

Одлуком Научно-наставног вијећа Факултета за производњу и менаџмент Требиње, Универзитета у Источном Сарајеву, број 04-02/18 од 11.04.2018. године, именована је Комисија за преглед и оцјену урађене докторске дисертације кандидата **мр Радослава Вучуревића** под насловом „Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине“ (у даљем тексту: Комисија) у сљедећем саставу:

1. **Проф. др Милан Вукчевић**, редовни професор, Машински факултет Подгорица, Универзитет Црне Горе, предсједник Комисије;
2. **Проф. др Даворин Крамар**, ванредни професор, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani, члан Комисије;
3. **Проф. др Богдан Марић**, ванредни професор, Машински факултет Источно Сарајево, Универзитет у Источном Сарајеву, члан Комисије;
4. **Проф. др Петар Иванковић**, ванредни професор, Факултет за производњу и менаџмент Требиње, Универзитет у Источном Сарајеву, члан Комисије;
5. **Проф. др Здравко Кривокапић**, редовни професор, Машински факултет Подгорица, Универзитет Црне Горе, ментор.

Комисија је прегледала и оцијенила докторску дисертацију и о томе подноси Научно-наставном вијећу Факултета за производњу и менаџмент Требиње, Универзитета у Источном Сарајеву, сљедећи

ИЗВЈЕШТАЈ о оцјени урађене докторске дисертације

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

Докторска дисертација кандидата мр Радослава Вучуревића под насловом „Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине“ има за предмет испитивање процеса обраде бушењем завојним бургијама, мјерењем вриједности параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја у карактеристичним тренуцима, уз праћење вриједности аксијалне силе бушења и обртног момента као адекватних носиоца информација о процесу.

Циљ идентификације и управљања процесима је задовољење захтјева и потреба екстерних корисника, при чему је посебно потребно обратити пажњу на процесе реализације који имају највећи утицај у погледу стварања задовољавајућег квалитета производа и стварања додатне вриједности за организацију. Као резултат процеса реализације који се одвијају механичком обрадом скидањем струготине појављују се површинска храпавост и одступања од облика и положаја која имају велики утицај на функционална својства производа и квалитет производа у употреби, па проналажење зависности између улазних (директних) и/или мјерљивих (индиректних) параметара процеса обраде и параметара површинске храпавости, као и корелационе међузависности између параметара површинске храпавости и параметара одступања од облика и положаја, доприноси управљању процесом у погледу правовремене предикције процеса са аспекта задовољавајућег квалитета производа и задовољења потреба екстерних корисника.

Великим бројем експерименталних истраживања успостављена је веза између квалитета обрађене површине и директних параметара процеса обраде резањем. Многи истраживачи су регресионом анализом дошли до математичког модела који повезује директне параметре процеса са квалитетом обрађене површине или успоставили моделе за предвиђање храпавости површине, на основу директних параметара процеса, примјеном вјештачких неуронских мрежа. Ови модели дају добре резултате у погледу предвиђања квалитета обрађене површине, али не обезбјеђују предикцију у току одвијања процеса обраде.

Пробуђена свијест о томе да се континуалним праћењем и адекватном предикцијом процеса, у циљу постизања задовољавајућег квалитета производа, у крајњој линији ствара додатна вриједност за организацију налаже праћење процеса реализације, те предикцију процеса у циљу постизања квалитета који ће испунити очекивања екстерних корисника. Како је један од показатеља постигнутог квалитета производа, који се добијају механичком обрадом скидањем струготине, квалитет обрађене површине, изражен преко параметара храпавости површине, основно питање, које је постављено темом ове докторске дисертације, је како предвидјети вриједности параметара квалитета обрађене површине у току одвијања процеса обраде бушењем, на основу индиректних параметара процеса, које је могуће пратити током одвијања процеса (сила, момент, ниво акустичне емисије и сл.), и извршити правовремено заустављање процеса, те како на основу таквих вриједности, са одређеном сигурношћу, знати да ли је постигнута предикција процеса са аспекта дозвољених одступања од облика и положаја обрађене површине.

Основни проблем који је постављен је развијање математичког модела, односно налажење математичке зависности између директних и индиректних параметара процеса обраде и параметара квалитета обрађене површине, на основу података добијених експерименталним истраживањем у реалном времену, и развијање модела на бази вјештачке интелигенције који ће омогућити предикцију процеса обраде бушењем са аспекта квалитета обрађене површине.

Конкретно, предмет истраживања у докторској дисертацији био је процес обраде бушењем завојним бургијама DIN 338, произведених од брзорезног челика технологијом брушења и термички обрађених на одговарајућу тврдоћу, а истраживање понашања параметара квалитета обраде вршено је, у зависности од варирања пречника завојних бургија, корака, броја обртаја и угла постављања епрувета на којима се вршило бушење рупа дужине $l = 3d$, мјерењем вриједности параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја у карактеристичним тренуцима, уз праћење вриједности аксијалне силе резања и обртног момента, као адекватних носиоца информација о процесу.

С обзиром да квалитет обрађене површине, који настаје у процесима реализације и који представља један од екстерних захтјева квалитета, утиче на квалитет производа у експлоатацији, посебно са аспекта смањења трења триболошки оптерећених површина, предметно истраживање имало је за циљ да успостави везу између директних и индиректних параметара процеса обраде бушењем и параметара квалитета обрађене површине, како би се праћењем вриједности индиректних параметара процеса обраде, за које су дефинисане оптималне вриједности директних параметара процеса, могла извршити правовремена предикција процеса у погледу остваривања задовољавајућих вриједности параметара квалитета обрађене површине.

Како је квалитет обраде у потпуности одређен са вриједностима параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја, осим наведеног, циљ истраживања је био испитивање корелационе међузависности између параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја, те могућност предикције процеса обраде, у погледу остваривања задовољавајућих вриједности ових параметара квалитета, на бази предвиђања параметара квалитета обрађене површине.

Научни циљ истраживања је била изградња и примјена модела за управљање процесом у погледу правовремене предикције процеса са аспекта задовољавајућег квалитета производа и задовољења потреба екстерних корисника.

Друштвени циљ истраживања је био да докторска дисертација буде од практичне користи предузећу Swisslion Индустрији алата Требиње и свим произвођачима алата (завојних бургија) у управљању процесом обраде (бушењем) у функцији квалитета обрађене површине, на основу предикције у складу са моделима који то обезбјеђују и уз примјену индиректног мјерног система.

Имајући у виду све претходно наведено, општа је оцјена да је урађена докторска дисертација под насловом „Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине“ важна за индустријски сектор, конкретно за предузеће Swisslion Индустрију алата Требиње и све произвођаче алата (завојних бургија), али има и несумњив значај за научну област, односно ширу академску заједницу.

2. Оцјена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области

Комисија оцјењује да урађена докторска дисертација представља природан сlijед развоја кандидата и наставак његовог дугогодишњег практичног бављења проблематиком квалитета уопште, као и његовог научног интересовања и истраживачких напора уложених у области моделирања, неуронских мрежа, управљања процесима обраде бушењем, предикције. Имамо на уму да је кандидат објавио запажене радове анализирајући проблеме из претходно поменутих области, али и да има запажено искуство у пројектном ангажману.

Оригиналност рада се огледа како у самом избору теме, реализованом експерименту, избору параметара процеса, мјерних уређаја и примјењене методологије, тако и у специфичној вези са досадашњим сазнањима из области праћења и предикције процеса обраде бушењем у функцији квалитета обрађене површине, а посебно у избору модела за обраду експериментално добијених података.

Предмет и циљ истраживања определијелили су конкретне методе које су примјењене у раду, при чему је кандидат успјешно комбиновао различите приступе како математичког моделирања тако и вјештачких неуронских мрежа.

Примјењени су методи који могу обезбиједити добијање релевантних и поузданих резултата, као и извођење успјешних закључака. Избор одговарајућих метода повезан је са настојањем кандидата да на релевантној теоријској и експерименталној основи тестира и докаже постављене хипотезе.

Како је вриједности одређених параметара квалитета обрађене површине, који настају у току процеса обраде, немогуће или веома тешко мјерити током одвијања процеса, наметнула се потреба развоја модела на основу којих би се за одређене вриједности улазних и мјерљивих (индиректних) параметара процеса извршило правовремено заустављање процеса са аспекта квалитета обрађене површине.

Идејна методологија за добијање таквих модела, захтијевала је експериментална истраживања и успостављање модела примјеном одређених метода, анализу резултата модела и избор адекватног модела предикције процеса.

Приликом израде докторске дисертације, дефинисане горе наведеном темом, у циљу добијања адекватних података потребних за формирање модела предикције, коришћен је лабораторијски експеримент, постављен у вјештачки створеним условима користећи Тагучијев ортогонални план експеримента, са потребним бројем понављања експеримента, који са аспекта трошкова провођења представља један од најекономичнијих планова, који се у посљедње вријеме користе у инжењерству.

Како Тагучијев метод укључује провођење одређених корака на основу којих се долази до сазнања, то се, приликом провођења експеримента и анализе резултата, вршило одвијање сљедећих корака:

- одређивање фактора експеримента,
- одређивање нивоа фактора,
- избор одговарајуће ортогоналне матрице,
- провођење експеримента,
- анализа података и добијање оптималне комбинације фактора,
- обављање потврдног експеримента.

У извођењу истраживања је планирано да се као фактори процеса обраде бушењем варирају пречник завојне бургије (d), број обртаја (n), корак (s) и угао постављања епрувете за испитивање (ϵ).

Мјерење квалитета обрађене површине је извршено, прије свега, преко мјерења средњег аритметичког одступања (R_a) у карактеристичним тренуцима, на почетку одвијања процеса, када величина хабања на леђној површини завојне бургије достигне одређену вриједност и у тренутку затупљења алата. Осим мјерења параметара квалитета обрађене површине, мјерене су вриједности параметара одступања од облика и положаја, у карактеристичним тренуцима.

Када су у питању индиректни параметри процеса, експериментом је извршено мјерење аксијалне силе бушења (F_3), односно аксијалног отпора резању, и обртног момента (M) који се појављује у току одвијања процеса обраде.

Варирање фактора експеримента је планирано да се врши на три нивоа, узимајући у обзир стандардне вриједности пречника завојне бургије, корака и броја обртаја.

Како је истраживање базирано на лабораторијском експерименту у вјештачки створеним условима користећи Тагучијев ортогонални план и како је планирано варирање четири фактора на три нивоа изабрана је одговарајућа ортогонална матрица са девет комбинација параметара процеса (L_9 ортогонална матрица).

За реализацију експеримента употребљене су завојне бургије DIN 338 од брзорезног челика $\check{S}.7680$, произведене технологијом брушења и термички обрађене на тврдоћу 64-68 HRC, црне изведбе са варијантама нормалног и крстастог оштрења, док је за материјал епрувета коришћен челик за побољшање $\check{S}.4732$, третиран на двије различите вриједности тврдоће.

Реализација експеримента је спроведена на CNC глодалици MILL 250, производње фирме EMCO, са могућношћу постизања максималног броја обртаја главног вретена од 10 000 o/min , распонем брзине помоћног кретања 0-10 m/min , могућношћу постизања максималног обртног момента од 41 Nm, те EMCOWinNC нумеричком контролом.

У циљу одређивања величине хабања на леђној површини завојне бургије, користи се оптички уређај за мјерење геометријских елемената завојних бургија GÜHRING PG 100, са могућношћу дигиталног читавања измјерених вриједности.

Мјерење вриједности параметара квалитета обрађене површине је реализовано мјерним инструментом SURTRONIC 25 производње фирме TAYLOR HOBSON, са мјерним распонем до 300 μm .

Вриједности параметара одступања од облика и положаја мјерена су на трокординатној мјерној машини CONTURA G2 AKTIV производње фирме CARL ZEISS, мјерног опсега 700x700x600 mm, са CALYPSO мјерним софтвером за мјерење.

Мјерење аксијалне силе резања и обртног момента изведено је мјерним ланцем за мјерење аксијалне силе и обртног момента производње фирме KISTLER, мјерног опсега за силу до 20 000 N и момент до 10 000 Ncm, са интегрисаним софтвером за аквизицију података.

На подацима добијеним експериментом извршена је примјена регресионе анализе и вјештачких неуронских мрежа у сврху добијања адекватних модела којим се успоставља веза између директних и индиректних параметара процеса обраде и параметара квалитета обрађене површине, како би се праћењем вриједности индиректних параметара процеса обраде, за које су дефинисане оптималне вриједности директних параметара процеса,

могла извршити правремена предикција процеса у погледу остваривања задовољавајућих вриједности параметара квалитета обрађене површине.

У циљу утврђивања корелационе међузависности између параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја, и могућности предикције процеса са аспекта квалитета обраде само на бази предвиђања вриједности параметара квалитета обрађене површине, на подацима добијеним експериментом је примјењен дијаграм расипања.

Користећи добијене податке извршено је одређивање S/N односа и утврђивање оптималне комбинације параметара бушења, као и одређивање ефеката појединих директних параметара процеса обраде бушењем на квалитет обрађене површине.

Обављање потврдног експеримента је вршено примјеном оптималне комбинације фактора експеримента. Потврдни експеримент је изведен у циљу провјере адекватности математичког модела и модела добијеног на бази вјештачких неуронских мрежа.

Општи је закључак да је докторска дисертација кандидата мр Радослава Вучуревића резултат властитог и оригиналног истраживања, којем посебну вриједност и научну тежину даје чињеница што је рад коректно методолошки конципиран и што је реализован у складу са постојећим методолошким стандардима. Осим тога, вриједност рада се огледа у томе што су све постављене хипотезе пажљиво одабране и методолошки валидно тестиране на основу општеприхваћене научне методологије, тако да добијени резултати имају и теоријску и практичну примјену.

3. Преглед остварених резултата рада кандидата у одређеној научној области

Мр Радослав Вучуревић рођен је 12.12.1980. године у Требињу, гдје је завршио Основну школу „Свети Василије Острошки“ и Гимназију „Јован Дучић“. Основне студије, на Факултету за производњу и менаџмент Требиње, завршио је 01.10.2007. године са просјечном оцјеном 8,40 и стекао стручни назив дипломирани инжењер за производњу и менаџмент.

Крајем 2008. године уписао је постдипломске студије, смјер Управљање квалитетом, на Факултету за производњу и менаџмент Требиње, Универзитет у Источном Сарајеву. Положио је све испите са просјечном оцјеном 9,78, а магистарски рад под насловом „Повећање нивоа способности процеса примјеном алата квалитета“ одбранио је 17.04.2012. године.

Од 01.10.2008. године ради као асистент на Факултету за производњу и менаџмент Требиње, 27.09.2012. одлуком Сената Универзитета у Источном Сарајеву изабран је у звање вишег асистента на ужој научној области Машинство, а 02.10.2017. године реизабран у исто звање. Тренутно изводи адиторне вјежбе, из предмета наведене уже научне области, на студијским програмима „Индустријски менаџмент“ и „Индустријско инжењерство за енергетику“ на Факултету за производњу и менаџмент Требиње.

Учесник је научно-истраживачког пројекта „Ефикасност обраде тешко обрадљивих материјала (каљених челика) алатима од брзорезног челика произведеног металургијом праха“, суфинансираног од стране Министарства науке и технологије Републике Српске и релизованог на Факултету за производњу и менаџмент Требиње 2011. године.

Аутор је и коаутор знатног броја научно-истраживачких радова у домаћим и иностраним часописима и има учешће на више научних конференција.

У оквиру научно-истраживачке дјелатности мр Радослав Вучуревић има објављене следеће радове:

1. **Vučurević, R.**; Krivokapić, Z. & Brđanin, R.: „*Surface quality prediction using artificial neural networks*“, Annals of the Oradea University - Fascicle of Management and Technological Engineering, Vol. 17, No. 1, 2018. (Рад прихваћен за објављивање)
2. **Radoslav Vučurević**, Zdravko Krivokapić, Radislav Brđanin, „*Comparative Analysis of*

- Surface Quality Prediction Models*“, International Journal of Engineering and Tehnology, Vol. 10, No. 2, 2018. (Рад прихваћен за објављивање)
3. M. Vulovic, P. Paunjoric, D.M. Spasic, Z. Djuric, L.J. Radovanovic, **R. Vucurevic** „*Exergy Analysis Model of Boiler in Thermoenergetic Plant*“, Journal of the Balkan Tribological Association, Vol. 23 (3), 2017, p. 472-483
 4. **Радослав Вучуревић**, Здравко Кривокапић, Петар Иванковић, Александра Копривица, „*Упоредна анализа индекса способности процеса производње завојних бургија*“, QFEST 2017, Јахорина, 26 - 28. октобар 2017. (Рад штампан у часопису Квалитет и изврност, бр. 7-8, 2017, стр. 75-77)
 5. **Радослав Вучуревић**, Здравко Кривокапић, Петар Иванковић, Жељко Ђурић, Радислав Брђанин, „*Утицај величине пречника завојне бургије на способност процеса брушења пречника*“, Двадесето савјетовање SQM, Петровац, 28 - 30. септембар 2016. (Рад штампан у часопису Квалитет и изврност, бр. 7-8, 2016, стр. 82-84)
 6. Здравко Кривокапић, Обрад Спаић, **Радослав Вучуревић**, „*Модели предвиђања квалитета обрађене површине*“, Квалитет и изврност, бр. 1-2, 2015, стр. 84-86
 7. **Радослав Вучуревић**, Здравко Кривокапић, „*Начини предвиђања квалитета обрађене површине и потенцијалне могућности даљих истраживања*“, Фестивал квалитета 2014, 41. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, 22 - 23. мај 2014.
 8. Obrad Spaić, Zdravko Krivokapić, Budimirka Marinović, **Radoslav Vučurević**, „*Cutting tools (twist drills) wear evaluation via torque*“, Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, Volume XXII (XII), 2013, p. 233-238
 9. **Радослав Вучуревић**, Здравко Кривокапић, „*Статистичко оцјењивање способности процеса оштрења завојне биргије*“, Седамнаесто савјетовање SQM са међународним учешћем, Тиват, 23 – 25. септембар 2013. (Рад штампан у часопису Квалитет и изврност, бр. 7-8, 2013, стр. 87-89)
 10. Гојко Крунић, Илинка Унковић, Ненад Марковић, Будимирка Мариновић, **Радослав Вучуревић**, „*Развој концепта BALANCED SCORECARDA као система стратешког менаџмента*“, 8. Научно-стручни скуп са међународним учешћем „КВАЛИТЕТ 2013“, Неум, 6-8. јун 2013.
 11. **Радослав Вучуревић**, Здравко Кривокапић, Обрад Спаић, Петар Иванковић, Гојко Крунић, „*Утицај мјера унапређења на вриједности индекса способности процеса производње*“, Фестивал квалитета 2013, 40. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, 23 - 25. мај 2013.
 12. Петар Иванковић, **Радослав Вучуревић**, „*Унапређење анализе пословања трговачког предузећа примјеном алата квалитета*“, Техника, часопис Савеза инжењера и техничара Србије, година LXVII, бр. 4, 2012, стр. 651-655
 13. **Радослав Вучуревић**, Петар Иванковић, Радислав Брђанин, „*Утицај способности процеса брушења залеђа на квалитет завојне бургије*“, Шеснаесто савјетовање SQM, Тиват, 18 - 19. септембар 2012. (Рад штампан у часопису Квалитет и изврност, бр. 7-8, 2012, стр. 90-92)
 14. **Радослав Вучуревић**, Здравко Кривокапић, Будимирка Мариновић, „*Превентивним мјерама до повећања способности процеса*“, Фестивал квалитета 2012, 39.

Комисија констатује да је кандидат аутор или коаутор 14 радова, те да има 4 рада (под редним бројевима 1,2, 6 и 7) из уже научне области дисертације, од чега су 2 (два) рада, под редним бројевима 1 и 2, прихваћена за објављивање у индексираним научним часописима.

4. Оцјена о испуњености обима и квалитета у односу на пријављену тему (по поглављима)

Докторска дисертација кандидата мр Радослава Вучуревића под насловом „Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине“ написана је на 134 (1+9+124) странице, компјутерски сложене и форматирание, формата А4. Дисертација се састоји од 12 поглавља укључујући Увод, Закључак и Литературу, садржи кључну документацијску информацију на српском језику на 2 странице и енглеском језику на 2 странице, резиме на српском и енглеском језику, садржај на 2 странице, 4 прилога на 38 страница, преглед кључних ознака на 1 страници, хронолошки попис 63 табеле на 4 странице, хронолошки попис 45 слика на 2 странице и кратку биографију на 1 страници. Попис кориштене литературе садржи 101 референцу на 6 страница.

Истраживање има теоријско-експериментални карактер, представљено је разумљиво, прегледно и систематично.

Искључујући Увод, Закључак и Литературу, овај научно-истраживачки рад је састављен од девет поглавља којим се на адекватан начин презентује предмет обухвата сваког од појединих поглавља.

У поглављу Методологија истраживања као полазна основа за истраживање описани су проблем, предмет и циљ истраживања, предочена је веза са досадашњим истраживањима и постављене хипотезе истраживања. Осим претходног, предочени су идејна методологија развоја модела предикције процеса, методе научно-истраживачког рада, које су кориштене у раду, и начин провођења истраживања.

Поглављем Процес и управљање процесом дата је дефиниција процеса, дефинисани су производни, технолошки и обрадни процес, методе обраде и кибернетски приступ управљању процесима којим се омогућује предикција са аспекта квалитета производа.

Процес обраде бушењем, као један од сложенијих традиционалних процеса обраде резањем, описан је у наредном поглављу. Ово поглавље описује основе обраде бушењем, кинематику процеса бушења, елементе завојне бургије као основног алата за обраду бушењем и феномен хабања завојних бургија. Отпори резању при обради бушењем, те појава акустичне емисије и вибрација, повезаних са стањем алата за обраду, такође су описани у овом поглављу.

У поглављу Квалитет обраде стављен је нагласак на квалитет обрађене површине и толеранције облика и положаја. Детаљно су описани параметри квалитета обрађене површине (храпавости површине) по стандарду ISO 4287 са посебним нагласком на средње аритметичко одступање храпавости површине и параметре који утичу на вриједности овога одступања. Поглављем су дати и међузависност метода обраде резањем и коресподентних параметара храпавости, као и опис карактеристичних одступања од облика и положаја при обради бушењем.

Моделирање и модели предикције процеса су дати у наредном поглављу. У поглављу су детаљно описани модели вишеструке линеарне и нелинеарне регресије, начин њиховог формирања и оцјене параметара модела, и модели засновани на вјештачким неуронским мрежама којим се настоји успоставити веза између нелинеарних односа који су у пракси најчешће заступљени.

Поглављем Планирање и план експеримента детаљно је објашњен Тагучијев план експеримента и начин одређивања S/N односа за утврђивање утицаја сваког од појединих

фактора на излазну вриједност параметра квалитета и одређивање оптималне комбинације фактора. Узимајући у обзир конкретне вриједности фактора експеримента (називни пречник завојне бургије, број обртаја, корак, угао постављања радног предмета), у овом поглављу је постављен експериментални план по Тагучијевом плану експеримента и извршен избор опреме за провођење експеримента и мјерење различитих параметара у току и након одвијања процеса обраде бушењем у експерименталном истраживању.

У поглављу Експериментални резултати, табеларним приказом дате су вриједности аксијалне силе бушења, обртног момента, средњег аритметичког одступања и одступања од облика и положаја добијене током провођења експеримента.

Развој модела са аксијалном силом и обртним моментом као улазном промјенљивом, примјеном регресионе анализе и вјештачких неуронских мрежа, и упоредна анализа резултата модела дати су у наредном поглављу. У овом поглављу такође је извршено испитивање постојања корелационе међузависности између параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја.

Поглављем Резултати потврдног истраживања дати су резултати потврдног експеримента добијени провођењем експеримента користећи оптималне комбинације параметара бушења.

Докторска дисертација је по свом обиму и квалитету урађена у складу са пријављеном темом и на основу свега претходно анализираних Комисија закључује да се ради о комплексном истраживачком подухвату који може остварити значајан утицај на даља истраживања у овој области.

5. Научни резултати докторске дисертације

Велики утицај на функционална својства производа и квалитет производа у употреби има површинска храпавост, која се појављује као резултат процеса реализације који се одвијају механичком обрадом скидањем струготине, па проналажење зависности између улазних (директних) и мјерљивих (индиректних) параметара процеса обраде и параметара површинске храпавости, доприноси управљању процесом у погледу правовремене предикције процеса са аспекта квалитета обрађене површине.

Микрогеометријска одступања обрађених површина у односу на идеалну површину, названа храпавошћу површине, изражена преко средњег аритметичког одступања профила храпавости, су у општем случају функција директних параметара процеса обраде скидањем струготине и хабања алата за обраду које се може се пратити примјеном индиректних метода мјерења, мјерењем силе резања, обртног момента, нивоа акустичне емисије.

У циљу успостављања зависности између средњег аритметичког одступања профила храпавости и директних и индиректних параметара процеса обраде резањем изведено је експериментално истраживање којим је омогућен развој математичких модела, примјеном статистичке методе вишеструке регресије и модела заснованих на вјештачким неуронским мрежама користећи одговарајуће алгоритме обуке.

Послије реализованог експеримента, варирајући улазне параметре процеса обраде бушењем на три нивоа, користећи аксијалну силу и обртни момент као мјерљиве (индиректне) параметре, примјеном регресионе анализе и вјештачких неуронских мрежа на експерименталним подацима добијеним по Тагучијевом плану експеримента, развој модела вишеструке линеарне и нелинеарне регресије и модела заснованих на вјештачким неуронским мрежама, са аксијалном силом и обртним моментом као улазним промјенљивим, гаранција су предикције процеса.

Ови резултати ће дјелимично употпунити празнину која постоји у домаћој научној и стручној литератури из овог подручја и бити даљи подстицај за објављивање радова из ове области како у земљи тако и у иностранству.

Комисија констатује да је кандидат мр Радослав Вучуровић испунио постављене

циљеве и задатке истраживања, као и да су методолошки коректним поступцима тестиране и доказане све постављене хипотезе.

6. Примјенљивост и корисност резултата у теорији и пракси

Докторска дисертација кандидата мр Радослава Вучуревића је заснована на запаженим експерименталним истраживањима по Тагучијевом плану експериментана, на основу којег се дошло до вриједних резултата који су употријебљени за развој модела вишеструке линеарне и нелинеарне регресије и модела заснованих на вјештачким неуронским мрежама, у циљу предикције процеса, те Комисија констатује да овакво комплексно истраживање представља значајан допринос и за теорију и за праксу у овој тематици.

На практични допринос овог истраживања указује могућност предикције процеса обраде бушењем у реалном времену, на основу употребе индиректних сензора.

С обзиром да истраживање овог типа до сада није спроведено на нашим просторима, а да су коришћени алати предузећа Swisslion Индустрије алата Требиње, као и да је експеримент валидовао нову опрему Факултета, констаујемо да дисертација мр Радослава Вучуревића садржи оригиналност и посједује научну, истраживачку и привредну димензију.

7. Начин презентирања резултата научној јавности

С обзиром на то да ова дисертација има несумњив квалитет и актуелност, пожељно је да се презентује научној и широј јавности у виду већег броја научних радова који ће бити публиковани у научним и стручним публикацијама, као и представљени на конференцијама, округлим столовима и/или научним скуповима. Такође, резултати истраживања биће доступни преко информативних активности Факултета, јер је ово уједно и прва научна валидација набављене опреме на Факултету за производњу и менаџмент Требиње.

8. ЗАКЉУЧАК И ПРИЈЕДЛОГ

На основу детаљног увида у завршену докторску дисертацију кандидата мр Радослава Вучуревића под насловом „Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине“, Комисија оцјењује да је кандидат, користећи актуелну литературу и релевантну научну методологију, усјешно истражио постављени проблем и предмет истраживања.

Комисија потврђује да је докторска дисертација, коју је одобрило Научно-наставно вијеће Факултета за производњу и менаџмент Требиње Универзитета у Источном Сарајеву, урађена у складу са пријавом теме како у погледу предмета, циља и метода истраживања, тако и у погледу садржаја. Циљ истраживања је испуњен, а докторска дисертација је резултат оригиналног истраживања кандидата.

Кандидат је у докторској дисертацији систематично и критички сагледао најновија теоријска и емпиријска достигнућа из релевантне научне области и дефинисао моделе који омогућавају предикцију процеса обраде бушењем.

По ширини обухваћене материје и дубини истраживачког захвата, као и према добијеним резултатима, ова докторска дисертација представља вриједан научни допринос у области примјене лабораторијских експерименталних резултата у функцији предикције процеса у зависности од параметара квалитета обрађене површине.

На основу свега изложеног, имајући у виду квалитет и значај обрађене теме, затим остварене резултате и закључке истраживања, као и научни и шири друштвени допринос дисертације, кандидата мр Радослава Вучуревића, под насловом „Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине“, Комисија

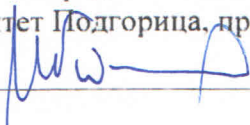
предлаже Научно-наставном вијећу Факултета за производњу и менаџмент Требиње и Сенату Универзитета у Источном Сарајеву да прихвати Извјештај о позитивној оцјени докторске дисертације и одобри њену јавну одбрану.

Мјесто: Требиње

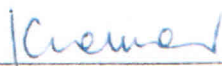
Датум: 27. 04. 2018. године

Комисија:

1. Проф. др Милан Вукчевић, у звању редовни професор, избор на предмете: Технологија машиноградње и Инжењерска Економија, Универзитет Црне Горе, Машински факултет Подгорица, предсједник Комисије



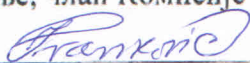
2. Проф. др Даворин Крамар, у звању ванредни професор, Katedra za menedžment obdelovalnih tehnologij, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, члан Комисије



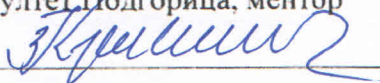
3. Проф. др Богдан Марић, у звању ванредни професор, ужа научна област: Машинство, Универзитет у Источном Сарајеву, Машински факултет Источно Сарајево, члан Комисије



4. Проф. др Петар Иванковић, у звању ванредни професор, ужа научна област: Машинство, Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет за производњу и менаџмент Требиње, члан Комисије



5. Проф. др Здравко Кривокапић, у звању редовни професор, избор на предмете: Информатика и Системи менаџмента квалитетом, Универзитет Црне Горе, Машински факултет Подгорица, ментор



Издвојено мишљење:

Издвојеног мишљења чланова Комисије није било.