

На основу члана 71. став 7. тачка е) Закона о високом образовању (“Службени гласник Републике Српске“ број 73/10, 104/11 и 84/12) и члана 57. став 8. Статута Универзитета у Источном Сарајеву, члана 32. Статута Факултета за производњу и менаџмент Требиње, Научно-наставно вијеће Факултета за производњу и менаџмент Требиње, на 14. редовној сједници одржаној 04.02.2015. године, Одлуком бр. 01-02/15 именовало нас је у Комисију за оцјену теме докторске дисертације под називом *Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине* и подобности кандидата мр Радослава Вучуревића. Сагласно тој одлуци, а у складу са одговарајућим Правилником подносимо Вијећу Факултета сљедећи:

ИЗВЈЕШТАЈ

1. КРАТКА БИОГРАФИЈА

Радослав Вучуревић, рођен 12. 12. 1980. године у Требињу, основне студије завршио је на Факултету за производњу и менаџмент Требиње 01.10.2007. године, одбранивши са оцјеном 10 дипломски рад на тему *Информациони систем у интранет окружењу*.

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 и магистрирао 17.04.2012. године на тему *Повећање нивоа способности процеса примјеном алата квалитета*.

Од 01.10.2008. године ради као асистент на Факултету за производњу и менаџмент Требиње, а 27.09.2012. је одлуком Сената Универзитета у Источном Сарајеву изабран у звање вишег асистента на ужој научној области Машинство. Тренутно изводи аудиторне вјежбе, из предмета који су из наведене уже научне области, на студијским програмима Индустијски менаџмент и Индустијско инжењерство за енергетику који се реализују на Факултету за производњу и менаџмент Требиње.

Посједује сертификат интерног оцјењивача система квалитета по захтјевима стандарда ISO 9001:2008 и сертификат учешћа на специјалном курсу мјерења на Carl Zeiss координатној машини за мјерење. Има положен испит из области познавања рада са софтверским пакетима Auto CAD 2010, Auto CAD 3D Map и MapInfo.

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 реализованог на Факултету за производњу и менаџмент Требиње 2011. године.

2. ПРЕДМЕТ И ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

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 директних и/или 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.

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 се поставља овом темом, 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, ниво акустичне емисије и сл.), и извршити правовремено заустављање процеса, те како на основу таквих вриједности, са одређеном сигурношћу, знати да је постигнута предикција процеса са аспекта дозвољених одступања од облика и положаја обрађене површине.

Основни проблем који се поставља је развити математички модел, односно наћи математичку зависност између директних и индиректних параметара процеса обраде и параметара квалитета обрађене површине, на основу података добијених експерименталним истраживањем у реалном времену, и развити модел на бази вјештачке интелигенције који ће омогућити предикцију процеса обраде бушењем са аспекта квалитета обрађене површине. Проналажењем математичке зависности и развојем модела на бази вјештачке интелигенције, којима би се омогућила правовремена предикција процеса обраде бушењем, те утврђивањем корелационе међузависности између параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја, повећала би се ефикасност процеса, обезбиједио већи ниво квалитета производа и веће задовољство екстерних корисника у погледу испуњавања захтјева квалитета.

Предмет истраживања у раду дефинисаном овом темом биће процес обраде бушењем завојним бургијама DIN 338, произведених од брзорезног челика технологијом брушења и термички обрађених на одговарајућу тврдоћу.

Истраживање понашања параметара квалитета обраде вршиће се, у зависности од варирања пречника завојних бургија, корака, броја обртаја и угла постављања епрувете на којој ће се вршити 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, нивоа акустичне емисије и/или неког другог од индиректних параметара процеса обраде, као адекватних носиоца информација о процесу.

3. ЦИЉ, ЗАДАЦИ И ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

Као основни циљ управљања процесима реализације поставља се испуњење захтјева и потреба екстерних корисника. Како 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, то се као основни циљ истраживања поставља изналажење модела који би омогућио правовремену предикцију процеса са аспекта квалитета обрађене површине.

Предметно истраживање имаће 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 ће бити 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.

На основу проблема, предмета и циља истраживања, постављају се следеће хипотезе:

H₀: Праћењем индиректних параметара процеса обраде и развојем одговарајућих модела који повезују директне и индиректне параметре процеса са параметрима храпавости техничких површина, могуће је извршити предикцију процеса обраде са аспекта квалитета обрађене површине.

H₁: Примјеном регресионе анализе могуће је развити математички модел који повезује директне и индиректне параметре процеса са квалитетом обрађене површине и омогућује предикцију процеса.

H₂: Обучавањем вјештачке неуронске мреже, коришћењем директних и индиректних параметара процеса као улаза у мрежу, могуће је развити модел предикције процеса са аспекта квалитета обрађене површине.

H₃: Параметри храпавости техничких површина су у корелационој међузависности са параметрима облика и положаја, па предикција процеса са аспекта квалитета обрађене површине обезбјеђује задовољавајући квалитет производа са аспекта квалитета обраде.

4. АКТУЕЛНОСТ ТЕМЕ

Изабрана тема је из области квалитета у машинству, при чему је тежиште стављено на један од основних показатеља квалитета производа - квалитет обрађене површине. Тема припада актуелној научно-истраживачкој области, а наведени рад који ће бити заснован на адекватној методологији, имаће како практични, тако и научни значај.

Ова тема је посебно изазовна, зато што се тежиште ставља на развој модела за управљање процесом обраде на бази квалитета обрађене површине, о коме треба да се закључује на основу праћења индиректних параметара процеса, те захтијева велику ангажованост и истрајност на добијању експерименталних података и развоју модела предикције на основу резултата добијених провођењем експеримента.

5. ПРЕГЛЕД СТАЊА У ПОДРУЧЈУ ИСТРАЖИВАЊА (КОД НАС И У СВИЈЕТУ)

Велики број експерименталних истраживања покушава наћи везу између квалитета обрађене површине, који се најчешће прати преко средњег аритметичког одступања профила храпавости (R_a), и параметара процеса обраде резањем. Један од често коришћених начина за предвиђање вриједности параметара квалитета обрађене површине је математички модел добијен помоћу статистичке методе вишеструке регресије. Многи научници регресионом анализом долазе до математичког модела који повезује директне параметре процеса са квалитетом обрађене површине или врше предвиђање храпавости површине, на основу директних параметара процеса, примјеном вјештачких неуронских мрежа.

Rashid A. и Lani A. [19] су користили вишеструку регресију за добијање математичког модела површинске храпавости при обради алуминијума глодањем. Извођењем експеримента, коришћењем потпуног факторијелног плана, и одређивањем коефицијената вишеструке регресије дошли су до модела који повезује површинску храпавост, изражену преко средњег аритметичког одступања профила храпавости R_a [μm], број обртаја вретена n [o/min], брзину помоћног кретања v_p [mm/min] и дубину резања t [mm]. Развијени математички модел је дао резултат са просјечним постотком грешке од 13,3 %, што показује да је тачност предвиђања око 86,7 %.

Çiçek A., Kivak T. и Samtaş G. [28] су, примјеном Тагучи дизајна експеримента, дошли до оптималне комбинације параметара обраде са аспекта квалитета обрађене површине, при бушењу аустенитног нехрђајућег челика AISI 316 завојним бургијама од брзорезног челика (HSS), конвенционално и криогено обрађеним, варирајући корак s [mm/o] и брзину резања v [m/min] на два нивоа. Користећи статистичку методу анализе варијансе дошли су до податка да брзина резања има пресудан утицај на квалитет обрађене површине (78,11%). Провођењем вишеструке регресионе анализе развили су регресиони модел који повезује горе наведене параметре са квалитетом обрађене површине преко средњег аритметичког одступања R_a [μm], уз коефицијент детерминације од 96,3 %.

Rodrigues L.L.R., Kantharaj A.N., Kantharaj B., Freitas W.R.C. и Murthy B.R.N. [20] су користили регресиону анализу за добијање математичког модела који повезује број обртаја n [o/min], корак s [mm/o] и дубину резања t [mm], при обради стругањем конструкционог челика алатима од брзорезног челика (HSS), са квалитетом обрађене површине преко средњег аритметичког одступања R_a [μm], изводећи потпуни план експеримента и варирајући поменуте параметре на три нивоа. Кориговани коефицијент детерминације у овом случају је износио 66,1 %, што указује на јаку повезаност квалитета обрађене површине и наведених параметара.

Ficici F., Koksai S. и Karacadag M.C. [26] су истраживали утицај модификације алата (подбрушења руба завојне бургије у μm), брзине резања v [m/min] и корака s [mm/o], користећи Тагучијев метод планирања експеримента, анализу варијансе и регресиону анализу, на храпавост рупе при бушењу аустенитног нехрђајућег челика AISI 304 завојним бургијама од брзорезног челика (HSS). Провођењем експеримента и анализом података дошли су до оптималне комбинације параметара, док су анализом варијансе дошли до података да модификација алата, брзина резања v [m/min] и корак s [mm/o] утичу на површинску храпавост у процесу бушења у износу од 74,25 %, 13,72 % и 6,25 %, респективно. Развојем регресионог модела повезали су горе наведене параметре са квалитетом обрађене површине преко средњег аритметичког одступања R_a [μm] и провођењем потврдног експеримента, користећи оптималну комбинацију параметара, установили да је грешка предвиђања у износу од 4,34 %.

Kumar P.J. и Paskiaraj P. [9] су користили Тагучијев план експеримента, регресиону анализу и анализу варијансе у сврху истраживања утицаја параметара бушења, као што су брзина резања v [m/min], корак s [mm/o] и пречник завојне бургије D [mm], на храпавост површине и одступање пречника рупе од називне вриједности при бушењу OHNS материјала, алатног челика који се широко користи у производњи алата, завојним бургијама од брзорезног челика (HSS). Проводећи регресиону анализу, користећи комерцијално доступан софтвер MINITAB 13, дошли су до математичких модела који повезују средње аритметичко одступање храпавости површине R_a [μm] и одступање пречника рупе од називне вриједности Δd [mm] са поменутиим параметрима бушења. Кроз анализу варијансе они су утврдили да корак и брзина резања имају важан утицај на храпавост површине и одступање пречника рупе, те да је стога неопходно створити такву комбинацију ових параметара којом би се смањиле варијације које утичу на квалитет рупе избушене у OHNS материјалу.

Tyagi Y., Chaturvedi V. и Vimal J. [25] су истраживали утицај броја обртаја n [o/min], корака s [mm/o] и дубине резања t [mm] на храпавост рупе при бушењу меких челика завојним бургијама од брзорезног челика (HSS). Провођењем Тагучијевог плана експеримента са троструким понављањем експеримента и коришћењем статистичке методе анализе варијансе дошли су до закључка да највећи утицај на квалитет обрађене површине, изражен преко средњег аритметичког одступања R_a [μm], има број обртаја главног вретена.

Raghunandan B.V., Bhandarkar S.L. и Pankaj K.S. [17] су такође користили регресиону анализу за добијање модела површинске храпавости, и то при обради стругањем материјала EN-19 са плочицама од тврдог метала. На основу података добијених примјеном Тагучи дизајна експеримента, користећи софтвер MINITAB 13 у регресионој анализи, они су дошли до модела који повезује средње аритметичко одступање храпавости површине R_a [μm], брзину резања v [m/min], корак s [mm/o] и дубину резања t [mm]. Кориговани коефицијент детерминације, којим се описује дата повезаност, у овом случају је износио 52,8 %.

Kumari S., Goyal K.K. и Jain V. [10] су на основу резултата провођења експеримента по BBD (Box Behnken Design) плану експеримента развили математички модел који повезује број обртаја n [o/min], брзину помоћног кретања v_p [mm/min] и концентрацију средства за хлађење [%] са средњим аритметичким одступањем храпавости површине

R_a [μm], при бушењу нехрђајућег челика SS 304, завојним бургијама од брзорезног челика (HSS). Развијени модел је дао добру апроксимацију експерименталних података.

Вишеструка регресиона анализа је погодна за проналажење најбоље комбинације независних варијабли, као што су број обртаја вретена, дубина резања и сл., како би се постигла жељена површинска храпавост, али регресини модел се добија из статистичке анализе при којој се мора прикупити велики број података. [19] Узимајући у обзир наведено, вјештачке неуронске мреже (ANN модели) и фази системи (ANFIS модели) представљају много лакши начин за предвиђање храпавости техничких површина.

Шимуновић Г., Шарић Т. и Лујић Р. [29] су примјенили вјештачке неуронске мреже за предвиђање површинске храпавости радног предмета од челика \check{C} .4730 при обради стругањем, користећи као улазне параметре врсту материјала, врсту алата, дубину резања, корак и број обртаја. Овај модел, темељен на вјештачким неуронским мрежама, дао је резултате са просјечном грешком која је мања од 5 %, када су у питању подаци коришћени за обуку, валидацију и тестирање могућности добијеног модела.

Rashid A. и Lani A. [19] су, поред развијања математичког модела, користили вјештачке неуронске мреже за предвиђање површинске храпавости при обради алуминијума глодањем. Предвиђање је показало повољне резултате са 6,42 % просјечне грешке, што значи да је вјештачка неуронска мрежа у стању предвидјети храпавост површине до 93,58 % тачности.

Akkuş H. и Asilturk I. [1] су развили модел за предвиђање површинске храпавости на бази вјештачких неуронских мрежа при обради стругањем каљеног челика AISI 4140. Тестирање датог модела је дало повољне резултате са средњим квадратним одступањем у износу од 0,0497795. Упоређивањем резултата датог модела са подацима фази модела и математичког модела, развијеним у истом истраживању, дошло се до закључка да се вјештачка интелигенција може успјешно користити у предвиђању.

Shahriar J.H. и Nafis A. [21] су упоређивањем експерименталних података о средњем аритметичком одступању профила, добијених при завршној обради алуминијума глодањем, са подацима добијеним обучавањем вјештачке неуронске мреже дошли до податка о величини просјечне грешке предвиђања модела у износу од 0,0314 %, док је фази систем дао прихватљивији резултат (просјечна грешка у износу од 0,003014 %). У истом истраживању, тестирање добијених модела је дало знатно лошије резултате. Просјечна грешка тестирања јесте била на страни вјештачких неуронских мрежа, али се због мање просјечне грешке добијене приликом формирања наведених модела предност даје фази систему као повољнијем моделу предвиђања.

Ови модели, и једни и други, дају добре резултате у погледу предвиђања квалитета обрађене површине, али не узимају у обзир спрегнуто дејство директних параметара процеса обраде и похабаности алата за обраду.

Недић Б., Тадић Б. и Ђорђевић З. [16] су реализацијом експерименталних истраживања, при обради стругањем и бушењем меко жарених челика перлитно-феритне структуре, дошли до полиномне зависности, у облику полинома трећег степена, између средњег аритметичког одступања храпавости површине R_a [μm] и хабања алата за обраду h [mm], чиме је утврђена зависност квалитета обрађене површине од хабања алата за обраду.

Xuan-Truong D. и Minh-Duc T. [11] су истраживали утицај параметара резања, брзине резања v [m/min], корака s [mm/o] и дубине резања t [mm], на квалитет обрађене површине изражен преко средњег аритметичког одступања R_a [μm] и хабање алата за обраду h [mm], при стругању материјала INCONEL 718. Осим што су развили математичке моделе за боље објашњење понашања квалитета обрађене површине и хабања алата, методом анализе варијансе утврдили су да највећи утицај на хабање алата има брзина резања, а да храпавост површине највише зависи од корака. Предметни рад указује да повећањем брзине резања долази до побољшања квалитета обрађене површине, али да се повећава хабање алата, што упућује на одређивање оптималне брзине резања у циљу бољег искоришћења алата за обраду.

Спаић О. и Мариновић Б. [23] су примјеном вјештачких неуронских мрежа, на основу експерименталних резултата добијених при бушењу челика велике чврстоће и тврдоће $\check{C}.4732$ завојним бургијама од брзорезног челика, успоставили модел за аксијалну силу бушења F_3 [N] у зависности од ширине појаса хабања h [mm]. Овим радом се показује да се вјештачке неуронске мреже могу адекватно користити за предвиђање аксијалне силе резања као носиоца информација о феномену хабања резних алата.

Xu Y., Hiroyuki K. и Wei Z. [12] су показали да се хабање алата h [mm] при бушењу легура алуминијума може предвидјети вјештачким неуронским мрежама на бази директних параметара процеса, као што су дубина резања t [mm], број обртаја главног вретена n [o/min] и корак s [mm/o], уз допуну са вриједностима индиректних параметара процеса, као што су аксијална сила резања F_3 [N] и обртни момент M [Nm].

Mathew M.T., Srinivasa P.P. и Rocha L.A. [15] су показали да се величина хабања алата h [mm], при глодању средње-угљеничног челика EN-8, може повезати са нивоом акустичне емисије израженим преко средње вриједности АЕ [mV], док су Giriraj B., Raja P.V., Gandhinadhan R. и Ganeshkumar R. [5] показали да је могуће користити вјештачку неуронску мрежу за предвиђање величине хабања алата h [mm] на основу нивоа акустичне емисије, израженог преко средње вриједности АЕ [mV], при глодању композитног материјала на бази алуминијума.

Имајући у виду напријед наведено, потенцијална могућност даљих истраживања огледа се у проналажењу математичког модела или модела заснованог на примјени вјештачких неуронских мрежа који ће укључити директне параметре процеса (број обртаја, корак, дубину резања) и индиректне параметре процеса обраде повезане са хабањем алата за обраду (силу, ниво акустичне емисије и сл.), те обезбједити правовремену предикцију процеса обраде са аспекта квалитета обрађене површине.

Додатним утврђивањем постојања корелационе међузависности између параметара квалитета обрађене површине и параметара одступања од облика и положаја обезбједила би се могућност предикције процеса са аспекта квалитета обраде.

6. ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА СА СТАНОВИШТА АКТУЕЛНОСТИ У ОДРЕЂЕНОЈ НАУЧНОЈ ОБЛАСТИ

Развој модела за управљање процесом обраде на бази квалитета обрађене површине треба да омогући предикцију стања квалитета обрађене површине у односу на параметре режима резања и стања алата.

Посебан значај ове теме се огледа у апликативној примјени добијених резултата, који ће омогућити правовремену предикцију.

7. ВЕЗА СА ДОСАДАШЊИМ ИСТРАЖИВАЊИМА

Кандидат је образложио да се приједлог докторске дисертације *Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине* заснива на резултатима истраживања представљених у актуелним радовима из ове области.

Изазов за кандидата представљају услови у лабораторијама Факултета за производњу и менаџмент Требиње, као и врло мали број истраживања у овој области у нашој средини.

8. ПОДОБНОСТ КАНДИДАТА ДА ОДГОВОРИ НА ПОСТАВЉЕНИ ПРОБЛЕМ, ЦИЉ, ЗАДАТКЕ И ХИПОТЕЗЕ

Магистарски рад мр Радослава Вучуревића се односи на проблематику квалитета, при чему је нагласак био на праћење способности процеса.

Предложена тема је у сваком случају континуитет досадашњег рада кандидата у овој врло специфичној области.

Кандидат је објавио 8 радова, што у часописима то и на националним и међународним конференцијама.

Комисија сматра да је кандидат подобан да одговори на постављени предмет, оставри постављене циљеве, да ријешити постављене задатке у складу са хипотезама.

9. ПРЕГЛЕД ВАЖНИЈИХ РАДОВА КАНДИДАТА ИЗ НАУЧНЕ ОБЛАСТИ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. **Р. Вучуревић**, З. Кривокапић, Начини предвиђања квалитета обрађене површине и потенцијалне могућности даљих истраживања, Фестивал квалитета 2014, 41. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, 22 - 23. мај 2014.
2. О. Spaić, Z. Krivokapić, B. Marinović, **R. Vučurević**, Cutting tools (twist drills) wear evaluation via torque, Annals of the Oradea University, Fascicle of Management and Technological Engineering, Volume XXII (XII), 2013/2, ISSN 1583-0691, CNCSIS Clasa B+, 2013, p. 233-238

3. **Р. Вучуревић**, З. 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 изврсност*, бр. 7-8, 2013, стр. 87-89, ISSN 2217-852X)
4. Г. Крунић, И. Унковић, Н. Марковић, Б. Мариновић, **Р. Вучуревић**, Развој концепта Balanced Scorecarda као система стратешког менаџмента, 8. Научно-стручни скуп са међународним учешћем *Квалитет 2013*, Неум, 6-8. јун 2013.
5. **Р. Вучуревић**, З. Кривокапић, О. Спаић, П. Иванковић, Г. Крунић, Утицај мјера унапређења на вриједности индекса способности процеса производње, Фестивал квалитета 2013, 40. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, 23 - 25. мај 2013.
6. П. Иванковић, **Р. Вучуревић**, Унапређење анализе пословања трговачког предузећа примјеном алата квалитета, *Техника*, часопис Савеза инжењера и техничара Србије, година LXVII 2012, бр. 4, 2012, стр. 651-655, ISSN 0040-2176, UDC: 62(062.2) (497.1)
7. **Р. Вучуревић**, П. Иванковић, Р. Брђанин, Утицај способности процеса брушења залеђа на квалитет завојне бургије, Шеснаесто савјетовање SQM, Тиват, 18 - 19. септембар 2012. (Рад штампан у часопису *Квалитет и изврсност*, бр. 7-8, 2012, стр. 90-92, ISSN 2217-852X)
8. **Р. Вучуревић**, З. Кривокапић, Б. Мариновић, Превентивним мјерама до повећања способности процеса, Фестивал квалитета 2012, 39. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, 07 - 09. јун 2012.

10. МЕТОДЕ И ТЕХНИКЕ НАУЧНО – ИСТРАЖИВАЧКОГ РАДА

Приликом израде рада, дефинисаног горе наведеном темом, у циљу добијања адекватних података потребних за формирање модела предикције, предвиђено је да се користи:

- 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 последње 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, предвиђа коришћење следећих корака:

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

На подацима добијеним еспериментом предвиђа се примјена регресионе анализе и вјештачких неуронских мрежа у сврху добијања адекватних модела који ће обезбједити предикцију процеса са аспекта квалитета обрађене површине. Осим наведеног, у циљу утврђивања постојања корелационе међузависности између параметара храпавости и параметара облика и положаја рупе, предвиђа се примјена дијаграма расипања, као једног од 7 основних алата квалитета.

11. ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ

Резултати који се очекују су: добијање математичког модела или модела заснованог на вјештачким неуронским мрежама који ће обезбједити правовремену предикцију процеса обраде бушењем са аспекта квалитета обраде, преко праћења неког од индиректних параметара процеса обраде, узимајући тиме у обзир спрегнуто дејство директних параметара процеса обраде и похабаности алата за обраду, па је очекивани научни допринос стварање оригиналног модела предикције процеса обраде.

12. ПРОЦЈЕНА ПОТРЕБНОГ ВРЕМЕНА ИЗРАДЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ, МЈЕСТО ИСТРАЖИВАЊА

За обраду наведеног проблема и израду докторске дисертације на предложену тему потребно је, оптимистички, 32 мјесеца, укључујући вријеме потребно за обезбјеђење материјала, доступност опреме за истраживање, провођење експеримента, развој модела предикције и анализу резултата.

Мјесто истраживања ће у највећем дијелу да буде везано за лабораторијске услове Факултета за производњу и менаџмент у Требињу.

13. ИМЕ МЕНТОРА, ЗВАЊЕ, ИНСТИТУЦИЈА У КОЈОЈ ЈЕ СТЕКАО НАЈВИШЕ ЗВАЊЕ, УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ

Др Здравко Кривокапић, редовни професор, Универзитет Црне Горе, Машински факултет у Подгорици, избор у звање на предметима Информатика и Систем менаџмента квалитетом.

14. НАЈМАЊЕ 5 БИБЛИОГРАФСКИХ ЈЕДИНИЦА МЕНТОРА КОЈЕ СЕ ОДНОСЕ НА ТЕМУ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. O. Spaić, **Z. Krivokapić**, M. Sokovic, Prediction of tool condition by applying family of artificial neural networks, *Metalurgia International*, Vol. XVIII, No. 6, 2013, ISSN 1582 - 2214
2. O. Spaić, **Z. Krivokapić**, R. Ivanković, Mathematical Modeling of Cutting Force as the Most Reliable Information Bearer on Cutting Tools Wearing Phenomenon, *Journal of Mechanics Engineering and Automation*, Vol. 3, No. 12, December 2013, p. 772-777, ISSN 2159-5283

3. **З. Кривокапић**, Непрекидна побољшавања - 7 основних алата квалитета, *Часопис Квалитет*, вол. 21, бр. 7-8, 2011, стр. 3-6, ISSN 0354-2408
4. М. Soković, J. Jovanović, **Z. Krivokapić**, A. Vujović, Basic Quality Tools in Continuous Improvement Process, *Strojniški vestnik*, Journal of Mechanical Engineering, Vol. 55, No. 5, 2009, ISSN 0039-2480
5. **Z. Krivokapić**, V. Zogović, O. Spaić, Using Neural Networks to Follow the Wear of a 390 Twist Drill, *Strojniški vestnik*, Journal of Mechanical Engineering, Vol. 52, No. 7-8, 2006, p. 437-442, ISSN 0039-2480
6. **Z. Krivokapić**, V. Zogović, O. Spaić, Following the Twist Drill (S390) Wear Using the Neural Networks, International Conference on Management of Inovative Tehnologies, MIT 2005, Fiesa, Slovenia, 22nd – 24th September 2005.
7. V. Zogović, **Z. Krivokapić**, M. Vukčević, Modeling position accuracy of drilled holes with neural network, 3th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems - IMS2001, Sakarya, Turkey, August 2001.
8. **Z. Krivokapić**, V. Zogović, M. Vukčević, An acoustic emission using in following state of the tool, 3th International Scientific Conference on Development of Metal Cutting, Košice, July 2000.
9. **З. Кривокапић**, Праћење хабања завојних бургија примјеном неуралних мрежа, 24. Јупитер конференција, Златибор, фебруар 1998.
10. **З. Кривокапић**, В. Зоговић, Моделирање процесне тачности бушених отвора посредством неуралних мрежа, 23. Јупитер конференција, Београд, фебруар 1997.

15. ИМЕНА ОСТРАЛИХ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ, ЗВАЊА, ИНСТИТУЦИЈЕ У КОЈИМА СУ СТЕКЛИ НАЈВИШЕ ЗВАЊЕ, УЖА НАУЧНА ОБЛАСТ

1. Др Милан Вукчевић, редовни професор, Универзитет Црне Горе, Машински факултет у Подгорици, избор у звање на предметима Технологија машиноградње и Инжењерска економија.
2. Др Мирко Соковић, редовни професор, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Katedra za menedžment obdelovalnih tehnologij, redni profesor za področje: izdelovalne tehnologije in sistemi za neomejeno dobo.
3. Др Петар Иванковић, ванредни професор, Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет за производњу и менаџмент Требиње, избор у звање на ужу научну област Машинство.
4. Др Бојан Лалић, доцент, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за индустријско инжењерство и менаџмент, избор на ужу научну област: Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент.

16. НАЈМАЊЕ 3 БИБЛИОГРАФСКЕ ЈЕДИНИЦЕ ЧЛАНОВА КОМИСИЈЕ КОЈЕ СЕ ОДНОСЕ НА ТЕМУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Др Милан Вукчевић, редовни професор

1. **М. Вукчевић**, М. Јањић, Н. Шибалић, Мјерење силе код процеса заваривања трењем, 33. Савјетовање производног машинства Србије, Београд 2009.
2. **М. Вукчевић**, О. Спаић, З. Кривокапић, Постојаност завојних бургија од брзорезног челика произведеног металургијом праха, у функцији брзине резања, 33. Јупитер конференција, Златибор, 2007.
3. V. Zogovic, **М. Vukcevic**, Z. Krivokapic, Application of acoustic emission to investigating positional accuracy of drilled apertures, 11th International Research/Expert Conference TMT, Tunisia, 2007.
4. V. Zogovic, Z. Krivokapic, **М. Vukcevic**, Modeling position accuracy of drilled holes with neural network, 3rd International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems, Sakarya, Turkey, 2001.
5. Z. Krivokapic, V. Zogovic, **М. Vukcevic**, Neural network's application in studying the twist drill wear, The 2nd International conference on development of metal cutting, Kosice, 1998.

Др Мирко Соковић, редовни професор

1. O. Spaic, Z. Krivokapic, **М. Sokovic**, Prediction of tool condition by applying family of artificial neural networks, *Metalurgia International*, Vol. XVIII, No. 6, 2013, ISSN 1582 – 2214
2. I. Budak, D. Vukelić, D. Bračun, J. Hodolić, **М. Soković**, Preprocessing of point-data from contact and optical 3D digitization sensors, *Sensors*, 12 (1), 2012, pp. 1100-1126, ISSN 1424-8220
3. I. Budak, **М. Sokovic**, B. Barisic, Accuracy improvement of point data reduction with sampling-based methods by Fuzzy logic-based decision-making, *Measurement*, 44 (6), 2011, pp. 1188-1200, ISSN 0263-2241
4. **М. Soković**, B. Barišić, S. Sladić, Model of quality management of hard coatings on ceramic cutting tools, *Journal of Materials Processing Technology*, 209 (8), 2009, pp. 4207-4216, ISSN 0924-0136
5. **М. Soković**, K. Mijanović, Ecological aspects of the cutting fluids and its influence on quantifiable parameters of the cutting processes, *Journal of materials processing technology*, ISSN 0924-0136, [Print ed.], 2001, Vol. 109, No. 1/2, special issue AMME'97, pp. 181-189, [COBISS.SI-ID [4202267](#)], [[JCR](#), [SNIP](#), [WoS](#) up to 1.2. 2014: no. of citations (TC): 53, without self-citations (CI): 52, weighted no. of citations (NC): 148, [Scopus](#) up to 21. 3. 2014: no. of citations (TC): 79, pure citations (CI): 78, normalized no. of pure citations (NC): 222]

Др Петар Иванковић, ванредни професор

1. Р. Вучуревић, З. Кривокапић, О. Спаић, **П. Иванковић**, Г. Крунић, Утицај мјера унапређења на вриједности индекса способности процеса производње, Фестивал квалитета 2013, 40. Национална конференција о квалитету, Крагујевац, 23 - 25. мај 2013.
2. Р. Вучуревић, **П. Иванковић**, Р. Брђанин, Утицај способности процеса брушења залеђа на квалитет завојне бургије, Шеснаесто савјетовање SQM, Тиват, 18 - 19. септембар 2012. (Рад штампан у часопису *Квалитет и извршност*, бр. 7-8, 2012, стр. 90-92, ISSN 2217-852X)
3. **П. Иванковић**, Значај менаџмента тоталним квалитетом, часопис *Транзиција*, 2012, стр. 147-152

Др Бојан Лалић, доцент

1. Р. Todorović, Ђ. Vukelić, В. Tadić, D. Veljković, I. Budak, I. Mačuzić, **В. Lalić**, Modelling of dynamic compliance of fixture/workpiece interface, *International Journal of Simulation Modelling*, Vol. 13, No. 1, 2014, pp. 54-65, ISSN 1726-4529
2. I. Ćosić, Z. Anišić, I. Firstner (Fürstner), **В. Lalić**, Design for Environment as a part of the IPS-DFX methodology for Integrated Product Development, 3. PSU-UNS International Conference: Energy and the Environment, Songkhla, 11-12. December, 2003
3. Z. Anišić, I. Ćosić, **В. Lalić**, Mass Customization and the Process of Production Systems Designing – Case Study, 1. Scientific conference with international participation: Manufacturing and management in 21st century, Ohrid, 16-17. September, 2004.

17. ИЗЈАВА ДА ЛИ ЈЕ ПРИЈАВЉЕНА ТЕЗА ПОД ИСТИМ ИМЕНОМ НА ДРУГОЈ ВИСОКОШКОЛСКОЈ ИНСТИТУЦИЈИ

Теза под насловом *Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине* није пријављена на другој високошколској установи.

18. МИШЉЕЊЕ И ПРИЈЕДЛОГ

Комисија је детаљно анализирала приспјелу документацију и износи мишљење да је тема докторске дисертације *Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине* актуелна, садржајна и модерна. Иако постоји јако велики број радова из те области значајан је број и отворених питања. Управо тема докторске дисертације третира та отворена питања.

Комисија даје позитивно мишљење о пријављеној теми *Развој модела предикције процеса обраде бушењем на бази квалитета обрађене површине*. Пошто се кандидат мр Радослав Вучуревић својим научним интересовањима усмјерио у ову проблематику и већ има истраживачко искуство Комисија га сматра подобном за обраду ове теме и коначну израду докторске дисертације.

Комисија предлаже Научно-наставном вијећу Факултета за производњу и менаџмент Требиње, Универзитета у Источном Сарајеву и Сенату Универзитета да прихвате извјештај Комисије, и да мр Радославу Вучуревићу одобре израду докторске дисертације под називом *РАЗВОЈ МОДЕЛА ПРЕДИКЦИЈЕ ПРОЦЕСА ОБРАДЕ БУШЕЊЕМ НА БАЗИ КВАЛИТЕТА ОБРАЂЕНЕ ПОВРШИНЕ* и да му за ментора именују проф. др Здравка Кривокапића.

Требиње, 05.03.2015. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

/Проф. др Милан Вукчевић, ред. професор - председник, Универзитет Црне Горе, Машински факултет Подгорица; избор на предмете: Технологија машиноградње и Инжењерска Економија/

/Проф. др Мирко Соковић, ред. професор – члан, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Katedra za menedžment obdelovalnih tehnologij, redni profesor za področje: izdelovalne tehnologije in sistemi za neomejeno dobo/

/Проф. др Здравко Кривокапић, ред. професор - ментор, Универзитет Црне Горе, Машински факултет Подгорица; избор на предмете: Информатика и Системи менаџмента квалитетом/

/Проф. др Петар Иванковић, ван. професор – члан. Универзитет у Источном Сарајеву, Факултет за производњу и менаџмент Требиње, ужа научна област: Машинство/

/Доц. др Бојан Лалић, доцент - члан, Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, Департман за индустријско инжењерство и менаџмент, ужа научна област: Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент/