

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Презиме, име једног родитеља и име	Станојковић (Новица) Јелена	МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ			
Датум и место рођења	04.04.1989. године, Алексинац, Србија	Примљено: 06.02.2026.			
	Основне студије	Орг.јед.	Број	Прилог	Вредности
			612-80-	26/	2026

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет у Нишу
Студијски програм	Машинско инжењерство
Звање	Инжењер машинства
Година уписа	2008.
Година завршетка	2011.
Просечна оцена	9.36 (девет и 36/100)

Мастер студије, магистарске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет у Нишу
Студијски програм	Машинско инжењерство
Звање	Мастер инжењер машинства
Година уписа	2011.
Година завршетка	2013.
Просечна оцена	9.72 (девет и 72/100)
Научна област	Информационо-производне технологије и индустријски менаџмент
Наслов завршног рада	Монтажа електронских компонената

Докторске студије

Универзитет	Универзитет у Нишу
Факултет	Машински факултет у Нишу
Студијски програм	Машинско инжењерство
Година уписа	2013. (реупис 2019.)
Остварен број ЕСПБ бодова	150
Просечна оцена	9.89 (девет и 89/100)

НАСЛОВ ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов теме докторске дисертације	Емпиријско моделирање отпора резања код стругања применом димензионалне анализе
Име и презиме ментора, звање	Милош Модић, ванредни професор
Број и датум добијања сагласности за тему докторске дисертације	НСВ број 820-01-3/25-24, 13.06.2025. године

ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Број страна	195
Број поглавља	9
Број слика (шема, графикона)	53
Број табела	37
Број прилога	2

**ПРИКАЗ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КАНДИДАТА
који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације**

Р. бр.	Аутор-и, наслов, часопис, година, број волумена, странице	Категорија
1	<p>Stanojković, J., Madić, M., Trifunović, M., Janković, P., Petković, D., Marinković, D., Analysis of the main cutting force, cutting energy and specific cutting energy in turning of X155CrVMo12-1 steel, Acta Technica Jaurinensis, 2025, online first. https://doi.org/10.14513/actatechjaur.00808</p> <p><i>У раду је представљена експериментална студија уздужног спољашњег стругања челика X155CrVMo12-1 у једном пролазу без коришћења средстава за хлађење и подмазивање алатима са две изменљиве плочице различитих грудних углова. Иницијално је за процену главног отпора резања развијен модел базиран на димензионалној анализи разматрањем три бездимензионалне групе са шест параметара. Након експерименталне валидације, креирани модел базиран на димензионалној анализи је даље коришћен за анализу енергије резања и специфичне енергије резања. Детаљна анализа је укључивала анализу утицаја корака, дубине резања и грудног угла на разматране перформансе процеса. Уочене корелације између параметара резања и перформанси процеса су упоређене са претходно публикованим експерименталним резултатима. Уочено је да дубина резања има највећи утицај на главни отпор резања и енергију резања, док корак има мало израженији утицај на специфичну енергију резања. Уочено је такође да мањи грудни угао алата даје приближно 3% веће вредности свих анализираних перформанси процеса.</i></p>	M24
2	<p>Stanojković, J., Madić, M., Trifunović, M., Dimensional analysis based prediction model of the main cutting force: Comparison and validation, 40th International Conference on Production Engineering of Serbia – ICPES 2025, September 18-19, 2025, Niš, Serbia, pp. 55-61. https://doi.org/10.46793/ICPES25.054S</p> <p><i>У раду је анализирана применљивост модела за предикцију главног отпора резања базираних на димензионалној анализи. Шест студија случаја из референтне литературе, у којима су коришћени различити емпиријски модели, различити параметри процеса, различити материјали обратка и резни алати и различити захвати стругања су разматране ради поређења и валидације предложених модела за предикцију главног отпора резања базираних на димензионалној анализи. Ови модели су развијени коришћењем малог дела података из претходно спроведених експерименталних истраживања. Показало се је да модели базирани на димензионалној анализи пружају барем упоредиве резултате са другим сложенијим емпиријским моделима. Модели базирани на димензионалној анализи такође дају добре резултате за широк опсег вредности параметара резања, материјала обратка и виткости струготине и успешно се могу применити за захвате грубе, полузавршне и завршне обраде.</i></p>	M33
3	<p>Stanojković, J., Madić, M., Development of predictive cutting force models in turning using different experimental designs, Innovative Mechanical Engineering, Vol. 4, No. 2, 2025, pp. 24-31. http://ime.masfak.ni.ac.rs/index.php/IME/article/view/109</p> <p><i>У раду се разматра и упоређује примена различитих експерименталних планова (потпуни факторни план, Вох-Веһкен-ов план и Тагучијев план) за развој модела за предикцију отпора резања различитих математичких облика и њихово поређење са Kienzle-Victor-овим моделом отпора резања. Разматрано је уздужно спољашње стругање у једном пролазу без коришћења средстава за хлађење и подмазивање нелегираних и нисколегираних челика са садржајем угљеника већим од 0.55% који нису термички обрађени. Процене главног отпора резања су добијене варирањем корака, дубине резања и грудног угла у веб апликацији Walter Machining Calculator. Иницијално су развијени и упоређени линеарни, квазилинеарни, степени и квадратни модели. Додатно је предложен модел за предикцију отпора резања базиран на димензионалној анализи, као приступ код кога је редукован број потребних експерименталних огледа у поређењу са конвенционалним емпиријским приступима. Показало се је да квазилинеарни, степени и квадратни модели дају прилично добре резултате по питању могућности предикције отпора резања и апроксимације Kienzle-Victor-овог модела отпора резања. Показано је да се отпор резања при стругању може добро описати помоћу нелинеарног степеног модела.</i></p>	M54
4	<p>Madić, M., Trifunović, M., Stanojković, J., Rodić, D., Janković, P., Analysis of specific cutting force in turning of 42CrMo4 steel, 17th International Conference on Accomplishments in Mechanical and Industrial Engineering – DEMI 2025, May 29-30, 2025, Banja Luka, Republic of Srpska, pp. 59-63.</p> <p><i>У раду је извршена анализа стругања челика 42CrMo4. Предложен је емпиријски модел за предикцију специфичног отпора резања базиран на димензионалној анализи. Непознати коефицијенти модела су одређени након реализације експерименталног плана мале резолуције, чиме је смањен број потребних експерименталних огледа. Након статистичке валидације, извршена је анализа утицаја дубине резања, корака и грудног угла алата на специфичан отпор резања креирањем и анализом контурних дијаграма. Уочено је да унутар обухваћеног експерименталног простора највећи утицај на специфични отпор резања има дубина резања, за којом следе корак и грудни угао алата. Утврђено је да се специфични отпор резања повећава са повећањем количника брзине резања и брзине помоћног кретања и количника главног нападаног угла и грудног угла алата, и смањује са повећањем виткости струготине.</i></p>	M33
5	<p>Stanojković, J., Madić, M., Trifunović, M., Janković, P., Petković, D., A novel approach to predicting the cutting force in turning using dimensional analysis, Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, 2025, online first. https://doi.org/10.22190/FUME241129010S https://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUMechEng/article/view/13240</p> <p><i>У раду је представљен нови приступ за моделирање отпора резања код стругања применом димензионалне анализе. Разматран је процес уздужног спољашњег стругања у једном пролазу два различита квалитета челика (20MnCrS5 и S235JRG2). Тагучијев план $L_6 3^3 \times 2^1$ је примењен за варирање три бездимензионалне групе које су креиране у односу на шест улазних параметара: дубина резања, брзина помоћног кретања, брзина резања, корак, главни нападани угао алата и грудни угао алата. Добијени резултати, укључујући и додатне валидационе огледе, показали су веома добру предикциону способност предложених модела за предикцију отпора резања. Извођењем додатних експерименталних огледа одређен је корекциони фактор ради сагледавања утицаја полупречника заобљења врха алата.</i></p>	M21a

НАПОМЕНА: уколико је кандидат објавио више од 3 рада, додати нове редове у овај део документа

ИСПУЊЕНОСТ УСЛОВА ЗА ОДБРАНУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат испуњава услове за оцену и одбрану докторске дисертације који су предвиђени Законом о високом образовању, Статутом Универзитета и Статутом Факултета.

ДА НЕ

Кандидаткиња је одобрена тема докторске дисертације одлуком Научно-стручног већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу број 820-01-3/25-24 од 13.06.2025. године. Рукопис докторске дисертације који је кандидаткиња предала је одговарајуће садржине, обима и квалитета и потпуно је у складу са одобреном темом. Кандидаткиња је објавила већи број научних и стручних радова који садрже резултате истраживања у оквиру докторске дисертације и испуњава све потребне услове за одбрану докторске дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кратак опис појединих делова дисертације (до 500 речи)

Докторска дисертација обрађује тему емпиријског моделирања отпора резања код стругања применом димензионалне анализе. Садржај је подељен у девет поглавља којима су додати преглед коришћене литературе и два прилога.

Прво, уводно поглавље, разматра предмет и циљ истраживања, дефинише истраживачку хипотезу, наводи примењене научно-истраживачке методе, и даје преглед примењене методологије истраживања и структуре докторске дисертације.

Друго поглавље докторске дисертације даје општи приказ технологије обраде стругањем. Након дефинисања принципа стругања, извршена је свеобухватна анализа и класификација фактора обраде стругањем, укључујући факторе резног алата, машине алатке, обратка и процеса обраде, као и перформанси обраде стругањем, укључујући перформансе процеса, квалитета, продуктивности, економичности и одрживости. На крају трећег поглавља анализирани су важност правилног избора фактора обраде стругањем и значај моделирања перформанси процеса обраде стругањем, са посебним освртом на значај развоја емпиријских модела за предикцију отпора резања.

Треће поглавље докторске дисертације даје анализу моделирања перформанси процеса обраде стругањем. Анализирани су значај и циљ моделирања перформанси. Представљени су основни приступи моделирању перформанси, који подразумевају примену аналитичких, нумеричких и емпиријских модела, и извршена је упоредна анализа поменутих модела по питању предности, недостатака и тачности. На крају поглавља дат је хронолошки преглед значајних аналитичких и емпиријских модела отпора резања.

Четврто поглавље докторске дисертације обухвата детаљан преглед досадашњих истраживања у области моделирања отпора резања код стругања челика различитих квалитета. Након анализе претходних истраживања идентификовани су потенцијални правци истраживања у области моделирања отпора резања код стругања и дефинисан је главни циљ истраживања.

Пето поглавље докторске дисертације пружа теоријски и методолошки оквир за примену димензионалне анализе у моделирању перформанси процеса обраде стругањем. Дате су основе и принципи димензионалне анализе, укључујући методе димензионалне анализе (*Rayleigh*-ова, *Buckingham*-ова, *Ipsen*-ова, матрична и метода инспекције). Разматрани су и предности и недостаци димензионалне анализе.

Шесто поглавље докторске дисертације даје примену димензионалне анализе за креирање модела за предикцију отпора резања код стругања коришћењем *Buckingham*-ове π методе и матричне методе. За предикцију отпора резања код стругања креиран је степени модел заснован на бездимензионалним групама. Поред основних фактора који дефинишу режим обраде (брзина резања, корак и дубина резања), разматрани су и фактори који се односе на геометрију резног алата (главни нападни угао алата и грудни угао алата) и механичке карактеристике материјала предмета обраде (затезна чврстоћа). Укупан број укључених променљивих у циљу креирања модела је био осам (компоненте отпора резања, брзина резања, брзина помоћног кретања, корак, дубина резања, затезна чврстоћа материјала обратка, главни нападни угао алата и грудни угао алата). Општи модел за предикцију отпора резања представљен је изразом у коме фигуришу три бездимензионалне групе (количник брзине резања и брзине помоћног кретања, количник дубине резања и корака (виткост струготине) и количник главног нападног угла алата и грудног угла алата).

Седмо поглавље докторске дисертације представља експериментални део истраживања, који је послужио за одређивање емпиријских константи претходно креираног модела за предикцију отпора резања код стругања. Ово поглавље садржи опис основа теорије планирања експеримента, опис обрадног система (машина алатка, резни алат са опсезима и дискретним вредностима за главне технолошке параметре и геометријске параметре резног алата, предмет обраде) и опис система за мерење, прикупљање и анализу добијених података. Експериментална мерења отпора резања изведена су за шест квалитета челика из различитих група обрадљивости ($\check{C}.1502$, $\check{C}.1531$, $\check{C}.4382$, $\check{C}.4732$, $\check{C}.4830$ и $\check{C}.4850$), према плану мале резолуције (Тагучијев ортогонални низ $L_6 (2^1 3^3)$). Извршено је и испитивање механичких својстава коришћених челика. На крају поглавља дате су вредности нивоа бездимензионалних група и измерене вредности компоненти отпора резања за свих шест челика, као и облици струготине у зависности од виткости струготине за свих шест челика.

Осмо поглавље докторске дисертације садржи анализу и дискусију добијених резултата. Приказани су креирани модели за предикцију главног и аксијалног отпора резања за свих шест квалитета челика. Ради потврде поузданости и применљивости креираних модела извршено је поређење предикција креираних модела и експерименталних вредности за свих шест квалитета челика и одређене су вредности средњих апсолутних процентуалних грешака и вредности коефицијената детерминације креираних модела. На основу креираних површинских дијаграма извршена је анализа утицајности бездимензионалних група на отпоре резања. Извршен је

валидациони експеримент за свих шест квалитета челика са режимима обраде, односно вредностима бездимензионалних група, који нису обухваћени иницијалним главним експериментом. Израчунати су коефицијенти корелације између предикција модела и експерименталних вредности за главни и аксијални отпор резања. Ради даље процене адекватности креираних модела извршена је анализа резидуала. Креирани су модели за предикцију коефицијента односа аксијалног и главног отпора резања и извршена је анализа утицајности бездимензионалних група на коефицијент односа аксијалног и главног отпора резања. Реализовани су додатни експериментални огледи ради креирања проширених модела за предикцију главног и аксијалног отпора резања са поправним коефицијентом за полупречник заобљења врха алата и извршено је поређење предикција креираних модела и експерименталних вредности. У циљу провере адекватности предложених модела за предикцију главног и аксијалног отпора резања и упоређења резултата са другим емпиријским моделима, креирани су модели за предикцију главног отпора резања коришћењем резултата из додатног експеримента (потпуни факторни план) и експерименталних резултата из референтне литературе. На крају овог поглавља извршена је анализа обрадљивости истраживаних челика са аспекта отпора резања преко нормализованог главног отпора резања код стругања и дат је детаљан преглед могућих области примене модела отпора резања код стругања, док је конкретна примена илустрована на два примера.

Девето поглавље докторске дисертације даје завршну анализу спроведених истраживања и дискусију добијених резултата, ограничења предложених модела и будуће правце истраживања.

Литература коришћена у овом истраживању обухвата укупно 196 референци од којих су две радови проистекли из истраживања аутора у области дисертације.

ВРЕДНОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Ниво остваривања постављених циљева из пријаве докторске дисертације *(до 200 речи)*

Основни циљеви научно-истраживачког рада који су постављени у пријави докторске дисертације у потпуности су остварени. Најважнији циљ научног истраживања, који је дефинисан у оквиру пријаве докторске дисертације, односио се на анализу могућности интеграције димензионалне анализе и експерименталних планова мале резолуције с циљем дефинисања емпиријских модела отпора резања код стругања челика из различитих група обрадљивости. У докторској дисертацији је овај циљ у потпуности остварен кроз свеобухватну анализу најбитнијих фактора обраде стругањем, детаљну анализу различитих приступа моделирању отпора резања код стругања, истраживање научних метода потребних за дефинисање предикционих модела, истраживање и дефинисање бездимензионалних група на основу анализе параметара обраде резањем који у највећој мери утичу на отпоре резања, реализацију експерименталног истраживања за потребе креирања предикционих модела, креирање самих модела за предикцију отпора резања код стругања и експерименталну валидацију развијених модела. На овај начин је потврђена и полазна хипотеза, проистекла из постављеног основног циља. Поред најважнијег циља научног истраживања у потпуности су остварени и преостали циљеви, попут процене тачности креираних модела ван оквира иницијално обухваћеног експерименталног хипер-простора и развоја проширених модела за предикцију отпора резања код стругања са поправним коефицијентом за параметре који нису претходно разматрани у оквиру димензионалне анализе и нису обухваћени у иницијалној експерименталној план матрици.

Вредновање значаја и научног доприноса резултата дисертације *(до 200 речи)*

Научни доприноси докторске дисертације су:

- Спроведена је критичка анализа и систематизација претходних истраживања моделирања отпора резања код стругања;
- Примењена је димензионална анализа за идентификацију бездимензионалних група и општих модела за предикцију отпора резања код стругања узимајући у обзир најзначајније улазне параметре процеса, који поред основних технолошких параметара који дефинишу режим обраде обухватају и параметре геометрије резног алата и материјала обратка;
- Дефинисана је оригинална методологија експерименталног истраживања и емпиријског моделирања са циљем креирања модела за предикцију отпора резања код уздужног спољашњег стругања без коришћења средстава за хлађење и подмазивање у функцији бездимензионалних група;
- Развијени су модели за предикцију отпора резања код стругања шест квалитета челика из различитих група обрадљивости са експерименталном валидацијом;
- Спроведена је анализа могућности и предности новог приступа за креирање предикционих модела отпора резања у погледу тачности предикција, али и по питању економичности реализације експерименталног истраживања, која се огледа у уштеди материјала, резног алата и енергије за реализацију експеримента, што је од значаја за практичну индустријску примену;
- Дати су примери практичне примене резултата истраживања.

Оцена самосталности научног рада кандидата *(до 100 речи)*

У току израде докторске дисертације под насловом „Емпиријско моделирање отпора резања код стругања применом димензионалне анализе“, кандидаткиња је систематичним приступом, уз исказану упорност и посвећеност, успешно решавала захтеве и изазове. Кандидаткиња је показала способност да проблеме истраживања решава на креативан и оригиналан начин, креира оригиналне предикционе моделе и изврши анализу и дискусију добијених резултата. Истраживачку самосталност кандидаткиње потврђују и радови проистекли из истраживања публиковани на међународним конференцијама и у часописима, као и рад публикован у водећем међународном часопису категорије M21a.

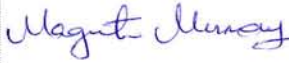




ЗАКЉУЧАК (до 100 речи)

На основу укупне позитивне оцене рукописа докторске дисертације, имајући у виду значај и актуелност теме, као и научно-истраживачке резултате кандидаткиње, чланови Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације закључују да поднети рукопис докторске дисертације представља оригиналан и значајан научни рад. Чланови Комисије са задовољством предлажу Наставно-научном већу Машинског факултета у Нишу и Научно-стручном већу за техничко-технолошке науке Универзитета у Нишу да поднети рад кандидаткиње Јелене Станојковић, мастер инжењера машинства, под насловом:

„Емпиријско моделирање отпора резања код стругања применом димензионалне анализе“

прихвати као докторску дисертацију, а кандидаткињу позове на усмену јавну одбрану.

КОМИСИЈА

Број одлуке ННВ о именовању Комисије	НСВ број 820-01-1/26-20	
Датум именовања Комисије	28.01.2026. године	
Р. бр.	Име и презиме, звање	Потпис
1.	др Милош Мадић, ванредни професор Производни системи и технологије (Ужа научна област)	председник Универзитет у Нишу, Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)
		
2.	др Предраг Јанковић, редовни професор Производни системи и технологије (Ужа научна област)	члан Универзитет у Нишу, Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)
		
3.	др Милан Трифуновић, ванредни професор Производни системи и технологије (Ужа научна област)	члан Универзитет у Нишу, Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)
		
4.	др Душан Петковић, доцент Производни системи и технологије (Ужа научна област)	члан Универзитет у Нишу, Машински факултет у Нишу (Установа у којој је запослен)
		
5.	др Драган Родић, ванредни професор Процеси обраде скидањем материјала (Ужа научна област)	члан Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука (Установа у којој је запослен)
		

Датум и место:

Фебруара 2026. године у Нишу и Новом Саду