

НАСТАВНО - НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Ане Пајић Симовић за израду докторске дисертације и оцену научне заснованости теме докторске дисертације

Одлуком наставно-научног већа Факултета организационих наука 05-01 бр. 3/14-4 од 28.02.2024. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата **Ане Пајић Симовић** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Откривање и исправка одступања у моделу процеса на основу података о извршеним активностима из трансакционих база података ЕРП система“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ана Пајић Симовић је рођена 04. октобра 1985. године у Београду. Завршила је гимназију „Свети Сава” у Београду 2004. године са одличним успехом. Исте године уписује Факултет организационих наука, смер Информациони системи и технологије, који завршава 2009. године са просечном оценом 9.59 и оценом 10 на дипломском раду под називом „CRM елементи у оквиру ERP система“. Дипломске (мастер) академске студије наставља на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и технологије, студијска група ИТ менаџмент, где је положила све програмом предвиђене испите и 2011. године одбранила завршни мастер рад са оценом 10. Студент је докторских академских студија на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду, студијски програм Информациони системи и технологије. Положила је девет, програмом предвиђених, испита на докторским студијама са просечном оценом 10 (десет).

На Факултету организационих наука запослена је као асистент на Катедри за информационе системе од фебруара 2014. године. Пре тога је од 2012. до 2014. године била ангажована на Факултету организационих наука као сарадник у настави за ужу научну област Информациони системи. Ангажована је на припреми и извођењу наставе, организовању испита и колоквијума, као и менторствима за пројектне и семинарске радове на првој години основних студија на предмету Увод у

информационе системе, на трећој и четвртој години основних студија на предмету Пословни информациони системи, на четвртој години основних студија на предмету Одабрана поглавља из информационих система. На мастер академским студијама ангажована је на извођењу наставе, организацији испита и на менторствима за пројектне и семинарске радове на предметима: Управљање развојем информационих система, Информациони системи за управљање знањем, Изабрана поглавља из информационих система, ИСиТ Менаџмент и Организација ИСиТ функције и управљање променама. Додатно, ангажована је као предавач на заједничким мастер студијама Универзитета у Београду „Напредна анализа података“, који је акредитован 2020. године, на предмету „Базе података“.

Приликом евалуације од стране студената, њен педагошки рад је оцењиван високом просечном оценом (4.70-4.90 од максималних 5.00). У летњем семестру 2017/2018. школске године добила је награду за најбоље постигнуте резултате на студентској анкети. Била је члан комисије за одбрану 81 завршна рада на основним академским студијама.

Активно учествује у организацији гостујућих предавања и радионица на предметима завршних година студија. На факултету учествује у спровођењу два академска програма: Microsoft Dynamics и SAP University Alliances програм. SAP University Alliances програм се реализује у сарадњи са Универзитетом у Београду и SAP University Competence центром који се налази у оквиру Otto von Guericke универзитета у Магдебургу, у Немачкој. Студентима је омогућен приступ информационим системима и алатима, обезбеђен је нови наставни материјали. Од 2021. године успостављена је сарадња са професором Marlon Dumas (Software Engineering & Information Systems Group, Institute of Computer Science, University of Tartu, Estonia) ради спровођења Apmore Process mining академског програма. Поред приступа софтверу, добијени су додатни материјали за истраживање и реализацију курса на факултету. Исте године постала је члан Celonis Process mining академског програма. Као резултат дугогодишњег истраживања, креиран је нови картон предмета „Откривање законитости у процесима“ за нови циклус акредитације. Изборни је предмет (ДС1) на модулу Информационо инжењерство.

У периоду од новембра 2016. до октобра 2018. обављала је функцију секретара Катедре за информационе системе. Од 2016. до 2018. била је заменик представника за Комисију студијског програма мастер студија Пословна интелигенција, испред Катедре за информационе системе. Од 2018. до 2019. била је заменик представника за Веће студијског програма мастер академских студија, заменик представника за Комисију студијског програма мастер студија Информациони системи и за Комисију студијског програма мастер студија Пословна интелигенција, испред Катедре за информационе системе. Додатно, била је више пута ментор студентима прве године, као и студентима завршне године студија на смеру Информациони системи и технологије.

Од јуна до августа 2008. године била је на стручној пракси у компанији VIP mobile у сектору за ИТ планирање и пројектовање система. Радила је на пословима анализе

пословних захтева, креирање случаја коришћења и модела дизајна информационих система. У 2009. години је радила у компанији OBI Austria у Бечу, у сектору за информационо комуникационе технологије, на пословима идентификације пословних захтева и имплементације интегрисаних софтверских решења за тржиште централно-источне Европе. Од 2018. до 2022. године била је ангажована као ИТ консултант од стране компаније Flexis consulting у Београду, на пројектима употребе ИТ алата и технологија у пословном и дигиталном окружењу.

Као ИТ консултат и истраживач, учествовала је на међународном пројекту „Research on the role of ICT- related knowledge and women’s labor market situation”. Пројекат је подржан од стране Swedish International Development Cooperation Agency (SIDA), 2013-2014. Држала је радионице програмирања за ђаке основних школа као предавач на пројекту „Први корак ка успешној и равноправној ИКТ каријери” у организацији Центра за промоцију науке у Београду, 2014. године. У 2013. години учествовала је на TRAIN (Training and Research for Academic Newcomers) пројекту, двонедељна предавања намењена развоју академских вештина везаних за методологију истраживања и писања научних радова, дидактику у високом образовању, израду планова и програма високог образовања. Пројекат је финансиран од стране Фондације Краља Бодуена (КБФ).

Члан је Друштва за информатику Србије и IEEE организације – секција Србија и Црна Гора. Члан је Академске иницијативе коју компанија Microsoft организује за програм Microsoft Dynamics и похађала је Dynamics NAV академију у Microsoft едукативном центру у Београду у октобру 2012. године. Од 2015. године учествује као представник Факултета у организацији пројекта „Dynamics NAV академија” у Microsoft едукативном центру у Београду. Од 2016. године члан је и Академске иницијативе коју компанија SAP организује у свету. Присуствовала је обуци „SAP ERP train-the-trainer” 2016. године у Букурешту, у Румунији и 2017. године у Београду, коју је организовао SAP University Competence Center Munich, The Technical University of Munich.

Кандидат добро говори и пише енглески језик и служи се немачким језиком (Zertifikat Deutsch диплома, DAAD стипендија за курс језика у Немачкој).

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Кандидат Ана Пајић Симовић докторске студије уписује школске 2023/2024. године. Положила је све испите предвиђене планом и програмом на докторским студијама са просечном оценом 10 (десет). Следи списак положених предмета:

1. Савремена истраживања у области информационих система и технологија
2. Развој информационих система
3. Управљање подацима
4. Софтверске архитектуре
5. Моделовање предузећа
6. Системи за управљање пословним процесима
7. Откривање законитости у базама података – одабрана поглавља
8. Пословна интелигенција – одабрана поглавља
9. Интероперабилност пословних система и апликација

Кандидат је дана 17.06.2024. године успешно одбранила приступни рад под називом „Откривање и исправка одступања у моделу процеса на основу података о извршеним активностима из трансакционих база података ЕРП система”.

У наставку ће бити приказани радови објављени у научним часописима и на научним конференцијама у земљи и иностранству.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M22)

1. **Pajić Simović Ana**, Babarogić Slađan, Pantelić Ognjen, Krstović Stefan, *Towards a Domain-Specific Modeling Language for Extracting Event Logs from ERP Systems*. Applied Sciences, 2021, 11(12), 5476. <https://doi.org/10.3390/app11125476>.

Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M23)

1. Đukić, Marija, Pantelić, Ognjen, **Pajić Simović, Ana**, Krstović, Stefan, Jejić, Olga, A *Systematic Approach for Converting Relational to Graph Databases*, IPSI Transactions on Internet Research [IF 2022 = 0.4], vol. 20(1), pp. 17-28, 2024. <https://doi.org/10.58245/ipsi.tir.2401.03>.
2. Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, Nikolić Ana, *General Model for Adequate Cloud Service Selection using Decision Making Methods*, International Journal of Computers Communications and Control (IJCCC), ISSN: 1841-9836, Vol. 11, No. 6, 2016, str. 832-844.
3. **Pajić Ana**, Pantelić Ognjen, Stanojević Bogdana, *Representing IT Performance Management as Metamodel*, International Journal of Computers Communications and Control, ISSN: 1841-9836, Vol. 9, No. 6, 2014, str. 758-767.
4. Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, Bečejski-Vujaklija Dragana, Vujošević Mirko, *Effectiveness of integrated enterprise information systems education program*, Technics Technologies Education Management, [SCI, Impact factor 2012 = 0.414], ISSN: 1840-1503, Vol. 8, No. 4, 2013, (acknowledgment of paper reviews and publication No: 91/24.3.-2012), str. 1920-1928.

Радови објављени у часописима националног значаја (M50)

1. Marković Aleksandra, Pantelić Ognjen, **Pajić Simović Ana**, *Integration of SAP PaPM module with various data sources*, InfoM – časopis za informacionu tehnologiju i multimedijalne tehnologije, ISSN: 1451-4397, Vol. 78, 2023. str. 28-35. (M53)
2. Malić Jelena, Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, *Analysis of MS NAV data model in the case of the procurement process*, InfoM – časopis za informacionu tehnologiju i multimedijalne tehnologije, ISSN: 1451-4397, Vol. 64, UDC 004.62, 2017. str. 38-46. (M53)
3. **Pajić Ana**, Bečejski-Vujaklija Dragana, *Metamodel of the Artifact-Centric Approach to Event Log Extraction from ERP Systems*, International Journal of Decision Support System Technology (IJDSST), ISSN: 1941-6296, Vol. 8, No. 2, 2016, str. 18-28. (M53)
4. Deretić Lazar, **Pajić Ana**, Pantelić Ognjen, *Application of Confluence knowledge management tool in modeling of insurance products*, InfoM – časopis za

- informacionu tehnologiju i multimedijalne tehnologije, ISSN: 1451-4397, Vol. 55, 2015, str. 18-27. (M53)
5. **Pajić Ana**, Babarogić Slađan, Nešković Siniša, *A metrics framework for measuring changeability of UML class diagrams*, E-society Journal: research and applications, ISSN: 2217-3269, Vol. 3, No. 2, 2012, str. 15-23. (M53)
 6. **Pajić Ana**, *Measuring the performance of IT investments*, InfoM - časopis za informacionu tehnologiju i multimedijalne tehnologije, ISSN: 1451-4397, Vol. 10, No. 40, 2011, str. 4-9. (M53)

Радови објављени у зборницима међународних научних скупова (M30)

Саопштења са међународних скупова штампана у целини (M33)

1. Đukić Marija, Škembarević Milica, Jejić Olga, **Pajić Simović Ana**, *Toward the utilization of chatbots in the banking sector*, Proceedings of the Central European Conference on Information and Intelligent Systems 2023 (CECIIS), 34th International Conference, ISSN 1847-2001, Dubrovnik, Hrvatska, septembar 2023, str. 79-87.
2. Tanić Dragana, Pantelić Ognjen, **Pajić Simović Ana**, *Analysis of the Document-Oriented NoSQL Databases Integration*, 814th International Conference on Management and Information Technology (ICMIT), Rim, Italija, april 2020, str. 5-9.
3. Krstović Stefan, Pantelić Ognjen, **Pajić Simović Ana**, *Business Process Conformance Analysis with Process Mining*, XVII INTERNATIONAL SYMPOSIUM BUSINESS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE, SYMORG 2020, ISBN 978-86-7680-385-9, Beograd, Srbija, septembar 2020, str. 206-212.
4. **Pajić Simović Ana**, Babarogić Slađan, Pantelić Ognjen, *A Domain-Specific Language for Supporting Event Log Extraction from ERP Systems*, in I. Dzitac, F.G. Filip, M.J. Manolescu et al. (Eds.), 2018 7th International Conference on Computers Communications and Control (ICCCC2018), Proceedings of IEEE, ISBN 978-1-5386-1934-6, Oradea, Rumunija, 2018, str. 12-16.
5. Ljubenović Jelena, Pantelić Ognjen, **Pajić Simović Ana**, *Big Data Analysis in Social Media*, XVI INTERNATIONAL SYMPOSIUM SYMORG 2018 “Doing Business in the Digital Age: Challenges, Approaches and Solutions“, Zlatibor, Srbija, 2018, str. 135-142.
6. Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, Nikolić Ana, *Analysis of available cloud computing models to support cloud adoption decision process in an enterprise*, 6th International Conference on Computers Communications and Control (ICCCC), IEEE Xplore, e-ISBN:978-1-5090-1735-5, doi: 10.1109/ICCCC.2016.7496751, Oradea, Rumunija, 2016, str. 135-139.
7. Pantelić Ognjen, Gajić Vedrana, **Pajić Ana**, *Comparative Analysis of Scrum and Kanban Methodologies for Managing Information Systems Development*, XV INTERNATIONAL SYMPOSIUM SYMORG 2016 “Reshaping the future through sustainable business development and entrepreneurship“, Zlatibor, Srbija, 2016, str. 755-761.
8. Milovanović Elena, **Pajić Ana**, *Comparing Graph and Relational Database Management Systems for Querying Data Warehouses*, Third International Conference

- on Advances in Information Processing and Communication Technology (IPCT 2015), ISBN : 978-1-63248-077-4, Rim, Italija, 2015, str. 166-171.
9. Kuzman Maja, Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, *Developing Joomla Component for the voting system based on comparative analysis*, XIV INTERNATIONAL SYMPOSIUM SYMORG 2014 “New Business Models and Sustainable Competitiveness”, Zlatibor, Srbija, 2014, str. 958-964.
 10. Nikolić Ana, Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, *The economics of moving to the cloud*, XI Balkan Conference on Operational Research, ISBN: 978-86-7680-285-2, Beograd i Zlatibor, Srbija, 2013, str. 710-715.
 11. Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, Bečejski-Vujaklija Dragana, *Performance evaluation of ERP systems training program*, 6th International Technology, Education and Development Conference (INTED2012), ISBN: 978-84-615-5563-5, Valensija, Španija, 2012, str. 6068-6074.
 12. **Pajić Ana**, Bečejski-Vujaklija Dragana, *Where are the women in IT Serbia*, Symposium of Organizational Sciences (SymOrg 2012), ISBN: 978-86-7680-255-5, Zlatibor, Srbija, 2012, str. 1000-1006.
 13. **Pajić Ana**, Babarogić Slađan, Nešković Siniša, *A metrics framework for measuring changeability of UML class diagrams*, International conference on Applied Internet and Information Technologies, ISBN 978-86-7672-188-7, Zrenjanin, Srbija, 2012, str. 90-94.

Саопштења са међународних скупова штампана у изводу (M34)

1. Krstović Stefan, Pantelić Ognjen, **Pajić Simović Ana**, *A Methodological Approach For Converting Relational To Graph Databases*, Book of abstracts / XVIII International Symposium Sustainable Business Management and Digital Transformation: Challenges and Opportunities in the Post-COVID Era, SYMORG 2022, Belgrade, June 11- 14, 2022; editors Marko Mihić, Sandra Jednak, Gordana Savić; [conference organizer Faculty of Organizational Sciences]. - Belgrade: Faculty of Organizational Sciences, 2022.
2. **Pajić Ana**, Bečejski-Vujaklija Dragana, *Process Mining on ERP systems: Logical Structure of The Artifact-Centric Approach of Log Extraction*, 1st International Conference on Decision Support System Technology on Big Data Analytics for Decision Making (ICDSST), ISBN: 978-86-7680-313-2, Beograd, Srbija, 2015.
3. Lešjanin David, Pantelić Ognjen, **Pajić Ana**, *An Alternative Approach to In- Memory Data Processing: A case of financial institutions*, 1st International Conference on Decision Support System Technology on Big Data Analytics for Decision Making (ICDSST), ISBN: 978-86-7680-313-2, Beograd, Srbija, 2015.
4. **Pajić Ana**, Pantelić Ognjen, Stanojević Bogdana, *Representing IT Performance Management as Metamodel*, 5th International Conference on Computers, Communications and Control (ICCCC 2014), ISSN: 1844-4334, Vol. 4, Oradea, Rumunij, 2014.
5. **Pajić Ana**, Pantelić Ognjen, Ivezić Nenad, *Representing Val IT governance framework as metamodel*, XXVI EURO - INFORMS Joint International Conference, Rim, Italija, 2013.

6. **Pajić Ana**, Bečejski-Vujaklija Dragana, *Knowledge Management and Business Intelligence relationship in the cloud*, EURO Mini-Conference “Collaborative Decision Systems in Economics and in Complex Societal and Environmental Applications“, ISBN: 978-3-943207-06-4, Grac, Austrija, 2013.

Радови објављени у зборницима са скупова националног значаја (M60)

Саопштења са скупова националног значаја – штампана у целини (M63)

1. **Pajić Simović Ana**, Aničić Nenad, Babarogić Slađan, *Analiza pristupa za modelovanje poslovnih procesa zasnovanih na artifaktima*, 25. YU INFO konferencija, ISBN: 978-86-85525-23-0, Kopaonik, Srbija, 2019, str. 186-191.

Поглавље у националној монографији (M40)

1. Gospić, N., Petrović, D., Popov, S., Vučković, D., Murić, G., Macura, D., Bečejski Vujaklija, D., Šelmić, M., **Pajić, A.**, Vučković, J., Đurđević, N., Kovačević, N., Kulić, M., & Belosavić Milanović, O. (2014). *Istraživanje o ulozi znanja iz oblasti IKT i položaja žena na tržištu rada*. Beograd: Ministarstvo za rad, zapošljavanje, boračka i socijalna pitanja.

Наставни материјали

1. Огњен Пантелић, **Ана Пајић Симовић**, *Збирка задатака из пословних информационих система*, страна 250, ISBN 978-86-7680-355-2, 2019
2. Коаутор у уџбенику групе аутора *Информациони системи и технологије: Приручник за припрему пријемног испита- студијски програм Информациони системи и технологије*. Уредник др Зоран Марјановић, Факултет организационих наука, Београд, ISBN: 978-86-7680-342-2, 2017.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Ана Пајић Симовић је током рада на факултету и научно-истраживачког рада стекла различита знања и искуства из области развоја информационих система, база података, моделовања пословних процеса, откривања законитости у процесима и интегрисаних софтверских система.

Узимајући у обзир резултате остварене током досадашњег образовања, резултате истраживања више од 30 радова публикованих у међународним и домаћим научним часописима, као и у зборницима научних скупова међународног значаја, и радно искуство кандидат стечено кроз педагошки рад, учешћем на пројектима и у академским иницијативама из области ЕРП система, закључује се да кандидат Ана Пајић Симовић поседује потребно знање и искуство за самосталан рад на предложеној теми докторске дисертације „Откривање и исправка одступања у моделу процеса на основу података о извршеним активностима из трансакционих база података ЕРП система“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације је утврђивање могућности унапређења модела процеса применом технике откривања законитости у процесима (енг. Process mining) за анализу података о извршеним активностима из ЕРП система и других трансакционих система. Детаљније се разматрају сложени динамички процеси пословних система код којих постоји интеракција између више инстанци једног процеса и веза зависности „једна према више” и „више према више” међу подацима.

ЕРП системи су широко распрострањени у свакодневном пословању и бележе велике количине података о реализацији пословних активности пружајући организацијама увид у целокупно пословање у реалном времену. Подаци о извршеним активностима настали у ЕРП системима представљају вредан организацијски ресурс и њиховом анализом организацијама би се пружио детаљан увид у стварне токове извршења процеса. На основу додатних сазнања о одступањима и неправилностима у реализацији процеса реалног окружења могу се побољшати перформансе процеса, као и постојећи модел процеса.

Откривање законитости у процесима је методологија анализе података која се користи за откривање, надгледање и побољшање пословних процеса издвајањем знања из података о извршеним активностима који су забележени у информационим системима. Базира се на употреби различитих алгоритама за анализу дневника догађаја (енг. Event log) са циљем да се креира нови модел процеса или унапреди постојећи (van der Aalst, 2016). Обухвата технике за откривање модела процеса из података (енг. Process discovery), технике провере усклађености модела процеса (енг. Conformance Checking) и технике за побољшање модела процеса укључивањем додатних информација из података о извршеним активностима (енг. Process Enhancement) (van der Aalst, 2022).

Дневник догађаја представља полазну основу за примену техника откривања законитости у процесима. У себи садржи забележене податке о трансакцијама, односно догађајима у систему који се односе на извршење неке активности за конкретан предмет обраде (на пример: обрада поруџбине, обрада кредитног захтева клијента у банци, упис студента на факултет, итд.). Регистрован случај у дневнику догађаја представља једну инстанцу процеса, која се састоји од низа догађаја. Полази се од претпоставке да се сваки догађај може недвосмислено мапирати са одређеном инстанцом процеса. Такве информације морају бити структуриране према IEEE XES (енг. eXtensible Event Stream) стандарду, који представља опште прихваћен формат за бележење и приказ података о догађајима.

У последњој деценији долази до значајног развоја ове области и њене примене у различитим областима као што су здравство, образовање, финансијска ревизија, производња и логистика (Chiu & Jans, 2018), (Balint et al., 2020), (Berti et al., 2023). Мање истражена област је примена Process mining техника у анализи процеса који су вођени документима или случајевима (енг. Case). Ови процеси су подржани ЕРП системима и другим трансакционим информационим системима где се догађаји бележе аутоматски, али не на систематичан начин (van der Aalst, 2019), (De Weerdт & Wynn,

2022). Главни записи који се чувају представљају трансакције у релационим базама података и трансакције се могу извршити у оквиру више различитих пословних процеса. Самим тим, јавља се однос „више према више“ између конкретних трансакција и дефиниција пословних процеса, што може отежати мапирање извршене трансакције са одређеном инстанцом процеса. Уочено је и непостојање јединственог идентификатора за инстанцу процеса. На пример, у процесу набавке чувају се подаци о различитим ентитетима, као што су наруџбеница, пријемница и артикал. У зависности од изабраног предмета обраде, односно идентификатора инстанце процеса, мењају се и догађаји који ће бити предмет анализе и део дневника догађаја. Додатно, подаци који се односе на одређени пословни процес чувају се у многим, често не директно повезаним табелама.

Издајање одговарајућих података из више табела базе података ЕРП система јесте тренутни изазов за истраживаче у овој области, будући да је потребно трансформисати неструктуриране податке ЕРП система у одговарајући формат, који одговара XES стандарду, за примену Process mining техника (Diba et al., 2020), (Dakic et al., 2020), (Accorsi & Leberherz, 2022). Доменско знање, које представља знање експерата о процесима и структури података ЕРП система, се може искористити како би се прецизније и/или брже издвојили подаци о догађајима из више табела ЕРП система. Иако постоје истраживања где је уочена потреба да се доменско знање интегрише у процес издајања података из ЕРП система и других трансакционих система, досадашњи приступи не пружају интуитиван и приступачан начин за одређивање дефиниције процеса и избор релевантних догађаја за мапирање (Jans, 2017), (Calvanese et al., 2017), (de Murillas et al., 2019), (Ter Hofstede et al., 2023).

Додатни изазов код ЕРП система представљају сложене везе зависности „једна према више” и „више према више” међу подацима. Јавља се проблем конвергенције и дивергенције података када се примене савремене Process mining технике над оваквим подацима са сложеним везама зависности (Lu et al., 2015), (Jans et al., 2019), (Adams & van der Aalst, 2024). Приликом анализе података може се доћи до погрешног закључка зато што постоје поновљени догађаји и погрешне зависности између догађаја у дневнику догађаја. Један од истраживачких напора у овој области је проналажење решења за моделовање динамичких процеса како би се прецизније описале сложене зависности у подацима, које утичу на извршење процеса (Meyer et al., 2013), (Fahland, 2019b), (Li et al., 2019), (Corradini et al., 2022). Традиционално се модели процеса базирају на опису активности и њиховог редоследа извршавања, што пружа увид у функционалност процеса, без откривања детаљних података који прате извршење процеса. Подаци се дефинишу у оквиру предуслова и постуслова за извршење активности или као атрибути приликом одлучивања код контролних чворова дијаграма (Meyer & Weske, 2013). Петријева мрежа (енг. Petri net), BPMN (енг. Business Process Model Notation), UML (енг. The Unified Modeling Language), EPC (енг. Event-driven Process Chains) су примери најчешће коришћених језика за моделовање пословних процеса. Поменути савремени стандардни језици су ригидни и врло је тешко моделовати сложене зависности података у оквиру модела процеса (Li & De Carvalho, 2018). У циљу прецизнијег описа динамичких процеса предложен је приступ заснован на артефактима (енг. artifact-centric), где се цео процес посматра као скуп интеракција

између кључних пословних објеката на концептуалном нивоу са дефинисаним животним циклусом (Nigam & Caswell, 2003), (van der Aalst et al., 2009), (Popova et al., 2015), (Estañol, 2015), (Fahland, 2019a). Издваја се перспектива података, која у интеграцији са перспективом контролног тока, представља основу за описивање пословних процеса (Marrella et al., 2015). Овај приступ се може користити и за опис сложених процеса ЕРП система. Ограничавајући фактор постојећих приступа је језик за спецификацију артефакта, па је потребно обезбедити решење помоћу кога доменски експерти могу једноставно креирати модел процеса користећи проширени стандардни језик за моделовање пословних процеса.

Имајући у виду све горе наведено, **главни проблем** који ће бити разматран у оквиру овог истраживања је откривање одступања у моделу процеса на основу података о извршеним активностима из трансакционих база података ЕРП система ради унапређења модела процеса, односно система. Комплексна структура података унутар ЕРП система пружа већу флексибилност у извршавању процеса, јер пословни процеси нису вођени моделом процеса, већ помоћу конфигурабилног кода (Wieczorek et al., 2008), (Magal & Word, 2011). Самим тим, процеси се не извршавају стриктно према јасним правилима извршавања и долази до одступања пројектоване спецификације од извршења процеса у реалном окружењу (Ingvaldsen & Gulla, 2008), (Fahland et al., 2011).

Основни циљ истраживања је дефинисање приступа провере усклађености модела процеса са понашањем система у реалном окружењу на основу доступних података о извршеним активностима из ЕРП система и других трансакционих система. У докторској дисертацији биће дефинисане неопходне фазе и активности новог приступа који се заснива на артефактима. Приступ треба да обухвати специфичности комплексне структуре података унутар ЕРП система и сложене везе зависности у подацима. У ту сврху неопходно је укључити доменско знање експерата креирањем новог језика посебне намене. Такође, циљ је да се омогући опис артефакта и визуализација девијација понашања проширењем BPMN савременог стандардног језика моделовања процеса, чиме ће се створити основа за побољшање модела процеса. BPMN језик је одабран због његове распрострањености, интуитивности и зато што је у великој мери прихватљив и разумљив корисницима који немају експертско знање из области информационих система и технологија. Стога, општи циљ истраживања је да се применом дефинисаног приступа унапреди квалитет модела процеса у ЕРП системима. Приступ који ће се дефинисати треба да буде погодан за употребу од стране доменских експерата који учествују у процесу сагледавања реалних токова извршавања процеса. Са практичног аспекта, проблем идентификовања јаза (енг. gap) и прилагођености (енг. fit) стандардних функционалности ЕРП решења потребама организације је важан у процесу увођења, конфигурације и одржавања ЕРП система, када је потребно разумети пословне процесе реалног окружења које систем треба да подржи.

Оквирна листа релевантних библиографских извора која ће се користити приликом израде докторске дисертације:

1. Accorsi, R., Leberherz, J. (2022). A Practitioner's View on Process Mining Adoption, Event Log Engineering and Data Challenges. In: van der Aalst, W.M.P., Carmona, J. (eds) *Process Mining Handbook*. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 448. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3_7
2. Adams, J. N., & van der Aalst, W. M. P. (2024). Addressing Convergence, Divergence, and Deficiency Issues. In J. De Weerd & L. Pufahl (Eds.), *Business Process Management Workshops* (pp. 496–507). Springer Nature Switzerland.
3. Adriansyah, A., Munoz-Gama, J., Carmona, J., van Dongen, B. F., & van der Aalst, W. M. P. (2015). Measuring precision of modeled behavior. *Information Systems and E-Business Management*, 13(1), 37–67.
4. Adriansyah, A., Sidorova, N., & Van Dongen, B. F. (2011). Cost-based fitness in conformance checking. *Proceedings - International Conference on Application of Concurrency to System Design, ACSD*, 57–66.
5. Bagheri Hariri, B., Calvanese, D., De Giacomo, G., Deutsch, A., & Montali, M. (2013). Verification of relational data-centric dynamic systems with external services. In *Proceedings of the 32nd ACM SIGMOD-SIGACT-SIGAI symposium on Principles of database systems* (pp. 163–174).
6. Balint, C., Taylor, Zach, & James, E. (2020). Process Mining in Action. In *Process Mining in Action*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-40172-6>
7. Berti, A., Jessen, U., Park, G., Rafiei, M., & van der Aalst, W. M. P. (2023). Analyzing interconnected processes: using object-centric process mining to analyze procurement processes. *International Journal of Data Science and Analytics*. <https://doi.org/10.1007/s41060-023-00427-3>
8. Bhattacharya, K., Hull, R., & Su, J. (2009). A data-centric design methodology for business processes. In *Handbook of Research on Business Process Modeling, IGI Global*, 503–531.
9. Bose, R. P. J. C., Mans, R. S., & van der Aalst, W. M. P. (2013). Wanna Improve Process Mining Results? In *2013 IEEE Symposium on Computational Intelligence and Data Mining (CIDM)* (pp. 127–134). Singapore, Singapore: IEEE.
10. Buijs, J. C. A. M., La Rosa, M., Reijers, H. A., van Dongen, B. F., & van der Aalst, W. M. P. (2013). Improving Business Process Models Using Observed Behavior. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 162, 44–59. http://doi.org/10.1007/978-3-642-40919-6_3
11. Calvanese, D., Kalayci, T. E., Montali, M., & Santoso, A. (2017). OBDA for log extraction in process mining. In G. Ianni, D. Lembo, L. Bertossi, W. Faber, B. Glimm, G. Gottlob, & S. Staab (Eds.), *Reasoning Web. Semantic Interoperability on the Web. Reasoning Web 2017. Lecture Notes in Computer Science; Ianni G. et al.; Eds.; Vol. 10370*, pp. 292–345. Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-361>
12. Calvanese, D., Montali, M., Estañol, M., & Teniente, E. (2014). Verifiable UML Artifact-Centric Business Process Models. In *Proceedings of the 23rd ACM International Conference on Conference on Information and Knowledge Management* (pp. 1289–1298). Shanghai, China.
13. Cervantes, A.A., van Beest, N. R. T. P., La Rosa, M., Dumas, M., & García-Bañuelos, L. (2017). Interactive and incremental business process model repair. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10573 LNCS (November), 53–74. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69462-7_5
14. Cervantes, A. A. (2019). Process Model Repair. *Encyclopedia of Big Data Technologies*, 1316–1321. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77525-8_90

15. Chao, T., Cohn, D., Flatgard, A., Hahn, S., Linehan, M., Nandi, P., ... Wu, F. Y. (2009). Artifact-based transformation of ibm global financing. In *In: Dayal U., Eder J., Koehler J., Reijers H.A. (eds) Business Process Management. BPM 2009. Lecture Notes in Computer Science*, (Vol. 5701, pp. 261–277). Springer, Berlin, Heidelberg.
16. Chiu, T., & Jans, M. J. (2018). Process Mining of Event Logs: A Case Study Evaluating Internal Control Effectiveness. *SSRN Electronic Journal*, 1–43. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3136043>
17. Cohn, D., & Hull, R. (2009). Business artifacts: A data-centric approach to modeling business operations and processes. *IEEE Data Eng. Bull*, 32(3), 3–9.
18. Corradini, F., Muzi, C., Re, B., Rossi, L., & Tiezzi, F. (2022). Formalising and animating multiple instances in BPMN collaborations. *Information Systems*, 103, 101459. <https://doi.org/10.1016/j.is.2019.101459>
19. Dakic, D., Stefanovic, D., Lolic, T., Narandzic, D., & Simeunovic, N. (2020). Event Log Extraction for the Purpose of Process Mining: A Systematic Literature Review. In *Innovation in Sustainable Management and Entrepreneurship. SIM 2019. Springer Proceedings in Business and Economics; Prostean G., Lavios Villahoz J., Brancu L., Bakacsi G., Eds.*; pp. 299–312; Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-44711-44713>
20. Damaggio, E., Hull, R., & Vaculin, R. (2013). On the equivalence of incremental and fixpoint semantics for business artifacts with Guard-Stage-Milestone lifecycles. *Information Systems*, 38(4), 561–584.
21. de Murillas, E. G. L., van der Aalst, W. M. P., & Reijers, H. A. (2015). Process Mining on Databases: Unearthing Historical Data from Redo Logs. In *Motahari-Nezhad H., Recker J., Weidlich M. (eds) Business Process Management. BPM 2015. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 9253, pp. 367–385). Springer, Cham.
22. de Murillas, E. G. L., Reijers, H. A., & van der Aalst, W. M. P. (2019). Connecting databases with process mining: a meta model and toolset. *Softw Syst Model*, 18(6), 1209–1247. <https://doi.org/10.1007/s10270-018-0664>.
23. De Weerd, J., De Backer, M., Vanthienen, J., & Baesens, B. (2012). A multi-dimensional quality assessment of state-of-the-art process discovery algorithms using real-life event logs. *Information Systems*, 37(7), 654–676.
24. De Weerd, J., & Wynn, M. T. (2022). Foundations of Process Event Data. In W. M. P. van der Aalst & J. Carmona (Eds.), *Process Mining Handbook* (pp. 193–211). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3_6
25. Diba, K., Batoulis, K., Weidlich, M., & Weske, M. (2020). Extraction, correlation, and abstraction of event data for process mining. *WIREs Data Mining Knowl Discov*; <https://doi.org/10.1002/widm.1346>
26. Dijkman, R. M., Dumas, M., & Ouyang, C. (2008). Semantics and analysis of business process models in BPMN. *Information and Software Technology*, 50(12), 1281–1294.
27. Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Berlin Heidelberg.
28. Dunzer, S., Stierle, M., Matzner, M., & Baier, S. (2019). Conformance checking: A state-of-the-art literature review. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3329007.3329014>
29. Estañol, M. (2015). Specifying Artifact-Centric Business Process Models in UML. *Shishkov B. (Eds) Business Modeling and Software Design. BMSD 2014. Lecture Notes in Business Information Processing*, 220. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20052-1>
30. Estanol, M. (2019). Conformance checking in UML artifact-centric business process models. *Software & Systems Modeling*, 18, 2531–2555.
31. Fahland, D., De Leoni, M., Van Dongen, B. F., & Van Der Aalst, W. M. P. (2011).

- Behavioral conformance of artifact-centric process models. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 87 LNBIP, 37–49.
32. Fahland, D. (2019a). Artifact-Centric Process Mining. In *Encyclopedia of Big Data Technologies*; Sakr S., Zomaya A.Y., Eds.; pp. 1–13; Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77525-8_93
 33. Fahland, D. (2019b). *Describing Behavior of Processes with Many-to-Many Interactions* (Vol. 9698). Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-39086-4>
 34. Fahland, D., & van der Aalst, W. M. P. (2015). Model Repair — Aligning Process Models to Reality. *Journal Information Systems*, 47(C), 220–243.
 35. Fahland, D., De Leoni, M., Van Dongen, B. F., & Van Der Aalst, W. M. P. (2011). Conformance checking of interacting processes with overlapping instances. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 6896 LNCS, 345–361. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23059-2_26.
 36. Fritz, C., Hull, R., & Su, J. (2009). Automatic construction of simple artifact-based business processes. *Proceedings of the 12th International Conference on Database Theory - ICDT '09*, 225--238.
 37. García-Bañuelos, L., Van Beest, N. R. T. P., Dumas, M., La Rosa, M., & Mertens, W. (2017). Complete and Interpretable Conformance Checking of Business Processes. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 44(3), 262–290. <https://doi.org/10.1109/TSE.2017.2668418>
 38. Goel, S., Bhat, J. M., & Weber, B. (2013). End-to-end process extraction in process unaware systems. *Lecture Notes in Business Information Processing*, 132 LNBIP, 162–173.
 39. Gupta, E. (2014). Process mining algorithms. *International Journal of Advance Research In Science And Engineering*, 3(11), 401–412.
 40. Hull, R. (2008). Artifact-Centric Business Process Models: Brief Survey of Research Results and Challenges. *On the Move to Meaningful Internet Systems: OTM 2008*, 1152–1163. http://doi.org/10.1007/978-3-540-88873-4_17
 41. Hull, R., Damaggio, E., Fournier, F., Gupta, M., Nigam, A., Sukaviriya, P., & Vaculin, R. (2010). Introducing the Guard-Stage-Milestone Approach for Specifying Business Entity Lifecycles. In *Proc. Intl. Workshop on Web Services and Formal Methods (WS-FM)* (pp. 1–22). Springer-Verlag.
 42. Hull, R., Su, J., & Vaculin, R. (2013). Data management perspectives on business process management: tutorial overview. *Proceedings of the 2013 International Conference on Management of Data - SIGMOD '13*, 943–948. <http://doi.org/10.1145/2463676.2467802>
 43. IEEE Standard for eXtensible Event Stream (XES) for Achieving Interoperability in Event Logs and Event Streams, IEEE Standard 1849-2016, 2016, doi: 10.1109/IEEESTD.2016.7740858.
 44. IEEE Standard for eXtensible Event Stream (XES) for Achieving Interoperability in Event Logs and Event Streams, IEEE Standard 1849-2023, 2023, doi: 10.1109/IEEESTD.2023.10267858.
 45. Ingvaldsen, J. E., & Gulla, J. A. (2008). Preprocessing Support for Large Scale Process Mining of SAP Transactions. *Business Process Management Workshops. BPM 2007. Lecture Notes in Computer Science*; Ter Hofstede A., Benatallah B., Paik HY., Eds.; 4928, 30–41; https://doi.org/10.1007/978-3-540-78238-4_5.
 46. Jankovic, M., Ljubicic, M., Anicic, N., & Marjanovic, Z. (2015). Enhancing BPMN 2.0 Informational Perspective to Support Interoperability for Cross-Organizational Business Processes. *Computer Science and Information Systems*, 12(3), 1101–1120. <https://doi.org/10.2298/CSIS141112013J>

47. Jans, M. (2017). *From Relational Database to Valuable Event Logs for Process Mining Purposes: A Procedure*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11343.69289>
48. Jans, M., Soffer, P., & Jouck, T. (2019). Building a valuable event log for process mining: an experimental exploration of a guided process. *Enterprise Information Systems*, 13(5), 601–630; <https://doi.org/10.1080/17517575.2019.1587788>
49. Jensen, K., & Kristensen, L. M. (2009). *Coloured Petri Nets: Modelling and Validation of Concurrent Systems*. Media., Springer Science & Business.
50. Kalenkova, A. A., van der Aalst, W. M. P., Lomazova, I. A., & Rubin, V. A. (2015). Process mining using BPMN: relating event logs and process models. *Software and Systems Modeling*, (October 2015), 0–25. <http://doi.org/10.1007/s10270-015-0502-0>
51. Kalenkova, A., Burattin, A., de Leoni, M., van der Aalst, W., & Sperduti, A. (2019). Discovering high-level BPMN process models from event data. *Business Process Management Journal*, 25(5), 995–1019. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-02-2018-0051>
52. Künzle, V., & Reichert, M. (2011). PHILharmonicFlows: towards a framework for object-aware process. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, 23(4), 205–244.
53. Li, G., & De Carvalho, R. M. (2018). Dealing with artifact-centric systems: A process mining approach. *CEUR Workshop Proceedings*, 2097, 80–84.
54. Li, G., De Carvalho, R. M., & Van Der Aalst, W. M. P. (2019). Object-centric behavioral constraint models: A hybrid model for behavioral and data perspectives. *Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing, Part F1477* (January 2020), 48–56. <https://doi.org/10.1145/3297280.3297287>
55. Lohmann, N., & Nyolt, M. (2012). Artifact-centric modeling using BPMN. In *International Conference on Service-Oriented Computing*, 54–65. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31875-7_7
56. Lohmann, N., & Wolf, K. (2010). Artifact-centric choreographies. In *Service-Oriented Computing* (pp. 32–46).
57. Lu, X., Nagelkerke, M., van de Wiel, D., & Fahland, D. (2015). Discovering Interacting Artifacts from ERP Systems. *IEEE Transactions on Services Computing*, 8(6), 861–873; doi: 10.1109/TSC.2015.2474358.
58. Malić, J., Pantelić, O., & Pajić, A. (2017). Analysis of MS NAV data model in the case of the procurement process. *InfoM – Časopis Za Informacionu Tehnologiju I Multimedijalne Tehnologije*, 64, 38–46.
59. Magal, S. R., & Word, J. (2011). *Integrated Business Processes with ERP Systems* (1st ed.). Wiley Publishing, Hoboken, New Jersey, USA.
60. Marrella, A., Mecella, M., Russo, A., Steinau, S., Andrews, K., & Reichert, M. (2015). *A Survey on Handling Data in Business Process Models*. In 23rd Italian Symposium on Advanced Database Systems (SEBD).
61. Meyer, A., Pufahl, L., Fahland, D., & Weske, M. (2013). Modeling and enacting complex data dependencies in business processes. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8094 LNCS, 171–186. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40176-3_14
62. Meyer, A., & Weske, M. (2013). Activity-centric and Artifact-centric Process Model Roundtrip. *Business Process Management Workshops*, 167–181.
63. Murata, T. (1989). Petri Nets : Properties , Analysis and Applications, 77(4), 541–580.
64. Nigam, A., & Caswell, N. S. (2003). Business artifacts: An approach to operational specification. *IBM Systems Journal*, 42(3), 428–445.
65. Niu, B. Z., Chen, K. L., Huang, H. Z., Li, Y., & Chen, L. (2017). System selection and performance evaluation for manufacturing company's ERP adoption. *International Journal of Computers, Communications and Control*, 12(3), 347–364.
66. Nooijen, E. H. J., van Dongen, B. F., & Fahland, D. (2013). Automatic Discovery of Data-Centric and Artifact-Centric Processes. In La Rosa M., Soffer P. (eds) *Business*

- Process Management Workshops. BPM 2012. Lecture Notes in Business Information Processing* (pp. 316–327). Tallinn, Estonia: Springer, Berlin, Heidelberg.
67. Object Management Group (OMG), Parida, O. M. G., R., & Mahapatra, S. (2011). Business Process Model and Notation (BPMN) Version 2.0. *Business*, 50, p. 170.
 68. Pajić, A., & Bečejski-Vujaklija, D. (2016). Metamodel of the artifact-centric approach to event log extraction from ERP systems. *International Journal of Decision Support System Technology*, 8(2), 18–28.
 69. Pajić Simović, A., Babarogić, S., & Pantelić, O. (2018). A Domain-Specific Language for Supporting Event Log Extraction from ERP systems. In *2018 7th International Conference on Computers Communications and Control (ICCCC)* (pp. 12–16).
 70. Polyvyanyy, A., Van Der Aalst, W. M. P., Ter Hofstede, A. H. M., & Wynn, M. T. (2016). Impact-driven process model repair. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 25(4), 1–52. <https://doi.org/10.1145/2980764>
 71. Popova, V., Fahland, D., & Dumas, M. (2015). Artifact lifecycle discovery. *International Journal of Cooperative Information Systems*, 24(1), 1–27; <https://doi.org/10.1142/S021884301550001X>.
 72. Reißner, D., Armas-Cervantes, A., Conforti, R., Dumas, M., Fahland, D., & La Rosa, M. (2020). Scalable alignment of process models and event logs: An approach based on automata and S-components. *Information Systems*, 94, 101561. <https://doi.org/10.1016/j.is.2020.101561>
 73. Reißner, D., Conforti, R., Dumas, M., La Rosa, M., & Armas-Cervantes, A. (2017). Scalable conformance checking of business processes. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 10573 LNCS, 607–627. https://doi.org/10.1007/978-3-319-69462-7_38
 74. Recker, J. C. (2010). Opportunities and constraints : the current struggle with BPMN. *Business Process Management Journal*, 16(1), 181–201.
 75. Reisig, W., & Rozenberg, G. (1998). Lectures on Petri Nets I: Basic Models. In *Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 1491). Springer, Berlin.
 76. Revoredo, K. (2023). On the use of domain knowledge for process model repair. *Software and Systems Modeling*, 22(4), 1099–1111. <https://doi.org/10.1007/s10270-022-01067-0>
 77. Rogge-Solti, A., Senderovich, A., Weidlich, M., Mendling, J., & Gal, A. (2016). In log and model we trust? A generalized conformance checking framework. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9850 LNCS, 179–196. https://doi.org/10.1007/978-3-319-45348-4_11
 78. Rozinat, A., & van der Aalst, W. M. P. (2008). Conformance checking of processes based on monitoring real behavior. *Information Systems*, 33(1), 64–95. <http://doi.org/10.1016/j.is.2007.07.001>
 79. Ter Hofstede, A. H. M., Koschmider, A., Marrella, A., Andrews, R., Fischer, D. A., Sadeghianasl, S., Wynn, M. T., Comuzzi, M., De Weerd, J., Goel, K., Martin, N., & Soffer, P. (2023). Process-Data Quality: The True Frontier of Process Mining. *Journal of Data and Information Quality*, 15(3). <https://doi.org/10.1145/3613247>
 80. Vaculín, R., Hull, R., Heath, T., Cochran, C., Nigam, A., & Sukaviriya, P. (2011). Declarative business artifact centric modeling of decision and knowledge intensive business processes. *Proceedings - IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Workshop, EDOC*, (Edoc), 151–160.
 81. van der Aalst, W. M. P., Mans, R. S., & Russell, N. C. (2009). *Workflow Support Using Proclats: Divide, Interact, and Conquer Limitations of Monolithic Workflows*. *IEEE Data Engineering Bulletin*, 32(3), 1–7. <http://doi.org/10.1007/10722620>
 82. van der Aalst, W. M. P. (2015). Extracting Event Data from Databases to Unleash

- Process Mining. In vom Brocke J., Schmiedel T. (eds) *BPM - Driving Innovation in a Digital World. Management for Professionals*. (pp. 105–128). Springer, Cham.
83. van der Aalst, W. M. P. (2016). *Process Mining: Data Science in Action* (2nd ed.). Springer: Berlin/Heidelberg, Germany. <https://doi.org/610.1007/978-3-662-49851-4>
84. van der Aalst, W. M. P., Artale, A., Montali, M., & Tritini, S. (2017). Object-centric behavioral constraints: Integrating data and declarative process modelling. *CEUR Workshop Proceedings*.
85. van der Aalst, W. M. P. (2019). Object-Centric Process Mining: Dealing with Divergence and Convergence in Event Data. In *Software Engineering and Formal Methods. SEFM 2019. Lecture Notes in Computer Science*; Ölveczky P., Salaün G., Eds.; Vol. 11724, pp. 3–25; Springer, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-30446>
86. van der Aalst, W. M. P. (2022). Process Mining: A 360 Degree Overview. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 448, pp. 3–34). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3_1
87. van der Aalst, W. M. P., & Carmona, J. (2022). Process Mining Handbook. In *Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 448). <https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3>
88. van Eck, M. L., Sidorova, N., & van der Aalst, W. M. P. (2017). Guided Interaction Exploration in Artifact-centric Process Models. In *2017 IEEE 19th Conference on Business Informatics (CBI)*.
89. Verbeek, H. M. W., Buijs, J. C. A. M., van Dongen, B. F., & van Der Aalst, W. M. P. (2011). XES, XESame, and ProM 6. In Soffer P., Proper E. (eds) *Information Systems Evolution. CAiSE Forum 2010. Lecture Notes in Business Information Processing* (Vol. 77, pp. 60–75). Springer, Berlin, Heidelberg.
90. Weske, M. (2012). *Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures. Second Edition*. Springer Science & Business Media.
91. Wiczorek, S., Stefanescu, A., & Schieferdecker, I. K. (2008). Test data provision for ERP systems. *Proceeding of 2008 1st International Conference on Software Testing, Verification, and Validation, Lillehammer, Norway, 9-11 April 2008*. <https://doi.org/10.1109/ICST.2008.53>

3. Полазне хипотезе

Општа полазна хипотеза истраживања гласи:

X(0) - Приступ за проверу усклађености модела процеса са понашањем система у реалном окружењу, заснован на артефактима и трансакционим подацима, може да унапреди квалитет модела процеса у ЕРП системима.

Посебне хипотезе:

X(1) - Могуће је дефинисати приступ провере усклађености модела процеса заснован на артефактима и трансакционим подацима.

X(2) - С обзиром на комплексну структуру шеме базе података ЕРП система, потребно је укључити доменско знање експерата приликом издвајања података о догађајима.

X(3) - Могуће је дефинисати доменско-специфични језик, креирањем метамодела за процес издвајања дневника догађаја из трансакционих система заснован на артефактима.

X(4) - За опис процеса и приказ одступања у моделу процеса могуће је проширити BPMN (*Business Process Model and Notation*) стандардни језик за моделовање пословних процеса, тако да омогући опис артефакта и интеракција између артефаката.

X(5) - Применом технике откривања законитости у процесима могуће је открити одступања између захтева корисника и имплементираних функционалности ЕРП система.

4. Научне методе истраживања

У циљу реализације описаног истраживања, за израду докторске дисертације користиће се опште методе прикупљања података и анализе постојеће релевантне литературе у области откривања законитости у процесима, са освртом на различите приступе моделовања пословних процеса. Врши се систематизација научних резултата како би се показала оправданост и потреба за развојем приступа за проверу усклађености модела процеса на основу података о извршеним активностима из ЕРП система у циљу унапређења модела. Биће примењене и методе дескриптивне анализе, компаративне анализе којом ће се упоредити постојећи приступи, њихове карактеристике, предности и недостаци, као и метода дедукције и критичког разматрања добијених резултата истраживања. Методе апстракције, моделовања и сценарија, као и методе анализе података, користиће се за приказ и анализу понашања система. Евалуација приступа извршиће се применом предложеног приступа на конкретном примеру помоћу посебно развијених језика и коришћењем одговарајућих алата.

5. Очекивани научни допринос

Резултати истраживања у предметној области могу изродити већи број доприноса научној заједници, међу којима се истичу следећи:

1. Анализа и критички осврт на досадашња истраживања у предметној области са посебним освртом на релевантне приступе моделовања пословних процеса.
2. Развој новог приступа за проверу усклађености модела процеса са понашањем система у реалном окружењу на основу података о извршеним активностима из трансакционих база података ЕРП система, који је заснован на артефакт приступу моделовања пословних процеса.
3. Развој доменско-специфичног језика моделовања за спецификацију сложене активности издвајања и трансформације података из трансакционих база података ЕРП система у дневник догађаја.
4. Апстрактна синтакса за доменско-специфични језик биће дефинисана метамоделом, путем којег ће се описати елементи података и тока извршавања активности у јединствени формат за концептуализацију и аутоматизацију процеса креирања дневника догађаја из трансакционих система.
5. Дефинисање проширења BPMN метамодела за опис пословног објекта, односно артефакта и интеракција између артефаката, са елементима за визуализацију одступања у моделу процеса.
6. Идентификација типова девијација понашања у моделу процеса и спецификација правила за корекцију девијација.

6. План истраживања и структура рада

У циљу израде и одбране докторске дисертације, планиране активности су:

- Прикупљање и систематизација расположиве релевантне литературе,
- Анализа постојећих резултата истраживања,
- Формулисање проблема спецификације и откривања сложених динамичких процеса ЕРП система код којих постоји зависност „једна према више“ и „више према више“ међу подацима,
- Развој доменско-специфичног језика за спецификацију процеса издвајања и трансформације података из трансакционих база података ЕРП система у дневник догађаја,
- Дефинисање проширења BPMN метамодела за опис артефакта и интеракција између артефакт инстанци са могућношћу визуализације одступања у моделу процеса,
- Идентификовање типова девијација понашања процеса,
- Валидација предложеног приступа на примеру из реалног окружења,
- Разматрање хипотеза и закључак.

Оквирни садржај докторске дисертације дат је у наставку:

1. Увод
 - 1.1. Предмет и циљ истраживања
 - 1.2. Полазне хипотезе
 - 1.3. Структура докторске дисертације
2. Моделовање пословних процеса
 - 2.1. Приступи моделовања пословних процеса
 - 2.1.1. Преглед језика моделовања са аспекта активности
 - 2.1.2. Преглед језика моделовања са аспекта података
 - 2.2. Критички осврт на постојеће језике моделовања
3. Анализа пословних процеса на основу података о догађајима
 - 3.1. Технике откривања законитости о процесима (енг. *Process mining*)
 - 3.2. Дневник догађаја и XES стандард
 - 3.3. Екстрактовање дневника догађаја из информационих система
 - 3.4. Информациони системи засновани на документима као извор података за дневник догађаја
4. Преглед постојећих приступа усклађености модела процеса и дневника догађаја
5. Нови приступ за проверу усклађености модела процеса са понашањем система у реалном окружењу заснован на артефактима и трансакционим подацима
6. Спецификација доменско-специфичног језика за процес издвајања дневника догађаја из трансакционих база података
7. Проширење BPMN савременог стандардног језика моделовања за спецификацију артефакта и њихових интеракција
8. Провера усклађености модела процеса са понашањем система у реалном окружењу
 - 8.1. Идентификација типова девијација
 - 8.2. Проширење BPMN метамодела за визуализацију девијација
 - 8.3. Спецификација правила за корекцију девијација
9. Закључак
 - 9.1. Научни и стручни доприноси
 - 9.2. Правци будућег истраживања

7. Закључак и предлог

Увидом у академске, истраживачке и професионалне квалификације кандидата Ане Пајић Симовић, сматрамо да кандидат поседује неопходна знања из предметне области за успешан рад на докторској дисертацији. Кандидат Ана Пајић Симовић, дипломирани инжењер и мастер инжењер организационих наука, испуњава услове предвиђене Законом о високом образовању за одобрење израде докторске дисертације под насловом **„Откривање и исправка одступања у моделу процеса на основу података о извршеним активностима из трансакционих база података ЕРП система“**.

Предложена тема докторске дисертације по предмету истраживања и очекиваним доприносима припада ужој научној области Информациони системи, мултидисциплинарна је и тренутно актуелна тема која има велику могућност примене. Истраживање може у значајној мери да допринесе унапређењу процеса увођења, конфигурације и одржавања ЕРП система, да прошири научна сазнања у предметној области и отвори могућности за даља истраживања.

На основу свега наведеног, комисија предлаже Наставно-научном већу да прихвати предложену тему и одобри израду пријављене докторске дисертације.

За ментора докторске дисертације предлаже се др Слађан Бабарогић, редовни професор Факултета организационих наука Универзитета у Београду.

У Београду, 19.06.2024.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Слађан Бабарогић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

др Огњен Пантелић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

др Драгана Макајић-Николић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Јелица Протић, редовни професор
Универзитет у Београду, Електротехнички факултет