

ОБРАЗАЦ 6

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ

и

ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 20.11.2024. године (број одлуке: IV-04-814/5) одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом: „РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА У LEAN ИНДУСТРИЈСКИМ СИСТЕМИМА БАЗИРАНОГ НА МЕТОДАМА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ”, кандидата **Немање Пајића**, студента докторских академских студија Машинског инжењерства, за коју је именован ментор др **Александар Ђорђевић**, ванредни професор.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ

О ОЦЕНИ УРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о докторској дисертацији
1.1. Наслов докторске дисертације: РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА У LEAN ИНДУСТРИЈСКИМ СИСТЕМИМА БАЗИРАНОГ НА МЕТОДАМА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ
1.2. Опис докторске дисертације (навести кратак садржај са знаком броја страница, поглавља, слика, шема, графикона, једначина и референци) (до 500 карактера): Ова докторска дисертација обухвата 142 странице и састоји се од 4 поглавља. Резултати су приказани кроз 6 табела и 40 слика, уз цитирање 206 референци. Циљ студије је анализа примене различитих модела вештачке интелигенције у сврху унапређења система за испитивање квалитета.
1.3. Опис предмета истраживања (до 500 карактера): Ова дисертација истражује примену метода вештачке интелигенције у области контроле квалитета у контексту Индустијске револуције 4.0. Фокус рада је на предвиђању исхода операције лемљења уз примену метода машинског учења, као и на употреби машинског вида за класификацију и детекцију дефеката током наливању лепка у аутомобилској индустрији, кроз две студије случаја. Поред тога, приказани су концепт евалуације захтева крајњих корисника уз помоћ вештачке интелигенције и методологија за обезбеђење квалитета ласерски заварених спојева.

1.4.Анализа испуњености полазних хипотеза:

Кроз теоријски и практични рад пружени су одговори на основне хипотезе докторске дисертације од којих се пошло на основу постављеног циља истраживања:

- **(X1) Може се развити напредни систем за контролу квалитета применом напредних технологија попут вештачке интелигенције у *Lean* индустријском окружењу, који резултира бољим перформансама.**

На примеру аутомобилске индустрије, доказано је да је употреба вештачке интелигенције у развијеном систему за детекцију дефеката при наливању лепка значајно смањила ниво псеудо шкарта са 10% на само 3%, што представља значајну економску уштеду. Овај приступ је такође примењен на операцију лемљења бакарних намотаја на фазне прстенове на статорима. Предвиђањем исхода операције лемљења показало се да је могуће ефикасно смањити трошкове контроле квалитета, скратити време тестова и, са релативно малим улагањима, заменити статистичку контролу процеса контролом 100% производа. Овај резултат је значајан не само у смислу уштеде ресурса, већ и у побољшању квалитета крајњег производа.

Осим тога, анализом могућности примене вештачке интелигенције у области евалуације захтева крајњих корисника и обезбеђења квалитета ласерски заварених спојева, истраживање је донело важне увиде у начине на које вештачка интелигенција може допринети процесима веће сложености. Теоријски концепт је обогаћен практичним примерима успешне примене, што нуди путоказ за будуће истраживаче у овој области. Ови примери илуструју како се вештачка интелигенција може прилагодити специфичним изазовима и побољшати ефикасност и поузданост сложених индустријских процеса.

Свеукупно, истраживање не само што подржава основну хипотезу о могућности развоја напредних система за контролу квалитета коришћењем вештачке интелигенције, већ открива и нове правце и могућности које ова иновативна област може отворити. Добијени резултати значајно доприносе разумевању како вештачка интелигенција може преобразити индустријски сектор контроле квалитета, нудећи решења која доносе значајне предности у ефикасности, сигурности и квалитету. С обзиром на постигнуте успехе и откривене потенцијале, ово истраживање пружа основу за даљи напредак и иновације у примени вештачке интелигенције у индустријским окружењима.

Образложење хипотезе X1 произилази из интеракције *Lean* принципа и могућности које пружа вештачка интелигенција у индустријским процесима. *Lean* филозофија тежи минимизацији губитака и максимизацији вредности кроз оптимизацију процеса, док вештачка интелигенција омогућава брзу и прецизну анализу великих количина података у реалном времену, као и предиктивно моделирање. Ова интеракција представља основу за развој система који унапређују квалитет производа и доприносе значајним економским уштедама, као што је приказано кроз смањење псеудо шкарта и оптимизацију сложених производних операција.

- **(X2) Примена напредног система за контролу квалитета недеструктивног типа заснованог на примени вештачке интелигенције потенцијално може довести до повећања ефикасности и ефективности процеса контроле квалитета, кроз уштеде у процесу тестирања, скраћењем трајања тестова, пружањем бољег увида у квалитет производа или процеса, и унапређењем безбедности и здравља запослених.**

Ова хипотеза има за циљ усмеравање пажње на могућности које вештачка интелигенција нуди у побољшању ефикасности, ефективности и безбедности у оквиру процеса контроле квалитета.

Применом вештачке интелигенције доказано је да се процеси контроле квалитета могу оптимизовати тако да постану ефективнији и ефикаснији. То укључује скраћивање времена потребног за извођење тестова, елиминацију потребе за уништавањем производа током тестирања и лакше подешавање и одржавање система за контролу квалитета. Поред тога, развијена решења омогућавају прикупљање већег броја информација о квалитету производа, јер се ослањају на концепт контроле 100% производње, за разлику од традиционалних статистичких метода. Овај

приступ не само да побољшава поузданост резултата, већ и доприноси свеобухватном сагледавању квалитета производа или процеса.

Испитивање ове хипотезе донело је позитивне резултате, што је већ наглашено у одговору на хипотезу 1. Једна од значајних имплементација овог система односи се на предвиђање исхода процеса лемљења, где је деструктивни тест замењен алгоритмом вештачке интелигенције. Ово решење смањује потенцијалне ризике и опасности по здравље запослених, обезбеђујући алтернативу опасном раду и контакту са штетним супстанцама. Поред тога, прикупљање и анализа података о квалитету производа и процеса постаје значајно ефикаснија и бржа уз помоћ вештачке интелигенције, што доводи до већих уштеда.

Елиминисањем потребе за ручним и потенцијално опасним радним задацима, вештачка интелигенција не само да доприноси повећању безбедности запослених, већ такође побољшава квалитет производа. Уместо да људи изводе потенцијално опасне процедуре, вештачка интелигенција преузима одговорност за анализу и процену квалитета, што такође ослобађа раднике и омогућава им да се усмере на сложеније и креативније задатке. Бољи увид у квалитет производа и његових карактеристика омогућава брже доношење одлука и корекције аномалија, што додатно оптимизује и побољшава ефикасност производних процеса.

На основу утврђених резултата истраживања, може се закључити да примена напредног система за контролу квалитета заснованог на вештачкој интелигенцији не нуди само економске предности кроз уштеде у ресурсима, већ и значајан напредак у области безбедности, здравља и општег квалитета радног окружења. Савремена индустријска пракса захтева непрекидно иновирање и унапређење, а управо ова хипотеза и њена потврда пружају чврсту основу за будућа истраживања и развој нових решења у области контроле квалитета.

• **(X3) Могуће је анулирати постојеће вишеструке препреке и отежавајуће околности за имплементацију напредног система за контролу квалитета недеструктивног типа заснованог на примени вештачке интелигенције у *Lean* индустријском окружењу у средњим и великим предузећима.**

Ова хипотеза, која се фокусира на превазилажење препрека на путу ка савременој индустријској примени вештачке интелигенције, пружила је детаљан увид у потенцијалне проблеме и комплексност процеса.

Истраживање је идентификовало бројне факторе који могу утицати на успешност имплементације оваквих система. Недостатак хармонизованих и структурираних података из различитих извора, као и изазови повезивања различитих производних и информатичких система, представљају главне препреке. Подаци нису увек доступни, често захтевају филтрирање и пречишћавање, а понекад су нејасни или недоследни. Сама природа складиштења индустријских података чини процес филтрирања и пречишћавања података неизбежним. При дефинисању граничних вредности за одређене дефекте може доћи до несугласица међу експертима, што може компликовати процес означавања података и тренирање модела. Ако се користе подаци који су ручно унесени, грешке су често присутне, те је неопходно пажљиво прегледати све податке који се предају алгоритму. Ове препреке могу бити превазиђене, али захтевају значајан напор и време. Услед недостатка искуства у овом процесу, оператерима могу промаћи важни аспекти, што касније може изазвати велике проблеме у фази тренирања модела или интеграције решења.

Поред тога, ово истраживање истиче дубоку синергију између експертног знања и вештачке интелигенције. Тренирање модела захтева посебну пажњу и стручност како би се избегле грешке које могу настати ако се не узму у обзир сви аспекти пројекта и података. Иако су ове препреке и изазови захтевни, несумњиво су допринеле обогаћивању знања у области вештачке интелигенције и контроле квалитета у индустријским окружењима.

Истраживање је показало да је обука и развој модела у синергији са структуром и елементима *Lean* индустријског окружења довела до значајних успеха. Од почетка до краја, активности су обухватиле развој концепта, прикупљање и анализу података, као и дизајн и имплементацију решења. Ова свеобухватна методологија пружила је увид у дугачак и сложен

процес који је завршен успешно, са конкретним доприносима у области вештачке интелигенције и контроле квалитета у индустријским процесима.

Сажето, ова хипотеза дубоко је анализирала истраживачке изазове који прате интеграцију вештачке интелигенције у индустријска окружења и истовремено показала успешне практичне резултате који потврђују вредност и знање стечено овим истраживањем.

1.5. Анализа примењених метода истраживања:

Коришћене методе истраживања су:

1. Теоријска анализа:

- Преглед литературе у области индустрије 4.0, Lean система и примене вештачке интелигенције у области контроле квалитета.
- Анализа недеструктивних метода тестирања и њихова применљивост у специфичним индустријским окружењима.

2. Методе машинског учења:

- Развој модела за предвиђање исхода производних процеса на основу историјских података и резултата деструктивних тестова.
- Коришћење алгоритама машинског учења за класификацију и детекцију дефеката, са фокусом на мале скупове података.
- Примена машинског вида за класификацију и идентификацију дефеката при специфичним производним операцијама (нпр. наливање лепка).

3. Експериментални приступ:

- Примена развијених решења у реалним индустријским окружењима за анализу њихових перформанси.
- Интеграција система за аутоматску детекцију дефеката у производне линије и тестирање њихове ефикасности.

4. Хибридне методе:

- Комбинација алгоритама вештачке интелигенције са традиционалним методама контроле квалитета, укључујући коришћење процесних сензора и анализу сигнала.

5. Квалитативна и квантитативна евалуација:

- Анализа података и резултата примене метода за утврђивање ефикасности, поузданости и потенцијалних уштеда.

Дисертација интегрисе ове методе како би допринела развоју напредних решења за контролу квалитета у оквиру Lean индустријских система у складу са принципима индустрије 4.0.

1.6. Анализа испуњености циља истраживања:

Сви задаци и очекивања дефинисани у оквиру предмета и циљева истраживања докторске дисертације у потпуности су испуњени.

Предмет рада – развој модела за управљање процесом испитивања квалитета у Lean индустријским системима базираног на методама вештачке интелигенције – успешно је реализован. Применом савремених технологија, укључујући машинско учење и машински вид, развијени су модели који омогућавају аутоматизацију и унапређење контроле квалитета у производним процесима.

Испуњеност циљева:

1. **Општи циљ:** Креиран је модел за недеструктивну контролу квалитета који се може применити у постојећим Lean индустријским окружењима. Модел је успешно тестиран, доказујући могућност интеграције у реалним производним системима, чиме је омогућено смањење потребе за традиционалним, деструктивним методама тестирања.

2. **Развој система и спречавање губитака:** Развијени системи и алгоритми значајно доприносе смањењу губитака у производним процесима кроз рано откривање и класификацију дефеката, као и предвиђање квалитета производа на основу анализе процесних параметара.
3. **Унапређење ефикасности и дигитализација:** Унапређена је укупна ефикасност система кроз дигитализацију процеса управљања квалитетом. Уведене методе омогућавају аутоматизацију тестирања и брже доношење одлука, што доводи до смањења времена и трошкова производње.

Остварени резултати:

- **Теоријски резултати:** Развијен је систем за контролу квалитета заснован на напредним технологијама вештачке интелигенције, који замењује неефикасне и деструктивне методе у Lean окружењима. Анализирани су препреке за имплементацију, укључујући ограничења и потенцијалне области за грешке, као и могућности за даља унапређења.
- **Практични резултати:** Успешно су развијене поуздане, финансијски исплативе, линијске, недеструктивне методе контроле квалитета. Ове методе су показале да су безбедне, ефикасне и брзо примењиве у индустријским окружењима, са кратким периодом поврата инвестиције.

Закључак: Рад у целости испуњава очекивања и постављене циљеве, доприносећи развоју савремених система за контролу квалитета у складу са захтевима индустрије 4.0.

1.7. Анализа добијених резултата истраживања и списак објављених научних радова кандидата из докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

Резултати истраживања представљени у овој дисертацији показују напредак у области управљања квалитетом у Lean индустријским системима, уз примену метода вештачке интелигенције. Развијени модели машинског учења показали су високу прецизност у предвиђању квалитета производних процеса, без потребе за деструктивним тестирањем. Тестирања и анализа процесних параметара потврдили су да ови модели успешно замењују традиционалне методе тестирања, чиме су смањени трошкови и време тестирања, а ефикасност производних процеса је значајно повећана.

Корелациона анализа и резултати регресионог модела указују на поузданост предложених алгоритама, који могу прецизно анализирати мале скупове података, што је од велике важности у окружењима са ограниченим ресурсима. Применом машинског вида за класификацију и детекцију дефеката, резултати су такође били веома позитивни. Програмски модели развијени у овом истраживању успели су да аутоматски идентификују дефекте у производним процесима као што су наливање лепка и ласерско заваривање.

Ове методе су значајно смањиле време инспекције и повећале прецизност откривања дефеката, што је довело до побољшане контроле квалитета у реалном времену. Интеграцијом ових система у Lean окружења, омогућено је континуирано праћење квалитета без застоја у производњи, што је довело до додатног повећања ефикасности.

Један од кључних резултата истраживања је успешна дигитализација процеса управљања квалитетом. Применом савремених технологија вештачке интелигенције, развијени су системи који омогућавају аутоматско прикупљање и анализу података. Ово је довело до смањења људских грешака и учинило процесе одлучивања бржим и прецизнијим. Поред тога, анализе су показале да је могуће брже и прецизније анализирати купчеве захтеве, што доприноси већем задовољству купаца и омогућава лакше прилагођавање производних процеса специфичним потребама тржишта.

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

Практична примена добијених резултата у реалним индустријским окружењима потврдила је висок степен ефикасности предложених решења. Развијене методе су успешно имплементирани у Lean окружењима, где су значајно допринеле побољшању контроле квалитета, смањењу трошкова и убрзању процеса тестирања. Анализе трошкова и користи показале су да су ове методе не само ефикасне, већ и финансијски исплативе, са кратким периодом поврата инвестиције. Препреке у имплементацији, као што су технолошка ограничења или отпор према променама, успешно су решене кроз прилагођавање система и обуку особља.

Укључивање метода вештачке интелигенције у систем контроле квалитета такође је допринело остваривању циљева Индустрије 4.0. Применом напредних алгоритама и система за аутоматско управљање производњом, постигнуто је значајно смањење трошкова, повећање продуктивности и унапређење стандарда квалитета. Ови резултати потврђују да примена савремених технологија може значајно побољшати ефикасност производних процеса и управљање квалитетом, чиме се подстиче конкурентност у индустрији.

Укупно, добијени резултати истраживања показују да предложени модели и методе доприносе значајном унапређењу система за управљање квалитетом у Lean индустријским окружењима. Они не само да побољшавају квалитет производа, већ и оптимизују производне процесе, смањују трошкове и време тестирања, што све доприноси успешном увођењу Индустрије 4.0 у производњу.

Списак објављених радова:

1. **Nemanja Pajić**, Marko Djapan, Eva Buluschek, Waldemar Fahrenbruch, Aleksandar Đorđević, Miladin Stefanović, Machine learning prediction model for small data sets instead of destructive tests for a case of resistance brazing process verification, *The International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, Vol. 30, No. 3, pp. 797-814, 15 Jun 2023, ISSN: 1072-4761, (M23)
2. Rodoljub Jovanović, Aleksandar Djordjevic, Miladin Stefanovic, Milan Eric, **Nemanja Pajić**, Enhanced Defect Management in Strawberry Processing Using Machine Vision: A Cost-Effective Edge Device Solution for Real-Time Detection and Quality Improvement, *Applied Sciences* 14, no. 17: 7771, Aug 2024, <https://doi.org/10.3390/app14177771> (M23)
3. **Nemanja Pajić**, Nikola Kotorčević, Nenad Grujović, Fatima Živić, Micro and nano technologies (MNTs) in industry 4.0 communication systems, *10th International Scientific Conference - IRMES 2022, Research and Development of Mechanical Elements and Systems, PROCEEDINGS, Machine design in the context of Industry 14.0 – Intelligent products*, pp.74-81, 26 May 2022, Belgrade, Serbia, ISBN 978-86-6060-119-5 (M33)
4. **Nemanja Pajić**, Jovana Aleksić, Fatima Živić, Aleksandar Đorđević, AI application in quality assurance of industrial laser welding processes, *Quality Festival Conference 2023, PROCEEDINGS*, pp. 637-646, May 24-27th, 2023, Kragujevac, Serbia, ISBN 978-86-6335-104-2 (M33)
5. **Nemanja Pajić**, Lazar Pavlović, Jovana Aleksić, Fatima Živić, Enhancement of outdated vision systems in smes with artificial intelligence powered solutions, *2nd Serbian International Conference on Applied Artificial Intelligence (SICAAI)*, Book of abstracts, pp.65, May 19-20, 2023, Kragujevac, Serbia, ISBN 978-86-81037-77-5 (M34)
6. **Nemanja Pajić**, Tamara Obradović, Nenad Grujović, Fatima Živić, Digital marketing for SMES and professionals by using LinkedIn social networks with integrated ai solutions, *1st International Conference on Advances in Science and Technology – COAST 2022*, Book of abstracts, pp.142, 26-29. May 2022 Herceg Novi, Montenegro, ISBN 978-9940-611-03-3 (M34) ISSN: 2334-816X
7. **Nemanja Pajić**, Lazar Pavlović, Artificial Intelligence Defect Detection Solutions for Small and Medium Enterprises, *1st Deep Tech Open Science Day Conference /DeepTech2M*, Book of abstracts, pp.49, April 5, 2024, Kragujevac, Serbia, ISBN 978-86-6335-113-4 (M34)

1.8. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области и анализа извештаја о провери докторске дисертације на плагијаризам (до 1000 карактера):

На основу претраге доступне литературе кроз систематско истраживање базе података "KoBSON", користећи одговарајуће кључне речи: Вештачка интелигенција, Контрола квалитета, Индустрија 4.0, Машински вид, Машинско учење, Класификација дефекта, Детекција дефеката, Аутомобилска индустрија, Lean, нису пронађене студије сличног дизајна и методолошког приступа. Комисија је оценила докторску дисертацију кандидата Немање Пајића, под насловом "**РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА У LEAN ИНДУСТРИЈСКИМ СИСТЕМИМА БАЗИРАНОГ НА МЕТОДАМА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ**", као резултат оригиналног научног рада. На основу анализе објављених студија, дисертација представља значајан допринос у области машинског инжењерства, управљања квалитетом и развоја модела вештачке интелигенције за индустријске потребе.

Провером докторске дисертације на плагијаризам, утврђено је да минимална преклапања текста (4%) представља последицу објављених резултата докторске дисертације у раду на СЦИ листи где је кандидат први аутор, као и минимална преклапања текста (3%) је последица написаног у пријави докторске дисертације. Све претходно наведено потврђује оригиналност рада. Кандидат је показао систематичност и оригиналност у свом истраживању, доприносећи напредовању знања у поменутих областима.

1.9. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области:

Дисертација представља допринос области управљања квалитетом у Lean индустријским системима, посебно у контексту примене напредних технологија вештачке интелигенције као што су машинско учење и машински вид. У складу са актуелним трендовима у индустрији, овај рад чини важан корак напред у преласку са традиционалних метода контроле квалитета, које су често деструктивне и временски захтевне, на напредне неструктивне методе које се ослањају на вештачку интелигенцију.

Применом савремених алгоритама машинског учења за предвиђање исхода производних процеса, као и коришћењем машинског вида за аутоматску детекцију дефеката, ова дисертација одговара на потребу за прецизношћом, ефикасношћом и бржом контролом квалитета, што представља основни циљ индустрије 4.0. Напредак у аутоматизацији ових процеса доводи до смањења људских грешака, повећања продуктивности и смањења трошкова, што су кључни аспекти који дефинишу конкурентност у савременим индустријама.

С обзиром на трендове у индустрији који подстичу интеграцију дигитализације и интелигентних система, ова дисертација такође доприноси развоју нових метода дигиталне трансформације производних процеса. Увођењем вештачке интелигенције у процесе управљања квалитетом, рад демонстрира како технологије могу помоћи у одржавању високих стандарда квалитета уз минимизацију ресурса и времена који су потребни за тестирање.

Ова дисертација такође има значајан допринос у контексту индустријске револуције 4.0, фокусирајући се на имплементацију технологија које подржавају самостално одлучивање, прецизно праћење и оптимизацију производних процеса. Рад нуди решења која су не само теоријски оправдана, већ су и практично имплементирана у реалним производним окружењима, доказујући њихову изводљивост и значај у контексту модерних индустријских изазова.

Укупан значај ове дисертације лежи у њеном доприносу напредним методама контроле квалитета у индустрији, које су прецизније, брже и финансијски исплативије, а истовремено одговарају на потребе за дигитализацијом и аутоматизацијом производних процеса у складу са принципима Индустрије 4.0. С тим у вези, ова дисертација не само да решава актуелне изазове у контроли квалитета, већ и унапређује стандарде који су кључни за конкурентност у савременим производним окружењима.

1.10. Оцена испуњености услова за одбрану докторске дисертације у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Комисија сматра да су испуњени сви услови за одбрану ове докторске дисертације у складу са студијским програмом, општим актима Факултета инжењерских наука и општим актима Универзитета у Крагујевцу. Докторска дисертација задовољава све критеријуме оригиналног научног рада у области управљања квалитетом у Lean индустријским системима, са применом метода вештачке интелигенције. Аутор је успешно развио нове моделе за контролу квалитета који користе напредне технологије машинског учења и машинског вида, чиме је значајно допринео оптимизацији производних процеса и унапређењу стандарда квалитета.

Дисертација је добро структурирана, са јасно дефинисаним циљевима и методологијом, уз детаљну обраду података који потврђују хипотезе и циљеве истраживања. Истраживање је засновано на чврстим научним основама, а резултати су детаљно представљени, демонстрирајући иновацију у примени вештачке интелигенције у контроли квалитета у индустријским окружењима.

Оцена за испитивање на плагијаризам је такође позитивна, што потврђује да је дисертација оригиналан научни рад, без било каквих неовлашћених копирања или прекршаја етичких норми. Укупно, ова докторска дисертација задовољава све критеријуме за успешну одбрану, како у смислу академске изврности, тако и у контексту практичне примене истраживања у савременим индустријским окружењима.

2. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе докторске дисертације и приложене документације Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „РАЗВОЈ МОДЕЛА ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ ИСПИТИВАЊА КВАЛИТЕТА У LEAN ИНДУСТРИЈСКИМ СИСТЕМИМА БАЗИРАНОГ НА МЕТОДАМА ВЕШТАЧКЕ ИНТЕЛИГЕНЦИЈЕ”, кандидата **Немање Пајића**, предлаже надлежним стручним органима да се докторска дисертација прихвати и да се одобри њена одбрана.

Чланови комисије:



Др Марко Бапан, ванредни професор
Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Ужа научна област: Индустријско инжењерство

Председник комисије



Др Владимир М. Миловановић, ванредни
професор

Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Ужа научна област: Електротехника и
рачунарство

Члан комисије



Др Данијела Тирић Лалић, доцент

Факултет техничких наука Универзитета у
Новом Саду

Ужа научна област: Производни и услужни
системи, организација и менаџмент

Члан комисије



Др Младен Бурић, ванредни професор

Факултет организационих наука Универзитета у
Београду

Ужа научна област: Управљање квалитетом

Члан комисије



Др Душан Арсић, доцент

Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Ужа научна област: Производно машинство

Члан комисије