

Факултет Технички факултет у Бору

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на одлуке о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и о именовању комисије за одбрану**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације:

КАНДИДАТ АЛЕКСАНДАР (Даница) КРСТИЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму **Инжењерски менаџмент**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Развој и имплементација хибридног вишеодзивног модела у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзијеиз научне области: **Инжењерски менаџмент**

Универзитет је дана 06.06.2022. својим актом под бр. 61206-2042/2-22 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Развој и имплементација хибридног вишеодзивног модела у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзије**Име и презиме ментора: Др Ђорђе Николић, редовни професор, Технички факултет у Бору**

Комисија за оцену докторске дисертације именована је на седници одржаној **25.05.2023.** године одлуком факултета под бр. VI/4-8-10, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Снежана Урошевић	ред. професор	Инжењерски менаџмент	Технички факултет у Бору
2.	Др Предраг Ђорђевић	ван. професор	Инжењерски менаџмент	Технички факултет у Бору
3.	Др Милош Папић	ван. професор	Менаџмент информациони системи	Факултет техничких наука у Чачку

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 28.07.2023.године

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације на електронској седници одржаној дана 30.08.2023. године

Комисија за одбрану докторске дисертације именована је на електронској седници одржаној 30.08.2023. године

одлуком факултета под бр. VI/4-10-56, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен	
1.	Др Снежана Урошевић	ред. професор	Инжењерски менаџмент	Технички факултет у Бору	Технички факултет у Бору
2.	Др Предраг Ђорђевић	ван. професор	Инжењерски менаџмент	Технички факултет у Бору	Технички факултет у Бору
3.	Др Милош Папић	ван. професор	Менаџмент информациони системи	Факултет техничких наука у Чачку	Факултет техничких наука у Чачку

Напомена: уколико је члан Комисије у пензији навести датум пензионисања.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

- Прилози:
1. Одлука Наставно-научног већа о усвајању извештаја Комисије за оцену докторске дисертације и одлука о именовању Комисије за одбрану докторске дисертације
 2. Извештај Комисије о оцени докторске дисертације
 3. Примедбе на извештај Комисије о оцени докторске дисертације (уколико их је било) и мишљење Комисије о примедбама

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-10-5а
Бор, 04. 09. 2023. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору, чл. 44. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до 03. 09. 2023. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата кандидата **Александра Крстића**, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом: „Развој и имплементација хибридног вишеодзивног модела у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзије“,

II Универзитет у Београду је дана **06. 06. 2022. године** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

III Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:

Категорија M23

1. **Krstić, A., Nikolić, Đ., Papić, M.** (2021). A hybrid multi-output approach to optimisation of PVC pipe quality characteristics. International Journal of Numerical Methods for Calculation and Design in Engineering (RIMNI), Scipedia S.L, 37(3), 32, 2021, DOI: 10.23967/j.rimni.2021.09.001. SCIE IF 2020 = 0.513, SJR 2020 = 0.21.

IV Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

Доставити:

- именованом
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-10-56
Бор, 04. 09. 2023. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору, чл. 45. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до 03. 09. 2023. године, донело је

О Д Л У К У

I Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације кандидата **Александра Крстића**, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом: „Развој и имплементација хибридног вишеодзивног модела у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзије“,

1. **Проф. др Снежана Урошевић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председница комисије,
2. **Проф. др Предраг Ђорђевић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,
3. **Проф. др Милош Папић**, ванредни професор, Универзитет у Крагујевцу, Технички факултет у Чачку, члан комисије.

II Одлуку доставити надлежном Већу научних области Универзитета у Београду, ради давања сагласности. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности именованог Већа Универзитета.

Доставити:

- именованом
- Већу научних области Универзитета у Београду
- студентској служби
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Дејан Таникић

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ**

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата Александра Крстића, дипломирани инжењер за индустријски менаџмент.

Одлуком Наставно-научног већа бр. VI/4-8-10 од 25.05.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Александра Крстића, под називом: **“РАЗВОЈ И ИМПЛЕМЕНТАЦИЈА ХИБРИДНОГ ВИШЕОДЗИВНОГ МОДЕЛА У ФАЗИ ОКРУЖЕЊУ ЗА ОПТИМИЗАЦИЈУ ПАРАМЕТАРА ПРОЦЕСА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ЕКСТРУЗИЈЕ”**.

Након прегледа достављене докторске дисертације и других пратећих докумената, као и разговора са кандидаткињом, Комисија је сачинила следећи:

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Хронологија одобравања у изради докторске дисертације протекла је следећом динамиком:

- **Дана 04.03.2022. године**, кандидат Александар Крстић, дипломирани инжењер за индустријски менаџмент., поднео је пријаву предлога теме докторске дисертације, заведене под бројем: **VI-1/ 15-18**, Катедри за менаџмент, Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду. Даље, Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, предложена је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата Александра Крстића.
- **Дана 15.03.2022. године**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, донело је одлуку број: **VI/4-32-6**, о именовању Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата Александра Крстића, у саставу:
др Снежана Урошевић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору (председница Комисије); др Предраг Ђорђевић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору (члан); др Милош Папић, ванредни професор, Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку (члан).
- **Дана 16.05.2022. године**, одлуком број: **VI/4-34-3**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, прихватило је Извештај

Комисије о научној заснованости теме за израду докторске дисертације. При чему, за ментора је именован др Ђорђе Николић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

- Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду на седници одржаној дана **06.06.2022. године**, донело је одлуку број: **61206-2042/2-22**, о давању сагласности на предлог теме за израду докторске дисертације кандидата Александра Крстића, под називом: **“Развој и имплементација хибридног вишеодзивног модела у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзије”**.
- Дана **25.05.2023. године**, Наставно-научно веће Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду одлуком број VI/4-8-10 именовало је Комисију за оцену урађене докторске дисертације кандидата Александра Крстића, у саставу: др Снежана Урошевић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору (председница Комисије); др Предраг Ђорђевић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору (члан); др Милош Папић, ванредни професор, Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука у Чачку (члан).

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања у оквиру докторске дисертације припада техничко-технолошкој научној области, односно ужој научној области инжењерски менаџмент.

За ментора је одређен др Ђорђе Николић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, који је на основу до сада објављених радова и на основу наставног и истраживачког искуства компетентан да руководи израдом ове докторске дисертације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Александар Крстић, дипломирани инжењер за индустријски менаџмент, рођен је 30.01.1975. године у Скопљу, у Македонији. Основну и средњу школу завршава у Урошевцу са одличним успехом. Основне академске студије на Факултету Техничких наука у Чачку, Универзитета у Крагујевцу, на смеру Индустријски менаџмент завршава 2007. године и тиме стиче звање дипломирани инжењер за индустријски менаџмент.

Након завршетка основних студија, школске 2008/09. године уписује специјалистичке студије у трајању од годину дана на истом факултету на смеру Инжењерски менаџмент. Специјалистички рад под називом „Могућности примене програмских решења за пословно одлучивање“ одбранио је 2010. године и тиме стиче звање специјалисте техничких наука.

Школске 2011/12. године уписује докторске академске студије на Техничком факултету у Бору, Универзитета у Београду, на студијском програму Инжењерски менаџмент.

Од 2000 - 2007. године радио је у ОШ „Светолик Ранковић“ у Аранђеловцу као наставник техничке и информатичке групе предмета. Од 2007 - 2010. године ради на

Техничком факултету у Чачку као сарадник у настави, а затим и као асистент на групи предмета у ужој научној области менаџмент и операциона истраживања. Био је ангажован на извођењу вежби из следећих наставних предмета: Операциона истраживања, Теорија одлучивања, Стратегијски менаџмент, Менаџмент производњом, Управљање истраживањем и развојем. Од 2010. године ради у ОШ „Светолик Ранковић“ у Аранђеловцу као наставник информатичке групе предмета.

Александар Крстић је у досадашњем раду објавио 10 научних радова, од којих је 1 штампан у међународним часописима са SCI (Science Citation Index) листе, а остали у врхунским часописима од националног значаја, часописима од међународног значаја и реферисани на међународним и домаћим симпозијумима и конференцијама и публиковани у одговарајућим зборницима.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Александра Крстића, под називом: „**Развој и имплементација хибридног вишеодзивног модела у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзије**“ написана је на 133 страна и подељена је на 8 функционално повезаних поглавља, од уводних разматрања до литературе. Преостали део дисертације односи се на поглавља у оквиру којих су представљени прилози, списак публикација проистеклих из истраживања у оквиру ове докторске дисертације, биографија кандидата и остали пратећи елементи дисертације (Обрасци 5,6,7 из Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору).

Садржај дисертације:

Поглавље 1. Увод

Поглавље 2. Теоријски оквир

Поглавље 3. Методолошки оквир

Поглавље 4. Експериментална истраживања

Поглавље 5. Анализа резултата и дискусија

Поглавље 6. Закључак

Поглавље 7. Научни допринос истраживања и могућност примене у пракси

Поглавље 8. Литература

Литература

Прилози:

Прилог 1.

Прилог 2.

Прилог 3.

Прилог 4.

Публикације које су произашле као резултат истраживања приказаних у дисертацији
Биографија кандидата

Изјаве:

Изјава 1 – Изјава о ауторству

Изјава 2 – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Изјава 3 – Изјава о коришћењу

Дисертација је илустрована са 61 слика и 39 табела, а литературни преглед садржи податке о 197 литературних навода. Такође, по форми и садржају написана дисертација задовољава све стандарде за израду докторске дисертације Универзитета у Београду.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У првом поглављу (*Увод*) дата су уводна разматрања о теми истраживања. У овом поглављу дефинисани су предмет и циљ истраживања, полазне хипотезе, дат је преглед релевантне литературе као и сажет приказ идентификоване празнине у литератури. У оквиру уводног дела представљен је значај процеса екструдирања полимерних материјала за производњу готових производа за индустријске или потрошачке примене, као и његова сложеност услед великог броја технолошких процесних параметара које отежавају одржавање процеса под контролом. Наглашена је потреба за дефинисањем оптималних параметра за контролу процеса екструдирања како би се постигао робустан квалитет, затим идентификовали узроци појаве неусаглашености и начини за њихово отклањање, минимизовале варијације и повећала поузданост процеса.

У другом поглављу (*Теоријски оквир*) дефинисани су и анализирани технолошки поступак екструзије, описан је процес производње цеви од PVC-а, наведене су предности и недостаци поступка екструзије. Након тога је представљена студија случаја и производни програм компаније у оквиру које је извршено експериментално истраживање, описан је материјал за производњу PVC цеви као и политика квалитета компаније.

У трећем поглављу (*Методолошки оквир*) је предочена методологија истраживања, начин прикупљања података, научне методе за анализу података, а затим дато образложење значаја самог истраживања. У наставку овог поглавља је дефинисан истраживачки модел за који је дато објашњење циља, метода и резултата истраживања за сваку од четири појединачне фазе у оквиру овог модела. Након тога дата је дефиниција квалитета, а затим приказане и објашњење основне и специјалне методе примењене у истраживању.

У четвртом поглављу (*Експериментална истраживања*) приказан је експериментални план, у оквиру којег је дефинисан експериментални дизајн, нивои и ортогонални низ технолошких процесних параметара, презентован је поступак производње цеви технолошким поступком екструзије, детаљно су образложене методе испитивања и мерења одзива процеса. У оквиру овог поглавља објашњени су поступци испитивања: чврстоћа прстена, флексибилност прстена, TIR тест, дебљина зида, уздужно скупљања и дебљина спољашњег и унутрашњег глатког слоја од PVC-а.

У петом поглављу (*Анализа резултата и дискусија*) приказани су експериментални резултати истраживања, парцијалне оптимизације појединачних одзива процеса применом S/N односа (Signal-to-Noise Ratio) и анализе варијансе (ANOVA). Применом фази логике и анализом варијансе (ANOVA) резултати истраживања приказани су у односу на свеобухватну оптимизацију одзива процеса, док је на основу резултата дефинисан сет оптималних технолошких процесних параметара чиме је формиран структурни хибридни вишеодзивни оптимизациони модел за оптимално управљање параметрима процеса за израду PVC производа технолошким поступком екструзије. Поред овога, пето поглавље садржи и резултате експерименталне верификације аналитички дефинисаног оптимума.

У шестом поглављу (*Закључак*) приказана су закључна разматрања у овом раду. Дат је преглед и анализа истраживачких резултата, заједно са предлогом праваца даљих истраживања.

У седмом поглављу (*Научни допринос истраживања и могућност примене у пракси*) констатован је научни допринос истраживања и могућност примене добијених резултата у пракси.

У последњем осмом поглављу (*Литература*) наведени су библиографски извори који су коришћени за потребе израде ове докторске дисертације.

У оквиру прилога дате су табеле које се односе на: значај одзива процеса производње технолошким поступком екструзије, приказ функција припадности одзива процеса и SOM, приказ фази правила за шест улазних вредности, површинске графиконе функција и свеобухватне излазне мере (SOM) за комбинације улазних параметара.

На крају су приказане публикације које су произашле као резултат истраживања приказаних у дисертацији и дата је биографија кандидата Александра Крстића.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Услед све већих захтева купаца за висококвалитетним производима, већина савремених индустријских процеса генерише производе које дефинише више карактеристика квалитета. Екструзија полимерних материјала за индустријске или потрошачке производе је комплексан континуирани процес са вишеструким улазима и излазима. Међутим, сложеност процеса екструзије и велики број технолошких параметара чине одржавање процеса под контролом изазовним.

Традиционална хеуристичка методологија је у великој мери заснована на приступу покушаја и погрешака која се ослања на искуство процесних инжењера за одређивање оптималних параметара контроле процеса и често резултира подешавањем вредности параметара које нису оптималне, због чега ова методологија више није довољан услов за оптимално управљање процесом производње. У пракси постоји потреба за одређивањем оптималних параметара контроле процеса екструзије као кључног корака да би се осигурао робустан квалитет, минимална варијација и поузданост. Циљ развоја хибридних вишедимензионалних оптимизационих модела је оптимизација процеса производње и технолошких поступака како би се побољшали вишеструки одзиви процеса. Ти модели омогућавају анализу, идентификацију и утврђивање ефеката контролабилних технолошких параметара на појединачне и вишеструке одзиве процеса.

На основу анализе литературе може се извести закључак да се у највећем броју водећих радова углавном разматра парцијална оптимизација. Taguchi метода робусног дизајна успешно се примењује у многим оптимизацијама процеса за појединачне карактеристике квалитета. Међутим, када су захтеви купаца усмерени ка више карактеристика квалитета, неопходно је идентификовати сет процесних параметара који обезбеђује јединствен скуп оптималних вредности параметара процеса са функцијом циља и способности да задовољи специфициране захтеве за све карактеристике. Степен комплексности проблема се знатно повећава у случају када су карактеристике квалитета у међусобној корелацији, што је често случај. Стога, оптимизација процеса у односу на више карактеристика квалитета постаје све актуелнији проблем у савременом производном окружењу. На основу проучавања доступне литературе дошло се до закључка да не постоји истраживање које на систематски начин приказује истовремену и свеобухватну оптимизацију вишеструких корелисаних одзива у процесу екструзије пластике. И поред великог броја истраживања спроведених у индустрији прераде пластичних маса, резултати истраживања не приказују више од два основна узрока за појаву неусаглашености и начину за њихово отклањање током процеса производње технолошким поступком екструзије.

У овом истраживању приказана је оптимизација осам технолошких процесних параметара уз истовремено побољшање шест одзива процеса посматраних кроз корелиране механичко-физичке карактеристике квалитета PVC цеви, применом интеграције Taguchi методе и фази логике. Овај модел омогућује успостављање аналитичке зависности између кључних технолошких процесних параметара и вишеструких одзива процеса посматраних кроз физичко-механичке карактеристике квалитета. Његовом применом се омогућује смањење варијација процеса и просечно побољшање шест корелисаних карактеристика квалитета чиме се постиже већи синергетски ефекат него парцијалном оптимизацијом појединачних карактеристика квалитета.

Развијени модел вишеодзивне оптимизације у технолошком поступку екструзије PVC-а представља оригиналан и функционалан начин сагледавања управљања квалитетом производног процеса јер омогућава истовремену оптимизацију процеса за више врста карактеристика квалитета и њихових корелација, кроз сагледавање релација процесних параметара и вишеструких одзива процеса технолошког поступка екструзије PVC-а.

Савременост и оригиналност ове докторске дисертације су потврђени и кроз објављивање резултата истраживања у релевантним међународним часописима, као и

саопштењима на конференцијама. Такође, литература која је коришћена у дисертацији додатно указује на савременост и актуелност истраживане области.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У току процеса израде ове докторске дисертације коришћена су 197 литературна извора, претежно чланака из истакнутих часописа са импакт фактором новијег датума из области предмета истраживања. Коришћена литература је одговарајућа и покрива наведену проблематику. С обзиром да је било неопходно указати на развој проблематике математичког моделовања оваквог проблема, цитиран је и одређени број референци ранијег датума.

Референце које су у највећој мери допринеле реализацији истраживања и дисертације су:

1. Aggarwal, A., Singh, H., Kumar, P., Singh, M. (2008a). Multi-characteristic process optimization of CNC turned parts using principal component analysis. *International Journal of Machining and Machinability of Materials*, 3(1/2), 208–223.
2. Agarwal, V., Vimal, J., Chaturvedi, V. (2012). Optimization of Extrusion Blow Molding Process Parameters By Grey relational analysis and Taguchi method. *International Journal of Research in Engineering And Applied Sciences*, 2(2), 407-417.
3. Antony, J. (2003). *Design of Experiments for Engineers and Scientists*, Butterworth Heinemann, New York, U.S.A.
4. Ashish, D., Vikhar, J.P., Modak, J.P. (2015). Formulation of Approximate, Generalized Field Data Based Mathematical Model for PVC Pipe Manufacturing Process. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2(02).
5. Ariani, F., Siregar, K., Syahputri, K., Rizkya, I. (2019). Improving Quality of PVC Pipes Using
6. Abda, K., Abharyb, K., Marianb, R. (2016). Multi-objective optimisation of dynamics scheduling in robotic flexible assembly cells via fuzzy-based Taguchi approach. *Computers & Industrial Engineering*, 99, 250–259.
7. Ayele, A. (2019). Integrating Taguchi and Response Surface Methodology for Process Parameter Optimization of Extrusion Process. Case in Ethiopia Plastic Industry, Addis Ababa Institute Of Technology School Of Mechanical and Industrial Engineering.
8. Bariran, S.E. S., Sahari, K. S. M. (2013). Taguchi Method-Based Optimization in Plastic
9. Behara, U. (2011). Application of Fuzzy Logic and TOPSIS in the Taguchi Method for Multi-Response Optimization in Electrical Discharge Machining (EDM). National Institute of Technology, Rourkela.
10. Bergmann, M. (2008). An introduction to many-valued and fuzzy logic: semantics, algebras, and derivation systems. Cambridge University Press.
11. Bolboacă, S., Jäntschi, L. (2007). Design of Experiments: Useful Orthogonal Arrays for Number of Experiments from 4 to 16. *Entropy*, 198-232.

12. Buyukozkan, G., Feyzioglu, O., Ruan, D. (2004). Fuzzy group decision-making to multiple preference formats in quality function deployment. *Computers in Industry*, 58, 392-402.
13. Chen, W.C., Nguyen, M.H., Chiu, W.-H., Chen, T.-N., Tai, P.H. (2016). Optimization of the plastic injection molding process using the Taguchi method, RSM, and hybrid GA-PSO. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 83(9-12), 1873-1886.
14. Chen, G., Pham, T.T. (2001). *Introduction to fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy control systems*. CRC Press LLC. ISBN0-8493-1658-8.
15. Dao, T. P. (2016). Multi-response Optimization of a Compliant Guiding Mechanism Using Hybrid Taguchi-Grey Based Fuzzy Logic Approach. *Mathematical Problems in Engineering*, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/5386893>.
16. Gupta, N.L. (2011). Optimization of micro-wire EDM operation using Grey Taguchi method. Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology, Rourkela.
17. Gadekar, S., S. (2015). Defects in extrusion process and their impact on product quality, 3(3), 187-194.
18. Garg, A. (2010). A Fuzzy-Taguchi Approach for Improving Dimensional Accuracy of Fused Deposition Modelling (FDM) Built Parts. Department of Mechanical Engineering, National Institute of Technology Rourkela.
19. Hosseini, A., Farhangdoost, Kh., Manoochehri, M. (2012). Modelling of extrusion process and application of Taguchi method and ANOVA analysis for optimization the parameters. *MECHANIKA*, 18(3), 301-305.
20. Hejazi, T.H., Mirmehdi Seyyed-Esfahani, M.S., Antony, J. (2017). A new methodology based on multistage stochastic programming for quality chain design problem. *International Journal of Industrial Engineering: Theory, Applications and Practice*, 24(1).
21. Hsiang, S., H., Lin, Y., W., Lai, J., W., (2012). Application of fuzzy-based Taguchi method to the optimization of extrusion of magnesium alloy bicycle carriers. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 23, 629-638.
22. Hsiang, S. H., Lin, Y. W. (2008). Optimization of the extrusion process for magnesium alloy sheets using the Fuzzy-based Taguchi method. In *The 11th International Conference on Advances in Materials & Processing Technologies*, AMPT-CA0199022.
23. Hu, Y., Lai, Z., Zhang, Y. (2007). The study of cup-rod combined extrusion process of magnesium alloy (AZ61A). *Journal of Materials Processing Technology*, 187(188), 649-652.
24. Kamaruddin, S., Khan, Z.A., Foong, S.H. (2010). Application of Taguchi method in the optimization of injection moulding parameters for manufacturing products from plastic blend. *International Journal of Engineering and Technology*, 2(6), 574-580.
25. Karna, S. K., Singh R. V., Sahai, R. (2012). Application of Taguchi method in process optimization. In: *Proceedings of the National Conference on Trends and Advances in Mechanical Engineering*. YMCA University of Science & Technology, Faridabad, Haryana, October 19-20.

26. Kumar, P., Barua, B., Gaindhar, J. L. (2000). Quality optimization multi-characteristics through Taguchi technique and utility concept. *Quality and Reliability Engineering International*, 16, 475-485.
27. Kumar, D., Goyal, S., Joshi R. (2019). Optimization of process parameters in extrusion of PVC pipes, using Taguchi method. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 8 (1), 70-72.
28. Kumar, D., Kumar, S. (2015). Process parameters optimization for HDPE material in Extrusion Blown Film Machinery using Taguchi method. *International Organization of Scientific Research Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)*, 12(4).
29. Kumar, M., Dubey, M. (2015). Optimization of Process Parameters of Plastic Extrusion in Pipe Manufacturing. *International Journal of Engineering and Management Research*, 5(6), 276-280.
30. Karayel, D. (2008). Simulation of direct extrusion process and optimal design of technological parameters using FEM and artificial neural network. *Key Engineering Materials*, 367, 185-192.
31. Krstić, Ž. (2006). Upoznavanje sa planiranjem eksperimenta, Asocijacija za kvalitet i standardizaciju Srbije. Festival kvaliteta, 33. Nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac.
32. Kerealmé, S., Srirangarajulu, N., Asmare, A. (2016). Parameter Optimization of Extrusion Machine Producing UPVC Pipes using Taguchi Method: A Case of Amhara Pipe Factory. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 5(1).
33. Kumar, P., Barua, P.B., Gaindher, J.L. (1996). Quality of V-process method through the Taguchi technique. *Quality and Reliability Engineering International*, 12, 421-427.
34. Kim, K. J., Moskowitz, H., Dhingra, A., Evans, G. (2000). Fuzzy multicriteria models for quality function deployment. *European Journal Operational Research*, 121, 504-518.
35. Khan, J. G., Dalu, R. S., Gadekar, S. S. (2014). Defects in extrusion process and their impact on product quality. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 3(3).
36. Kacker, R., Lagergren, E., Filliben, J. (1991). Taguchi's Orthogonal Arrays Are Classical Designs of Experiments. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology*, 96(5), 577-591.
37. Jovanović, M., Lazić, V., Adamović, D., Ratković, N. (2003). *Mašinski materijali*, Mašinski fakultet, Kragujevac.
38. Jurkovic, Z., Jurkovic, M., Buljan, S. (2006). Optimization of extrusion force prediction model using different techniques. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 17, 353-356.
39. Lee, H. H., (2000). *Taguchi methods: Principles and practices of quality design*. Taiwan: Gau Lih Book CO. LTD.
40. Lee, H.T., Yur, J.P. (2000). Characteristic analysis of EDMed surfaces using Taguchi approach, *Materials and Manufacturing Processes*, 15(6), 781-806.
41. Lee, R.C.T. (1982). Fuzzy logic and resolution principle, *Journal of the Association for Computing*, 109-119.

42. Lin, C. L., Lin, J. L., Ko, T. C. (2002). Optimization of the EDM process based on the orthogonal array with Fuzzy logic and grey relational analysis method, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 19, 271–277.
43. Lin, J.L., Wang, K.S., Yan B.H. (2000). Optimization of electrical discharge machining process based on Taguchi method with fuzzy logics. *Journal of Materials Processing Technology*, 102, 48-55.
44. Liu, H.T. (2013). An integrated fuzzy decision approach for product design and evaluation. *Jurnal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 25, 709–721.
45. Liu, H. T., Wang, C. H. (2010). An advanced quality function deployment model using fuzzy analytic network process. *Applied Mathematical Modelling*, 34, 3333-3351.
46. Lebaal, N, Puissant, S., Schmidt, F. (2010). Application of a response surface method to the optimal design of the wall temperature profiles in extrusion die. *International Journal of Material Forming*, 3(1), 47-58.
47. Lal, S.K., Vasudevan, H. (2013). Optimization of injection moulding process parameters in the moulding of low density polyethylene (LDPE). *International Journal of Engineering Research and Development*, 7(5), 35–39.
48. Mast, J. D., Schippers, W. A., Does R. J, Van Den Heuvel, E. R. (2000). Steps and strategies in process improvement. *Quality and Reliability Engineering International*, 16(4), 301-311.
49. Mekonnen, A. (2018). Uses and Applications of Quality Engineering For Plastic Production Process. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research*, 2(1).
50. Mu Y, Zhao, G., Wu, X. (2013). Optimization approach for processing design in the extrusion process of plastic profile with metal insert. *e-Polymers*, 12(1), 353-366.
51. Myer, K. (2011). *Applied Plastics Engineering Handbook: Processing and Materials*. Ed.: 1st ed. Amsterdam: William Andrew.
52. Muralisrinivasan, N., S. (2011). Update on troubleshooting the PVC extrusion process. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, RapraTechnology Ltd.
53. Mehat, N.M., Shahrul Kamaruddinb, Sh. (2011). Optimization of mechanical properties of recycled plastic products via optimal processing parameters using the Taguchi method. *Journal of Materials Processing Technology*, 211, 1989-1994.
54. Montgomery, D.C. (2003). *Design and analysis of experiments*, Fifth Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
55. Mihelic, A., Stok B. (1998). Tool design optimization in extrusion processes. *Computers & Structures*, 68, 283-293.
56. Murphy, E.T., Tsui, K.L., Vaughn, M.Mc. (2008). Signal-to-Noise Ratios for Robust Design, *Encyclopedia of Statistics in Quality and Reliability*. John Wiley & Sons, New York. DOI: 10.1002/9780470061572.eqr042.
57. Narasimha, M., Rejikumar, R. (2013). Plastic pipe defects minimization. *International Journal of Innovative Research & Development*, 2 (5), 1337-1351.
58. Nedić, B., Đukić. (2004). *Plastične mase*, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet.

59. Nalbant, M., Gokkaya, H., Sur, G. (2007). Application of Taguchi method in the optimization of cutting parameters for surface roughness in turning. *Materials & Design*, 28(4), 1379-1385.
60. Nian, C.Y., Yang, W.H., Tarng, Y.S. (1999). Optimization of turning operations with multiple performance characteristics. *Journal of Materials Processing Technology*, 95, pp. 90–96.
61. Oke, S., A., Johnson, A. O., Charles-Owaba, O., E., Oyawale, F., A., Popoola, I., A. (2006). A neuro-fuzzy linguistic approach in optimizing the flow rate of a plastic extruder process. *International Journal of Science & Technology*, 1(2), 115-123.
62. Owens, B., Coppola, E. A. (2012). Fuzzy Set Theory (or Fuzzy Logic) to Represent the Messy Data of Complex Human (and other) Systems. White paper.
63. Önüt, S., Kara, S. S., Efendigil, T. (2008). A hybrid fuzzy MCDM approach to machine tool selection. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 19, 443-453.
64. Ozcelik, B. (2011). Optimization of injection parameters for mechanical properties of specimens with weld line of polypropylene using Taguchi method. *International Communications in Heat & Mass Transfer*, 38(8), 1067-1072.
65. Pareek, R., Bhamniya, J. (2013). Optimization of Injection Moulding Process using Taguchi and ANOVA. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(1).
66. Pattnaik, S., Karunakar, D. B., Jha P. K. (2014). Utility-fuzzy-Taguchi based hybrid approach in investment casting process. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 8, 77-89.
67. Patil, M. P., Sadaphale, D.B. (2018). A Study of Plastic Extrusion Process and its Defects. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)* 7, IX.
68. Pandey, A., K., Dubey, A., K. (2013). Multiple quality optimization in laser cutting of difficult-to-laser-cut material using grey-fuzzy methodology. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 65, 421–431.
69. Refaie, A. (2017). Optimal Performance of Plastic Extrusion Process Using Fuzzy Goal Programming, *World Academy of Science, Engineering and Technology. International Journal of Industrial and Manufacturing Engineering*, 11(3).
70. Raju, G., M., Sharma, M., Meena, L. (2014). Recent Methods for Optimization of Plastic Extrusion Process: A Literature Review. *International Journal of Advanced Mechanical Engineering*, 4(6), 583-588.
71. Sisay, G. Woldearegay, Achamyeleh, A., Kassie, M. Narasimha, R., Rejikumar, R. (2013). Experimental Investigation About Influences of Processing Parameters in Plastic Extrusion Process. *International Journal of Research in Computer Application and Management*, 3(6).
72. Sandip, S G., Javed, G., Khan, R., Dalu, S. (2015). Analysis of Process Parameters for Optimization of Plastic Extrusion in Pipe Manufacturing. *International Journal of Engineering Research and Applications*, 5(5), 71-74.
73. Syrcos, G. P. (2003). Die casting process optimization using Taguchi methods. *Journal of Materials Processing Technology*, 135, 68-74.

74. Sivasamy, K., Arumugam, C., Devadasan, S., Muruges, R., Thilak, V. (2016). Advanced models of quality function deployment: a literature review. *Quality & Quantity*, 50(3),1399-1414.
75. Sun, G., Fang, J., Tian, X., Li, G., Li, Q. (2015). Discrete robust optimization algorithm based on Taguchi method for structural crashworthiness design. *Expert Systems with Applications* 42, 4482-4492.
76. Taguchi G., Chowdhury S., Wu Y. (2005). *Taguchi's Quality Engineering Handbook*, John Wiley & Sons, Inc.
77. Tarcolea, C., Paris, A.S. (2011). Loss Functions Used In The Quality Theory, *U.P.B. Sci. Bull. Series A*, 73, 1.
78. Tadić, D., Stanojević, P., Aleksić, M., Mišković, V., Bukvić, V. (2006). Teorija fazi skupova primene u rešavanju menadžment problema, Univerzitet u Kragujevcu, Mašinski fakultet.
79. Todić, V. (2011). *Tehnološka logistika i preduzetništvo*, FTN Izdavaštvo, Novi Sad.
80. Verma, K M., Dubey, M. (2015). Optimization of Process Parameters of Plastic Extrusion in Pipe Manufacturin. *International Journal of Engineering and Management Research*, 5(6), 276-280.
81. Woldearegay, G., S., Kassie, A., Narasimha, M., Rejikumar, R. (2013). Experimental Investigation About Influences Of Processing Parameters In Plastic Extrusion Process. *International Journal of Research In Computer Application and Management*, 3(6).
82. Yang, C. L., Chuang, S. P., & Huang, R. H. (2009). Manufacturing evaluation system based on AHP/ANP approach for wafer fabricating industry. *Expert Systems with Applications*, 36, 11369-11377.
83. Yu, JC., Chen, X.X., TR Hung, TR., Thibault, F., 2004. Optimization of extrusion blow molding processes using soft computing and Taguchi's method. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 15, 625–634.
84. Yang, Y.S., Huang, W. (2012). A grey-fuzzy Taguchi approach for optimizing multi-objective properties of zirconium-containing diamond-like carbon coating. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 743-750.
85. Yu, JC., Chen, X. X., Hung, TR., Thibaul, F. (2004). Optimization of extrusion blow molding processes using soft computing and Taguchi's method. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 15, 625-634.
86. Zhang, C., Zhao, G., Hao Chen, H., Yanjin Guan, Y., Li, H. (2012). Optimization of an aluminum profile extrusion process based on Taguchi's method with S/N analysis. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 60, 589–599.
87. Zadeh, L. A. (2002). From computing with numbers to computing with words from manipulation of measurements to manipulation of perceptions. *International Journal of Applied Mathematics and Computer Science*, 12(3), 307-324.
88. Živković, Ž. (2005). *Upravljanje kvalitetom*. Bor: Tehnološki fakultet u Zvorniku.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

За успешну реализацију циљева истраживања докторске дисертације примењене су бројне научне методе у оквиру неколико фаза и то:

- Прва фаза подразумевала је претраживање и анализу литературних извора, затим дефинисање стратешких циљева који представљају жељено будуће стање и позицију на тржишту коју компанија тежи да оствари у будућем периоду. У оквиру ове фазе дефинисан је експериментални план који је структуриран и обухвата: селектоване процесне параметре, дефинисане одзиве процеса, одређене нивое параметара процеса и адекватан ортогонални низ.
- У другој фази реализован је дефинисан експериментални план у циљу израде узорака и њихове анализе. Приступило се испитивању и мерењу одзива процеса посматраних кроз механичко-физичке карактеристике квалитета и извршена је парцијална оптимизација карактеристике квалитета коришћењем Taguchi методе. Поред тога, извршена је анализа варијансе (ANOVA) како би се успоставила аналитичка међузависност и проценио утицај технолошких процесних параметара на појединачне одзиве процеса.
- У трећој фази истраживања примењује се фазификација преференцијалних вредности сваке карактеристике квалитета како би се трансформисало шест одзива процеса у један одзив. Аналогно претходној фази, примењује се анализа варијансе (ANOVA) за успостављање аналитичке међузависности и процену утицаја технолошких процесних параметара на вишеструке одзиве процеса. Такође, у овој фази се развија оригинални хибридни вишеодзивни оптимизациони модел за оптимално управљање параметрима процеса израде PVC производа технолошким поступком екструзије.
- У последној четвртој фази истраживања спроводи се експериментална верификација аналитички дефинисаног оптимума. За потребе ове експерименталне верификације, користи се идентификован сет оптималних технолошких процесних параметра који оптимизује више карактеристике квалитета. На основу три понављања експеримента у тачки оптимума добијене су вредности за шест одзива процеса.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати добијени у овој докторској дисертацији имају велику применљивост у решавању проблема комплексног технолошког поступка екструзије PVC производа и остваривање жељених карактеристика квалитета производа које су у међусобној корелацији, што је веома чест случај у данашњој пракси.

Један од главних доприноса, са аспекта практичне применљивости, је развијени хибридни оптимизациони модел који омогућује ефикасно управљање процесом израде PVC производа технолошким поступком екструзије. Важно је истаћи да је овај модел применљив у оквиру стандардне опреме која се већ користи у индустрији производње ове врсте производа, док су коришћени стандардни и комерцијално доступни материјали. Овај модел има широку примену и користи за различите заинтересоване

стране, укључујући пројектанте, извођаче, процесне инжењере, кориснике и контролне установе. Пружа могућност производње PVC производа са свим потребним карактеристикама квалитета за стабилну и дугорочну употребу. Побољшане карактеристике квалитета смањују могућност деградације током експлоатације и доводе до смањења трошкова производње и стварања нових знања која се могу применити у будућности. Такође, развијени модел пружа увид у релације између процесних параметара и одзива процеса, пружа информације о нивоима на којима треба одржавати технолошке процесне параметре омогућавајући одржавање тих параметара на оптималном нивоу како би се задовољили захтеви за међусобно зависним карактеристикама квалитета.

Важно је напоменути да је развијени хибридни модел омогућио значајна побољшања у више одзива процеса, пружајући већи синергетски ефекат у односу на парцијалну оптимизацију одзива. Резултати експериментално добијених вредности показују просечно побољшање одзива процеса, као што су чврстоћа прстена, флексибилност прстена, ТИР тест, дебљина зида, уздужно скупљање и дебљина спољашњег и унутрашњег слоја од 24%. Примена развијеног вишеодзивног модела омогућава побољшање одзива процеса у односу на услове серијске производње, што резултира повећањем од око 39%.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Александар Крстић је током израде докторске дисертације испољио самосталност и стручност у претраживању савремене литературе, планирању истраживања, осмишљавању, припреми и реализацији истраживања, као и прикупљању, систематизацији и анализи добијених резултата.

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, њихово тумачење, те проистекли и објављени научни радови указују да кандидат Александар Крстић поседује потребне способности, вештине и искуства за будући самосталан научно-истраживачки рад, као и за активно учешће у тимском раду.

На основу испољеног квалитета, заинтересованости и стручности у обављању досадашњих научних и стручних активности, Комисија сматра да кандидат Александар Крстић поседује све квалитете који су неопходни за самостални научноистраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Основни научни допринос ове дисертације се односи на развој хибридног вишеодзивног модела за оптимизацију параметара процеса екструзије PVC цеви. Овај модел омогућује успостављање аналитичке везе између кључних технолошких процесних параметара и вишеструких одзива процеса које су анализиране са аспекта физичких и механичких карактеристика квалитета производа. Осим тога, модел омогућује оптимизацију процеса у циљу постизања специфициране средње вредности и минимизирања варијација карактеристика. Истраживање је показало да је применом фази-Taguchi методологије могуће развити хибридни вишеодзивни модел у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзије и

устоварити аналитичку међузависност између осам кључних улазних параметара и шест излазних карактеристика процеса. Овај развијени модел представља оригинално решење с обзиром да претходни модели нису узимали у обзир више од пет технолошких процесних параметра и два одзива процеса.

Други сегмент научног доприноса резултата истраживања се односе на потврду директног утицаја као и разумевање утицаја технолошких процесних параметара на одзиве процеса PVC производа добијених екструзијом. Такође је доказано да оптимални сет процесних параметара за један одзив неће нужно бити оптималан за други одзив, што је битан фактор при оптимизацији више корелираних одзива. Резултати парцијалне оптимизације параметара процеса применом фази логике и анализом варијансе (ANOVA) на експерименталним вредностима су довели до идентификације оптималног скупа вредности улазних параметара који задовољавају захтеве свих карактеристика квалитета. Осим тога, применом фазификације у формирању вишеодзивног хибридног оптимизационог модела, успешно се ублажавају непрецизност и нејасноће информација, чиме се постижу оптималнији технолошки услови у производњи PVC производа.

Остварени научни резултати овог истраживања пружају квалитетну основу за даље истраживање како у области производње PVC екструдираних цеви, тако и у ширем контексту индустријске производње.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Узимајући у обзир остварене резултате Комисија сматра да су сви постављени циљеви у оквиру ове докторске дисертације у потпуности остварени, такође, као и да су све претпоставке основне и помоћних хипотеза анализирани и потврђене.

Значај истраживања и практични допринос се огледа у дефинисању модела који омогућује успостављање аналитичке међузависности између кључних процесних параметара и вишеструких одзива, као и оптимизацију процеса производње PVC цеви технолошким поступком екструзије. Овај хибридни вишеодзивни модел, који се издваја као оригинално решење и превазилази ограничења претходних модела, омогућује научно засновано управљање процесом, узимајући у обзир захтеве за међусобно зависним карактеристикама квалитета производа.

Важно је нагласити да је експериментална верификација потврдила да примена овог хибридног вишеодзивног модела омогућава значајно побољшање више одзива процеса, постизањем већег синергетског ефекта у односу на парцијалну оптимизацију одзива, што потврђује његову ефикасност. На основу резултата истраживања у оквиру ове докторске дисертације може се закључити да предложени модел вишеодзивне оптимизације, заснован на фази логичком закључивању, пружа адекватност и практичну применљивост за управљање процесима и проналажење решења за практичне проблеме у комплексном индустријском окружењу.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација докторске дисертације је у складу са позитивним законским одредбама у Републици Србији и критеријумима Универзитета у Београду, међу којима се предвиђа и објављивање најмање једог рада из дисертације у часописима са импакт фактором (IF) где би Кандидат требало да буде први аутор.

Кандидат Александар Крстић, дипломирани инжењер за индустријски менаџмент, је до тренутка предавања дисертације за јавну одбрану објавио један рад као први аутор у часопису са IF у међународном часопису категорије M23 и један рад у некатегорисаном међународном часопису.

Из ове дисертације су, односно из њених делова, проистекли следећи радови:

а) Рад у међународном часопису (**M23**):

1. **Krstić, A.**, Nikolić, Đ., Papić, M. (2021). A hybrid multi-output approach to optimisation of PVC pipe quality characteristics. International Journal of Numerical Methods for Calculation and Design in Engineering (RIMNI), Scipedia S.L, 37(3), 32, 2021, DOI: 10.23967/j.rimni.2021.09.001. SCIE IF 2020 = 0.513, SJR 2020 = 0.21.

б) Рад у некатегорисаном међународном часопису:

1. **Krstić, A.**, Nikolić, Đ. (2018). A Taguchi Approach on Optimal Process Control Parameters for PVC Pipe Extrusion Process. International Journal of Advance Research and Innovation, 6(4) (2018) 335-339 ISSN 2347-3258, ISIIF 2018 = 1.437.

ц) Саопштење са међународног скупа штампано у целини (**M33**)

1. **Krstić, A.**, Urošević S., Nikolić, Đ., Optimization of process parameters in production of PVC products to improve quality by the technological extrusion process using Taguchi method, International May Conference on Strategic Management – IMCSM 22 May 28 - 30, 2022, Bor, Serbia, An international serial publication for theory and practice of Management Science, Vol. XVIII (1) (2022) pp.75-85, ISSN 2620-0597.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Дисертација кандидата Александра Крстића садржи више оригиналних резултата који представљају надоградњу досадашњих резултата наведених у литератури новијег датума. Резултати који представљају оригиналност ове дисертације односе се на развој оригиналног хибридног вишеодзивног модела за оптимизацију параметара процеса екструзије PVC цеви. Дефинисани модел има практичну применљивост за управљање процесима екструзије у индустрији прераде пластичних маса. Прихваћен рад за публикавање у једном од часописа са JCR листе (M23) на најбољи начин потврђује ниво остварених резултата кандидата у овом раду.

Сагледавајући квалитет, обим и научни допринос постигнутих резултата овог рада Комисија за оцену урађене докторске дисертације закључује да кандидат Александар Крстић, дипломирани инжењер за индустријски менаџмент, испуњава све законске и остале услове за одбрану урађене докторске дисертације. Комисија закључује да је ова докторска дисертација написана према свим стандардима научно-истраживачког рада, те да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Техничког факултета у Бору и Критеријумима које је прописао Универзитет у Београду. Имајући у виду предочене чињенице, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору да прихвати позитиван извештај о урађеној докторској дисертацији кандидата Александра Крстића под називом: **„Развој и имплементација хибридног вишеодзивног модела у фази окружењу за оптимизацију параметара процеса технолошког поступка екструзије“** и да исти упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, те да после тога овог кандидата позове на јавну одбрану.

У Бору, јул 2023. године

1. проф. др Снежана Урошевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
председница комисије

2. проф. др Предраг Ђорђевић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
члан комисије

3. проф. др Милош Папић, ванредни професор
Универзитет у Крагујевцу, Факултет техничких наука у
Чачку, члан комисије
