

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовао комисију: Декан Факултета техничких наука на основу одлуке Наставно научног већа Факултета техничких наука Универзитета у Новом Саду, донео је Решење о именовању комисије за оцену и одбрану докторске дисертације број 012-199/2-2021 од 07. 09. 2023. 2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i>:		
1. Вучковић др Теодора	Доцент	Информационо-комуникациони системи, 07.10.2022.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Председник
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
2. Мирковић др Милан	Ванредни професор	Информационо-комуникациони системи, 14.09.2018.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
3. Савић др Душан	Ванредни професор	Софтверско инжењерство, 01.12.2021.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет организационих наука, Београд		Члан
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
4. Стефановић др Дарко	Редовни професор	Информационо-комуникациони системи, 08.11.2022.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији
5. Бранислав др Стеванов	Ванредни професор	Производни и услужни системи, организација и менаџмент, 01.04.2020.
презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
Факултет техничких наука, Нови Сад		Ментор
установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ	
1. Име, име једног родитеља, презиме:	Душанка, Живко, Дакић
2. Датум рођења, општина, држава:	22. 11. 1993., Нови Сад, Република Србија
3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив:	Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Мастер академске студије, Мастер инжењер информационих технологија
4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија:	2017., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Индустријско инжењерство / Инжењерски менаџмент
III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
Кључни фактори примене аутоматског откривања пословних процеса у индустријским системима	
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.	
Докторска дисертација кандидаткиње Душанке Дакић под насловом „Кључни фактори примене аутоматског откривања пословних процеса у индустријским системима“ садржи укупно 7 поглавља, и то: 1. Уводна разматрања, 2. Теоријске основе, 3. Методолошки аспекти истраживања, 4. Резултати истраживања, 5. Дискусија резултата истраживања, 6. Закључна разматрања и правци даљих истраживања и 7. Литература. Испред основног текста дисертације дата је насловна страна и пратећи уводни материјал који садржи: обавезну кључну документацијску информацију, захвалницу, садржај рада, резиме рада на српском и енглеском језику, листу слика, листу табела и листу коришћених скраћеница. Дисертација је написана на 158 страна чији се текст позива на 318 референци и садржи 65 табела и 20 слика. На крају основног текста је дат списак коришћене литературе. Као додатак основном тексту дисертације документовано је 2 прилога и на самом крају се налази План третмана података из дисертације.	
V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:	
- Поглавље 1 – Уводна разматрања, првенствено описује улогу и значај аутоматског откривања пословних процеса, као области која омогућава организацијама да открију начин извршавања пословних процеса аутоматски генеришући моделе пословних процеса на основу података о извршавању активности које чине неки пословни процес. Разноврсност примене аутоматског откривања пословних процеса и сама чињеница да постоји велики број	

доступних софтверских алата и алгоритама, доводи до потешкоћа приликом планирања пројеката аутоматског откривања пословних процеса код организација или истраживача који нису експерти у области. Истраживање у оквиру ове дисертације мотивисано је важношћу откривања кључних фактора који утичу на планирање и извођење пројеката аутоматског откривања пословних процеса и дефинисања одговарајућих смерница за истраживаче и практиканте. У оквиру овог поглавља представљени су мотивација и предмет истраживања, циљ истраживања, истраживачка питања и хипотезе, ток истраживања докторске дисертације, као и сажети резултати истраживања.

Комисија закључује да су мотивација, предмет и ток реализације истраживања, заједно са постављеним циљевима дисертације и претпостављеним истраживачким хипотезама, прецизно и адекватно дефинисани.

- Поглавље 2 – Теоријске основе, структурирано је тако да увођењем неопходних концепата и појмова омогући разумевање истраживања спроведеног у дисертацији. Представљени су основни концепти аутоматског откривања пословних процеса, који укључују дефинисање појмова аутоматског откривања пословних процеса, дневника извршења догађаја и типова аутоматског откривања пословних процеса. Затим су кроз преглед стања у области представљени резултати систематских прегледа литературе на тему примене аутоматског откривања пословних процеса у индустријским системима и прегледа проблема квалитета података и техника чишћења дневника извршења догађаја који се примењују у пракси. Резултати претходних истраживања представили су постојеће методологије и упутства за извођење аутоматског откривања пословних процеса, као и претходне систематске прегледе литературе у области. На крају поглавља представљена су два истраживачка модела са истраживачким хипотезама, насталим као резултат прегледа релевантне литературе објашњене у оквиру овог поглавља.

Комисија закључује да су теоријске основе постављене јасно и концизно у складу са темом дисертације, као и да су истраживачки модели дефинисани у складу са представљеним теоријским подлогама.

- Поглавље 3 – Методолошки аспекти истраживања објашњава начин на који су прикупљени подаци за потребе истраживања и подељено је на два дела у складу са два дефинисана истраживачка модела. За први истраживачки модел, за који се подаци прикупљају путем систематског прегледа литературе, дефинисани су протокол и извођење систематског прегледа литературе, заједно са представљеним библиографским подацима примарних студија које су укључене у истраживање. Такође, наведене су и примењене методе статистичке обраде података. За други истраживачки модел, за који се подаци прикупљају путем упитника, представљен је поступак развоја мерног инструмента и дистрибуције упитника, као и детаљан приказ демографских карактеристика учесника у истраживању и примењене методе статистичке обраде података.

Комисија закључује да су методологије истраживања и прикупљања података за истраживачки модел 1 и истраживачки модел 2 прецизно дефинисане. Поред тога, библиографија примарних студија истраживачког модела 1 и демографска структура учесника истраживачког модела 2 су приказани на адекватан начин. Такође, представљене су и прецизно описане примењене методе статистичке обраде података.

- Поглавље 4 – Резултати истраживања приказује резултате истраживања спроведеног у оквиру дисертације, подељено на две целине у складу са два истраживачка модела. За први истраживачки модел, представљени су дескриптивна статистика варијабли истраживања, резултати испитивања хипотеза истраживачког модела 1 и табела контингенције односа између кључних фактора истраживања, на основу које су касније дефинисане смернице за планирање и извођење пројеката аутоматског откривања пословних процеса у зависности од врсте индустрије и циља анализе. За други истраживачки модел представљени су резултати перципираног значаја и учесталости сусрета са проблемима квалитета података,

перципираног значаја и учесталости примене техника чишћења дневника извршења догађаја, као и резултати анализе односа значаја и учесталости посматраних димензија истраживања. Такође, представљени су и резултати анализе варијанси спроведе ради испитивања разлике између испитаника у погледу њихове улоге и искуства у области аутоматског откривања пословних процеса. Коначно, представљен је и резултат испитивања хипотезе истраживачког модела 2, на основу којег су касније дефинисане смернице за планирање и извођење припреме дневника извршења догађаја за анализу.

Комисија закључује да су добијени резултати јасно и систематично приказани.

- Поглавље 5 – Дискусија резултата истраживања даје осврт на извођење систематског прегледа литературе и конструкцију упитника као мерног инструмента и детаљно анализира и објашњава добијене резултате. Ово поглавље је структурирано кроз два дела у складу са дискусијом резултата истраживачког модела 1 и истраживачког модела 2. За први истраживачки модел дискутује се о процедури прикупљања података, дескриптивној статистици варијабли истраживања, резултатима испитивања хипотеза и дефинишу се смернице за планирање и извођење пројеката аутоматског откривања пословних процеса у зависности од врсте индустрије и циља анализе. За други истраживачки модел дискутује се о развоју мерног инструмента и демографији испитаника, анализи значаја и учесталости сусрета са проблемима квалитета и техникама чишћења дневника извршења догађаја и резултатима испитивања хипотезе истраживачког модела 2. На крају, представљене су дефинисане смернице за планирање и извођење припреме дневника извршења догађаја за анализу.

Комисија закључује да су одговори на истраживачка питања и образложења постављених хипотеза оба истраживачка модела јасно представљени и образложени.

- Поглавље 6 – Закључна разматрања и правци даљих истраживања, сумира резултате остварене истраживањем у дисертацији давањем одговора на истраживачка питања, наводи теоријске и практичне импликације резултата истраживања, те на основу њих објашњава идентификоване правце за будућа истраживања.

Комисија закључује да закључна разматрања потврђују адекватност и значајност представљених резултата, као и да јасно представљају правце даљих истраживања.

- Поглавље 7 – Литература приказује списак свих научних и стручних радова, истраживања и других релевантних ресурса који су коришћени током рада на овој дисертацији и укључује 318 референци.

Комисија закључује да је литература адекватног обима, и одговара проблематици која је разматрана у дисертацији.

*Сходно претходно наведеном, Комисија **позитивно** оцењује све делове докторске дисертације кандидаткиње Душанке Дакић.*

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са *Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду* који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

1. **Dakic, D.**, Stefanovic, D., Vuckovic, T., Zizakov, M. and Stevanov, B. (2023). Event Log Data Quality Issues and Solutions, *Mathematics*, vol. 11, no. 2858, doi:10.3390/math11132858 (Mathematics 23/330); IF 2022 = (2.4); **(M21a)**.
2. Stefanovic, D., **Dakic, D.**, Stevanov, B., Lolic, T. and Marjanovic, U. (2021). Process Mining in the Manufacturing Context: Review and Recommendations. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, vol. 28, no. 4, doi: 10.23055/ijietap.2021.28.4.7287 (Engineering, Industrial 45/50); IF 2022 = (1.1); **(M23)**.
3. Stefanovic, D., **Dakic, D.**, Stevanov, B. and Lolic, T. (2020). Process Mining in Manufacturing: Goals, Techniques and Applications. In *IFIP Advances in Information and Communication Technology*; Lalic, B., Majstorovic, V., Marjanovic, U., von Cieminski, G., Romero, D., Eds.; Springer, Cham, 2020; Vol. 591, pp. 54–62. **(M33)**.
4. **Dakic, D.**, Stefanovic, D., Lolic, T., Narandzic, D. and Simeunovic, N. (2020). Event Log Extraction for the Purpose of Process Mining: A Systematic Literature Review. In *Springer Proceedings in Business and Economics*; Prosteian, G., Lavios Villahoz, J., Brancu, L., Bakacsi, G., Eds.; Springer, Cham, 2020; pp. 299–312. **(M33)**.
5. **Dakic, D.**, Stefanovic, D., Cosic, I. Lolic, T. and Medojevic, M. (2018). Business Process Mining Application: A Literature Review. In *Proceedings of the Proceedings of the 29th DAAAM International Symposium*; Katalinic, B., Ed.; DAAAM International: Vienna, Austria; pp. 0866–0875. **(M33)**.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

На основу актуелног стања у области аутоматског откривања пословних процеса, аутор дисертације утврђује два истраживачка питања, испитана кроз два конкурентна истраживачка модела.

Први истраживачки модел је тежио да утврди који фактори пројеката анализе и аутоматског откривања пословних процеса (пројектне карактеристике) утичу на одабир типова и алгоритама/техника аутоматског откривања пословних процеса. На основу претходно извршеног прегледа литературе утврђена је процедура систематског прегледа литературе, који обухвата 144 примарне студије које извештавају о примени аутоматског откривања пословних процеса у реалним индустријским системима. Стратегија екстракције података је дефинисана тако да се из сваке примарне студије укључене у преглед литературе извлаче подаци о кључним чиниоцима овог истраживачког модела, а то су: индустрија, пословни процес, циљ анализе, тип аутоматског откривања пословних процеса, као и специфичне примењене технике и софтверски алати. Подаци су затим анализирани како би се испитале постављене хипотезе, тако што је примењен Пирсонов Хи-квадрат тест и Фишеров егзактни тест како би се испитала повезаност категоријских варијабли, и притом формирала табела контингенције поступком унакрсне анализе, ради сумирања дистрибуције повезаности између посматраних варијабли. Резултати показују актуелно стање у области примене аутоматског откривања пословних процеса у погледу кључних фактора истраживања, као и смернице за одабир типа и техника аутоматског откривања пословних процеса у односу на сценарио у оквиру којег се анализа одвија, који одређују индустрија и циљ анализе.

Како би се одредило које технике чишћења треба да се примене на дневник извршења догађаја у зависности од проблема квалитета података, на основу унапред спроведених прегледа литературе, дефинисан је упитник као мерни инструмент и дистрибуиран практикантима и истраживачима из области аутоматског откривања пословних процеса у целом свету. Упитник је садржао ставке које се тичу учесталости појављивања одређених проблема квалитета дневника извршења догађаја и техника чишћења дневника извршења догађаја, као и њихове посматране значајности. Такође, испитаници су пружали увид о одабиру технике чишћења дневника у зависности од проблема квалитета дневника. Резултати обраде података прикупљених путем упитника су пружили значајан допринос самом стању у области које се тиче трендова на тржишту рада и демографских карактеристика истраживача и практиканата који се аутоматским откривањем пословних процеса.

Приликом анализе основних демографских карактеристика испитаника, извршен је Хи-квадрат тест и утврђене су значајне разлике односа улоге испитаника и временског периода изучавања/примене аутоматског откривања пословних процеса, односа улоге испитаника и софтверских алата које примењују за извођење аутоматског откривања пословних процеса, како и односа улоге испитаника и софтверских алата које примењују за обраду података у

контексту аутоматског откривања пословних процеса. Затим су у фокусу анализе били сами проблеми квалитета података и технике чишћења дневника извршења догађаја. Поред основне дескриптивне статистике која показује учесталост појављивања и перципирани значај ових варијабли од стране испитаника, примењена је и анализа односа између значаја и учесталости – ИПА анализа. ИПА анализа, на основу перцепције испитаника о учесталости појаве и значаја посматраних димензија, омогућава увид у то који проблеми квалитета дневника података и технике чишћења података треба да буду у фокусу истраживања и захтевају посебну пажњу, а који нису толико значајни.

Такође, примењена је анализа варијанси, која је показала да постоји разлика у значају који испитаници различитих улога придају проблемима квалитета података и техникама чишћења дневника извршења догађаја, као и да постоји разлика у погледу учесталости са којом се испитаници различитих улога сусрећу са проблемима квалитета и примењују технике чишћења дневника извршења догађаја. Такође, анализа варијанси је показала и да постоји разлика у значају који испитаници различитог нивоа искуства у области аутоматског откривања пословних процеса придају проблемима квалитета података и техникама чишћења дневника извршења догађаја.

Како би се тестирала постављена хипотеза о зависности између проблема квалитета и техника чишћења дневника извршења догађаја, спроведен је Пирсонов тест корелације, Пирсонов Хи-квадрат тест и унакрсна анализа за дефинисање смерница. Резултати теста корелације и Хи-квадрат теста показују да постоји статистички значајна веза између проблема квалитета и техника чишћења дневника извршења догађаја. Стога су подаци добијени унакрсном анализом, уз податке о јачини везе између ставки посматраних димензија добијених испитивањем корелације, узети у обзир приликом креирања смерница за одабир технике чишћења дневника извршења догађаја.

Смернице за планирање извођења пројеката аутоматског откривања пословних процеса у зависности од врсте индустрије и циља анализе, као и смернице за планирање и извођење припреме дневника извршења догађаја за анализу, практикантима пружају помоћ приликом извршавања фазе планирања пројеката аутоматског откривања пословних процеса и фазе припреме података за анализу путем техника аутоматског откривања пословних процеса.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Комисија закључује да резултати дисертације јасно и прецизно приказују процес развоја истраживачких модела, потом и поступак њихових тестирања. Такође, смернице за начин извођења пројеката аутоматског откривања пословних процеса су настале на основу емпиријски потврђених веза између кључних фактора примене аутоматског откривања пословних процеса у индустријским системима и на основу емпиријски потврђене везе између проблема квалитета података и техника чишћења дневника извршења догађаја.

Дисертација је проверена у софтверу за детекцију плагијаризма iThenticate у Библиотеци Факултета техничких наука, са вредношћу резултујућег индекса подударности 3%. На основу тога, комисија закључује да је докторска дисертација оригинално дело кандидаткиње.

Сходно претходно наведеном, Комисија даје **позитивну оцену** начину приказа и тумачења резултата истраживања, са закључком да је докторска дисертација оригинално ауторско дело кандидаткиње Душанке Дакић.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?

Да, дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Да, дисертација садржи све битне елементе представљене кроз квалитетно структуриране садржајне целине.
3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци? Допринос дисертације се пре свега може посматрати као теоријски допринос области аутоматског откривања пословних процеса, који обухвата прегледе литературе спроведене у првој и другој фази истраживања, као и систематски преглед литературе који је извршен ради прикупљања података у оквиру првог истраживачког модела, за потребе испитивања истраживачког питања 1. Споменути прегледи литературе пружају увид у начин примене аутоматског откривања пословних процеса у реалним индустријским системима, као и учесталост појаве проблема квалитета података унутар дневника извршења догађаја и примене одређених техника чишћења ради умањивања или уклањања конкретног проблема квалитета. Поред теоријског доприноса, практични допринос се може посматрати кроз резултате истраживања спроведених у односу на два претходно дефинисана истраживачка питања, који истраживачима и практикантима указују на то који су фактори пројеката аутоматског откривања пословних процеса кључни приликом одабира начина извођења пројеката аутоматског откривања пословних процеса. Такође, практични допринос чине и смернице дефинисане на основу резултата истраживања, а које се тичу планирања и извођење пројеката аутоматског откривања пословних процеса у зависности од врсте индустрије и циља анализе и планирања и извођење припреме дневника извршења догађаја за анализу.
4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања? Дисертација не поседује недостатке који би могли значајније негативно да утичу на вредност постигнутих резултата истраживања.
X ПРЕДЛОГ:
На основу наведеног, комисија предлаже:
☒ а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана; ☐ б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени); ☐ в) да се докторска дисертација одбије.

Место и датум: Нови Сад, 13. 09. 2023.

1. др Теодора Вучковић, доцент
_____, председник

2. др Милан Мирковић, ванредни професор
_____, члан

3. др Душан Савић, ванредни професор
_____, члан

4. др Дарко Стефановић, редовни професор
_____, ментор

5. др Бранислав Стеванов, ванредни професор
_____, ментор

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.