

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ		
1. Датум и орган који је именовао комисију: 20. 7. 2023, на основу Одлуке Наставно Научног већа Факултета техничких наука, Декан Факултета техничких наука донео је Решење о именовању комисије за оцену и одбрану докторске дисертације број 012-199/36-2022.		
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i>:		
1.	Ристић др Соња	Редовни професор Инжењерство информационих система 14. 5. 2018.
	презиме и име	звање
	универзитет у Новом Саду Факултет техничких наука	ужа научна област и датум избора
	установа у којој је запослен-а	функција у комисији
2.	Стефановић др Миладин	Редовни професор Индустријски инжењеринг 25. 9. 2014.
	презиме и име	звање
	универзитет у Крагујевцу Факултет инжењерских наука	ужа научна област и датум избора
	установа у којој је запослен-а	функција у комисији
3.	Кордић др Славица	Ванредни професор Примењене рачунарске науке и информатика 1. 4. 2019.
	презиме и име	звање
	универзитет у Новом Саду Факултет техничких наука	ужа научна област и датум избора
	установа у којој је запослен-а	функција у комисији
4.	Луковић др Иван	Редовни професор Информациони системи 10. 5. 2021.
	презиме и име	звање
	универзитет у Београду Факултет организационих наука	ужа научна област и датум избора
	установа у којој је запослен-а	функција у комисији

5.	Димитриески др Владимир	Доцент	Примењене рачунарске науке и информатика 14. 9. 2018.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Универзитет у Новом Саду Факултет техничких наука		Ментор
	установа у којој је запослен-а		функција у комисији

II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
1. Име, име једног родитеља, презиме: Марко, Миленко, Вјештица 2. Датум рођења, општина, држава: 9. 7. 1994, 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 електротехнике и рачунарства 4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: 2018, Рачунарство и аутоматика
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Приступ спецификацији и генерисању производних процеса заснован на инжењерству вођеном моделима / A Model-Driven Approach to the Production Process Specification and Generation
IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
Навести кратак садржај са знаком броја страница, поглавља, слика, схема, графика и сл. Докторска дисертација кандидата написана је на енглеском језику на 253 стране формата А4. Садржи 10 поглавља, у којима се налази 51 слика, 2 графика, 8 табела и 21 листинг. Дисертација обухвата 265 литературна навода. Поглавља у дисертацији су: 1. Увод (енгл. <i>Introduction</i>), 2. Теоријске основе истраживања (енгл. <i>Background and Theoretical Foundation</i>), 3. Мотивација, хипотезе, циљеви и методологија истраживања (енгл. <i>Motivation, Research Hypotheses, Goals and Methodology</i>), 4. Тренутно стање у области (енгл. <i>State-of-the-Art</i>), 5. Решење за моделовање и аутоматизовано извршавање производних процеса засновано на инжењерству вођеном моделима (енгл. <i>MD Solution for Modeling and Automatic Execution of Production Processes</i>), 6. Анализа домена моделовања производних процеса (енгл. <i>Analysis of the Production Process Modeling Domain</i>), 7. Вишенивовски језик за моделовање производних процеса (енгл. <i>Multi-Level Production Process Modeling Language</i>), 8. Примена решења заснованог на инжењерству вођеном моделима и језика <i>MultiProLan</i> (енгл. <i>Application of the MD Solution and MultiProLan</i>),

9. Анализа и оцена језика *MultiProLan* и алата за моделовање производних процеса (енгл. *Evaluation of MultiProLan and Process Modeling Tool*),
10. Закључци и будући правци истраживања (енгл. *Conclusions and Future Work*).

Поред кључних документацијских информација датих на српском и енглеском језику, дисертација садржи и резиме с кључним речима на енглеском језику и проширени резиме с кључним речима на српском језику. Проширени резиме на српском језику написан је на 14 страна формата А4. Дисертација такође садржи и Посвету (енгл. *Dedication*), Признања (енгл. *Acknowledgments*), Садржај дисертације (енгл. *Contents*), као и Списак слика (енгл. *List of Figures*), Списак графикана (енгл. *List of Graphs*), Списак табела (енгл. *List of Tables*), Списак листинга (енгл. *List of Listings*), Списак коришћених скраћеница (енгл. *List of Acronyms*), Списак референци (енгл. *References*), Додатак А. Задаци експеримента и упитник (енгл. *Appendix A. Evaluation Experiment Tasks and Questionnaire*) и План третмана података.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Резултати истраживања који су представљени у докторској дисертацији кандидата припадају научној области Електротехничко и рачунарско инжењерство и ужој научној области Примењене рачунарске науке и информатика.

У уводном, првом поглављу, кандидат представља кратак опис производње и пружа преглед изазова Индустије 4.0 на које је било потребно одговорити у оквиру спроведеног истраживања. Истакнуто је пет изазова који представљају проблем истраживања, као и основна хипотеза и циљ истраживања. Представљен је и кратак преглед решења за моделовање и извршавање производних процеса које кандидат описује у дисертацији, а који се односе на употребу принципа инжењерства вођеном моделима и наменских језика. Стога, тема истраживања припада домену развоја софтвера заснованог на инжењерству вођеном моделима, као и моделовању и извршавању производних процеса. Кандидат такође представља преглед очекиваних доприноса и резултата истраживања. Прво поглавље завршено је структуром и кратким описом поглавља докторске дисертације.

Друго поглавље представља теоријске основе истраживања и почиње са прегледом индустријских револуција, уз посебну пажњу усмерену на Индустију 4.0 и релевантне концепте и технологије који се јављају у том домену. Затим су описани концепти планирања производње и производних процеса, посебно савременог планирања производних процеса уз помоћ рачунара. Кандидат у овом поглављу истиче инжењерство засновано на способностима и могућност повезивања оваквог инжењерства са планирањем производних процеса, што је и урађено кроз предложено решење представљено у наредним поглављима. На крају другог поглавља представљен је преглед парадигме инжењерства вођеном моделима и језика за моделовање наменских за домен.

У трећем поглављу описана је мотивација да се одговори на изазове у ери Индустије 4.0. Такође су, уз представљену основу хипотезу истраживања, дефинисане и четири изведене хипотезе како би на бољи начин били представљени различити аспекти основне хипотезе, а чијим је потврђивањем или одбацивањем могуће потврдити или одбацивати основну хипотезу. Следи представљање главног циља истраживања, као и критичних фактора успеха које је потребно достићи. У наставку поглавља, јасно су описани сви очекивани теоријски, развојни, апликативни и друштвени доприноси и резултати ове докторске дисертације, оправдавајући спроведено истраживање од стране кандидата. Комплетно истраживање спроведено је на систематичан начин, употребом општеприхваћених принципа метода научног рада у области рачунарских наука (енгл. *Design Science Research Methodology*), описаних на крају трећег поглавља докторске дисертације.

У четвртном поглављу докторске дисертације, кандидат представља преглед тренутног стања у области. Најпре је описана примена парадигме инжењерства вођеном моделима и

наменских језика у областима које обухватају информационе системе и Индустрију 4.0. Следи главни сегмент прегледа стања у области који се односи на моделовање производних процеса помоћу разних језика и приступа, посебно у ери Индустрије 4.0. На основу прелиминарног истраживања, кандидат је прво идентификовао десет захтева које би један језик за моделовање производних процеса у контексту Индустрије 4.0 требало да испуни. Специфицирани захтеви коришћени су за анализу постојећих језика за моделовање производних процеса. Тиме је постављен оквир у којем су сви језици анализирани на исти и систематичан начин. Затим је описан систематичан поступак претраге литературе, као и формулисана питања на које је потребно одговорити након прегледа литературе. Кандидат је идентификоване језике разврстао у четири различите категорије. Језици су детаљно описани и, за сваки од њих, извршена је анализа испуњености претходно дефинисаних десет захтева. На крају четвртог поглавља, кандидат одговара на формулисана истраживачка питања, приказује у којој мери анализирани језици испуњавају дефинисане захтеве, наводи главне предности и недостатке постојећих језика и отвара дискусију о будућим правцима истраживања у области моделовања производних процеса у контексту Индустрије 4.0. Како није пронађен ни један језик за моделовање процеса који испуњава све дефинисане захтеве, оправдана је потреба за креирањем новог наменског језика за моделовање производних процеса. Представљен и анализиран преглед литературе, посебно наведене недостатке постојећих језика и будуће правце истраживања у области моделовања производних процеса, могу искористити истраживачи као основу за свој истраживачки рад.

Решење засновано на инжењерству вођеном моделима, представљено од стране кандидата, које се састоји од новог система и новог приступа за моделовање и извршавање производних процеса, описано је у петом поглављу. Представљено решење део је ширег истраживања, а у докторској дисертацији кандидата, пажња је усмерена на моделовање производних процеса и аутоматизовано генерисање извршивих инструкција и техничке документације. Кандидат детаљно описује све компоненте система, посебно алат за моделовање производних процеса и генераторе инструкција и техничке документације, као и кораке у новом приступу неопходне како би се од модела производног процеса независног од производног система дошло до извршивих инструкција и техничке документације. Уз представљене циљеве новог решења заснованог на моделима, а посебно наменског језика и алата за моделовање производних процеса, овакав један иновативан приступ одговара филозофији Индустрије 4.0 и доприноси решавању изазова флексибилне производње.

Употребом језика *Feature-Oriented Domain Analysis (FODA)*, кандидат је у шестом поглављу докторске дисертације детаљно представио домен моделовања производних процеса у контексту Индустрије 4.0. Домен производних процеса представљен је кроз перспективе операција, ресурса и тока, а доменско знање кандидат је прикупио из различитих научних радова, техничке документације, разних студија случаја и кроз разговоре са експертима из домена. Кандидат је на систематичан начин представио проблемски домен и концепте који се користе у њему, формирајући основу за креирање новог језика који би подржао описане концепте.

Главна компонента описаног решења заснованог на моделима представља наменски језик за моделовање производних процеса, описаног у седмом поглављу докторске дисертације. Кандидат је развио нови наменски језик назван Вишениновски језик за моделовање производних процеса (енгл. *Multi-Level Production Process Modeling Language (MultiProLan)*), чији су модели процеса погодни за потребе динамичке оркестрације у производњи и аутоматизованог генерисања извршивих инструкција и техничке документације. У овом поглављу описана је најпре употреба новог наменског језика, као и његови корисници. Затим су представљени апстрактна синтакса језика креирана уз помоћ језика *Ecore*, који је део радног окружења *Eclipse Modeling Framework (EMF)*, и низ ограничења развијених уз помоћ језика *Object Constraint Language (OCL)*. Конкретна синтакса и прототип алат за моделовање производних процеса креирани су уз помоћ радног оквира *Eclipse Sirius* и представљени су у наставку овог поглавља. Језик *MultiProLan* испуњава претходно формулисаних десет захтева за моделовање производних процеса, што га издваја од осталих језика доступних у

литератури, а који су приказани у докторској дисертацији.

Представљено решење засновано на моделима, са наменским језиком *MultiProLan* као главном компонентом, примењено је у две студије случаја, описане у осмом поглављу докторске дисертације. Прва студија случаја представља моделовање производног процеса састављања дрвене кутије која има више различитих варијација. У овој студији случаја кандидат истиче могућности новог наменског језика приликом моделовања разних аспеката производног процеса. Такође, у оквиру ове студије случаја представљени су и примери генерисаних инструкција и техничке документације, чиме су презентоване активности свих главних компоненти предложеног решења. Друга студија случаја представља показно окружење у којем су састављани објекти од *LEGO®* коцкица. У овом окружењу коришћени су различити ресурси за извршавање процесних корака, попут индустријских покретних робота, истраживачких паметних робота и људи. На тај начин представљено је извршавање производних процеса употребом новог решења заснованог на моделима. У оквиру ове две студије случаја, показано је да је могуће искористити предложено решење и нови наменски језик за потребе моделовања и извршавања производних процеса у монтажној индустрији.

Поред две студије случаја, кандидат је у деветом поглављу докторске дисертације представио и анализу и оцену наменског језика *MultiProLan* и алата за моделовање производних процеса. У овом поглављу описан је експеримент, у којем су учествовали инжењери процеса, инжењери софтвера, истраживачи и студенти, а који се састојао од тестирања наменског језика и алата за моделовање производних процеса кроз креирање примера модела и попуњавање упитника. Задаци које су учесници решавали у експерименту, решења задатака и упитник који су попуњавали, приказани су у додатку докторске дисертације. Учесници су оцењивали одређене карактеристике квалитета језика и алата, а из резултата попуњених анкета могуће је закључити да су језик и алат употребљиви у пракси. Већина учесника дала је позитивну оцену на све карактеристике квалитета које су биле анализиране, чиме је могуће потврдити теоријске и практичне резултате истраживања описаног у докторској дисертацији.

У последњем, десетом поглављу, представљена је рекапитулација остварених доприноса и резултата истраживања описаних у докторској дисертацији, као и потврђивање изведених хипотеза, а самим тим и основне хипотезе. Такође, у овом поглављу представљен је низ будућих праваца истраживања, који могу бити основа за нове истраживачке пројекте у домену моделовања и извршавања процеса у ери Индустрије 4.0.

Комисија закључује да су предмет, постављени циљеви истраживања, као и истраживачке хипотезе прецизно и на одговарајући начин описани. Кандидат у својој докторској дисертацији на систематичан начин представља тренутно стање у области, на основу којег предлаже ново решење за спецификацију и генерисање производних процеса. Предложено решење, његова примена у студијама случаја и оцена од стране различитих група корисника, детаљно су описани у докторској дисертацији, као и будући правци истраживања и развоја. Сагласно наведеним закључцима, комисија позитивно оцењује све делове докторске дисертације кандидата Марка Вјештице.

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] **Vještica M**, Dimitrieski V, Pisarić M, Kordić S, Ristić S, Luković I, "Production processes modelling within digital product manufacturing in the context of Industry 4.0", *International Journal of Production Research*, 61 (2023) 6271-6290, DOI: 10.1080/00207543.2022.2125593 (Operations Research & Management Science: 5/86; IF 2022 = 9,2) **(M21a)**
- [2] **Vještica M**, Dimitrieski V, Pisarić M, Kordić S, Ristić S, Luković I, "Multi-level production process modeling language", *Journal of Computer Languages*, 66 (2021) 101053, DOI: 10.1016/j.col.2021.101053 (Computer Science, Software Engineering: 58/108, IF 2022 = 2,2) **(M22)**
- [3] **Vještica M**, Dimitrieski V, Pisarić M, Kordić S, Ristić S, Luković I, "Towards a Formal Specification of Production Processes Suitable for Automatic Execution", *Open Computer Science*, 11 (2021) 161-179, DOI: 10.1515/comp-2020-0200 (IF 2022 = 1,5) **(M24)**
- [4] Todorović M, Ivanišević Đ, **Vještica M**, Dimitrieski V, Luković I, "An Automatic Generation of Production Documentation from MultiProLan Models", *Proceedings of the 11th International Conference on Information Society and Technology (ICIST 2021)*, 1 (2021) 96-101, ISBN: 978-86-85525-24-7 **(M33)**
- [5] **Vještica M**, Dimitrieski V, Pisarić M, Kordić S, Ristić S, Luković I, "The Syntax of a Multi-Level Production Process Modeling Language", *Annals of Computer Science and Information Systems*, *Proceedings of the 2020 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS 2022)*, 21 (2020) 751-760, DOI: 10.15439/2020F176 **(M33)**
- [6] **Vještica M**, Dimitrieski V, Pisarić M, Kordić S, Ristić S, Luković I, "An Application of a DSML in Industry 4.0 Production Processes", *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, *Proceedings of the IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems (APMS 2020)*, 591 (2020) 441-448, DOI: 10.1007/978-3-030-57993-7_50 **(M33)**
- [7] **Vještica M**, Dimitrieski V, Pisarić M, Kordić S, Ristić S, Luković I, "Towards a formal description and automatic execution of production processes", *Proceedings of the 2019 IEEE 15th International Scientific Conference on Informatics (Informatics'2019)*, 1 (2019) 463-468, DOI: 10.1109/Informatics47936.2019.9119314 **(M33)**

Комисија констатује да је кандидат током истраживачког рада на докторским студијама објавио 18 радова у научним часописима, монографијама и зборницима научних скупова. Међу тим радовима, укупно 7 радова је уже повезано с темом докторске дисертације кандидата и резултатима који су у тој докторској дисертацији представљени, укључујући 2 рада у међународним часописима са *ISI* листе (M21a) [1] и (M22) [2], један рад у међународном часопису са *ESCI* листе (M24) [3] и 4 саопштења с међународних скупова штампаних у целини (M33) [4-7].

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:

У докторској дисертацији кандидата представљени су резултати остварени у раду на развоју методолошког приступа спецификације и генерисања производних процеса. На основу прегледа релевантне литературе и анализе постојећих језика и приступа за моделовање и извршавање производних процеса, могуће је уочити да остварени резултати представљају искоришћење, разраду и синтезу постојећих концепата и сазнања, што је довело до једног новог приступа решавању изазова Индустрије 4.0. Посебно се издваја допринос решавању изазова моделовања производних процеса у ери Индустрије 4.0, у којој би модели производних процеса требало да буду специфицирани тако да је могуће аутоматизовано извршавање процесних корака, али би модели процеса требало уједно да буду независни од производног система како би било могуће извршити их у различитим производним системима. У дисертацији, представљени су значајни теоријски, развојни, апликативни и друштвени резултати и доприноси истраживања.

Теоријски доприноси и резултати обухватају: а) преглед и анализу постојећих језика моделовања производних процеса, б) идентификацију основних концепата неопходних за креирање наменског језика за моделовање производних процеса у ери Индустрије 4.0, в)

спецификацију новог приступа заснованог на моделима за потребе динамичке производње и аутоматизованог генерисања извршивих инструкција, г) спецификацију методологије за аутоматизовану трансформацију модела производних процеса независних од производног система у моделе производних процеса зависне од производних система, и д) примену принципа инжењерства вођеном моделима у домену производње, а чиме је омогућено једноставније моделовање и извршавање производних процеса.

Доприноси и резултати развоја софтверске подршке за моделовање и извршавање производних процеса обухватају: а) развијен нови наменски језик *MultiProLan* и софтверски алат за моделовање производних процеса, и б) развијени генератори инструкција и техничке документације за потребе аутоматизованог генерисања извршивих инструкција и техничке документације из модела производних процеса.

Доприноси и резултати примене новог приступа заснованог на моделима и наменског језика обухватају: а) реализацију две студије случаја у монтажној индустрији, б) анализу и оцену новог језика и софтверског алата за моделовање производних процеса од стране различитих корисника, и в) презентовање новог практичног искуства оствареног применом новог методолошког приступа, софтверског алата и језика за моделовање.

Друштвени доприноси и резултати обухватају могућност примене новог методолошког приступа и софтверског решења у различитим организацијама, чиме би било могуће унапредити управљање производним процесима на један савремен начин.

Резултати истраживања представљени у докторској дисертацији отварају нова истраживачка питања и могуће правце истраживања и развоја. Нови правци истраживања у домену моделовања у производњи обухватају креирање фамилије језика за моделовање производних процеса на нивоу једног постројења, колаборативних производних процеса на нивоу више фабрика, као и производних система и радника у ери Индустрије 4.0. Додатно је потребно истражити моделовање квалитета производње, сигурности и ризика по раднике у фабрици, утрошка енергије приликом извршавања производних процеса, али и аутоматизованог креирања модела производних процеса из модела производа. Даљи развој наменског језика и алата за моделовање производних процеса обухвата развој система препоруке извршавања модела производног процеса у одговарајућем систему, интеграцију алата са стандардизованим способностима и параметрима, као и проширење језика концептима за моделовање квалитета и комплексније сарадње ресурса. Нови домени примене језика и алата за моделовање производних процеса обухватају првенствено примену у процесној индустрији, односно континуалној производњи, интеграцију са системом за аутоматизовану детекцију извршавања процесних корака, примену у проширеној или помешаној реалности, као и примену науке о подацима и рударења процеса за потребе отклањања недостатака у моделима производних процеса.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:

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

Кандидат је у оквиру докторске дисертације на јасан, прегледан и систематичан начин спровео: формулисање теоријских основа неопходних за остварење истраживачких резултата; анализу тренутног стања у области моделовања и извршавања производних процеса у складу с доступном литературом; формирање новог методолошког приступа и имплементирање софтверског решења за моделовање и извршавање производних процеса; представљање теоријских, развојних, апликативних и друштвених резултата и доприноса; исказивање применљивости представљеног софтверског решења и структурирано анализирање истраживачких резултата; анализу и оцену софтверског решења; дискусију доприноса и питања битних за примену и идентификацију сличних будућих истраживања.

Комисија констатује да је ова докторска дисертација оригинално дело аутора. Текст дисертације додатно је проверен путем софтвера за детекцију плагијаризма *iThenticate* и нису пронађене сличности које би указивале на било какву врсту плагијаризма. Једине пронађене сличности односе се на објављене радове самог аутора у коауторству с менторима и истраживачима из исте истраживачке групе, а у којима су већ јавно приказани делови резултата, уграђених у ову докторску дисертацију, а што је и очекивани захтев према кандидату и његовом истраживачком раду.

Сагласно свим презентованим чињеницама у овом извештају, комисија даје позитивну оцену за начин приказа и тумачења резултата истраживања.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE 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?

Дисертација је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?

Дисертација садржи све битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?

Кандидат је у истраживачком раду из области моделовања и извршавања производних процеса у домену Индустрије 4.0, представљеном у докторској дисертацији, остварио теоријске, развојне, апликативне и друштвене резултате који представљају оригиналан допринос науци и искорак у односу на тренутно стање приказано у доступној литератури. Креиран је нови методолошки приступ и софтверско решење на основу принципа инжењерства вођеном моделима, као и наменски језик за формалну спецификацију производних процеса са циљем увођења фабрика у процес дигиталне трансформације и повећања флексибилности производње, чиме је могуће одговорити на растуће потребе купаца. Поред новог методолошког приступа и наменског језика, креирани су генератори инструкција и техничке документације, који на аутоматизован начин трансформишу modele производних процеса, специфициране помоћу новог наменског језика, у извршиве инструкције и техничку документацију различитих типова. Креирањем методолошког приступа у којем се раздвајају модели производних процеса независних од производног система од модела производних процеса зависних од производних система, пројектанти процеса не морају да поседују знање о конкретном производном систему и могу да моделују производни процес који је могуће извршити у различитим производним система. Методолошки приступ потврђен је кроз имплементацију софтверског решења и примену у студијама случаја, а наменски језик и софтверски алат за моделовање производних процеса оцењени су од стране различитих корисника. У дисертацији су представљени даљи правци истраживања који могу бити смернице за даљи развој науке у домену Индустрије 4.0. На тај начин, кандидат је овом докторском дисертацијом креирао одличне основе за примену општих, напредних, креативних и иновативних приступа унапређењу производних процеса у контексту Индустрије 4.0, а посебно оних аспеката који се односе на њихово апстрактно моделовање, а затим и аутоматизацију поступака њиховог извршења у конкретним производним постројењима и у контексту конкретно примењених производних технологија.

4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?

Дисертација не поседује недостатке који би могли негативно да утичу на вредност постигнутих резултата истраживања.

X	ПРЕДЛОГ:
	На основу наведеног, комисија предлаже:
	<u>а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;</u> 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, 1. 9. 2023.

1. др Соња Ристић, редовни професор, председник

2. др Миладин Стефановић, редовни професор, члан

3. др Славица Кордић, ванредни професор, члан

4. др Иван Луковић, редовни професор, ментор

5. др Владимир Димитриески, доцент, 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.