић је уписао магистарске студије 2000. године на Машинском факултету Универзитета у Београду на Катедри за железничко машинство (сада Катедра за шинска возила). Тему магистарског рада под називом „**Утицај избора начина мерења и обраде мерних сигнала на одређивање кочне масе железничких возила у оквиру стандардне методе испитивања**“ је радио код ментора проф. др Горана Симића и одбранио 16.10.2016. године.

У оквиру магистарског рада, кандидат мр Саша Радуловић, се бавио истраживањима у области кочница железничких возила, посебно проучавањем самог процеса кочења, при испитивањима за одређивање карактеристика кочнице. Значај ове магистарске тезе у експерименталним истраживањима, као и типским испитивањима карактеристика кочница, огледа се у сагледавању утицаја поступка мерења и обраде сигнала на резултате мерења. Оваквим приступом, аналитичким и експерименталним, обезбеђује се поверење у квалитет резултата и прецизније дефинише поступак мерења у циљу постизања боље поновљивости, а тиме и поузданијег међусобног поређења карактеристика различитих кочница и возила на којима су оне уграђене. Целокупна анализа је рађена на бази захтева из најновијих прописа и стандарда, прилагођених и унапређених тако да анализа представља оригинални поглед на поједине, недовољно прецизиране сегменте испитивања карактеристика кочнице железничких возила. Истраживања спроведена током израде тезе представљају добру основу за унапређење експерименталних истраживања у ширем смислу, а посебно су значајна за испитивања везана за кочницу и процес кочења. Резултати се односе на једну недовољно разматрану област и применљиви су у сврху смањења расипања резултата и посебно на њихову упоредивост при испитивању карактеристика кочнице различитих железничких возила.

На основу овог истраживања кандидат је представио рад на међународној конференцији, који даје научни допринос кроз квантификовање утицаја избора начина мерења и обраде мерних сигнала на одређивање кочне масе железничких возила:

Radulović S., ...: INFLUENCE OF MEASUREMENT METHOD AND DATA PROCESSING ON THE RESULTS OF BRAKE PERFORMANCE TEST, Proceedings of the XVII Scientific-Expert conference on railways RAILCON '16, October 13-14, 2016, Nis, Serbia, page 33-36.

Кандидат мр Саша Радуловић је уписао докторске студије на Машинском факултету Универзитета у Београду школске 2016/2017. године. У оквиру докторских студија кандидат се, као наставак истраживања у области кочница, посветио даљим теоријским и експерименталним истраживањима у циљу прецизнијег одређивања карактеристика кочнице.

Кандидат је положио све испите предвиђене планом и програмом докторских студија.

Списак положених испита, остварених ЕСП бодова и оцена приказан је у табели.

Ред. бр. предмета	Назив предмета	Година студија (ЕСПБ)				Оцена испита
		1. година		2. година		
		I	II	III	IV	
1.	Виши курс математике	5				8 (осам)
2.	Нумеричке методе	5				8 (осам)
3.	ОМНИР	5				9 (девет)
4.	Мерења А-општи део	5				9 (девет)
5.	Одабрана поглавља из механике		5			9 (девет)
6.	Управљање и оптимизација преноса снаге локомотива		5			9 (девет)
7.	Нелинеарни проблеми чврстоће шинских возила		5			9 (девет)
8.	Напредне методе одржавања шинских возила			5		9 (девет)
9.	Динамички проблеми шинских возила			5		9 (девет)
10.	Истраживање и публикување 1	10				9 (девет)
11.	Истраживање и публикување 2		15			10 (десет)
12.	Истраживање и публикување 3			20		9 (девет)
13.	Истраживање и публикување 4				8	9 (девет)
14.	Пројекат идеје докторске дисертације				22	10 (десет)

Кандидат је положио свих 9 предмета (укупно 45 ЕСПБ бодова) предвиђених програмом Докторских студија Машинског факултета Универзитета у Београду, од тога четири обавезна и пет изборних предмета од којих сваки вреди 5 ЕСПБ бодова. Кандидат је 53 ЕСПБ бодова остварио истраживањем и публикувањем резултата, а 22 при изради пројекта идеје дисертације, у којем је изложио предмет истраживања и његов значај, циљ истраживања и основну хипотезу, као и методе истраживања и научни допринос, чиме је стекао укупно 120 бодова и услов за пријаву докторске дисертације.

Кандидат је у свом научно-истраживачком раду у оквиру Института “Кирило Савић” у периоду од 2002. до 2007. године учествовао у три пројекта Министарства науке Републике Србије (пројекат технолошког развоја и два пројекта националног програма енергетске ефикасности):

- Пројекат технолошког развоја број МИС.3.06.0120.В, Ревитализација и модернизација теретног колског парка ЈЖ, од 01.01.2002 до 31.12.2003.год.
- Пројекат у оквиру "Националног програма енергетске ефикасности" број ЕЕ105-182А, Развој система за обијање налепа у бункерима угља у темоелектранама са израдом пилот постројења и упоредним праћењем повећања номиналне снаге, 2003. до 2005. год.
- Национални програм енергетске ефикасности грађевинских објеката, бр НПЕЕ 197: Математичко моделирање и развој метода и технике за дијагностику енергетске ефикасности постојећих и нових објеката, 2004-2007. год.

Од 2019. године учесник је на пројекту “ИНТЕГРИСАНА ИСТРАЖИВАЊА У ОБЛАСТИ МАКРО, МИКРО И НАНО МАШИНСКОГ ИНЖЕЊЕРСТВА - Савремени дизајн шинских возила са аспекта повећања ефективности, безбедности и смањења утицаја на животну средину“, Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

Кандидат од 2015. године учествује у раду Лабораторије за шинска возила, која је од 2016. године акредитована у складу са *SRPS ISO/IEC 17025:2017* за прототипска испитивања шинских возила. У оквиру Лабораторије учествовао је у бројним испитивањима, од израде програма испитивања, спровођења испитивања до израде извештаја о испитивању. Резултате

појединих испитивања користио је за писање и објављивање научних радова.

Списак објављених радова и других релевантних резултата и активности које опредељују афинитет кандидата за рад на предложеној теми

Радови саопштени на скуповима међународног значаја, штампани у целини (M33)

1. *Krivokapić M., Vukšić-Popović M., Radulović S., Bogdanović B.: TESTING OF THE DINAMICAL BEHAVIOR IN RUNNING CONDITION OF THE NEW DMU FOR THE SERBIAN RAILWAYS, Proceedings of the XVI Scientific-Expert conference on railways RAILCON '14, October 09-10, 2014, Nis, Serbia, page 257-260.*
2. *Radulović S., Vidović D., Simić G., Golubović S.: DESIGN SPECIFICITY OF EAMS-Z SELF-PROPELLED WAGON, Proceedings of the XVII Scientific-Expert conference on railways RAILCON '16, October 13-14, 2016, Nis, Serbia, page 29-32.*
3. *Radulović S., Simić G., Milković D., Lučanin V.: INFLUENCE OF MEASUREMENT METHOD AND DATA PROCESSING ON THE RESULTS OF BRAKE PERFORMANCE TEST, Proceedings of the XVII Scientific-Expert conference on railways RAILCON '16, October 13-14, 2016, Nis, Serbia, page 33-36.*
4. *Vukšić Popović M., Radulović S.: BREAKING OF COUPLING OF TRAINS ON THE SERBIAN RAILWAYS, Proceedings of the XVIII Scientific-Expert conference on railways RAILCON '18, October 11-12, 2018, Nis, Serbia, page 121-124.*
5. *Stoilov B., Simić G., Purić C., Milković D., Slavčev S., Radulović S., Maznicki V., COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF THEORETICAL AND EXPERIMENTAL STUDIES OF FREIGHT WAGON Sdggmrss-TWIN, Proceedings of the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (11th International Scientific Conference on Aeronautics, Automotive and Railway Engineering and Technologies (BulTrans-2019)).*
6. *Milković D., Radulović S., Simić G., Tanasković J.: INFLUENCE OF HEAD WIND ON THE BRAKING DISTANCE OF SINGLE RAILWAY VEHICLE, Proceedings of the XIX Scientific-Expert conference on railways RAILCON '20, October 15-16, 2020, Nis, Serbia, page 13-16.*
7. *Simić G., Radulović S., Lučanin V.: SPECIFIC ASPECTS OF THE RAIL VEHICLE PASS-BY NOISE MEASUREMENT, Proceedings of the XIX Scientific-Expert conference on railways RAILCON '20, October 15-16, 2020, Nis, Serbia, page 17-20.*

Радови у тематском зборнику националног значаја (M45)

8. *Симић Г., Милковић Д., Радловић С.: ОСВРТ НА ИСПИТИВАЊА КОЧНИЦЕ БОЖИЋ - 9 ДЕЦЕНИЈА КАСНИЈЕ, Зборник радова са научни тематског скупа ДОБРИВОЈЕ С. БОЖИЋ - ИЗУМИТЕЉ САВРЕМЕНОГ СИСТЕМА КОЧЕЊА ВОЗА, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, новембар 2016. год. стр. 43-62.*

Радови у истакнутом националном часопису (M52)

9. *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*

Предавања по позиву са скупа националног значаја штампани у изводу (M62)

10. *Вукшић Поповић, М., Радловић, С.: МЕХАНИКА КОНТАКТА ТОЧАК/ПАПУЧА ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА, Зборник извода са Мини-симпозијума „Механика контакта: Теорија и примена“, Математички институт САНУ и Пројекат ОИ174001, Београд, 14.03.2017. године, ISBN:978-86-7746-646-6, COBISS.SR-ID230127884, Издавач: Пројекат ОИ174001 и Математички институт САНУ, СБЕН – Ниш, Србија, књига апстраката, стр. 29-30.*

1.3 Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Стручним и истраживачким активностима у досадашњем раду кандидат је показао заинтересованост, одговорности и стручност за инжењерски и научни рад, као и спремност за решавање нових истраживачких задатака. Кандидат је публиковао радове у националним научним часописима и учествовао у међународним и националним конференцијама који су директно повезани са темом предложене докторске дисертације. Током докторских студија показао је смисао за експериментални и теоријски рад у истраживањима која припадају научној области теме предложене докторске дисертације.

На основу биографских података, положених испита на докторским студијама, научних и стручних активности, објављених радова и до сада урађених експерименталних истраживања, Комисија сматра да је кандидат подобан за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Да би се утврдиле карактеристике кочнице шинских возила, потребно је одредити најважније параметре кочнице који дефинишу њену ефикасност. У складу са прописима који важе на простору Европске железничке мреже, параметри којима се процењује ефикасност кочнице су: зауставни пут, кочна маса односно проценат кочне масе и средње успорење. Ове величине могуће је одредити на бази прорачуна и/или испитивањем.

За прорачуне и испитивање карактеристика кочнице железничких возила меродавни су: регулативе TSI (Technical Specifications for Interoperability), европски стандарди (EN) и прописи Међународне железничке уније (UIC). У данашње време, сходно прописима, прорачуни нису меродавни за оцену карактеристика кочнице железничких возила. Прорачуни се спроводе по методама дефинисаним у пропису UIC 544-1 и стандардима EN 14351-1 и EN 14351-2. У току пројектовања возила, прорачуни се користе за дефинисање врсте кочнице и избора кочне опреме, која ће резултирати одговарајућим карактеристикама кочнице. Једино код возила која поседују кочницу са папучама од сивог лива тип P10 (углавном теретни вагони), карактеристике кочнице се одређују прорачуном. За њих се на основу прорачуна одређује и меродавна кочна маса вагона. Међутим, за сва нова возила, обавезујућа је примена кочних папуча на бази композитних материјала. И у том случају захтева се испитивање као једини начин за одређивање карактеристика кочнице.

Испитивање карактеристика кочнице спада у групу обавезних прототипских испитивања железничких возила, а захтева се и у већини случајева при модификацији кочног система на постојећим возилима (промена произвођача кочне опреме и др). Испитивање се спроводи у складу са прописом UIC 544-1 или стандардом EN 16834 у којима су дефинисане методе испитивања.

Испитивање карактеристика кочнице железничких возила спада у сложена и релативно скупа испитивања. Потребно је обезбедити одговарајуће техничке ресурсе, као што су испитна деоница пруге, вучно и помоћно возило у случају испитивања вучних возила, терет за симулацију оптерећења возила и др, као и поседовати адекватне људске капацитете.

За спровођење испитивања потребно је постојање прописаних услове и то:

1. атмосферских услова (минимум ветра и суве шине) и
2. услова за кочну опрему:
 - за возила са кочним папучама нови и репрофилисани точкови морају прећи 1200 km површина налегања тарних парова (диск/кочни уметак, точак/кочна папуча) мора бити најмање 85%
 - просечна температура тарних парова приликом испитивања мора бити испод 60 °C.

Сви ови услови доприносе да испитивања трају временски веома дуго.

Потребне величине које се мере при испитивању карактеристика кочнице су: брзина возила, зауставни пут, притисак, успорење, силе кочења, температура тарних елемената, као и услови околине (температура, брзина ветра).

Карактеристике кочнице, одређене на бази резултата испитивања прототипа возила треба одредити за свако возило у серији узимајући у обзир да оно има номиналне параметре дефинисане техничким описом (маса, време кочења, степен искоришћења кочног полужја и др). Како свако конкретно возило може имати вредности параметара (маса, време кочења) у складу са прописаним толеранцијама и променљиву вредност степена искоришћења кочног полужја током животног века, разлика између кочних карактеристика номиналног новог возила и конкретног возила у току експлоатације може бити велика.

Велики број фактора везаних за одређивање карактеристика кочнице није дефинисан, нити је одређен њихов утицај и значај на кочне карактеристике, што ће бити предмет овог истраживања.

Преглед литературе релевантне за предложену тему дисертације

1. A. Suresh Babu, N. Siva Prasad, **Coupled field finite element analysis of railway block brakes**, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, Volume 223 Issue 4, July 2009*, 345-352
2. M. Ggnay, M. Erdi Korkmaz, R. Ozmen, **An investigation on braking systems used in railway vehicles**, *Engineering Science and Technology, an International Journal Volume 23, Issue 2, April 2020, Pages 421-431*, <https://doi.org/10.1016/i.iestch.2020.01,009>
3. H. S. Hansen, M. U. Nawaz, N. Olsson, **Using operational data to estimate the running resistance of trains. Estimation of the resistance in a set of Norwegian tunnels**, *Journal of Rail Transport Planning & Management, Vol. 7, Issues 1-2, 2017*, pp. 62-76, ISSN 2210-9706,
4. Milkovic, D., Radulovic, S., Simic, G., Tanaskovic, J., **Influence of head wind on the braking distance of single railway vehicle**, *Proceedings of the XIX International Scientific-expert Conference on Railway Railcon '20, October 15-16, 2020, Nis, Serbia*, pp.13-16, ISBN: 978-86-6055134-6
5. Radulović S., Milković D., Simić G., Vukšić Popović M.: **Comparison of Brake Performances of freight wagons with classic brake and compact freight car brake**, *Proceedings of the XVIII Sceintific-Expert conference on railways RAILCON '18, October 11-12, 2018, Nis, Serbia*, page 21-24.
6. A. Nasr, S. Mohammad, **The effects of train brake delay time on in-train forces** DOI 10.1243/09544097J RRT306
7. R. Chandmal Sharma , M. Dhingra, R. Kumar Pathak, **Braking Systems in Railway Vehicles**, *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) January 2015*, ISSN: 2278-0181
8. G. Bureika, S. Mikaliunas, **Research on the compatibility of the calculation methods of rolling-stock brakes**, *TRANSPORT 2008*, ISSN: 1648-4142
9. Cantone, L.; Crescentini, E.; Verzicco, R. & Vullo, V. (2009), **A numerical model for the analysis of unsteady train braking and releasing manoeuvres**, *Proc. IMechE Vol. 223, Part F: J. Rail and Rapid Transit*, pp. 305-317, ISSN: 0954-4097; 2041-3017
10. М. Вукшић, **Утицај времена кочења на зауставни пут код железничких путничких возила, магистарски рад**, Машински факултет Београд, 1999.
11. Milkovic, D., Radulović S., Simic G., **Brake performance test of Falns wagon**, No. LSV-l-4/18, *Technical Report, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Laboratory of rail vehicles, Belgrade 2018*.
12. Milkovic, D., Radulović S., Simic G., **Brake performance test of Zacns wagon**, No. LSV-l-7/20, *Technical Report, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Laboratory of rail vehicles, Belgrade 2020*.

Suresh Babu и др. су у оквиру симулације успорења возила, одредили температуру на додирним површинама кочне папуче и точка у функцији силе притиска. Резултати су

верификовани експерименталним истраживањима за различите вредности брзине и успорења до заустављања.

H. S. Hansen и др. су разматрали отпоре који се јављају приликом кретања и кочења возова. Користили су директан приступ заснован на измереним/процењеним вредностима убрзања, којим су одредили отпоре у функцији брзине кретања и оптерећења возова. Показали су да постоји значајна разлика у отпорима одређеним приликом кретања целе композиције и приликом кретања појединачног возила. За одређивање карактеристика кочнице при испитивању одбацивањем вагона, меродавни су отпори одређени за појединачно возило.

Циљ предложене докторске дисертације је детаљно истраживање рада различитих типова система кочнице, који се примењују на железничким возилима. Кроз идентификацију утицајних параметара и одређивањем њиховог значаја на критеријуме одлучивања о карактеристикама кочнице, овом докторском дисертацијом поставиће се следећи научни циљеви:

- Унапређење постојећих метода испитивања кочница шинских возила.
- Развијање оригиналних нумеричких модела и симулација процеса који се реализују приликом рада кочнице.
- Предлог модификације кочних компоненти, које значајно утичу на кочне карактеристике.
- Дефинисање могућих праваца развоја кочнице и унапређења њених карактеристика.

У предметној научној области која се тиче кочница и кочних карактеристика железничких возила у Србији, дуги низ година нема истакнутих научних радова, реализованих истраживачких пројеката и одбрањених докторских дисертација. Док се у свету паралелно са развојем савремених возила и повећањем брзине кретања, кочнице, као битан безбедносни фактор кретања, непрестано развијају и усавршавају са аспекта повећања поузданости, унапређења примењених фрикционих (тарних) материјала, као и у циљу постизања ефикаснијег начина управљања радом кочнице.

Актуелна истраживања у овој области анализирају следеће теме:

- Савремене конструкције кочница и варијанте кочног полужја са посебним освртом на примену компактних кочница новије генерације,
- Анализа савремених фрикционих материјала и методологије њихове верификације за примену на железници,
- Примена пнеуматске и електро-пнеуматске кочнице код савремених возила,
- Примена различитих типова динамичких кочница, њихово комбиновање и могућност рекуперације енергије кочења,
- Аеродинамички ефекат и отпори кретања шинских возила и њихов утицај на одређивање кочних карактеристика возила,
- Примена нумеричких прорачуна ради одређивања механичких и термо-механичких напрезања елемената кочнице применом МКЕ,
- Примена симулационих програма за анализу струјања које утиче на хлађење кочних елемената,
- Експериментална истраживања и одређивање кочних карактеристика са реалним возилима.

До сада реализована експериментална истраживања уз подршку савремене мерне технике, која подразумева примену различитих давача на оптичком, ласерском, Доплер-радарском, индуктивном и другим принципима, обезбеђују идентификацију појединих утицајних параметара на измерене зауставне путеве и успорење и њихово поређење са резултатима прорачуна и симулацијама.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Основне научне хипотезе од којих ће се поћи у истраживању и на којима ће се заснивати неке активности током рада на тези, везане су за примену основних закона о одржању кинетичке енергије кретања воза и раду који остварују тарни елементи пнеуматске кочнице, узимајући у обзир и својства приањања у додиру точак-шина. Такође, посебно ће се водити рачуна о термо-механичким напрезањима, која се јављају у тарним елементима приликом кочења. Та напрезања ограничавају примену већих сила кочења. Хипотеза коју би ова теза требало да докаже је да је савременим нумеричким методама могуће одредити главне параметре рада кочнице (сила, притисак, температура, време кочења итд.) и да се на тај начин повећа поузданост избора одговарајућих кочних компоненти и њихових радних карактеристика.

Истраживања у оквиру тезе ће бити базирана и на хипотези да је предложени метод одређивања карактеристика кочнице уз мања прилагођавања применљив за различите типове возила, укључујући возове за велике брзине. Развијени модел је потребно валидирати експерименталним резултатима.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У докторској тези, у поступку реализације научних резултата користиће се следеће савремене научно-истраживачке методе и технике истраживања:

- *метода прегледа*, којом ће се омогућити систематизација постојећих сазнања о проблему истраживања из постојеће литературе (резултати, практична, научна, техничка и друга достигнућа),
- *статистичка метода*, прикупљање података и информација којима се оцењује стање и промена карактеристика кочног система у току експлоатације.
- *прелиминарно експериментално истраживање*, којим се утврђују вредности параметара кочења на возилима у току експлоатације (у периоду између два циклуса одржавања).
- *развијање нумеричких модела* применом одговарајућег софтвера
- *експериментално истраживање*, којим се врши *одређивање* карактеристика кочница различитих возила мерењем потребних физичких величина,
- *нумеричка анализа* применом одговарајућег софтвера са експериментално верификованим моделом, која омогућује одређивање утицаја појединих фактора, варирањем у ширим границама од експериментално расположивих (*Computational Fluid Dynamics – CFD* метода,...)
- *метода компарације*, којом ће се омогућити поређење резултата добијених применом нумеричке анализе са вредностима добијеним при испитивању.

Претпоставља се да су предложене методе потребне и довољне да се потпуно јасно и темељно представи и анализирају фактори који утичу на одређивање карактеристика кочнице шинских возила.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Према постављеним хипотезама и циљевима истраживања, очекивани научни допринос предложених истраживања у оквиру предметне докторске дисертације је идентификација и квантификација параметара који утичу на одређивање карактеристика кочнице и њихово вредновање у зависности од услова испитивања и експлоатације, као и од самог типа возила и примењене кочнице.

Практични значај ове дисертације је унапређење стандардних метода испитивања кочнице применом савремених сензора, робусних и истовремено заснованих на напредним бесконтактним принципима мерења. То би омогућило већи број добијених резултата за исти временски период, а самим тим статистички гледано прецизније одређивање карактеристика кочнице.

Добијени резултати истраживања ће бити од великог значаја у свим фазама развоја нових система кочница, које обухватају пројектовање и производњу нових, као и експлоатацију и одржавање система постојећих шинских возила.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Прва фаза истраживања ће обухватити прикупљање и анализу доступне техничке документације савремених возила у смислу упознавања са примењеним техничким решењима система кочнице. Након тога идентификација, са критичким освртом, главних тема и проблематике којима се баве аутори радова објављених у међународно признатим часописима.

Друга фаза истраживања се односи на анализу актуелних стандарда и упознавање са стандардним поступцима и методама за одређивање главних карактеристика и показатеља ефикасности кочница.

Трећа фаза истраживања би требала да прикаже прве резултате и доприносе унапређењу експерименталних истраживања и метода испитивања, са циљем јасне идентификације и издвајања утицајних параметара и законитости понашања.

Четврта фаза би обухватила валидацију аналитичких прорачуна и развијених нумеричких модела, поређењем са резултатима спроведених експерименталних истраживања и испитивања. Такође, ова фаза би садржала упоређивање добијених резултата нумеричких и експерименталних испитивања у сврху оптимизације рада кочнице и препознавања добрих техничких решења у пракси.

Пета фаза је верификовање добијених резултата кроз публикавање научно-истраживачког рада.

Предвиђено је да докторска дисертација има следећу структуру:

1. Увод
2. Преглед доступне литературе и досадашњих релевантних истраживања
3. Преглед и анализа предметних теоријских основа
4. Идентификација и теоријска анализа основних утицајних параметара који утичу на одређивање кочних карактеристика
5. Развој нумеричких модела и прорачуна у МКЕ
6. Експериментална истраживања и одређивање кочних карактеристика са реалним возилима
7. Компаративна анализа резултата и дефинисање могућих побољшања и валидација развијеног метода;
8. Прилагођавање и унапређивање постојећих метода испитивања
9. Закључак и дискусија
10. Литература

7. ЗАКЉУЧАК

Анализом пријаве теме кандидата мр Саше Радуловића, дипл. инж. маш., Комисија за подношење реферата о теми докторске дисертације закључује да је предложена тема научно утемељена, актуелна и подобна за израду докторске дисертације, као и да кандидат испуњава све предвиђене услове прописане Законом о високом образовању и статутом Машинског факултета Универзитета у Београду, и да има научноистраживачке способности за рад на докторској дисертацији.

Имајући у виду све наведено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да се кандидату

Мр Саше 3. Радуловићу, дипл. инж. маш.

одобри израду докторске дисертације под називом:

**„ИСТРАЖИВАЊА УТИЦАЈНИХ ФАКТОРА ПРИ ОДРЕЂИВАЊУ
КАРАКТЕРИСТИКА КОЧНИЦЕ ЖЕЛЕЗНИЧКИХ ВОЗИЛА“**

***„RESEARCH OF INFLUENTIAL FACTORS IN DETERMINATION OF
RAILWAY VEHICLES BRAKE PERFORMANCE“***

Тема припада области техничких наука – машинство. Ужа научна област теме су шинска возила, за коју је матична Катедра за шинска возила Машинског факултета Универзитета у Београду. Сходно ужој научној области предложене теме за ментора докторске дисертације предлаже се др Драган Милковић, ванредни професор на Катедри за шинска возила, Машинског факултета Универзитета у Београду.

У Београду, 07.02.2022. године.

Чланови Комисије

.....

др Војкан Лучанин, редовни професор
Универзитет у Београду-Машински факултет

.....

др Јован Танасковић, ванредни професор
Универзитет у Београду-Машински факултет

.....

др Милан Бижић, ванредни професор
Универзитет у Крагујевцу,
Факултет за машинство и грађевинарство, Краљево

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 2345/2
Датум: 13.01.2022. године
Београд, Краљице Марије бр.16

На основу члана 64. Статута Машинског факултета Универзитета у Београду – пречишћен текст, арх. бр. 1136/4 од 28.06.2021. године и члана 20. а сагласно члану 29. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду од 24.05.2016.г., Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној дана 13.01.2022. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Именује се **др Драган Милковић, ванр. проф.** за ментора докторске дисертације **„Анализа утицајних фактора при одређивању карактеристика кочнице железничких возила“** кандидата **мр Саше Радуловића, дипл. инж. маш.,** студента докторских студија.

Одлуку доставити: ментору, докторанту и архиви.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Владимир Поповић