

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет:

Реферат о урађеној Докторској дисертацији кандидата Луке Лазаревића, магистарског инжењера грађевинарства.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду бр. 154/9-13 од 26.02.2016. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану Докторске дисертације кандидата Луке Лазаревића, магистарског инжењера грађевинарства, под насловом

**„ОДРЕЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА ГЕОМЕТРИЈЕ КОЛОСЕКА
ПРИМЕНОМ ФРАКТАЛНЕ АНАЛИЗЕ МЕРЕНИХ ПОДАТАКА“**

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

На основу предатих захтева кандидата Луке Лазаревића, магистарског инжењера грађевинарства, и донетих одлука одговарајућих органа Универзитета у Београду и Грађевинског факултета, хронологија одобравања и израде Дисертације је следећа:

- 13.12.2010. год. кандидат Лука Лазаревић, магистарског инжењера грађевинарства, уписао је Докторске академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Грађевинарство.
- 28.03.2013. год. кандидат Лука Лазаревић, магистарског инжењера грађевинарства, поднео је пријаву предлога истраживања у оквиру Докторске дисертације и теме Докторске дисертације, уз захтев да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и предложене теме и за ментора предложио др Зденку Поповић, ванредног професора на Грађевинском факултету Универзитета у Београду.
- 04.04.2013. год. на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета донета је одлука о формирању Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду Докторске дисертације.
- 30.04.2013. год. Комисија за оцену подобности теме и кандидата за израду Докторске дисертације поднела је позитиван извештај Наставно-научном већу Грађевинског факултета.

- 16.05.2013. год. на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета донета је одлука о прихватању позитивне оцене Комисије за оцену подобности теме и кандидата и о предлогу да за ментора буде именована др Зденка Поповић, ванредни професор Грађевинског факултета Универзитета у Београду.
- 28.05.2013. год. на седници Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду донета је одлука којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Луке Лазаревића, маг.инж.грађ. и на именовање ментора др Зденке Поповић, ванредног професора Грађевинског факултета Универзитета у Београду.
- 18.02.2016. год. кандидат Лука Лазаревић, маг.инж.грађ., поднео је примерак завршене Докторске дисертације уз захтев Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду за почетак поступка за оцену и одбрану Докторске дисертације.
- 25.02.2016. год. на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета Универзитета у Београду донета је одлука о формирању Комисије за оцену и одбрану Докторске дисертације кандидата Луке Лазаревића, маг.инж.грађ.

1.2. Научна област Дисертације

Докторска дисертација припада научној области техничко-технолошких наука, подручје Грађевинарство, као и ужим научним областима *Планирање и пројектовање железница* и *Конструкција, грађење и одржавање железница*, за које је Грађевински факултет Универзитета у Београду матичан.

Ментор, др Зденка Поповић, дипл.грађ.инж., изабрана је у звање редовног професора на Грађевинском факултету Универзитета у Београду 2015. године, за уже научне области *Планирање и пројектовање железница* и *Конструкција, грађење и одржавање железница*. Објавила је осам радова на SCI листи (два рада категорије М22 и шест радова категорије М23), три рада категорије М24, два поглавља у монографији међународног значаја категорије М14, једну монографију националног значаја категорије М41, 54 рада на међународним конгресима (50 радова категорије М33 и четири рада категорије М34), 32 рада у домаћим часописима, 20 радова на домаћим скуповима (катеорије М63). Учествовала је на пет пројеката Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије и на два међународна пројекта. Учествовала је у изради техничких решења, студија и пројеката из области горњег и доњег строја железница, железничких станица и чворова, као и пружању консултантске подршке у области пројектовања, грађења и одржавања железничке инфраструктуре, пружању техничке подршке у области хармонизације и израде подзаконских аката и законске регулативе за железничку инфраструктуру.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Лука Лазаревић рођен је 10.06.1986. године у Ваљеву, где је завршио Основну школу и Гимназију са одличним успехом. Грађевински факултет Универзитета у Београду уписао је 2005. год. Дипломирао је 2009. год. са просечном оценом 8,40. Синтезни пројекат са темом „Просторно обликовање рампе за надвишење према европским нормама ENV 13803-1“ одбранио је са оценом 10. Мастер академске студије је завршио 2010. год. са просечном оценом 10. Мастер рад са темом „Рампа за надвишење као просторни елемент трасе железничке пруге“ одбранио је са оценом 10.

Докторске академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду уписао је 2010. год. На поменути студијама положио је све испите са просечном оценом 10. Запослен је на Грађевинском факултету Универзитета у Београду у звању асистента за уже научне области *Планирање и пројектовање железница* и *Конструкција, грађење и одржавање железница*. У настави је ангажован на извођењу вежби на предметима „Планирање и пројектовање железница 1“, „Планирање и пројектовање железница 2“, „Горњи строј железница“, „Одржавање железничких пруга“, „Саобраћајнице и животна средина“ и „Железничке станице“, као и на предмету „Саобраћајни инфраструктурни системи“ у периоду од 2011-2013 год. Досадашњи педагошки рад Луке Лазаревића високо је оцењен од стране предметних наставника и студената. Активно учествује у истраживању на једном домаћем пројекту и изради радова у научним часописима и на научним скуповима домаћег и међународног значаја. Коаутор је два поглавља у монографији међународног значаја (категорије M14). До сада је објавио 7 радова у часописима на SCI листи (2 рада категорије M22 и 5 радова категорије M23), 3 рада категорије M24, 39 радова на међународним конгресима (36 радова категорије M33 и 3 рада категорије M34), 12 радова у домаћим часописима, 3 рада у часописима у SCOPUS бази, 5 радова на домаћим конгресима (категорије M63). Остварио је 35 хетероцитата (од тога 2 хетероцитата у часописима категорије M21 и 3 хетероцитата у часописима категорије M23), као и 34 аутоцитата (од тога 12 аутоцитата у часописима са SCI листе). Учествовао је у изради две стручне студије, од којих је једна међународног карактера.

Учесник је Технолошког пројекта Министарства за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије бр. 36012 „Истраживање техничко-технолошке, кадровске и организационе оспособљености Железница Србије са аспекта садашњих и будућих захтева Европске Уније“, чија је реализација у току. Учествовао је на једном међународном пројекту. Члан је Кластера железница за Југоисточну Европу, као и Алијансе SEESARI (South East Europe Alliance for Rail Innovation). Члан је групе за грађевински део у Комисији за стандардизацију (П 256 – Примене на железници), Института за стандардизацију Србије. Члан је међуресорне радне групе за израду подзаконских аката на основу Закона о жичарама за транспорт лица.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај Дисертације

Докторска дисертација кандидата Луке Лазаревића, маг.инж.грађ. написана је у складу са „Упутством за обликовање докторске дисертације“ које је 14.12.2011. године усвојио Сенат Универзитета у Београду у оквиру „Упутства за формирање репозиторијума докторских дисертација“. Дисертација је обима 236 страна, садржи 110 слика, 17 табела и 4 прилога. На почетку Дисертације дат је сажетак на српском и енглеском језику са кључним речима, а затим садржај и листа слика, табела, симбола и скраћеница. Докторска дисертација је подељена на 8 поглавља под следећим називима:

1. Увод,
2. Квалитет геометрије колосека,
3. Увод у фракталну геометрију,
4. Фрактална анализа параметара геометрије колосека,
5. Теоријска анализа утицаја услова ослањања прагова,
6. Утврђивање услова ослањања мерењем микротремора прагова,
7. Сеизмометријско томографско картирање доњег строја,
8. Закључак и смернице за даља истраживања.

Након закључка, дат је списак литературе који садржи 101 библиографску јединицу које су коришћене у изради Дисертације. У наставку, приложена су 4 прилога који обухватају: (1) положај деонице Лајковац-Ваљево на железничкој мрежи Србије и положај две тест-деонице на којима је вршено теренско испитивање недеструктивним методама, (2) ситуациони план деонице Лајковац-Ваљево, (3) подужни профил деонице Лајковац-Ваљево, и (4) дијаграми параметара геометрије колосека на деоници Лајковац-Ваљево снимљени током инспекције мерним колима 12.03.2014. године. На крају, приложена је кратка биографија аутора, као и потписане Изјава о ауторству, Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјава о коришћењу.

Према структури рада, примењеним научним методама и постигнутим резултатима, Дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде предвиђене за овакву врсту научног рада.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Прво поглавље је уводно. У њему је представљен предмет истраживања у оквиру Докторске дисертације. Предмет истраживања је фрактална анализа података добијених снимањем геометрије колосека и њена примена у области дефинисања квалитета геометрије, планирања активности одржавања и оцене узрока пропадања геометрије. Истраживање је усмерено на пропадање вертикалне геометрије колосека. Указано је на актуелност теме. Као циљ Дисертације наведено је унапређење ефикасности одржавања колосека на основу утврђивања оптималне методе за дефинисање фракталне димензије снимљених података геометрије колосека, унапређења методе обраде измерених података о геометрији колосека применом фракталне анализе, дефинисања фракталне димензије мерних дијаграма као јединственог показатеља квалитета постојеће геометрије, испитивања зависности резултата мерења вертикалне геометрије колосека и стања конструкције горњег и доњег строја, као и истраживања могућности примене фракталне димензије дијаграма геометрије колосека у области планирања активности одржавања на постојећим пругама.

У **другом поглављу** је дат преглед главних параметара геометрије колосека, њихових граница толеранције и преглед метода за одређивање квалитета геометрије колосека у складу са релевантном серијом европских стандарда (усвојених као српски стандарди).

У **трећем поглављу** је дат преглед развоја области фракталне геометрије. Представљене су теоријске поставке *Hausdorff*-ове димензије, као основне дефиниције фракталне димензије, и тзв. бокс димензије која се најчешће примењује као метода за одређивање фракталне димензије. У наставку су дата основна својства фрактала и њихова подела по својству самосличности. Наведено је да својство самосличности карактерише сваки фрактал и да постоје три врсте у зависности од врсте фрактала: апсолутна самосличност, квази-самосличност и статистичка самосличност. Истакнуто је да параметри геометрије колосека, као и многи други параметри који се мере у функцији времена или простора, представљају статистички самосличне фрактале. У последњем делу поглавља су приказани практични примери одређивања фракталне димензије применом дефиниције бокс димензије.

На почетку **четвртог поглавља** је дат преглед истраживања која су се до сада бавила применом фракталне анализе у области транспортне инфраструктуре. У наставку је дат преглед различитих метода фракталне анализе, које се могу применити у зависности од конкретног случаја. У Докторској дисертацији су за тестирање на параметрима

геометрије колосека изабране четири методе: бокс метода (одређивање бокс димензије), метода корачања, измењена метода корачања и метода прелазака. Оригинални софтверски алат за тестирање ових метода је развијен коришћењем програмског језика *AutoLISP*, који омогућава једноставно представљање резултата у *CAD* окружењу, а тиме и брзу визуелну контролу тачности добијених резултата и могућност инжењерског тумачења. Све четири методе су тестиране на две деонице железничке пруге Београд-Врбница за различите улазне податке добијене снимањем геометрије колосека помоћу мерних кола. Најмања дисперзија резултата је добијена применом бокс методе, због чега је ова метода изабрана за фракталну анализу параметара геометрије колосека у Докторској дисертацији. Применом бокс методе спроведена је фрактална анализа параметара геометрије колосека на деоници Лајковац-Ваљево железничке пруге Београд-Врбница. У овом поглављу је предложена метода за класификацију геометрије колосека у складу са добијеним вредностима фракталне димензије, чијом применом су одређене две референтне деонице на посматраној прузи – једна са најбољим квалитетом и друга са најлошијим квалитетом геометрије колосека.

У **петом поглављу** је представљена теоријска анализа утицаја услова ослањања прагова на параметре вертикалне геометрије колосека, односно на вибрације прагова у колосеку. Приказани су аналитички модели за анализу фреквенција вибрација прагова у застору од туцаника при различитим условима ослањања прагова. Коришћењем модела срачунате су природне фреквенције прагова у условима када се праг целом доњом површином ослања на застор, као и у условима делимичног ослањања. На основу анализа срачунатих природних фреквенција прагова утврђена је њихова зависност од начина ослањања прага, као и масе и дужине прага.

У **шестом поглављу** је представљено испитивање услова ослањања прагова на деоници Лајковац-Ваљево железничке пруге Београд-Врбница. На терену је спроведено сеизмометријско профилисање узорковањем микротремора у поступку детектовања аномалијских зона ослањања прагова. Након теренских испитивања, извршена је анализа микровибрација прагова (микротремора), које се могу директно повезати са условима ослањања прагова, односно са променама у параметрима вертикалне геометрије колосека. Узорковање микротремора је извршено на две референтне деонице. Приликом анализе микротремора коришћени су теоријски ставови из Поглавља 5. Резултати анализе микротремора су потврдили постојање корелације између услова ослањања прагова и стања вертикалне геометрије колосека. Поглавље 6 је публикувано у часопису *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* (категорија M23) као оригиналан научни рад (<http://dx.doi.org/10.1177/0954409715615629>), чији је први аутор кандидат Лука Лазаревић, маг.инж.грађ.

У **седмом поглављу** је представљено испитивање стања доњег строја на референтној деоници пруге Лајковац-Ваљево са најлошијим квалитетом геометрије колосека. Теренска испитивања су спроведена применом недеструктивне методе сеизмометријског томографског картирања. Резултати анализа мерних података су потврдили полазну претпоставку да су зоне са израженим пропадањем вертикалне геометрије колосека последица слегања доњег строја.

На крају, у **осмом поглављу** су наведена закључна разматрања, као и смернице за даља истраживања. У закључним разматрањима су наведени резултати истраживања у Дисертацији, који обухватају предлог оригиналног индекса квалитета геометрије колосека заснованог на фракталној димензији нормираног скупа података добијених

стандардним мерним колима. На тај начин, испуњен је циљ истраживања, који је дефинисан као унапређење ефикасности одржавања. Као смернице за даља истраживања наводи се одређивање збирног утицаја параметара геометрије колосека на удобност и безбедност вожње мерењима у лабораторијским условима на пробници и на терену.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

С обзиром на распрострањеност примене фракталне анализе у области медицине за потребе дијагностике, очигледна је примењивост фракталне анализе у области утврђивања стања инфраструктуре на основу дијаграма мерних података.

Широм света Управљачи железничке инфраструктуре баве се мерењем и тумачењем параметара геометрије колосека, који су утврђени јединственим европским стандардима (EN 13848 Railway applications - Track - Track geometry quality - Part 1-6), што указује на савременост и актуелност истраживања у области унапређења ефикасности одржавања колосека, што је циљ ове Докторске дисертације. Унапређење ефикасности одржавања колосека треба да доведе до смањења трошкова одржавања током целокупног животног века железничке пруге, што указује на могућност примене резултата Дисертације у инжењерској пракси у области планирања активности одржавања и прогнозе стања геометрије колосека.

Савременост и актуелност Дисертације потврђена је објављивањем резултата истраживања у међународним часописима (категорије M22, M23 и M24), оствареним хетероцитатима (1 хетероцитат у часопису категорије M21 и 2 хетероцитата у часописима категорије M23), као и радовима саопштеним на међународним скуповима. Посебно треба истаћи да је шесто поглавље Дисертације објављено у целини као оригинални научни рад у часопису Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit (категорије M23), чији је први аутор кандидат Лука Лазаревић, маг.инж.грађ.

Поред тога, у Дисертацији су коришћене савремене методе (теренске методе недеструктивних испитивања, фрактална анализа, метода моделирања, упоредна анализа експерименталних и теоријских резултата), технике и алати, а коришћена литература додатно указује на савременост и актуелност истраживане области.

У раду је развијен оригинални софтверски алат за фракталну анализу параметара геометрије колосека, који је заснован на примени бокс методе. У литератури је до сада бокс метода оцењивана као захтевна за програмирање, те је као таква упркос теоријским предностима остајала без практичне примене. Такође, у Дисертацији је предложен оригинални индекс квалитета колосека, заснован на фракталној димензији мерних података.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Списак литературе садржи 101 библиографских јединица које су коришћене у изради Дисертације. Литература је релевантна за предмет и циљеве истраживања. Кандидат је у Дисертацији правилно реферисао бројне научно-стручне радове, монографије, уџбенике и студије и показао је висок ниво познавања резултата истраживања у најважнијој класичној и савременој литератури из предметне области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У оквиру Докторске дисертације, поред општих метода истраживања коришћене су теренске методе недеструктивних испитивања, фрактална анализа, метода моделирања и упоредна анализа експерименталних и теоријских резултата. Изабране методе су адекватне и у потпуности одговарају предмету и циљевима истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Предложени метод одређивања индекса квалитета колосека (*TQI*), који је заснован на фракталној димензији, може да се користи на нивоу анализе неопходне за средњерочно одржавање колосека и планирање обнове, као и на нивоу анализе неопходне за доношење стратешких одлука за одржавање железничке мреже. Са друге стране, оцена индивидуалних одступања параметара геометрије колосека и даље је неопходна на нивоу детаљне анализе за доношење одлука за локалне захтеве, кратке периоде одржавања колосека и ограничења одвијања саобраћаја.

Предложени метод даје могућност да се једноставним увођењем тежинских коефицијената у складу са појединачним утицајем параметра унесе преференција Управљача инфраструктуре (према карактеристикама возног парка, трасе, захтеване удобности вожње и слично).

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу анализе садржаја Докторске дисертације, верификације остварених резултата истраживања објављивањем у међународним часописима, оствареним хетероцитатима и саопштењима на међународним и домаћим скуповима, Комисија сматра да је кандидат несумњиво доказао способност за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

На основу прегледа Докторске дисертације кандидата Луке Лазаревића, маг.инж.грађ., Комисија сматра да су у њој остварени следећи оригинални научни доприноси:

- Издвојен је скуп метода погодних за фракталну анализу параметара геометрије колосека (бокс метода, метода корачања, измењена метода корачања и метода прелазака).
- Издвојене методе су тестиране на параметру витоперности за конкретне деонице.
- Утврђени су и решени практични и програмерски проблеми везани за примену бокс методе, као и других метода за фракталну анализу.
- Креиран је оригинални софтверски алат за фракталну анализу параметара геометрије колосека. Алат је развијен коришћењем програмског језика *AutoLISP*, што је омогућило пратећи графички приказ у *CAD* окружењу. Развијени софтверски алат омогућује аутоматско одређивање фракталне димензије, уз искључивање субјективности корисника.
- Унапређена је анализа параметара геометрије колосека применом поступка нормирања.

- Развијен је поступак за одређивање индекса квалитета колосека заснованог на фракталној димензији параметара геометрије колосека.
- Први пут је на терену примењена метода анализе микротремора прагова за одређивање услова ослањања, као и метода сеизмометријског томографског картирања у поступку детектовања аномалијских зона у конструкцији доњег строја. Анализом резултата ових теренских испитивања је доказана веза између одступања вертикалне геометрије (дијаграми мерних кола *Plasser&Theurer EM-80 L*) и стања колосечне подлоге.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Научни доприноси наведени у тачки 4.1 представљају унапређење научних знања у поређењу са постојећим стањем. Примена фракталне анализе у области вредновања квалитета геометрије колосека је идеја која је започета 2002. године. Због једноставности примене и брзине спровођења анализе (тадашње хардверско ограничење) тада је примењена само измењена метода корачања за фракталну анализу једног параметра (вертикално одступање). Недостаци ове методе су већа одступања фракталних димензија које се добијају као резултат анализе, као и стварање привида о фракталној вишедимензионалности вертикалног одступања као једног од параметара геометрије колосека. У Докторској дисертацији кандидата Луке Лазаревића, маг.инж.грађ. истраживан је скуп метода за фракталну анализу и издвојене су погодне методе за анализу параметара геометрије колосека (бокс метода, метода корачања, измењена метода корачања и метода прелазака). Као оптимална метода изабрана је бокс метода. Развијен је оригинални софтверски алат, помоћу којег је спроведена фрактална анализа свих пет главних параметара геометрије колосека. У Дисертацији је предложен метод за одређивање индекса квалитета геометрије колосека на основу фракталне димензије нормираних вредности параметара геометрије.

Истраживања из 2002. године су упутила на неопходност теренских испитивања како би се доказала оправданост коришћења *TQI* заснованог на фракталној димензији. У Дисертацији кандидата Луке Лазаревића, маг.инж.грађ. спроведена су теренска истраживања на референтним деоницама пруге Београд-Врбница уз примену неструктивних метода за испитивање стања конструкције горњег и доњег строја.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса остварених у оквиру ове Докторске дисертације реализована је објављивањем резултата истраживања у међународним часописима и саопштавањем резултата истраживања на међународним и домаћим скуповима, као и оствареним хетероцитатима.

Поред тога, резултати Дисертације су коришћени у реализацији активности научно - истраживачког пројекта подржаног од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (ев. бр. 36012).

Верификација научног доприноса Дисертације остварена је објављивањем следећих радова:

Категорија M22:

1. Popović, Z., Lazarević, L., Brajović, Lj., Gladović, P.: *Managing rail service life*, Metallurgy, Vol. 53, No. 4, 2014, pp. 721-724. (IF₂₀₁₄ = 0.959 , ISSN 0543-5846)

2. Popović Z., Radović V., **Lazarević, L.**, Vukadinović, V., Tepić, G.: *Rail inspection of RCF defects*, Metallurgy, Vol. 52, No. 4, 2013, pp. 537-540. (IF₂₀₁₄ = 0.959 , ISSN 0543-5846) - ostvaren jedan heterocitat u časopisu kategorije M23

Kategorija M23:

1. **Lazarević, L.**, Vučković, D., Popović, Z.: *Assessment of sleeper support conditions using micro-tremor analysis*, Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit, 2015. (IF₂₀₁₄ = 0.857 , ISSN 0954-4097) <http://dx.doi.org/10.1177/0954409715615629>
2. Puzavac, L., Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Influence of track stiffness on track behaviour under vertical load*, Promet – Traffic&Transportation, Vol. 24, No. 5, 2012, pp. 405-412. (IF₂₀₁₂ = 0.300 , ISSN 1848-4069) - ostvarena dva heterocitata u časopisima kategorija M21 i M23

Kategorija M24:

1. Popović, Z., **Lazarević, L.**, Trpčevski, F., Pančić, I.: *Harmonization of European track quality*, Building materials and structures, Vol. 57, No. 1, 2014, pp. 29-44.

Kategorija M33:

1. Popović, Z., Vilotijević, M., **Lazarević, L.**: *Tehnički uslovi za prijem radova na koloseku prema evropskoj regulativi*, Zbornik radova, Novi horizonti saobraćaja i komunikacija, V međunarodni simpozijum, Novembar 20-21, Doboj, BiH, 2015, str. 167-172.
2. Popović, Z., **Lazarević, L.**, Vatin, N.I.: *Analysis of track gauge widening in curves with small radius*, Proceedings, 42nd scientific conference Week of Science in SPbSPU - Civil Engineering, December 03-04, St. Petesburg, Russia, 2014, pp.-.
3. Malović, M., Brajović, Lj., **Lazarević, L.**, Popović, Z., Radić, V.: *Merenje vibracija pružnih pragova i određivanje njihovog dinamičkog ugiba i brzine vozova*, Zbornik radova, XIII međunarodni naučno-stručni simpozijum Infotech 2014, Mart 19-21, Jahorina, BiH, 2014, str. 13-17.
4. Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Curve negotiation analysis of three axle bogie locomotive JŽ 461*, Zbornik radova, Peti internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo – nauka i praksa GNP 2014, Februar 17-21, Žabljak, Crna Gora, 2014, str. 839-846.
5. Popović, Z., **Lazarević, L.**: *European track quality*, Zbornik radova, Peti internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo – nauka i praksa GNP 2014, Februar 17-21, Žabljak, Crna Gora, 2014, str. 1325-1332.
6. Popović Z., Milosavljević L., **Lazarević L.**: *Harmonization of technical regulations in the area of railway track maintenance*, Proceedings, III International Scientific and Professional Conference „CORRIDOR 10 – A sustainable way of integrations“, October 25, Belgrade, Serbia, 2012, pp. 50-60.
7. Popović, Z., **Lazarević, L.**, Milosavljević, L., Brajović, Lj.: *Rolling contact fatigue on Serbian railways – Phenomenon and consequences*, Proceedings, International XV Scientific-Expert Conference on Railways RAILCON '12, October 04-05, Niš, Serbia, 2012, pp.117-120.
8. Milosavljević, L., Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Track stiffness and the modelling of the vertical track geometry deterioration*, Proceedings, International XV Scientific-

Expert Conference on Railways RAILCON '12, October 04-05, Niš, Serbia, 2012, pp.101-104.

9. Popović, Z., Puzavac, L., **Lazarević, L.**: *Technical regulations for railway infrastructure in the Republic of Serbia*, Zbornik radova, Četvrti internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo – nauka i praksa GNP 2012, Februar 20-24, Žabljak, Crna Gora, 2012, str. 1349-1356.
10. Puzavac, L., Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Analiza mehanizma sleganja koloseka u zastoru od tucanika*, Zbornik radova, Četvrti internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo – nauka i praksa GNP 2012, Februar 20-24, Žabljak, Crna Gora, 2012, str. 1447-1454.
11. Puzavac, L., Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Krutost šinske posloge i propadanje vertikalne geometrije koloseka u tucaničkom zastoru*, Zbornik radova, Četvrti internacionalni naučno-stručni skup Građevinarstvo – nauka i praksa GNP 2012, Februar 20-24, Žabljak, Crna Gora, 2012, str. 1455-1461.
12. Popović, Z., Puzavac, L., **Lazarević, L.**, Ivić, M.: *The maintenance strategy against rolling contact fatigue*, Proceedings, 19th International Symposium EURO-ZEL 2011 "Recent Challenges for European Railways", June 8-9, Žilina, Slovakia, 2011, pp. 385-392.
13. Puzavac, L., Popović, Z., **Lazarević, L.**, Ivić, M., Kosijer, M.: *The maintenance planning of serbian railway infrastructure in accordance with european standards*, 19th International Symposium EURO-ŽEL 2011 "Recent Challenges for European Railways", June 8-9, Žilina, Slovakia, 2011, pp. 393-400.

Kategorija M51:

1. Popović, Z., **Lazarević, L.**, Vatin, N.I.: *Analysis of track gauge widening in curves with small radius*, Applied Mechanics and Materials, No. 725(726), 2015, pp. 967-975.
2. Brajović, Lj., Malović, M., Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Wireless system for sleeper vibrations measurement*, Communications, Vol. 15, No. 4, 2014, pp. 21-26.
3. Milosavljević, L., Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Track stiffness and the vertical track geometry deterioration modeling*, Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, Vol. 10, No. 2, 2012, pp. 157-162.

Kategorija M63:

1. Popović, Z., Puzavac, L., **Lazarević, L.**: *Planiranje održavanja železničke infrastrukture prema evropskim normama*, Zbornik radova, Sedmo naučno-stručno savetovanje OCENA STANJA, ODRŽAVANJE I SANACIJA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA I NASELJA, Zlatibor, maj 2011, str. 117-122.
2. Puzavac, L., Popović, Z., **Lazarević, L.**: *Evropske norme za utvrđivanje stanja geometrije koloseka*, Zbornik radova, Sedmo naučno-stručno savetovanje OCENA STANJA, ODRŽAVANJE I SANACIJA GRAĐEVINSKIH OBJEKATA I NASELJA, Zlatibor, maj 2011, str. 509-514.

Верификација научног доприноса Дисертације остварена је хетероцитатима у два рада објављена 2015. године у часопису *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part F: Journal of Rail and Rapid Transit* (категорије M23) и једном раду објављеном 2016. године у часопису *Construction and Building Materials* (категорије M21).

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Имајући у виду квалитет истраживања, сложеност проблема и значај резултата који су приказани, Комисија сматра да Докторска дисертација кандидата Луке Лазаревића, магистарског инжењера грађевинарства, представља вредан научни допринос у научним областима *Планирање и пројектовање железница* и *Конструкција, грађење и одржавање железница*.

Комисија сматра да је Докторска дисертација кандидата Луке Лазаревића магистарског инжењера грађевинарства оригиналан, савремен и значајан научни рад који доказује потпуну научно-истраживачку зрелост кандидата и представља научни допринос применљив у пракси. Дисертација има све потребне елементе који задовољавају услове предвиђене Статутом Универзитета у Београду и Статутом Грађевинског факултета за стицање научног звања доктора техничких наука.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета да се Докторска дисертација под насловом „ОДРЕЂИВАЊЕ КВАЛИТЕТА ГЕОМЕТРИЈЕ КОЛОСЕКА ПРИМЕНОМ ФРАКТАЛНЕ АНАЛИЗЕ МЕРЕНИХ ПОДАТАКА” кандидата Луке Лазаревића, магистарског инжењера грађевинарства, прихвати, изложи на увид јавности, упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду и да се након тога закаже јавна одбрана пред Комисијом у истом саставу.

У Београду,
15.03.2016.год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Зденка Поповић, дипл.инж.грађ., редовни професор
Грађевински факултет Универзитета у Београду

др Драган Петровић, дипл.маш.инж., редовни професор
Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву
Универзитета у Крагујевцу

др Љиљана Брајовић, дипл.ел.инж., ванредни професор
Грађевински факултет Универзитета у Београду

др Слободан Петричевић, дипл.ел.инж., ванредни професор
Електротехнички факултет Универзитета у Београду

др Драган Станков, дипл.мат., доцент
Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду