

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Грађевински факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Марије Ивановић, маг. инж. грађ.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета, Универзитета у Београду бр. 157/10 од 28.04.2023. године именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Марије Ивановић, маг. инж. грађ., под насловом:

МОДЕЛ ЗА ДЕТЕКЦИЈУ И АНАЛИЗУ УЗРОКА КАШЊЕЊА НА ПРОЈЕКТИМА БАЗИРАН НА ПОДАЦИМА ИЗДВОЈЕНИМ ИЗ НЕСТРУКТУРИРАНИХ ИЗВОРА

Наслов на енглеском језику:

A MODEL FOR DETECTION AND ANALYSIS OF CAUSES OF DELAY ON PROJECTS BASED ON UNSTRUCTURED TEXTUAL SOURCES

После прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Подаци о процедури пријављивања и израде дисертације

На седници Катедре за управљање пројектима у грађевинарству одржаној 13.04.2022. Марија Ивановић је јавно излагала предложену тему докторске дисертације (Пристапни рад) под насловом „*Модел за детекцију и анализу узрока кашњења на пројектима базиран на подацима издвојеним из неструктурираних извора*“. Након излагања кандидата и давања одговора на постављена питања, Катедра је једногласно донела одлуку да се Пристапни рад прихвати и да се кандидату омогући пријава теме докторске дисертације.

Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 157/4 од 26.04.2022. године, одређена је Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације у саставу в.проф. др Зоран Стојадиновић (ментор), проф. др Ненад Иванишевић, проф. др Милан Тривунић (Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду), в. проф. др Дејан Маринковић и доц. др Ђорђе Недељковић. Позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације усвојен је на седници Наставно-научног већа Грађевинског факултета одржаној 26.05.2022. године (одлука бр. 157/6 од 30.05.2022. године). Веће научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду на седници одржаној 07.06.2022. (одлука бр. 61206-2178/2-22 од 07.06.2022. године) усвојило је предлог теме докторске дисертације кандидата Марије Ивановић.

Кандидат је урађену докторску дисертацију предао Служби за студентска питања Грађевинског факултета 21.04.2023. године. Одлуком Наставно-научног већа Грађевинског факултета бр. 157/10 од 28.04.2023. године, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата у следећем саставу:

- др Зоран Стојадиновић, ванредни професор (ментор),
Грађевински факултет Универзитета у Београду,
- др Ненад Иванишевић, редовни професор,
Грађевински факултет Универзитета у Београду,
- др Милан Тривунић, редовни професор,
Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду,
- др Дејан Маринковић, ванредни професор,
Грађевински факултет Универзитета у Београду,
- др Ђорђе Недељковић, доцент,
Грађевински факултет Универзитета у Београду.

1.2. Научна област дисертације

Тема докторске дисертације кандидата Марије Ивановић припада научној области Грађевинарство и ужој научној области Менаџмент, технологије и управљање пројектима у грађевинарству за коју је матичан Грађевински факултет, Универзитета у Београду.

Радови публиковани у међународним часописима који квалификују ментора в. проф. др Зорана Стојадиновића за вођење докторске дисертације су:

1. **Stojadinović, Z.**, Kovačević, M., Marinković, D. and Stojadinović, B. „Rapid earthquake loss assessment based on machine learning and representative sampling“, *Earthquake Spectra*, 2022, 38, 1, 152-177, (first published September 6, 2021), <https://doi.org/10.1177/87552930211042393> [M21]
2. Ivanović, M. Z., Nedeljković, Đ., **Stojadinović, Z.**, Marinković, D., Ivanišević, N., & Simić, N. (2022). Detection and In-Depth Analysis of Causes of Delay in Construction Projects: Synergy between Machine Learning and Expert Knowledge. *Sustainability*, 14(22), 14927. <https://doi.org/10.3390/su142214927> [M22]
3. Simić, N., Ivanišević, N., Nedeljković, Đ., Senić, A., **Stojadinović, Z.**, & Ivanović, M. (2023). Early Highway Construction Cost Estimation: Selection of Key Cost Drivers. *Sustainability*, 15(6), 5584. <https://doi.org/10.3390/su15065584> [M22]
4. **Stojadinović, Z.**, Božić, M., Nadaždi, A. “Development and Implementation of Evaluation Framework for Quality Enhancement of Outcome-Based Curriculum“, *International Journal of Engineering Education*, 2021, 37, 2, 397-408 [M23]
5. Dimitrijević, B., **Stojadinović, Z.**, Marinković, D., Dimitrijević, M.: Influence of structural system on the construction time and cost of residential projects, *Građevinar*, 71 (2019) 8, str. 681-693, avg. 2019., Zagreb, Hrvatska, UDK 624+69(05)=862, ISSN (on line): 1333-9095, DOI: <https://doi.org/10.14256/JCE.2315.2018>, (IF 0,515) [M23]
6. Dimitrijević, B., **Stojadinović, Z.**, Milošević, I., Dimitrijević, M.: Investment strategy for ensuring quality of finishing works on residential buildings, *Građevinar*, 67 (2015) 5, str. 451-460, 2015, Zagreb, Hrvatska, DOI: 10.14256/JCE.1098.2014, (IF 0,515) [M23]
7. **Stojadinović, Z.**, Marinković, D., Ivković, B.: „Human resource performance measurement framework for construction projects and companies“, *Технички вјесник/Technical Gazette*, vol. 21 бр. 1 (2014), стр. 69-78, Осиек, Хрватска [M23]
8. Marinković D., **Stojadinović Z.**, Ivanišević N. (2013) „Work cycle based scheduling“, *Građevinar*, Volume 65, Issue 11, pp. 993—1002, <https://doi: 10.14256/JCE.845.2013> [M23].

1.3. Биографски подаци о кандидату

Марија Ивановић (рођена Петровић) је рођена 10.01.1990. године у Ваљеву. Живи у Убу. Основну школу и гимназију општег смера је завршила у Убу 2009. године. Исте године је уписала основне академске студије на Грађевинском факултету у Београду на модулу за Менаџмент, технологије и информатику у грађевинарству. Звање дипломирани инжењер грађевинарства стекла је у октобру 2013. године, са просечном оценом 8,22. Синтезни пројекат на тему „Пројекат организације и технологије грађења стамбено пословног објекта у улици Кнегиње Зорке бр. 66 у Београду“ одбранила је са оценом 10. Мастер академске студије на Грађевинском факултету у Београду уписала је 2013. године, а звање мастер инжењер грађевинарства стекла је у септембру 2014. године, са просечном оценом 10,00. У септембру 2014. године одбранила је мастер рад на тему „Упоредни приказ различитих врста геосинтетичких материјала и њихова имплементација у грађевинарству“ са оценом 10. Током студирања била је ангажована као студент демонстратор на Катедри за управљање пројектима у грађевинарству..

Докторске академске студије на Грађевинском факултету Универзитета у Београду уписала је у октобру 2014. године и положила је све испите предвиђене наставним планом са просечном оценом 10,00.

Од септембра 2015. године до марта 2023. године била је запослена је на Грађевинском факултету у Београду као асистент – студент докторских студија за ужу научну област Менаџмент и технологија грађења. Од марта 2023. године запослена је на Грађевинском факултету Универзитета у Београду у звању истраживач сарадник.

Марија Ивановић је била ангажована на пројекту технолошког развоја Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ТР 36038 „Развој методе израде пројектне и извођачке документације инсталационих мрежа у зградама компатибилне са ВІМ процесом и релевантним стандардима“.

Посебну пажњу у научно-истраживачком раду усмерила је на управљање ризицима од прекорачења рока на грађевинским пројектима. Марија Ивановић је аутор и ко-аутор два рада у часописима индексираним на СЦИ листи као и четрнаест саопштења на међународним и домаћим конференцијама.

Говори и пише енглески језик.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Марије Ивановић под насловом „*Модел за детекцију и анализу узрока кашњења на пројектима базиран на подацима издвојеним из неструктурираних извора*“ садржи укупно 183 стране, од којих је основни текст на 136 страна, а 47 страна су референце, прилози и изјаве. Дисертација је написана ћириличним писмом на српском језику и подељена је у осам поглавља:

1. Увод;
2. Анализа литературе и теоријска разматрања;
3. Перформансе грађевинских пројеката путне инфраструктуре у Србији;
4. Успостављање хијерархијске структуре узрока кашњења - CDBS;
5. Емпиријско истраживање узрока кашњења на пројектима путне инфраструктуре - постојећи приступ;
6. Модел за идентификацију и анализу узрока кашњења базиран на неструктурираним

документима;

7. Дискусија;

8. Закључна разматрања.

Дисертација садржи 53 графичка елемента на којима су приказани дијаграми и цртежи и 37 табела. Списак цитиране литературе садржи 141 наслов који у потпуности дају преглед досадашњих истраживања у области дисертације. На почетку дисертације дат је списак скраћеница које су коришћене, резиме на српском и енглеском језику са кључним речима и садржај са списком слика и табела. Биографија аутора дата је на крају дисертације.

Дисертација је технички обликована према Упутству о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду из 2019. године. Садржи обавезна поглавља и обрасце: изјава о ауторству, изјава о истоветности електронске и штампане верзије и изјава о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом, уводном поглављу, представљен је план и процес истраживања које је спроведено у оквиру докторске дисертације. У овом поглављу је описан шири контекст проблема везаних за идентификацију и анализу узрока кашњења на грађевинским пројектима. Такође, у складу са дефинисаним проблемом постављене су истраживачке хипотезе и циљеви. На крају поглавља приказан је општи осврт на структуру докторске дисертације.

У другом поглављу дата су теоријска разматрања и преглед литературе из области ризика од кашњења на грађевинским пројектима и примене вештачке интелигенције (AI) прецизније, рударења по текстуалним документима у управљању пројектима у грађевинарству. Поглавље почиње прегледом развоја концепта успеха и критеријума за успех грађевинских пројеката. Истраживање се надаље сужава на домен анализе перформанси пројеката, првенствено у погледу прекорачења рока изградње са посебним акцентом на фазу идентификације узрока кашњења. Други део поглавља је разматрао допринос и примену вештачке интелигенције у области управљања пројектима. Истраживање је концентрисано на област рударења по текстуалној документацији (*text mining*) и перформанса модела за обраду природног језика. Поглавље се завршава прегледом постојећег стања и критичким освртом на постојеће стање у литератури у области идентификације и анализе узрока кашњења на грађевинским пројектима.

У трећем поглављу описан је први истраживачки задатак – формирање базе података пројеката путне инфраструктуре у Србији. Формирана база се састојала од завршених пројеката путне инфраструктуре и података о уговореним и оствареним временским и трошковним вредностима, као и података о кључним учесницима на пројекту (инвеститор, стручни надзор и извођач радова). У складу са доприносима поглавље је подељено у два дела. У првом делу поглавља утврђени су трендови временских и трошковних перформанси за пројекте из формиране базе. У другом делу су разматране зависности степена прекорачења рока и значајних варијабли користећи корелационе анализе. Поглавље се завршава приказом трендова прекорачења рока грађевинских пројеката путне инфраструктуре у Србији као и компаративном анализом у односу постојећа истраживања.

Четврто поглавље суштински представља први корак при развоју предложеног модела за детекцију и анализу узрока кашњења. У првом делу поглавља извршен је систематичан преглед листа узрока кашњења предложених у постојећим истраживањима. Након систематизације узрока кашњења извршено је уређење формиране исте одбацивањем дупликата и здруживањем сродних узрока кашњења. У другом делу поглавља спроведена је пилот студија чији су учесници били академски стручњаци у области управљања инфраструктурним пројектима. Кроз пилот студију је листа узрока кашњења обogaћена и узроцима кашњења који нису разматрани у доступној литератури. Поглавље се завршава

предлогом хијерархијски успостављене листе узрока кашњења – CDBS (*Causes of Delay Breakdown Structure*).

У петом поглављу је спроведено емпиријско истраживање узрока кашњења на пројектима путне инфраструктуре у Србији. Поглавље је имало за циљ да тестира слабости постојећег методолошког приступа. Истраживање је спроведено на бази затвореног анкетног упитника који је креиран користећи успостављену листу узрока кашњења из претходног поглавља. Прикупљени су одговори три кључне групе учесника (инвеститори, стручни надзори и извођачи) за укупно 35 пројеката реализованих у периоду 2004. – 2022. године. На основу тога формирана је база одговора о узроцима кашњења коју су чинила 105 успешно попуњена упитника. У оквиру петог поглавља приказана су два скупа резултата. Први скуп резултата се односи на идентификоване узроке кашњења. Приказане су листе узрока кашњења за грађевинске пројекте путне инфраструктуре у Србији, прво на генералном нивоу, а потом и на нивоу група кључних учесника на пројектима. Други скуп резултата се односи на истраживање недостатака постојећег емпиријског приступа. Као мера степена слагања ставова различитих учесника коришћени су коефицијенти корелације. Поглавље је завршено дискусијом о слабостима емпиријског приступа у процесу детекције и анализе узрока кашњења.

У шестом поглављу представљен је модел за детекцију и анализу узрока кашњења заснован на неструктурираним подацима са пројекта – DREAM (*Delay Root-causes of Delay Extraction and Analysis Model*). На самом почетку су дефинисани циљеви и описана структура поглавља, затим су у следећем подпоглављу дефинисане компоненте предложеног DREAM-а. Главни резултати модела су подељени у две групе. Први део се односи на резултате аутоматске детекције у складу са утврђеним експерименталним сценаријима: E1 – појединачни узроци кашњења, E2 – групе узрока кашњења, E3 – пројектне целине, E4 – сегментирани и E5 – сегментирани проширени. У сваком од експеримената су приказане матрице конфузије као и мере степена поузданости модела. Друга група резултата се односи на квалитативну анализу временске дистрибуције узрока кашњења у циљу откривања базних узрока кашњења (*root causes of delay*). На примеру пројекта студије случаја приказани су различити погледи на временску дистрибуцију узрока кашњења за различите експерименталне сценарије. Приказана је применљивости резултата временске дистрибуције у поступку откривања базних узрока кашњења. На крају, поглавље се завршава приказом најзначајних доприноса предложеног модела.

У седмом поглављу је приказана дискусија која се односи на резултате и потенцијал емпиријског истраживања, као постојећег методолошког приступа, и предложеног DREAM – а.

У осмом поглављу су сумирани главни резултати проистекли из докторске дисертације и разматране су њихове импликације у области идентификације и анализе узрока кашњења на грађевинским пројектима. Приказани су научни доприноси докторске дисертације. У оквиру овог поглавља дата су и ограничења предложеног модела као и предлози како се модел може унапредити. На крају су дате препоруке за будућа истраживања у овој области.

Након овог поглавља дат је списак коришћене литературе и два прилога која су означена словима А и Б. У прилогу А дата је база података која се односи на степен прекорачења рока на грађевинским пројектима путне инфраструктуре у Србији (укупно 75 пројеката), док је у прилогу Б приказан анкетни упитник који је креиран и коришћен за прикупљање података о узроцима кашњења.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Прекорачење рокова на грађевинским пројектима представља глобални феномен који се истражује деценијама. Кашњењима су изложени грађевински пројекти широм света, како у развијеним, тако и у земљама у развоју. Идентификација узрока јесте први и најзначајнији корак ка умањењу или елиминисању кашњења на будућим пројектима. Постојећа истраживања о узроцима кашњења се углавном базирају на експертском мишљењу, док документација са пројекта није нашла велику примену. Један од главних разлога се односи на неструктурирану форму информација у документацији који чине више од 80% укупних података са грађевинских пројеката.

Просечан грађевински пројекат произведе око 10.000 различитих докумената. Управљање овако сложеном документацијом уз помоћ традиционалних алата представља комплексан задатак. Како би се савладао проблем обраде овако обимне количине података неопходно је користити методе рударења по текстуалним подацима (*text mining*).

Доступна истраживања о узроцима кашњења најчешће подразумевају прикупљање искустава експерата уз помоћ анкета или интервјуа. Резултат таквог приступа је листа узрока кашњења хијерархијски поређана према њиховом значају. Таква емпиријска истраживања су обојена субјективизмом и пристрасношћу експерата и не доводе до утврђивања који су то базни узроци кашњења (*root causes of delay*) на нивоу појединачног пројекта.

Главни циљ докторске дисертације је формирање новог модела за непристрасно откривање базних узрока кашњења на нивоу појединачног пројекта и његових физичких целина, применом дубоког машинског учења на неструктурираној текстуалној документацији са пројекта. Изабрани текстуални документи за развој модела су записници са састанака (*Minutes of Meetings*), зато што они садрже свеобухватне информације о кашњењима, настале у време настанка проблема и то са прецизном временском одредницом. Технике машинског учења (*Transformer* језички модели) омогућавају аутоматску детекцију узрока кашњења. Фокусирано експертско знање се користи за додатно непристрасно обучавање модела за изабрани домен путне инфраструктуре, повезивањем делова текста са узроцима кашњења из претходно дефинисане листе. Препознате физичке целине путних инфраструктурних пројеката су: тунел, траса и мост. Комбинујући наведене елементе, у дисертацији је развијен аналитички модел за детекцију и анализу узрока кашњења на грађевинским пројектима путне инфраструктуре, назван DREAM (*Delay Root-causes Extraction and Analysis Model*). Суштинска особина предложеног модела јесте аутоматско, непристрасно, детектовање узрока кашњења из текстуалне документације са пројекта.

Резултати модела се могу приказати у два нивоа. Први ниво представља резултате аутоматске детекције узрока кашњења за различите експерименталне сценарије засноване на учесталости појављивања у записницима са састанака. Приказани резултати су добијени на бази документације са пројекта што имплицира да је субјективизам и пристрасност експерата сведена на минимум (само у фази тренирања модела).

Други ниво, захваљујући временској компоненти записника, представља потпуно нову и јединствену функционалност DREAMа - графичку презентацију временске дистрибуције узрока кашњења током пројекта. На пројекту студије случаја је илустрована применљивост различитих репрезентација временске дистрибуције у циљу откривања базних узрока кашњења.

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду извршена је провера докторске дисертације помоћу програма за проверу подударности текста *iThenticate*. Увидом у извештај из наведеног програма потврђена је оригиналност докторске дисертације „*Модел за детекцију и анализу*

узрока кашњења на пројектима базиран на подацима издвојеним из неструктурираних извора“ („*A model for detection and analysis of causes of delay on projects based on unstructured textual sources*“), аутора Марије Ивановић.

3.2. Осврт на референтну и кориштену литературу

У изради ове докторске дисертације коришћена је 141 библиографска јединица. Већину референци чине радови објављени у врхунским међународним часописима у периоду 2000 - 2021 попут “*Automation in Construction*”, “*International Journal of Project Management*”, “*Journal of Construction Engineering and Management*”, “*Engineering Construction and Architectural Management*”, “*Journal of Management in Engineering*”, “*Sustainability*”, итд., као и радови објављени на значајним међународним конференцијама, докторске дисертације и међународни стандарди из области управљања ризицима на пројектима.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Рад у оквиру ове докторске дисертације је спроведен применом теоријског приступа ослоњеног на податке добијене из литературе као и практичног приступа заснованог на формирању новог модела и његовој примени на изабраној студији случаја. За сагледавање постојећих сазнања везано за кашњења на грађевинским пројектима извршена је синтеза досадашњих истраживања применом структурално - функционалне и компаративне анализе објављених резултата.

За детекцију узрока кашњења на пројектима у Србији из перспективе различитих учесника примењена је емпиријска метода квантитативног истраживања (анкетни упитници). Приликом обраде резултата анкета коришћене су адекватне статистичке методе.

При развоју предложеног модела су коришћене опште научне методе из области рударења по текстуалним подацима (*Text mining*) и обраде природног језика (*Natural Language Processing*).

У анализи експерименталних резултата за идентификацију и анализу узрока кашњења, коришћене су методе за евалуацију модела (одзив, прецизност, Ф-мера и матрица конфузије) које се примењују у области рударења по текстуалним подацима.

Методе теорије информација и методе динамичке анализе графова примењене су за одређивање информативности текстуалног контекста.

Наведене методе истраживања су актуелне и у потпуности адекватне за примену у предметном истраживању.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати истраживања се односе на област управљања ризицима од прекорачења рока на грађевинским пројектима. Предложени DREAM омогућава откривање базних узрока кашњења на нивоу појединачног пројекта, доприносећи интелигентном доношењу одлука и одрживом управљању на будућим грађевинским пројектима. Модел доприноси смањењу спорова захваљујући аутоматски генерисаним непристрасним резултатима, као и процесу аутоматизације у грађевинарству у циљу оптималног управљања пројектима.

Модел развијен у докторској дисертацији представља значајан академски допринос јер омогућава надоградњу постојећих знања и олакшава будући истраживачки рад. У практичном смислу, предложени модел може користити свим учесницима у процесу доношења одлука у вези са управљањем временом на грађевинским пројектима.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

У току докторских студија кандидат је показао да је остварио способност за самосталан научни рад кроз полагање испита и публиковање два научна рада и четрнаест саопштења са

међународних и домаћих конференција. У оквиру своје докторске дисертације кандидат је показао способност изучавања и критичке анализе релевантне литературе, постављања полазне хипотезе, затим способност да развије модел и примени га на изабрану студију случаја, као и способност за обраду и анализу резултата студије случаја и формулисање закључака на основу истих.

Систематичним приступом постављеном проблему, повезујући различите сегменте научно-истраживачког рада, Марија Ивновић је доказала да поседује способност за самостални научно- истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру докторске дисертације Марије Ивановић остварени су следећи научни доприноси:

1. Предложен је оригинални модел за за детекцију и анализу узрока кашњења - DREAM (*Delay Root-causes Extraction and Analysis Model* - DREAM) који омогућава непристрасну, аутоматску детекцију узрока кашњења применом језичких модела на неструктурираној текстуалној документацији са пројекта;
2. Захваљујући природи изабраног типа документације, уведен је нови параметар који представља јединствену карактеристику DREAM-а – временска дистрибуција узрока кашњења на пројекту;
3. Доказана је значајност приказа графичке презентације временске дистрибуције узрока кашњења омогућавајући експертима откривање базних узрока кашњења;
4. Предложена је јединствена хијерархијски структурирана листа узрока кашњења (*Causes of Delay Breakdown Structure – CDBS*) која је допринела и идентификацијом нових узрока кашњења који нису обухваћени досадашњим истраживањима;
5. Формирана је јединствена база од 75 пројеката путне инфраструктуре реализованих у Србији у периоду 2004. - 2021. године, са подацима о прекорачењима трошкова и рокова изградње;
6. Спроведено је циљано (за сваки пројекат су прикупљена мишљења три кључне групе учесника на пројекту) емпиријско истраживање узрока кашњења за 35 пројеката путне инфраструктуре;
7. Утврђени су трендови прекорачења рока и трошкова на грађевинским пројектима у Србији.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У свом истраживачком раду у оквиру докторске дисертације, Марија Ивановић је предложила модел за детекцију и анализу узрока кашњења на пројектима базиран на неструктурираним подацима. Овај модел има за циљ да превазиђе недостатке постојећих модела који су идентификовани прегледом постојеће литературе.

Резултати који су добијени применом предложеног модела на студију случаја потврђују полазну хипотезу да је могуће искористити потенцијал текстуалне документације у циљу детекције узрока кашњења. Додатно резултати су показали да је могућа репрезентација временске дистрибуције узрока кашњења на бази изабране документације. На основу резултата су дефинисане и препоруке за примену овог модела у широј заједници која обухвата научну и стручну јавности.

Предложени DREAM користи експертски обележен текст за додатно тренирање постојећег језичког модела, што представља извесно ограничење модела. У циљу смањења пристрасности у фази тренирања модела прописана је процедура за процес обележавања текста. Додатно, модел је трениран на семантичким јединицама које се односе на

успостављену листу узрока кашњења. Детекција узрока кашњења који није обухваћен процесом тренирања захтева додатну процедуру за дотрениравање модела. Наведена ограничења су послужила и за дефинисање праваца будућих истраживања.

4.3. Верификација научних доприноса

У току израде дисертације, Марија Ивановић је међународној и домаћој, научној и стручној јавности представила свој рад кроз следеће публикације:

Категорија M22:

Ivanović, M. Z., Nedeljković, Đ., Stojadinović, Z., Marinković, D., Ivanišević, N., & Simić, N. (2022). Detection and In-Depth Analysis of Causes of Delay in Construction Projects: Synergy between Machine Learning and Expert Knowledge. *Sustainability*, 14(22), 14927.

<https://doi.org/10.3390/su142214927>

Simić, N., Ivanišević, N., Nedeljković, Đ., Senić, A., Stojadinović, Z., & **Ivanović, M.** (2023). Early Highway Construction Cost Estimation: Selection of Key Cost Drivers. *Sustainability*, 15(6), 5584.

<https://doi.org/10.3390/su15065584>

Категорија M33:

Marija Petrović, Dejan Marinković, Zoran Stojadinović (2018) Review of the method for quantification of lost productivity in civil engineering. *In: 14th International Scientific Conference "iNDiS 2018"*, Novi Sad, Serbia.

Marija Petrović, Nenad Ivanišević, Predrag Petronijević, Dejan Marinković, Dragan Arizanović (2018) Review of the method for extension of time on project with a case study. *In: 14th International Scientific Conference "iNDiS 2018"*, Novi Sad, Serbia

Nevena Simić, Marija Petronijević, Miljan Mikić, **Marija Petrović**, Nenad Ivanišević (2019) Integrating BIM into Construction Project Management Education at the Faculty of Civil Engineering in Belgrade. *In: 14th Organization, Technology & Management in Construction Conference & 7th IPMA Research Conference*, Zagreb, Hrvatska.

Petrović M., Simić N., **Nikolić A.** (2016) Formiranje i značaj baze istorijskih podataka. Izrada post-projektne analize. *In: XX Internacionalni simpozijum iz projektnog menadžmenta Značaj projektnog menadžmenta prvih 30 godina YUPMA i 50 godina IPMA*, 19-20. maj 2016, Beograd, Srbija.

Категорија M63:

Marija Petrović, Nevena Simić, Miljan Mikić, Branislav Ivković (2016) Kvalitativna analiza rizika sa mogućim uticajem na finansijsku, ekonomsku, društvenu i ekološku održivost projekta studija slučaja izgradnje auto-puta E-80, Niš-Dimitrovgrad. *In: Drugi srpski kongres o putevima*, Beograd, Srbija.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

У оквиру докторске дисертације кандидата Марије Ивановић под насловом „Модел за детекцију и анализу узрока кашњења на пројектима базиран на подацима издвојеним из неструктурираних извора“ предложен је оригинални модел за идентификацију и анализу узрока кашњења на грађевинским пројектима путне инфраструктуре.

Модел превазилази недостатке постојећих приступа који се односе на пристрасност учесника приликом анкетирања у вези узрока кашњења, немогућност откривања базних узрока кашњења, као и отежану примену на појединачним пројектима.

Предложени модел интегрише текстуалну документацију са пројекта у виду записника са састанака, језичке моделе дубоког машинског учења и експертско знање. На овај начин могуће је непристрасно обрадити велики обим текстуалне документације користећи фокусирано експертско знање за обележавање текста. Модел се може применити на нивоу појединачних пројеката у циљу откривања базних узрока кашњења, чиме се успешно решава постављени проблем научног истраживања. О томе сведочи успешна примена модела на студији случаја пројекта изградње ауто-пута у Србији.

Комисија сматра да урађена докторска дисертације кандидаткиње Марије Ивановић, маг. инж. грађ. представља оригиналан и вредан научни допринос у области менаџмента, технологије и управљања пројектима у грађевинарству и да има све неопходне елементе које докторска дисертација треба да поседује и указује да је кандидаткиња испољила способност за самосталан научно-истраживачки рад.

Имајући у виду све што је напред речено, Комисија предлаже Наставно-научном већу Грађевинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Извештај Комисије и упуту захтев Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду да давање сагласности за јавну одбрану докторске дисертације аутора Марије Ивановић.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Београд, 15.05.2023.године

.....
в. проф. др Зоран Стојадиновић (ментор),
Грађевински факултет Универзитета у Београду

.....
проф. др Ненад Иванишевић,
Грађевински факултет Универзитета у Београду

.....
проф. др Милан Тривунић,
Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду

.....
в. проф. др Дејан Маринковић,
Грађевински факултет Универзитета у Београду

.....
доц. др Ђорђе Недељковић,
Грађевински факултет Универзитета у Београду