На основу чл. 11. и 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору,

с а з и в а м

XIII СЕДНИЦУ

НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА Техничког факултета у Бору

Седница ће се одржати електронским изјашњавањем чланова Наставно-научног већа, почев од 18. 09. до 22. 09. 2020. године до 12.00 часова. Тајно гласање за другу тачку (2.) одржаће се 22. 09. 2020. године у термину од 10.00 до 12.00 сати у холу испред Амфитеатра у Старој згради, а у складу са применом превентивних мера ради спречавања корона вируса

Д н е в н и р е д:

1. Усвајање записника са XII седнице;
2. Доношење Одлуке о именовању једног члана Савета из реда запослених у настави Техничког факултета у Бору, уместо проф. др Снежане Шербуле, до 30.09.2022. године.
   Именована је Комисија за спровођење тајног гласања у саставу: Доц. др Жаклина Тасић, асистент Предраг Столић и асистент Кристина Божиновић;
3. Усвајање Програма рада Факултета за школску 2020/21. годину - подносилац извештаја: декан, проф. др Нада Штрбац;
4. Усвајање Одлуке о именовању комисија Већа:
   4.1. Комисија за студије II степена;
   4.2. Комисија за студије III степена;
5. Усвајање Извештаја о раду комисије за обезбеђење и унапређење квалитета у областима унутрашњег осигурања квалитета на Техничком факултету у Бору за школску 2019/2020. годину- известилац: председник Комисије, проф. др Саша Стојадиновић;
6. Доношење Одлуке о календару одржавања седница ННВ у школској 2020/21. години;
7. Усвајање захтева за валидацију и верификацију техничког решења (област Енергетика, рударство и енергетска ефикасност), тип М85 – ново техничко решење у фази реализације – **"Пројектовање параметара ласерског бушења и сечења суперлегуре никла помоћу алгоритма оптимизације ројем честица",** аутора: - др Зорана Стевића, редовног професора Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду; - др проф. др Татјане Шибалије, редовног професора Метрополитан Универзитета, Београд; - др Сање Петронић, вишег научног сарадника Иновационог центра Машинског факултета у Београду, Универзитета у Београд;- др Дубравке Миловановић, вишег научног сарадника Института за општу и физичку хемију, Београд; - др Марка Јарића, научног сарадника Иновационог центра Машинског факултета у Београду, Универзитета у Београду;
8. Формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јелене Милосављевић, мастер молекул. Биолог. и физиолог., студента докторских академских студија, студијског програма Технолошко инжењерство;
9. Формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Индире Попадић, мастер менаџмента, студента докторских академских студија, студијског програма Инжењерски менаџмент;
10. Формирање Комисије за одбрану семинарског рада у оквиру докторске дисертације - дефинисање теме кандидата Зорана Радојевића, мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом: “Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима“.

ИЗБОРНО ВЕЋЕ

1. Разматрање предлога Катедре за металуршко инжењерство о покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство, на одређено време и са пуним радним временом.

   Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:

   1. Др Милан Горгиевски, доцент Техничког факултета у Бору – председник,
   2. Др Александра Митовски, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
   3. Др Мирослав Сокић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина (ИТНМС) у Београду – члан.

2. Разматрање предлога Катедре за инжењерски менаџмент о покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област Економија, на одређено време и са пуним радним временом.

   Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:

   1. Др Дејан Ризнић, редовни професор Техничког факултета у Бору – председник,
   2. Др Александра Федајев, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
   3. Др Лела Ристић, редовни професор, Универзитет у Крагујевцу, Економски факултет – члан.

Председник
Наставно-научног већа и
Изборног већа
Д е к а н

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК СА 12. ЕЛЕКТРОНСКЕ СЕДНИЦЕ
НАСТАВНО-НАУЧНОГ И ИЗБОРНОГ ВЕЋА ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ

Седница је електронским путем одржана у складу са Пословником о раду ННВ Техничког факултета у Бору.

Члановима Наставно научног већа Техничког факултета у Бору дана 01. 09. 2020. године електронским путем послат је материјал за седницу са следећим

Д н е в н и р е д:

1. Усвајање записника са XI седнице;
2. Усвајање Извештаја о финансијском пословању Факултета за период 01. 01. – 30. 06. 2020. године – подносилац извештаја: проф. др Нада Штрбац, декан;
3. Разматрање и усвајање Извештаја Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника на основним академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године – подносилац извештаја, председник Комисије: проф. др Саша Стојадиновић;
4. Разматрање и усвајање Извештаја Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о студентском вредновању квалитета наставне литературе на основним академским студијама Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године – подносилац извештаја, председник Комисије: проф. др Саша Стојадиновић;
5. Разматрање и усвајање Извештаја Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника и квалитета наставне литературе на мастер академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године – подносилац извештаја, председник Комисије: проф. др Саша Стојадиновић;
6. Информација о пролазности студената у јунском и јулском испитном року школске 2019/2020. године - известилац: продекан за наставу - проф. др Драган Манасијевић;
7. Доношење Одлуке о одржавању додатног термина за полагање испита у школској 2019/2020. години;
8. Усвајање коначне покривености наставе за школску 2020/2021. годину
   - на основним академским студијама;
   - на мастер академским студијама;
   - на докторским академским студијама;
9. Доношење Одлуке о терминима одржавања испитних рокова у школској 2020/2021. години;
10. Усвајање Извештаја Комисије за оцену и формирање Комисије за одбрану докторске дисертације кандидата:
    - 10.1. мр Љиљане Аврамовић, дипл. инж. неорг.хем.технол., студента докторских академских студија на студијском програму Технолошко инжењерство;
    - 10.2. Андрее Добросављевић, мастер инж. менаџмента, студента докторских академских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент;
11. Формирање Комисије за одбрану семинарског рада у оквиру докторске дисертације - дефинисање теме кандидата Анђелке Стојановић, мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом:: “Моделовање фактора корпоративне друштвене одговорности у условима динамичког пословног окружења“.

ИЗБОРНО ВЕЋЕ

1. Усвајање Реферата Комисије за избор двоје универзитетских наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и

заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидати: др Марија Панић и др Ненад Милијић, доценти на Одсеку за инжењерски менаџмент);

2. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Маја Трумић, доцент);
3. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Зоран Штирбановић, доцент);
4. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Милан Горгиевски, доцент);
5. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Рударство и геологија (рударска група предмета и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Дејан Петровић, дипл. инж. руд.);
6. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Прерађивачка металургија и метални материјали и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Урош Стаменковић, асистент);
7. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског сарадника у звање асистента за ужу научну област Индустријски менаџмент и доношење Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом. Предложени кандидат је Момир Поповић, мастер. инж. менаџмента, студент докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент);
8. Усвајање предлога Катедре за менаџмент о покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног универзитетског наставника у звање редовног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент, на неодређено време и са пуним радним временом. (проф. др Ђорђе Николић)
   Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:
   1. Проф. др Иван Михајловић, редовни професор Техничког факултета у Бору –председник;
   2. Проф. др Иван Јовановић, редовни професор Техничког факултета у Бору - члан;
   3. Проф. др Весна Спасојевић Бркић, редовни професор Машинског факултета у Београду - члан;
9. Усвајање предлога Катедре за менаџмент о покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног наставника страног језика за ужу научну област Енглески језик, на одређено време и са пуним радним временом (Ениса Николић, дипл. проф.).
   Именује се Комисија за писање реферата у саставу:
   1. Др Зоран Пауновић, редовни професор Филолошког факултета у Београду – председник;
   2. Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору - члан;
   3. Славица Стевановић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору – члан;

Чланови Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору имали су рок до петка 04. 09. 2020. године до 24.00 часова да проследе мејлом своје одговоре и да се изјасне о тачкама дневног реда.

О тачкама дневног реда изјаснили су се: декан, проф. др Нада Штрбац, продекан за наставу, проф. др Драган Манасијевић, продекан за научно-истраживачки рад и међународну сарадњу, проф. др Иван Михајловић, проф. др Витомир Милић, проф. др Ненад Вушовић, проф. др Милан Трумић, проф. др Милован Вуковић, проф. др Грозданка Богдановић, проф. др Дејан Ризнић, проф. др Јелена Ђоковић, проф. др Снежана Шербула, проф. др Ивана Ђоловић, проф. др Дејан Богдановић, проф. др Снежана Милић, проф. др Светлана Иванов, проф. др Снежана Урошевић, проф. др Миодраг Жикић,

проф. др Иван Јовановић, проф. др Саша Марјановић, проф. др Ђорђе Николић, проф. др Јовица Соколовић, проф. др Мира Цоцић, проф. др Слађана Алагић, проф. др Исидора Милошевић, проф. др Марија Петровић Михајловић, проф. др Драгиша Станујкић, проф. др Весна Грекуловић, проф. др Милан Радовановић, проф. др Предраг Ђорђевић, проф. др Љубиша Балановић, проф. др Саша Стојадиновић, проф. др Ивана Марковић, доц. др Дарко Коцев, доц. др Ана Симоновић, доц. др Александра Митовски, доц. др Маја Трумић, доц. др Ненад Милијић, доц. др Марија Панић, доц. др Милан Горгиевски, доц. др Зоран Штирбановић, доц. др Александра Федајев, доц. др Данијела Воза, доц. др Тања Калиновић, доц. др Маја Нујкић, доц. др Ивана Станишев, доц. др Санела Арсић, доц. др Жаклина Тасић, доц. др Милена Јевтић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Славица Стевановић, наставник енглеског језика Сандра Васковић, асист. др Јелена Калиновић, асист. Урош Стаменковић, асист. Драгана Медић, асист. Саша Калиновић, асист. Јелена Милосављевић, асист. Анђелка Стојановић, асист. Јелена Иваз, асист. Јасмина Петровић, асист. Бранислав Иванов, асист. Младен Радовановић, асист. Драгана Мариловић, асист. Милијана Митровић, асист. Павле Стојковић, асист. Александра Паплудис, асист. Предраг Столић, асист. Кристина Божиновић и асист. Катарина Балановић.

Нису се изјаснили: проф. др Милан Антонијевић, проф. др Драгослав Гусковић, проф. др Зоран Стевић, проф. др Радоје Пантовић, проф. др Дејан Таникић, проф. др Чедомир Малуцков, проф. др Срба Младеновић, проф. др Милица Величковић, доц. др Ивица Николић, асист. Александра Вукша, асист. Владимир Николић и асист. Милица Здравковић.

Констатовано је да је у електронској седници ННВ учествовало 69 чланова од укупно 81 члана Већа из реда наставника и сарадника и да постоји кворум за пуноважно одлучивање.

Тачка 1.

Записник са 11. седнице Наставно-научног већа усвојен је једногласно.

Тачка 2.

Једногласно је усвојен предлог Извештаја о финансијском пословању Факултета за период 01. 01. 2020. године до 30. 06. 2020. године који ће бити прослеђен Савету на коначно усвајање.

Тачка 3, 4, 5

Једногласно су усвојени следећи Извештаји:

- Извештај Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника на основним академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године;
- Извештај Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о студентском вредновању квалитета наставне литературе на основним академским студијама Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године;
- Извештај Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника и квалитета наставне литературе на мастер академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године.

Тачка 6.

Чланови ННВ информисани су о пролазности студената у јунском и јулском испитном року школске 2019/2020. године.

Тачка 7.

Једногласно је донета Одлука о одржавању додатног термина за полагање испита у школској 2019/2020. години;

Тачка 8.

Са 68 гласова ЗА и 1 глас ПРОТИВ усвојена је Коначна покривености наставе за школску 2020/2021. годину

- на основним академским студијама;
- на мастер академским студијама;
- на докторским академским студијама.

Тачка 9.

Једногласно је донета Одлука о терминима одржавања испитних рокова у школској 2020/2021. години.

Тачка 10.

10.1.

Једногласно је усвојен Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата: мр **Љиљане Аврамовић,** дипл. инж. неорг.хем.технол., студента докторских академских студија на студијском програму Технолошко инжењерство, под називом: **„Корелација структуре и морфологије наноструктуираних прахова метала добијених хемијским и електрохемијским поступцима“**, на који није било примедби и формирана Комисија за одбрану докторске дисертације у саставу:

1. др Снежана Милић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
2. др Небојша Николић, научни саветник, Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију;
3. др Радмила Марковић, научни сарадник, Институт за рударство и металургију у Бору.

10.2.

Једногласно је усвојен Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата: **Андрее Добросављевић,** мастер инж. менаџмента, студента докторских академских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, под називом: **„Развој модела за процену утицаја димензија ефикасног управљања пословним процесима на основу специфичности одевне индустрије“**, на који није било примедби и формирана Комисија за одбрану докторске дисертације у саставу:

1. др Ђорђе Николић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
2. др Милован Вуковић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
3. др Ивана Младеновић-Ранисављевић, ванредни професор, Универзитет у Нишу, Технолошки факултет у Лесковцу.

Тачка 11.

Једногласно је формирана Комисија за одбрану семинарског рада у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације кандидата: **Анђелке Стојановић,** мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом:

“Моделовање фактора корпоративне друштвене одговорности у условима динамичког пословног окружења“ у саставу:

1. др Иван Михајловић, редовни професор Техничког факултета у Бору,
2. др Исидора Милошевић, ванредни професор Техничког факултета у Бору,
3. др Санела Арсић, доцент Техничког факултета у Бору.

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ИЗБОРНО ВЕЋЕ

Тачка 1.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Марија Панић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 1/2.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Ненад Милијић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 2.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Маја Трумић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 3.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Зоран Штирбановић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 4.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом.

Предложени кандидат је др Милан Горгиевски, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 5.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Рударство и геологија – рударска група предмета и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Дејан Петровић, дипл. инж. руд. За утврђивање предлога за избор у звање доцента Изборно веће броји 58 чланова. На електронској седници је гласању приступило 48 чланова Изборног већа и једногласно гласало: „за“ Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 6.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Прерађивачка металургија и метални материјали и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Урош Стаменковић, асистент. За утврђивање предлога за избор у звање доцента Изборно веће броји 58 чланова. На електронској седници је гласању приступило 48 чланова Изборног већа и једногласно гласало: „за“ Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 7.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског сарадника у звање асистента доцента за ужу научну област Индустријски менаџмент и донета је Одлука о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Изабрани кандидат је Момир Поповић, мастер инж. менаџмента, студент докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент. За утврђивање предлога за избор у звање асистента, Изборно веће Факултета броји 77 чланова. На електронској седници је гласању приступило 54 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“,

Тачка 8.

Једногласно је усвојен предлог Катедре за инжењерски менаџмент о покретању поступка и донета је Одлука о расписивању конкурса за избор једног универзитетског наставника у звање редовног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент, на неодређено време и са пуним радним временом. Именована је Комисија за писање реферата у саставу:

1. Проф. др Иван Михајловић, редовни професор Техничког факултета у Бору –председник;
2. Проф. др Иван Јовановић, редовни професор Техничког факултета у Бору - члан;
3. Проф. др Весна Спасојевић Бркић, редовни професор Машинског факултета у Београду - члан;

Тачка 9.

Једногласно је усвојен предлог Катедре за инжењерски менаџмент о покретању поступка и донета је Одлука о расписивању конкурса за избор једног универзитетског наставника за ужу научну област Енглески језик, на одређено време и са пуним радним временом. Именована је Комисија за писање реферата у саставу:

1. Др Зоран Пауновић, редовни професор Филолошког факултета у Београду – председник;
2. Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору - члан;
3. Славица Стевановић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору – члан;

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА И
ИЗБОРНОГ ВЕЋА
ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК

са I електронске седнице **Већа одсека за технолошко инжењерство**, одржане 26.08.2020. године. У овој електронској седници учествовало је 19 од 20 чланова Одсека (наставника и сарадника), који су се изјаснили о тачкама Дневног реда, што је обезбедило пуноважно одлучивање.

Дневни ред:

1. Разматрање предлога кандидата за једног члана Савета Факултета за мандатни период до 30.09.2022. године;

2. Разматрање коначне покривености наставе на Технолошком инжењерству, на основним, мастер и докторским академским студијама, у школској 2020/2021. години;

3. Разно.

Тачка 1.

Веће одсека за технолошко инжењерство за члана Савета Факултета за мандатни период до 30.09.2022. године једногласно (19 од 19) предлаже др Марију Петровић Михајловић, ван.проф.;

Тачка 2

Предлог коначне покривености наставе на Технолошком инжењерству, на основним, мастер и докторским академским студијама, у школској 2020/2021. години је анализиран, једногласно (19 од 19) усвојен и доставља се Наставно-Научном већу Факултета у даљу процедуру (Прилог 1. Записника).

Тачка 3.

Није било дискусије.

У Бору, 27.08.2020. год.

Шеф Одсека за
технолошко инжењерство

Проф. др Снежана Милић

ПРОГРАМ РАДА
ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ
ЗА ШКОЛСКУ 2020/2021. ГОДИНУ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ И ДЕЛАТНОСТ ФАКУЛТЕТА

Технички Факултет је високошколска јединица у саставу Универзитета која своју образовну, научну и истраживачку делатност остварује у складу са Законом, Статутом Универзитета и Статутом Факултета. Назив Факултета је: Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору. Назив Факултета на енглеском језику је: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor.

Седиште Факултета је у Бору, улица Војске Југославије бр. 12. Факултет има својство правног лица и као високошколска јединица Универзитета у правном промету иступа под називом Универзитета и својим називом. Оснивач Факултета је Република Србија. Факултет је основан Решењем Извршног већа Народне скупштине Народне републике Србије, IV бр. 378 од 15.06.1961. године.

У правном промету са трећим лицима Факултет иступа самостално, а за преузете обавезе одговара средствима којима располаже (потпуна одговорност). Факултет је регистрован код Трговинског суда у Зајечару, под бројем регистарског улошка 5-130. Матични број Факултета је 07130210.

Факултет је према Статуту Универзитета сврстан у групацију техничко- технолошких наука. Факултет организује и изводи академске студије и развија научни и стручни рад у области рударског инжењерства, металуршког инжењерства, технолошког инжењерства и инжењерског менаџмента, у складу са Законом и другим прописима.

У оквиру делатности високог образовања, Факултет организује и изводи академске студије првог, другог и трећег степена и образовање током читавог живота у оквиру образовно-научног поља техничко-технолошких наука, односно своје матичности, обавља научно-истраживачку и експертско-консултантску делатност, а може обављати и друге послове којима се комерцијализују резултати научно-истраживачког рада, под условом да се тим пословима не угрожава квалитет наставе.

Делатности Факултета су:

- високо образовање;
- остало образовање;
  - остало образовање,
  - помоћне образовне делатности,
- научно истраживање и развој;
- истраживање и експериментални развој у природним и техничко-технолошким;
  - истраживање и развој у осталим природним и техничко-технолошким наукама,
  - истраживање и развој у друштвеним и хуманистичким наукама,
- издавање књига, часописа и друге издавачке делатности;
  - издавање књига,
  - издавање часописа и периодичних издања,
  - издавање осталих софтвера,
- рачунарско програмирање, консултантске и са тим повезане делатности;
  - рачунарско програмирање,
  - управљање рачунарском опремом,

    - остале услуге информационе технологије,
- обрада података, хостинг и с тим повезане делатности; веб портали;
    - обрада података, хостинг и сл.,
    - веб портали,
- менаџерски консултантски послови;
    - Делатност комуникација и односа са јавношћу,
    - Консултантске активности у вези с пословањем и осталим управљањем,
- Архитектонске и инжењерске делатности и техничко саветовање;
- Техничко испитивање и анализе;
- Трговина на мало предметима за културу и рекреацију у специјализованим продавницама;
    - трговина на мало књигама у специјализованим продавницама,
    - трговина на мало новинама и канцеларијским материјалом у специјализованим продавницама,
    - Остала трговина на мало изван продавница, тезги и пијаца,
- Рад библиотека, архива, музеја, галерија и збирки, завода за заштиту споменика културе и остале културне делатности;
    - делатност библиотека и архива,
    - делатности музеја, галерија и збирки,
- Канцеларијско-административне и помоћне делатности;
    - Фотокопирање, припрема докумената и друга специјализована канцеларијска подршка,
- Организовање састанака и сајмова;
- Изнајмљивање властитих или изнајмљених некретнина и управљање њима;
- Правни послови;
- Услужне делатности у вези са истраживањем и експлоатацијом осталих руда;
- Штампање и штампарске услуге;
    - Услуге припреме за штампу,
    - Књиговезачке и сродне услуге,
- Ливење метала;
    - Ливење лаких метала,
    - Ливење осталих обојених метала,
- Ковање, пресовање, штанцовање, ваљање метала; металургија праха,
- Обрада и превлачење метала; машинска обрада метала;
- Поновна употреба материјала;
    - Поновна употреба разврстаних материјала,
- Санација, рекултивација и друге услуге у области управљања отпадом;
- Делатност пословних и професионалних организација и послодаваца;
    - Делатност струковних удружења

2. ОРГАНИ УПРАВЉАЊА ФАКУЛТЕТА

Савет је орган управљања Факултета. Савет Факултета има 27 чланова, од којих 15 бирају запослени на Факултету, 8 члана именује оснивач и 4 члана бира Студентски парламент факултета. Од 15 чланова – представника Факултета, 13 чланова су из реда наставног особља, а 2 члана из реда ненаставног особља.

Мандат чланова Савета траје 4 године и тече од дана конституисања. Мандат члана Савета, који је накнадно изабран или именован, траје до истека мандата Савета. Изузетно, мандат чланова савета – представника студената траје 2 године.

Савет :

1) доноси Статут Факултета;
2) бира и разрешава декана и продекане;
3) бира и разрешава председника и заменика председника Савета;
4) доноси финансијски план Факултета, на предлог Наставно-научног већа;
5) усваја извештаје о пословању и годишњи обрачун, на предлог Наставно-научног већа;
6) разматра и усваја Извештај о раду Факултета у претходној школској години;
7) разматра извештај о финансијском пословању;
8) подноси оснивачу извештај о пословању најмање једанпут годишње;
9) усваја план коришћења средстава за инвестиције, на предлог Наставно-научног већа;
10) даје сагласност на расподелу финансијских средстава;
11) усваја годишњих план јавних набавки;
12) доноси годишњи програм рада Факултета;
13) доноси одлуку о образовању унутрашњих организационих јединица, на предлог Наставно-научног већа;
14) доноси одлуку о висини школарине, на предлог Наставно-научног већа;
15) разматра питања студентског стандарда и даје предлоге надлежним органима за унапређивање стања у тој области;
16) доноси пословник о свом раду и друга општа акта која спадају у његову надлежност;
17) одлучује о статусној промени, промени назива и седишта Факултета у складу са Законом и Статутом Универзитета;
18) оснива центре за трансфер технологије, иновационе центре, пословно-технолошке паркове и фондације у складу са Законом и овим статутом;
19) именује представнике Факултета у органима управљања организација чији је оснивач Универзитет;
20) доноси општа акта Факултета која спадају у његову надлежност, у складу са Законом, овим статутом и другим прописима;
21) даје сагласност на одлуке о управљању имовином Факултета;
22) по потреби врши избор екстерног ревизора финансијског пословања Факултета;
23) одлучује по жалби против првостепених одлука декана, уколико актима Факултета није другачије одређено;
24) надзире поступање декана ради извршења аката просветног инспектора из члана 135. Став 3. Тач. 5) и 6) Закона;
25) обавља и друге послове утврђене Законом, Статутом Универзитета и Факултета;

Савет може образовати сталне и повремене комисије као стручна и саветодавна тела. Надлежност и састав ових радних тела одређује се одлуком о њиховом формирању. Савет о питањима из своје надлежности доноси одлуке већином гласова укупног броја чланова јавним гласањем, изузев када је у питању избор руководства, о чему се одлучује тајним гласањем.

3. ОРГАН ПОСЛОВОЂЕЊА

Орган пословђења је декан.

Надлежности декана су:

1) заступа и представља Факултет;
2) организује и усклађује рад и руководи радом и пословањем Факултета;
3) председава Наставно-научним већем, те припрема и предлаже дневни ред седница;
4) доноси опште акте Факултета у складу са Законом, другим прописима и овим Статутом;
5) предлаже Наставно-научном већу и Савету мере за унапређење рада Факултета;
6) стара се о извршењу одлука Наставно-научног већа и Савета, као и органа Универзитета које се односе на Факултет;
7) предлаже пословну политику и мере за њено спровођење;
8) наредбодавац је за извршење финансијског плана Факултета;
9) предлаже Наставно-научном већу финансијски план Факултета;
10) подноси Извештај Наставно-научном већу о пословању и годишњем обрачуну;
11) закључује уговоре и споразуме у име Факултета;
12) предлаже кандидате за избор продекана;
13) потписује дипломе првог, другог, трећег степена и додатак дипломи;
14) стара се о законитости рада и пословања Факултета;
15) стара се о примени општих аката Факултета;
16) именује руководиоце на научно истраживачким пројектима Факултета;
17) поставља и разрешава руководиоце ненаставних организационих јединица на предлог секретара Факултета;
18) доноси одлуку о потреби заснивања радног односа, распоређивању и обављању послова ненаставног особља;
19) врши избор кандидата за послове ненаставног особља;
20) закључује и отказује уговоре о раду и друге уговоре за обављање послова за потребе Факултета;
21) решава о правима и обавезама запослених у складу са Законом, Статутом и другим општим актима Факултета;
22) обавља и друге послове утврђене Законом, Статутом и другим општим актима Факултета;

Декан је самосталан у обављању послова из свог делокруга, а за свој рад је одговоран Савету. Декан најмање једном годишње подноси извештај Савету о свом раду. Декан учествује у раду Савета без права одлучивања.

Ради разматрања питања из делокруга рада Факултета и заузимања ставова о њима, декан образује декански колегијум. Чланови деканског колегијума су декан и продекани. Секретар Факултета учествује у раду деканског колегијума. Студент продекан учествује у раду деканског колегијума када се разматрају питања из његове надлежности. Ради разматрања питања значајних за рад Факултета декан може сазвати проширени декански колегијум. Проширени декански колегијум, поред наведених лица, чине шефови кадетри и председник Савета.

У школској 2018/2019. години покренут је поступак избора декана и продекана за мандатни период 2019 – 2022. година.

На седници Савета од 21. 03. 2019. године за декана је изабрана **др Нада Штрбац**, редовни професор. За продекана за наставу изабран је **др Драган Манасијевић**, редовни професор.

На седници Савета од 29. 10. 2019. године за продекана за НИР и међународну сарадњу, за мандатни период 2019 – 2022. година изабран је **др Иван Михајловић**, редовни професор Техничког факултета у Бору

Избор продекана за материјално-финансијско пословање је у току.

4. ОРГАНИЗАЦИЈА ФАКУЛТЕТА

Ради обављања делатности и стручних послова из своје делатности факултет у свом саставу има организационе јединице и то:

- наставно-научне јединице, и
- ненаставну јединицу.

Наставно-научне јединице

На Факултету постоје следеће наставно-научне јединице:

1. Одсек
2. Катедра

Одсеци и катедре

Одсек за рударско инжењерство:

- катедра за подземну експлатацију лежишта минералних сировина;
- катедра за површинску експлатацију лежишта минералних сировина;
- катедра за минералне и рециклажне технологије.

Одсек за металуршко инжењерство:

- катедра за металуршко инжењерство;
- катедра за прерађивачку металургију.

Одсек за технолошко инжењерство:

- катедра за хемију и хемијску технологију;
- катедра за инжењерство заштите животне средине.

Одсек за инжењерски менаџмент:

- катедра за менаџмент

Ненаставна јединица

Заједничка служба Факултета је ненаставна организациона јединица у којој се обављају правни, финансијско-материјални, административно-технички, библиотечки и други послови у вези са укупном делатношћу Факултета. Заједничка служба има следеће организационе делове:

1. Општа служба;
2. Служба за студентска питања;
3. Служба за материјално-финансијске послове;
4. Техничка служба;
5. Библиотека;
6. Информационо-комуникациони технички центар.

5. СТРУЧНИ ОРГАНИ ФАКУЛТЕТА

Стручни органи Факултета су:

Наставно-научно веће
Изборно веће
Веће одсека
Веће катедре

Наставно-научно веће Факултета

Наставно-научно веће је највиши стручни орган факултета. Веће Факултета чине наставници и асистенти који су у радном односу са најмање 70% радног времена на Факултету. Декан и продекани су чланови Већа Факултета по функцији. Декан је председник Већа Факултета по функцији. При расправљању, односно одлучивању о питањима која се односе на осигурање квалитета наставе, реформу студијских програма, анализу ефикасности студирања и утврђивање броја ЕСПБ бодова, у раду Већа Факултета учествују представници студената у броју 20% од броја чланова Већа, које бира Студентски парламент Факултета, укључујући и представнике сарадника у настави. Мандат представника студената траје две године.

Веће Факултета образује сталне и повремене комисије као стручна и саветодавна тела, ради разматрања и припремања за дневни ред питања из своје надлежности.

Сталне комисије су:

1) Комисија за наставна питања;
2) Комисија за академске студије другог степена;
3) Комисија за академске студије трећег степена;
4) Комисија за рад библиотеке;
5) Комисија за издавачку делатност;
6) Комисија за обезбеђење и унапређење квалитета;
7) Комисија за праћење и унапређење квалитета наставе;

Радна тела су:

1) Редакциони одбор часописа “Journal of mining and metallurgy, Section A - Mining”;
2) Редакциони одбор часописа “Journal of mining and metallurgy, Section B - Metallurgy”;
3) Редакциони одбор часописа “Serbian journal of management”
4) Редакциони одбор часописа „Recycling and Sustainable Development Journal “ (Рециклажа и одрживи развој)

Изборно веће Факултета

1) утврђује предлог за избор у звање наставника;
2) врши избор у звање сарадника;
3) доноси одлуку о расписивању конкурса и о именовању комисије за припрему реферата о кандидатима за избор у звање наставника и сарадника, у складу са општим актом Универзитета и Факултета;
4) обавља и друге послове у складу са овим Статутом, општим актима Универзитета и Факултета.

Изборно веће Факултета чине наставници, асистенти са докторатом и асистенти, који су у радном односу са најмање 70% радног времена на Факултету, при чему Изборно веће из става 1. тачка 1. и 3. овог члана чине наставници у истом и вишем звању од звања у које се наставник бира.

6. ОСОБЉЕ ФАКУЛТЕТА

За извођење наставе у школској 2020/21. години Факултет располаже довољним бројем наставника на свим акредитованим студијским програмима.

Садашња структура наставног кадра на дан 01.09.2020. године на Факултету је следећа:

ЗВАЊА	Број
Редовни професори	25
Ванредни професори	17
Доценти	19
Наставници страног језика	4
НАСТАВНИЦИ	**65**
Асистент са докторатом	1
Асистенти	19
Сарадници у настави	5
САРАДНИЦИ	**25**
УКУПНО УНИВЕРЗИТЕТСКИХ НАСТАВНИКА И САРАДНИКА	**90**
Лаборанти	11
Секретаријат	30
УКУПНО ЗАПОСЛЕНИХ	**131**

У остваривању дела наставе на докторским студијама ангажоваће се и истраживачи у научном звању, у складу са Законом о високом образовању и Статутом Факултета.

7. ОБРАЗОВНА ДЕЛАТНОСТ ФАКУЛТЕТА

Образовна делатност на Техничком факултету у Бору у шк. 2020/21. години одвијаће се кроз:

- основне академске студије
- мастер академске студије
- докторске академске студије
- рад комисије за квалитет
- рад библиотеке
- рад рачунског центра
- испитне рокове

Основне академске студије

За упис у прву годину основних академских студија Одлуком Владе Републике Србије одобрено је 240 места за студијским програмима:

Број студената	
Рударско инжењерство	40
Металуршко инжењерство	20
Технолошко инжењерство	60
Инжењерски менаџмент	120
Укупно	**240**

После првог уписног рока, у прву годину основних академских студија уписан је следећи број студената:

- финансираних из буџета: 74
- самофинансирајућих студената: 2

После другог уписног рока, у прву годину основних академских студија уписан је следећи број студената:

- финансираних из буџета: 19
- самофинансирајућих студената: 6

У току је трећи уписни рок.

Мастер академске студије

Технички факултет у Бору је донео одлуку да школске 2020/21. године може уписати на академске мастер студије 80 студената, од чега 60 студента на буџету, а 20 студента у самофинансирајућем статусу на студијским програмима рударства, металургије, технологије и менаџмента.

Ред. број	Студијски програм	Број студената	
		Буџет	Самофинансирајући
1.	Рударско инжењерство	12	4
2.	Металуршко инжењерство	6	2
3.	Технолошко инжењерство	6	2
4.	Инжењерски менаџмент	36	12
	Укупно:	60	20

Конкурс за упис студената на мастер академске студије је у току.

Докторске академске студије

На докторске академске студије у школској 2020/2021. години се могу студенти уписати на следеће студијске програме:

Ред. број	Студијски програм	Број студената	
		Буџет	Самофинансирајући
1.	Рударско инжењерство	2	6
2.	Металуршко инжењерство	1	4
3.	Технолошко инжењерство	2	6
4.	Инжењерски менаџмент	2	8
	Укупно:	7	24

Конкурс за упис студената на докторске академске студије је у току.

Испитни рокови

Испитни рокови ће се реализовати у складу са Статутом Факултета и Правилником о студирању на основним и дипломским академским студијама, као и са закључцима и одлукама Сената Универзитета у Београду. Одлуку о одржавању испитних рокова у школској 2020/2021. године бр. VI/4-12-9 од 07. 09. 2020. године донело је Наставно-научно веће, а термини су следећи:

1. Јануарско – фебруарски испитни рок		
	а) пријава	од 11.01.2021. до 13.01.2021.
	б) испити	од 18.01.2021. до 05.02.2021.

2. Априлски испитни рок		
	а) пријава	од 12.04.2021. до 14.04.2021.
	б) испити	од 19.04.2021. до 25.04.2021.

3. Јунски испитни рок		
	а) пријава	од 31.05.2021. до 02.06.2021.
	б) испити	од 07.06.2021. до 20.06.2021.

4. Јулски испитни рок		
	а) пријава	од 21.06.2021. до 23.06.2021.
	б) испити	од 28.06.2021. до 11.07.2021.

5. Септембарски испитни рок		
	а) пријава	од 23.08.2021. до 25.08.2021
	б) испити	од 30.08.2021. до 05.09.2021.

6. Октобарски испитни рок		
	а) пријава	од 06.09.2021. до 08.09.2021.
	б) испити	од 13.09.2021. до 22.09.2021.

Настава ће се у јесењем семестру школске 2020/2021. године одржати у периоду од 01. 10. 2020. до 10. 01. 2021. године, а у пролећном семестру од 08. 02. 2021. године до 04. 06. 2021. године.

Обезбеђивање квалитета активности на факултету

Технички факултет у Бору, у складу са сопственом мисијом и визијом неговања и развијања достигнутих стандарда у настави и научном раду на Универзитету у Београду, и високог места у друштву најбољих у образовном простору Европе, определио се да непрекидно и систематски прати, оцењује, анализира и побољшава све своје активности а нарочито:

- квалитет студијских програма и њихово усклађивање са најбољом европском праксом;
- квалитет наставног процеса као делатности од примарног значаја;
- квалитет научног рада као претпоставке квалитетног наставног рада;
- квалитет наставника и сарадника који изводе наставу као учесници у процесу, са једне стране, и студената са друге стране;
- квалитет услова за рад (квалитет простора и опреме, квалитет логистике наставном процесу, уџбеника, литературе, библиотечких и информационих ресурса);
- квалитет управљања Факултетом;
- квалитет ненаставне подршке;
- квалитет и стабилност извора финансирања;
- квалитет и компетенције дипломираних студената;

Ове континуиране активности доприносе успостављању и сталном унапређењу културе квалитета.

Основни чиниоци обезбеђења квалитета на Техничком факултету у Бору су сви његови запослени и студенти, који у свакодневним активностима настоје да остваре резултате на нивоу најразвијенијих сродних европских факултета, и то:

- наставници и сарадници који настоје да повећају успешност и квалитет свог рада вишеструким превазилажењем минималних критеријума које прописују национални стандарди за мерење успешности њиховог рада;
- наставници и сарадници у оквиру својих већа катедри, Наставно – научног већа, стручних комисија и органа управљања, где се креира и евалурира политика квалитета;
- студенти преко Студентског парламента и својих представника у одговарајућим органима Факултета;
- ненаставно особље у свим службама Факултета које дају неопходну логистику која има значајан утицај на квалитет наставног и научног рада на Факултету;

Факултет, ради остваривања Стратегије обезбеђења квалитета предузима поступке ради прибављања података потребних за даљу анализу и доношења одлука за континуирано унапређење квалитета и то:

- обезбеђује услове и инфраструктуру за редовно, систематско прикупљање и обраду података за оцену квалитета у свим областима које су предмет самовредновања;
- спровођење стандарда и поступака за оцењивање квалитета и обављање свих задатака које у том процесу имају субјекти обезбеђења квалитета;
- редовно мерење квалитета педагошког рада наставника од стране студената;
- редовно праћење резултата научног рада наставника и сарадника;
- редовно праћење и прикупљање повратних информација од служби запошљавања и послодаваца о компетенцијама дипломираних студената;
- прикупљање података потребних за упоређивање са сродним факултетима у свету у свим елементима квалитета наставног и научног рада;

После анализе добијених резултата, предвиђају се одговарајуће мере за унапређење квалитета које усваја Наставно-научно веће и Савет Факултета. Континуираним активностима стварају се предуслови да се у наредном периоду изврши сертификација система квалитета према стандарду ISO 9001 : 2015.

Рад библиотеке

У наредном периоду запослени у Библиотеци попуњаваће библиотечку базу података (https://www.tfbor.bg.ac.rs/bibliotecki-fond/, креирану од стране ИКТЦ службе) библиотечким јединицама које се већ налазе у фонду Библиотеке, а вршиће се и набавка нових јединица.
Наставиће се са депоновањем докторских дисертација одбрањених на Техничком факултету у Бору на платформи дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду – Техничког факултета у Бору (https://biblioteka.tfbor.bg.ac.rs/) креираног од ИКТЦ службе.
Поред основних библиотечких послова, што подразумева редовни пријем и издавање библиотечких јединица корисницима Библиотеке, запослени у Библиотеци ће обављати и послове скенирања и копирања за наставну и ненаставну јединицу Факултета.
Корисници библиотеке биће у могућности да претражују и преузимају електронским путем домаћу и страну стручну литературу афирмисаних научника преко КОБСОН-а. Студенти ће на располагању имати рачунаре за писање семинарских, завршних и мастер радова, као и за писање докторских дисертација.

Вршиће се депоновање докторских дисертација пре одбране на званичном сајту Факултета и на порталу УвиДок, а сарадња са Универзитетском библиотеком „Светозар Марковић“, Народном библиотеком Србије, као и са Комисијом за издавачку делатност Факултета биће настављена.

План рада Информационо-комуникационо-техничког центра у току шк. 2019/2020. године

План је да се током ове школске године настави са даљим развојем сајтова Факултета. То се пре свега односи на редизајн сајта одсека Технолошко инжењерство, наставак развоја сајта одсека Инжењерски менаџмент као и сајтова конференција које организује Факултет.

Услед пандемије вируса COVID-19, служба ће уложити додатне напоре у организацији наставе на даљину путем постојећих електронских сервиса као и њихов даљи развој како би се побољшао квалитет наставе.

Наставиће се са одржавањем Информационог система Факултета (сервери, рачунарска мрежа итд.) и у складу са стручном проценом, вршиће се набавка потребне опреме ради оптималног и поузданог рада истог.

ИКТЦ служба учествоваће у планирању и набавци потребне рачунарске и мрежне опреме као и софтвера за потребе наставног процеса и стручних служби Факултета.

У плану је наставак модернизација рачунарске лабораторије 4 новом опремом, у складу са финансијском ситуацијом Факултета.

У сарадњи са Студентском службом, ИКТЦ служба вршиће и ове школске године техничку подршку (формирање ранг листи, статистика, слање података Ректорату итд.) при реализацији пријемних испита на Факултету.

У сарадњи са службом рачуноводства, ИКТЦ служба вршиће техничку подршку у реализацији јавних набавки, пописа основних средстава и ситног инвентара као и коришћењу ФИМЕС програма.

У оквиру својих радних обавеза, радници ИКТЦ службе, доступни су студентима за сва могућа питања или проблеме у вези електронских сервиса Факултета и студентских налога, док ће запосленима на Факултету пружати техничку подршку из домена службе.

8. НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Технички факултет у Бору, обезбеђује неопходне услове за континуално обављање научно-истраживачког рада са циљем развоја науке и стваралаштва, сталног усавршавања запослених и научног подмлатка, увођења студената у научно-истраживачки рад, као и стварања повољнијих материјалних услова за рад и развој Факултета. Присутна је стална тежња ка генералном унапређивању научно-истраживачког рада, као једног од основних видова делатности високог образовања. Научно-истраживачки рад се на Техничком факултету у Бору остварује кроз основна, развојна и примењена истраживања, у складу са законом. Факултет успоставља различите облике сарадње са домаћим и иностраним универзитетима, факултетима и другим научно-истраживачким организацијама, као и са привредним субјектима и другим релевантним организацијама, са циљем обезбеђивања повољних услова за укључивање наставника, сарадника и студената у научно-истраживачки рад.

С обзиром на то да је током 2019. године измењен начин финансирања научно-истраживачког рада од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, наставници и сарадници Техничког факултета наставиће ангажовање на истраживачким активностима, у оквиру институцијалног финансиранја, а у складу са Уговором о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020. години. Поред тога, наставиће се са припремом апликација за пројектне позиве Фонда за науку, у оквиру програмског позива Идеје, као и за пројектне позиве Фонда за иновациону делатност. Такође, наставиће се рад на текућим као

и на, евентуално новим, међународним пројектима, пројектима билатералне сарадње са иностранством, као и пројектима са привредом.

ИЗДАВАЧКА ДЕЛАТНОСТ

Као и у досадашњем периоду, у школској 2020./2021. години издаваће се уџбеници и научна дела од значаја за наставни и научни рад, у складу са Правилником о издавачкој делатности. Факултет ће и у следећој школској години наставити са издавањем часописа:

- Journal of Mining and Metallurgy, Section A: Mining
- Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy
- Serbian Journal of Management
- Recycling and Sustainable Development

Поред тога, Факултет ће бити издавач зборника радова са научних скупова које организује.

НАУЧНИ И СТРУЧНИ СКУПОВИ

Технички факултет у Бору ће школске 2020/2021. године бити организатор следећих научних и стручних скупова:

- International Mineral Processing and Recycling Conference – мај 2021. године
- International May Conference on Strategic Management - мај 2021. године
- International Conference Ecological Truth and Environmental Research - јун 2021. године
- International October Conference on Mining and Metallurgy - октобар 2021. године.

Технички факултет у Бору ће током 2020. и 2021. године организовати већи број традиционалних студентских симпозијума.

МЕЂУНАРОДНА САРАДЊА И САРАДЊА СА ДОМАЋИМ ИНСТИТУЦИЈАМА И ПРИВРЕДОМ

У школској 2020./2021. години Факултет ће наставити интензивну сарадњу са универзитетима, факултетима и другим научно-истраживачким организацијама, као и са привредним субјектима из земље и иностранства са којима ће продужити, односно потписати одговарајуће билатералне уговоре о сарадњи.

Потписани споразуми о билатералној сарадњи са факултетима и институцијама из иностранства, као и тренутно важећи споразуми, са периодом трајања:

- Економски факултет Универзитета у Зеници, Босна и Херсеговина (2019-2024)
- Chemical Department, Buryat State University from Ulan-Ude, Russia (2018-2023)
- Faculty of Chemistry, University Paisii Hilendarski, Plovdiv, Bulgaria (2018 – 2023)
- Faculty of Economic Sciences and Law, University of Pitesti, Romania (2018-2023)
- Faculty of Economy, University of Tirana, Albania (2018 – 2023)
- Faculty of Engineering and Management, University „Eftimie Murgu“, Resita, Romania (2018-2023)
- Faculty of Mechanics and Technology, Rzeszow University of Technology, Poland (2018-2023)
- Металуршки факултет у Сиску, Свеучилишта у Загребу, Хрватска (2018 -2023)
- Faculty of Mines, University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“, Sofia, Bulgaria (2018 – 2023)

- Faculty of natural and technical sciences, University „Goce Delčev“ of Štip, Macedonia (2018 – 2023)
- Металурško – технолошки факултет у Подгориси, Универзитета Срне Горе, Срна Гора (2018 – 2023)
- Mineral Deposit Research Unit at the University of British Columbia, Canada (2018-2023)
- Рударски факултет у Прижедору, Универзитета у Банжа Луси, РС - Босна и Херцеговина (2018 – 2023)
- Рударско геолошко-грађевински факултет, Универзитета у Тузли, Босна и Херцеговина (2018 – 2023)
- Технолошки факултет у Бањој Луци, Универзитета у Бања Луци, РС - Босна и Херцеговина (2018-2023)
- Технолошки факултет у Зворнику, Универзитета у Источном Сарајеву, РС - Босна и Херцеговина (2018 – 2023)University American College Skopje, Macedonia (2018 – 2023)
- West University of Timisoara, Faculty of economics and business administration, Romania (2018 - 2021)
- Physico-Technical Department, Buryat State University from Ulan-Ude, Russia (2017-2022)
- University of Ruse, Faculty of Business and Management (2017 – 2022)
- Faculty of Business and Management, University of Ruse, Ruse, Bulgaria (2017-2022)
- Институт за црну металургију а.д. – Никшић, Црна Гора (2017-2022)
- Institute of Geotechnics of Slovak Academy of Sciences, Slovakia (2017 -2022)
- Металуршко – технолошки факултет Универзитета у Зеници, Босна и Херцеговина (2017 – 2022)
- Faculty of International Resource Sciences, Akita University, Japan (2017-2022)
- China University of Petroleum, Beijing, China (2017-2022)
- Faculty of Metallurgy, Technical University of Košice, Slovakia (2017 -2022)
- The Faculty of Electronics of National Technical University of Ukraine „Kiev Polytehnic Institute”, Ukraine (2016-2021)
- Faculty of Technological Engineering and Industrial Management, Transilvania University of Brasov, Romania (2016-2021)
- Faculty of Mechanical and Safety Engineering, University OBUDAI, Budapest, Hungary (2016-2021)
- Саобраћајни факултет у Добоју, Универзитета у Источном Сарајеву, РС – Босна и Херцеговина (2016-без ограничења трајања)
- Univerzitet „Sv. Kiril i Metodij“, Tehnološko metalurški fakultet, Skopje, Makedonija (2015 –bez ograničenja trajanja)
- The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education „The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration – RANEPA“, Russia (2015-2020)
- Faculty of Science and Forestry of the University of Eastern Finland, Joensuu and Kuopio, Finland (2015-2020)

Потписани споразуми о билатералној сарадњи са факултетима, школама и институтима из Србије, као и тренутно важећи споразуми потписани у претходном периоду:

- Удружење за управљање пројектима Србије – ИПМА Србија, Београд, Србија (2019 – 2024)
- Техничка школа Бор, Бор, Србија (2019-2020)
- Факултет техничких наука у Косовској Митровици, Универзитета у Приштини (2018-2023)
- Факултет техничких наука у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду (2018 – 2023)
- Институт за хемију, технологију и металургију у Београду, Универзитета у Београду (2018 – 2023)

- Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитета у Београду (2018 -2023)
- Институт за рударство и металургију у Бору (2018 – 2023)
- Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд (2018 – 2023)
- Истраживачко-развојни институт Лола, Београд (2018 – 2023)
- Рударско геолошки факултет у Београду, Универзитета у Београду (2018 – 2023)
- Технолошки факултет у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду (2018 – 2023)
- Технолошки факултет у Лесковцу, Универзитета у Нишу (2018 – 2023)
- Технолошко – металуршки факултет у Београду, Универзитета у Београду (2018 – 2023)
- Машински факултет у Нишу, Универзитет у Нишу, Ниш (2017-2022)
- Факултет за хотелијерство и туризам у Врњачкој бањи, Универзитета у Крагујевцу (2017-2022)

Потписани споразуми о билатералној сарадњи са компанијама и предузећима из Србије, као и тренутно важећи споразуми потписани у претходном периоду

- Компанија ZiJin Bor Copper DOO Бор (2020 – 2021)
- Компанија „Elixir Prahovo“ Индустрија хемијских производа DOO Прахово (2018-без ограничења трајања)
- Credit Agricole Srbija, Нови Сад (2017 – без ограничења трајања)
- Јавно предузеће за изградњу и експлоатацију регионалног водосистема „Боговина“ (2016– без ограничења трајања)
- ЈКП „Топлана“ Бор (2016– без ограничења трајања)
- Народна библиотека Бор (2016– без ограничења трајања)
- Народни музеј Зајечар (2016 – без ограничења трајања)
- Музеј рударства и металургије Бор (2016– без ограничења трајања)
- Ј.П. „Борски туристички центар“ (2016– без ограничења трајања)
- ЈКП„3. октобар“ Бор (2016– без ограничења трајања)

Факултет ће у наредном периоду, потписати уговоре о сарадњи и са другим домаћим и иностраним научно-истраживачким и привредним организацијама.

Технички факултет у Бору ће и убудуће подржавати програме студијских боравака и размене, како студената, тако и наставног и ненаставног особља.

Факултет ће наставити и ангажман на сарадњи са привредним субјектима региона кроз активности Савета послодаваца Техничког факултета у Бору.

9. ФИНАНСИЈСКИ ПЛАН ФАКУЛТЕТА

Финансијски план Факултета за 2020. годину усвојен је на седници Савета 25. 12. 2019. године (одлука број II/2-2328-2).

Финансијски план Факултета за 2021. годину биће усвојен по усвајању Буџета Републике Србије.

10. АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ РАДА И ПОДИЗАЊУ РЕНОМЕА ФАКУЛТЕТА

Активности на унапређењу рада и подизању реномеа Факултета обухватиће стално унапређење и подизање већ достигнутог нивоа научно-стручних скупова које организује Факултет, континуиране активности на сталном побољшању рејтинга часописа које издаје ТФ Бор, подстицај боравку наших наставника и сарадника у иностраним институцијама, учешће на научним скуповима у земљи и иностранству, итд.

Ради унапређења рада Факултета даље ће се јачати везе са Универзитетом, посебно са сродним факултетима, ради размене искустава, преузимања корисних идеја, сарадње у истраживањима и рада на заједничким пројектима.

Факултет ће наставити са досадашњим успешним радом на популаризацији природних и техничких наука у локалној средини и шире(ТНТ, БОНИС и др.) а у плану је и наставак сарадње са Центром за развој каријере Унивезитета у Београду.

У циљу подизања и раста интересовања за студирање у Бору, као и ранијих година, и у шк. 2020/2021. години предузеће се низ адекватних акција у оквиру маркетиншке кампање ТФ Бор. У плану је одржавање манифестације „ Дан отворених врата ¨ 4. априла 2021. године, у оквиру прославе Дана студената, као и организација „ Скока преко коже"

Организација Свечане академије поводом 60 година Техничког факултета у Бору биће одржана 15. јуна 2021. године.

Међутим, имајући у виду недовољан број новоуписаних студената на ОАС у наредну школску годину, руководство факултета ће заједно са Радном групом за промоцију факултета, Студентским парламентом, али и свим запосленима, интензивирати активности на промоцији факултета у наредном периоду.Такође, у наредном периоду ће бити додатно размотрене и предузете потребне активности , за увођење нових студијских програма/модула на Техничком факултету у Бору.

11. АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ МАТЕРИЈАЛНЕ ОСНОВЕ РАДА

Као и раније, повећани сопствени финансијски прилив ће бити усмерен ка:

1. Набавци најнеопходнијих средстава за успешно реализовање наставног процеса, односно:
   - учила;
   - књига и часописа за библиотеку;
   - сервиса и поправке постојећих уређаја и апарата;
   - набавке нових уређаја и апарата;
2. Санацији најургентнијих оштећења:
   - кровова, степеништа, мокрих чворова;
   - клупа у учионицама;
   - санацију фасада, и
3. Поправљању личних примања запослених.

12. СТУДЕНТСКИ ПАРЛАМЕНТ И СТУДЕНТСКЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ

Студентски парламент Факултета је орган преко којег студенти остварују своја права и штите своје интересе на Факултету. Студентски парламент Факултета бирају непосредно, тајним гласањем, студенти уписани у школској години у којој се врши избор на студијске програме који се остварују на Факултету. Избор члана Студентског парламента Факултета одржава се у априлу, најкасније до 10. у месецу, односно истовремено са избором чланова Студентског парламента Универзитета. Факултет општим актом ближе одређује начин избора и број чланова Студентског парламента Факултета. Конститутивна седница новог сазива Студентског парламента Факултета одржава се 1. октобра.

Мандат чланова студентског парламента траје две године.

Члану Студентског парламента Факултета коме је престао статус студента на студијском програму који се остварује на Факултету престаје мандат даном престанка статуса, а допунски избори се спроводе у наредних 15 дана.

Ове године услед пандемије вируса COVID-19 избори за Студентски парламент нису били одржани у априлу, већ ће се одржати у наредном периоду након чега ће у школској 2020/21. години бити конституисан нови сазив Студентског парламента чији је мандат две године.

Студентски парламент ће и даље имати учешћа у раду органа Факултета, као и у организацији студентских манифестација.

И у наредној школској години, као и до сада, Факултет ће у границама својих могућности материјално помагати рад Парламента и пружати подршку његовом раду.

13. АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ ЖИВОТА И РАДА СТУДЕНАТА И ДР.

Студентски стандард, ваннаставне активности и културни садржаји такође су од великог значаја при опредељивању младих за студирање у Бору. Стога је интерес Факултета да пружи максималну подршку свим студентским акцијама и допринесе да студенти постану активни учесници у животу и раду Факултета. Овакав приступ ће знатно допринети и популаризацији и подизању угледа Факултета у Бору код младих.

Учешће у раду органа управљања Факултета студенти ће имати преко студента -продекана и чланова Савета из реда студената.

Факултет ће у оквиру теренске наставе омогућити студентима да обиђу најзначајније индустријске погоне и успешна предузећа у земљи.

Помоћи ће се организација спортских студентских такмичења, излета, обележавање дана студената, бруцошке вечери, студентског бала, апсолвентске вечери и др.. Преко Студентског центра, пратиће се услови за смештај и исхрану студената, као и услови за културно-забавни живот.

Технички факултет у Бору ће наставити са промоцијом хуманих вредности и волонтерског активизма, кроз програме: “Чеп за хендикеп”; “Хуманитарно, спортско и поетско дружење просветних радника Бора” и др.

Међутим, неопходно је нагласити да одређене планиране активности могу да претрпе одређене корекције, а имајући у виду ситуацију са епидемијом корона вируса.

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-3
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Предлаже се Савету Техничког факултета у Бору да донесе Програм рада Факултета за школску 2020/2021. годину.

II Предлог упутити Савету Факултета на разматрање и усвајање.

Доставити:
- члановима Савета
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13- ` ПРЕДЛОГ
Бор . године

На основу чланова 47. и 49. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној . године, донело је

О Д Л У К У

I Формира се Комисија за студије II степена у саставу:

1. проф. др Драган Манасијевић – председник Комисије;
2. проф. др Снежана Урошевић - члан;
3. проф. др Грозданка Богдановић – члан;
4. доц. др Ана Симоновић – члан;
5. проф. др Светлана Иванов – члан;
6. проф др Љубиша Балановић – члан;
7. проф др Витомир Милић – члан;
8. проф.др Саша Стојадиновић – члан.

II Мандат чланова Комисије траје до 30. 09. 2023. године.

Доставити:
- именованима
- продекану за наставу
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-
Бор, године

П Р Е Д Л О Г

На основу чланова 47. и 49. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној . године, донело је

О Д Л У К У

I Формира се Комисија за студије III степена у саставу:

1. Проф. др Иван Михајловић – председник Комисије;
2. Проф. др Милован Вуковић – члан;
3. Проф. др Милан Трумић – члан;
4. Проф. др Милан Радовановић – члан;
5. Проф. др Драгослав Гусковић – члан;
6. Проф. др Весна Грекуловић – члан;
7. Проф. др Мира Цоцић – члан;
8. Проф. др Радоје Пантовић – члан.

II Мандат чланова Комисије траје до 30. 09. 2023. године.

Доставити:
- именованима
- продекану за наставу
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-3
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај о раду Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета у области унутрашњег осигурања квалитета на Техничком факултету у Бору за школску 2019/2020. годину.

II Извештај о раду Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета у области унутрашњег осигурања квалитета на Техничком факултету у Бору за школску 2019/2020. годину, саставни је део ове одлуке.

Доставити:

- пред. Ком. за обезбеђење и унапређење квалитета
- архиви
- сајт

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

декан

Проф. др Нада Штрбац

На крају школске 2019/2020 године, Комисија за обезбеђење и унапређење квалитета Техничког факултета у Бору подноси Наставно-научном већу следећи:

И З В Е Ш Т А Ј

о раду Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета у областима унутрашњег осигурања квалитета на Техничком факултету у Бору за школску 2019/20 годину

По дефиницији Комисија за обезбеђење и унапређење квалитета, у даљем тексту **Комисија**, стална је комисија која представља стручно и саветодавно тело Наставно-научног већа Факултета и декана. Комисија планира и анализира поступке вредновања система образовања и научно-истраживачког рада на Факултету, и управљања тим поступцима, а има 9 чланова и то:

-два члана из реда наставника, које именује Веће Факултета,

-једног члана из реда асистената, кога именује Веће факултета,

-два члана из реда студената, које бира Студентски парламент,

-продекана за наставу,

-продекана за научно истраживачки рад и међународну сарадњу,

-продекана за финансије и

-једног члана из реда ненаставног особља, кога бирају ненаставни радници.

Мандат чланова Комисије траје три године, осим чланова из реда студената, чији је мандат годину дана. Комисија из својих редова бира председника и заменика председника на конститутивној седници, коју сазива продекан за наставу.

Комисија има следеће надлежности:

-Припрема предлог Стратегије обезбеђења квалитета и сачињава Акциони план за њено спровођење;

-Припрема и предлаже стандарде и поступак обезбеђења квалитета Факултета које усваја Наставно-научно веће;

-Спроводи поступак самовредновања и подноси Већу Факултета извештај о спроведеном поступку самовредновања;

-Предлаже мере за унапређење квалитета рада на Факултету;

-Стара се о реализацији утврђених мера за унапређење квалитета рада у сарадњи са Већем Факултета и деканом;

-Припрема и предлаже стратегију развоја међународне сарадње Факултета;

-Прати остваривање Стратегије обезбеђења квалитета и предлаже мере за отклањање уочених слабости, у циљу побољшања квалитета;

-Подноси извештај Већу Факултета о стању у области квалитета, најмање једном годишње;

-Припрема предлоге за измену и допуну Правилника о обезбеђењу и унапређењу квалитета и Правилника о самовредновању;

-Обавља и друге послове од значаја за унапређење и развој квалитета студијских програма, наставе и услова рада.

Комисија у садашњем саставу формирана је Одлуком Наставно-научног већа број VI/4-21-3.2, од дана 16. 11. 2018. године и чине је:

1. проф. др Саша Стојадиновић,	председник,
2. проф. др Љубиша Балановић	подпредседник,
3. асис. Урош Стаменковић	члан,
4. продекан за наставу	члан,
5. продекан за НИР и МС,	члан,
6. продекан за финансије,	члан,
7. Наташа Миленковић, дипл. правник	члан,
8. председник Студентског парламента,	члан,
9. студент продекан	члан,

У току 2019/20 године Комисија је извршавала задатке који су дефинисани Статутом и правилницима о обезбеђивању квалитета, при чему су главне активности биле:

1. вредновање педагошког рада наставника и сарадника,

2. вредновање квалитета наставне литературе,

3. вредновање квалитета научно-истраживачког рада,

4. вредновање квалитета и компетенција дипломираних студената,

С обзиром на поступак акредитације који је у току, Комисија је, поред редовних активности спровела и активности на припреми материјала за акредитацију, као и на припреми одговора на примедбе рецензентских комисија.

1. Вредновање педагошког рада наставника и сарадника

Вредновање педагошког рада наставника и сарадника спроводи се два пута годишње, по једанпут на крају сваког семестра. Вредновање педагошког рада наставника и сарадника се спроводи анкетирањем студената. Анкета је анонимна и добровољна, а након спровођења анкете, резултати се уносе у одговарајући софтвер у циљу генерисања статистичких извештаја.

Вредновања педагошког рада наставника и сарадника су у току 2019/2020 године спроведена децембра 2019. (јесењи семестар) и, због епидемиолошке ситуације и ванредног стања уведеног због пандемије вируса SARS CoV2 (COVID - 19), јуна 2019. Године (пролећни семестар). О спроведеним вредновањима је Комисија сачинила одговарајуће Извештаје, упутила их Наставно-научном већу на усвајање и заједно са одлукама о усвајању, учинила их јавно доступним на сајту Факултета. Како због обуставе наставе на Факултету није било могуће поделити анкетне листове у току наставе анкетни листови су дељени студентима приликом овере семестра. На тај начин је значајно увећан одзив студената (са 30 на 46%)

2. Вредновање квалитета наставне литературе

Вредновање квалитета наставне литературе се врши истовремено са вредновањем педагошког рада наставника и сарадника, такође два пута годишње, при чему се за потребе вредновања квалитета наставне литературе формира издвојени анкетни лист.

Вредновања квалитета наставне литературе су у току 2019/2020 године спроведена децембра 2018. и јуна 2019. године. О спроведеним вредновањима је Комисија сачинила одговарајуће Извештаје, упутила их Наставно-научном већу на усвајање и заједно са одлукама о усвајању, учинила их јавно доступним на сајту Факултета.

3. Вредновање квалитета научно-истраживачког рада

Вредновање квалитета научно-истраживачког рада врши се једном годишње, почетком календарске године за претходну календарску годину. Основу за вредновање представља Годишњи извештај о резултатима оствареним у научноистраживачком раду и међународној сарадњи који, за потребе Комисије, сачињава продекан за НИР и МС. Вредновање се врши упоређивањем резултата са претходним годинама уз коментаре, оцене и препоруке.

Вредновање квалитета научно-истраживачког рада у току 2019/2020 школске године спроведено је током јануара и фебруара 2020. године и о томе је сачињен одговарајући Извештај. Извештај је упућен Наставно-научном већу на усвајање и са одлуком о усвајању учињен јавно доступним на сајту Факултета.

4. Вредновање квалитета и компетенција дипломираних студената

Поступак вредновања квалитета и компетенција дипломираних студената спроводи се у трогодишњим циклусима попуњавањем анкетних листића од стране послодаваца код

којих су запослени дипломирани студенти са Техничког факултета у Бору. Анкетни листови за евалуацију квалитета и компетенција дипломираних студената су достављени шефовима одсека који су их проследили руководиоцима у компанијама у којима дипломирани студенти са Техничког факултета у Бору раде. Попуњене листове су шефови одсека доставили Комисији. Након прикупљања анкетних листова, обраде података и анализе резултата, Комисија сачињава одговарајући Извештај и упућује га наставно научном већу на усвајање. Поступак вредновања квалитета и компетенција дипломираних студената спроведен је у току маја месеца 2019. године тако да наредно вредновање треба спровести 2022.

5. Поступак самовредновања

У оквиру припрема за акредитацију Комисија је у току 2019. Године спровела поступак самовредновања како Факултета као институције тако и појединачних студијских програма. Након спроведеног поступка самовредновања Комисија је сачинила одговарајуће Извештаје. Извештаји су упућени Наставно-научном већу на усвајање и са одлуком о усвајању учињени јавно доступним на сајту Факултета.

У току спровођења поступка самовредновања, из стандарда у стандард, пар одредница се константно понављало као мере за унапређење квалитета и то су

1. У наредном периоду неопходно је извршити ревизију Стратегије за обезбеђење и унапређење квалитета Техничког факултета у Бору јер је, сада важећа стратегија, донешена 2007. године и допуњена 2012.
2. Уз ревизију Стратегије потребно је извршити и ревизију свих аката из области унапређења квалитета при чему то није задатак високог приоритета.
3. Реструктуирати и проширити Комисију за обезбеђење и унапређење квалитета.
4. Извршити ревизију наставних планова и програма на свим нивоима студија и реструктуирати студијске програме.
5. Дефинисати процедуру повратне спреге евалуација – унапређење квалитета
6. Формирати интердисциплинарне тимове за подршку/пројекте/развој.
7. Повећати обим сарадње са привредним и друштвеним субјектима
8. Повећати обим међународне сарадње.

Као след ових мера већ су предузете одговарајуће активности па је тако формиран интердисциплинарни пројектни тим, у оквиру акредитације су унапређени наставни планови студијских програма, формиран је Савет послодаваца, повећан је број међународних пројеката. Започета је и ревизија Стратегије за обезбеђење и унапређење квалитета Техничког факултета у Бору али је због увођења ванредног стања ова активност прекинута и наставиће се са нормализацијом ситуације.

6. Активности везане за текућу акредитацију

Декан факултета је, на предлог Комисије, оформила радну групу за спровођење

поступка акредитације која, у суштини, представља Комисију за квалитет проширену са по два члана са сваког одсека и, по функцији, шефовима одсека. Радна група је на припреми материјала за акредитацију радила у континуитету од почетка 2019. године. Све активности на припреми материјала завршене су октобра месеца 2019. године и документација за акредитацију, са одговарајућим захтевима је предата НАТ-у почетком децембра 2019.

Јуна 2020. Године, чим су се стекли повољни услови, Факултет су посетиле Рецензентске комисије за студијске програме Инжењерски менаџмент и Металуршко инжењерство као и рецензентска коматерија за установу. Након посете комисије и одговора на достављене коментаре на 25. електронској седници КАПК донешена је одлука о акредитацији студијских програма ОАС и МАС Инжењерски менаџмент. На 29. електронској седници КАПК донешена је одлука о акредитацији установе Технички факултет у Бору као и одлуке о акредитацији студијских програма ОАС, МАС и ДАС Металуршко инжењерство.

Септембра 2020. Године Факултет су посетиле рецензентске комисије за студијске програме Рударско инжењерство и Технолошко инжењерство. Након посете комисије су доставиле своје коментаре на које се тренутно припремају одговори и допуне материјала за акредитацију па се очекује, да по достабљању коначног извештаја КАПК донесе одлуку о акредитацији студијских програма Рударског инжењерства и Технолошког инжењерства на некој од предстојећих седница.

У оквиру припрема за акредитацију спроводи се и поступак самовредновања Факултета о чему ће Комисија сачинити одговарајући Извештај.

Комисија је у свом раду остварила добру и пуну сарадњу са руководством Факултета, односно са деканским колегијумом, и због тога што су ресорни продекани по функцији и чланови Комисије.

У Бору,

Септембра 2020. године

Председник Комисије

_____

Проф. др Саша Стојадиновић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-
Бор, **П Р Е Д Л О Г**

Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној _____ године, донело је

КАЛЕНДАР ОДРЖАВАЊА СЕДНИЦА ННВ

У школској 2020/2021. години, седнице ННВ одржаваће се сваког другог четвртка у месецу и то:

ОКТОБАР 2020. године:
седница се одржава у четвртак, 08. 10. 2020. године;

НОВЕМБАР 2020. године:
седница се одржава у четвртак, 12. 11. 2020. године;

ДЕЦЕМБАР 2020. године:
седница се одржава у четвртак, 10. 12. 2020. године;

ЈАНУАР 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 14. 01. 2021. године;

ФЕБРУАР 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 11. 02. 2021. године;

МАРТ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 11. 03. 2021. године;

АПРИЛ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 08. 04. 2021. године;

МАЈ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 13. 05. 2021. године;

ЈУН 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 10. 06. 2021. године

ЈУЛ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 08. 07. 2021. године

СЕПТЕМБАР 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 09. 09. 2021. године;

Услед пандемије вируса COVID-19, школске 2020/2021. године, Календар одржавања седница ННВ биће подложан усаглашавањима и, у случају потребе, одговарајућим променама.

Доставити:
- члановима ННВ
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ
tel: +381(0) 30 424 - 555,
faks: 030 421 – 078
PIB: 100629192, MB: 07130210

University of Belgrade
TECHNICAL FACULTY IN BOR
tel: +381 (0)30 424 - 555,
fax: 030 421 – 078
PIB: 100629192, MB: 07130210

Војске Југославије 12, 19210 Бор, п. фах 50

Број:I/1-
Бор,

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ Техничкогфакултета у Бору

Предмет: Покретање поступка за валидацију и верификацију техничког решења

Према Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача ("Сл. гласник РС", бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017)) обраћам се Научно-Наставном већу Техничкогфакултета у Бору са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења М-85 под називом:

ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ

Ново техничко решење у фази реализације

(М 85)

"Пројектовање параметара ласерског бушења и сечења суперлегуре никла помоћу алгоритма оптимизације ројем честица"

Аутори решења:
др Зоран Стевић, редовни професор, Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду;
др Татјана Шибалија, дипл. инж. маш., редовни професор, Метрополитан Универзитет, Београд;
др Сања Петронић, дипл. инж. маш., виши научни сарадник, Иновациони центар Машинског факултета, Универзитет у Београду;
др Дубравка Миловановић, дипл. физикохемичар, виши научни сарадник, Институт за општу и физичку хемију, Београд;
др Марко Јарић, дипл. инж. маш., научни сарадник, Иновациони центар Машинског факултета, Универзитет у Београду.

Предложено техничко решење је реализовано у оквиру пројекта финансираног од стране Министарства за просвету и науку Републике Србије бр ОН 172060 „Нов приступ дизајнирању материјала за конверзију и складиштење енергије“.

Подносилац захтева:

. Др Зоран Стевић, редовни професор

TEHNIČKO REŠENJE

Naziv:

"Projektovanje parametara laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla pomoću algoritma optimizacije rojem čestica"

Autori:

- dr Zoran Stević, dipl. el. inž. redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru;
- prof. dr Tatjana Šibalija, dipl. inž. maš., redovni profesor, Metropolitan Univerzitet, Beograd;
- dr Sanja Petronić, dipl. inž. maš., viši naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu;
- dr Dubravka Milovanović, dipl. Fizikohemičar, viši naučni saradnik, Institut za opštu i fizičku hemiju, Beograd;
- dr Marko Jarić, dipl. inž. maš., naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu;

Vrsta tehničkog rešenja	M85 - Novo tehničko rešenje (nije komercijalizovano) (M85)
Autori tehničkog rešenja	- prof. dr Zoran Stević, dipl. el. inž. redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru; - prof. dr Tatjana Šibalija, dipl. inž. maš., redovni profesor, Metropolitan Univerzitet, Beograd; - dr Sanja Petronić, dipl. inž. maš., viši naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu; - dr Dubravka Milovanović, dipl. Fizikohemičar, viši naučni saradnik, Institut za opštu i fizičku hemiju, Beograd; - dr Marko Jarić, dipl. inž. maš., naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu.
Naziv tehničkog rešenja	"Projektovanje parametara laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla pomoću algoritma optimizacije rojem čestica"
Ključne reči	Algoritam optimizacije rojem čestica; veličina roja; težina inercije; faktori samo-učenja i socijalnog učenja; veštačke neuronske mreže; lasersko bušenje, lasersko sečenje, superlegura, profilometrija, SEM, EDS

Za koga je rađeno tehničko rešenje	- Predloženo tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije br ON 172060 „Nov pristup dizajniranju materijala za konverziju i skladištenje energije“; - Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
Ko koristi tehničko rešenje	Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
Godina izrade tehničkog rešenja	2019. година
Godina kada je rešenje počelo da se primenjuje	2019. година
Verifikacija rezultata	Naučna verifikacija rezultata ispitivanja je sprovedena putem objavljivanja rezultata u vodećim međunarodnim naučnim časopisims kategorije M21: - Šibalija T., Petronić S., Milovanović D. (2019) Experimental Optimization of Nimonic 263 Laser Cutting Using a Particle Swarm Approach. Metals 9(11): 1147. doi: 10.3390/met9111147 - Šibalija T., (2019) Particle Swarm Optimisation in Designing Parameters of Manufacturing Processes: a Review (2008-2018). Applied Soft Computing 84:105743. doi:10.1016/j.asoc.2019.105743; kategorije M22: - Šibalija, T., Petronić, S., Majstorović, V., Prokić-Cvetković, R., Milosavljevic, A. (2011) Multi-response design of Nd:YAG laser drilling of Ni-based superalloy sheets using Taguchi’s quality loss function, multivariate statistical methods and artificial intelligence. Int J Adv Manuf Technol 54:537–552. doi:10.1007/s00170-010-2945-3; i knjizi kategorije M11: - Šibalija T., Majstorović V. (2016). The advanced multiresponse process optimisation. An intelligent and integrated approach. doi:10.1007/978-3-319-19255-0, Springer, Switzerland.

	Mišljenje korisnika Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
Ko je prihvatio tehničko rešenje	Nastavno naučno veće Tehničkog fakulteta u Boru Univerziteta u Beogradu
Primena rezultata tehničkog rešenja	Eksperimentalno određivanje parametara pri obradi laserskim talasima u zavisnosti od zahteva za mikrostrukturu, morfologiju i mikrotvrdoću površine; primena u eksploatacionim uslovima za izbor vrednosti talasne dužine, impulsne energije i broja impulsa u zavisnosti od zahteva za mikrostrukturu, morfologiju i mikrotvrdoću površine; primena napredne metodologije bazirana na algoritmu optimizacije rojem čestica za optimizaciju procesa sa više izlaza čiji analitički model je nepoznat

Oblast i naučna disciplina na koju se rešenje odnosi: Naučna oblast: tehničke nauke – mašinstvo; uža naučna oblast: proizvodno mašinstvo, veštačka inteligencija u optimizaciji proizvodnih procesa, nauka o materijalima, tehnologija materijala. Oblasti primene tehničkog rešenja su obrada materijala laserom: sečenje i bušenje. Oblast ispitivanja: morfologija, profilometrija i mikrotvrdoća površine metalnih materijala.

Prikazano tehničko rešenje se primenjuje za optimizaciju parametara laserskog bušenja i sečenja, kod obrade delova kod kojih se zahteva tolerancija bliska nuli, i koji rade na povišenim temperaturama i pritiscima. U cilju sigurnosti i pouzdanosti u uslovima eksploatacije konstrukcijskih delova u različitim oblastima industrije potrebno je obezbediti materijale koji imaju precizne geometrijske mere, bolje mehaničke osobine, i optimalne osobine i strukturu površinskog sloja. Oblast primene datog tehničkog rešenja se odnosi na široki spektar mogućnosti primene: procesnu industriju, sektor energetike, avioindustriju, automobilsku industriju. Za optimizaciju parametara procesa laserskog bušenja i laserskog sečenja primenjena je napredna metodologija bazirana na specifičnom evolucionom algoritmu - algoritmu optimizacije rojem čestica. Obzirom da je primena ove metodologije za optimizaciju posmatrana dva procesa pokazala izuzetne rezultate u smislu kvaliteta (preciznosti) dobivenih rešenja, visoke robusnosti u odnosu na podešavanje sopstvenih parametara algoritma i brze konvergencije ka globalnom optimum, i obzirom da primena metodologija ne podrazumeva pretpostavke u vezi broja i vrste kontrolnih parametara procesa, izlaza iz procesa, niti njihovih međuzavisnosti (tj. ne zahteva poznavanje analizičkog modela procesa), primena ove metodologije može biti proširena na optimizaciju i drugih procesa mašinske obrade koji podrazumevaju vrlo zahtevne specifikacije za izlazne karakteristike, tj. za čije izlaze se zahtevaju veoma uska tolerancijska polja. Preporuke za izbor i podešavanje sopstvenih parametara algoritma optimizacije rojem čestica (veličina roja; težina inercije; faktori samo-učenja i socijalnog učenja) su specificirane na osnovu rezultata rada algoritama sa različitim podešavanjima primenjenim za optimizaciju procesa laserskog bušenja i sečenja, u smislu

smernica za primenu algoritma optimizacije rojem čestica (u okviru prezentovane metodologije) za rešavanje optimizacionih problema ostalih srodnih procesa mašinske obrade.

1. PROBLEM KOJI SE REŠAVA TEHNIČKIM REŠENJEM

Superlegure na bazi nikla sastoje se od preko 50% nikla i 8–12 dodatih legirajućih elemenata da bi se poboljšale njihove karakteristike. Zbog vrlo dobrih performansi na visokim temperaturama i pritiscima, velika potražnja za njima je u vazduhoplovnoj, prerađivačkoj i proizvodnoj industriji. Legura Nimonic 263 spada u grupu superlegure na bazi nikla. Zahvaljujući vrlo dobrim mehaničkim svojstvima, dobroj korozionoj i oksidacionoj otpornosti, radni komadi izrađeni od Nimonic 263 superlegure mogu izdržati veoma zahtevne radne uslove, uključujući visoku temperaturu i pritisak. Dalje poboljšanje karakteristika Nimonic 263 delova često je vrlo zahtevan zadatak. Kvalitet laserskog bušenja i sečenja tokom obrade Nimonic 263 delova zavisi od izbora parametara laserskog sečenja i svojstava materijala. Bušenje laserom ima prednosti nad konvencionalnim metodma jer omogućava proizvodnju precizno pozicioniranih rupa malih prečnika, a ujedno manje oštećuju površine oko rupa u odnosu na konvencionalne metode. Bušenje laserom je je efikasan i čist process, a poslednjih decenija se sve više koristi u avioindustriju i biomedicini, kao i kod odgovornih konstrukcija avio mašina, električnim komponentama, procesnoj i gasnoj industriji.

Upotreba lasera za sečenje raznih materijala je počela sredinom 70-ih godina prošlog veka. Laserski snop seče limove brže i kvalitetnije od konvencionalnih procesa metoda, a prednost predstavlja i odsustvo kontakta sa materijalom, nema habanja alata, mogućnost obrade složenih oblika, preciznost, uski rezovi na materijalu, uska zona uticaja toplote. Usmeravanjem fokusa laserskog snopa, pritiskom mlaza gasa, brzinom i energijom laserskog snopa omogućene su obrade materijala koje su od velike koristi kod materijala koji se teško obrađuju konvencionalnim metodama sa strogim zahtevima za projektovanje, kao što su superlegure.

Kako bi procesi mašinske obrade bazirani na upotrebi lasera dali željene rezultate, potrebno je pronaći optimalne vrednosti parametara procesa na bazi specifikacija za izlazne karakteristike iz procesa. Optimizacija parametara kompleksnih procesa laserske obrade koji podrazumevaju više međusobno zavisnih izlaznih karakteristika, kao što su procesi laserskog bušenja i laserskog sečenja, zahteva primenu naprednih optimizacionih metodologija. Kratak pregled postojećih optimizacionih metodologija kao i njihovih nedostataka za primenu pri optimizaciji procesa laserskog bušenja i sečenja je dat u sledećoj sekciji. U cilju prevazilaženja nedostataka postojećih metoda, predložena je napredna optimizaciona metodologija koja uključuje primenu evolucionih algoritama za pronalaženje globalnog optimuma (optimalnih vrednosti kontrolnih parametara procesa) u multi-dimnezionom prostoru potencijalnih rešenja. Međutim, neophodno je izabrati odgovarajući evolucioni algoritam koji u potpunosti odgovara na izazove kompleksnih optimizacionih problema posmatranih u ovom tehničkom rešenju. Pored toga, obzirom da je poznato da: (I) uspešnost primene evolucionih algoritama uveliko zavisi od adekvatnog izbora vrednosti sopstvenih parametara algoritma, i (II) nije moguće garantovati potpunu ponovljivost rezultat evolucionog algoritma (za isti optimizacioni problem, čak ni pod istim uslovima rada), od esencijalne važnosti je analizirati robusnost izabranog algoritma i adekvatno podesiti njegove sopstvene parametre kako bi se osigurao adekvatan rad algoritma, a time i pronalaženje stvarnog globalnog rešenja posmtranog optimizacionog problema.

2. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU

Generalno, metode za projektovanje parametara procesa, tj. za optimizaciju proizvodnih procesa, se mogu podeliti u dve osnovne grupe:

a.) konvencionalne metode koje uključuju iterativne matematičke metode i statističke metode, tj. metode eksperimentalnog projektovanja kao što su Taguči metod ili metodologija odzivnih površina;
b.) nekonvencionalne metode bazirane na tehnikama veštačke inteligencije, kao što ekspertni sistemi, fazi logika, veštačke neuronske mreže i metaheursitički algoritmi.

Metodologija odzivnih površina (engl. *response surface methodology*) je najčešće korišten pristup za optimizaciju industrijskih procesa. Nedostaci ovog metoda su sledeći [1]: nije pogodan za optimizaciju procesa sa većim brojem izlaznih karakteristika (više od 3 izlazne karakteristike); rezultira lokalnim optimumom u slučaju nelinearnih međuzavisnosti u procesu i kada je proces karakterisan većim brojem kontrolnih parametara i izlaznih karakteristika; istovremena optimizacija u odnosu na srednju vrednost i varijaciju izlazne karakteristike nije pgodna za praktičnu upotrebu jer se time udvostručuje broj izlaza. Obzirom da optimizacioni problemi posmatrani u ovom tehničkom rešenju uključuju veći broj izlaznih karakteristika, zbog navedenih nedostataka zaključeno je da metodologija odzivnih površina nije pogodna za njihovo rešavanje.

Tagučijev metod projektovanja robusnih procesa (engl. *Taguchi robust parameter design*) je baziran na odnosu signalnih i poremećajnih parametara procesa (engl. *signal-to-noise ratio*) i funkciji gubitka usled nekvaliteta (engl. *qulity loss* - QL *function*). Cilj ovog metoda je pronalaženje optimalnih vrednosti kontrolnih parametara procesa kojim se istovremeno postiže željena srednja vrednost i smanjuje varijacija izlazne karakteristike. Ovaj metod je projektovan za optimizaciju procesa sa jedniom izlaznom karakteristikom; njegova primena za procese sa više izlaza zahteva pronalaženja kompromisnog rešenja između optimalnih vrednosti kontrolnih parametara za različite izlaze, što obično uključuje određen nivo subjektivnosti. Različiti pristupi su razvijeni kako bi se prevazišao ovaj problem; sledi kraće objašnjenje najčešće korišćenih pristupa: (I) dodeljivanje težinskih faktora pojedinačnim izlazima radi formiranja jedinstvene mere procesa, što podrazumeva subjetivnu alokaciju težinskih faktora pri čemu zavisnosti među izlazima nisu razmatrane; (II) primena analize glavnih komponenti (engl. *principal component analysis* – PCA) radi transformacije izlaza koji su međusobno zavisni u neazvisne glavne komponente, pri čemu se u daljoj analizi uzimaju u obzir samo one komponente čiji je vektor sopstvenih vrednosti veći od 1 [2,3], što znači da je analiza bazirana samo na delu ukupne varijacije originalnih izlaza, ali ne na ukupnoj varijaciji; (III) primena analize relacija sa šumom (engl. *grey relational analysis* - GRA) radi integsianja više izlaznih karakteristika u jedinstvenu meru procesa (stepen relacija sa šumom), pri čemu se težinski koeficijenti subjektivno dodeljuju pojedinačnim izlaznim karakteristikama [4] a korelacije među izlazima nisu razmatrane; (IV) primena pristupa funkcije poželjnosti (engl. *desirability function approach*) radi integracije pojedinačnih izlaza u jedinstvenu meru procesa [5], pri čemu se korelacije među izlazima ne razmatraju, a primena ovog metoda zahetva poznatu funkciju cilja (model procesa); pored toga, ovaj metod je kritikovan zbog toga što često ne pronalazi optimalno rešenje.

Opšti nedostatak pomenutih metoda, pored nedostataka navedenih za pojedinačne pristupe, je u tome što ne razmatraju sve kontinualne vrednosti kontrolnih parametara u okviru određenih granica, nego uzimaju u obzir samo diskretne vrednosti korišćene u eksperimentu. Usled ovog nedostatka, ovi pristupi nisu pogodni za globalnu optimizaciju.

Tehnike veštačke inteligencije, a posebno metaheuristički algoritmi, nametnuli su se kao efikasna alternative konvencionalnim, statističkim metodama, zbog sposobnosti pretraživanja

svih kontinualnih vrednosti varijabli u multidimenzionom prostoru. Genetski algoritam (eng. *genetic algorithm*) i simulirano odgrevanje (engl. *simulated annealing*) su dva najčešće korištena algoritma za optimizaciju industrijskih procesa [6]. Detaljna i sveobuhvatna analiza rezultata primene različitih metaheurističkih algoritama za projektovanje parametara proizvodnih procesa pokazala je da je algoritam optimizacije rojem čestica (engl. *particle swarm optimisation* - PSO) dao najbolje rezultate, pored par novijih algoritama koji još nisu dovoljni ispitani [7]. Ova analiza je dokazala da je PSO algoritam robusniji, odnosno manje ovisan o podešavanju sopstvenih parametara od većine ostalih metaheurističkih algoritama. Pored toga, specifičan način održavanja ravnoteže između lokalnog i globalnog pretraživanja je jedan od osnovnih rezultata uspešnosti primene PSO. Ovo su, ujedno, i razlozi zašto je metodologija za projektovanje parametara laserskih procesa prikazanih u ovom tehničkom rešenju bazirana na algoritmu optimizacije rojem čestica.

Poslednjih godina je povećan interes za laserskim bušenjem različitih materijala, ispitivan je uticaj i optimizovani su parametri bušenja kao što su: srednja snaga, impulsna energija, trajanje impulsa, frekvencija impulsa i pozicija fokusa [8-11]. Efektivnost rupa dobijenih procesom laserskim bušenjem zavisi od geometrijske karakteristike rupa, a uticaj parametara lasera na te karakteristike rupa bušenih u limovima superlegure nikla debljine 0.7 i 1.2 mm, je analizirano u [12]. Salonitis i saradnici [13] su predstavili teoretski model zasnovan na pretpostavci da tokom svakog laserskog pulsiranja, konačna zapremina materijala bude uklonjena.

Lasersko sečenje je obrađeno u dovoljnom broju naučnih radova gde su prikazani osnovni principi laserskog procesa sečenja podaci o vrstama materijala koji se koriste u ovom procesu [14 - 16].

Veliki broj ispitivanja je posvećen laserskom sečenju različitih materijala, kao što su ugljenični čelici [17], nerđajući čelici [18-20], sečenje superlegura na bazi nikla [21,22], sečenje aluminijuma [23], sečenje fiberom ojačanih panela [24, 25], legura od cirkonijuma [26]. Bicleanu i saradnici [27] su predstavili analitički model za sečenje metala impulsnim laserom. Kim i saradnici [28] predstavili matematički model koji objašnjava proces koji se odvija tokom laserskog sečenja nerđajućeg čelika.

Da bi se dobio najbolji kvalitet reza neophodna je optimizacija laserskih parametara koji utiču na kvalitet samog reza, a to su: frekvencija impulsa, impulsna energija, širina impulsa, brzina rezanja, tip pomoćnog gasa i njegov pritisak. Optimizacijom i adekvatnom kontrolom ovih parametara dobijeni su željeni kvaliteti reza, a rezultati ispitivanja su prikazani u [29-36].

3. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

3.1. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimenti su rađeni na limovima superlegure Nimonik 263. Uzorci su bili hladno valjani i termički obrađeni u dva koraka: 1) rastvarajuće žarenje na 1150 °C/1 h/WC (kaljenje vodom) i 2) taloženje na 800 °C/8 h/AC (hlađenje na vazduhu).
U Tabeli 1. je dat hemijski sastav ove legure.

Tabela 1. Hemijski sastav superlegure nikla Nimonik 263

	Sadržaj elemenata u težinskim procentima										
Element	C	Si	Mn	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ti	Ni
Tež.%	0.06	0.3	0.5	0.5	20	20	0.1	0.5	5.9	2.2	balance

Rupe u limovima su bušene Nd: YAG laserom u impulsnom režimu rada model HTS Mobile LS-P160 (OR Laser), a specifikacije lasera su date u Tabeli 2.

Tabela 2. Specifikacija HTS pokretnog LS-P160 Nd: YAG lasera

Parametri lasera	Opseg parametara
Maksimalna srednja snaga lasera	160 W
Vršna snaga impulsa	7.5 kW
Maksimalna energija impulsa	80J
Trajanje impulsa	0.2–20 ms
Frekvencija impulsa	1.0–20 Hz
Prečnik fokusa	0.2–2.0 mm

Dimenzije ispitivanih uzoraka su 150x150x1,2 mm. Parametri procesa laserske obrade bušenjem su date u Tabeli 3. Identičnim parametrima su bušena po tri rupe i kao merodavna je uzimana izračunata srednja vrednost.

Tabela 3. Parametri procesa bušenja laserom

Parametar laserske obrade	Vrednost (opseg)
Trajanje impulsa [ms]	0,5;0,7; 1,0; 1,2;1,8
Energija impulsa [J]	65,6
Frekvencija impulsa [Hz]	5; 7 i 9
Srednja snaga [W]	128
Mesto fokusa	na površini

Za drugi deo eksperimenta - rezanje materijala je korišćen Bistronic laser, (2000), BISTAR 3015. Korišćen je isti materijal, hemijskog sastava prikazanog u Tabeli 1, a dimenzije limova su 50x150x2 mm. U tabeli 4 prikazane su karakteristike lasera za lasersko rezanje, a u Tabeli 5 parametri procesa laserskog rezanja korišćeni u eksperimentu.

Tabela 4. Karakteristike lasera Bistronic laser, (2000), BISTAR 3015

Parametri lasera	Opseg parametara
Maksimalna srednja snaga [W]	2800
Brzina [mm/s]	6000
Frekvencija impulsa [Hz]	2500
Pritisak pomoćnog gasa [bar]	20
Polarizacija	kružna

Tabela 5. Parametri laserske obrade rezanjem

Parametri lasera	Opseg parametara
Srednja snaga [W]	1400; 1800; 2800
Brzina [mm/s]	4000; 4500;5000

Položaj fokusa	na gornjoj strani uzorka; na donjoj strani uzorka; 0,5 mm ispred materijala
Pritisak azota [bar]	4; 8; 12

3.2. METODOLOGIJA ZA PROJEKTOVANJE PARAMETARA PROCESA BAZIRANA NA ALGORITMU OPTIMIZACIJE ROJEM ČESTICA

Nakon izvođenja eksperimenta projektovanog na osnovu broja i nivoa variranja kontrolnih parametara (faktora) procesa, neophodno je izvršiti obradu eksperimentalnih rezultata, obzirom da posmatrani procesi laserske obrade podrazumevaju veliki broj izlaznih karakteristika.

Izmerene vrednosti izlaznih karakteristika se izražavaju preko Tagučijeve funkcije gubitka usled nekvaliteta (QL), kako bi se prikazala relativna važnost svakog izlaza za kupca na potpuno objektivan način [37]:

$$QL = K \cdot \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^{\,2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{smaller - the - better } (STB) \\ \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (y_i - m)^2 = \frac{n-1}{n}.s^2 + (\bar{y} - m)^2 \ldots \text{nominal - the - best } (NTB) \\ \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{y_i^{\,2}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{larger - the - better } (LTB) \end{array} \right\} \quad (1)$$

gde su s^2 i $\bar{y}$ varijacija i srednja vrednost uzorka od n jedinica, respektivno; STB su karakteristike za koje se zahteva minimizacija srednje vrednosti; LTB su karakteristike za koje se zahteva maksimizacija srednje vrednosti; NTB su karakteristike za koje se zahteva postizanje ciljne srednje vrednosti m.

Obzirom da su izlazne karakteristike iz procesa međusobno zavisne, normalizovane vrednosti funkcije gubitka usled nekvaliteta (NQL) za svaku izlaznu karakteristiku prestavljaju ulaz u PCA sa ciljem dobivanja nezavisnih glavnih komponenti. Metod GRA se primenjuje nad dobivenim nezavisnim komeponetama koje se integrišu u jedistvenu meru procesa. Za razliku od uobičajenih pristupa iz literatura, u ovoj metodologiji sve glavne komponente su uzete u obzir pri formiranju jedinstvene mere precesa, i to u skladu sa pripadajućim težinskim fakotrima izračunatim primenom PCA. Na taj način dobiva se jedinstvena mera procesa (JMP) na potpuno objektivan način [1].

Efekat kontrolnih parametara na JPM se izračunava kao aritmetička sredina svih JPM vrednosti za određeni nivo posmatranog kontrolnog parametra. Optimalne vrednosti kontrolnih parametara su one koje imaju najveći uticaj na JPM. Ovim se dobiva potencijalno optimalno rešenje iz skupa diskretnih vrednosti (nivoa) kontrolnih parametara posmatranih u eksperimentu.

Kako bi se izvršila globalna optimizacija posmatranog procesa primenom algoritma PSO, neophodno je prvo razviti model procesa koristeći veštačke neuronske mreže (engl. *artificial neural networks* – ANNs). Ulazni sloj ANN sadrži kontrolne parametre procesa, a izlazni sadrži jedan neuron koji se odnosi na JPM. Broj neurona u srednjem, tj. skrivenom sloju se podešava tako da se dobije ANN model sa najmanjom greškom (srednja vrednost kvadrata između orginalnih vrednosti i predikcije mreže, odnosno izlaza iz ANN) i najvećom vrednosti koeficijenta R (stepen korelacija između originalnih vrednosti i predikcija mreže) [1].

Ovakav neuronski model procesa predstavlja ulaz, odnosno funkcija cilja za PSO algoritam koji vrši pretraživanje kontinualnog multidimezionog prostora kako bi pronašao globalni optimum,

odnosno optimalne vrednosti kontrolnih parametara procesa kojim se postiže maksimalna JPM vrednosti.

Sledi prikaz koda za formiranje funkcije cilja za PSO u sofveru Matlab, gde *myANN* predstavlja izabrani neuronski model procesa, a x_1 do x_n (x_i, i=1, …. n) su kontrolni parametri procesa:

```
function JPM = myNN_Function(pop, myANN)
load myANN;
   JPM = zeros(size(pop,1),1);
   for i = 1:size(pop,1)
   x1 = pop(i,1);
   …
   Xn = pop(i,4);
   JPM (i)= - sim (myANN,[x1; …;xn]);
   end
end
```

PSO algoritam korišten u prikazanoj metodologiji i primenjen za optimizaciju procesa laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla podrazumeva sledeće korake:

1. Formiranje inicijalnog roja čestica sa pozicijama x_i i brzinama v_i.
2. Proračun funkcije cilja za česticu x_i:
   - pronalaženje najbolje pozicije čestice do sada - *pbest*, i odgovarajuće funkcije cilja *f(pbest);*
   - pronalaženje najbolje pozicije čitavog roja do sada – *gbest,* i odgovarajuće funkcije cilja *f(gbest).*
3. Ažuriranje brzine čestice, odnosno proračun nove brzine čestice v_i^{new} na osnovu prethodne brzine v_i i težine inercije w , kognicione komponente i socijalne komponente koje zavise od faktora samopodešavanja (samoučenja) c_1 i faktora socijalnog podešavanja (učenja) c_2, a u_1 i u_2 su uniformno [0,1] distribuirani slučajni vektor čije dužine odgovaraju broju varijabli (kontrolnih parametara):

   $$v_i^{new} = wv_i + c_1u_1(pbest - x_i) + c_2u_2(gbest - x_i) \qquad (2)$$

4. Ažuriranje pozicije čestice, donosno proračun nove pozicije čestice x_i^{new} na osnovu prethodne pozicije x_i i ažurirane brzine čestice v_i^{new}:

   $$x_i^{new} = x_i + v_i^{new} \qquad (3)$$

5. Proračun i ocena funkcije cilja:
   - ako je $f(x_i) < f(pbest)$, onda $pbest=x_i$;
   - ako je $f(x_i)<f(gbest)$, onda $f(gbest)=f(x_i)$ i $gbest=x_i$.
6. Ažuriranje roja čestica na osnovu ocene funkcije cilja iz prethodnog koraka.
7. Ponavljanje procedure od drugog do šestog koraka, dok se ne ispuni kriterijum za zaustavljanje algoritma.

Iako se smatra da je PSO jedan od najrobusnijih metaheurističkih algoritama, jedan od ciljeva ovog tehničkog rešenja bio je i analiza uticaja sopstvenih parametara PSO na kvalitet (preciznost) dobijenog rešenja tj. globalnog optimuma, kao i na brzinu konvergencije PSO algoritma ka optimum. Prehodna istraživanja su pokazala da je potrebno izvršiti adekvatno podešavanje sopstvenih parametara algoritma kako bi se obezbedila uspešna konvergencija ka globalnom optimumu [38]. Detaljan i sveobuhvatan pregled literature i analiza primene PSO algoritma za optimizaciju proizvodnih procesa pokazali su da je PSO jedan od nauspešnijih evolucionih algoritama za optimizaciju raznorodnih proizvodnih procesa. Jedan od rezultata ove analize se odnosio i na efikasnost načina primene PSO algoritma, kao i izbor vrednosti sopstvenih parametara PSO algoritma kako bi se obezbedila brza konvergencija ka stvarnom

globalnom optimumu, tj. održao balans između lokalnog i globalnog pretraživanja prostora potencijalnih rešenja što je jedan od najvažnijih elemenata za uspešnu primenu evolucionih algoritama [7]. U skladu sa rezultatima ovog pregleda literature i detaljne analize [7], podešavanja PSO algoritma u ovom tehničkom rešenju su izvršena na sledeći način:

- veličina roja: testirane su vrednosti 2*n*, 5*n* i 12*n*, gde je *n* broj kontrolnih parametara procesa;
- inicijalni roj: testirane su obje opcije: (i) slučajno generisan inicijalni roj; (ii) inicijalni roj definisan u okruženju potencijalno dobrog rešenja (potencijalno optimalno rešenje iz skupa diskretnih vrednosti kontrolnih parametara posmatranih u eksperimentu);
- opseg za težinu inercije *w*: testirani su opsezi [0,1; 1,1], [0,4; 0,9], [0,5; 2,5] i [1,0.; 5,0];
- faktori samopodešavanja i socijalnog podešavanja - c_1 i c_2: testirane su vrednosti $c_1 = c_2 = 0.1$; $c_1 = c_2 = 0.5$; $c_1 = c_2 = 2.0$; $c_1 = c_2 = 5$, i $c_1 = 0.7$, $c_2 = 1.5$.
- kriterijum za zaustavljanje algoritma: realizacija 5000 iteracija algoritma, ili promena u funkciji cilja *f(x)* manja od 10^{-9} za 100 iteracija.

Kombinacijom različitih vrednosti za navedena četiri sopstvena parametra PSO algoritma, za svaki optimizacioni problem razvija se 60 algoritama, i to 30 algoritama sa slučajno generisanim inicijalnim rojem i 30 algoritama sa inicijalnim rojem definisanim u blizini potencijalno dobrog rešenja. Najbolji algoritam je onaj koji pronalazi maksimalnu vrednost JPM; brzina konvergencije ka optimumu (broj iteracija potreban da se pronađe globalni optimum) je usvojena kao dodatni kriterijum za uspešnost algoritma.

3.3. PROJEKTOVANJE PARAMETARA LASERSKOG BUŠENJA I PARAMETARA LASERSKOG SEŠENJA PRIMENOM METODOLOGIJE BAZIRANE NA ALGORITMU OPTIMIZACIJE ROJEM ČESTICA

3.3.1. Projektovanje parametara procesa laserskog bušenja

Eksperiment je projektovan na bazi punog faktorijela, inkorporirajući variranje prvog parametra (*f*) na tri nivoa i drugog parametra (*t*) na pet nivoa, što podrazumeva ukupno 15 eksperimentalnh izvođenja. Nakon izvođenja eksperimenta izmerene su vrednosti izlaznih karakteristika za svako izvođenje, i izračunate su QL vrednosti prema formuli (1), koje su dalje normalizovane kako bi se dobile NQL vrednosti. Metoda PCA je primenjena nad NQL vrednostima, i dobijene su nezavisne glavne komponente koje su integrisane, na bazi proporcije učešća u PCA, u JMP primenom GRA metoda (Tabela 6). Proračunom efekata nivoa kontrolnih parametara procesa na JPM, dobijeno je potencijalno dobro rešenje, odnosno optimalne vrednosti parametara procesa iz skupa diskretnih vrednosti parametara korištenih u eksperimentu: *f*=7, *t*=0,5 [39].

Tabela 6: Deo plana eksperimenta, vrednosti izlaznih karakteristika, glavnih komponenti i JMP za proces laserskog bušenja

Br.	Kontrolni parametri procesa		Izlazne karakteristike							Glavne komponente iz PCA: $Y_j(k)$ *(j=1, … 7; k=1, … 15)*							JMP_k *(k= 1,… 15)*
	f	t	Dent	Dex	Cen	Cex	AR	θ	PR	$Y_1(k)$	$Y_2(k)$	$Y_3(k)$	$Y_4(k)$	$Y_5(k)$	$Y_6(k)$	$Y_7(k)$	
1	5	1,8	432,7	255,3	0,94	0,88	2,77	7,22	0,027	-0,53	0,03	-0,14	0,66	-0,51	1,27	1,08	0,5609
2	5	1,2	427,9	248,8	0,94	0,87	2,80	7,29	0,023	-0,56	0,10	-0,02	0,75	-0,47	1,23	1,11	0,5136
3	5	1,0	422,4	241,4	0,94	0,89	2,84	7,37	0,023	-0,51	0,11	0,01	0,76	-0,46	1,22	1,12	0,5176
…																	
15	9	1,0	394,1	215,7	0,94	0,95	3,05	7,26	0,064	0,06	-0,52	-0,32	0,43	-0,82	1,54	1,15	0,6125

Niz veštačkih neuronskih mreža je obučeno kako bi se uspostavio neuronski model procesa. Neuronska mreža sa topologijom 4-17-1 je postigla najbolje rezultate (greška *MSE* = 1,3 10^{-6} i stepen korelacija *R*=0,98), pa je usvojena kao model procesa.

Usvojeni neuronski model procesa predstavlja funkciju cilja za PSO algoritam. Sumarizacija rezultata rada svih PSO algoritama je prikazana u tabeli 7.

Za PSO algoritme sa slučajno izabranim inicijalnim rojem, rezultati su sledeći:

- Svi algoritmi, osim jednog, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,7523.
- Jedini algoritam koji je pronašao nižu vrednost (u trećoj iteraciji) je bio podešen na sledeći način: veličina roja = 2*n*=4; opseg za težinu inercije = [0,1000; 1,1000], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5.
- Ostali algoritmi su pronašli maksimalnu vrednost JMP = 0,7523, a čak 20 algoritama je rezultovalo sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: *f*=7,4976; *t*=0,5.
- Od ovih 20 algoritama, najbrže je konvergirao (u šestoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja=12*n*=24; opseg za težinu inercije = [1,0; 5,0], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,5. Prikaz rada ovog algoritma je dat na slici 1.

Za PSO algoritme sa inicijalnim rojem u blizi potencijalno dobrog rešenja, rezultati su sledeći:

- Svi algoritmi, sem dva, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,7523.
- Dva algoritma koja su rezultovala nižom JMP vrednošću su bila podešena na sledeći način: (I) veličina roja = 2*n*=4; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5 (algoritam konvergirao u drugoj iteraciji); (II) veličina roja = 5*n*=10; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5 (algoritam konvergirao u petoj iteraciji).
- Od ostalih 28 algoritama koji su rezulitrali maksimalnom vrednošću JMP = 0,7523, 20 algoritama je rezultovalo sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: *f*=7,4976; *t*=0,5.
- Najbrže je konvergirao (u devetoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja = 12*n*=24; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,5, čiji rad je prikazan na slici 2.

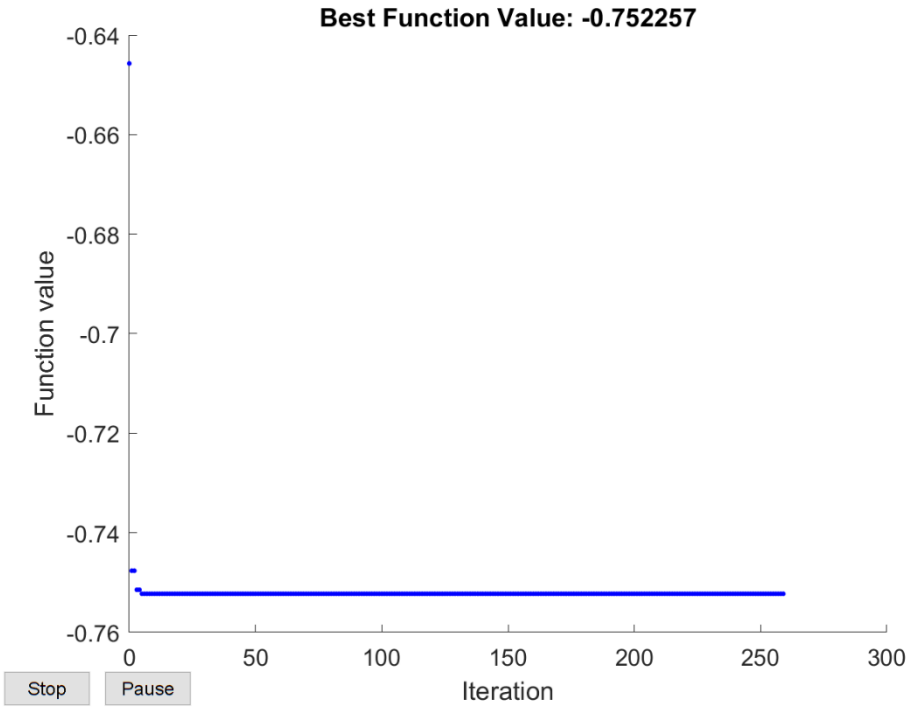
Iz gornje diskusije i rezultat prikazanih u tabeli 7 vidljivo je da je PSO algoritam pokazao visoku robusnost, odnosno neosetljivost na podešavanja sopstvenih parametara, obzirom da je varijacija dobivenih optimalnih vrednosti parametara procesa i rezutujućih JPM vrednosti

veoma mala, kao i visoku brzinu konvergencije ka optimalnom rešenju. Algoritmi za slučajno generisanim inicijalnim rojem su pokazali nešto bolju robusnost (manja varijacija JMP i optimalnih vrednosti kotrnolnih parametara) od algoritama sa definisanim inicijalnim rojem, kao i nešto bržu konvergenciju, u proseku.

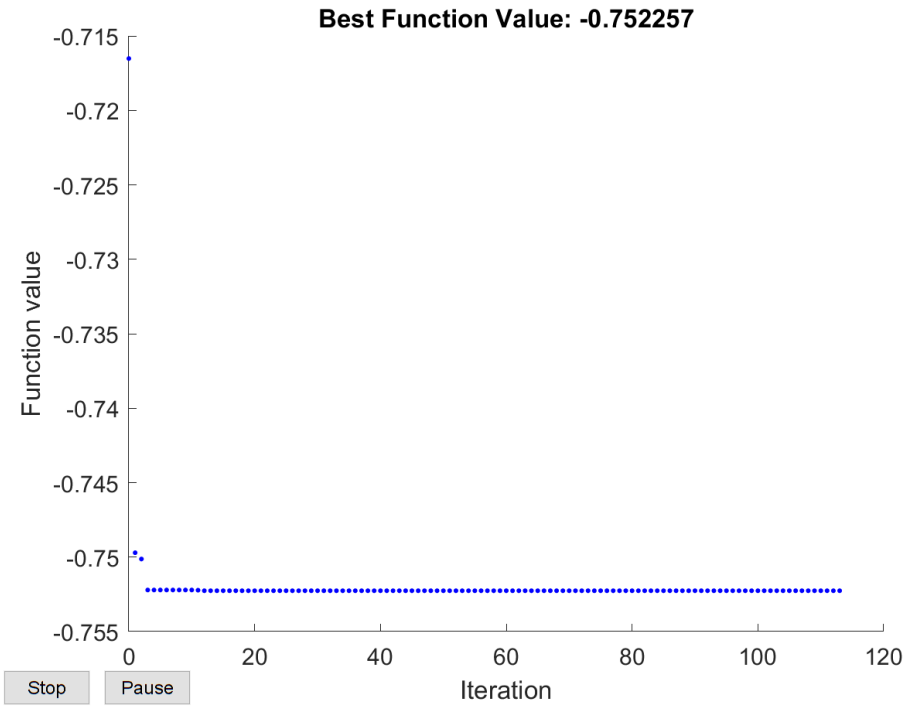
Konačno, sledeće vrednosti parametara procesa su usvojene kao optimalne: f=7,5; t=0,5, čija verifikacija i primena je prikazana u sledećoj sekciji.

Tabela 7: Rezultati uspešnosti rada PSO algoritama pri optimizaciji procesa laserskog bušenja

Rezultati PSO algoritma	PSO sa slučajno izabranim inicijalnim rojem	PSO sa inicijalnim rojem u blizini potencijalnog
Opseg dobivenih vrednosti JMP	0,7521÷0,7523	0,7510÷0,7523
Opseg dobivenih optimalnih vrednosti parametara procesa	[7,4960÷7,5137; 0,5000]	[7,4417÷7, 5082; 0,5000]
Najbolja JMP vrednost	0,7523	0,7523
Optimalne vrednosti parametara procesa koje odgovaraju najboljoj JMP vrednosti	[7, 4976; 0,5000]	[7, 4976; 0,5000]
Broj iteracija potreban za pronalaženje optimuma	3÷55	2÷85
Ukupan broj iteracija algoritma	101÷317	103÷312



Slika 1: Najbolji PSO algoritam sa slučajno generisanim inicijalnim rojem, za optimizaciju procesa laserskog bušenja



Slika 2: Najbolji PSO algoritam sa inicijalnim rojem generisanim u okolini potencijalno dobrog rešenja, za optimizaciju procesa laserskog bušenja

3.3.2. Projektovanje parametara procesa laserskog sečenja

Obzirom da su četiri kontrolna parametra varirana na tri nivoa, eksperiment je projektovan na bazi ortogonalne matrice L9 i sva izvođenja su ponovljena 2 puta. Izmerene izlazne karakteristike su izražene preko QL prema formuli (1), a zatim normalizovane (NQL) kako bi se primenio metod PCA. Rezultujuće nezavisne glavne komponete su intergisane u JPM primenom metoda GRA, i to na bazi proporcija njihovih učešća PCA (Tabela 8). Optimalne vrednosti parametara procesa, iz skupa diskretnih vrednosti parametara korišćenih u eksperimentu, koje su najpovoljnije za postizanje maksimalne JPM vrednosti su : *Np*=12; *f*=3; *P*=2100; *v*=4000 [40] pa se usvajaju kao potencijalno dobro rešenje.

Tabela 8: Deo plana eksperimenta, vrednosti izlaznih karakteristika, glavnih komponenti i JMP za proces laserskog sečenja

Br.	Kontrolni parametri procesa				Izlazne karakteristike							Glavne komponente iz PCA: $Y_j(k)$ *(j=1, … 7; k=1, … 18)*							JMP_k *(k= 1,… 18)*
	Np	f	P	v	Kd	Kt	HV	G	Ra	Rms	PV	$Y_1(k)$	$Y_2(k)$	$Y_3(k)$	$Y_4(k)$	$Y_5(k)$	$Y_6(k)$	$Y_7(k)$	
1	4	1	1400	4000	0,063	1,13	235,2	0	8,5	10,7	104,9	0,51	-0,57	-0,31	0,04	0,24	0,06	-0,11	0,6974
2	4	2	2100	4500	0,057	0,97	209,7	0	8,6	10,7	106,3	0,25	-0,80	-0,65	-0,40	0,22	-0,20	-0,09	0,6932
3	4	3	2800	5000	0,077	1,20	219,4	0	9,5	11,4	190,6	0,75	-0,38	-0,82	-0,46	0,61	0,09	-0,15	0,5799
…																			
18	12	3	2100	4000	0,058	0,91	231,0	0	5,3	6,3	107,0	0,09	-0,40	-0,22	-0,15	0,18	0,10	-0,14	0,8672

Među nekolicinom neuronskih mreža obučenih da modeluju ovaj proces, mreža sa topologijom 4-17-1 je usvojena kao model procesa, pošto je postigla najmanju grešku (MSE = 1,5 10^{-6}) i najveći stepen korelacija R (R=0,99).

Na osnovu usvojenog neuronskog modela procesa, PSO algoritmi su pretraživali multi-dimenzioni prostor potencijalnih rešenja radi pronalaženja globalnog optimuma; rezultati su prikazani u tabeli 9.

Sumarizacija rezultata PSO algoritama sa slučajno izabranim inicijalnim rojem je sledeća:

- Svi algoritmi, sem dva, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,9008.
- Dva algoritma koji su pronašli nižu vrednost JPM su bili podešen na sledeći način: (I) veličina roja = 5n=20; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,1; (II) veličina roja= 5n=20; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=1.
- Ostali algoritmi su pronašli maksimalnu vrednost JMP = 0,9008, a većina algoritama je rezultovala sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: Np=14; f=3; P=2034; v=4000.
- Od ovih algoritama, najbrže je konvergirao (u 23-ćoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja = 2n=8; opseg za težinu inercije = [0,5; 2,5], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,5 (prikaz na slici 3).

Sledi rezime rezultata PSO algoritama sa inicijalnim rojem u blizi potencijalno dobrog rešenja:

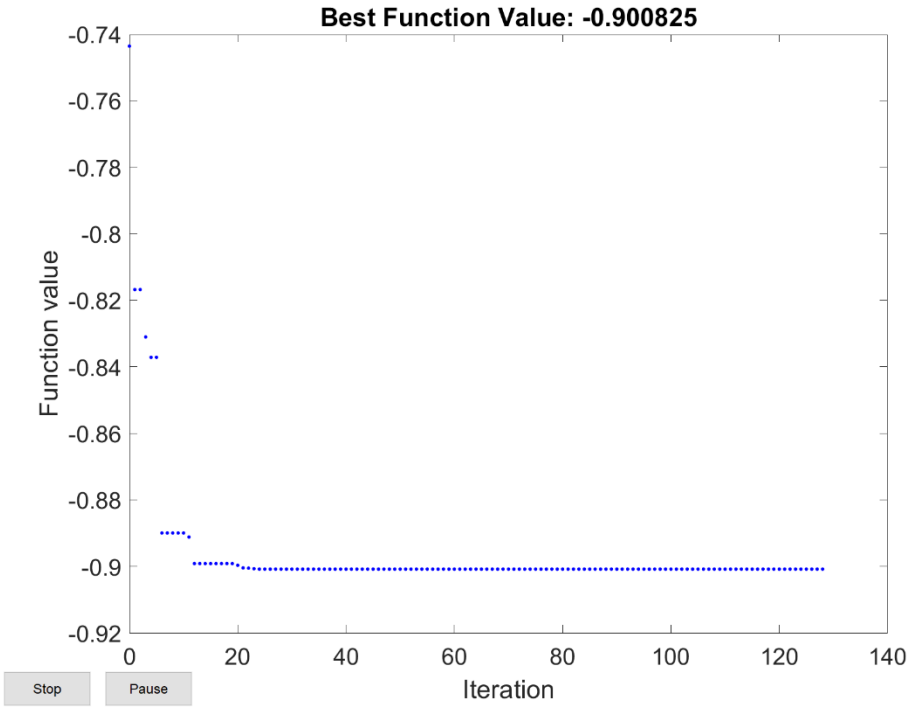
- Svi algoritmi, osim jednog, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,9008.
- Jedini algoritam koji je rezultovao manjom JMP vrednošću je bio podešen na sledeći način: veličina roja = 2n=8; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,1.
- Od ostalih 29 algoritama koji su rezulitrali maksimalnom vrednošću JMP = 0,9008, preko 50% algoritama je rezultovalo sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: Np=14; f=3; P=2034; v=4000.
- Najbrže je konvergirao (u šestoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja = 2n=8; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5 (prikaz na slici 4).

Kao i za optimizaciju laserskog bušenja, PSO algoritam je pokazao visoku robusnost u odnosu na podešavanja sopstvenih parametara (mala varijacija optimalnih vrednosti parametara procesa i rezutujućih JPM vrednosti). Algoritmi za definisanim inicijalnim rojem su pokazali nešto bržu konvergenciju ka globalnom optimum od algoritama sa slučajno izabranim inicijalnim rojem.

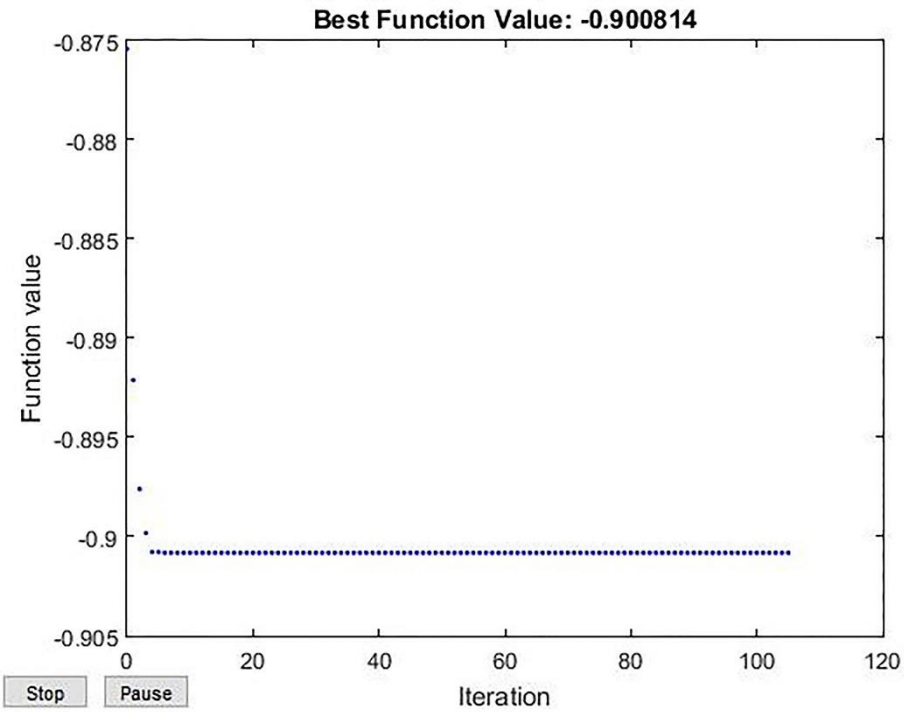
Usvojene optimalne vrednosti parametara procesa su: Np=14; f=pozicija 3 (0,5 mm ispred materijala); P=2034; v=4000, a prikaz njihove verifikacije i primene sledi u sledećoj sekciji.

Tabela 9: Rezultati uspešnosti rada PSO algoritama pri optimizaciji procesa laserskog sečenja

Rezultati PSO algoritma	PSO sa slučajno izabranim inicijalnim rojem	PSO sa inicijalnim rojem u blizini potencijalnog dobrog
Opseg dobivenih vrednosti JMP	0,8940÷0,9008	0,8937÷0,9008
Opseg dobivenih optimalnih vrednosti parametara procesa	[14; 2,5÷3; 1953÷2100; 4000]	[14; 2,6÷3; 2034÷2101; 4000]
Najbolja JMP vrednost	0,9008	0,9008
Optimalne vrednosti parametara procesa koje odgovaraju najboljoj JMP vrednosti	[14; 3; 2034; 4000]	[14; 3; 2034; 4000]
Broj iteracija potreban za pronalaženje optimuma	23÷70	6÷30
Ukupan broj iteracija algoritma	121÷341	105÷291



Slika 3: Najbolji PSO algoritam sa slučajno generisanim inicijalnim rojem, za optimizaciju procesa laserskog sečenja



Slika 4: Najbolji PSO algoritam sa inicijalnim rojem generisanim u okolini potencijalno dobrog rešenja, za optimizaciju procesa laserskog sečenja

Iz gornje analize vidljivo je da je PSO algoritam dao vrlo dobre rezultate pri optimizaciji oba procesa, i to u smislu preciznosti pronalaženja globalnog optimalnog rešenja, vrlo male disperzije rezultata dobivenih primenom algoritama sa različitim podešavanjima sopstvenih parametara, i brze konvergencije ka optimumu.

Podešavanje inicijalnog roja nije značajno uticalo na kvalitet dobijenih rezultata (preciznost pronalaženja optimuma) i brzinu konvergencije, obzirom da je za optimizaciju procesa laserskog bušenja PSO algoritam sa slučajno generisanom inicijalnom populacijom dao nešto bolje rezultate, a za optimizaciju procesa laserskog sečenja PSO algoritam sa definisanim inicijalnim rojem je dao nešto bolje rezultate.

Sledi analiza uticaja ostala tri sopstvena parametra PSO algoritma (veličina roja, opseg za težinu intercije i faktori samo-učenja i socijalnog učenja) na uspešnost rada algoritma pri optimizaciji navedena dva procesa. Izdvajaju se algoritmi koji jedini nisu postigli maksimalnu vrednost JPM (ukupno tri algoritma za optimizaciju procesa laserskog bušenja, i ukupno tri algoritma za optimizaciju procesa laserskog sečenja), i oni su bili podešeni na sledeći način:

- Za optimizaciju procesa laserskog bušenja:
  - veličina roja = 2*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=5;
  - veličina roja = 5*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=5;
- Za optimizaciju procesa laserskog sečenja:
  - veličina roja = 5*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=0,1;
  - veličina roja = 5*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=1;
  - veličina roja = 2*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=0,1.

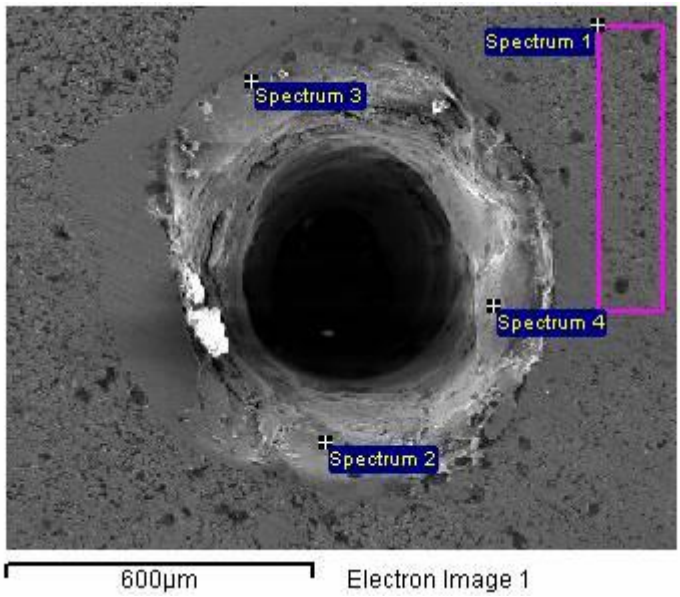
Najpovoljnija veličina roja je najveća testirana vrednost (12*n*, gde je *n* broj kontrolnih parametara procesa), obzirom da ona ni u jednom slučaju primene PSO algoritma nije dala inferiorno rešenje. Vidljivo je da opseg za težinu inercije [0,1; 1,1] nije povoljan za optimizaciju navedenih procesa; ostale testirane vrednosti opsega težine inercije ([0,4; 0,9], [0,5; 2,5] i [1,0.; 5,0]) se mogu preporučiti za optimizaciju srodnih procesa. Sledeće kombinacije vrednosti

faktora samo-učenja i socijalnog učenja: $c_1 = c_2 = 0.5$; $c_1 = c_2 = 2.0$; i $c_1 = 0.7$, $c_2 = 1.5$ mogu se preporučiti za podešavanja PSO algoritma pri optimizaciji srodnih procesa, obzirom da ni u jednom slučaju nisu rezultovale inferiornim rešenjem. Ovi nalazi i zaključci su u skladu sa preporukama za podešavanje PSO algoritma datim na osnovu sveobuhvatne i detaljne analize primene PSO algoritma za optimizaciju proizvodnih procesa [7].

3.4. REZULTATI PRIMENE OPTIMALNIH VREDNOSTI PARAMETARA PROCESA DOBIVENIH PRIMENOM METODOLOGIJE BAZIRANE NA ALGORITMU OPTIMIZACIJE ROJEM ČESTICA

3.4.1. Primena optimalnih parametara procesa laserskog bušenja dobivenih primenom metodologije bazirane na algoritmu optimizacije rojem čestica

Na slici 5 prikazan je izgled rupe pre optimizacije parametara, bušen parametrima: frekvencija 5 Hz i vreme trajanja impulse 1,8 ms. U Tabeli 10 dat je elementalni sadržaj analiziran u spektrumima 1, 2, 3 i 4 prikazanim na slici x. Na obodu rupe, spektar 1, primećuje se povećani sadržaj Al, Ti, Cr, Mn i smanjeni sadržaj Ni, Co i Mo u poređenju sa spektrom 2 - EDS analiza materijala daleko od rupe. Laserska interakcija sa materijalom je rezultat visoke temperature i velikih gustina snage lasera, što rezultuje većim sadržajem Ti, Cr, i Mn, I stvaranja karbida. Viši sadržaj Al ukazuje na formiranje Al oksida. Mikrotvrdoća na udaljenosti od 0,05 mm daleko od rupe je 356 HV0,5, a na udaljenosti od 0,1 mm je 343 HV0,5. U poređenju sa mikrotvrdoćom osnovnog materijala (318) HV0.5, primetno je da interakcija lasera sa materijalom povećava mikrotvrdoću. Ti, Cr karbid i Al2O3 imaju veću mikrotvrdoću od osnovnog materijala što je u skladu sa rezultatima analize EDS-a. Prema tome, laserski postupak bušenja povećao je mikrotvrdoću rupa što je važno jer su izloženi promeni temperature i pritiska.

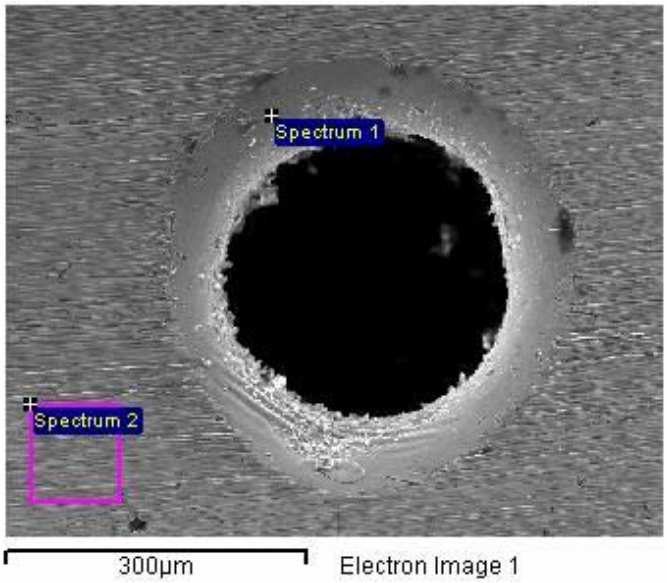


Slika 5: Ulazna strana rupe u limu debljine snimljena SEM-om pre optimizacije

Tabela 10. Rezultati EDS analize otvora na slici 5

Element	C	O	Al	Si	Ti	Cr	Fe	Co	Ni	Mo
Mesto 1.	21,92	2,40	0,65	0,49	1,28	14,35	0,44	15,40	38,61	4,46
Mesto 2.	28,30	29,05	6,28	6,42	3,72	6,26	0,42	4,28	10,68	1,64
Mesto 3.	26,81	12,37	4,70	0,49	1,69	10,50		9,65	29,46	2,10
Mesto 4.	23,09	1,66	0,62	0,26	1,07	10,25	0,34	9,43	22,78	3,78

Na osnovu rezultata datih u tabeli 10 smatra se da je u tačkama 2. i 3. došlo do oksidacije, verovatno formiranjem Al_2O_3 i SiO_2 o čemu svedoči povećan sadržaj Al, Si i O_2. Povećan sadržaj C i Cr upućuju na prisustvo Cr karbida. Vrednosti mikrotvrdoća u ovim oblastima su u odnosu na osnovnu strukturu povećane, što ide u prilog prethodnim razmatranjima.
Na slici 6 prikazan je izgled rupe nakon bušenja optimalnim parametrima laserske obrade i mogu se primetiti dobre geometrijske karakteristike rupe dobijene optimizovanim laserskim bušenjem. U tabeli 11 dati su rezultati EDS analize u spektrumima prikazanim na slici 6.



Slika 6. Ulazna strana otvora snimljena SEM-om posle optimizacije

Tabela 11. Rezultati EDS analize otvora na slici 6

Spectrum	Al	Si	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Mo	Total
Spectrum 1	2,12	0,34	2,12	20,82	0,73	0,53	19,66	51,07	2,60	100,00
Spectrum 2	0,37	0,42	1,61	19,06	0,29	0,52	20,39	51,09	6,25	100,00

Na rubu rupe je povećan sadržaj Al, Ti, Cr, Mn, a smanjen sadržaj Co, Ni, i Mo. Pretpostavljamo da je došlo do stvaranja Al oksida. Usled visokih temperatura i velikih gustina snaga usled interakcije lasera sa materijalom smatra se da je došlo do stvaranja karbida, a pretpostavku pospešuje i visok sadržaj Ti, Cr i Mn.
U tabeli 12. Dat je prikaz promene geometrijskih karakteristika rupa pri povećanju trajanja impulsa i frekvencije impulsa bušenih laserom u limu superlegure Nimonik 263 debljine 1,2 mm.

Tabela 12. Prikaz promene geometrijskih karakteristika rupa pri povećanju trajanja impulsa i frekvencije impulsa

	Trajanje impulsa ↗	Frekvencija impulsa ↗
Ulazni prečnik	↗	↘
Izlazni prečnik	↗	↘
Stepen suženja	↘	↘
Odnos dubina - prečnik	↘	↗
Cirkularnost ulaznog otvora	↘	↘
Cirkularnost izlaznog otvora	↘	↗
Površina rasprskavanja	↗	↗

Prečnici rupa na ulazu i izlazu se povećavaju sa povećanjem trajanja impulsa, dok opadaju sa povećanjem frekvencije impulsa. Posmatrajući rezultate dobijene za lim debljine 1,2mm, veći uticaj na veličinu prečnika ima frekvencija impulsa u odnosu na trajanje impulse, ali se vidi da je za postizanje većih prečnika otvora neophodno produžiti trajanje impulsa. Stepen suženja opada sa povećanjem trajanja impulsa i sa povećanjem frekvencije impulsa.

Veće frekvencije impulsa daju manje prečnike, ali su povoljnije pri zahtevima da stepen suženja bude što je moguće bliži nuli. Pretpostavlja se da je razlog način izbacivanja materijala koji većim delom izlazi na površinu a manjim delom na zadnji deo otvora. Pri većim frekvencijama materijal ima manje vremena da se ohladi između dva impulsa.

U saglasnosti sa promenom prečnika na ulazu, odnos debljina – prečnik raste sa povećanjem trajanja impulsa.

Površina rasprskavanja povećava se i sa trajanjem impulsa i sa povećanjem frekvencije impulsa. Takođe, može da se zaključi da mnogo veći uticaj na površinu rasprskavanja ima frekvencija impulsa nego trajanje impulsa. Povećanje površine rasprskavanja sa većom frekvencijom se i u ovom slučaju tumači tokom izbacivanja materijala.

Interesantno je primetiti da krive za frekvenciju impulsa od 5 Hz i 7 Hz skoro da imaju iste oblike. Takođe, mnogo veće razlike u vrednostima se dobijaju pri povećanju frekvencije impulsa sa 7Hz na 9 Hz, nego sa 5Hz na 7Hz.

Ulazni i izlazni prečnici rastu sa povećanjem trajanja impulsa, dok opadaju sa povećanjem frekvencije. Vrednosti stepena suženja se povećavaju sa povećanjem dužine trajanja impulsa, dok opadaju sa povećanjem frekvencije. Vrednosti stepena suženja su za oko 30% manje nego za lim debljine 0.7 mm pri istim parametrima.

Odnos dubina - prečnik ima najveću vrednost za trajanje impulsa od 0.5 ms, a zatim opada. Takođe, opada sa povećanjem frekvencije impulsa.

Kraća trajanja impulsa, proizvode pravilnije krugove, odnosno cirkularnost ulaznog prečnika je bliža jedinici za manje vrednosti trajanja impulsa. Takođe, nepravilnost kruga se povećava sa povećanjem frekvencije impulsa. Takođe, cirkularnost izlaznog otvora raste sa povećanjem frekvencije impulsa.

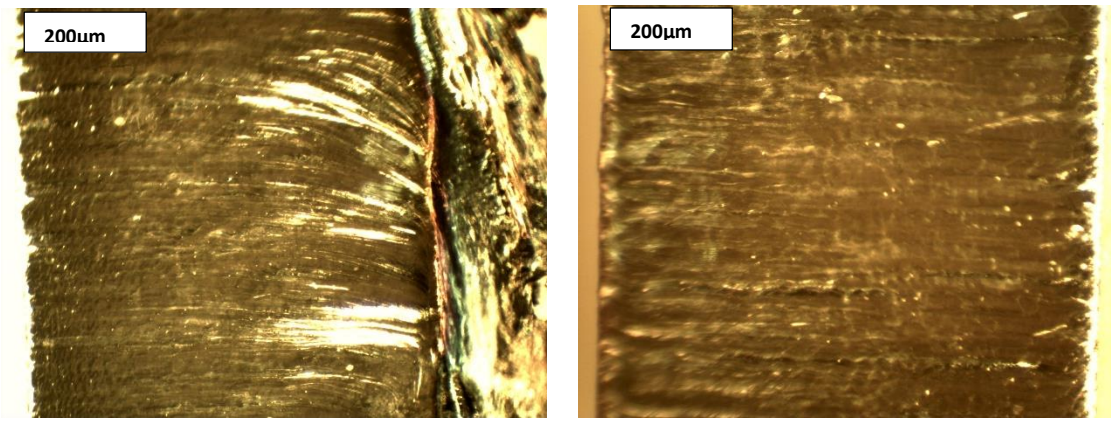
Površina rasprskavanja se povećava i sa porastom trajanja impulsa i sa porastom frekvencije impulsa. Međutim, na površinu rasprskavanja znatno više utiče frekvencija impulsa od trajanja impulsa.

Uzimajući u obzir gore navedena razmatranja, postupak laserskog bušenja dao je povoljne rezultate čime je verifikovano rešenje dobijeno od strane prikazane metodologije bazirane na PSO algoritmu.

3.4.2. Primena optimalnih parametara procesa laserskog sečenja dobivenih primenom metodologije bazirane na algoritmu optimizacije rojem čestica

Izgled reza pre i posle optimizacije dat je na slikama 7a i 7b, respektivno. Na slici 7a prikazana je mikrostruktura dobijena neoptimiziranim parametrima: Np = 8 bar; f = na dnu materijala; P = 2100 kV; v = 4000 mm / min. Na slici se vide tri zone sa različitim karakteristikama Jasno je da tok linija rezanja ima dve zone. Zona I (dubina 1,6 mm od vrha reza) je glađa, sa pravilnim i paralelnim linijama i prosečnom širinom od 130 mm, a pokriva otprilike 55 procenata tretirane površine. Međutim, linije rezanja postaju nepravilne i paralelne, bez jasnog smera u zoni II, zauzimajući oko 25 procenata tretirane površine. Do formiranja livenog sloja na odsečenoj

površini dolazi usled brzog očvršćavanja rastopljenog metala, do kojeg dolazi usled efekta konvekcijskog hlađenja izazvanog visokim pritiskom gasa azota. Treća zona predstavlja otpadak, odnosno šljaku. Na slici 7b prikazana je struktura površine nakon optimizacije, gde su pruge (širine 14–28 μm) gotovo paralelne i ravne duž celog područja sečenja i dobijena je ravnomerno obrađena površina.



Slika 7: Izgled laserskog reza na površini superlegure Nimonik 263: (a) pre optimizacije; (b) nakon optimizacije snimljene optičkim mikroskopom.

Devijacija reza i stepen suženja reza, Kd i Kt generisani po optimizovanim parametrima bili su 0,057 mm i 0,9 mm, a neoptimiziranim postupkom bili su 0,123 mm i 1,15 mm. Mikrotvrdoća (HV) dobijena optimizovanim postupkom bila je 235 HV1, što predstavlja jasnu prednost za strukturu, jer je HV neoptimiziranog područja reza 219 HV1. Optimizovani parametri obezbeđuju ravnomernu strukturu, mali sa paralelnim ivicama, visok kvalitet sečene površine i minimalnu devijaciju i stepen suženja. Jasno je da se Kd i Kt smanjuju kada dođe do povećanja snage lasera, što je posledica rasta mehaničke sile. Veća energija i mehanička sila doprinose većim udubljenjima, što rezultira većim hrapavošću površine. Za delove koji zahtevaju otpornost na habanje, uklanjanje grube površine je obavezno da bi se obezbedile bolje performanse. Vrhovi stvoreni tokom laserskog procesa sečenja mogu inicirati stvaranje mikroprslina ili širenje mikroprslina zbog lokalnog stresa nastalog na ovom delu površine.

Uzimajući u obzir gore navedena razmatranja, postupak laserskog sečenja dao je povoljne rezultate čime je verifikovano rešenje dobijeno od strane prikazane metodologije bazirane na PSO algoritmu.

LITERATURA

[1]Sibalija T., Majstorovic V. (2016). The advanced multiresponse process optimisation. An intelligent and integrated approach. doi:10.1007/978-3-319-19255-0, Springer, Switzerland. M11

[2]Su C.T., Tong L.I. (1997) Multi-response robust design by principal component analysis. Total Qual Manag 8:409–416.

[3]Fung C.P., Kang P.C. (2005) Multi-response optimization in friction properties of PBT composites using Taguchi method and principle component analysis. J Mater Process Technol 17:.602–610.

[4]Lung K.P., Che CW, Shien LW, Hai FS (2007) Optimizing multiple quality characteristics via Taguchi method-based grey analysis. J Mater Process Technol 182:107-116.

[5]Roy R., Mehnen J. (2008) Dynamic multi-objective optimisation for machining gradient materials. Annals of the CIRP 57: 429-432

[6]Sibalija T. (2018) Application of Simulated Annealing in Process Optimization: A Review. In Alex Scollen and Thomas Hargraves (Eds.): Simulated Annealing: Introduction, Applications and Theory, pp. 1-48, Nova Science Publishers, US M13
[7]Sibalija T., (2019) Particle Swarm Optimisation in Designing Parameters of Manufacturing Processes: a Review (2008-2018). Applied Soft Computing 84:105743. doi:10.1016/j.asoc.2019.105743 M21
[8]GVS. Murthy, S. Ghosh, M. Das, G. Das, RN. Ghosh (2008) Correlation between ultrasonic velocity and indentation-based mechanical properties with microstructure in Nimonic 263, Materials Science and Engineering: A, 488(1-2), 398–405.
[9]R. Reed, (2006) The Superalloys, Fundamentals and Applications. USA: Cambridge University Press, New York.
[10] Chester Thomas, Sims and William C.Hagel, (1972) The superalloys, New Yourk, Wiley-Interscience, p.614.
[11] B.F. Scott, (1976) Laser machining and fabrication - A review, 17. International Machine Tool Design and Research Conference, Birmingham, Macmillan Press, proceedings, p.335-339.
[12] S. Petronic, A. Milosavljevic, Z. Radakovic, P. Drobnjak, I. Grujic (2010) Analysis of geometrical characteristics of pulsed Nd:YAG laser drilled holes in superalloy Nimonic 263 sheets, Technical Gazette 17 (1), 61–66.
[13] K. Salonitis, A. Stournaras, G. Tsoukantas, P. Stavropoulos, G Chryssolouris (2007) A theoretical and experimental investigation on limitations of pulsed laser drilling, Journal of Materials Processing Technology 183, 96–103.
[14] G. Chrissolouris, (1991) Laser Machining Theory and Practice, Springer Verlag, New York.
[15] Yilbas B.S (1997) Parametric study to improve laser hole drilling process, Journal of Materials Processing Technology, 70(1-3), 264–273.
[16] W.K. Hamoudi, BG. Rasheed (1995) Parameters affecting Nd:YAG laser drilling of metals, International Journal of Joining Materials,(7), 63–69.
[17] P.Schafer, (1998) Cutting by means of pulsed solid state lasers 5th. International Conference on Lasers in Manufacturing, Berlin, Germany, Proceedings p.3–14.
[18] A. Cekic, D. Begic-Hajdarevic, M.Kulenovic, A.Omerspahic, (2014) CO2 Laser Cutting of Alloy Steels using N2 Assist Gas. Procedia Engineering, 68, 310-315.
[19] N. Rajaram, J. Sheikh-Ahmad, S.H. Cheraghi, (2003) CO2 laser cut quality of 4130 steel. International Journal of Machine Tools and Manufacturing, 43, 351–358.
[20] E. Librera, G.Riva, H. Safarzedeh, B. Previtali, (2015) On the use of Areal Roughness Parameters to Assess Surface Quality in Laser Cutting of Stainless Steel with CO2 and Fiber Sources, Procedia CIRP (33), 533-538.
[21] R.T. Brown, R.W. Frye, (1995) High-brightness laser cutting and drilling of aerospace materials, Laser materials processing conference, ICALEO'95: proceedings of the laser materials processing conference; San Diego; CA, p.818-824.
[22] G.Thawari, J. K. Sarin Sundar, G. Sundararajan, S. V. Joshi, (2005) Influence of process parameters during pulsed Nd:YAG laser cutting of nickel-base superalloys, Journal of Materials Processing Technology, 170(1-2), 229–239.
[23] F.Quintero, J.Pou, F. Lusquinos, M. Boutinguiza, R. Soto, M.Perez- Amor (2000) The influence of the gas flow regime on the Nd:YAG laser cutting of mullite-alumina, FL : Laser Institute of America, Orlando, Proceedings of the ICALEO, B153–B160.
[24] J. Pou, M. Boutinguiza, F. Quintero, F. Lusquinos, R.Soto, M. Perez- Amor, (2000) Laser cutting of car interior trim panels reinforced by natural fibers FL : Laser Institute of America, Orlando, Proceedings of the ICALEO, F62–F71.

[25] SH. Lim, CM. Lee, WJ. Chung (2006) A study on optimum cutting condition of a high speed feeding type laser cutting machine by using Taguchi method, International Journal Precision Engineering and Manufacturing, 7(1), 18–23.
[26] S. Ghosh, B.P. Badgujar, G.L. Goswami, (1996) Parametric studies of cutting zircaloy-2 sheets with a laser beam, Journal of Laser Applications, 8(3), 143–148.
[27] D. Bicleanu, M. Brandt, H. Kaebernick, (1996) An analytical model for pulsed laser cutting of metals, Detroit, MI (United States) Proceedings of the ICALEO, p.68–77.
[28] B.C. Kim, T.H. Kim, Y.S. Jang, K.H. Chung, (2001) Investigation of striation formation in thin stainless steel tube during pulsed Nd: Yag laser cutting process by numerical simulation, Metallurgical and Materials Transactions A, 32(10), 2623–2632.
[29] A.K. Dubey, V. Yadava, (2008) Multi-objective optimisation of laser beam cutting process. Optics and Laser Technology, 40(3), 562–570.
[30] S. Petronic, B. Grujic, D. Milovanovic, R. Jovicic, (2015) Optimisation of laser beam cutting process parameters of autenitic materials, 11th International Conference Structural Integrity of Welded Structures, Timisoara, Romania, p.235-240.
[31] L.V. Shanjin, W.Yang An investigation of pulsed laser cutting of titanium alloy sheet. Optics and Laser Engineering, 44(10), 1067–1077.
[32] I.A. Almeida, W. De Rossi, M.S.F. Lima, J.R. Berretta, G.E.C: Noguerira, N.U.Wetter, N.D. Vieira Jr. (2006) Optimization of titanium cutting by factorial analysis of the pulsed Nd:YAG laser parameters, Journal of Materials Processing Technology, 179, 105–110.
[33] G.Singh, R.V.Grandhi, D.S. Stargel (2010) Modified particle swarm optimization for a multimodal mixed-variable laser peening process, Structural and Multidisciplinary Optimization, 42(5), 769–782.
[34] F.Quintero, J.Pou, F. Lusquinos, M. Boutinguiza, R. Soto, M.Perez- Amor, (2000)The influence of the gas flow regime on the Nd:YAG laser cutting of mullite-alumina, DearBorn, MI USA, proceedings, B153–B160.
[35] H. Chmelickova, M. Polak, (2001) Nd:YAG pulsed laser cutting of metals, 39th International Conference on Experimental Stress Analysis, Tabor, Czech.
[36] J. Mathew, G.L. Goswami, N. Ramakrishnan, N. K. Naik, (1999) Parametric studies on pulsed Nd:YAG laser cutting of carbon fibre reinforced plastic composites, Journal of Material Processing Technology, (89–90), 198–203.
[37] Taguchi G., (1986). Introduction to quality engineering. Asian Productivity Organization, UNIPUB, New York, US.
[38] Pant, M., Thangaraj, R., Abraham, A.: Particle Swarm Optimization: Performance Tuning and Empirical Analysis. In: Abraham, A., Hassanien, A.E., Siarry, P., Engelbrecht, A. (eds.) Foundations of Computational Intelligence, vol. 3, pp. 101-128. Springer, Berlin, Heidelberg (2009)
[39] Sibalija, T., Petronic, S., Majstorovic, V., Prokic-Cvetkovic, R., Milosavljevic, A. (2011) Multi-response design of Nd:YAG laser drilling of Ni-based superalloy sheets using Taguchi's quality loss function, multivariate statistical methods and artificial intelligence. Int J Adv Manuf Technol 54:537–552. doi:10.1007/s00170-010-2945-3
[40] Sibalija T., Petronic S., Milovanovic D. (2019) Experimental Optimization of Nimonic 263 Laser Cutting Using a Particle Swarm Approach. Metals 9(11): 1147. doi: 10.3390/met911114

Verifikacija rezultata

Verifikacija rezultata istraživanja prikazanih u okviru tehničkog rešenja je sprovedena putem objavljivanja rezultata objavljivanjem radova u međunarodnim časopisima sa recenzijom; mišljenjem i ugovorom o poslovno-tehničkoj saradnji sa korisnikom.

Naučna verifikacija rezultata ispitivanja je sprovedena putem objavljivanja rezultata u vodećim međunarodnim naučnim časopisims kategorije M21:

- Sibalija T., Petronic S., Milovanovic D. (2019) Experimental Optimization of Nimonic 263 Laser Cutting Using a Particle Swarm Approach. Metals 9(11): 1147. doi: 10.3390/met9111147
- Sibalija T., (2019) Particle Swarm Optimisation in Designing Parameters of Manufacturing Processes: a Review (2008-2018). Applied Soft Computing 84:105743. doi:10.1016/j.asoc.2019.105743;

kategorije M22:

- Sibalija, T., Petronic, S., Majstorovic, V., Prokic-Cvetkovic, R., Milosavljevic, A. (2011) Multi-response design of Nd:YAG laser drilling of Ni-based superalloy sheets using Taguchi's quality loss function, multivariate statistical methods and artificial intelligence. Int J Adv Manuf Technol 54:537–552. doi:10.1007/s00170-010-2945-3;

i knjizi kategorije M11:

- Sibalija T., Majstorovic V. (2016). The advanced multiresponse process optimisation. An intelligent and integrated approach. doi:10.1007/978-3-319-19255-0, Springer, Switzerland.

Praktična verifikacije je sprovedena u kompaniji Admetal, d.o.o. Bor; priloženi su:

- Mišljenje korisnika Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
- Ugovor sa korisnikom Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
- Dokaz o prodaji tehničkog rešenja.

1. ZAKLJUČAK

Tehničko rešenje: "Projektovanje parametara laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla pomoću algoritma optimizacije rojem čestica" nastalo je kao rezultat rada nakon višegodišnjeg istraživanja na projektima finansiranim od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije, a pre svega tokom rada na projektu „Nov pristup dizajniranju materijala za konverziju i skladištenje energije“, pod evidencionim brojem ON 172060.

U tehničkom rešenju predstavljena je napredna metodologija primenjena za optimizaciju parametara procesa laserskog bušenja i laserskog sečenja. Optimalne vrednosti parametara su uspešno verifikovane i koriste se u praksi, što predstavlja realizaciju prvog cilja ovog tehničkog rešenja. Predložena optimizaciona metodologija bazirana na algoritmu optimizacije rojem čestica (PSO) je dala izuzetne rezultate za oba posmatrana procesa, u smislu: (I) kvaliteta (preciznosti) dobijenih optimalnih vrednosti parametara procesa kojim se postiže visoka vrednost JMP, što pokazuje visok nivo zadovoljenja specifikacija za višestruke izlazne karakteristike iz procesa; (II) izrazito dobre robusnosti PSO algoritma u smislu malog uticaja podešavanja sopstvenih parametara PSO algoritma (stanje inicijalnog roja; veličina roja; težina inercije; faktori samo-učenja i socijalnog učenja) na pronalaženje globalnog optimalnog rešenja (rezultujući skup optimlanih vrednosti parametara procesa); (III) brze konvergencije algoritma ka globalnom optimlanom rešenju, što upućuje na praktičnost i efikasnost primene algoritma u realnom vremenu i realnim industrijskim uslovima. Obzirom da prikazana optimizaciona metodologija nije zavisna od vrste procesa koji se optimizuje, broja i vrste kontrolnih parametara procesa, izlaza iz procesa niti njihovih međuzavisnosti, i ne podrazumeva

eksplicitno poznavanje analitičkog modela procesa, specificirane su smernice za podešavanje PSO parametara za buduće primene u srodnim optimizacionim problemima, odnosno, za optimizaciju srodnih procesa mašinske obrade sa zahetvnim sepcifikacijama u smislu veoma uskih tolerancijskih polja specificiranih za izlazne karakteristike procesa.

Dobijeni rezultati se uspešno primenjuju za bušenje i sečenje limova superlegure nikla Nimonik 263 korišćenjem laserskog snopa.

U Boru, 08.09.2020.

" ADMETAL" D.O.O. – BOR
ul: Stevana Mokranjca 40
Tel: 063/437-691
E-mail: lekovski.sande@gmail.com
Tekući račun: 330-32001565-77
PIB: 108650168
Šifra delatnosti:28520

Предмет: Мишљење о прихваћеном новом техничком решењу примењеном на националном нивоу под називом:

"Пројектовање параметара ласерског бушења и сечења суперлегуре никла помоћу алгоритма оптимизације појем честица"

Ово техничко решење које су развили аутори: др Зоран Стевић, професор, др Татјана Шибалија, редовни професор, др Сања Петронић, виши научни сарадник, др Дубравка Миловановић, научни сарадник, др Марко Јарић, научни сарадник, наше предузеће користи као метод за сечење и бушење легуре никла погодне за рад на високим температурама и притисцима. Решење је коришћено за потребе корисника за израду решетки за пећ и каталитичког сагоревача у каталитичкој пећи од којих се захтева издржљивост на високим температурама. Развијена метода омогућава да се искористи погодност ове технологије тј. да се интеракцијом ласера добију резови и рупе са толеранцијама блиским нули. Мишљења смо да представљено техничко решење омогућава решавање проблема а истовремено битно доприноси и уштеди у времену израде и материјалу. Мишљења смо да техничко решење, овде примењено само за израду решетки за пећ и каталитичког сагоревача у каталитичкој пећи, може да се примени и на друге конструктивне делове, на коморе за сагоревање и делове гасних турбина, а нарочито за делове авиоконструкција где се захтева прецизна технологија.
Бор, 25. 08. 2020. године

Достављено:
Архиви

Корисник техничког решења

DRUŠTVO ZA PROIZVODNJU I TRGOVINU DOO Admetal BOR

Стефан Лековски, директор

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-8
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Одређује се Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата **Јелене Милосављевић,** мастер молекул. Биолог. и физиолог., студента докторских академских студија, студијског програма Технолошко инжењерство под називом: **„Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata и Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији",** у саставу:

1. Др Снежана Шербула, редовни професор Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору - ментор;

2. Др Снежана Милић, редовни професор Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору - члан;

3. Др Тамара Ракић, ванредни професор Универзитет у Београду, Биолошки факултет - члан.

II Извештај о оцени и научној заснованости предложене теме Комисија из става 1. треба да припреми у року од 30 дана од дана именовања.

Доставити:
- именованој
- студентској служби
- члановима Комисије
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК

са VI електронске седнице **Већа катедре за хемију и хемијску технологију**, одржане 16.09.2020. године. У овој електронској седници учествовало је 18 од 18 чланова Катедре (наставника и сарадника), који су се изјаснили о тачкама Дневног реда, што је обезбедило пуноважно одлучивање.

Дневни ред:

1. Усвајање записника са састанка Већа катедре за хемију и хемијску технологију одржаног 09.09.2020. године;

2. Предлог ментора и чланова Комисије за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јелене Милосављевић, дипл. молекуларног биолога и физиолога - мастер, студента докторских академских студија (бр. индекса 1/14), студијског програма Технолошко инжењерство;

3. Разно.

Тачка 1.

Записник са састанка Већа катедре за хемију и хемијску технологију који је одржан 09.09.2020. године, усвојен је једногласно, без примедби.

Тачка 2.

За чланове Комисије за оцену подобности кандидата: Јелене Милосављевић, дипл. молекуларног биолога и физиолога – мастер, студента докторских академских студија (бр. индекса 1/14), студијског програма Технолошко инжењерство, и научне заснованости теме докторске дисертације под називом: „Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији", предлажу се:

1. Др Снежана Шербула, редовни професор
   Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
2. Др Снежана Милић, редовни професор
   Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
3. Др Тамара Ракић, ванредни професор
   Универзитет у Београду, Биолошки факултет.

За ментора се предлаже др Снежана Шербула, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

Тачка 3.

Није било дискусије.

У Бору, 17.09.2020. год.

Шеф катедре за хемију и хемијску технологију

Проф. др Снежана Милић

Захтев

Катедри за Технолошко инжењерство Техничког факултета у Бору

Предмет: Формирање комисије за подобност теме докторске дисертације

Узимајући у обзир да сам положила све предмете из курикулума докторских студија, и тиме стекла потребне услове за израду докторске дисертације, молим да ми се одобри тема докторске дисертације, за коју предлажем следећи назив:

„Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији“

За ментора предлажем проф. др Снежану Шербулу.

Бор, 15.09.2020.

Подносилац захтева:

Јелена Милосављевић, докторанд
Бр. индекса: 1/14

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: _____
Бор, _____ године

ОБРАЗАЦ ЗА ПРИЈАВУ ПРЕДЛОГА ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Име, презиме, адреса и број телефона кандидата: **Јелена С. Милосављевић, Бањско поље II бб, 19216 Брестовачка бања (Бор), 030/477623, 064/4935212**
2. Предлог назива теме докторске дисертације: „Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији“
3. Научна област, ужа научна област, дисциплина којој припада тема: **Техничко-технолошке науке; Хемија, хем. технологија и хем. инжењерство; Технолошко инжењерство**
4. Предлог ментора са којим је кандидат сарађивао код избора и образложења теме: име и презиме, звање, ужа научна област за коју је наставник изабран у звање и датум избора: **Проф. др Снежана М. Шербула, редовни професор, Хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство, 22.06.2016. год.**
5. Образложење теме докторске дисертације (до три странице куцаног текста)*:
5.1. Дефинисање и опис предмета (проблема) истраживања:
5.2. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована:
5.3. Образложење о потребама истраживања: (у прилогу)
5.4. Циљ истраживања са нагласком на резултате које се очекују:
5.5. Програми истраживања (фазе) и оријентациони садржај докторске дисертације:
5.6. Методе које ће бити примењене:
5.7. Начин избора, величина и конструкција узорка:
5.8. Место експерименталног истраживања:
5.9. Остали релеванти подаци: основне методе статистичке обраде података, место и време експерименталне провере резултата истраживања ако је таква провера планирана, веза на шире истраживачке пројекте ако су истраживања у оквиру докторске дисертације њихов део и сл.
5.10. Литература и друга грађа која ће се користити:
ПОТПИС КАНДИДАТА
*) Подаци по тачкама 5.1. – 5.10. наводе се у Образложењу теме

НАПОМЕНА: Поред пријаве предлога теме докторске дисертације, кандидат прилаже:

1. Диплому о стеченом академском звању магистра наука
2. Биографију са тежиштем на ток образовања и усавршавања
3. Библиографију научних и стручних радова као и саме радове
4. Личне податке за службену евиденцију, образац бр. 2 (у прилогу)
5. Сагласност ментора, образац у прилогу 3

5. Образложење теме докторске дисертације

Кандидат: **Јелена Милосављевић**, дипл. молекуларни биолог и физиолог

Назив теме: **Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији**

5.1. Дефинисање и опис предмета (проблема) истраживања:

Присуство токсичних елемената у животној средини, попут метала и металоида, који се ослобађају током антропогених активности, нарочито рударских и металуршких процеса везаних за производњу бакра, доприносе нарушавању физичко-хемијских, као и биолошких особина земљишта. Метали и металоиди се сматрају перзистентним токсичним загађујућим супстанцама које карактеришу латентне, дугогодишње, кумулативне и иреверзибилне особине, а такође се могу акумулирати у ланцу исхране чиме се угрожава људство здравље. Измене физичко-хемијских особина земљишта услед присуства загађујућих супстанци дешавају се веома споро, те је испитивање биолошких особина земљишта као одговор на нарушавање услова средине све више заступљено. Одређивање активности ензима у земљишту у сврхе индикације загађења сматра се брзом, осетљивом и економски исплативом методом са могућношћу употребе у мониторингу загађења у областима нарушеним рударско-металуршким процесима. Праћење концентрација загађујућих супстанци у ваздуху неопходно је са аспекта њиховог утицаја на животну средину и углавном се спроводи конвенционалним методама мониторинга. Међутим, ове методе мониторинга не пружају увид о утицају загађујућих супстанци на живе системе, стога су од нарочитог значаја научна истраживања из области биомониторинга. Биљке које расту у близини индустријских постројења садрже високе концентрације елемената, те је биомониторинг у оваквим срединама од посебне важности. Усвајање токсичних елемената у биљкама указује на њихов потенцијал за примену у фиторемедијацији. Примена биљака које се користе у лековите сврхе и у људској исхрани у биомониторингу и фиторемедијације је веома значајна.

Главни предмет истраживања ове докторске дисертације је утицај токсичних елемената на активност ензима у земљишту из зоне корена (ризосфери) боквице (*Plantago lanceolata*) и маслачка (*Taraxacum officinale*), као и примена ових биљних врста у сврхе биомониторинга и фиторемедијације. Места узорковања земљишта и биљног материјала обухватају најугроженије зоне под утицајем загађења из рударско-металушког комплекса.

5.2. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована:

Научна истраживања указују на значај испитивања активности ензима у земљишту, обзиром на њихову осетљивост на измене у условима средине, као и због чињенице да су методе за одређивање активности ензима у земљишту релативно једноставне и не захтевају употребу скупих инструмената. Са друге стране, на активност ензима у земљишту утичу физичко-хемијске особине, као и присуство вегетације, те њихово испитивање обезбеђује информације које интегришу многе факторе средине. Ризосфера представља специфичну средину за испитивање активности ензима у земљишту, међутим, врло мали број истраживања имао је за циљ испитивање активности ензима у земљишту из зоне корена биљака. Истраживање употребе различитих биљних врста у сврхе биомониторинга и фиторемедијације

заступљено је у научној литератури, при чему је претежно испитивана употреба дрвенастих и жбунастих биљака. Испитивање примене боквице (*Plantago lanceolata*) и маслачка (*Taraxacum officinale*) у сврхе биомониторинга и фиторемедијације је у мањој мери заступљена у литератури. Најчешће су испитивани корен и надземни делови (претежно лишће) боквице и маслачка, док је у научној литератури ретко испитиван садржај елемената у појединачним надземним деловима, што може пружити увид у њихову дистрибуцију према метаболичким потребама биљака. Одређивање активности ензима у ризосфери ових двеју врста је брло мало заступљено.

Најзначајнија литература коришћена за дефинисање теме докторске дисертације:

Angelovičová L., Lodenius M., Tulisalo E., Fazekašova D., Effect of heavy metals on soil enzyme activity at different field conditions in Middle Spis mining area (Slovakia), Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 93 (2014) 670–675.

Antunes S.C., Pereira R., Marques S.M., Castro B.B., Gonçalves F., Impaired microbial activity caused by metal pollution: A field study in a deactivated uranium mining area, Science of the Total Environment 410–411 (2011) 87–95.

Ashraf S., Ali Q., Zahir Z.A., Ashraf S., Asghar H.N., Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils, Ecotoxicology and Environmental Safety 174 (2019) 714–727.

Bini C., Wahsha M., Fontana S., Maleci L., Effects of heavy metals on morphological characteristics of *Taraxacum officinale* Web growing on mine soils in NE Italy, Journal of Geochemical Exploration 123 (2012) 101–108.

Gucwa-Przepióra E., Nadgórska-Socha A., Fojcik B., Chmura D., Enzymatic activities and arbuscular mycorrhizal colonization of *Plantago lanceolata* and *Plantago major* in a soil root zone under heavy metal stress, Environmental Science and Pollution Research 23 (2016) 4742–4755.

Kabata-Pendias A., Pendias H., Trace elements in soils and plants, Third edition, CRC Press, Boca Ration, Florida (2001).

Khan A., Khan S., Khan M.A., Qamar Z., Waqas M., The uptake and bioaccumulation of heavy metals by food plants, their effects on plants nutrients, and associated health risk: a review, Environmental Science and Pollution Research 22 (2015) 13772–13799.

Martínez-Toledo Á., Montes-Rocha A., González-Mille D.J., Espinosa-Reyes G., Torres-Dosal A., Mejia-Saavedra J.J., Ilizaliturri-Hernández C.A., Evaluation of enzyme activities in long-term polluted soils with mine tailing deposits of San Luis Potosí, México, Journal of Soils and Sediments 17 (2017) 364–375.

Niemeyer J.C., Lolata G.B., de Carvalho G.M., Da Silva E.M., Sousa J.P., Nogueira M.A., Microbial indicators of soil health as tools for ecological risk assessment of a metal contaminated site in Brazil, Applied Soil Ecology 59 (2012) 96–105.

Ovečka M., Takáč T., Managing heavy metal toxicity stress in plants: Biological and biotechnological tools, Biotechnology Advances 32 (2014) 73–86.

Pattnaik B.K., Equeenuddin S.M., Potentially toxic metal contamination and enzyme activities in soil around chromite mines at Sukinda Ultramafic Complex, India, Journal of Geochemical Exploration 168 (2016) 127–136.

Shahid M., Dumat C., Khalid S., Schreck E., Xiong T., Niazi N. K., Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake, Journal of Hazardous Materials 325 (2017) 36–58.

Skrynetska I., Karcz J., Barczyk G., Kandziora-Ciupa M., Ciepał R., Nadgórska-Socha A., Using *Plantago major* and *Plantago lanceolata* in environmental pollution research in an urban area of Southern Poland, Environmental Science and Pollution Research 26 (2019) 23359–23371.

5.3. Образложење о потребама истраживања:

Вишедеценијска експлоатација налазишта сулфудних руда и пирометалуршка производња бакра несумњиво су утицали на економски развој Борске општине, али се негативне последице индустријских активности на животну средину не смеју занемарити. Рударско-металушке активности, започете пре више од једног века, узроковале су драстично нарушавање, као и загађење свих компоненти животне средине. Изражен негативни утицај на животну средину огледа се и у нарушавању биогеохемијског кружења нутријената попут угљеника, азота, сумпора и фосфора, те је испитивање активности ензима у земљишту укључених у процесе кружења ових елемената веома значајно. Присуство високих концентрација токсичних елемената може инхибирати активност ензима у земљишту. Узимајући у обзир размере загађења, као и штетне ефекте токсичних елемената емитованих током процеса производње бакра, поред конвенционалних метода мониторинга загађења ваздуха, неопходно је праћење садржаја ових загађујућих материја у земљишту, као и биолошком материјалу. Примена биљака у сврхе биомониторинга је веома значајна нарочито у близини индустријских комплекса, обзиром на могућност акумулације токсичних елемената у биљкама које се примењују у лековите сврхе и у људској исхрани. Стога је неопходно испитивање могућности примене биљака за санацију загађених земљишта неком од метода фиторемедијације.

Публикованих научних радова који су испитивали активност ензима у земљишту у околини рудника бакра има јако мало. Са друге стране, способност адаптације боквице и маслачка на раст у срединама нарушеним индустријским активностима, указују на значај испитивања акумулације токсичних елемената у биљном материјалу, обзиром на њихову примену у лековите сврхе, као и у људској исхрани.

5.4. Циљ истраживања са нагласком на резултате које се очекују:

Главни циљеви истраживања и резултати ове дисертације тичу се:

- ✓ анализирања садржаја елемената у земљишту узоркованог на местима са различитим нивоом загађења пореклом из рударско-металуршких процеса;
- ✓ анализирања физичко-хемијских особина узоркованог земљишта;
- ✓ испитивања активности ензима у узорцима земљишта;
- ✓ утврђивања концентрација елемената у узорцима биљног материјала;
- ✓ као и могућности употребе боквице и маслачке у сврхе биомониторинга и фиторемедијације.

Резултати проистекли током израде ове докторске дисертације биће публиковани у форми научних радова у међународним часописима са СЦИ листе, домаћим часописима и саопштени на домаћим и међународним скуповима.

5.5. Програми истраживања (фазе) и оријентациони садржај докторске дисертације:

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације спроводиће се кроз неколико фаза којима је обухваћен:

- ✓ преглед научне литературе из сродних области (теоријски приступ);
- ✓ опис испитиваног подручја и дефинисање зона узорковања земљишта и биљног материјала;
- ✓ избор биљних врста које ће се узорковати;
- ✓ узорковање земљишта и биљног материјала;
- ✓ припрема узорака и одређивање активности ензима у земљишту;
- ✓ припрема узорака земљишта ради одређивања физичко-хемијских особина земљишта (pH вредности, садржаја органских материја, садржаја влаге у земљишту, гранулометријског састава земљишта),
- ✓ припрема узорака земљишта и биљног материјала за микроталасно растварање;
- ✓ хемијска анализа припремљених узорака;
- ✓ анализа и дискусија добијених резултата.

Докторска дисертација оквирно ће се састојати из следећих целина: Увод, Теоријски део, Литературни преглед досадашњих истраживања, Циљ и значај истраживања, Материјали и методе рада, Резултати и дискусија, Закључак, Литература.

5.6. Методе које ће бити примењене:

Узорковање и припрема земљишта и биљног материјала обавиће се стандардним процедурама објашњеним у научној литератури. Одређивање активности ензима у земљишту, извршиће се коришћењем UV-VIS спектрофотометра према процедурама објашњеним у релевантној литератури. Испитивање киселости земљишта, садржаја влаге и органских материја извршиће се према процедурама објашњеним у релевантној литератури. Одређивање грануломатеријског састава земљишта обавиће се коришћењем оптичко-ласерске гранулометријске анализе на апарату MALVERN Instrument MASTERSIZER 2000. Растварање узорака земљишта и биљног материјала вршиће се према дефинисаним методама за микроталасно растварање у микроталасној пећници Milestone ETHOS. За одређивање концентрација елемената у узорцима користиће се оптичка емисиона спектрометрија са индуковано куплованом плазмом ICP–OES, чија употреба у оваквој врсти истраживања представља стандардну процедуру. Анализа добијених података биће извршена коришћењем програма R v 3.5.2.

5.7. Начин избора, величина и конструкција узорка:

На основу дугогодишњег мониторинга квалитета ваздуха који се спроводи у Бору и околини и на основу праваца доминантних ветрова одабране су најугроженије зоне за узорковање земљишта и биљног материјала. Главни критеријуми за избор биљних врста базирају се пре свега на њиховој распрострањености у одабраним зонама узорковања, као и примени у лековите сврхе и у људској исхрани. Главни критеријуми за одабир ензима чија ће се активност у земљишту анализирати су значај у процесима кружења основних нутријената у земљишту.

5.8. Место експерименталног истраживања:

Припрема узорака земљишта и биљног материјала обавиће се на Техничком факултету у Бору. Одређивање активности ензима у земљишту, одређивање киселости земљишта, садржаја органских материја и влаге у земљишту обавиће се на Техничком факултету у Бору. Одређивање гранулометријског састава узоркованог земљишта

обавиће се на Институту за рударство и металургију у Бору. Микроталасно растварање обавиће се у Институту за нуклеарне науке Винча у Београду. Хемијска анализа узорака обавиће се на Техничком факултету у Бору.

5.9. Остали релеванти подаци:

Докторска дисертација представља део истраживања у оквиру научног пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (пројектни циклус од 2011. године):

- ✓ Пројекат из области интегралних и интердисциплинарних истраживања: „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биолошки активних супстанци и других компоненти хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности“ (бр. 46010, **подпројекат 7**);

5.10. Литература и друга грађа која ће се користити:

За израду докторске дисертације користиће се стручна литература са актуелним и релевантним подацима, као и научна достигнућа из области загађења животне средине токсичним елементима, употребе активности ензима у земљишту као индикатора, као и биомониторинга и фиторемедијације. Научној литератури водећих светских издавача доступној у научним базама: SCOPUS, Science Direct, Web of Science и др., приступиће се путем КОБСОН–а.

ПРИЛОГ 2.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: _____
Бор, _____ године

ЛИЧНИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Презиме, име једног родитеља, име: **Милосављевић, Станиша, Јелена**
ЈМБГ: **1101987756033**
Датум рођења, место, општина, република, држава: **11.01.1987. год., Бор, Бор, Република Србија**
Народност: **Српска**
Место сталног боравка, општина, република: **Бањско поље, Бор, Република Србија**
Адреса: **Бањско поље II бб, 19216 Брестовачка бања, Бор**
Број телефона: **030/477623; 064/4935212**
Место, година и назив завршеног факултета: **Београд, 2011. год., Универзитет у Београду, Биолошки факултет**
Место, година и назив факултета на коме је стечено звање магистра наука, научна област: /
Назив магистарске тезе: **/**
Занимање: **дипломирани молекуларни биолог и физиолог – мастер**
Радна организација у којој је запослен, место и адреса: **Технички факултет у Бору, Војске Југославије 12, 19210 Бор**
Језик и писмо на којем ће кандидат написати и бранити докторску дисертацију: **српски језик, латинично писмо**
Потпис

Биографија

Јелена (Станиша) Милосављевић

Образовање и стручно усавршавање

Јелена Милосављевић рођена је 11.01.1987. године у Бору, Република Србија, где је завршила основну школу и гимназију. Основне академске студије на Биолошком факултету, Универзитета у Београду, уписала је школске 2005/2006 године на студијској групи молекуларна биологија и физиологија, а завршила 08.02.2011. године одбраном дипломског рада са оценом 10. Дипломирањем на Биолошком факултету, са просечном оценом 8,45, стекла је стручни назив: дипломирани молекуларни биолог и физиолог, који је у погледу права изједначен са академским називом мастер. Докторске академске студије уписала је школске 2014/2015 године на Техничком факултету у Бору на студијском програму Технолошко инжењерство. Положила је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 10.

Октобра 2015. године засновала је радни однос на Техничком факултету у Бору у звању асистент. У претходним изборним периодима била је ангажована је на основним академским студијама на предметима: Општа хемија, Екологија, Загађење и заштита земљишта, Органске загађујуће материје, Загађење и заштита ваздуха и Технологија воде.

Истраживачка интересовања

Ангажована је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, са почетком реализације 2011. године, под називом: "Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности" (број пројекта ИИИ46010, подпројекат 7).

Кандидат Јелена Милосављевић учествовала је у догађајима посвећеним популаризацији науке: „Тимочки Научни Торнадо – ТНТ" (2016. и 2017. год.) и „Борске ноћи истраживача – БОНИС" (2017. год.). Такође, била је члан организационих одбора међународних конференција Еколошка истина и истраживање животне средине (International Conference Ecological Truth and Environmental Research) – EcoTER 2018, 2019 и 2020, као и Међународног октобарског саветовања рудара и металурга (International October Conference on Mining and Metallurgy) – IOC 2017.

Главна истраживачка интересовања припадају областима загађења животне средине, мониторинга и биомониторинга загађења. Аутор је или коаутор 4 рада публикованих у водећим међународним часописима из категорије М20 (1 рада категорије М21, 3 рада категорије М22), 1 рада публикованог у часопису националног значаја из категорије М50 (категорије М51), 19 саопштења са конференција међународног значаја из категорије М30 (21 саопштење категорије М33 и 1 саопштење категорије М34), као и 5 поглавља у страним књигама (категорија М13).

Библиографија

Јелена С. Милосављевић

✓ **<u>Монографије, монографске студије, тематски зборници, лескикографске и картографске публикације међународног значаја</u>**

1) Монографска студија/поглавље у монографији међународног значаја (M13)

1. T.S. Kalinović, S.M. Šerbula, **J.S. Milosavljević**, A.A. Radojević, J.V. Kalinović**:** Aspects of investigations in phytoremediation, Chapter 4 in *Monograph "Ecological Truth and Environmental Research"*, Editor: Snežana M. Šerbula, Publisher: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Printed by University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, (2018) pp. 59–91.
   (ISBN 978-86-6305-080-8)
   https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/Monograph_2018.pdf
2. S.M. Serbula, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, **J.S. Milosavljevic**, M.R. Stevanovic, Tropospheric Aerosols: Sources and Composition, Chapter 1 in *Air Quality: Aerosol and Biomonitoring*, Editor: S.M. Šerbula, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 1–52.
   (ISBN:978-1-53610-428-8)
   https://novapublishers.com/shop/air-quality-aerosol-and-biomonitoring/
3. S.M. Šerbula, T.S. Kalinović, J.S. Milosavljević, J.S. Stevanović: Aerosol Formation and their Reactions in the Air, Chapter 2 in: *Air quality: Aerosol and Biomonitoring*, Editors: Snežana M. Šerbula, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 53–98.
   (ISBN:978-1-53610-428-8)
   https://novapublishers.com/shop/air-quality-aerosol-and-biomonitoring/
4. S.M. Serbula, J.V. Kalinovic, A.A. Radojevic, **J.S. Milosavljevic**, M.R. Adzemovic, Aerosols and Global Climate Change, Chapter 3 in *Air Quality: Aerosol and Biomonitoring*, Editor: S.M. Šerbula, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 99–132.
   (ISBN:978-1-53610-428-8)
   https://novapublishers.com/shop/air-quality-aerosol-and-biomonitoring/
5. S.M. Šerbula, **J.S. Milosavljević**, T.S. Kalinović, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, B.M. Bugarski, J.S. Stevanović, Bioaerosols: Methods for Reducing Health Risks and Impact on the Environment, Chapter 4 in *Air Pollution: Management Strategies, Environmental Impact and Health Risks*, Editor: G.L. Burns, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 69–98.
   (ISBN:978-1-63485-374-3)
   https://novapublishers.com/shop/air-pollution-management-strategies-environmental-impact-and-health-risks/

✓ **<u>Радови објављени у часописима међународног значаја (М20)</u>**

1) Рад у врхунском међународном часопису (М21)

1. S.M. Serbula, **J.S. Milosavljevic**, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, Extreme air pollution with contaminants originating from the mining–metallurgical processes, *Science of the Total Environment*, 586 (2017) 1066–1075.
(IF(2016)=5,102 (Environmental Sciences 24/229))
(ISSN:0048-9697 (*print*); ISSN:1879-1026 (*electronic*))
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971730339X

2) Рад у истакнутом међународном часопису (М22)

1. J.V. Kalinovic, S.M. Serbula, A.A. Radojevic, **J.S. Milosavljevic**, T.S. Kalinovic, M.M. Steharnik, Assessment of As, Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn concentrations in soil and parts of *Rosa* spp. sampled in extremely polluted environment, *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (2019) 15.
(IF (2017)=2,020 (Environmental Sciences 125/242))
(ISSN 0167-6369 (*print*); ISSN: 1573-2959 (*electronic*))
https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-7134-0

2. A.A. Radojevic, S.M. Serbula, T.S. Kalinovic, J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, J.V. Petrovic, **J.S. Milosavljevic**, Metal/metalloid content in plant parts and soils of *Corylus* spp. influenced by mining–metallurgical production of copper, *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (11) (2017) 10326–10340.
(IF(2016)=3,023 (Environmental Sciences 74/229))
(ISSN:0944-1344 (*print*); ISSN:1614-7499 (*electronic*))
https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-017-8520-9

3. T.S. Kalinovic, S.M. Serbula, J.V. Kalinovic, A.A. Radojevic, J.V. Petrovic, M.M. Steharnik, **J.S. Milosavljevic**, Suitability of linden and elder in the assessment of environmental pollution of Brestovac spa and Bor lake (Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 76 (178) (2017) 11.
(IF(2016)=1,844 (Environmental Sciences 133/229))
(ISSN:1866-6280 (*print*); ISSN:1866-6299 (*electronic*))
https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-017-6485-0

✓ **<u>Зборници међународних научних скупова (М30)</u>**

1) Саопштења са међународног скупа штампана у целини (М33)

1. J. Kalinović, S. Šerbula, T. Kalinović, **J. Milosavljević**, A. Radojević, M. Nujkić: Analysis of Al, Cr and Mn in the root zone soil and plant parts of wild rose (*Rosa* spp.) in the Bor area, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'20, Proceedings, Kladovo, Serbia, Editor: S.

Šerbula, 16–19 June 2020, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2020) pp. 54–59.
(ISBN: 978-86-6305-104-1)

2. T. Kalinović, S. Šerbula, J. Kalinović, **J. Milosavljević**, A. Radojević: The distribution of Al, Fe, Cu, Zn, Pb, Ni, As and Cd within the pine trees from the chemically imbalanced environment, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'20, Proceedings, Kladovo, Serbia, Editor: S. Šerbula, 16–19 June 2020, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2020) pp. 60–65.
(ISBN: 978-86-6305-104-1)
3. **J. Milosavljević**, S. Šerbula, T. Kalinović, J. Kalinović, A. Radojević, B. Spalović: The relations between soil physico-chemical properties and soil enzyme activities in long-term contaminated area, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'20, Proceedings, Kladovo, Serbia, Editor: S. Šerbula, 16–19 June 2020, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2020) pp. 66–71.
(ISBN: 978-86-6305-104-1)
4. A. Radojević, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, T. Kalinović, J. Kalinović, M. Nujkić: Evaluation of soil pollution in the Bor area, 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'19, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 18–21 June 2019, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2019) pp. 148–153.
(ISBN: 978-86-6305-097-6)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2019.pdf
5. T. Kalinović, S. Šerbula, A. Radojević, J. Kalinović, **J. Milosavljević**: Indication of the pollution emitted from the quarry, 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'19, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 18–21 June 2019, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2019) pp. 154–159.
(ISBN: 978-86-6305-097-6)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2019.pdf
6. **J. Milosavljević**, S. Šerbula, A. Radojević, J. Kalinović, T. Kalinović: Assessment of soil contamination with heavy metals by soil pollution indicators, 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'19, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 18–21 June 2019, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2019) pp. 160–165.
(ISBN: 978-86-6305-097-6)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2019.pdf
7. A. Radojević, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, J. Kalinović, T. Kalinović, M. Nujkić: Hazel as a biomonitor of metal(loid) pollution in the urban and industrial zones of Bor, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 78–83.
(ISBN: 978-86-6305-076-1)

https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf

8. J. Kalinović, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, T. Kalinović, A. Šerbula: Content of Ni and Mo in soil and plant parts of wild rose (*Rosa* spp.) in Bor (Serbia), 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 90–95. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
9. T. Kalinović, S. Šerbula, N. Dolić, A. Radojević, J. Kalinović, **J. Milosavljević**: Bioindication of soil pollution with Cu, Zn and As by roots of plants, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 84–89. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
10. A. Radojević, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, J. Kalinović, T. Kalinović, A. Šerbula: The air quality assessment in the Bor agglomeration in the period 2010–2015, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 203–208. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
11. S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, J. Kalinović, T. Kalinović, A. Šerbula: Sulphur dioxide air pollution trends in Bor compared to Serbia and Europe, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 197–202. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
12. S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, T. Kalinović, J. Kalinović, M. Nujkić: Airborne metals/metalloids concentrations in Bor, 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2018, Bor Lake, Bor, Serbia, Editors: A. Kostov, M. Ljubojev, Bor lake, Serbia, 30 September–03 October 2018, Publisher: Mining and Metallurgy Institute Bor, (2018) pp. 417–420. (ISBN: 978-86-7827-050-5)
13. T.S. Kalinović, S.M. Šerbula, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, **J.S. Milosavljević**, J.V. Petrović, Leaves of trees as a low cost material for detection of Cu and Zn in the air, XXV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'17, Proceedings, Vrnjačka Banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017) pp. 227–234. (ISBN:978-86-6305-062-4)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2017.pdf
14. A.A. Radojević, S.M. Šerbula, T.S. Kalinović, M.M. Steharnik, **J.S. Milosavljević**, J.V. Kalinović, Hazel as biomonitor of metal pollution originating from copper

smelter and flotation tailing ponds in the Bor area, XXV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'17, Proceedings, Vrnjačka Banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017) pp. 289–296.
(ISBN:978-86-6305-062-4)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2017.pdf

15. S.M. Šerbula, N.N. Mijatovic, **J.S. Milosavljević**, T.S. Kalinović, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, R.M. Kovacevic, Metal(loid)s content in a medicinal herb grown in industrially polluted area, XXV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'17, Proceedings, Vrnjačka Banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017) pp. 189–195.
(ISBN:978-86-6305-062-4)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2017.pdf

16. A. Radojević, S. Šerbula, T. Kalinović, J. Petrović, **J. Milosavljević**, J. Kalinović, Assessment of metal/metalloids from atmospheric deposition using unwashed foliar samples, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2017 Proceedings, Bor, Serbia, Editors: N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović, 18–21 October 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017), pp. 261–264.
(ISBN 978-86-6305-066-2)

17. T. Kalinović, S. Šerbula, A. Radojević, J. Kalinović, **J. Milosavljević**, M. Steharnik: Root zone soil of elder, linden and pine as indicator of environmental pollution, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2017 Proceedings, Bor, Serbia, Editors: N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović, 18–21 October 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017), pp. 265–268.
(ISBN 978-86-6305-066-2)

18. S. Šerbula, N. Mijatović, **J. Milosavljević**, A. Radojević, T. Kalinović, J. Kalinović, R. Kovačević: Zn and Pb uptake and translocation in nettle from metal polluted area, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2017 Proceedings, Editors: N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović, 18–21 October 2017, Bor, Serbia, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017), pp. 269–272.
(ISBN 978-86-6305-066-2)

19. S. Serbula, **J. Milosavljevic**, A. Radojevic, J. Kalinovic, T. Kalinovic, T. Apostolovski Trujic: Sulphur dioxide level in the air in the period 2009-2015 (Bor, Eastern Serbia), Proceedings of the XXIV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'16, Vrnjačka banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2016, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2016) pp. 97–103.
(ISBN:978-86-6305-043-3)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2016.pdf

20. S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, J. Kalinović, T. Kalinović, Lj. Lekić: Air pollution with As, Pb and Cd in the Bor region from 2009 to 2015, 48th International

October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2016 Proceedings, Editors: N. Štrbac, D. Živković, 28 September–01 October 2016, Bor, Serbia, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2016) pp. 160–163.
(ISBN: 978-86-6305-047-1)

21. **J. Milosavljević**, S. Šerbula, K. Pantović: Pyrolysis of lignocellulosic biomass, Eco-Ist'15, XXIII International Conference Ecological Truth, Kopaonik, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 17–20 June 2015, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2015) pp. 349–355.
(ISBN: 978-86-6305-032-7)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2015.pdf

2) Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. S.M. Šerbula, N.D. Štrbac, **J.S. Milosavljević**, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, T.S. Kalinović, Uticaj teških metala na aktivnost enzima u zemljištu, Ciljevi održivog razvoja u III milenijumu, Knjiga apstrakata, 20-22. april 2017, Beograd, Srbija; Odgovorni urednik: prof. dr Larisa Jovanović; Izdavač: Naučno-stručno društvo za zaštitu životne sredine „ECOLOGICA", (2017) p. 76.
(ISBN:978-86-89061-10-9)

✓ **Радови објављени у часописима националног значаја (M50)**

1) Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

1. S.M. Šerbula, N.D. Štrbac, **J.S. Milosavljević**, A.A. Radojević, T.S. Kalinović, J.V. Kalinović, Uticaj teških metala na aktivnost enzima u zemljištu, Ecologica, 24 (86) (2017) 424–428.
(ISSN:0354-3285).
http://www.ecologica.org.rs/?page_id=340

✓ **Научна сарадња и сарадња са привредом (M100)**

1) Учешће у пројектима, студијама, елаборатима и сл. са привредом; учешће у пројектима финансираним од стране надлежног Министарства (M105)

1. Пројекат ИИИ 46010 под називом: „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности", подпројекат: „Акумулација тешких метала и канцерогених материја у биљном материјалу, биосорбентима и зеолитима - Република Србија, Министарство науке и технолошког развоја, пројектни циклус од 2011. год.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: **Јелена Милосављевић**

Име и презиме ментора: **Проф. др Снежана Шербула**
Звање: **Редовни професор**
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. J.V. Kalinović, **S.M. Serbula**, A.A. Radojević, J.S. Milosavljević, T.S. Kalinović, M.M. Steharnik, Assessment of As, Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn concentrations in soil and parts of *Rosa* spp. sampled in extremely polluted environment, *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (2019) 15. (IF (2017)=2,020 (Environmental Sciences 125/242)) (ISSN: 0167-6369 (*print*); ISSN: 1573-2959 (*electronic*)) https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-7134-0

2. A.A. Radojevic, **S.M. Serbula**, T.S. Kalinovic, J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, J.V. Petrovic, J.S. Milosavljevic, Metal/metalloid content in plant parts and soils of *Corylus* spp. influenced by mining–metallurgical production of copper, *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (11) (2017) 10326–10340. (IF(2016)=3,023 (Environmental Sciences 74/229)) (ISSN: 0944-1344 (*print*); ISSN:1614-7499 (*electronic*)) https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-017-8520-9

3. T.S. Kalinovic, **S.M. Serbula**, J.V. Kalinovic, A.A. Radojevic, J.V. Petrovic, M.M. Steharnik, J.S. Milosavljevic, Suitability of linden and elder in the assessment of environmental pollution of Brestovac spa and Bor lake (Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 76 (178) (2017) 11. (IF(2016)=1,844 (Environmental Sciences 133/229)) (ISSN:1866-6280 (*print*); ISSN: 1866-6299 (*electronic*)) https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-017-6485-0

4. S.M. Serbula, J.S. Milosavljevic, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, Extreme air pollution with contaminants originating from the mining–metallurgical processes, *Science of the Total Environment*, 586 (2017) 1066–1075. (IF(2016)=5,102 (Environmental Sciences 24/229)) (ISSN: 0048-9697 (*print*); ISSN: 1879-1026 (*electronic*)) https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971730339X

5. T.S. Kalinovic, **S.M. Serbula**, A.A. Radojevic; J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, J.V. Petrovic, Elder, linden and pine biomonitoring ability of pollution emitted from the copper smelter and the tailings ponds, *Geoderma*, 262 (2016) 266-275. (IF (2014)=3,524 (Soil science 3/34)) (ISSN: 0016-7061) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706115300562

6. S.M. Serbula, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, Indication of airborne pollution by birch and spruce in the vicinity of copper smelter, *Environmental Science and Pollution Research*, 21 (19) (2014) 11510–11520. (IF(2013)=2,951 (Environmental Sciences 57/216)) (ISSN: 0944-1344 (*print*); ISSN: 1614-7499 (*electronic*)) https://link.springer.com/ article/10.1007/s11356-014-3120-4

7. S.M. Serbula, A.A. Ilic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, N.B. Petrovic, Assessment of air pollution originating from copper smelter in Bor (Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 71 (2014) 1651–1661. (IF(2014)=2,013 (Environmental Sciences107/223)) (ISSN: 1866-6280 (*print*); ISSN: 1866-6299 (*electronic*)) http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-013-2569-7#page-1

8. S.M. Serbula, T.S. Kalinovic, A.A. Ilic, J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, Assessment of airborne heavy metal pollution using Pinus spp. and Tilia spp., *Aerosol and Air Quality Research*, 13 (2013) 563–573. (IF(2011)=2,827 (Environmental Sciences 43/205)) (ISSN: 1680-8584 (*print*); ISSN: 2071-1409 (*electronic*)) https://aaqr.org/articles/aaqr-12-06-oa-0153

9. S.M. Serbula, T.S. Kalinovic, J.V. Kalinovic, A.A. Ilic, Exceedance of air quality standards resulting from pyro-metallurgical production of copper: a case study, Bor (Eastern Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 68 (2013) 1989–1998. (IF(2013)=1,750 (Geosciences, Multidisciplinary 83/174)) (ISSN: 1866-6280 (*print*); ISSN: 1866-6299 (*electronic*)) http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-012-1886-6#page-1

10. S.M. Serbula, D.Dj. Miljkovic, R.M. Kovacevic, A.A. Ilic, Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76 (2012) 209–214. (IF(2011)=2,617 (Environmental Sciences 63/205)) (ISSN: 0147-6513) https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651311003344

Декан

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору

Број: _____
Бор, _____ године

САГЛАСНОСТ МЕНТОРА

Име и презиме, ЈМБГ: **проф. др Снежана М. Шербула, 1802958756014**
Звање и датум избора: **Редовни професор, 22.06.2016.год.**
Назив установе у којој је изабран у звање и ужа научна област: **Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, Хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство (технолошко инжењерство)**
Установа у којој је запослен: **Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору**
Презиме и име кандидата: **Милосављевић С. Јелена**
Назив теме: **Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији**
Научна област: **Техничко-технолошке науке (технолошко инжењерство)**
Сагласност Потпис ментора Датум: 15.09.2020.

На основу чл. 11. и 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору,

с а з и в а м

XIII СЕДНИЦУ

НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА Техничког факултета у Бору

Седница ће се одржати електронским изјашњавањем чланова Наставно-научног већа, почев од 18. 09. до 22. 09. 2020. године до 12.00 часова. Тајно гласање за другу тачку (2.) одржаће се 22. 09. 2020. године у термину од 10.00 до 12.00 сати у холу испред Амфитеатра у Старој згради, а у складу са применом превнтивних мера ради спречавања корона вируса

Д н е в н и р е д:

1. Усвајање записника са XII седнице;
2. Доношење Одлуке о именовању једног члана Савета из реда запослених у настави Техничког факултета у Бору, уместо проф. др Снежане Шербуле, до 30.09.2022. године.
   Именована је Комисија за спровођење тајног гласања у саставу: Доц. др Жаклина Тасић, асистент Предраг Столић и асистент Кристина Божиновић;
3. Усвајање Програма рада Факултета за школску 2020/21. годину - подносилац извештаја: декан, проф. др Нада Штрбац;
4. Усвајање Одлуке о именовању комисија Већа:
   4.1. Комисија за студије II степена;
   4.2. Комисија за студије III степена;
5. Усвајање Извештаја о раду комисије за обезбеђење и унапређење квалитета у областима унутрашњег осигурања квалитета на Техничком факултету у Бору за школску 2019/2020. годину- известилац: председник Комисије, проф. др Саша Стојадиновић;
6. Доношење Одлуке о календару одржавања седница ННВ у школској 2020/21. години;
7. Усвајање захтева за валидацију и верификацију техничког решења (област Енергетика, рударство и енергетска ефикасност), тип М85 – ново техничко решење у фази реализације – **"Пројектовање параметара ласерског бушења и сечења суперлегуре никла помоћу алгоритма оптимизације ројем честица",** аутора: - др Зорана Стевића, редовног професора Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду; - др проф. др Татјане Шибалије, редовног професора Метрополитан Универзитета, Београд; - др Сање Петронић, вишег научног сарадника Иновационог центра Машинског факултета у Београду, Универзитета у Београд;- др Дубравке Миловановић, вишег научног сарадника Института за општу и физичку хемију, Београд; - др Марка Јарића, научног сарадника Иновационог центра Машинског факултета у Београду, Универзитета у Београду;
8. Формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јелене Милосављевић, мастер молекул. Биолог. и физиолог., студента докторских академских студија, студијског програма Технолошко инжењерство;
9. Формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Индире Попадић, мастер менаџмента, студента докторских академских студија, студијског програма Инжењерски менаџмент;
10. Формирање Комисије за одбрану семинарског рада у оквиру докторске дисертације - дефинисање теме кандидата Зорана Радојевића, мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом: “Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима“.

ИЗБОРНО ВЕЋЕ

1. Разматрање предлога Катедре за металуршко инжењерство о поновном покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство, на одређено време и са пуним радним временом.

   Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:

   1. Др Милан Горгиевски, доцент Техничког факултета у Бору – председник,
   2. Др Александра Митовски, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
   3. Др Мирослав Сокић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина (ИТНМС) у Београду – члан.

2. Разматрање предлога Катедре за инжењерски менаџмент о покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област Економија, на одређено време и са пуним радним временом.

   Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:

   1. Др Дејан Ризнић, редовни професор Техничког факултета у Бору – председник,
   2. Др Александра Федајев, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
   3. Др Лела Ристић, редовни професор, Универзитет у Крагујевцу, Економски факултет – члан.

Председник
Наставно-научног већа и
Изборног већа
Д е к а н

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК СА 12. ЕЛЕКТРОНСКЕ СЕДНИЦЕ
НАСТАВНО-НАУЧНОГ И ИЗБОРНОГ ВЕЋА ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ

Седница је електронским путем одржана у складу са Пословником о раду ННВ Техничког факултета у Бору.

Члановима Наставно научног већа Техничког факултета у Бору дана 01. 09. 2020. године електронским путем послат је материјал за седницу са следећим

Д н е в н и р е д:

1. Усвајање записника са XI седнице;
2. Усвајање Извештаја о финансијском пословању Факултета за период 01. 01. – 30. 06. 2020. године – подносилац извештаја: проф. др Нада Штрбац, декан;
3. Разматрање и усвајање Извештаја Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника на основним академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године – подносилац извештаја, председник Комисије: проф. др Саша Стојадиновић;
4. Разматрање и усвајање Извештаја Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о студентском вредновању квалитета наставне литературе на основним академским студијама Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године – подносилац извештаја, председник Комисије: проф. др Саша Стојадиновић;
5. Разматрање и усвајање Извештаја Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника и квалитета наставне литературе на мастер академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године – подносилац извештаја, председник Комисије: проф. др Саша Стојадиновић;
6. Информација о пролазности студената у јунском и јулском испитном року школске 2019/2020. године - известилац: продекан за наставу - проф. др Драган Манасијевић;
7. Доношење Одлуке о одржавању додатног термина за полагање испита у школској 2019/2020. години;
8. Усвајање коначне покривености наставе за школску 2020/2021. годину
   - на основним академским студијама;
   - на мастер академским студијама;
   - на докторским академским студијама;
9. Доношење Одлуке о терминима одржавања испитних рокова у школској 2020/2021. години;
10. Усвајање Извештаја Комисије за оцену и формирање Комисије за одбрану докторске дисертације кандидата:
    - 10.1. мр Љиљане Аврамовић, дипл. инж. неорг.хем.технол., студента докторских академских студија на студијском програму Технолошко инжењерство;
    - 10.2. Андрее Добросављевић, мастер инж. менаџмента, студента докторских академских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент;
11. Формирање Комисије за одбрану семинарског рада у оквиру докторске дисертације - дефинисање теме кандидата Анђелке Стојановић, мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом:: “Моделовање фактора корпоративне друштвене одговорности у условима динамичког пословног окружења“.

ИЗБОРНО ВЕЋЕ

1. Усвајање Реферата Комисије за избор двоје универзитетских наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и

заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидати: др Марија Панић и др Ненад Милијић, доценти на Одсеку за инжењерски менаџмент);

2. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Маја Трумић, доцент);
3. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Зоран Штирбановић, доцент);
4. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Милан Горгиевски, доцент);
5. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Рударство и геологија (рударска група предмета и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Дејан Петровић, дипл. инж. руд.);
6. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Прерађивачка металургија и метални материјали и доношење Предлога Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом (предложени кандидат: др Урош Стаменковић, асистент);
7. Усвајање Реферата Комисије за избор једног универзитетског сарадника у звање асистента за ужу научну област Индустријски менаџмент и доношење Одлуке о избору у звање и заснивању радног односа са пуним радним временом. Предложени кандидат је Момир Поповић, мастер. инж. менаџмента, студент докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент);
8. Усвајање предлога Катедре за менаџмент о покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног универзитетског наставника у звање редовног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент, на неодређено време и са пуним радним временом. (проф. др Ђорђе Николић)
   Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:
   1. Проф. др Иван Михајловић, редовни професор Техничког факултета у Бору –председник;
   2. Проф. др Иван Јовановић, редовни професор Техничког факултета у Бору - члан;
   3. Проф. др Весна Спасојевић Бркић, редовни професор Машинског факултета у Београду - члан;
9. Усвајање предлога Катедре за менаџмент о покретању поступка и доношење Одлуке о расписивању конкурса за избор једног наставника страног језика за ужу научну област Енглески језик, на одређено време и са пуним радним временом (Ениса Николић, дипл. проф.).
   Именује се Комисија за писање реферата у саставу:
   1. Др Зоран Пауновић, редовни професор Филолошког факултета у Београду – председник;
   2. Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору - члан;
   3. Славица Стевановић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору – члан;

Чланови Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору имали су рок до петка 04. 09. 2020. године до 24.00 часова да проследе мејлом своје одговоре и да се изјасне о тачкама дневног реда.

О тачкама дневног реда изјаснили су се: декан, проф. др Нада Штрбац, продекан за наставу, проф. др Драган Манасијевић, продекан за научно-истраживачки рад и међународну сарадњу, проф. др Иван Михајловић, проф. др Витомир Милић, проф. др Ненад Вушовић, проф. др Милан Трумић, проф. др Милован Вуковић, проф. др Грозданка Богдановић, проф. др Дејан Ризнић, проф. др Јелена Ђоковић, проф. др Снежана Шербула, проф. др Ивана Ђоловић, проф. др Дејан Богдановић, проф. др Снежана Милић, проф. др Светлана Иванов, проф. др Снежана Урошевић, проф. др Миодраг Жикић,

проф. др Иван Јовановић, проф. др Саша Марјановић, проф. др Ђорђе Николић, проф. др Јовица Соколовић, проф. др Мира Цоцић, проф. др Слађана Алагић, проф. др Исидора Милошевић, проф. др Марија Петровић Михајловић, проф. др Драгиша Станујкић, проф. др Весна Грекуловић, проф. др Милан Радовановић, проф. др Предраг Ђорђевић, проф. др Љубиша Балановић, проф. др Саша Стојадиновић, проф. др Ивана Марковић, доц. др Дарко Коцев, доц. др Ана Симоновић, доц. др Александра Митовски, доц. др Маја Трумић, доц. др Ненад Милијић, доц. др Марија Панић, доц. др Милан Горгиевски, доц. др Зоран Штирбановић, доц. др Александра Федајев, доц. др Данијела Воза, доц. др Тања Калиновић, доц. др Маја Нујкић, доц. др Ивана Станишев, доц. др Санела Арсић, доц. др Жаклина Тасић, доц. др Милена Јевтић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Славица Стевановић, наставник енглеског језика Сандра Васковић, асист. др Јелена Калиновић, асист. Урош Стаменковић, асист. Драгана Медић, асист. Саша Калиновић, асист. Јелена Милосављевић, асист. Анђелка Стојановић, асист. Јелена Иваз, асист. Јасмина Петровић, асист. Бранислав Иванов, асист. Младен Радовановић, асист. Драгана Мариловић, асист. Милијана Митровић, асист. Павле Стојковић, асист. Александра Паплудис, асист. Предраг Столић, асист. Кристина Божиновић и асист. Катарина Балановић.

Нису се изјаснили: проф. др Милан Антонијевић, проф. др Драгослав Гусковић, проф. др Зоран Стевић, проф. др Радоје Пантовић, проф. др Дејан Таникић, проф. др Чедомир Малуцков, проф. др Срба Младеновић, проф. др Милица Величковић, доц. др Ивица Николић, асист. Александра Вукша, асист. Владимир Николић и асист. Милица Здравковић.

Констатовано је да је у електронској седници ННВ учествовало 69 чланова од укупно 81 члана Већа из реда наставника и сарадника и да постоји кворум за пуноважно одлучивање.

Тачка 1.

Записник са 11. седнице Наставно-научног већа усвојен је једногласно.

Тачка 2.

Једногласно је усвојен предлог Извештаја о финансијском пословању Факултета за период 01. 01. 2020. године до 30. 06. 2020. године који ће бити прослеђен Савету на коначно усвајање.

Тачка 3, 4, 5

Једногласно су усвојени следећи Извештаји:

- Извештај Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника на основним академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године;
- Извештај Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о студентском вредновању квалитета наставне литературе на основним академским студијама Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године;
- Извештај Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета о спроведеном студентском вредновању педагошког рада наставника и квалитета наставне литературе на мастер академским студијама, Техничког факултета у Бору, у пролећном семестру школске 2019/2020. године.

Тачка 6.

Чланови ННВ информисани су о пролазности студената у јунском и јулском испитном року школске 2019/2020. године.

Тачка 7.

Једногласно је донета Одлука о одржавању додатног термина за полагање испита у школској 2019/2020. години;

Тачка 8.

Са 68 гласова ЗА и 1 глас ПРОТИВ усвојена је Коначна покривености наставе за школску 2020/2021. годину

- на основним академским студијама;
- на мастер академским студијама;
- на докторским академским студијама.

Тачка 9.

Једногласно је донета Одлука о терминима одржавања испитних рокова у школској 2020/2021. години.

Тачка 10.

10.1.

Једногласно је усвојен Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата: мр **Љиљане Аврамовић,** дипл. инж. неорг.хем.технол., студента докторских академских студија на студијском програму Технолошко инжењерство, под називом: **„Корелација структуре и морфологије наноструктуираних прахова метала добијених хемијским и електрохемијским поступцима“**, на који није било примедби и формирана Комисија за одбрану докторске дисертације у саставу:

1. др Снежана Милић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
2. др Небојша Николић, научни саветник, Универзитет у Београду, Институт за хемију, технологију и металургију;
3. др Радмила Марковић, научни сарадник, Институт за рударство и металургију у Бору.

10.2.

Једногласно је усвојен Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата: **Андрее Добросављевић,** мастер инж. менаџмента, студента докторских академских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, под називом: **„Развој модела за процену утицаја димензија ефикасног управљања пословним процесима на основу специфичности одевне индустрије“**, на који није било примедби и формирана Комисија за одбрану докторске дисертације у саставу:

1. др Ђорђе Николић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
2. др Милован Вуковић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору,
3. др Ивана Младеновић-Ранисављевић, ванредни професор, Универзитет у Нишу, Технолошки факултет у Лесковцу.

Тачка 11.

Једногласно је формирана Комисија за одбрану семинарског рада у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације кандидата: **Анђелке Стојановић,** мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом:

“Моделовање фактора корпоративне друштвене одговорности у условима динамичког пословног окружења“ у саставу:

1. др Иван Михајловић, редовни професор Техничког факултета у Бору,
2. др Исидора Милошевић, ванредни професор Техничког факултета у Бору,
3. др Санела Арсић, доцент Техничког факултета у Бору.

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА
ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ИЗБОРНО ВЕЋЕ

Тачка 1.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Марија Панић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 1/2.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Ненад Милијић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 2.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Маја Трумић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 3.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Минералне и рециклажне технологије и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Зоран Штирбановић, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 4.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање ванредног професора за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом.

Предложени кандидат је др Милан Горгиевски, доцент. За утврђивање предлога за избор у звање ванредног професора Изборно веће броји 40 члана. На електронској седници је гласању приступило 32 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“. Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 5.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Рударство и геологија – рударска група предмета и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Дејан Петровић, дипл. инж. руд. За утврђивање предлога за избор у звање доцента Изборно веће броји 58 чланова. На електронској седници је гласању приступило 48 чланова Изборног већа и једногласно гласало: „за“ Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 6.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског наставника у звање доцента за ужу научну област Прерађивачка металургија и метални материјали и донет је Предлог Одлуке о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Предложени кандидат је др Урош Стаменковић, асистент. За утврђивање предлога за избор у звање доцента Изборно веће броји 58 чланова. На електронској седници је гласању приступило 48 чланова Изборног већа и једногласно гласало: „за“ Исти се доставља на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду;

Тачка 7.

Једногласно је усвојен Реферат Комисије за избор једног универзитетског сарадника у звање асистента доцента за ужу научну област Индустријски менаџмент и донета је Одлука о избору у звање и заснивање радног односа на одређено време и са пуним радним временом. Изабрани кандидат је Момир Поповић, мастер инж. менаџмента, студент докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент. За утврђивање предлога за избор у звање асистента, Изборно веће Факултета броји 77 чланова. На електронској седници је гласању приступило 54 члана Изборног већа и једногласно гласало: „за“,

Тачка 8.

Једногласно је усвојен предлог Катедре за инжењерски менаџмент о покретању поступка и донета је Одлука о расписивању конкурса за избор једног универзитетског наставника у звање редовног професора за ужу научну област Индустријски менаџмент, на неодређено време и са пуним радним временом. Именована је Комисија за писање реферата у саставу:

1. Проф. др Иван Михајловић, редовни професор Техничког факултета у Бору –председник;
2. Проф. др Иван Јовановић, редовни професор Техничког факултета у Бору - члан;
3. Проф. др Весна Спасојевић Бркић, редовни професор Машинског факултета у Београду - члан;

Тачка 9.

Једногласно је усвојен предлог Катедре за инжењерски менаџмент о покретању поступка и донета је Одлука о расписивању конкурса за избор једног универзитетског наставника за ужу научну област Енглески језик, на одређено време и са пуним радним временом. Именована је Комисија за писање реферата у саставу:

1. Др Зоран Пауновић, редовни професор Филолошког факултета у Београду – председник;
2. Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору - члан;
3. Славица Стевановић, наставник енглеског језика Техничког факултета у Бору – члан;

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА И
ИЗБОРНОГ ВЕЋА
ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК

са I електронске седнице **Већа одсека за технолошко инжењерство**, одржане 26.08.2020. године. У овој електронској седници учествовало је 19 од 20 чланова Одсека (наставника и сарадника), који су се изјаснили о тачкама Дневног реда, што је обезбедило пуноважно одлучивање.

Дневни ред:

1. Разматрање предлога кандидата за једног члана Савета Факултета за мандатни период до 30.09.2022. године;

2. Разматрање коначне покривености наставе на Технолошком инжењерству, на основним, мастер и докторским академским студијама, у школској 2020/2021. години;

3. Разно.

Тачка 1.

Веће одсека за технолошко инжењерство за члана Савета Факултета за мандатни период до 30.09.2022. године једногласно (19 од 19) предлаже др Марију Петровић Михајловић, ван.проф.;

Тачка 2

Предлог коначне покривености наставе на Технолошком инжењерству, на основним, мастер и докторским академским студијама, у школској 2020/2021. години је анализиран, једногласно (19 од 19) усвојен и доставља се Наставно-Научном већу Факултета у даљу процедуру (Прилог 1. Записника).

Тачка 3.

Није било дискусије.

У Бору, 27.08.2020. год.

Шеф Одсека за
технолошко инжењерство

Проф. др Снежана Милић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-3
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Предлаже се Савету Техничког факултета у Бору да донесе Програм рада Факултета за школску 2020/2021. годину.

II Предлог упутити Савету Факултета на разматрање и усвајање.

Доставити:
- члановима Савета
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ПРОГРАМ РАДА
ТЕХНИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У БОРУ
ЗА ШКОЛСКУ 2020/2021. ГОДИНУ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ И ДЕЛАТНОСТ ФАКУЛТЕТА

Технички Факултет је високошколска јединица у саставу Универзитета која своју образовну, научну и истраживачку делатност остварује у складу са Законом, Статутом Универзитета и Статутом Факултета. Назив Факултета је: Универзитет у Београду - Технички факултет у Бору. Назив Факултета на енглеском језику је: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor.

Седиште Факултета је у Бору, улица Војске Југославије бр. 12. Факултет има својство правног лица и као високошколска јединица Универзитета у правном промету иступа под називом Универзитета и својим називом. Оснивач Факултета је Република Србија. Факултет је основан Решењем Извршног већа Народне скупштине Народне републике Србије, IV бр. 378 од 15.06.1961. године.

У правном промету са трећим лицима Факултет иступа самостално, а за преузете обавезе одговара средствима којима располаже (потпуна одговорност). Факултет је регистрован код Трговинског суда у Зајечару, под бројем регистарског улошка 5-130. Матични број Факултета је 07130210.

Факултет је према Статуту Универзитета сврстан у групацију техничко- технолошких наука. Факултет организује и изводи академске студије и развија научни и стручни рад у области рударског инжењерства, металуршког инжењерства, технолошког инжењерства и инжењерског менаџмента, у складу са Законом и другим прописима.

У оквиру делатности високог образовања, Факултет организује и изводи академске студије првог, другог и трећег степена и образовање током читавог живота у оквиру образовно-научног поља техничко-технолошких наука, односно своје матичности, обавља научно-истраживачку и експертско-консултантску делатност, а може обављати и друге послове којима се комерцијализују резултати научно-истраживачког рада, под условом да се тим пословима не угрожава квалитет наставе.

Делатности Факултета су:

- високо образовање;
- остало образовање;
  - остало образовање,
  - помоћне образовне делатности,
- научно истраживање и развој;
- истраживање и експериментални развој у природним и техничко-технолошким;
  - истраживање и развој у осталим природним и техничко-технолошким наукама,
  - истраживање и развој у друштвеним и хуманистичким наукама,
- издавање књига, часописа и друге издавачке делатности;
  - издавање књига,
  - издавање часописа и периодичних издања,
  - издавање осталих софтвера,
- рачунарско програмирање, консултантске и са тим повезане делатности;
  - рачунарско програмирање,
  - управљање рачунарском опремом,

    - остале услуге информационе технологије,
- обрада података, хостинг и с тим повезане делатности; веб портали;
    - обрада података, хостинг и сл.,
    - веб портали,
- менаџерски консултантски послови;
    - Делатност комуникација и односа са јавношћу,
    - Консултантске активности у вези с пословањем и осталим управљањем,
- Архитектонске и инжењерске делатности и техничко саветовање;
- Техничко испитивање и анализе;
- Трговина на мало предметима за културу и рекреацију у специјализованим продавницама;
    - трговина на мало књигама у специјализованим продавницама,
    - трговина на мало новинама и канцеларијским материјалом у специјализованим продавницама,
    - Остала трговина на мало изван продавница, тезги и пијаца,
- Рад библиотека, архива, музеја, галерија и збирки, завода за заштиту споменика културе и остале културне делатности;
    - делатност библиотека и архива,
    - делатности музеја, галерија и збирки,
- Канцеларијско-административне и помоћне делатности;
    - Фотокопирање, припрема докумената и друга специјализована канцеларијска подршка,
- Организовање састанака и сајмова;
- Изнајмљивање властитих или изнајмљених некретнина и управљање њима;
- Правни послови;
- Услужне делатности у вези са истраживањем и експлоатацијом осталих руда;
- Штампање и штампарске услуге;
    - Услуге припреме за штампу,
    - Књиговезачке и сродне услуге,
- Ливење метала;
    - Ливење лаких метала,
    - Ливење осталих обојених метала,
- Ковање, пресовање, штанцовање, ваљање метала; металургија праха,
- Обрада и превлачење метала; машинска обрада метала;
- Поновна употреба материјала;
    - Поновна употреба разврстаних материјала,
- Санација, рекултивација и друге услуге у области управљања отпадом;
- Делатност пословних и професионалних организација и послодаваца;
    - Делатност струковних удружења

2. ОРГАНИ УПРАВЉАЊА ФАКУЛТЕТА

Савет је орган управљања Факултета. Савет Факултета има 27 чланова, од којих 15 бирају запослени на Факултету, 8 члана именује оснивач и 4 члана бира Студентски парламент факултета. Од 15 чланова – представника Факултета, 13 чланова су из реда наставног особља, а 2 члана из реда ненаставног особља.

Мандат чланова Савета траје 4 године и тече од дана конституисања. Мандат члана Савета, који је накнадно изабран или именован, траје до истека мандата Савета. Изузетно, мандат чланова савета – представника студената траје 2 године.

Савет :

1) доноси Статут Факултета;
2) бира и разрешава декана и продекане;
3) бира и разрешава председника и заменика председника Савета;
4) доноси финансијски план Факултета, на предлог Наставно-научног већа;
5) усваја извештаје о пословању и годишњи обрачун, на предлог Наставно-научног већа;
6) разматра и усваја Извештај о раду Факултета у претходној школској години;
7) разматра извештај о финансијском пословању;
8) подноси оснивачу извештај о пословању најмање једанпут годишње;
9) усваја план коришћења средстава за инвестиције, на предлог Наставно-научног већа;
10) даје сагласност на расподелу финансијских средстава;
11) усваја годишњих план јавних набавки;
12) доноси годишњи програм рада Факултета;
13) доноси одлуку о образовању унутрашњих организационих јединица, на предлог Наставно-научног већа;
14) доноси одлуку о висини школарине, на предлог Наставно-научног већа;
15) разматра питања студентског стандарда и даје предлоге надлежним органима за унапређивање стања у тој области;
16) доноси пословник о свом раду и друга општа акта која спадају у његову надлежност;
17) одлучује о статусној промени, промени назива и седишта Факултета у складу са Законом и Статутом Универзитета;
18) оснива центре за трансфер технологије, иновационе центре, пословно-технолошке паркове и фондације у складу са Законом и овим статутом;
19) именује представнике Факултета у органима управљања организација чији је оснивач Универзитет;
20) доноси општа акта Факултета која спадају у његову надлежност, у складу са Законом, овим статутом и другим прописима;
21) даје сагласност на одлуке о управљању имовином Факултета;
22) по потреби врши избор екстерног ревизора финансијског пословања Факултета;
23) одлучује по жалби против првостепених одлука декана, уколико актима Факултета није другачије одређено;
24) надзире поступање декана ради извршења аката просветног инспектора из члана 135. Став 3. Тач. 5) и 6) Закона;
25) обавља и друге послове утврђене Законом, Статутом Универзитета и Факултета;

Савет може образовати сталне и повремене комисије као стручна и саветодавна тела. Надлежност и састав ових радних тела одређује се одлуком о њиховом формирању. Савет о питањима из своје надлежности доноси одлуке већином гласова укупног броја чланова јавним гласањем, изузев када је у питању избор руководства, о чему се одлучује тајним гласањем.

3. ОРГАН ПОСЛОВОЂЕЊА

Орган пословђења је декан.

Надлежности декана су:

1) заступа и представља Факултет;
2) организује и усклађује рад и руководи радом и пословањем Факултета;
3) председава Наставно-научним већем, те припрема и предлаже дневни ред седница;
4) доноси опште акте Факултета у складу са Законом, другим прописима и овим Статутом;
5) предлаже Наставно-научном већу и Савету мере за унапређење рада Факултета;
6) стара се о извршењу одлука Наставно-научног већа и Савета, као и органа Универзитета које се односе на Факултет;
7) предлаже пословну политику и мере за њено спровођење;
8) наредбодавац је за извршење финансијског плана Факултета;
9) предлаже Наставно-научном већу финансијски план Факултета;
10) подноси Извештај Наставно-научном већу о пословању и годишњем обрачуну;
11) закључује уговоре и споразуме у име Факултета;
12) предлаже кандидате за избор продекана;
13) потписује дипломе првог, другог, трећег степена и додатак дипломи;
14) стара се о законитости рада и пословања Факултета;
15) стара се о примени општих аката Факултета;
16) именује руководиоце на научно истраживачким пројектима Факултета;
17) поставља и разрешава руководиоце ненаставних организационих јединица на предлог секретара Факултета;
18) доноси одлуку о потреби заснивања радног односа, распоређивању и обављању послова ненаставног особља;
19) врши избор кандидата за послове ненаставног особља;
20) закључује и отказује уговоре о раду и друге уговоре за обављање послова за потребе Факултета;
21) решава о правима и обавезама запослених у складу са Законом, Статутом и другим општим актима Факултета;
22) обавља и друге послове утврђене Законом, Статутом и другим општим актима Факултета;

Декан је самосталан у обављању послова из свог делокруга, а за свој рад је одговоран Савету. Декан најмање једном годишње подноси извештај Савету о свом раду. Декан учествује у раду Савета без права одлучивања.

Ради разматрања питања из делокруга рада Факултета и заузимања ставова о њима, декан образује декански колегијум. Чланови деканског колегијума су декан и продекани. Секретар Факултета учествује у раду деканског колегијума. Студент продекан учествује у раду деканског колегијума када се разматрају питања из његове надлежности. Ради разматрања питања значајних за рад Факултета декан може сазвати проширени декански колегијум. Проширени декански колегијум, поред наведених лица, чине шефови кадетри и председник Савета.

У школској 2018/2019. години покренут је поступак избора декана и продекана за мандатни период 2019 – 2022. година.

На седници Савета од 21. 03. 2019. године за декана је изабрана **др Нада Штрбац**, редовни професор. За продекана за наставу изабран је **др Драган Манасијевић**, редовни професор.

На седници Савета од 29. 10. 2019. године за продекана за НИР и међународну сарадњу, за мандатни период 2019 – 2022. година изабран је **др Иван Михајловић**, редовни професор Техничког факултета у Бору

Избор продекана за материјално-финансијско пословање је у току.

4. ОРГАНИЗАЦИЈА ФАКУЛТЕТА

Ради обављања делатности и стручних послова из своје делатности факултет у свом саставу има организационе јединице и то:

- наставно-научне јединице, и
- ненаставну јединицу.

Наставно-научне јединице

На Факултету постоје следеће наставно-научне јединице:

1. Одсек
2. Катедра

Одсеци и катедре

Одсек за рударско инжењерство:

- катедра за подземну експлатацију лежишта минералних сировина;
- катедра за површинску експлатацију лежишта минералних сировина;
- катедра за минералне и рециклажне технологије.

Одсек за металуршко инжењерство:

- катедра за металуршко инжењерство;
- катедра за прерађивачку металургију.

Одсек за технолошко инжењерство:

- катедра за хемију и хемијску технологију;
- катедра за инжењерство заштите животне средине.

Одсек за инжењерски менаџмент:

- катедра за менаџмент

Ненаставна јединица

Заједничка служба Факултета је ненаставна организациона јединица у којој се обављају правни, финансијско-материјални, административно-технички, библиотечки и други послови у вези са укупном делатношћу Факултета. Заједничка служба има следеће организационе делове:

1. Општа служба;
2. Служба за студентска питања;
3. Служба за материјално-финансијске послове;
4. Техничка служба;
5. Библиотека;
6. Информационо-комуникациони технички центар.

5. СТРУЧНИ ОРГАНИ ФАКУЛТЕТА

Стручни органи Факултета су:

Наставно-научно веће
Изборно веће
Веће одсека
Веће катедре

Наставно-научно веће Факултета

Наставно-научно веће је највиши стручни орган факултета. Веће Факултета чине наставници и асистенти који су у радном односу са најмање 70% радног времена на Факултету. Декан и продекани су чланови Већа Факултета по функцији. Декан је председник Већа Факултета по функцији. При расправљању, односно одлучивању о питањима која се односе на осигурање квалитета наставе, реформу студијских програма, анализу ефикасности студирања и утврђивање броја ЕСПБ бодова, у раду Већа Факултета учествују представници студената у броју 20% од броја чланова Већа, које бира Студентски парламент Факултета, укључујући и представнике сарадника у настави. Мандат представника студената траје две године.

Веће Факултета образује сталне и повремене комисије као стручна и саветодавна тела, ради разматрања и припремања за дневни ред питања из своје надлежности.

Сталне комисије су:

1) Комисија за наставна питања;
2) Комисија за академске студије другог степена;
3) Комисија за академске студије трећег степена;
4) Комисија за рад библиотеке;
5) Комисија за издавачку делатност;
6) Комисија за обезбеђење и унапређење квалитета;
7) Комисија за праћење и унапређење квалитета наставе;

Радна тела су:

1) Редакциони одбор часописа “Journal of mining and metallurgy, Section A - Mining”;
2) Редакциони одбор часописа “Journal of mining and metallurgy, Section B - Metallurgy”;
3) Редакциони одбор часописа “Serbian journal of management”
4) Редакциони одбор часописа „Recycling and Sustainable Development Journal “ (Рециклажа и одрживи развој)

Изборно веће Факултета

1) утврђује предлог за избор у звање наставника;
2) врши избор у звање сарадника;
3) доноси одлуку о расписивању конкурса и о именовању комисије за припрему реферата о кандидатима за избор у звање наставника и сарадника, у складу са општим актом Универзитета и Факултета;
4) обавља и друге послове у складу са овим Статутом, општим актима Универзитета и Факултета.

Изборно веће Факултета чине наставници, асистенти са докторатом и асистенти, који су у радном односу са најмање 70% радног времена на Факултету, при чему Изборно веће из става 1. тачка 1. и 3. овог члана чине наставници у истом и вишем звању од звања у које се наставник бира.

6. ОСОБЉЕ ФАКУЛТЕТА

За извођење наставе у школској 2020/21. години Факултет располаже довољним бројем наставника на свим акредитованим студијским програмима.

Садашња структура наставног кадра на дан 01.09.2020. године на Факултету је следећа:

ЗВАЊА	Број
Редовни професори	25
Ванредни професори	17
Доценти	19
Наставници страног језика	4
НАСТАВНИЦИ	**65**
Асистент са докторатом	1
Асистенти	19
Сарадници у настави	5
САРАДНИЦИ	**25**
УКУПНО УНИВЕРЗИТЕТСКИХ НАСТАВНИКА И САРАДНИКА	**90**
Лаборанти	11
Секретаријат	30
УКУПНО ЗАПОСЛЕНИХ	**131**

У остваривању дела наставе на докторским студијама ангажоваће се и истраживачи у научном звању, у складу са Законом о високом образовању и Статутом Факултета.

7. ОБРАЗОВНА ДЕЛАТНОСТ ФАКУЛТЕТА

Образовна делатност на Техничком факултету у Бору у шк. 2020/21. години одвијаће се кроз:

- основне академске студије
- мастер академске студије
- докторске академске студије
- рад комисије за квалитет
- рад библиотеке
- рад рачунског центра
- испитне рокове

Основне академске студије

За упис у прву годину основних академских студија Одлуком Владе Републике Србије одобрено је 240 места за студијским програмима:

Број студената	
Рударско инжењерство	40
Металуршко инжењерство	20
Технолошко инжењерство	60
Инжењерски менаџмент	120
Укупно	**240**

После првог уписног рока, у прву годину основних академских студија уписан је следећи број студената:

- финансираних из буџета: 74
- самофинансирајућих студената: 2

После другог уписног рока, у прву годину основних академских студија уписан је следећи број студената:

- финансираних из буџета: 19
- самофинансирајућих студената: 6

У току је трећи уписни рок.

Мастер академске студије

Технички факултет у Бору је донео одлуку да школске 2020/21. године може уписати на академске мастер студије 80 студената, од чега 60 студента на буџету, а 20 студента у самофинансирајућем статусу на студијским програмима рударства, металургије, технологије и менаџмента.

Ред. број	Студијски програм	Број студената	
		Буџет	Самофинансирајући
1.	Рударско инжењерство	12	4
2.	Металуршко инжењерство	6	2
3.	Технолошко инжењерство	6	2
4.	Инжењерски менаџмент	36	12
	Укупно:	60	20

Конкурс за упис студената на мастер академске студије је у току.

Докторске академске студије

На докторске академске студије у школској 2020/2021. години се могу студенти уписати на следеће студијске програме:

Ред. број	Студијски програм	Број студената	
		Буџет	Самофинансирајући
1.	Рударско инжењерство	2	6
2.	Металуршко инжењерство	1	4
3.	Технолошко инжењерство	2	6
4.	Инжењерски менаџмент	2	8
	Укупно:	7	24

Конкурс за упис студената на докторске академске студије је у току.

Испитни рокови

Испитни рокови ће се реализовати у складу са Статутом Факултета и Правилником о студирању на основним и дипломским академским студијама, као и са закључцима и одлукама Сената Универзитета у Београду. Одлуку о одржавању испитних рокова у школској 2020/2021. године бр. VI/4-12-9 од 07. 09. 2020. године донело је Наставно-научно веће, а термини су следећи:

1. Јануарско – фебруарски испитни рок		
	а) пријава	од 11.01.2021. до 13.01.2021.
	б) испити	од 18.01.2021. до 05.02.2021.

2. Априлски испитни рок		
	а) пријава	од 12.04.2021. до 14.04.2021.
	б) испити	од 19.04.2021. до 25.04.2021.

3. Јунски испитни рок		
	а) пријава	од 31.05.2021. до 02.06.2021.
	б) испити	од 07.06.2021. до 20.06.2021.

4. Јулски испитни рок		
	а) пријава	од 21.06.2021. до 23.06.2021.
	б) испити	од 28.06.2021. до 11.07.2021.

5. Септембарски испитни рок		
	а) пријава	од 23.08.2021. до 25.08.2021
	б) испити	од 30.08.2021. до 05.09.2021.

6. Октобарски испитни рок		
	а) пријава	од 06.09.2021. до 08.09.2021.
	б) испити	од 13.09.2021. до 22.09.2021.

Настава ће се у јесењем семестру школске 2020/2021. године одржати у периоду од 01. 10. 2020. до 10. 01. 2021. године, а у пролећном семестру од 08. 02. 2021. године до 04. 06. 2021. године.

Обезбеђивање квалитета активности на факултету

Технички факултет у Бору, у складу са сопственом мисијом и визијом неговања и развијања достигнутих стандарда у настави и научном раду на Универзитету у Београду, и високог места у друштву најбољих у образовном простору Европе, определио се да непрекидно и систематски прати, оцењује, анализира и побољшава све своје активности а нарочито:

- квалитет студијских програма и њихово усклађивање са најбољом европском праксом;
- квалитет наставног процеса као делатности од примарног значаја;
- квалитет научног рада као претпоставке квалитетног наставног рада;
- квалитет наставника и сарадника који изводе наставу као учесници у процесу, са једне стране, и студената са друге стране;
- квалитет услова за рад (квалитет простора и опреме, квалитет логистике наставном процесу, уџбеника, литературе, библиотечких и информационих ресурса);
- квалитет управљања Факултетом;
- квалитет ненаставне подршке;
- квалитет и стабилност извора финансирања;
- квалитет и компетенције дипломираних студената;

Ове континуиране активности доприносе успостављању и сталном унапређењу културе квалитета.

Основни чиниоци обезбеђења квалитета на Техничком факултету у Бору су сви његови запослени и студенти, који у свакодневним активностима настоје да остваре резултате на нивоу најразвијенијих сродних европских факултета, и то:

- наставници и сарадници који настоје да повећају успешност и квалитет свог рада вишеструким превазилажењем минималних критеријума које прописују национални стандарди за мерење успешности њиховог рада;
- наставници и сарадници у оквиру својих већа катедри, Наставно – научног већа, стручних комисија и органа управљања, где се креира и евалурира политика квалитета;
- студенти преко Студентског парламента и својих представника у одговарајућим органима Факултета;
- ненаставно особље у свим службама Факултета које дају неопходну логистику која има значајан утицај на квалитет наставног и научног рада на Факултету;

Факултет, ради остваривања Стратегије обезбеђења квалитета предузима поступке ради прибављања података потребних за даљу анализу и доношења одлука за континуирано унапређење квалитета и то:

- обезбеђује услове и инфраструктуру за редовно, систематско прикупљање и обраду података за оцену квалитета у свим областима које су предмет самовредновања;
- спровођење стандарда и поступака за оцењивање квалитета и обављање свих задатака које у том процесу имају субјекти обезбеђења квалитета;
- редовно мерење квалитета педагошког рада наставника од стране студената;
- редовно праћење резултата научног рада наставника и сарадника;
- редовно праћење и прикупљање повратних информација од служби запошљавања и послодаваца о компетенцијама дипломираних студената;
- прикупљање података потребних за упоређивање са сродним факултетима у свету у свим елементима квалитета наставног и научног рада;

После анализе добијених резултата, предвиђају се одговарајуће мере за унапређење квалитета које усваја Наставно-научно веће и Савет Факултета. Континуираним активностима стварају се предуслови да се у наредном периоду изврши сертификација система квалитета према стандарду ISO 9001 : 2015.

Рад библиотеке

У наредном периоду запослени у Библиотеци попуњаваће библиотечку базу података (https://www.tfbor.bg.ac.rs/bibliotecki-fond/, креирану од стране ИКТЦ службе) библиотечким јединицама које се већ налазе у фонду Библиотеке, а вршиће се и набавка нових јединица.
Наставиће се са депоновањем докторских дисертација одбрањених на Техничком факултету у Бору на платформи дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду – Техничког факултета у Бору (https://biblioteka.tfbor.bg.ac.rs/) креираног од ИКТЦ службе.
Поред основних библиотечких послова, што подразумева редовни пријем и издавање библиотечких јединица корисницима Библиотеке, запослени у Библиотеци ће обављати и послове скенирања и копирања за наставну и ненаставну јединицу Факултета.
Корисници библиотеке биће у могућности да претражују и преузимају електронским путем домаћу и страну стручну литературу афирмисаних научника преко КОБСОН-а. Студенти ће на располагању имати рачунаре за писање семинарских, завршних и мастер радова, као и за писање докторских дисертација.

Вршиће се депоновање докторских дисертација пре одбране на званичном сајту Факултета и на порталу УвиДок, а сарадња са Универзитетском библиотеком „Светозар Марковић“, Народном библиотеком Србије, као и са Комисијом за издавачку делатност Факултета биће настављена.

План рада Информационо-комуникационо-техничког центра у току шк. 2019/2020. године

План је да се током ове школске године настави са даљим развојем сајтова Факултета. То се пре свега односи на редизајн сајта одсека Технолошко инжењерство, наставак развоја сајта одсека Инжењерски менаџмент као и сајтова конференција које организује Факултет.

Услед пандемије вируса COVID-19, служба ће уложити додатне напоре у организацији наставе на даљину путем постојећих електронских сервиса као и њихов даљи развој како би се побољшао квалитет наставе.

Наставиће се са одржавањем Информационог система Факултета (сервери, рачунарска мрежа итд.) и у складу са стручном проценом, вршиће се набавка потребне опреме ради оптималног и поузданог рада истог.

ИКТЦ служба учествоваће у планирању и набавци потребне рачунарске и мрежне опреме као и софтвера за потребе наставног процеса и стручних служби Факултета.

У плану је наставак модернизација рачунарске лабораторије 4 новом опремом, у складу са финансијском ситуацијом Факултета.

У сарадњи са Студентском службом, ИКТЦ служба вршиће и ове школске године техничку подршку (формирање ранг листи, статистика, слање података Ректорату итд.) при реализацији пријемних испита на Факултету.

У сарадњи са службом рачуноводства, ИКТЦ служба вршиће техничку подршку у реализацији јавних набавки, пописа основних средстава и ситног инвентара као и коришћењу ФИМЕС програма.

У оквиру својих радних обавеза, радници ИКТЦ службе, доступни су студентима за сва могућа питања или проблеме у вези електронских сервиса Факултета и студентских налога, док ће запосленима на Факултету пружати техничку подршку из домена службе.

8. НАУЧНО-ИСТРАЖИВАЧКИ РАД

Технички факултет у Бору, обезбеђује неопходне услове за континуално обављање научно-истраживачког рада са циљем развоја науке и стваралаштва, сталног усавршавања запослених и научног подмлатка, увођења студената у научно-истраживачки рад, као и стварања повољнијих материјалних услова за рад и развој Факултета. Присутна је стална тежња ка генералном унапређивању научно-истраживачког рада, као једног од основних видова делатности високог образовања. Научно-истраживачки рад се на Техничком факултету у Бору остварује кроз основна, развојна и примењена истраживања, у складу са законом. Факултет успоставља различите облике сарадње са домаћим и иностраним универзитетима, факултетима и другим научно-истраживачким организацијама, као и са привредним субјектима и другим релевантним организацијама, са циљем обезбеђивања повољних услова за укључивање наставника, сарадника и студената у научно-истраживачки рад.

С обзиром на то да је током 2019. године измењен начин финансирања научно-истраживачког рада од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, наставници и сарадници Техничког факултета наставиће ангажовање на истраживачким активностима, у оквиру институцијалног финансиранја, а у складу са Уговором о реализацији и финансирању научноистраживачког рада НИО у 2020. години. Поред тога, наставиће се са припремом апликација за пројектне позиве Фонда за науку, у оквиру програмског позива Идеје, као и за пројектне позиве Фонда за иновациону делатност. Такође, наставиће се рад на текућим као

и на, евентуално новим, међународним пројектима, пројектима билатералне сарадње са иностранством, као и пројектима са привредом.

ИЗДАВАЧКА ДЕЛАТНОСТ

Као и у досадашњем периоду, у школској 2020./2021. години издаваће се уџбеници и научна дела од значаја за наставни и научни рад, у складу са Правилником о издавачкој делатности. Факултет ће и у следећој школској години наставити са издавањем часописа:

- Journal of Mining and Metallurgy, Section A: Mining
- Journal of Mining and Metallurgy, Section B: Metallurgy
- Serbian Journal of Management
- Recycling and Sustainable Development

Поред тога, Факултет ће бити издавач зборника радова са научних скупова које организује.

НАУЧНИ И СТРУЧНИ СКУПОВИ

Технички факултет у Бору ће школске 2020/2021. године бити организатор следећих научних и стручних скупова:

- International Mineral Processing and Recycling Conference – мај 2021. године
- International May Conference on Strategic Management - мај 2021. године
- International Conference Ecological Truth and Environmental Research - јун 2021. године
- International October Conference on Mining and Metallurgy - октобар 2021. године.

Технички факултет у Бору ће током 2020. и 2021. године организовати већи број традиционалних студентских симпозијума.

МЕЂУНАРОДНА САРАДЊА И САРАДЊА СА ДОМАЋИМ ИНСТИТУЦИЈАМА И ПРИВРЕДОМ

У школској 2020./2021. години Факултет ће наставити интензивну сарадњу са универзитетима, факултетима и другим научно-истраживачким организацијама, као и са привредним субјектима из земље и иностранства са којима ће продужити, односно потписати одговарајуће билатералне уговоре о сарадњи.

Потписани споразуми о билатералној сарадњи са факултетима и институцијама из иностранства, као и тренутно важећи споразуми, са периодом трајања:

- Економски факултет Универзитета у Зеници, Босна и Херсеговина (2019-2024)
- Chemical Department, Buryat State University from Ulan-Ude, Russia (2018-2023)
- Faculty of Chemistry, University Paisii Hilendarski, Plovdiv, Bulgaria (2018 – 2023)
- Faculty of Economic Sciences and Law, University of Pitesti, Romania (2018-2023)
- Faculty of Economy, University of Tirana, Albania (2018 – 2023)
- Faculty of Engineering and Management, University „Eftimie Murgu“, Resita, Romania (2018-2023)
- Faculty of Mechanics and Technology, Rzeszow University of Technology, Poland (2018-2023)
- Металуршки факултет у Сиску, Свеучилишта у Загребу, Хрватска (2018 -2023)
- Faculty of Mines, University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“, Sofia, Bulgaria (2018 – 2023)

- Faculty of natural and technical sciences, University „Goce Delčev“ of Štip, Macedonia (2018 – 2023)
- Металурško – технолошки факултет у Подгориси, Универзитета Срне Горе, Срна Гора (2018 – 2023)
- Mineral Deposit Research Unit at the University of British Columbia, Canada (2018-2023)
- Рударски факултет у Прижедору, Универзитета у Банжа Луси, РС - Босна и Херцеговина (2018 – 2023)
- Рударско геолошко-грађевински факултет, Универзитета у Тузли, Босна и Херцеговина (2018 – 2023)
- Технолошки факултет у Бањој Луци, Универзитета у Бања Луци, РС - Босна и Херцеговина (2018-2023)
- Технолошки факултет у Зворнику, Универзитета у Источном Сарајеву, РС - Босна и Херцеговина (2018 – 2023)University American College Skopje, Macedonia (2018 – 2023)
- West University of Timisoara, Faculty of economics and business administration, Romania (2018 - 2021)
- Physico-Technical Department, Buryat State University from Ulan-Ude, Russia (2017-2022)
- University of Ruse, Faculty of Business and Management (2017 – 2022)
- Faculty of Business and Management, University of Ruse, Ruse, Bulgaria (2017-2022)
- Институт за црну металургију а.д. – Никшић, Црна Гора (2017-2022)
- Institute of Geotechnics of Slovak Academy of Sciences, Slovakia (2017 -2022)
- Металуршко – технолошки факултет Универзитета у Зеници, Босна и Херцеговина (2017 – 2022)
- Faculty of International Resource Sciences, Akita University, Japan (2017-2022)
- China University of Petroleum, Beijing, China (2017-2022)
- Faculty of Metallurgy, Technical University of Košice, Slovakia (2017 -2022)
- The Faculty of Electronics of National Technical University of Ukraine „Kiev Polytehnic Institute”, Ukraine (2016-2021)
- Faculty of Technological Engineering and Industrial Management, Transilvania University of Brasov, Romania (2016-2021)
- Faculty of Mechanical and Safety Engineering, University OBUDAI, Budapest, Hungary (2016-2021)
- Саобраћајни факултет у Добоју, Универзитета у Источном Сарајеву, РС – Босна и Херцеговина (2016-без ограничења трајања)
- Univerzitet „Sv. Kiril i Metodij“, Tehnološko metalurški fakultet, Skopje, Makedonija (2015 –bez ograničenja trajanja)
- The Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education „The Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration – RANEPA“, Russia (2015-2020)
- Faculty of Science and Forestry of the University of Eastern Finland, Joensuu and Kuopio, Finland (2015-2020)

Потписани споразуми о билатералној сарадњи са факултетима, школама и институтима из Србије, као и тренутно важећи споразуми потписани у претходном периоду:

- Удружење за управљање пројектима Србије – ИПМА Србија, Београд, Србија (2019 – 2024)
- Техничка школа Бор, Бор, Србија (2019-2020)
- Факултет техничких наука у Косовској Митровици, Универзитета у Приштини (2018-2023)
- Факултет техничких наука у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду (2018 – 2023)
- Институт за хемију, технологију и металургију у Београду, Универзитета у Београду (2018 – 2023)

- Институт за нуклеарне науке „Винча“, Универзитета у Београду (2018 -2023)
- Институт за рударство и металургију у Бору (2018 – 2023)
- Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина, Београд (2018 – 2023)
- Истраживачко-развојни институт Лола, Београд (2018 – 2023)
- Рударско геолошки факултет у Београду, Универзитета у Београду (2018 – 2023)
- Технолошки факултет у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду (2018 – 2023)
- Технолошки факултет у Лесковцу, Универзитета у Нишу (2018 – 2023)
- Технолошко – металуршки факултет у Београду, Универзитета у Београду (2018 – 2023)
- Машински факултет у Нишу, Универзитет у Нишу, Ниш (2017-2022)
- Факултет за хотелијерство и туризам у Врњачкој бањи, Универзитета у Крагујевцу (2017-2022)

Потписани споразуми о билатералној сарадњи са компанијама и предузећима из Србије, као и тренутно важећи споразуми потписани у претходном периоду

- Компанија ZiJin Bor Copper DOO Бор (2020 – 2021)
- Компанија „Elixir Prahovo“ Индустрија хемијских производа DOO Прахово (2018-без ограничења трајања)
- Credit Agricole Srbija, Нови Сад (2017 – без ограничења трајања)
- Јавно предузеће за изградњу и експлоатацију регионалног водосистема „Боговина“ (2016– без ограничења трајања)
- ЈКП „Топлана“ Бор (2016– без ограничења трајања)
- Народна библиотека Бор (2016– без ограничења трајања)
- Народни музеј Зајечар (2016 – без ограничења трајања)
- Музеј рударства и металургије Бор (2016– без ограничења трајања)
- Ј.П. „Борски туристички центар“ (2016– без ограничења трајања)
- ЈКП„3. октобар“ Бор (2016– без ограничења трајања)

Факултет ће у наредном периоду, потписати уговоре о сарадњи и са другим домаћим и иностраним научно-истраживачким и привредним организацијама.

Технички факултет у Бору ће и убудуће подржавати програме студијских боравака и размене, како студената, тако и наставног и ненаставног особља.

Факултет ће наставити и ангажман на сарадњи са привредним субјектима региона кроз активности Савета послодаваца Техничког факултета у Бору.

9. ФИНАНСИЈСКИ ПЛАН ФАКУЛТЕТА

Финансијски план Факултета за 2020. годину усвојен је на седници Савета 25. 12. 2019. године (одлука број II/2-2328-2).

Финансијски план Факултета за 2021. годину биће усвојен по усвајању Буџета Републике Србије.

10. АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ РАДА И ПОДИЗАЊУ РЕНОМЕА ФАКУЛТЕТА

Активности на унапређењу рада и подизању реномеа Факултета обухватиће стално унапређење и подизање већ достигнутог нивоа научно-стручних скупова које организује Факултет, континуиране активности на сталном побољшању рејтинга часописа које издаје ТФ Бор, подстицај боравку наших наставника и сарадника у иностраним институцијама, учешће на научним скуповима у земљи и иностранству, итд.

Ради унапређења рада Факултета даље ће се јачати везе са Универзитетом, посебно са сродним факултетима, ради размене искустава, преузимања корисних идеја, сарадње у истраживањима и рада на заједничким пројектима.

Факултет ће наставити са досадашњим успешним радом на популаризацији природних и техничких наука у локалној средини и шире(ТНТ, БОНИС и др.) а у плану је и наставак сарадње са Центром за развој каријере Унивезитета у Београду.

У циљу подизања и раста интересовања за студирање у Бору, као и ранијих година, и у шк. 2020/2021. години предузеће се низ адекватних акција у оквиру маркетиншке кампање ТФ Бор. У плану је одржавање манифестације „ Дан отворених врата ¨ 4. априла 2021. године, у оквиру прославе Дана студената, као и организација „ Скока преко коже"

Организација Свечане академије поводом 60 година Техничког факултета у Бору биће одржана 15. јуна 2021. године.

Међутим, имајући у виду недовољан број новоуписаних студената на ОАС у наредну школску годину, руководство факултета ће заједно са Радном групом за промоцију факултета, Студентским парламентом, али и свим запосленима, интензивирати активности на промоцији факултета у наредном периоду.Такође, у наредном периоду ће бити додатно размотрене и предузете потребне активности , за увођење нових студијских програма/модула на Техничком факултету у Бору.

11. АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ МАТЕРИЈАЛНЕ ОСНОВЕ РАДА

Као и раније, повећани сопствени финансијски прилив ће бити усмерен ка:

1. Набавци најнеопходнијих средстава за успешно реализовање наставног процеса, односно:
   - учила;
   - књига и часописа за библиотеку;
   - сервиса и поправке постојећих уређаја и апарата;
   - набавке нових уређаја и апарата;
2. Санацији најургентнијих оштећења:
   - кровова, степеништа, мокрих чворова;
   - клупа у учионицама;
   - санацију фасада, и
3. Поправљању личних примања запослених.

12. СТУДЕНТСКИ ПАРЛАМЕНТ И СТУДЕНТСКЕ ОРГАНИЗАЦИЈЕ

Студентски парламент Факултета је орган преко којег студенти остварују своја права и штите своје интересе на Факултету. Студентски парламент Факултета бирају непосредно, тајним гласањем, студенти уписани у школској години у којој се врши избор на студијске програме који се остварују на Факултету. Избор члана Студентског парламента Факултета одржава се у априлу, најкасније до 10. у месецу, односно истовремено са избором чланова Студентског парламента Универзитета. Факултет општим актом ближе одређује начин избора и број чланова Студентског парламента Факултета. Конститутивна седница новог сазива Студентског парламента Факултета одржава се 1. октобра.

Мандат чланова студентског парламента траје две године.

Члану Студентског парламента Факултета коме је престао статус студента на студијском програму који се остварује на Факултету престаје мандат даном престанка статуса, а допунски избори се спроводе у наредних 15 дана.

Ове године услед пандемије вируса COVID-19 избори за Студентски парламент нису били одржани у априлу, већ ће се одржати у наредном периоду након чега ће у школској 2020/21. години бити конституисан нови сазив Студентског парламента чији је мандат две године.

Студентски парламент ће и даље имати учешћа у раду органа Факултета, као и у организацији студентских манифестација.

И у наредној школској години, као и до сада, Факултет ће у границама својих могућности материјално помагати рад Парламента и пружати подршку његовом раду.

13. АКТИВНОСТИ НА УНАПРЕЂЕЊУ ЖИВОТА И РАДА СТУДЕНАТА И ДР.

Студентски стандард, ваннаставне активности и културни садржаји такође су од великог значаја при опредељивању младих за студирање у Бору. Стога је интерес Факултета да пружи максималну подршку свим студентским акцијама и допринесе да студенти постану активни учесници у животу и раду Факултета. Овакав приступ ће знатно допринети и популаризацији и подизању угледа Факултета у Бору код младих.

Учешће у раду органа управљања Факултета студенти ће имати преко студента -продекана и чланова Савета из реда студената.

Факултет ће у оквиру теренске наставе омогућити студентима да обиђу најзначајније индустријске погоне и успешна предузећа у земљи.

Помоћи ће се организација спортских студентских такмичења, излета, обележавање дана студената, бруцошке вечери, студентског бала, апсолвентске вечери и др.. Преко Студентског центра, пратиће се услови за смештај и исхрану студената, као и услови за културно-забавни живот.

Технички факултет у Бору ће наставити са промоцијом хуманих вредности и волонтерског активизма, кроз програме: “Чеп за хендикеп”; “Хуманитарно, спортско и поетско дружење просветних радника Бора” и др.

Међутим, неопходно је нагласити да одређене планиране активности могу да претрпе одређене корекције, а имајући у виду ситуацију са епидемијом корона вируса.

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13- ` ПРЕДЛОГ
Бор . године

На основу чланова 47. и 49. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној . године, донело је

О Д Л У К У

I Формира се Комисија за студије II степена у саставу:

1. проф. др Драган Манасијевић – председник Комисије;
2. проф. др Снежана Урошевић - члан;
3. проф. др Грозданка Богдановић – члан;
4. доц. др Ана Симоновић – члан;
5. проф. др Светлана Иванов – члан;
6. проф др Љубиша Балановић – члан;
7. проф др Витомир Милић – члан;
8. проф.др Саша Стојадиновић – члан.

II Мандат чланова Комисије траје до 30. 09. 2023. године.

Доставити:
- именованима
- продекану за наставу
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-
Бор, године

П Р Е Д Л О Г

На основу чланова 47. и 49. Статута Техничког факултета у Бору, Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној . године, донело је

О Д Л У К У

I Формира се Комисија за студије III степена у саставу:

1. Проф. др Иван Михајловић – председник Комисије;
2. Проф. др Милован Вуковић – члан;
3. Проф. др Милан Трумић – члан;
4. Проф. др Милан Радовановић – члан;
5. Проф. др Драгослав Гусковић – члан;
6. Проф. др Весна Грекуловић – члан;
7. Проф. др Мира Цоцић – члан;
8. Проф. др Радоје Пантовић – члан.

II Мандат чланова Комисије траје до 30. 09. 2023. године.

Доставити:
- именованима
- продекану за наставу
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

На крају школске 2019/2020 године, Комисија за обезбеђење и унапређење квалитета Техничког факултета у Бору подноси Наставно-научном већу следећи:

И З В Е Ш Т А Ј

о раду Комисије за обезбеђење и унапређење квалитета у областима унутрашњег осигурања квалитета на Техничком факултету у Бору за школску 2019/20 годину

По дефиницији Комисија за обезбеђење и унапређење квалитета, у даљем тексту **Комисија**, стална је комисија која представља стручно и саветодавно тело Наставно-научног већа Факултета и декана. Комисија планира и анализира поступке вредновања система образовања и научно-истраживачког рада на Факултету, и управљања тим поступцима, а има 9 чланова и то:

-два члана из реда наставника, које именује Веће Факултета,

-једног члана из реда асистената, кога именује Веће факултета,

-два члана из реда студената, које бира Студентски парламент,

-продекана за наставу,

-продекана за научно истраживачки рад и међународну сарадњу,

-продекана за финансије и

-једног члана из реда ненаставног особља, кога бирају ненаставни радници.

Мандат чланова Комисије траје три године, осим чланова из реда студената, чији је мандат годину дана. Комисија из својих редова бира председника и заменика председника на конститутивној седници, коју сазива продекан за наставу.

Комисија има следеће надлежности:

-Припрема предлог Стратегије обезбеђења квалитета и сачињава Акциони план за њено спровођење;

-Припрема и предлаже стандарде и поступак обезбеђења квалитета Факултета које усваја Наставно-научно веће;

-Спроводи поступак самовредновања и подноси Већу Факултета извештај о спроведеном поступку самовредновања;

-Предлаже мере за унапређење квалитета рада на Факултету;

-Стара се о реализацији утврђених мера за унапређење квалитета рада у сарадњи са Већем Факултета и деканом;

-Припрема и предлаже стратегију развоја међународне сарадње Факултета;

-Прати остваривање Стратегије обезбеђења квалитета и предлаже мере за отклањање уочених слабости, у циљу побољшања квалитета;

-Подноси извештај Већу Факултета о стању у области квалитета, најмање једном годишње;

-Припрема предлоге за измену и допуну Правилника о обезбеђењу и унапређењу квалитета и Правилника о самовредновању;

-Обавља и друге послове од значаја за унапређење и развој квалитета студијских програма, наставе и услова рада.

Комисија у садашњем саставу формирана је Одлуком Наставно-научног већа број VI/4-21-3.2, од дана 16. 11. 2018. године и чине је:

1. проф. др Саша Стојадиновић,	председник,
2. проф. др Љубиша Балановић	подпредседник,
3. асис. Урош Стаменковић	члан,
4. продекан за наставу	члан,
5. продекан за НИР и МС,	члан,
6. продекан за финансије,	члан,
7. Наташа Миленковић, дипл. правник	члан,
8. председник Студентског парламента,	члан,
9. студент продекан	члан,

У току 2019/20 године Комисија је извршавала задатке који су дефинисани Статутом и правилницима о обезбеђивању квалитета, при чему су главне активности биле:

1. вредновање педагошког рада наставника и сарадника,

2. вредновање квалитета наставне литературе,

3. вредновање квалитета научно-истраживачког рада,

4. вредновање квалитета и компетенција дипломираних студената,

С обзиром на поступак акредитације који је у току, Комисија је, поред редовних активности спровела и активности на припреми материјала за акредитацију, као и на припреми одговора на примедбе рецензентских комисија.

1. Вредновање педагошког рада наставника и сарадника

Вредновање педагошког рада наставника и сарадника спроводи се два пута годишње, по једанпут на крају сваког семестра. Вредновање педагошког рада наставника и сарадника се спроводи анкетирањем студената. Анкета је анонимна и добровољна, а након спровођења анкете, резултати се уносе у одговарајући софтвер у циљу генерисања статистичких извештаја.

Вредновања педагошког рада наставника и сарадника су у току 2019/2020 године спроведена децембра 2019. (јесењи семестар) и, због епидемиолошке ситуације и ванредног стања уведеног због пандемије вируса SARS CoV2 (COVID - 19), јуна 2019. Године (пролећни семестар). О спроведеним вредновањима је Комисија сачинила одговарајуће Извештаје, упутила их Наставно-научном већу на усвајање и заједно са одлукама о усвајању, учинила их јавно доступним на сајту Факултета. Како због обуставе наставе на Факултету није било могуће поделити анкетне листове у току наставе анкетни листови су дељени студентима приликом овере семестра. На тај начин је значајно увећан одзив студената (са 30 на 46%)

2. Вредновање квалитета наставне литературе

Вредновање квалитета наставне литературе се врши истовремено са вредновањем педагошког рада наставника и сарадника, такође два пута годишње, при чему се за потребе вредновања квалитета наставне литературе формира издвојени анкетни лист.

Вредновања квалитета наставне литературе су у току 2019/2020 године спроведена децембра 2018. и јуна 2019. године. О спроведеним вредновањима је Комисија сачинила одговарајуће Извештаје, упутила их Наставно-научном већу на усвајање и заједно са одлукама о усвајању, учинила их јавно доступним на сајту Факултета.

3. Вредновање квалитета научно-истраживачког рада

Вредновање квалитета научно-истраживачког рада врши се једном годишње, почетком календарске године за претходну календарску годину. Основу за вредновање представља Годишњи извештај о резултатима оствареним у научноистраживачком раду и међународној сарадњи који, за потребе Комисије, сачињава продекан за НИР и МС. Вредновање се врши упоређивањем резултата са претходним годинама уз коментаре, оцене и препоруке.

Вредновање квалитета научно-истраживачког рада у току 2019/2020 школске године спроведено је током јануара и фебруара 2020. године и о томе је сачињен одговарајући Извештај. Извештај је упућен Наставно-научном већу на усвајање и са одлуком о усвајању учињен јавно доступним на сајту Факултета.

4. Вредновање квалитета и компетенција дипломираних студената

Поступак вредновања квалитета и компетенција дипломираних студената спроводи се у трогодишњим циклусима попуњавањем анкетних листића од стране послодаваца код

којих су запослени дипломирани студенти са Техничког факултета у Бору. Анкетни листови за евалуацију квалитета и компетенција дипломираних студената су достављени шефовима одсека који су их проследили руководиоцима у компанијама у којима дипломирани студенти са Техничког факултета у Бору раде. Попуњене листове су шефови одсека доставили Комисији. Након прикупљања анкетних листова, обраде података и анализе резултата, Комисија сачињава одговарајући Извештај и упућује га наставно научном већу на усвајање. Поступак вредновања квалитета и компетенција дипломираних студената спроведен је у току маја месеца 2019. године тако да наредно вредновање треба спровести 2022.

5. Поступак самовредновања

У оквиру припрема за акредитацију Комисија је у току 2019. Године спровела поступак самовредновања како Факултета као институције тако и појединачних студијских програма. Након спроведеног поступка самовредновања Комисија је сачинила одговарајуће Извештаје. Извештаји су упућени Наставно-научном већу на усвајање и са одлуком о усвајању учињени јавно доступним на сајту Факултета.

У току спровођења поступка самовредновања, из стандарда у стандард, пар одредница се константно понављало као мере за унапређење квалитета и то су

1. У наредном периоду неопходно је извршити ревизију Стратегије за обезбеђење и унапређење квалитета Техничког факултета у Бору јер је, сада важећа стратегија, донешена 2007. године и допуњена 2012.
2. Уз ревизију Стратегије потребно је извршити и ревизију свих аката из области унапређења квалитета при чему то није задатак високог приоритета.
3. Реструктуирати и проширити Комисију за обезбеђење и унапређење квалитета.
4. Извршити ревизију наставних планова и програма на свим нивоима студија и реструктуирати студијске програме.
5. Дефинисати процедуру повратне спреге евалуација – унапређење квалитета
6. Формирати интердисциплинарне тимове за подршку/пројекте/развој.
7. Повећати обим сарадње са привредним и друштвеним субјектима
8. Повећати обим међународне сарадње.

Као след ових мера већ су предузете одговарајуће активности па је тако формиран интердисциплинарни пројектни тим, у оквиру акредитације су унапређени наставни планови студијских програма, формиран је Савет послодаваца, повећан је број међународних пројеката. Започета је и ревизија Стратегије за обезбеђење и унапређење квалитета Техничког факултета у Бору али је због увођења ванредног стања ова активност прекинута и наставиће се са нормализацијом ситуације.

6. Активности везане за текућу акредитацију

Декан факултета је, на предлог Комисије, оформила радну групу за спровођење

поступка акредитације која, у суштини, представља Комисију за квалитет проширену са по два члана са сваког одсека и, по функцији, шефовима одсека. Радна група је на припреми материјала за акредитацију радила у континуитету од почетка 2019. године. Све активности на припреми материјала завршене су октобра месеца 2019. године и документација за акредитацију, са одговарајућим захтевима је предата НАТ-у почетком децембра 2019.

Јуна 2020. Године, чим су се стекли повољни услови, Факултет су посетиле Рецензентске комисије за студијске програме Инжењерски менаџмент и Металуршко инжењерство као и рецензентска коматерија за установу. Након посете комисије и одговора на достављене коментаре на 25. електронској седници КАПК донешена је одлука о акредитацији студијских програма ОАС и МАС Инжењерски менаџмент. На 29. електронској седници КАПК донешена је одлука о акредитацији установе Технички факултет у Бору као и одлуке о акредитацији студијских програма ОАС, МАС и ДАС Металуршко инжењерство.

Септембра 2020. Године Факултет су посетиле рецензентске комисије за студијске програме Рударско инжењерство и Технолошко инжењерство. Након посете комисије су доставиле своје коментаре на које се тренутно припремају одговори и допуне материјала за акредитацију па се очекује, да по достабљању коначног извештаја КАПК донесе одлуку о акредитацији студијских програма Рударског инжењерства и Технолошког инжењерства на некој од предстојећих седница.

У оквиру припрема за акредитацију спроводи се и поступак самовредновања Факултета о чему ће Комисија сачинити одговарајући Извештај.

Комисија је у свом раду остварила добру и пуну сарадњу са руководством Факултета, односно са деканским колегијумом, и због тога што су ресорни продекани по функцији и чланови Комисије.

У Бору,

Септембра 2020. године

Председник Комисије

_____

Проф. др Саша Стојадиновић

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-
Бор, **П Р Е Д Л О Г**

Наставно научно веће Факултета, на седници одржаној _____ године, донело је

КАЛЕНДАР ОДРЖАВАЊА СЕДНИЦА ННВ

У школској 2020/2021. години, седнице ННВ одржаваће се сваког другог четвртка у месецу и то:

ОКТОБАР 2020. године:
седница се одржава у четвртак, 08. 10. 2020. године;

НОВЕМБАР 2020. године:
седница се одржава у четвртак, 12. 11. 2020. године;

ДЕЦЕМБАР 2020. године:
седница се одржава у четвртак, 10. 12. 2020. године;

ЈАНУАР 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 14. 01. 2021. године;

ФЕБРУАР 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 11. 02. 2021. године;

МАРТ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 11. 03. 2021. године;

АПРИЛ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 08. 04. 2021. године;

МАЈ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 13. 05. 2021. године;

ЈУН 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 10. 06. 2021. године

ЈУЛ 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 08. 07. 2021. године

СЕПТЕМБАР 2021. године:
седница се одржава у четвртак, 09. 09. 2021. године;

Услед пандемије вируса COVID-19, школске 2020/2021. године, Календар одржавања седница ННВ биће подложан усаглашавањима и, у случају потребе, одговарајућим променама.

Доставити:
- члановима ННВ
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО-НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
ТЕХНИЧКИ ФАКУЛТЕТ У БОРУ
tel: +381(0) 30 424 - 555,
faks: 030 421 – 078
PIB: 100629192, MB: 07130210

University of Belgrade
TECHNICAL FACULTY IN BOR
tel: +381 (0)30 424 - 555,
fax: 030 421 – 078
PIB: 100629192, MB: 07130210

Војске Југославије 12, 19210 Бор, п. фах 50

Број:I/1-
Бор,

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ Техничкогфакултета у Бору

Предмет: Покретање поступка за валидацију и верификацију техничког решења

Према Правилнику о поступку и начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача ("Сл. гласник РС", бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017)) обраћам се Научно-Наставном већу Техничкогфакултета у Бору са молбом да покрене поступак за валидацију и верификацију техничког решења М-85 под називом:

ТЕХНИЧКО И РАЗВОЈНО РЕШЕЊЕ

Ново техничко решење у фази реализације

(М 85)

"Пројектовање параметара ласерског бушења и сечења суперлегуре никла помоћу алгоритма оптимизације ројем честица"

Аутори решења:
др Зоран Стевић, редовни професор, Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду;
др Татјана Шибалија, дипл. инж. маш., редовни професор, Метрополитан Универзитет, Београд;
др Сања Петронић, дипл. инж. маш., виши научни сарадник, Иновациони центар Машинског факултета, Универзитет у Београду;
др Дубравка Миловановић, дипл. физикохемичар, виши научни сарадник, Институт за општу и физичку хемију, Београд;
др Марко Јарић, дипл. инж. маш., научни сарадник, Иновациони центар Машинског факултета, Универзитет у Београду.

Предложено техничко решење је реализовано у оквиру пројекта финансираног од стране Министарства за просвету и науку Републике Србије бр ОН 172060 „Нов приступ дизајнирању материјала за конверзију и складиштење енергије“.

Подносилац захтева:

. Др Зоран Стевић, редовни професор

TEHNIČKO REŠENJE

Naziv:

"Projektovanje parametara laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla pomoću algoritma optimizacije rojem čestica"

Autori:

- dr Zoran Stević, dipl. el. inž. redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru;
- prof. dr Tatjana Šibalija, dipl. inž. maš., redovni profesor, Metropolitan Univerzitet, Beograd;
- dr Sanja Petronić, dipl. inž. maš., viši naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu;
- dr Dubravka Milovanović, dipl. Fizikohemičar, viši naučni saradnik, Institut za opštu i fizičku hemiju, Beograd;
- dr Marko Jarić, dipl. inž. maš., naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu;

Vrsta tehničkog rešenja	M85 - Novo tehničko rešenje (nije komercijalizovano) (M85)
Autori tehničkog rešenja	- prof. dr Zoran Stević, dipl. el. inž. redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru; - prof. dr Tatjana Šibalija, dipl. inž. maš., redovni profesor, Metropolitan Univerzitet, Beograd; - dr Sanja Petronić, dipl. inž. maš., viši naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu; - dr Dubravka Milovanović, dipl. Fizikohemičar, viši naučni saradnik, Institut za opštu i fizičku hemiju, Beograd; - dr Marko Jarić, dipl. inž. maš., naučni saradnik, Inovacioni centar Mašinskog fakulteta, Univerzitet u Beogradu.
Naziv tehničkog rešenja	"Projektovanje parametara laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla pomoću algoritma optimizacije rojem čestica"
Ključne reči	Algoritam optimizacije rojem čestica; veličina roja; težina inercije; faktori samo-učenja i socijalnog učenja; veštačke neuronske mreže; lasersko bušenje, lasersko sečenje, superlegura, profilometrija, SEM, EDS

Za koga je rađeno tehničko rešenje	- Predloženo tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta finansiranog od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije br ON 172060 „Nov pristup dizajniranju materijala za konverziju i skladištenje energije“; - Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
Ko koristi tehničko rešenje	Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
Godina izrade tehničkog rešenja	2019. година
Godina kada je rešenje počelo da se primenjuje	2019. година
Verifikacija rezultata	Naučna verifikacija rezultata ispitivanja je sprovedena putem objavljivanja rezultata u vodećim međunarodnim naučnim časopisims kategorije M21: - Šibalija T., Petronić S., Milovanović D. (2019) Experimental Optimization of Nimonic 263 Laser Cutting Using a Particle Swarm Approach. Metals 9(11): 1147. doi: 10.3390/met9111147 - Šibalija T., (2019) Particle Swarm Optimisation in Designing Parameters of Manufacturing Processes: a Review (2008-2018). Applied Soft Computing 84:105743. doi:10.1016/j.asoc.2019.105743; kategorije M22: - Šibalija, T., Petronić, S., Majstorović, V., Prokić-Cvetković, R., Milosavljevic, A. (2011) Multi-response design of Nd:YAG laser drilling of Ni-based superalloy sheets using Taguchi’s quality loss function, multivariate statistical methods and artificial intelligence. Int J Adv Manuf Technol 54:537–552. doi:10.1007/s00170-010-2945-3; i knjizi kategorije M11: - Šibalija T., Majstorović V. (2016). The advanced multiresponse process optimisation. An intelligent and integrated approach. doi:10.1007/978-3-319-19255-0, Springer, Switzerland.

	Mišljenje korisnika Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
Ko je prihvatio tehničko rešenje	Nastavno naučno veće Tehničkog fakulteta u Boru Univerziteta u Beogradu
Primena rezultata tehničkog rešenja	Eksperimentalno određivanje parametara pri obradi laserskim talasima u zavisnosti od zahteva za mikrostrukturu, morfologiju i mikrotvrdoću površine; primena u eksploatacionim uslovima za izbor vrednosti talasne dužine, impulsne energije i broja impulsa u zavisnosti od zahteva za mikrostrukturu, morfologiju i mikrotvrdoću površine; primena napredne metodologije bazirana na algoritmu optimizacije rojem čestica za optimizaciju procesa sa više izlaza čiji analitički model je nepoznat

Oblast i naučna disciplina na koju se rešenje odnosi: Naučna oblast: tehničke nauke – mašinstvo; uža naučna oblast: proizvodno mašinstvo, veštačka inteligencija u optimizaciji proizvodnih procesa, nauka o materijalima, tehnologija materijala. Oblasti primene tehničkog rešenja su obrada materijala laserom: sečenje i bušenje. Oblast ispitivanja: morfologija, profilometrija i mikrotvrdoća površine metalnih materijala.

Prikazano tehničko rešenje se primenjuje za optimizaciju parametara laserskog bušenja i sečenja, kod obrade delova kod kojih se zahteva tolerancija bliska nuli, i koji rade na povišenim temperaturama i pritiscima. U cilju sigurnosti i pouzdanosti u uslovima eksploatacije konstrukcijskih delova u različitim oblastima industrije potrebno je obezbediti materijale koji imaju precizne geometrijske mere, bolje mehaničke osobine, i optimalne osobine i strukturu površinskog sloja. Oblast primene datog tehničkog rešenja se odnosi na široki spektar mogućnosti primene: procesnu industriju, sektor energetike, avioindustriju, automobilsku industriju. Za optimizaciju parametara procesa laserskog bušenja i laserskog sečenja primenjena je napredna metodologija bazirana na specifičnom evolucionom algoritmu - algoritmu optimizacije rojem čestica. Obzirom da je primena ove metodologije za optimizaciju posmatrana dva procesa pokazala izuzetne rezultate u smislu kvaliteta (preciznosti) dobivenih rešenja, visoke robusnosti u odnosu na podešavanje sopstvenih parametara algoritma i brze konvergencije ka globalnom optimum, i obzirom da primena metodologija ne podrazumeva pretpostavke u vezi broja i vrste kontrolnih parametara procesa, izlaza iz procesa, niti njihovih međuzavisnosti (tj. ne zahteva poznavanje analizičkog modela procesa), primena ove metodologije može biti proširena na optimizaciju i drugih procesa mašinske obrade koji podrazumevaju vrlo zahtevne specifikacije za izlazne karakteristike, tj. za čije izlaze se zahtevaju veoma uska tolerancijska polja. Preporuke za izbor i podešavanje sopstvenih parametara algoritma optimizacije rojem čestica (veličina roja; težina inercije; faktori samo-učenja i socijalnog učenja) su specificirane na osnovu rezultata rada algoritama sa različitim podešavanjima primenjenim za optimizaciju procesa laserskog bušenja i sečenja, u smislu

smernica za primenu algoritma optimizacije rojem čestica (u okviru prezentovane metodologije) za rešavanje optimizacionih problema ostalih srodnih procesa mašinske obrade.

1. PROBLEM KOJI SE REŠAVA TEHNIČKIM REŠENJEM

Superlegure na bazi nikla sastoje se od preko 50% nikla i 8–12 dodatih legirajućih elemenata da bi se poboljšale njihove karakteristike. Zbog vrlo dobrih performansi na visokim temperaturama i pritiscima, velika potražnja za njima je u vazduhoplovnoj, prerađivačkoj i proizvodnoj industriji. Legura Nimonic 263 spada u grupu superlegure na bazi nikla. Zahvaljujući vrlo dobrim mehaničkim svojstvima, dobroj korozionoj i oksidacionoj otpornosti, radni komadi izrađeni od Nimonic 263 superlegure mogu izdržati veoma zahtevne radne uslove, uključujući visoku temperaturu i pritisak. Dalje poboljšanje karakteristika Nimonic 263 delova često je vrlo zahtevan zadatak. Kvalitet laserskog bušenja i sečenja tokom obrade Nimonic 263 delova zavisi od izbora parametara laserskog sečenja i svojstava materijala. Bušenje laserom ima prednosti nad konvencionalnim metodma jer omogućava proizvodnju precizno pozicioniranih rupa malih prečnika, a ujedno manje oštećuju površine oko rupa u odnosu na konvencionalne metode. Bušenje laserom je je efikasan i čist process, a poslednjih decenija se sve više koristi u avioindustriju i biomedicini, kao i kod odgovornih konstrukcija avio mašina, električnim komponentama, procesnoj i gasnoj industriji.

Upotreba lasera za sečenje raznih materijala je počela sredinom 70-ih godina prošlog veka. Laserski snop seče limove brže i kvalitetnije od konvencionalnih procesa metoda, a prednost predstavlja i odsustvo kontakta sa materijalom, nema habanja alata, mogućnost obrade složenih oblika, preciznost, uski rezovi na materijalu, uska zona uticaja toplote. Usmeravanjem fokusa laserskog snopa, pritiskom mlaza gasa, brzinom i energijom laserskog snopa omogućene su obrade materijala koje su od velike koristi kod materijala koji se teško obrađuju konvencionalnim metodama sa strogim zahtevima za projektovanje, kao što su superlegure.

Kako bi procesi mašinske obrade bazirani na upotrebi lasera dali željene rezultate, potrebno je pronaći optimalne vrednosti parametara procesa na bazi specifikacija za izlazne karakteristike iz procesa. Optimizacija parametara kompleksnih procesa laserske obrade koji podrazumevaju više međusobno zavisnih izlaznih karakteristika, kao što su procesi laserskog bušenja i laserskog sečenja, zahteva primenu naprednih optimizacionih metodologija. Kratak pregled postojećih optimizacionih metodologija kao i njihovih nedostataka za primenu pri optimizaciji procesa laserskog bušenja i sečenja je dat u sledećoj sekciji. U cilju prevazilaženja nedostataka postojećih metoda, predložena je napredna optimizaciona metodologija koja uključuje primenu evolucionih algoritama za pronalaženje globalnog optimuma (optimalnih vrednosti kontrolnih parametara procesa) u multi-dimnezionom prostoru potencijalnih rešenja. Međutim, neophodno je izabrati odgovarajući evolucioni algoritam koji u potpunosti odgovara na izazove kompleksnih optimizacionih problema posmatranih u ovom tehničkom rešenju. Pored toga, obzirom da je poznato da: (I) uspešnost primene evolucionih algoritama uveliko zavisi od adekvatnog izbora vrednosti sopstvenih parametara algoritma, i (II) nije moguće garantovati potpunu ponovljivost rezultat evolucionog algoritma (za isti optimizacioni problem, čak ni pod istim uslovima rada), od esencijalne važnosti je analizirati robusnost izabranog algoritma i adekvatno podesiti njegove sopstvene parametre kako bi se osigurao adekvatan rad algoritma, a time i pronalaženje stvarnog globalnog rešenja posmtranog optimizacionog problema.

2. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU

Generalno, metode za projektovanje parametara procesa, tj. za optimizaciju proizvodnih procesa, se mogu podeliti u dve osnovne grupe:

a.) konvencionalne metode koje uključuju iterativne matematičke metode i statističke metode, tj. metode eksperimentalnog projektovanja kao što su Taguči metod ili metodologija odzivnih površina;
b.) nekonvencionalne metode bazirane na tehnikama veštačke inteligencije, kao što ekspertni sistemi, fazi logika, veštačke neuronske mreže i metaheursitički algoritmi.

Metodologija odzivnih površina (engl. *response surface methodology*) je najčešće korišten pristup za optimizaciju industrijskih procesa. Nedostaci ovog metoda su sledeći [1]: nije pogodan za optimizaciju procesa sa većim brojem izlaznih karakteristika (više od 3 izlazne karakteristike); rezultira lokalnim optimumom u slučaju nelinearnih međuzavisnosti u procesu i kada je proces karakterisan većim brojem kontrolnih parametara i izlaznih karakteristika; istovremena optimizacija u odnosu na srednju vrednost i varijaciju izlazne karakteristike nije pgodna za praktičnu upotrebu jer se time udvostručuje broj izlaza. Obzirom da optimizacioni problemi posmatrani u ovom tehničkom rešenju uključuju veći broj izlaznih karakteristika, zbog navedenih nedostataka zaključeno je da metodologija odzivnih površina nije pogodna za njihovo rešavanje.

Tagučijev metod projektovanja robusnih procesa (engl. *Taguchi robust parameter design*) je baziran na odnosu signalnih i poremećajnih parametara procesa (engl. *signal-to-noise ratio*) i funkciji gubitka usled nekvaliteta (engl. *qulity loss* - QL *function*). Cilj ovog metoda je pronalaženje optimalnih vrednosti kontrolnih parametara procesa kojim se istovremeno postiže željena srednja vrednost i smanjuje varijacija izlazne karakteristike. Ovaj metod je projektovan za optimizaciju procesa sa jedniom izlaznom karakteristikom; njegova primena za procese sa više izlaza zahteva pronalaženja kompromisnog rešenja između optimalnih vrednosti kontrolnih parametara za različite izlaze, što obično uključuje određen nivo subjektivnosti. Različiti pristupi su razvijeni kako bi se prevazišao ovaj problem; sledi kraće objašnjenje najčešće korišćenih pristupa: (I) dodeljivanje težinskih faktora pojedinačnim izlazima radi formiranja jedinstvene mere procesa, što podrazumeva subjetivnu alokaciju težinskih faktora pri čemu zavisnosti među izlazima nisu razmatrane; (II) primena analize glavnih komponenti (engl. *principal component analysis* – PCA) radi transformacije izlaza koji su međusobno zavisni u neazvisne glavne komponente, pri čemu se u daljoj analizi uzimaju u obzir samo one komponente čiji je vektor sopstvenih vrednosti veći od 1 [2,3], što znači da je analiza bazirana samo na delu ukupne varijacije originalnih izlaza, ali ne na ukupnoj varijaciji; (III) primena analize relacija sa šumom (engl. *grey relational analysis* - GRA) radi integsianja više izlaznih karakteristika u jedinstvenu meru procesa (stepen relacija sa šumom), pri čemu se težinski koeficijenti subjektivno dodeljuju pojedinačnim izlaznim karakteristikama [4] a korelacije među izlazima nisu razmatrane; (IV) primena pristupa funkcije poželjnosti (engl. *desirability function approach*) radi integracije pojedinačnih izlaza u jedinstvenu meru procesa [5], pri čemu se korelacije među izlazima ne razmatraju, a primena ovog metoda zahetva poznatu funkciju cilja (model procesa); pored toga, ovaj metod je kritikovan zbog toga što često ne pronalazi optimalno rešenje.

Opšti nedostatak pomenutih metoda, pored nedostataka navedenih za pojedinačne pristupe, je u tome što ne razmatraju sve kontinualne vrednosti kontrolnih parametara u okviru određenih granica, nego uzimaju u obzir samo diskretne vrednosti korišćene u eksperimentu. Usled ovog nedostatka, ovi pristupi nisu pogodni za globalnu optimizaciju.

Tehnike veštačke inteligencije, a posebno metaheuristički algoritmi, nametnuli su se kao efikasna alternative konvencionalnim, statističkim metodama, zbog sposobnosti pretraživanja

svih kontinualnih vrednosti varijabli u multidimenzionom prostoru. Genetski algoritam (eng. *genetic algorithm*) i simulirano odgrevanje (engl. *simulated annealing*) su dva najčešće korištena algoritma za optimizaciju industrijskih procesa [6]. Detaljna i sveobuhvatna analiza rezultata primene različitih metaheurističkih algoritama za projektovanje parametara proizvodnih procesa pokazala je da je algoritam optimizacije rojem čestica (engl. *particle swarm optimisation* - PSO) dao najbolje rezultate, pored par novijih algoritama koji još nisu dovoljni ispitani [7]. Ova analiza je dokazala da je PSO algoritam robusniji, odnosno manje ovisan o podešavanju sopstvenih parametara od većine ostalih metaheurističkih algoritama. Pored toga, specifičan način održavanja ravnoteže između lokalnog i globalnog pretraživanja je jedan od osnovnih rezultata uspešnosti primene PSO. Ovo su, ujedno, i razlozi zašto je metodologija za projektovanje parametara laserskih procesa prikazanih u ovom tehničkom rešenju bazirana na algoritmu optimizacije rojem čestica.

Poslednjih godina je povećan interes za laserskim bušenjem različitih materijala, ispitivan je uticaj i optimizovani su parametri bušenja kao što su: srednja snaga, impulsna energija, trajanje impulsa, frekvencija impulsa i pozicija fokusa [8-11]. Efektivnost rupa dobijenih procesom laserskim bušenjem zavisi od geometrijske karakteristike rupa, a uticaj parametara lasera na te karakteristike rupa bušenih u limovima superlegure nikla debljine 0.7 i 1.2 mm, je analizirano u [12]. Salonitis i saradnici [13] su predstavili teoretski model zasnovan na pretpostavci da tokom svakog laserskog pulsiranja, konačna zapremina materijala bude uklonjena.

Lasersko sečenje je obrađeno u dovoljnom broju naučnih radova gde su prikazani osnovni principi laserskog procesa sečenja podaci o vrstama materijala koji se koriste u ovom procesu [14 - 16].

Veliki broj ispitivanja je posvećen laserskom sečenju različitih materijala, kao što su ugljenični čelici [17], nerđajući čelici [18-20], sečenje superlegura na bazi nikla [21,22], sečenje aluminijuma [23], sečenje fiberom ojačanih panela [24, 25], legura od cirkonijuma [26]. Bicleanu i saradnici [27] su predstavili analitički model za sečenje metala impulsnim laserom. Kim i saradnici [28] predstavili matematički model koji objašnjava proces koji se odvija tokom laserskog sečenja nerđajućeg čelika.

Da bi se dobio najbolji kvalitet reza neophodna je optimizacija laserskih parametara koji utiču na kvalitet samog reza, a to su: frekvencija impulsa, impulsna energija, širina impulsa, brzina rezanja, tip pomoćnog gasa i njegov pritisak. Optimizacijom i adekvatnom kontrolom ovih parametara dobijeni su željeni kvaliteti reza, a rezultati ispitivanja su prikazani u [29-36].

3. DETALJAN OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

3.1. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimenti su rađeni na limovima superlegure Nimonik 263. Uzorci su bili hladno valjani i termički obrađeni u dva koraka: 1) rastvarajuće žarenje na 1150 °C/1 h/WC (kaljenje vodom) i 2) taloženje na 800 °C/8 h/AC (hlađenje na vazduhu).
U Tabeli 1. je dat hemijski sastav ove legure.

Tabela 1. Hemijski sastav superlegure nikla Nimonik 263

	Sadržaj elemenata u težinskim procentima										
Element	C	Si	Mn	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mo	Ti	Ni
Tež.%	0.06	0.3	0.5	0.5	20	20	0.1	0.5	5.9	2.2	balance

Rupe u limovima su bušene Nd: YAG laserom u impulsnom režimu rada model HTS Mobile LS-P160 (OR Laser), a specifikacije lasera su date u Tabeli 2.

Tabela 2. Specifikacija HTS pokretnog LS-P160 Nd: YAG lasera

Parametri lasera	Opseg parametara
Maksimalna srednja snaga lasera	160 W
Vršna snaga impulsa	7.5 kW
Maksimalna energija impulsa	80J
Trajanje impulsa	0.2–20 ms
Frekvencija impulsa	1.0–20 Hz
Prečnik fokusa	0.2–2.0 mm

Dimenzije ispitivanih uzoraka su 150x150x1,2 mm. Parametri procesa laserske obrade bušenjem su date u Tabeli 3. Identičnim parametrima su bušena po tri rupe i kao merodavna je uzimana izračunata srednja vrednost.

Tabela 3. Parametri procesa bušenja laserom

Parametar laserske obrade	Vrednost (opseg)
Trajanje impulsa [ms]	0,5;0,7; 1,0; 1,2;1,8
Energija impulsa [J]	65,6
Frekvencija impulsa [Hz]	5; 7 i 9
Srednja snaga [W]	128
Mesto fokusa	na površini

Za drugi deo eksperimenta - rezanje materijala je korišćen Bistronic laser, (2000), BISTAR 3015. Korišćen je isti materijal, hemijskog sastava prikazanog u Tabeli 1, a dimenzije limova su 50x150x2 mm. U tabeli 4 prikazane su karakteristike lasera za lasersko rezanje, a u Tabeli 5 parametri procesa laserskog rezanja korišćeni u eksperimentu.

Tabela 4. Karakteristike lasera Bistronic laser, (2000), BISTAR 3015

Parametri lasera	Opseg parametara
Maksimalna srednja snaga [W]	2800
Brzina [mm/s]	6000
Frekvencija impulsa [Hz]	2500
Pritisak pomoćnog gasa [bar]	20
Polarizacija	kružna

Tabela 5. Parametri laserske obrade rezanjem

Parametri lasera	Opseg parametara
Srednja snaga [W]	1400; 1800; 2800
Brzina [mm/s]	4000; 4500;5000

Položaj fokusa	na gornjoj strani uzorka; na donjoj strani uzorka; 0,5 mm ispred materijala
Pritisak azota [bar]	4; 8; 12

3.2. METODOLOGIJA ZA PROJEKTOVANJE PARAMETARA PROCESA BAZIRANA NA ALGORITMU OPTIMIZACIJE ROJEM ČESTICA

Nakon izvođenja eksperimenta projektovanog na osnovu broja i nivoa variranja kontrolnih parametara (faktora) procesa, neophodno je izvršiti obradu eksperimentalnih rezultata, obzirom da posmatrani procesi laserske obrade podrazumevaju veliki broj izlaznih karakteristika.

Izmerene vrednosti izlaznih karakteristika se izražavaju preko Tagučijeve funkcije gubitka usled nekvaliteta (QL), kako bi se prikazala relativna važnost svakog izlaza za kupca na potpuno objektivan način [37]:

$$QL = K \cdot \left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i^{\,2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{smaller - the - better } (STB) \\ \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (y_i - m)^2 = \frac{n-1}{n}.s^2 + (\bar{y} - m)^2 \ldots \text{nominal - the - best } (NTB) \\ \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{y_i^{\,2}} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{larger - the - better } (LTB) \end{array} \right\} \quad (1)$$

gde su s^2 i $\bar{y}$ varijacija i srednja vrednost uzorka od n jedinica, respektivno; STB su karakteristike za koje se zahteva minimizacija srednje vrednosti; LTB su karakteristike za koje se zahteva maksimizacija srednje vrednosti; NTB su karakteristike za koje se zahteva postizanje ciljne srednje vrednosti m.

Obzirom da su izlazne karakteristike iz procesa međusobno zavisne, normalizovane vrednosti funkcije gubitka usled nekvaliteta (NQL) za svaku izlaznu karakteristiku prestavljaju ulaz u PCA sa ciljem dobivanja nezavisnih glavnih komponenti. Metod GRA se primenjuje nad dobivenim nezavisnim komeponetama koje se integrišu u jedistvenu meru procesa. Za razliku od uobičajenih pristupa iz literatura, u ovoj metodologiji sve glavne komponente su uzete u obzir pri formiranju jedinstvene mere precesa, i to u skladu sa pripadajućim težinskim fakotrima izračunatim primenom PCA. Na taj način dobiva se jedinstvena mera procesa (JMP) na potpuno objektivan način [1].

Efekat kontrolnih parametara na JPM se izračunava kao aritmetička sredina svih JPM vrednosti za određeni nivo posmatranog kontrolnog parametra. Optimalne vrednosti kontrolnih parametara su one koje imaju najveći uticaj na JPM. Ovim se dobiva potencijalno optimalno rešenje iz skupa diskretnih vrednosti (nivoa) kontrolnih parametara posmatranih u eksperimentu.

Kako bi se izvršila globalna optimizacija posmatranog procesa primenom algoritma PSO, neophodno je prvo razviti model procesa koristeći veštačke neuronske mreže (engl. *artificial neural networks* – ANNs). Ulazni sloj ANN sadrži kontrolne parametre procesa, a izlazni sadrži jedan neuron koji se odnosi na JPM. Broj neurona u srednjem, tj. skrivenom sloju se podešava tako da se dobije ANN model sa najmanjom greškom (srednja vrednost kvadrata između orginalnih vrednosti i predikcije mreže, odnosno izlaza iz ANN) i najvećom vrednosti koeficijenta R (stepen korelacija između originalnih vrednosti i predikcija mreže) [1].

Ovakav neuronski model procesa predstavlja ulaz, odnosno funkcija cilja za PSO algoritam koji vrši pretraživanje kontinualnog multidimezionog prostora kako bi pronašao globalni optimum,

odnosno optimalne vrednosti kontrolnih parametara procesa kojim se postiže maksimalna JPM vrednosti.

Sledi prikaz koda za formiranje funkcije cilja za PSO u sofveru Matlab, gde *myANN* predstavlja izabrani neuronski model procesa, a x_1 do x_n (x_i, i=1, …. n) su kontrolni parametri procesa:

```
function JPM = myNN_Function(pop, myANN)
load myANN;
   JPM = zeros(size(pop,1),1);
   for i = 1:size(pop,1)
   x1 = pop(i,1);
   …
   Xn = pop(i,4);
   JPM (i)= - sim (myANN,[x1; …;xn]);
   end
end
```

PSO algoritam korišten u prikazanoj metodologiji i primenjen za optimizaciju procesa laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla podrazumeva sledeće korake:

1. Formiranje inicijalnog roja čestica sa pozicijama x_i i brzinama v_i.
2. Proračun funkcije cilja za česticu x_i:
   - pronalaženje najbolje pozicije čestice do sada - *pbest*, i odgovarajuće funkcije cilja *f(pbest);*
   - pronalaženje najbolje pozicije čitavog roja do sada – *gbest,* i odgovarajuće funkcije cilja *f(gbest).*
3. Ažuriranje brzine čestice, odnosno proračun nove brzine čestice v_i^{new} na osnovu prethodne brzine v_i i težine inercije w , kognicione komponente i socijalne komponente koje zavise od faktora samopodešavanja (samoučenja) c_1 i faktora socijalnog podešavanja (učenja) c_2, a u_1 i u_2 su uniformno [0,1] distribuirani slučajni vektor čije dužine odgovaraju broju varijabli (kontrolnih parametara):

   $$v_i^{new} = wv_i + c_1u_1(pbest - x_i) + c_2u_2(gbest - x_i) \qquad (2)$$

4. Ažuriranje pozicije čestice, donosno proračun nove pozicije čestice x_i^{new} na osnovu prethodne pozicije x_i i ažurirane brzine čestice v_i^{new}:

   $$x_i^{new} = x_i + v_i^{new} \qquad (3)$$

5. Proračun i ocena funkcije cilja:
   - ako je $f(x_i) < f(pbest)$, onda $pbest=x_i$;
   - ako je $f(x_i)<f(gbest)$, onda $f(gbest)=f(x_i)$ i $gbest=x_i$.
6. Ažuriranje roja čestica na osnovu ocene funkcije cilja iz prethodnog koraka.
7. Ponavljanje procedure od drugog do šestog koraka, dok se ne ispuni kriterijum za zaustavljanje algoritma.

Iako se smatra da je PSO jedan od najrobusnijih metaheurističkih algoritama, jedan od ciljeva ovog tehničkog rešenja bio je i analiza uticaja sopstvenih parametara PSO na kvalitet (preciznost) dobijenog rešenja tj. globalnog optimuma, kao i na brzinu konvergencije PSO algoritma ka optimum. Prehodna istraživanja su pokazala da je potrebno izvršiti adekvatno podešavanje sopstvenih parametara algoritma kako bi se obezbedila uspešna konvergencija ka globalnom optimumu [38]. Detaljan i sveobuhvatan pregled literature i analiza primene PSO algoritma za optimizaciju proizvodnih procesa pokazali su da je PSO jedan od nauspešnijih evolucionih algoritama za optimizaciju raznorodnih proizvodnih procesa. Jedan od rezultata ove analize se odnosio i na efikasnost načina primene PSO algoritma, kao i izbor vrednosti sopstvenih parametara PSO algoritma kako bi se obezbedila brza konvergencija ka stvarnom

globalnom optimumu, tj. održao balans između lokalnog i globalnog pretraživanja prostora potencijalnih rešenja što je jedan od najvažnijih elemenata za uspešnu primenu evolucionih algoritama [7]. U skladu sa rezultatima ovog pregleda literature i detaljne analize [7], podešavanja PSO algoritma u ovom tehničkom rešenju su izvršena na sledeći način:

- veličina roja: testirane su vrednosti 2*n*, 5*n* i 12*n*, gde je *n* broj kontrolnih parametara procesa;
- inicijalni roj: testirane su obje opcije: (i) slučajno generisan inicijalni roj; (ii) inicijalni roj definisan u okruženju potencijalno dobrog rešenja (potencijalno optimalno rešenje iz skupa diskretnih vrednosti kontrolnih parametara posmatranih u eksperimentu);
- opseg za težinu inercije *w*: testirani su opsezi [0,1; 1,1], [0,4; 0,9], [0,5; 2,5] i [1,0.; 5,0];
- faktori samopodešavanja i socijalnog podešavanja - c_1 i c_2: testirane su vrednosti $c_1 = c_2 = 0.1$; $c_1 = c_2 = 0.5$; $c_1 = c_2 = 2.0$; $c_1 = c_2 = 5$, i $c_1 = 0.7$, $c_2 = 1.5$.
- kriterijum za zaustavljanje algoritma: realizacija 5000 iteracija algoritma, ili promena u funkciji cilja *f(x)* manja od 10^{-9} za 100 iteracija.

Kombinacijom različitih vrednosti za navedena četiri sopstvena parametra PSO algoritma, za svaki optimizacioni problem razvija se 60 algoritama, i to 30 algoritama sa slučajno generisanim inicijalnim rojem i 30 algoritama sa inicijalnim rojem definisanim u blizini potencijalno dobrog rešenja. Najbolji algoritam je onaj koji pronalazi maksimalnu vrednost JPM; brzina konvergencije ka optimumu (broj iteracija potreban da se pronađe globalni optimum) je usvojena kao dodatni kriterijum za uspešnost algoritma.

3.3. PROJEKTOVANJE PARAMETARA LASERSKOG BUŠENJA I PARAMETARA LASERSKOG SEŠENJA PRIMENOM METODOLOGIJE BAZIRANE NA ALGORITMU OPTIMIZACIJE ROJEM ČESTICA

3.3.1. Projektovanje parametara procesa laserskog bušenja

Eksperiment je projektovan na bazi punog faktorijela, inkorporirajući variranje prvog parametra (*f*) na tri nivoa i drugog parametra (*t*) na pet nivoa, što podrazumeva ukupno 15 eksperimentalnh izvođenja. Nakon izvođenja eksperimenta izmerene su vrednosti izlaznih karakteristika za svako izvođenje, i izračunate su QL vrednosti prema formuli (1), koje su dalje normalizovane kako bi se dobile NQL vrednosti. Metoda PCA je primenjena nad NQL vrednostima, i dobijene su nezavisne glavne komponente koje su integrisane, na bazi proporcije učešća u PCA, u JMP primenom GRA metoda (Tabela 6). Proračunom efekata nivoa kontrolnih parametara procesa na JPM, dobijeno je potencijalno dobro rešenje, odnosno optimalne vrednosti parametara procesa iz skupa diskretnih vrednosti parametara korištenih u eksperimentu: *f*=7, *t*=0,5 [39].

Tabela 6: Deo plana eksperimenta, vrednosti izlaznih karakteristika, glavnih komponenti i JMP za proces laserskog bušenja

Br.	Kontrolni parametri procesa		Izlazne karakteristike							Glavne komponente iz PCA: $Y_j(k)$ *(j=1, … 7; k=1, … 15)*							JMP_k *(k= 1,… 15)*
	f	t	Dent	Dex	Cen	Cex	AR	θ	PR	$Y_1(k)$	$Y_2(k)$	$Y_3(k)$	$Y_4(k)$	$Y_5(k)$	$Y_6(k)$	$Y_7(k)$	
1	5	1,8	432,7	255,3	0,94	0,88	2,77	7,22	0,027	-0,53	0,03	-0,14	0,66	-0,51	1,27	1,08	0,5609
2	5	1,2	427,9	248,8	0,94	0,87	2,80	7,29	0,023	-0,56	0,10	-0,02	0,75	-0,47	1,23	1,11	0,5136
3	5	1,0	422,4	241,4	0,94	0,89	2,84	7,37	0,023	-0,51	0,11	0,01	0,76	-0,46	1,22	1,12	0,5176
…																	
15	9	1,0	394,1	215,7	0,94	0,95	3,05	7,26	0,064	0,06	-0,52	-0,32	0,43	-0,82	1,54	1,15	0,6125

Niz veštačkih neuronskih mreža je obučeno kako bi se uspostavio neuronski model procesa. Neuronska mreža sa topologijom 4-17-1 je postigla najbolje rezultate (greška *MSE* = 1,3 10^{-6} i stepen korelacija *R*=0,98), pa je usvojena kao model procesa.

Usvojeni neuronski model procesa predstavlja funkciju cilja za PSO algoritam. Sumarizacija rezultata rada svih PSO algoritama je prikazana u tabeli 7.

Za PSO algoritme sa slučajno izabranim inicijalnim rojem, rezultati su sledeći:

- Svi algoritmi, osim jednog, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,7523.
- Jedini algoritam koji je pronašao nižu vrednost (u trećoj iteraciji) je bio podešen na sledeći način: veličina roja = 2*n*=4; opseg za težinu inercije = [0,1000; 1,1000], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5.
- Ostali algoritmi su pronašli maksimalnu vrednost JMP = 0,7523, a čak 20 algoritama je rezultovalo sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: *f*=7,4976; *t*=0,5.
- Od ovih 20 algoritama, najbrže je konvergirao (u šestoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja=12*n*=24; opseg za težinu inercije = [1,0; 5,0], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,5. Prikaz rada ovog algoritma je dat na slici 1.

Za PSO algoritme sa inicijalnim rojem u blizi potencijalno dobrog rešenja, rezultati su sledeći:

- Svi algoritmi, sem dva, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,7523.
- Dva algoritma koja su rezultovala nižom JMP vrednošću su bila podešena na sledeći način: (I) veličina roja = 2*n*=4; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5 (algoritam konvergirao u drugoj iteraciji); (II) veličina roja = 5*n*=10; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5 (algoritam konvergirao u petoj iteraciji).
- Od ostalih 28 algoritama koji su rezulitrali maksimalnom vrednošću JMP = 0,7523, 20 algoritama je rezultovalo sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: *f*=7,4976; *t*=0,5.
- Najbrže je konvergirao (u devetoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja = 12*n*=24; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,5, čiji rad je prikazan na slici 2.

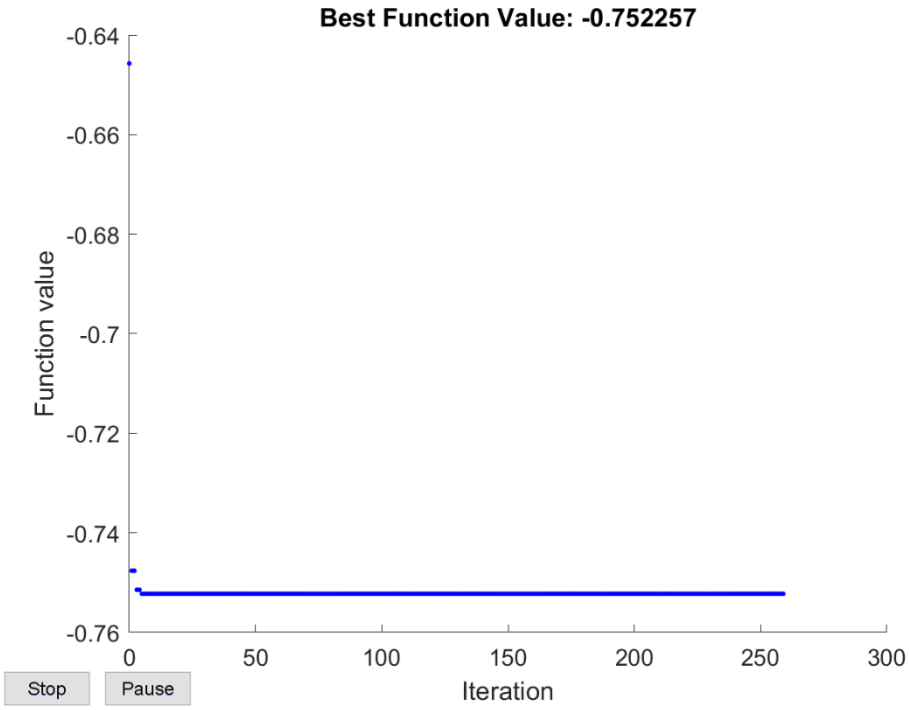
Iz gornje diskusije i rezultat prikazanih u tabeli 7 vidljivo je da je PSO algoritam pokazao visoku robusnost, odnosno neosetljivost na podešavanja sopstvenih parametara, obzirom da je varijacija dobivenih optimalnih vrednosti parametara procesa i rezutujućih JPM vrednosti

veoma mala, kao i visoku brzinu konvergencije ka optimalnom rešenju. Algoritmi za slučajno generisanim inicijalnim rojem su pokazali nešto bolju robusnost (manja varijacija JMP i optimalnih vrednosti kotrnolnih parametara) od algoritama sa definisanim inicijalnim rojem, kao i nešto bržu konvergenciju, u proseku.

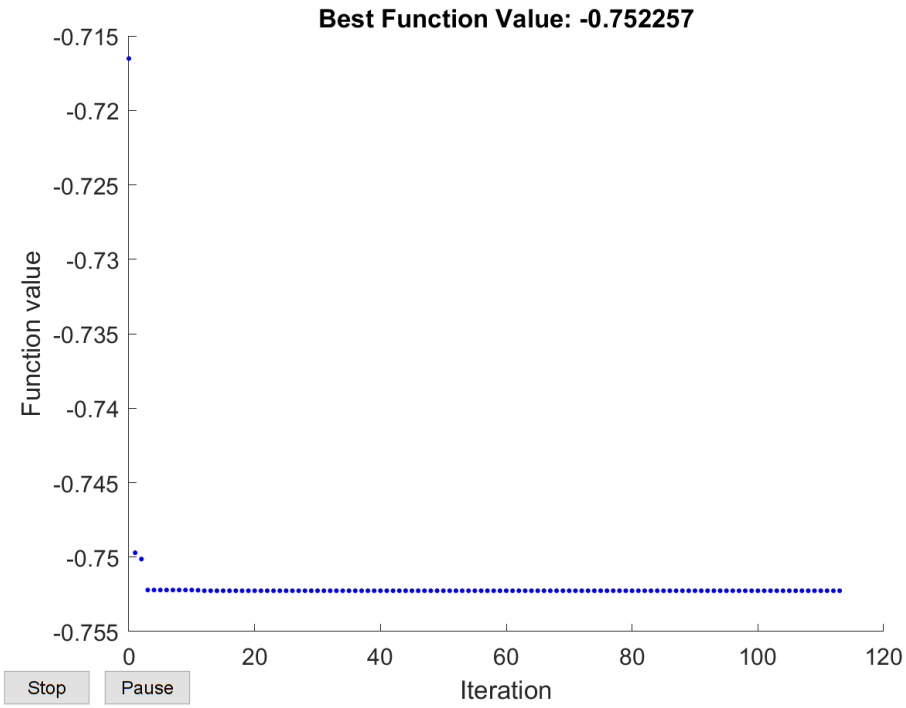
Konačno, sledeće vrednosti parametara procesa su usvojene kao optimalne: f=7,5; t=0,5, čija verifikacija i primena je prikazana u sledećoj sekciji.

Tabela 7: Rezultati uspešnosti rada PSO algoritama pri optimizaciji procesa laserskog bušenja

Rezultati PSO algoritma	PSO sa slučajno izabranim inicijalnim rojem	PSO sa inicijalnim rojem u blizini potencijalnog
Opseg dobivenih vrednosti JMP	0,7521÷0,7523	0,7510÷0,7523
Opseg dobivenih optimalnih vrednosti parametara procesa	[7,4960÷7,5137; 0,5000]	[7,4417÷7, 5082; 0,5000]
Najbolja JMP vrednost	0,7523	0,7523
Optimalne vrednosti parametara procesa koje odgovaraju najboljoj JMP vrednosti	[7, 4976; 0,5000]	[7, 4976; 0,5000]
Broj iteracija potreban za pronalaženje optimuma	3÷55	2÷85
Ukupan broj iteracija algoritma	101÷317	103÷312



Slika 1: Najbolji PSO algoritam sa slučajno generisanim inicijalnim rojem, za optimizaciju procesa laserskog bušenja



Slika 2: Najbolji PSO algoritam sa inicijalnim rojem generisanim u okolini potencijalno dobrog rešenja, za optimizaciju procesa laserskog bušenja

3.3.2. Projektovanje parametara procesa laserskog sečenja

Obzirom da su četiri kontrolna parametra varirana na tri nivoa, eksperiment je projektovan na bazi ortogonalne matrice L9 i sva izvođenja su ponovljena 2 puta. Izmerene izlazne karakteristike su izražene preko QL prema formuli (1), a zatim normalizovane (NQL) kako bi se primenio metod PCA. Rezultujuće nezavisne glavne komponete su intergisane u JPM primenom metoda GRA, i to na bazi proporcija njihovih učešća PCA (Tabela 8). Optimalne vrednosti parametara procesa, iz skupa diskretnih vrednosti parametara korišćenih u eksperimentu, koje su najpovoljnije za postizanje maksimalne JPM vrednosti su : *Np*=12; *f*=3; *P*=2100; *v*=4000 [40] pa se usvajaju kao potencijalno dobro rešenje.

Tabela 8: Deo plana eksperimenta, vrednosti izlaznih karakteristika, glavnih komponenti i JMP za proces laserskog sečenja

Br.	Kontrolni parametri procesa				Izlazne karakteristike							Glavne komponente iz PCA: $Y_j(k)$ *(j=1, … 7; k=1, … 18)*							JMP_k *(k= 1,… 18)*
	Np	f	P	v	Kd	Kt	HV	G	Ra	Rms	PV	$Y_1(k)$	$Y_2(k)$	$Y_3(k)$	$Y_4(k)$	$Y_5(k)$	$Y_6(k)$	$Y_7(k)$	
1	4	1	1400	4000	0,063	1,13	235,2	0	8,5	10,7	104,9	0,51	-0,57	-0,31	0,04	0,24	0,06	-0,11	0,6974
2	4	2	2100	4500	0,057	0,97	209,7	0	8,6	10,7	106,3	0,25	-0,80	-0,65	-0,40	0,22	-0,20	-0,09	0,6932
3	4	3	2800	5000	0,077	1,20	219,4	0	9,5	11,4	190,6	0,75	-0,38	-0,82	-0,46	0,61	0,09	-0,15	0,5799
…																			
18	12	3	2100	4000	0,058	0,91	231,0	0	5,3	6,3	107,0	0,09	-0,40	-0,22	-0,15	0,18	0,10	-0,14	0,8672

Među nekolicinom neuronskih mreža obučenih da modeluju ovaj proces, mreža sa topologijom 4-17-1 je usvojena kao model procesa, pošto je postigla najmanju grešku (MSE = 1,5 10^{-6}) i najveći stepen korelacija R (R=0,99).

Na osnovu usvojenog neuronskog modela procesa, PSO algoritmi su pretraživali multi-dimenzioni prostor potencijalnih rešenja radi pronalaženja globalnog optimuma; rezultati su prikazani u tabeli 9.

Sumarizacija rezultata PSO algoritama sa slučajno izabranim inicijalnim rojem je sledeća:

- Svi algoritmi, sem dva, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,9008.
- Dva algoritma koji su pronašli nižu vrednost JPM su bili podešen na sledeći način: (I) veličina roja = 5n=20; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,1; (II) veličina roja= 5n=20; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=1.
- Ostali algoritmi su pronašli maksimalnu vrednost JMP = 0,9008, a većina algoritama je rezultovala sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: Np=14; f=3; P=2034; v=4000.
- Od ovih algoritama, najbrže je konvergirao (u 23-ćoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja = 2n=8; opseg za težinu inercije = [0,5; 2,5], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,5 (prikaz na slici 3).

Sledi rezime rezultata PSO algoritama sa inicijalnim rojem u blizi potencijalno dobrog rešenja:

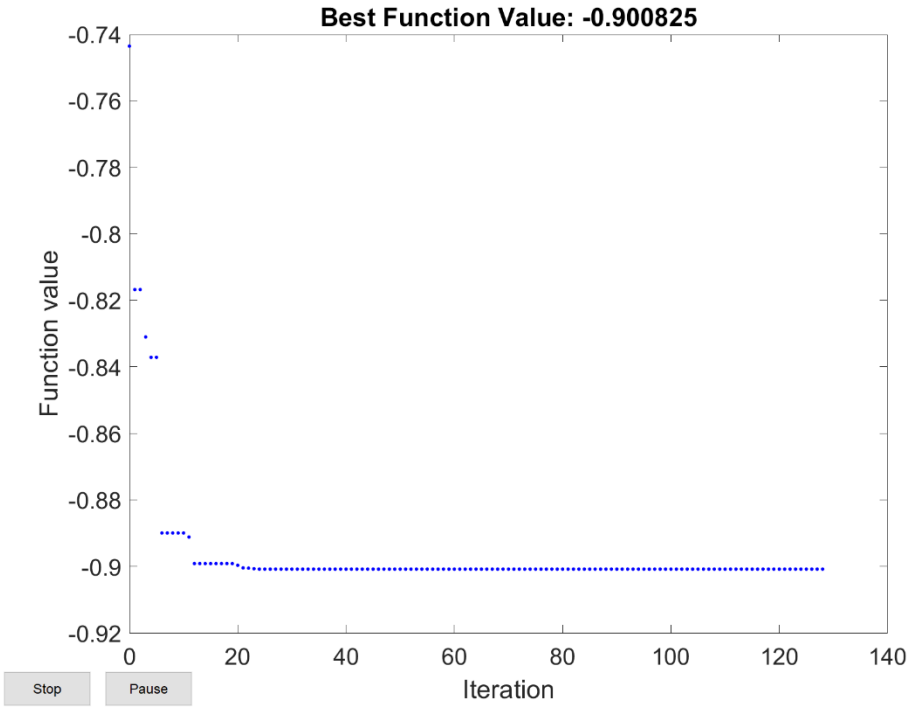
- Svi algoritmi, osim jednog, su pronašli maksimalnu JMP vrednosti 0,9008.
- Jedini algoritam koji je rezultovao manjom JMP vrednošću je bio podešen na sledeći način: veličina roja = 2n=8; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=0,1.
- Od ostalih 29 algoritama koji su rezulitrali maksimalnom vrednošću JMP = 0,9008, preko 50% algoritama je rezultovalo sledećim optimalnim vrednostima kontrolnih parametara procesa: Np=14; f=3; P=2034; v=4000.
- Najbrže je konvergirao (u šestoj iteraciji) algoritam sa sledećim podešavanjima: veličina roja = 2n=8; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], faktori samo-učenja i socijalnog učenja c_1=c_2=5 (prikaz na slici 4).

Kao i za optimizaciju laserskog bušenja, PSO algoritam je pokazao visoku robusnost u odnosu na podešavanja sopstvenih parametara (mala varijacija optimalnih vrednosti parametara procesa i rezutujućih JPM vrednosti). Algoritmi za definisanim inicijalnim rojem su pokazali nešto bržu konvergenciju ka globalnom optimum od algoritama sa slučajno izabranim inicijalnim rojem.

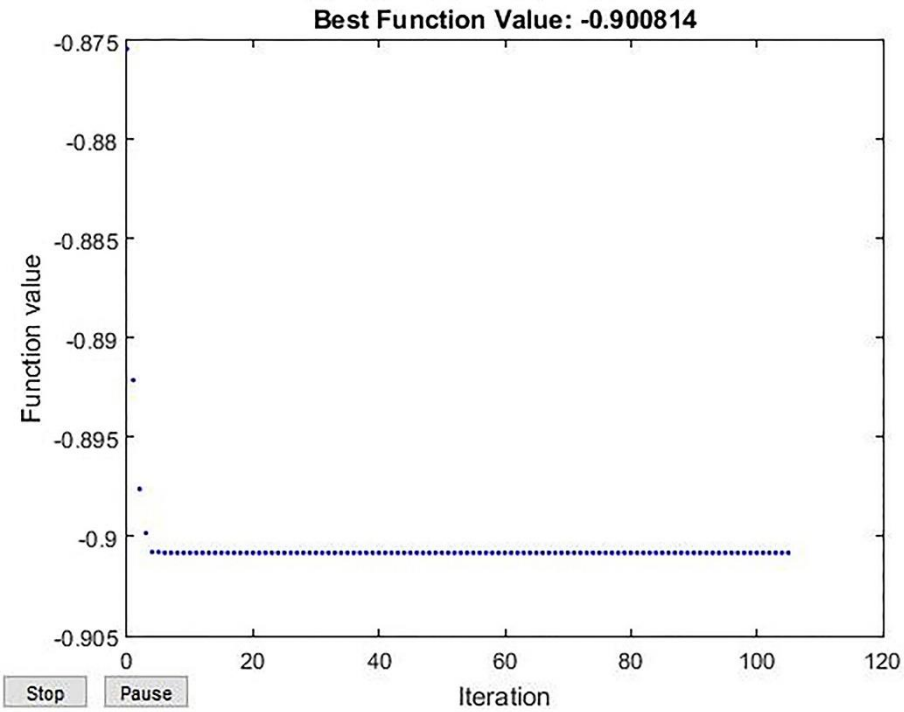
Usvojene optimalne vrednosti parametara procesa su: Np=14; f=pozicija 3 (0,5 mm ispred materijala); P=2034; v=4000, a prikaz njihove verifikacije i primene sledi u sledećoj sekciji.

Tabela 9: Rezultati uspešnosti rada PSO algoritama pri optimizaciji procesa laserskog sečenja

Rezultati PSO algoritma	PSO sa slučajno izabranim inicijalnim rojem	PSO sa inicijalnim rojem u blizini potencijalnog dobrog
Opseg dobivenih vrednosti JMP	0,8940÷0,9008	0,8937÷0,9008
Opseg dobivenih optimalnih vrednosti parametara procesa	[14; 2,5÷3; 1953÷2100; 4000]	[14; 2,6÷3; 2034÷2101; 4000]
Najbolja JMP vrednost	0,9008	0,9008
Optimalne vrednosti parametara procesa koje odgovaraju najboljoj JMP vrednosti	[14; 3; 2034; 4000]	[14; 3; 2034; 4000]
Broj iteracija potreban za pronalaženje optimuma	23÷70	6÷30
Ukupan broj iteracija algoritma	121÷341	105÷291



Slika 3: Najbolji PSO algoritam sa slučajno generisanim inicijalnim rojem, za optimizaciju procesa laserskog sečenja



Slika 4: Najbolji PSO algoritam sa inicijalnim rojem generisanim u okolini potencijalno dobrog rešenja, za optimizaciju procesa laserskog sečenja

Iz gornje analize vidljivo je da je PSO algoritam dao vrlo dobre rezultate pri optimizaciji oba procesa, i to u smislu preciznosti pronalaženja globalnog optimalnog rešenja, vrlo male disperzije rezultata dobivenih primenom algoritama sa različitim podešavanjima sopstvenih parametara, i brze konvergencije ka optimumu.

Podešavanje inicijalnog roja nije značajno uticalo na kvalitet dobijenih rezultata (preciznost pronalaženja optimuma) i brzinu konvergencije, obzirom da je za optimizaciju procesa laserskog bušenja PSO algoritam sa slučajno generisanom inicijalnom populacijom dao nešto bolje rezultate, a za optimizaciju procesa laserskog sečenja PSO algoritam sa definisanim inicijalnim rojem je dao nešto bolje rezultate.

Sledi analiza uticaja ostala tri sopstvena parametra PSO algoritma (veličina roja, opseg za težinu intercije i faktori samo-učenja i socijalnog učenja) na uspešnost rada algoritma pri optimizaciji navedena dva procesa. Izdvajaju se algoritmi koji jedini nisu postigli maksimalnu vrednost JPM (ukupno tri algoritma za optimizaciju procesa laserskog bušenja, i ukupno tri algoritma za optimizaciju procesa laserskog sečenja), i oni su bili podešeni na sledeći način:

- Za optimizaciju procesa laserskog bušenja:
  - veličina roja = 2*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=5;
  - veličina roja = 5*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=5;
- Za optimizaciju procesa laserskog sečenja:
  - veličina roja = 5*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=0,1;
  - veličina roja = 5*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=1;
  - veličina roja = 2*n*; opseg za težinu inercije = [0,1; 1,1], c_1=c_2=0,1.

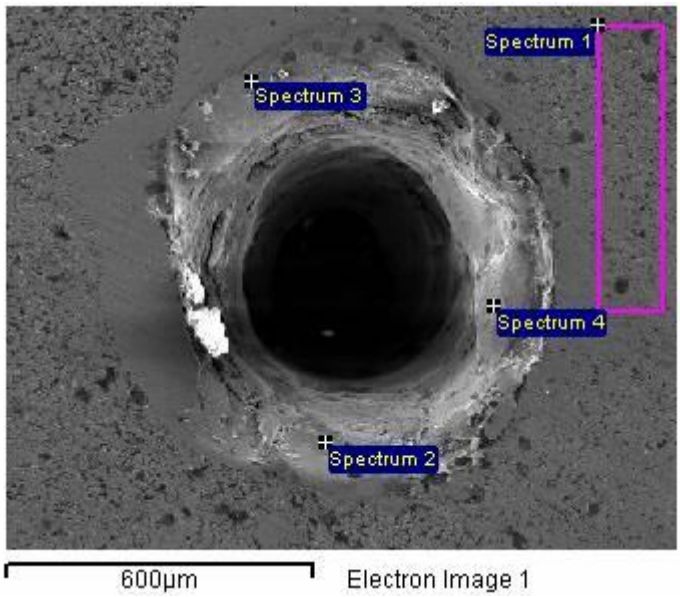
Najpovoljnija veličina roja je najveća testirana vrednost (12*n*, gde je *n* broj kontrolnih parametara procesa), obzirom da ona ni u jednom slučaju primene PSO algoritma nije dala inferiorno rešenje. Vidljivo je da opseg za težinu inercije [0,1; 1,1] nije povoljan za optimizaciju navedenih procesa; ostale testirane vrednosti opsega težine inercije ([0,4; 0,9], [0,5; 2,5] i [1,0.; 5,0]) se mogu preporučiti za optimizaciju srodnih procesa. Sledeće kombinacije vrednosti

faktora samo-učenja i socijalnog učenja: $c_1 = c_2 = 0.5$; $c_1 = c_2 = 2.0$; i $c_1 = 0.7$, $c_2 = 1.5$ mogu se preporučiti za podešavanja PSO algoritma pri optimizaciji srodnih procesa, obzirom da ni u jednom slučaju nisu rezultovale inferiornim rešenjem. Ovi nalazi i zaključci su u skladu sa preporukama za podešavanje PSO algoritma datim na osnovu sveobuhvatne i detaljne analize primene PSO algoritma za optimizaciju proizvodnih procesa [7].

3.4. REZULTATI PRIMENE OPTIMALNIH VREDNOSTI PARAMETARA PROCESA DOBIVENIH PRIMENOM METODOLOGIJE BAZIRANE NA ALGORITMU OPTIMIZACIJE ROJEM ČESTICA

3.4.1. Primena optimalnih parametara procesa laserskog bušenja dobivenih primenom metodologije bazirane na algoritmu optimizacije rojem čestica

Na slici 5 prikazan je izgled rupe pre optimizacije parametara, bušen parametrima: frekvencija 5 Hz i vreme trajanja impulse 1,8 ms. U Tabeli 10 dat je elementalni sadržaj analiziran u spektrumima 1, 2, 3 i 4 prikazanim na slici x. Na obodu rupe, spektar 1, primećuje se povećani sadržaj Al, Ti, Cr, Mn i smanjeni sadržaj Ni, Co i Mo u poređenju sa spektrom 2 - EDS analiza materijala daleko od rupe. Laserska interakcija sa materijalom je rezultat visoke temperature i velikih gustina snage lasera, što rezultuje većim sadržajem Ti, Cr, i Mn, I stvaranja karbida. Viši sadržaj Al ukazuje na formiranje Al oksida. Mikrotvrdoća na udaljenosti od 0,05 mm daleko od rupe je 356 HV0,5, a na udaljenosti od 0,1 mm je 343 HV0,5. U poređenju sa mikrotvrdoćom osnovnog materijala (318) HV0.5, primetno je da interakcija lasera sa materijalom povećava mikrotvrdoću. Ti, Cr karbid i Al2O3 imaju veću mikrotvrdoću od osnovnog materijala što je u skladu sa rezultatima analize EDS-a. Prema tome, laserski postupak bušenja povećao je mikrotvrdoću rupa što je važno jer su izloženi promeni temperature i pritiska.

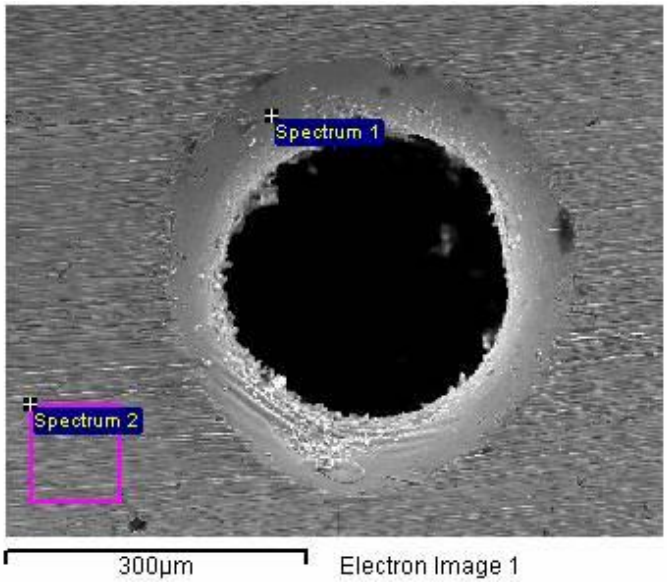


Slika 5: Ulazna strana rupe u limu debljine snimljena SEM-om pre optimizacije

Tabela 10. Rezultati EDS analize otvora na slici 5

Element	C	O	Al	Si	Ti	Cr	Fe	Co	Ni	Mo
Mesto 1.	21,92	2,40	0,65	0,49	1,28	14,35	0,44	15,40	38,61	4,46
Mesto 2.	28,30	29,05	6,28	6,42	3,72	6,26	0,42	4,28	10,68	1,64
Mesto 3.	26,81	12,37	4,70	0,49	1,69	10,50		9,65	29,46	2,10
Mesto 4.	23,09	1,66	0,62	0,26	1,07	10,25	0,34	9,43	22,78	3,78

Na osnovu rezultata datih u tabeli 10 smatra se da je u tačkama 2. i 3. došlo do oksidacije, verovatno formiranjem Al_2O_3 i SiO_2 o čemu svedoči povećan sadržaj Al, Si i O_2. Povećan sadržaj C i Cr upućuju na prisustvo Cr karbida. Vrednosti mikrotvrdoća u ovim oblastima su u odnosu na osnovnu strukturu povećane, što ide u prilog prethodnim razmatranjima.
Na slici 6 prikazan je izgled rupe nakon bušenja optimalnim parametrima laserske obrade i mogu se primetiti dobre geometrijske karakteristike rupe dobijene optimizovanim laserskim bušenjem. U tabeli 11 dati su rezultati EDS analize u spektrumima prikazanim na slici 6.



Slika 6. Ulazna strana otvora snimljena SEM-om posle optimizacije

Tabela 11. Rezultati EDS analize otvora na slici 6

Spectrum	Al	Si	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Mo	Total
Spectrum 1	2,12	0,34	2,12	20,82	0,73	0,53	19,66	51,07	2,60	100,00
Spectrum 2	0,37	0,42	1,61	19,06	0,29	0,52	20,39	51,09	6,25	100,00

Na rubu rupe je povećan sadržaj Al, Ti, Cr, Mn, a smanjen sadržaj Co, Ni, i Mo. Pretpostavljamo da je došlo do stvaranja Al oksida. Usled visokih temperatura i velikih gustina snaga usled interakcije lasera sa materijalom smatra se da je došlo do stvaranja karbida, a pretpostavku pospešuje i visok sadržaj Ti, Cr i Mn.
U tabeli 12. Dat je prikaz promene geometrijskih karakteristika rupa pri povećanju trajanja impulsa i frekvencije impulsa bušenih laserom u limu superlegure Nimonik 263 debljine 1,2 mm.

Tabela 12. Prikaz promene geometrijskih karakteristika rupa pri povećanju trajanja impulsa i frekvencije impulsa

	Trajanje impulsa ↗	Frekvencija impulsa ↗
Ulazni prečnik	↗	↘
Izlazni prečnik	↗	↘
Stepen suženja	↘	↘
Odnos dubina - prečnik	↘	↗
Cirkularnost ulaznog otvora	↘	↘
Cirkularnost izlaznog otvora	↘	↗
Površina rasprskavanja	↗	↗

Prečnici rupa na ulazu i izlazu se povećavaju sa povećanjem trajanja impulsa, dok opadaju sa povećanjem frekvencije impulsa. Posmatrajući rezultate dobijene za lim debljine 1,2mm, veći uticaj na veličinu prečnika ima frekvencija impulsa u odnosu na trajanje impulse, ali se vidi da je za postizanje većih prečnika otvora neophodno produžiti trajanje impulsa. Stepen suženja opada sa povećanjem trajanja impulsa i sa povećanjem frekvencije impulsa.

Veće frekvencije impulsa daju manje prečnike, ali su povoljnije pri zahtevima da stepen suženja bude što je moguće bliži nuli. Pretpostavlja se da je razlog način izbacivanja materijala koji većim delom izlazi na površinu a manjim delom na zadnji deo otvora. Pri većim frekvencijama materijal ima manje vremena da se ohladi između dva impulsa.

U saglasnosti sa promenom prečnika na ulazu, odnos debljina – prečnik raste sa povećanjem trajanja impulsa.

Površina rasprskavanja povećava se i sa trajanjem impulsa i sa povećanjem frekvencije impulsa. Takođe, može da se zaključi da mnogo veći uticaj na površinu rasprskavanja ima frekvencija impulsa nego trajanje impulsa. Povećanje površine rasprskavanja sa većom frekvencijom se i u ovom slučaju tumači tokom izbacivanja materijala.

Interesantno je primetiti da krive za frekvenciju impulsa od 5 Hz i 7 Hz skoro da imaju iste oblike. Takođe, mnogo veće razlike u vrednostima se dobijaju pri povećanju frekvencije impulsa sa 7Hz na 9 Hz, nego sa 5Hz na 7Hz.

Ulazni i izlazni prečnici rastu sa povećanjem trajanja impulsa, dok opadaju sa povećanjem frekvencije. Vrednosti stepena suženja se povećavaju sa povećanjem dužine trajanja impulsa, dok opadaju sa povećanjem frekvencije. Vrednosti stepena suženja su za oko 30% manje nego za lim debljine 0.7 mm pri istim parametrima.

Odnos dubina - prečnik ima najveću vrednost za trajanje impulsa od 0.5 ms, a zatim opada. Takođe, opada sa povećanjem frekvencije impulsa.

Kraća trajanja impulsa, proizvode pravilnije krugove, odnosno cirkularnost ulaznog prečnika je bliža jedinici za manje vrednosti trajanja impulsa. Takođe, nepravilnost kruga se povećava sa povećanjem frekvencije impulsa. Takođe, cirkularnost izlaznog otvora raste sa povećanjem frekvencije impulsa.

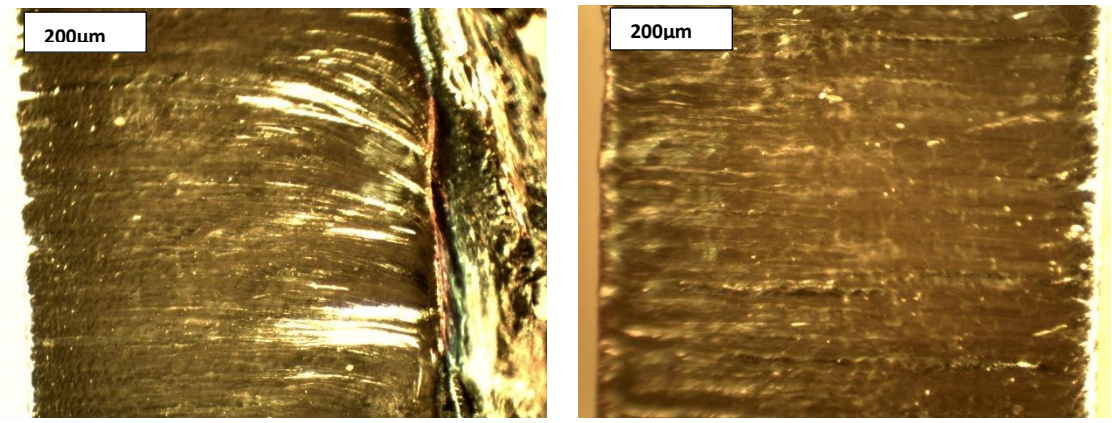
Površina rasprskavanja se povećava i sa porastom trajanja impulsa i sa porastom frekvencije impulsa. Međutim, na površinu rasprskavanja znatno više utiče frekvencija impulsa od trajanja impulsa.

Uzimajući u obzir gore navedena razmatranja, postupak laserskog bušenja dao je povoljne rezultate čime je verifikovano rešenje dobijeno od strane prikazane metodologije bazirane na PSO algoritmu.

3.4.2. Primena optimalnih parametara procesa laserskog sečenja dobivenih primenom metodologije bazirane na algoritmu optimizacije rojem čestica

Izgled reza pre i posle optimizacije dat je na slikama 7a i 7b, respektivno. Na slici 7a prikazana je mikrostruktura dobijena neoptimiziranim parametrima: Np = 8 bar; f = na dnu materijala; P = 2100 kV; v = 4000 mm / min. Na slici se vide tri zone sa različitim karakteristikama Jasno je da tok linija rezanja ima dve zone. Zona I (dubina 1,6 mm od vrha reza) je glađa, sa pravilnim i paralelnim linijama i prosečnom širinom od 130 mm, a pokriva otprilike 55 procenata tretirane površine. Međutim, linije rezanja postaju nepravilne i paralelne, bez jasnog smera u zoni II, zauzimajući oko 25 procenata tretirane površine. Do formiranja livenog sloja na odsečenoj

površini dolazi usled brzog očvršćavanja rastopljenog metala, do kojeg dolazi usled efekta konvekcijskog hlađenja izazvanog visokim pritiskom gasa azota. Treća zona predstavlja otpadak, odnosno šljaku. Na slici 7b prikazana je struktura površine nakon optimizacije, gde su pruge (širine 14–28 μm) gotovo paralelne i ravne duž celog područja sečenja i dobijena je ravnomerno obrađena površina.



Slika 7: Izgled laserskog reza na površini superlegure Nimonik 263: (a) pre optimizacije; (b) nakon optimizacije snimljene optičkim mikroskopom.

Devijacija reza i stepen suženja reza, Kd i Kt generisani po optimizovanim parametrima bili su 0,057 mm i 0,9 mm, a neoptimiziranim postupkom bili su 0,123 mm i 1,15 mm. Mikrotvrdoća (HV) dobijena optimizovanim postupkom bila je 235 HV1, što predstavlja jasnu prednost za strukturu, jer je HV neoptimiziranog područja reza 219 HV1. Optimizovani parametri obezbeđuju ravnomernu strukturu, mali sa paralelnim ivicama, visok kvalitet sečene površine i minimalnu devijaciju i stepen suženja. Jasno je da se Kd i Kt smanjuju kada dođe do povećanja snage lasera, što je posledica rasta mehaničke sile. Veća energija i mehanička sila doprinose većim udubljenjima, što rezultira većim hrapavošću površine. Za delove koji zahtevaju otpornost na habanje, uklanjanje grube površine je obavezno da bi se obezbedile bolje performanse. Vrhovi stvoreni tokom laserskog procesa sečenja mogu inicirati stvaranje mikroprslina ili širenje mikroprslina zbog lokalnog stresa nastalog na ovom delu površine.

Uzimajući u obzir gore navedena razmatranja, postupak laserskog sečenja dao je povoljne rezultate čime je verifikovano rešenje dobijeno od strane prikazane metodologije bazirane na PSO algoritmu.

LITERATURA

[1]Sibalija T., Majstorovic V. (2016). The advanced multiresponse process optimisation. An intelligent and integrated approach. doi:10.1007/978-3-319-19255-0, Springer, Switzerland. M11

[2]Su C.T., Tong L.I. (1997) Multi-response robust design by principal component analysis. Total Qual Manag 8:409–416.

[3]Fung C.P., Kang P.C. (2005) Multi-response optimization in friction properties of PBT composites using Taguchi method and principle component analysis. J Mater Process Technol 17:.602–610.

[4]Lung K.P., Che CW, Shien LW, Hai FS (2007) Optimizing multiple quality characteristics via Taguchi method-based grey analysis. J Mater Process Technol 182:107-116.

[5]Roy R., Mehnen J. (2008) Dynamic multi-objective optimisation for machining gradient materials. Annals of the CIRP 57: 429-432

[6]Sibalija T. (2018) Application of Simulated Annealing in Process Optimization: A Review. In Alex Scollen and Thomas Hargraves (Eds.): Simulated Annealing: Introduction, Applications and Theory, pp. 1-48, Nova Science Publishers, US M13
[7]Sibalija T., (2019) Particle Swarm Optimisation in Designing Parameters of Manufacturing Processes: a Review (2008-2018). Applied Soft Computing 84:105743. doi:10.1016/j.asoc.2019.105743 M21
[8]GVS. Murthy, S. Ghosh, M. Das, G. Das, RN. Ghosh (2008) Correlation between ultrasonic velocity and indentation-based mechanical properties with microstructure in Nimonic 263, Materials Science and Engineering: A, 488(1-2), 398–405.
[9]R. Reed, (2006) The Superalloys, Fundamentals and Applications. USA: Cambridge University Press, New York.
[10] Chester Thomas, Sims and William C.Hagel, (1972) The superalloys, New Yourk, Wiley-Interscience, p.614.
[11] B.F. Scott, (1976) Laser machining and fabrication - A review, 17. International Machine Tool Design and Research Conference, Birmingham, Macmillan Press, proceedings, p.335-339.
[12] S. Petronic, A. Milosavljevic, Z. Radakovic, P. Drobnjak, I. Grujic (2010) Analysis of geometrical characteristics of pulsed Nd:YAG laser drilled holes in superalloy Nimonic 263 sheets, Technical Gazette 17 (1), 61–66.
[13] K. Salonitis, A. Stournaras, G. Tsoukantas, P. Stavropoulos, G Chryssolouris (2007) A theoretical and experimental investigation on limitations of pulsed laser drilling, Journal of Materials Processing Technology 183, 96–103.
[14] G. Chrissolouris, (1991) Laser Machining Theory and Practice, Springer Verlag, New York.
[15] Yilbas B.S (1997) Parametric study to improve laser hole drilling process, Journal of Materials Processing Technology, 70(1-3), 264–273.
[16] W.K. Hamoudi, BG. Rasheed (1995) Parameters affecting Nd:YAG laser drilling of metals, International Journal of Joining Materials,(7), 63–69.
[17] P.Schafer, (1998) Cutting by means of pulsed solid state lasers 5th. International Conference on Lasers in Manufacturing, Berlin, Germany, Proceedings p.3–14.
[18] A. Cekic, D. Begic-Hajdarevic, M.Kulenovic, A.Omerspahic, (2014) CO2 Laser Cutting of Alloy Steels using N2 Assist Gas. Procedia Engineering, 68, 310-315.
[19] N. Rajaram, J. Sheikh-Ahmad, S.H. Cheraghi, (2003) CO2 laser cut quality of 4130 steel. International Journal of Machine Tools and Manufacturing, 43, 351–358.
[20] E. Librera, G.Riva, H. Safarzedeh, B. Previtali, (2015) On the use of Areal Roughness Parameters to Assess Surface Quality in Laser Cutting of Stainless Steel with CO2 and Fiber Sources, Procedia CIRP (33), 533-538.
[21] R.T. Brown, R.W. Frye, (1995) High-brightness laser cutting and drilling of aerospace materials, Laser materials processing conference, ICALEO'95: proceedings of the laser materials processing conference; San Diego; CA, p.818-824.
[22] G.Thawari, J. K. Sarin Sundar, G. Sundararajan, S. V. Joshi, (2005) Influence of process parameters during pulsed Nd:YAG laser cutting of nickel-base superalloys, Journal of Materials Processing Technology, 170(1-2), 229–239.
[23] F.Quintero, J.Pou, F. Lusquinos, M. Boutinguiza, R. Soto, M.Perez- Amor (2000) The influence of the gas flow regime on the Nd:YAG laser cutting of mullite-alumina, FL : Laser Institute of America, Orlando, Proceedings of the ICALEO, B153–B160.
[24] J. Pou, M. Boutinguiza, F. Quintero, F. Lusquinos, R.Soto, M. Perez- Amor, (2000) Laser cutting of car interior trim panels reinforced by natural fibers FL : Laser Institute of America, Orlando, Proceedings of the ICALEO, F62–F71.

[25] SH. Lim, CM. Lee, WJ. Chung (2006) A study on optimum cutting condition of a high speed feeding type laser cutting machine by using Taguchi method, International Journal Precision Engineering and Manufacturing, 7(1), 18–23.
[26] S. Ghosh, B.P. Badgujar, G.L. Goswami, (1996) Parametric studies of cutting zircaloy-2 sheets with a laser beam, Journal of Laser Applications, 8(3), 143–148.
[27] D. Bicleanu, M. Brandt, H. Kaebernick, (1996) An analytical model for pulsed laser cutting of metals, Detroit, MI (United States) Proceedings of the ICALEO, p.68–77.
[28] B.C. Kim, T.H. Kim, Y.S. Jang, K.H. Chung, (2001) Investigation of striation formation in thin stainless steel tube during pulsed Nd: Yag laser cutting process by numerical simulation, Metallurgical and Materials Transactions A, 32(10), 2623–2632.
[29] A.K. Dubey, V. Yadava, (2008) Multi-objective optimisation of laser beam cutting process. Optics and Laser Technology, 40(3), 562–570.
[30] S. Petronic, B. Grujic, D. Milovanovic, R. Jovicic, (2015) Optimisation of laser beam cutting process parameters of autenitic materials, 11th International Conference Structural Integrity of Welded Structures, Timisoara, Romania, p.235-240.
[31] L.V. Shanjin, W.Yang An investigation of pulsed laser cutting of titanium alloy sheet. Optics and Laser Engineering, 44(10), 1067–1077.
[32] I.A. Almeida, W. De Rossi, M.S.F. Lima, J.R. Berretta, G.E.C: Noguerira, N.U.Wetter, N.D. Vieira Jr. (2006) Optimization of titanium cutting by factorial analysis of the pulsed Nd:YAG laser parameters, Journal of Materials Processing Technology, 179, 105–110.
[33] G.Singh, R.V.Grandhi, D.S. Stargel (2010) Modified particle swarm optimization for a multimodal mixed-variable laser peening process, Structural and Multidisciplinary Optimization, 42(5), 769–782.
[34] F.Quintero, J.Pou, F. Lusquinos, M. Boutinguiza, R. Soto, M.Perez- Amor, (2000)The influence of the gas flow regime on the Nd:YAG laser cutting of mullite-alumina, DearBorn, MI USA, proceedings, B153–B160.
[35] H. Chmelickova, M. Polak, (2001) Nd:YAG pulsed laser cutting of metals, 39th International Conference on Experimental Stress Analysis, Tabor, Czech.
[36] J. Mathew, G.L. Goswami, N. Ramakrishnan, N. K. Naik, (1999) Parametric studies on pulsed Nd:YAG laser cutting of carbon fibre reinforced plastic composites, Journal of Material Processing Technology, (89–90), 198–203.
[37] Taguchi G., (1986). Introduction to quality engineering. Asian Productivity Organization, UNIPUB, New York, US.
[38] Pant, M., Thangaraj, R., Abraham, A.: Particle Swarm Optimization: Performance Tuning and Empirical Analysis. In: Abraham, A., Hassanien, A.E., Siarry, P., Engelbrecht, A. (eds.) Foundations of Computational Intelligence, vol. 3, pp. 101-128. Springer, Berlin, Heidelberg (2009)
[39] Sibalija, T., Petronic, S., Majstorovic, V., Prokic-Cvetkovic, R., Milosavljevic, A. (2011) Multi-response design of Nd:YAG laser drilling of Ni-based superalloy sheets using Taguchi's quality loss function, multivariate statistical methods and artificial intelligence. Int J Adv Manuf Technol 54:537–552. doi:10.1007/s00170-010-2945-3
[40] Sibalija T., Petronic S., Milovanovic D. (2019) Experimental Optimization of Nimonic 263 Laser Cutting Using a Particle Swarm Approach. Metals 9(11): 1147. doi: 10.3390/met911114

Verifikacija rezultata

Verifikacija rezultata istraživanja prikazanih u okviru tehničkog rešenja je sprovedena putem objavljivanja rezultata objavljivanjem radova u međunarodnim časopisima sa recenzijom; mišljenjem i ugovorom o poslovno-tehničkoj saradnji sa korisnikom.

Naučna verifikacija rezultata ispitivanja je sprovedena putem objavljivanja rezultata u vodećim međunarodnim naučnim časopisims kategorije M21:

- Sibalija T., Petronic S., Milovanovic D. (2019) Experimental Optimization of Nimonic 263 Laser Cutting Using a Particle Swarm Approach. Metals 9(11): 1147. doi: 10.3390/met9111147
- Sibalija T., (2019) Particle Swarm Optimisation in Designing Parameters of Manufacturing Processes: a Review (2008-2018). Applied Soft Computing 84:105743. doi:10.1016/j.asoc.2019.105743;

kategorije M22:

- Sibalija, T., Petronic, S., Majstorovic, V., Prokic-Cvetkovic, R., Milosavljevic, A. (2011) Multi-response design of Nd:YAG laser drilling of Ni-based superalloy sheets using Taguchi's quality loss function, multivariate statistical methods and artificial intelligence. Int J Adv Manuf Technol 54:537–552. doi:10.1007/s00170-010-2945-3;

i knjizi kategorije M11:

- Sibalija T., Majstorovic V. (2016). The advanced multiresponse process optimisation. An intelligent and integrated approach. doi:10.1007/978-3-319-19255-0, Springer, Switzerland.

Praktična verifikacije je sprovedena u kompaniji Admetal, d.o.o. Bor; priloženi su:

- Mišljenje korisnika Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
- Ugovor sa korisnikom Admetal, d.o.o. Bor, Stevana Mokranjca 43, 19210 Bor, Srbija
- Dokaz o prodaji tehničkog rešenja.

1. ZAKLJUČAK

Tehničko rešenje: "Projektovanje parametara laserskog bušenja i sečenja superlegure nikla pomoću algoritma optimizacije rojem čestica" nastalo je kao rezultat rada nakon višegodišnjeg istraživanja na projektima finansiranim od strane Ministarstva za prosvetu i nauku Republike Srbije, a pre svega tokom rada na projektu „Nov pristup dizajniranju materijala za konverziju i skladištenje energije“, pod evidencionim brojem ON 172060.

U tehničkom rešenju predstavljena je napredna metodologija primenjena za optimizaciju parametara procesa laserskog bušenja i laserskog sečenja. Optimalne vrednosti parametara su uspešno verifikovane i koriste se u praksi, što predstavlja realizaciju prvog cilja ovog tehničkog rešenja. Predložena optimizaciona metodologija bazirana na algoritmu optimizacije rojem čestica (PSO) je dala izuzetne rezultate za oba posmatrana procesa, u smislu: (I) kvaliteta (preciznosti) dobijenih optimalnih vrednosti parametara procesa kojim se postiže visoka vrednost JMP, što pokazuje visok nivo zadovoljenja specifikacija za višestruke izlazne karakteristike iz procesa; (II) izrazito dobre robusnosti PSO algoritma u smislu malog uticaja podešavanja sopstvenih parametara PSO algoritma (stanje inicijalnog roja; veličina roja; težina inercije; faktori samo-učenja i socijalnog učenja) na pronalaženje globalnog optimalnog rešenja (rezultujući skup optimlanih vrednosti parametara procesa); (III) brze konvergencije algoritma ka globalnom optimlanom rešenju, što upućuje na praktičnost i efikasnost primene algoritma u realnom vremenu i realnim industrijskim uslovima. Obzirom da prikazana optimizaciona metodologija nije zavisna od vrste procesa koji se optimizuje, broja i vrste kontrolnih parametara procesa, izlaza iz procesa niti njihovih međuzavisnosti, i ne podrazumeva

eksplicitno poznavanje analitičkog modela procesa, specificirane su smernice za podešavanje PSO parametara za buduće primene u srodnim optimizacionim problemima, odnosno, za optimizaciju srodnih procesa mašinske obrade sa zahetvnim sepcifikacijama u smislu veoma uskih tolerancijskih polja specificiranih za izlazne karakteristike procesa.

Dobijeni rezultati se uspešno primenjuju za bušenje i sečenje limova superlegure nikla Nimonik 263 korišćenjem laserskog snopa.

U Boru, 08.09.2020.

" ADMETAL" D.O.O. – BOR
ul: Stevana Mokranjca 40
Tel: 063/437-691
E-mail: lekovski.sande@gmail.com
Tekući račun: 330-32001565-77
PIB: 108650168
Šifra delatnosti:28520

Предмет: Мишљење о прихваћеном новом техничком решењу примењеном на националном нивоу под називом:

"Пројектовање параметара ласерског бушења и сечења суперлегуре никла помоћу алгоритма оптимизације појем честица"

Ово техничко решење које су развили аутори: др Зоран Стевић, професор, др Татјана Шибалија, редовни професор, др Сања Петронић, виши научни сарадник, др Дубравка Миловановић, научни сарадник, др Марко Јарић, научни сарадник, наше предузеће користи као метод за сечење и бушење легуре никла погодне за рад на високим температурама и притисцима. Решење је коришћено за потребе корисника за израду решетки за пећ и каталитичког сагоревача у каталитичкој пећи од којих се захтева издржљивост на високим температурама. Развијена метода омогућава да се искористи погодност ове технологије тј. да се интеракцијом ласера добију резови и рупе са толеранцијама блиским нули. Мишљења смо да представљено техничко решење омогућава решавање проблема а истовремено битно доприноси и уштеди у времену израде и материјалу. Мишљења смо да техничко решење, овде примењено само за израду решетки за пећ и каталитичког сагоревача у каталитичкој пећи, може да се примени и на друге конструктивне делове, на коморе за сагоревање и делове гасних турбина, а нарочито за делове авиоконструкција где се захтева прецизна технологија.
Бор, 25. 08. 2020. године

Достављено:
Архиви

Корисник техничког решења

DRUŠTVO ZA PROIZVODNJU I TRGOVINU DOO Admetal BOR

Стефан Лековски, директор

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-8
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Одређује се Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата **Јелене Милосављевић,** мастер молекул. Биолог. и физиолог., студента докторских академских студија, студијског програма Технолошко инжењерство под називом: **„Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata и Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији",** у саставу:

1. Др Снежана Шербула, редовни професор Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору - ментор;

2. Др Снежана Милић, редовни професор Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору - члан;

3. Др Тамара Ракић, ванредни професор Универзитет у Београду, Биолошки факултет - члан.

II Извештај о оцени и научној заснованости предложене теме Комисија из става 1. треба да припреми у року од 30 дана од дана именовања.

Доставити:
- именованој
- студентској служби
- члановима Комисије
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК

са VI електронске седнице **Већа катедре за хемију и хемијску технологију**, одржане 16.09.2020. године. У овој електронској седници учествовало је 18 од 18 чланова Катедре (наставника и сарадника), који су се изјаснили о тачкама Дневног реда, што је обезбедило пуноважно одлучивање.

Дневни ред:

1. Усвајање записника са састанка Већа катедре за хемију и хемијску технологију одржаног 09.09.2020. године;

2. Предлог ментора и чланова Комисије за оцену подобности кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Јелене Милосављевић, дипл. молекуларног биолога и физиолога - мастер, студента докторских академских студија (бр. индекса 1/14), студијског програма Технолошко инжењерство;

3. Разно.

Тачка 1.

Записник са састанка Већа катедре за хемију и хемијску технологију који је одржан 09.09.2020. године, усвојен је једногласно, без примедби.

Тачка 2.

За чланове Комисије за оцену подобности кандидата: Јелене Милосављевић, дипл. молекуларног биолога и физиолога – мастер, студента докторских академских студија (бр. индекса 1/14), студијског програма Технолошко инжењерство, и научне заснованости теме докторске дисертације под називом: „Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији", предлажу се:

1. Др Снежана Шербула, редовни професор
   Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
2. Др Снежана Милић, редовни професор
   Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
3. Др Тамара Ракић, ванредни професор
   Универзитет у Београду, Биолошки факултет.

За ментора се предлаже др Снежана Шербула, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

Тачка 3.

Није било дискусије.

У Бору, 17.09.2020. год.

Шеф катедре за хемију и хемијску технологију

Проф. др Снежана Милић

Захтев

Катедри за Технолошко инжењерство Техничког факултета у Бору

Предмет: Формирање комисије за подобност теме докторске дисертације

Узимајући у обзир да сам положила све предмете из курикулума докторских студија, и тиме стекла потребне услове за израду докторске дисертације, молим да ми се одобри тема докторске дисертације, за коју предлажем следећи назив:

„Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији“

За ментора предлажем проф. др Снежану Шербулу.

Бор, 15.09.2020.

Подносилац захтева:

Јелена Милосављевић, докторанд
Бр. индекса: 1/14

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: _____
Бор, _____ године

ОБРАЗАЦ ЗА ПРИЈАВУ ПРЕДЛОГА ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Име, презиме, адреса и број телефона кандидата: **Јелена С. Милосављевић, Бањско поље II бб, 19216 Брестовачка бања (Бор), 030/477623, 064/4935212**
2. Предлог назива теме докторске дисертације: „Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији“
3. Научна област, ужа научна област, дисциплина којој припада тема: **Техничко-технолошке науке; Хемија, хем. технологија и хем. инжењерство; Технолошко инжењерство**
4. Предлог ментора са којим је кандидат сарађивао код избора и образложења теме: име и презиме, звање, ужа научна област за коју је наставник изабран у звање и датум избора: **Проф. др Снежана М. Шербула, редовни професор, Хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство, 22.06.2016. год.**
5. Образложење теме докторске дисертације (до три странице куцаног текста)*:
5.1. Дефинисање и опис предмета (проблема) истраживања:
5.2. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована:
5.3. Образложење о потребама истраживања: (у прилогу)
5.4. Циљ истраживања са нагласком на резултате које се очекују:
5.5. Програми истраживања (фазе) и оријентациони садржај докторске дисертације:
5.6. Методе које ће бити примењене:
5.7. Начин избора, величина и конструкција узорка:
5.8. Место експерименталног истраживања:
5.9. Остали релеванти подаци: основне методе статистичке обраде података, место и време експерименталне провере резултата истраживања ако је таква провера планирана, веза на шире истраживачке пројекте ако су истраживања у оквиру докторске дисертације њихов део и сл.
5.10. Литература и друга грађа која ће се користити:
ПОТПИС КАНДИДАТА
*) Подаци по тачкама 5.1. – 5.10. наводе се у Образложењу теме

НАПОМЕНА: Поред пријаве предлога теме докторске дисертације, кандидат прилаже:

1. Диплому о стеченом академском звању магистра наука
2. Биографију са тежиштем на ток образовања и усавршавања
3. Библиографију научних и стручних радова као и саме радове
4. Личне податке за службену евиденцију, образац бр. 2 (у прилогу)
5. Сагласност ментора, образац у прилогу 3

5. Образложење теме докторске дисертације

Кандидат: **Јелена Милосављевић**, дипл. молекуларни биолог и физиолог

Назив теме: **Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији**

5.1. Дефинисање и опис предмета (проблема) истраживања:

Присуство токсичних елемената у животној средини, попут метала и металоида, који се ослобађају током антропогених активности, нарочито рударских и металуршких процеса везаних за производњу бакра, доприносе нарушавању физичко-хемијских, као и биолошких особина земљишта. Метали и металоиди се сматрају перзистентним токсичним загађујућим супстанцама које карактеришу латентне, дугогодишње, кумулативне и иреверзибилне особине, а такође се могу акумулирати у ланцу исхране чиме се угрожава људство здравље. Измене физичко-хемијских особина земљишта услед присуства загађујућих супстанци дешавају се веома споро, те је испитивање биолошких особина земљишта као одговор на нарушавање услова средине све више заступљено. Одређивање активности ензима у земљишту у сврхе индикације загађења сматра се брзом, осетљивом и економски исплативом методом са могућношћу употребе у мониторингу загађења у областима нарушеним рударско-металуршким процесима. Праћење концентрација загађујућих супстанци у ваздуху неопходно је са аспекта њиховог утицаја на животну средину и углавном се спроводи конвенционалним методама мониторинга. Међутим, ове методе мониторинга не пружају увид о утицају загађујућих супстанци на живе системе, стога су од нарочитог значаја научна истраживања из области биомониторинга. Биљке које расту у близини индустријских постројења садрже високе концентрације елемената, те је биомониторинг у оваквим срединама од посебне важности. Усвајање токсичних елемената у биљкама указује на њихов потенцијал за примену у фиторемедијацији. Примена биљака које се користе у лековите сврхе и у људској исхрани у биомониторингу и фиторемедијације је веома значајна.

Главни предмет истраживања ове докторске дисертације је утицај токсичних елемената на активност ензима у земљишту из зоне корена (ризосфери) боквице (*Plantago lanceolata*) и маслачка (*Taraxacum officinale*), као и примена ових биљних врста у сврхе биомониторинга и фиторемедијације. Места узорковања земљишта и биљног материјала обухватају најугроженије зоне под утицајем загађења из рударско-металушког комплекса.

5.2. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована:

Научна истраживања указују на значај испитивања активности ензима у земљишту, обзиром на њихову осетљивост на измене у условима средине, као и због чињенице да су методе за одређивање активности ензима у земљишту релативно једноставне и не захтевају употребу скупих инструмената. Са друге стране, на активност ензима у земљишту утичу физичко-хемијске особине, као и присуство вегетације, те њихово испитивање обезбеђује информације које интегришу многе факторе средине. Ризосфера представља специфичну средину за испитивање активности ензима у земљишту, међутим, врло мали број истраживања имао је за циљ испитивање активности ензима у земљишту из зоне корена биљака. Истраживање употребе различитих биљних врста у сврхе биомониторинга и фиторемедијације

заступљено је у научној литератури, при чему је претежно испитивана употреба дрвенастих и жбунастих биљака. Испитивање примене боквице (*Plantago lanceolata*) и маслачка (*Taraxacum officinale*) у сврхе биомониторинга и фиторемедијације је у мањој мери заступљена у литератури. Најчешће су испитивани корен и надземни делови (претежно лишће) боквице и маслачка, док је у научној литератури ретко испитиван садржај елемената у појединачним надземним деловима, што може пружити увид у њихову дистрибуцију према метаболичким потребама биљака. Одређивање активности ензима у ризосфери ових двеју врста је брло мало заступљено.

Најзначајнија литература коришћена за дефинисање теме докторске дисертације:

Angelovičová L., Lodenius M., Tulisalo E., Fazekašova D., Effect of heavy metals on soil enzyme activity at different field conditions in Middle Spis mining area (Slovakia), Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology 93 (2014) 670–675.

Antunes S.C., Pereira R., Marques S.M., Castro B.B., Gonçalves F., Impaired microbial activity caused by metal pollution: A field study in a deactivated uranium mining area, Science of the Total Environment 410–411 (2011) 87–95.

Ashraf S., Ali Q., Zahir Z.A., Ashraf S., Asghar H.N., Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils, Ecotoxicology and Environmental Safety 174 (2019) 714–727.

Bini C., Wahsha M., Fontana S., Maleci L., Effects of heavy metals on morphological characteristics of *Taraxacum officinale* Web growing on mine soils in NE Italy, Journal of Geochemical Exploration 123 (2012) 101–108.

Gucwa-Przepióra E., Nadgórska-Socha A., Fojcik B., Chmura D., Enzymatic activities and arbuscular mycorrhizal colonization of *Plantago lanceolata* and *Plantago major* in a soil root zone under heavy metal stress, Environmental Science and Pollution Research 23 (2016) 4742–4755.

Kabata-Pendias A., Pendias H., Trace elements in soils and plants, Third edition, CRC Press, Boca Ration, Florida (2001).

Khan A., Khan S., Khan M.A., Qamar Z., Waqas M., The uptake and bioaccumulation of heavy metals by food plants, their effects on plants nutrients, and associated health risk: a review, Environmental Science and Pollution Research 22 (2015) 13772–13799.

Martínez-Toledo Á., Montes-Rocha A., González-Mille D.J., Espinosa-Reyes G., Torres-Dosal A., Mejia-Saavedra J.J., Ilizaliturri-Hernández C.A., Evaluation of enzyme activities in long-term polluted soils with mine tailing deposits of San Luis Potosí, México, Journal of Soils and Sediments 17 (2017) 364–375.

Niemeyer J.C., Lolata G.B., de Carvalho G.M., Da Silva E.M., Sousa J.P., Nogueira M.A., Microbial indicators of soil health as tools for ecological risk assessment of a metal contaminated site in Brazil, Applied Soil Ecology 59 (2012) 96–105.

Ovečka M., Takáč T., Managing heavy metal toxicity stress in plants: Biological and biotechnological tools, Biotechnology Advances 32 (2014) 73–86.

Pattnaik B.K., Equeenuddin S.M., Potentially toxic metal contamination and enzyme activities in soil around chromite mines at Sukinda Ultramafic Complex, India, Journal of Geochemical Exploration 168 (2016) 127–136.

Shahid M., Dumat C., Khalid S., Schreck E., Xiong T., Niazi N. K., Foliar heavy metal uptake, toxicity and detoxification in plants: A comparison of foliar and root metal uptake, Journal of Hazardous Materials 325 (2017) 36–58.

Skrynetska I., Karcz J., Barczyk G., Kandziora-Ciupa M., Ciepał R., Nadgórska-Socha A., Using *Plantago major* and *Plantago lanceolata* in environmental pollution research in an urban area of Southern Poland, Environmental Science and Pollution Research 26 (2019) 23359–23371.

5.3. Образложење о потребама истраживања:

Вишедеценијска експлоатација налазишта сулфудних руда и пирометалуршка производња бакра несумњиво су утицали на економски развој Борске општине, али се негативне последице индустријских активности на животну средину не смеју занемарити. Рударско-металушке активности, започете пре више од једног века, узроковале су драстично нарушавање, као и загађење свих компоненти животне средине. Изражен негативни утицај на животну средину огледа се и у нарушавању биогеохемијског кружења нутријената попут угљеника, азота, сумпора и фосфора, те је испитивање активности ензима у земљишту укључених у процесе кружења ових елемената веома значајно. Присуство високих концентрација токсичних елемената може инхибирати активност ензима у земљишту. Узимајући у обзир размере загађења, као и штетне ефекте токсичних елемената емитованих током процеса производње бакра, поред конвенционалних метода мониторинга загађења ваздуха, неопходно је праћење садржаја ових загађујућих материја у земљишту, као и биолошком материјалу. Примена биљака у сврхе биомониторинга је веома значајна нарочито у близини индустријских комплекса, обзиром на могућност акумулације токсичних елемената у биљкама које се примењују у лековите сврхе и у људској исхрани. Стога је неопходно испитивање могућности примене биљака за санацију загађених земљишта неком од метода фиторемедијације.

Публикованих научних радова који су испитивали активност ензима у земљишту у околини рудника бакра има јако мало. Са друге стране, способност адаптације боквице и маслачка на раст у срединама нарушеним индустријским активностима, указују на значај испитивања акумулације токсичних елемената у биљном материјалу, обзиром на њихову примену у лековите сврхе, као и у људској исхрани.

5.4. Циљ истраживања са нагласком на резултате које се очекују:

Главни циљеви истраживања и резултати ове дисертације тичу се:

- ✓ анализирања садржаја елемената у земљишту узоркованог на местима са различитим нивоом загађења пореклом из рударско-металуршких процеса;
- ✓ анализирања физичко-хемијских особина узоркованог земљишта;
- ✓ испитивања активности ензима у узорцима земљишта;
- ✓ утврђивања концентрација елемената у узорцима биљног материјала;
- ✓ као и могућности употребе боквице и маслачке у сврхе биомониторинга и фиторемедијације.

Резултати проистекли током израде ове докторске дисертације биће публиковани у форми научних радова у међународним часописима са СЦИ листе, домаћим часописима и саопштени на домаћим и међународним скуповима.

5.5. Програми истраживања (фазе) и оријентациони садржај докторске дисертације:

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације спроводиће се кроз неколико фаза којима је обухваћен:

- ✓ преглед научне литературе из сродних области (теоријски приступ);
- ✓ опис испитиваног подручја и дефинисање зона узорковања земљишта и биљног материјала;
- ✓ избор биљних врста које ће се узорковати;
- ✓ узорковање земљишта и биљног материјала;
- ✓ припрема узорака и одређивање активности ензима у земљишту;
- ✓ припрема узорака земљишта ради одређивања физичко-хемијских особина земљишта (pH вредности, садржаја органских материја, садржаја влаге у земљишту, гранулометријског састава земљишта),
- ✓ припрема узорака земљишта и биљног материјала за микроталасно растварање;
- ✓ хемијска анализа припремљених узорака;
- ✓ анализа и дискусија добијених резултата.

Докторска дисертација оквирно ће се састојати из следећих целина: Увод, Теоријски део, Литературни преглед досадашњих истраживања, Циљ и значај истраживања, Материјали и методе рада, Резултати и дискусија, Закључак, Литература.

5.6. Методе које ће бити примењене:

Узорковање и припрема земљишта и биљног материјала обавиће се стандардним процедурама објашњеним у научној литератури. Одређивање активности ензима у земљишту, извршиће се коришћењем UV-VIS спектрофотометра према процедурама објашњеним у релевантној литератури. Испитивање киселости земљишта, садржаја влаге и органских материја извршиће се према процедурама објашњеним у релевантној литератури. Одређивање грануломатеријског састава земљишта обавиће се коришћењем оптичко-ласерске гранулометријске анализе на апарату MALVERN Instrument MASTERSIZER 2000. Растварање узорака земљишта и биљног материјала вршиће се према дефинисаним методама за микроталасно растварање у микроталасној пећници Milestone ETHOS. За одређивање концентрација елемената у узорцима користиће се оптичка емисиона спектрометрија са индуковано куплованом плазмом ICP–OES, чија употреба у оваквој врсти истраживања представља стандардну процедуру. Анализа добијених података биће извршена коришћењем програма R v 3.5.2.

5.7. Начин избора, величина и конструкција узорка:

На основу дугогодишњег мониторинга квалитета ваздуха који се спроводи у Бору и околини и на основу праваца доминантних ветрова одабране су најугроженије зоне за узорковање земљишта и биљног материјала. Главни критеријуми за избор биљних врста базирају се пре свега на њиховој распрострањености у одабраним зонама узорковања, као и примени у лековите сврхе и у људској исхрани. Главни критеријуми за одабир ензима чија ће се активност у земљишту анализирати су значај у процесима кружења основних нутријената у земљишту.

5.8. Место експерименталног истраживања:

Припрема узорака земљишта и биљног материјала обавиће се на Техничком факултету у Бору. Одређивање активности ензима у земљишту, одређивање киселости земљишта, садржаја органских материја и влаге у земљишту обавиће се на Техничком факултету у Бору. Одређивање гранулометријског састава узоркованог земљишта

обавиће се на Институту за рударство и металургију у Бору. Микроталасно растварање обавиће се у Институту за нуклеарне науке Винча у Београду. Хемијска анализа узорака обавиће се на Техничком факултету у Бору.

5.9. Остали релеванти подаци:

Докторска дисертација представља део истраживања у оквиру научног пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (пројектни циклус од 2011. године):

- ✓ Пројекат из области интегралних и интердисциплинарних истраживања: „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биолошки активних супстанци и других компоненти хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности“ (бр. 46010, **подпројекат 7**);

5.10. Литература и друга грађа која ће се користити:

За израду докторске дисертације користиће се стручна литература са актуелним и релевантним подацима, као и научна достигнућа из области загађења животне средине токсичним елементима, употребе активности ензима у земљишту као индикатора, као и биомониторинга и фиторемедијације. Научној литератури водећих светских издавача доступној у научним базама: SCOPUS, Science Direct, Web of Science и др., приступиће се путем КОБСОН–а.

ПРИЛОГ 2.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: _____
Бор, _____ године

ЛИЧНИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Презиме, име једног родитеља, име: **Милосављевић, Станиша, Јелена**
ЈМБГ: **1101987756033**
Датум рођења, место, општина, република, држава: **11.01.1987. год., Бор, Бор, Република Србија**
Народност: **Српска**
Место сталног боравка, општина, република: **Бањско поље, Бор, Република Србија**
Адреса: **Бањско поље II бб, 19216 Брестовачка бања, Бор**
Број телефона: **030/477623; 064/4935212**
Место, година и назив завршеног факултета: **Београд, 2011. год., Универзитет у Београду, Биолошки факултет**
Место, година и назив факултета на коме је стечено звање магистра наука, научна област: /
Назив магистарске тезе: **/**
Занимање: **дипломирани молекуларни биолог и физиолог – мастер**
Радна организација у којој је запослен, место и адреса: **Технички факултет у Бору, Војске Југославије 12, 19210 Бор**
Језик и писмо на којем ће кандидат написати и бранити докторску дисертацију: **српски језик, латинично писмо**
Потпис

Биографија

Јелена (Станиша) Милосављевић

Образовање и стручно усавршавање

Јелена Милосављевић рођена је 11.01.1987. године у Бору, Република Србија, где је завршила основну школу и гимназију. Основне академске студије на Биолошком факултету, Универзитета у Београду, уписала је школске 2005/2006 године на студијској групи молекуларна биологија и физиологија, а завршила 08.02.2011. године одбраном дипломског рада са оценом 10. Дипломирањем на Биолошком факултету, са просечном оценом 8,45, стекла је стручни назив: дипломирани молекуларни биолог и физиолог, који је у погледу права изједначен са академским називом мастер. Докторске академске студије уписала је школске 2014/2015 године на Техничком факултету у Бору на студијском програму Технолошко инжењерство. Положила је све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 10.

Октобра 2015. године засновала је радни однос на Техничком факултету у Бору у звању асистент. У претходним изборним периодима била је ангажована је на основним академским студијама на предметима: Општа хемија, Екологија, Загађење и заштита земљишта, Органске загађујуће материје, Загађење и заштита ваздуха и Технологија воде.

Истраживачка интересовања

Ангажована је на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, са почетком реализације 2011. године, под називом: "Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности" (број пројекта ИИИ46010, подпројекат 7).

Кандидат Јелена Милосављевић учествовала је у догађајима посвећеним популаризацији науке: „Тимочки Научни Торнадо – ТНТ" (2016. и 2017. год.) и „Борске ноћи истраживача – БОНИС" (2017. год.). Такође, била је члан организационих одбора међународних конференција Еколошка истина и истраживање животне средине (International Conference Ecological Truth and Environmental Research) – EcoTER 2018, 2019 и 2020, као и Међународног октобарског саветовања рудара и металурга (International October Conference on Mining and Metallurgy) – IOC 2017.

Главна истраживачка интересовања припадају областима загађења животне средине, мониторинга и биомониторинга загађења. Аутор је или коаутор 4 рада публикованих у водећим међународним часописима из категорије М20 (1 рада категорије М21, 3 рада категорије М22), 1 рада публикованог у часопису националног значаја из категорије М50 (категорије М51), 19 саопштења са конференција међународног значаја из категорије М30 (21 саопштење категорије М33 и 1 саопштење категорије М34), као и 5 поглавља у страним књигама (категорија М13).

Библиографија

Јелена С. Милосављевић

✓ **<u>Монографије, монографске студије, тематски зборници, лескикографске и картографске публикације међународног значаја</u>**

1) Монографска студија/поглавље у монографији међународног значаја (M13)

1. T.S. Kalinović, S.M. Šerbula, **J.S. Milosavljević**, A.A. Radojević, J.V. Kalinović**:** Aspects of investigations in phytoremediation, Chapter 4 in *Monograph "Ecological Truth and Environmental Research"*, Editor: Snežana M. Šerbula, Publisher: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Printed by University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, (2018) pp. 59–91.
   (ISBN 978-86-6305-080-8)
   https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/Monograph_2018.pdf
2. S.M. Serbula, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, **J.S. Milosavljevic**, M.R. Stevanovic, Tropospheric Aerosols: Sources and Composition, Chapter 1 in *Air Quality: Aerosol and Biomonitoring*, Editor: S.M. Šerbula, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 1–52.
   (ISBN:978-1-53610-428-8)
   https://novapublishers.com/shop/air-quality-aerosol-and-biomonitoring/
3. S.M. Šerbula, T.S. Kalinović, J.S. Milosavljević, J.S. Stevanović: Aerosol Formation and their Reactions in the Air, Chapter 2 in: *Air quality: Aerosol and Biomonitoring*, Editors: Snežana M. Šerbula, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 53–98.
   (ISBN:978-1-53610-428-8)
   https://novapublishers.com/shop/air-quality-aerosol-and-biomonitoring/
4. S.M. Serbula, J.V. Kalinovic, A.A. Radojevic, **J.S. Milosavljevic**, M.R. Adzemovic, Aerosols and Global Climate Change, Chapter 3 in *Air Quality: Aerosol and Biomonitoring*, Editor: S.M. Šerbula, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 99–132.
   (ISBN:978-1-53610-428-8)
   https://novapublishers.com/shop/air-quality-aerosol-and-biomonitoring/
5. S.M. Šerbula, **J.S. Milosavljević**, T.S. Kalinović, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, B.M. Bugarski, J.S. Stevanović, Bioaerosols: Methods for Reducing Health Risks and Impact on the Environment, Chapter 4 in *Air Pollution: Management Strategies, Environmental Impact and Health Risks*, Editor: G.L. Burns, Publisher: Nova Science Publishers, US, New York, (2016) pp. 69–98.
   (ISBN:978-1-63485-374-3)
   https://novapublishers.com/shop/air-pollution-management-strategies-environmental-impact-and-health-risks/

✓ **<u>Радови објављени у часописима међународног значаја (М20)</u>**

1) Рад у врхунском међународном часопису (М21)

1. S.M. Serbula, **J.S. Milosavljevic**, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, Extreme air pollution with contaminants originating from the mining–metallurgical processes, *Science of the Total Environment*, 586 (2017) 1066–1075.
(IF(2016)=5,102 (Environmental Sciences 24/229))
(ISSN:0048-9697 (*print*); ISSN:1879-1026 (*electronic*))
www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971730339X

2) Рад у истакнутом међународном часопису (М22)

1. J.V. Kalinovic, S.M. Serbula, A.A. Radojevic, **J.S. Milosavljevic**, T.S. Kalinovic, M.M. Steharnik, Assessment of As, Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn concentrations in soil and parts of *Rosa* spp. sampled in extremely polluted environment, *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (2019) 15.
(IF (2017)=2,020 (Environmental Sciences 125/242))
(ISSN 0167-6369 (*print*); ISSN: 1573-2959 (*electronic*))
https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-7134-0

2. A.A. Radojevic, S.M. Serbula, T.S. Kalinovic, J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, J.V. Petrovic, **J.S. Milosavljevic**, Metal/metalloid content in plant parts and soils of *Corylus* spp. influenced by mining–metallurgical production of copper, *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (11) (2017) 10326–10340.
(IF(2016)=3,023 (Environmental Sciences 74/229))
(ISSN:0944-1344 (*print*); ISSN:1614-7499 (*electronic*))
https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-017-8520-9

3. T.S. Kalinovic, S.M. Serbula, J.V. Kalinovic, A.A. Radojevic, J.V. Petrovic, M.M. Steharnik, **J.S. Milosavljevic**, Suitability of linden and elder in the assessment of environmental pollution of Brestovac spa and Bor lake (Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 76 (178) (2017) 11.
(IF(2016)=1,844 (Environmental Sciences 133/229))
(ISSN:1866-6280 (*print*); ISSN:1866-6299 (*electronic*))
https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-017-6485-0

✓ **<u>Зборници међународних научних скупова (М30)</u>**

1) Саопштења са међународног скупа штампана у целини (М33)

1. J. Kalinović, S. Šerbula, T. Kalinović, **J. Milosavljević**, A. Radojević, M. Nujkić: Analysis of Al, Cr and Mn in the root zone soil and plant parts of wild rose (*Rosa* spp.) in the Bor area, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'20, Proceedings, Kladovo, Serbia, Editor: S.

Šerbula, 16–19 June 2020, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2020) pp. 54–59.
(ISBN: 978-86-6305-104-1)

2. T. Kalinović, S. Šerbula, J. Kalinović, **J. Milosavljević**, A. Radojević: The distribution of Al, Fe, Cu, Zn, Pb, Ni, As and Cd within the pine trees from the chemically imbalanced environment, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'20, Proceedings, Kladovo, Serbia, Editor: S. Šerbula, 16–19 June 2020, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2020) pp. 60–65.
(ISBN: 978-86-6305-104-1)
3. **J. Milosavljević**, S. Šerbula, T. Kalinović, J. Kalinović, A. Radojević, B. Spalović: The relations between soil physico-chemical properties and soil enzyme activities in long-term contaminated area, 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'20, Proceedings, Kladovo, Serbia, Editor: S. Šerbula, 16–19 June 2020, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2020) pp. 66–71.
(ISBN: 978-86-6305-104-1)
4. A. Radojević, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, T. Kalinović, J. Kalinović, M. Nujkić: Evaluation of soil pollution in the Bor area, 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'19, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 18–21 June 2019, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2019) pp. 148–153.
(ISBN: 978-86-6305-097-6)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2019.pdf
5. T. Kalinović, S. Šerbula, A. Radojević, J. Kalinović, **J. Milosavljević**: Indication of the pollution emitted from the quarry, 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'19, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 18–21 June 2019, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2019) pp. 154–159.
(ISBN: 978-86-6305-097-6)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2019.pdf
6. **J. Milosavljević**, S. Šerbula, A. Radojević, J. Kalinović, T. Kalinović: Assessment of soil contamination with heavy metals by soil pollution indicators, 27th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'19, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 18–21 June 2019, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2019) pp. 160–165.
(ISBN: 978-86-6305-097-6)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2019.pdf
7. A. Radojević, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, J. Kalinović, T. Kalinović, M. Nujkić: Hazel as a biomonitor of metal(loid) pollution in the urban and industrial zones of Bor, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 78–83.
(ISBN: 978-86-6305-076-1)

https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf

8. J. Kalinović, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, T. Kalinović, A. Šerbula: Content of Ni and Mo in soil and plant parts of wild rose (*Rosa* spp.) in Bor (Serbia), 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 90–95. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
9. T. Kalinović, S. Šerbula, N. Dolić, A. Radojević, J. Kalinović, **J. Milosavljević**: Bioindication of soil pollution with Cu, Zn and As by roots of plants, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 84–89. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
10. A. Radojević, S. Šerbula, **J. Milosavljević**, J. Kalinović, T. Kalinović, A. Šerbula: The air quality assessment in the Bor agglomeration in the period 2010–2015, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 203–208. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
11. S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, J. Kalinović, T. Kalinović, A. Šerbula: Sulphur dioxide air pollution trends in Bor compared to Serbia and Europe, 26th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, EcoTER'18, Proceedings, Bor Lake, Bor, Serbia, Editor: S. Šerbula, 12–15 June 2018, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2018) pp. 197–202. (ISBN: 978-86-6305-076-1)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2018.pdf
12. S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, T. Kalinović, J. Kalinović, M. Nujkić: Airborne metals/metalloids concentrations in Bor, 50th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2018, Bor Lake, Bor, Serbia, Editors: A. Kostov, M. Ljubojev, Bor lake, Serbia, 30 September–03 October 2018, Publisher: Mining and Metallurgy Institute Bor, (2018) pp. 417–420. (ISBN: 978-86-7827-050-5)
13. T.S. Kalinović, S.M. Šerbula, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, **J.S. Milosavljević**, J.V. Petrović, Leaves of trees as a low cost material for detection of Cu and Zn in the air, XXV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'17, Proceedings, Vrnjačka Banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017) pp. 227–234. (ISBN:978-86-6305-062-4)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2017.pdf
14. A.A. Radojević, S.M. Šerbula, T.S. Kalinović, M.M. Steharnik, **J.S. Milosavljević**, J.V. Kalinović, Hazel as biomonitor of metal pollution originating from copper

smelter and flotation tailing ponds in the Bor area, XXV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'17, Proceedings, Vrnjačka Banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017) pp. 289–296.
(ISBN:978-86-6305-062-4)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2017.pdf

15. S.M. Šerbula, N.N. Mijatovic, **J.S. Milosavljević**, T.S. Kalinović, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, R.M. Kovacevic, Metal(loid)s content in a medicinal herb grown in industrially polluted area, XXV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'17, Proceedings, Vrnjačka Banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017) pp. 189–195.
(ISBN:978-86-6305-062-4)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2017.pdf

16. A. Radojević, S. Šerbula, T. Kalinović, J. Petrović, **J. Milosavljević**, J. Kalinović, Assessment of metal/metalloids from atmospheric deposition using unwashed foliar samples, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2017 Proceedings, Bor, Serbia, Editors: N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović, 18–21 October 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017), pp. 261–264.
(ISBN 978-86-6305-066-2)

17. T. Kalinović, S. Šerbula, A. Radojević, J. Kalinović, **J. Milosavljević**, M. Steharnik: Root zone soil of elder, linden and pine as indicator of environmental pollution, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2017 Proceedings, Bor, Serbia, Editors: N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović, 18–21 October 2017, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017), pp. 265–268.
(ISBN 978-86-6305-066-2)

18. S. Šerbula, N. Mijatović, **J. Milosavljević**, A. Radojević, T. Kalinović, J. Kalinović, R. Kovačević: Zn and Pb uptake and translocation in nettle from metal polluted area, 49th International October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2017 Proceedings, Editors: N. Štrbac, I. Marković, Lj. Balanović, 18–21 October 2017, Bor, Serbia, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2017), pp. 269–272.
(ISBN 978-86-6305-066-2)

19. S. Serbula, **J. Milosavljevic**, A. Radojevic, J. Kalinovic, T. Kalinovic, T. Apostolovski Trujic: Sulphur dioxide level in the air in the period 2009-2015 (Bor, Eastern Serbia), Proceedings of the XXIV International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'16, Vrnjačka banja, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 12–15 June 2016, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2016) pp. 97–103.
(ISBN:978-86-6305-043-3)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2016.pdf

20. S. Šerbula, **J. Milosavljević**, A. Radojević, J. Kalinović, T. Kalinović, Lj. Lekić: Air pollution with As, Pb and Cd in the Bor region from 2009 to 2015, 48th International

October Conference on Mining and Metallurgy, IOC 2016 Proceedings, Editors: N. Štrbac, D. Živković, 28 September–01 October 2016, Bor, Serbia, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2016) pp. 160–163.
(ISBN: 978-86-6305-047-1)

21. **J. Milosavljević**, S. Šerbula, K. Pantović: Pyrolysis of lignocellulosic biomass, Eco-Ist'15, XXIII International Conference Ecological Truth, Kopaonik, Serbia, Editors: R.V. Pantovic, Z.S. Markovic, 17–20 June 2015, Publisher: University of Belgrade - Technical Faculty in Bor (2015) pp. 349–355.
(ISBN: 978-86-6305-032-7)
https://eco.tfbor.bg.ac.rs/download/Zbornici/2015.pdf

2) Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

1. S.M. Šerbula, N.D. Štrbac, **J.S. Milosavljević**, A.A. Radojević, J.V. Kalinović, T.S. Kalinović, Uticaj teških metala na aktivnost enzima u zemljištu, Ciljevi održivog razvoja u III milenijumu, Knjiga apstrakata, 20-22. april 2017, Beograd, Srbija; Odgovorni urednik: prof. dr Larisa Jovanović; Izdavač: Naučno-stručno društvo za zaštitu životne sredine „ECOLOGICA", (2017) p. 76.
(ISBN:978-86-89061-10-9)

✓ **Радови објављени у часописима националног значаја (M50)**

1) Рад у водећем часопису националног значаја (M51)

1. S.M. Šerbula, N.D. Štrbac, **J.S. Milosavljević**, A.A. Radojević, T.S. Kalinović, J.V. Kalinović, Uticaj teških metala na aktivnost enzima u zemljištu, Ecologica, 24 (86) (2017) 424–428.
(ISSN:0354-3285).
http://www.ecologica.org.rs/?page_id=340

✓ **Научна сарадња и сарадња са привредом (M100)**

1) Учешће у пројектима, студијама, елаборатима и сл. са привредом; учешће у пројектима финансираним од стране надлежног Министарства (M105)

1. Пројекат ИИИ 46010 под називом: „Развој нових инкапсулационих и ензимских технологија за производњу биокатализатора и биолошки активних компонената хране у циљу повећања њене конкурентности, квалитета и безбедности", подпројекат: „Акумулација тешких метала и канцерогених материја у биљном материјалу, биосорбентима и зеолитима - Република Србија, Министарство науке и технолошког развоја, пројектни циклус од 2011. год.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: **Јелена Милосављевић**

Име и презиме ментора: **Проф. др Снежана Шербула**
Звање: **Редовни професор**
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. J.V. Kalinović, **S.M. Serbula**, A.A. Radojević, J.S. Milosavljević, T.S. Kalinović, M.M. Steharnik, Assessment of As, Cd, Cu, Fe, Pb, and Zn concentrations in soil and parts of *Rosa* spp. sampled in extremely polluted environment, *Environmental Monitoring and Assessment*, 191 (2019) 15. (IF (2017)=2,020 (Environmental Sciences 125/242)) (ISSN: 0167-6369 (*print*); ISSN: 1573-2959 (*electronic*)) https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-018-7134-0

2. A.A. Radojevic, **S.M. Serbula**, T.S. Kalinovic, J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, J.V. Petrovic, J.S. Milosavljevic, Metal/metalloid content in plant parts and soils of *Corylus* spp. influenced by mining–metallurgical production of copper, *Environmental Science and Pollution Research*, 24 (11) (2017) 10326–10340. (IF(2016)=3,023 (Environmental Sciences 74/229)) (ISSN: 0944-1344 (*print*); ISSN:1614-7499 (*electronic*)) https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11356-017-8520-9

3. T.S. Kalinovic, **S.M. Serbula**, J.V. Kalinovic, A.A. Radojevic, J.V. Petrovic, M.M. Steharnik, J.S. Milosavljevic, Suitability of linden and elder in the assessment of environmental pollution of Brestovac spa and Bor lake (Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 76 (178) (2017) 11. (IF(2016)=1,844 (Environmental Sciences 133/229)) (ISSN:1866-6280 (*print*); ISSN: 1866-6299 (*electronic*)) https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-017-6485-0

4. S.M. Serbula, J.S. Milosavljevic, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, Extreme air pollution with contaminants originating from the mining–metallurgical processes, *Science of the Total Environment*, 586 (2017) 1066–1075. (IF(2016)=5,102 (Environmental Sciences 24/229)) (ISSN: 0048-9697 (*print*); ISSN: 1879-1026 (*electronic*)) https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971730339X

5. T.S. Kalinovic, **S.M. Serbula**, A.A. Radojevic; J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, J.V. Petrovic, Elder, linden and pine biomonitoring ability of pollution emitted from the copper smelter and the tailings ponds, *Geoderma*, 262 (2016) 266-275. (IF (2014)=3,524 (Soil science 3/34)) (ISSN: 0016-7061) http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706115300562

6. S.M. Serbula, A.A. Radojevic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, Indication of airborne pollution by birch and spruce in the vicinity of copper smelter, *Environmental Science and Pollution Research*, 21 (19) (2014) 11510–11520. (IF(2013)=2,951 (Environmental Sciences 57/216)) (ISSN: 0944-1344 (*print*); ISSN: 1614-7499 (*electronic*)) https://link.springer.com/ article/10.1007/s11356-014-3120-4

7. S.M. Serbula, A.A. Ilic, J.V. Kalinovic, T.S. Kalinovic, N.B. Petrovic, Assessment of air pollution originating from copper smelter in Bor (Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 71 (2014) 1651–1661. (IF(2014)=2,013 (Environmental Sciences107/223)) (ISSN: 1866-6280 (*print*); ISSN: 1866-6299 (*electronic*)) http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-013-2569-7#page-1

8. S.M. Serbula, T.S. Kalinovic, A.A. Ilic, J.V. Kalinovic, M.M. Steharnik, Assessment of airborne heavy metal pollution using Pinus spp. and Tilia spp., *Aerosol and Air Quality Research*, 13 (2013) 563–573. (IF(2011)=2,827 (Environmental Sciences 43/205)) (ISSN: 1680-8584 (*print*); ISSN: 2071-1409 (*electronic*)) https://aaqr.org/articles/aaqr-12-06-oa-0153

9. S.M. Serbula, T.S. Kalinovic, J.V. Kalinovic, A.A. Ilic, Exceedance of air quality standards resulting from pyro-metallurgical production of copper: a case study, Bor (Eastern Serbia), *Environmental Earth Sciences*, 68 (2013) 1989–1998. (IF(2013)=1,750 (Geosciences, Multidisciplinary 83/174)) (ISSN: 1866-6280 (*print*); ISSN: 1866-6299 (*electronic*)) http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12665-012-1886-6#page-1

10. S.M. Serbula, D.Dj. Miljkovic, R.M. Kovacevic, A.A. Ilic, Assessment of airborne heavy metal pollution using plant parts and topsoil, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 76 (2012) 209–214. (IF(2011)=2,617 (Environmental Sciences 63/205)) (ISSN: 0147-6513) https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0147651311003344

Декан

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору

Број: _____
Бор, _____ године

САГЛАСНОСТ МЕНТОРА

Име и презиме, ЈМБГ: **проф. др Снежана М. Шербула, 1802958756014**
Звање и датум избора: **Редовни професор, 22.06.2016.год.**
Назив установе у којој је изабран у звање и ужа научна област: **Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, Хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство (технолошко инжењерство)**
Установа у којој је запослен: **Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору**
Презиме и име кандидата: **Милосављевић С. Јелена**
Назив теме: **Утицај токсичних елемената на активност ензима у ризосфери *Plantago lanceolata* и *Taraxacum officinale* и потенцијална употреба биљака у биомониторингу и фиторемедијацији**
Научна област: **Техничко-технолошке науке (технолошко инжењерство)**
Сагласност Потпис ментора Датум: 15.09.2020.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-9
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Одређује се Комисија за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата **Индире Попадић,** мастер менаџмента, студента докторских академских студија, студијског програма Инжењерски менаџмент под називом: **„Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП“,** у саставу:

1. др Ђорђе Николић ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору - ментор,

2. др Иван Јовановић редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору - члан,

3. др Сања Маринковић ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука – члан;

4. др Исидора Милошевић ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору – члан;

5. др. Санела Арсић доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору – члан.

II Извештај о оцени и научној заснованости предложене теме Комисија из става 1. треба да припреми у року од 30 дана од дана именовања.

Доставити:
- именованој
- студентској служби
- члановима Комисије
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК
СА XVI СЕДНИЦЕ ВЕЋА КАТЕДРЕ ЗА МЕНАЏМЕНТ, одржане електронским путем дана 17.09.2020.године

По свим тачкама предложеног дневног реда своју писмену сагласност електронским путем су доставили следећи чланови катедре: проф. др Иван Михајловић, проф. др Дејан Ризнић, проф. др Снежана Урошевић проф. др Ивана Ђоловић, проф. др Милован Вуковић, проф. др Дејан Богдановић, проф. др Иван Јовановић, проф. др Драгиша Станујкић, проф. др Ђорђе Николић, проф. др Милица Величковић, проф.др Исидора Милошевић, проф. др Предраг Ђорђевић, доц. др Данијела Воза, доц. др Ненад Милијић, доц. др Милена Јевтић, доц. др Марија Панић, доц. др Александра Федајев, доц. др Санела Арсић, доц. др Ивана Станишев, доц.др Ивица Николић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Сандра Васковић, наставник енглеског језика Славица Стевановић, асист. Анђелка Стојановић, асист. Бранислав Иванов, асист. Момир Поповић, сарад. Адријана Јевтић,

Своје изјашњавање по тачкама дневног реда нису доставили следећи чланови катедре: доц. др Дарко Коцев

Седницу води шеф катедре, проф. др Ђорђе Николић

Своју писану сагласност је доставило 28 од 29 чланова катедре, те сходно томе постоји кворум за пуноважно одлучивање.

Усвојен је следећи дневни ред:

1. Усвајање записника са XV седнице катедре одржане 10.09.2020.године.
2. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије II степена.
3. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије III степена.
4. Покретање поступка за избор једног сарадника за ужу научну област Економија.
5. Формирање комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата MSc Индире Попадић, студента докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
6. Формирање комисије за одбрану семинарског рада у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације- кандидат Зоран Радојевић студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент.
8. Разно

Рад по тачкама:

Тачка 1. Записник са XV седнице Катедре за менаџмент, одржане 10.септембра 2020.године, усвојен је једногласно (са 28 гласова ЗА) без примедби.

Тачка 2., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије II степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Снежана Урошевић.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 3., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије III степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Милован Вуковић, који тренутно обавља функицију заменика руководиоца студијског програма Инжењерски менаџмент на докторским академским студијима, и који при томе испуњава услове да је ангажован као ментор на докторским академским студијама.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 4. Дат је предлог за покретање поступка за избор једног сарадника у настави у за ужу научну област Економија. У ту сврху предложена је и следећа комисија за писање реферета:

1. **Проф. др Дејан Ризнић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,
2. **др Александра Федајев**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,
3. **Проф. др Лела Ристић**, редовни професор, Универзитет у Крагујевцу, Економски факултет, члан комисије.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог за покретање поступка са саставом предложене комисије и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 5. На основу захтева број VI-1/11-171 од 16.09.2020.године, који је поднела MSc Индира Попадић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог за формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, са радним насловом: ***„Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП“***.

Предложена је Комисија у следећем саставу:

1. **Проф. др Ђорђе Николић,** ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,

2. **Проф.др Иван Јовановић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

3. **Проф. др Сања Маринковић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука, члан комисије.

4. **Проф. др Исидора Милошевић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

5. **др. Санела Арсић**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

Такође, предлог је да се за ментора одреди проф.др Ђорђе Николић, ванредни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, која има већи број публикованих радова у часописима са СЦИ листе.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије, као и предлог ментора и да се исти проследе Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 6. На основу захтева број VI-1/11-162 од 09.09.2020.године, који је поднео Зоран Радојевић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог састава комисије за одбрану семинарског рада, под називом:"***Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима***", који се реализује у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације. Предложени чланови комисије су:
1. проф.др Милован Вуковић, редовни професор,
2. проф.др Снежана Урошевић, редовни професор,
3. др Данијела Воза, доцент.
Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије и исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент, и то:

7.1. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Стефану Радојковићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње ALU и PVC врата у предузећу „Лифт елинг" Бор***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.2. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Јовану Петровићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Одређивање просторних промена квалитета воде реке Јужне Мораве и њених притока применом мултиваријационих статистичких техника***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, доцент, члан комисије.

7.3. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Павловић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Испитивање утицаја демографских карактеристика испитаника на степен личног еколошког отиска***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, члан комисије.

7.4. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Абрашевић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Избор стратегија помоћу SWOT-AHP методологије у пословању привредног друштва „SIGNALING“ D.O.O.***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др, Исидора Милошевић, ментор,
2. проф.др Ђорђе Николић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.5. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Братиславу Павловићи** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње декоративног камена у грађевинској организацији „Stone Crete”, Београд***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.6. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Ани Милосављевић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Управљање ризиком коришћења друштвених медија у пословним организацијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др Марија Панић, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Данијела Воза, члан комисије.

7.7. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Јелени Станковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа потенцијала технолошких предвиђања и употребе технолошких иновација у производним компанијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.8. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Маји Петковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа процеса технолошких предвиђања у различитим индустријским секторима***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.9. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Александри Барбуловић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Моделовање процеса технолошких предвиђања као услова стратешког технолошког планирања***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

<u>Тачка 8.</u> Разно.

Записник седнице закључен у 10:00.

У Бору, 17.09.2020.године

_____

Проф.др Ђорђе Николић
шеф Катедре за менаџмент

ПРИЛОГ 1.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: _____
Бор,_____године

ОБРАЗАЦ ЗА ПРИЈАВУ ПРЕДЛОГА ТЕМЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Име, презиме, адреса и број телефона кандидата: **Индира Попадић, Војводе Мишића 26. Нови Сад, 063-516-440**
2. Предлог назива теме докторске дисертације: **Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП**
3. Научна област, ужа научна област, дисциплина којој припада тема: **Инжењерски менаџмент**
4. Предлог ментора са којим је кандидат сарађивао код избора и образложења теме: име и презиме, звање, ужа научна област за коју је наставник изабран у звање и датум избора: **др Ђорђе М. Николић, ванредни професор, Индустријски менаџмент, датум избора: 08.02.2016. год. Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору**
5. Образложење теме докторске дисертације (до три странице куцаног текста)*:
5.1. Дефинисање и опис предмета (проблема) истраживања:
5.2. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована:
5.3. Образложење о потребама истраживања: (у прилогу)
5.4. Циљ истраживања са нагласком на резултате које се очекују:
5.5. Програми истраживања (фазе) и оријентициони садржај докторске дисертације:
5.6. Методе које ће бити примењене:
5.7. Начин избора, величина и конструкција узорка:
5.8. Место експерименталног истраживања:
5.9. Остали релеванти подаци: основне методе статистичке обраде података, место и време експерименталне провере резултата истраживања ако је таква провера планирана, веза на шире истраживачке пројекте ако су истраживања у оквиру докторске дисертације њихов део и сл.
5.10. Литература и друга грађа која ће се користити:
ПОТПИС КАНДИДАТА
*) Подаци по тачкама 5.1. – 5.10. наводе се у Образложењу теме

НАПОМЕНА: Поред пријаве предлога теме докторске дисертације, кандидат прилаже:

1. Диплому о стеченом академском звању магистра наука
2. Биографију са тежиштем на ток образовања и усавршавања
3. Библиографију научних и стручних радова као и саме радове
4. Личне податке за службену евиденцију, образац бр. 2 (у прилогу)
5. Сагласност ментора, образац у прилогу 3

ПРИЛОГ 2.

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: _____
Бор,_____године

ЛИЧНИ ПОДАЦИ КАНДИДАТА ЗА ИЗРАДУ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Презиме, име једног родитеља, име: **Попадић, Илија, Индира**
ЈМБГ: **2612967307605**
Датум рођења, место, општина, република, држава: **26.12.1967. Осијек, Осијек, Република Хрватска**
Народност: **Српкиња**
Место сталног боравка, општина, република: **Нови Сад, Нови Сад, Република Србија**
Адреса: **Војводе Мишића 26. 21 000 Нови Сад**
Број телефона: **063/516 440**
Место, година и назив завршеног факултета **Нови Сад,2011.год.,Алфа Универзитет, Београд, Факултет за менаџмент**
Место, година и назив факултета на коме је стечено звање магистра наука, научна област: **/ Сремски Карловци, 2012. год., Универзитет Унион- Никола Тесла, Београд, Факултет за менаџмент,**
Назив магистарске тезе: /
Занимање: **Пројектни менаџер**
Радна организација у којој је запослен, место и адреса: **Регионална Развојна Агенција Бачка, Булевар Михајла Пупина 20, Нови Сад**
Језик и писмо на којем ће кандидат написати и бранити докторску дисертацију: **Српски језик и латинично писмо**
Потпис

ПРИЛОГ 3.

Универзитет у Београду
Технички факултет у
Бору Број: _____
Бор,_____године

САГЛАСНОСТ МЕНТОРА

Име и презиме, ЈМБГ: **Проф. др Ђорђе М Николић, ЈМБГ: 3004981751023**
Звање и датум избора: **Ванредни професор, датум избора: 08.02.2016.**
Назив установе у којој је изабран у звање и ужа научна област: **Универзитет у Београду , Технички факултет у Бору, област: Индустријски менаџмент**
Установа у којој је запослен: **Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору**
Презиме и име кандидата: **Попадић Индира**
Назив теме: **Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП**
Научна област: **Инжењерски менаџмент**
Сагласност Потпис ментора Датум

5. Образложење теме докторске дисертације

5.1. Дефинисање и опис предмета (проблема) истраживања

У данашњем изазовном окружењу успех пословне организације одређен је њеном способношћу да искористи сва средства која јој стоје на располагању. Стога, велики број организација широм света препознаје потребу за континуираним променама у њиховим пословним операцијама у циљу ефикаснијег и ефективнијег остваривања дугорочне одрживости. Ради превазилажења ових изазова организације морају да пронађу нова побољшана решења за производњу и дистрибуцију производа и/или услуга (Tidd et al., 2005; Pujari, 2006; Belin et al., 2009). Једна од могућности се огледа у повезивању са другим организацијама преко пословних мрежа на вертикалном и/или хоризонталном нивоу у оквиру ланаца снабдевања (Corsaro et al., 2012). На тај начин, ово умрежавање може представљати значајан извор за побољшање иновативног учинка организација (Hoholm and Olsen, 2012). Штавише, остварене интеракције између организација према многим ауторима (Ridley, 2010; Pulles et al.,2014) омогућују комбинацију постојећих идеја на начин да то подстиче стварање нових иновативних решења.

У претходном периоду концепт отворених иновација (*енгл. Open innovation*) се у највећој мери користио од стране организација за интеграцију са крајњим корисницима-купцима/клијентима у оквиру ланаца снабдевања (Buur and Matthews, 2008). На тај начин ове организације су у стању да укључе своје кориснике у процес ко-иновације производа и услуга (*енгл. lead-user innovation concept*) (Von Hippel, 1988, 2005). Са друге стране, аутори попут Brem-а и Tidd-а, констатују да су добављачи у релацији купац-добављач, у великој мери упознати са развојем производа/услуга и управљањем инвативним процесима организације, која преко њих обезбеђује неопходне ресурсе (Brem and Tidd, 2012). Имајући то у виду, према многим ауторима, успех организације може зависити и од развоја односа са добављачима (Lintukangas et al., 2019). Стога, добављачи се могу третирати као значајан извор за развој отворених иновација. Оне организације које су задовољне својим добављачима, уложиле су велики напор за развој ефикасне комуникације са добављачима и имале су ресурсе и спремност да инвестирају у активности као што су добављачев развојни програм и добављачева обука. Кроз узајамну интеракцију купаца и добављача долази до рађања нових идеја, које могу бити од кључног значаја за подстицање иновација у целом радном току ланца снабдевања.

Значај добављача може се уочити у многим моделима који су развијени за потребе управљања и руковођења пословним организацијама. Један од најпознатијих алата за анализу пословања је Потеров модел пет сила. Модел налаже да на конкурентност компаније утиче пет фактора попут: појаве нових учесника на тржишту, појаве супституте, повећања моћи купаца, повећања моћи добављача и ривалитет међу постојећом конкуренцијом (Porter, 1980; 1998). Према моделу пет сила компаније морају не само да прате конкуренцију већ да прате и остале факторе који утичу на пословно окружење. Ово води ка томе да се посматрају они сегменти окружења који највише утичу на конкурентност компаније. Једна од сила које утичу на креирање пословне климе је моћ добављача. Моћни добављачи заузимају више вредности за себе кроз наплаћивање виших цена, лимитирањем

квантитета или услуга или пребацивањем трошкова на остале учеснике индустрије (Pulles et al, 2016).

Осим тога, у научној литератури заступљен је веома познат концепт избора добављача (*енгл. Supplier selection problem*), који обухвата примену различитих методолошких оквира за оцену и приоритизацију добављача од стране њихових купаца (Bhutta, 2003). Према Bie и ауторима (Bei et al., 2006) процес селекције добављача се може поделити у три категорије: 1) емпиријска истраживања; 2) концептуални приступ, тј. истицање стратегијског значаја избора добављача у једној организацији; 3) аналитички модели. Onut и сарадници истичу да процес избора добављача углавном укључује оцену различитих добављача имајући у виду различите критеријуме (Onut et al., 2009). Стога, проблем селекције добављача се третира као вишекритеријумски проблем који укључује по својој природи и форми различите факторе и подфакторе. Велики број математичких модела је развијен у периоду од 1960.г. до данас који укључују различите дефиниције критеријума: методе математичког програмирања, методе вишекритеријумског одлучивања, методе засноване на трошковном учинку, статистичке методе, хибридни модели и др. На пример, Krishnendu Mukherjee је у својој књизи *Supplier Selection- An MCDA Based Approach*, дао свеобухватни приказ методологија и развојних трендова који се користе за моделовање и оптимизацију процеса селекције добављача за различите индустријске секторе (Mukherjee, 2017).

Када су у питању иновације у малим и средњим предузећима (*скр. МСП*), ове организације се могу определити да самостално покушају да их реализују, кроз сопствене истраживачко-развојне центре и одређене технике управљања иновацијама, или идеје за иновације могу стећи кроз сарадњу са другим предузећима, формалним институцијама (факултети, развојне агенције, центри за истраживање и развој изван предузећа), купцима/клијентима и другим релевантним партнерима. Умрежавање у кластере или друге форме организовања, могу у одређеној мери помоћи МСП да побољшају своје иновативне способности. Истраживања у земљама у транзицији која обухватају мала и средња предузећа и њихов став према спровођењу иновативних активности су још увек у повоју. Посебно, слабо је обрађена тематика улоге добављача у инвоативним активностима у МСП. Иако је могуће да ове огранизације (купци) могу да побољшају свој иновативни учинак преко сарадње са добављачима, недостају емпиријска истраживања која би додатно потврдила и оснажила значај коришћења иновативног потенцијала, који обезбеђује вертикална релација купац-добављач.

У вези са тим, предмет истраживања предложене докторске дисертације усмерен је ка дефинисању оригиналног интегралног математичког модела за оцену иновативног учинка добаљача од стране малих и средњих предузећа. У ту сврху планира се формирање трофазног методолошког оквира, који ће имати за циљ да најпре утврди кључне факторе (критеријуме) за идентификацију оних добављача који значајно могу допринесу инвативној сарадњи купац-добављач. Након тога, у оквиру друге фазе биће формиран алат за вишекритеријумску анализу и приоритизацију иновативних перформанси активних добављача од стране МСП-а, узимајући у обзир претходно дефинисани скуп фактора. У последњој фази предложеног модела додатно ће бити представљена могућност за оцену и

селекцију нових добављача на основу њихове способности да задовоље постављене иновативне захтеве од стране организације која спроводи набавке.

5.2. Преглед владајућих ставова и схватања у литератури у подручју истраживања са наводом литературе која је консултована

Избор добављача у оквиру пословних мрежа је од великог значаја за МСП, обзиром да може да одреди успех у остваривању њихови стратегијских циљева (Kahraman et al., 2003; Gupta and Barua, 2017). У последње време влада велико интересовање истраживача за развој раличитих модела за оцену и избор добављача у ланцима снабдевања. Генерално, у научној литератури процес избора добављача се дефинише кроз 5 фаза (De Boer et al., 2001; De Boer and Van der Wegen, 2003, Jain et al., 2013): 1) идентификација потребе за новим добављачем; 2) идентификација и елаборација критеријума за селекцију добављача; 3) иницијална претрага потенцијалних добављача из скупа могућих опција; 4) коначна селекција добављача; и 5) континуирина евалуација и оцена учинка изабраних добављача.

Обзиром да би велики број критеријума требало да буде разматран приликом доношања одлуке, то сам процес избора добављача чини захтевнијим и комплекснијим. Имајући то у виду, избор самих критеријума од стране доносиоца одлука, укључује оптималан баланс између кардиналних и ординалних критеријума у моделу (Saen, 2007; Bhattacharya et al., 2010). Dickson је у пионирском раду из 1966.године дефинисао 23 критеријума за избор добављача и исте рангирао према значају (Dickson, 1966). У то време, овај аутор је издвојио критеријуме: квалитет, достава, историја учинка и процедуре за обезбеђивање гаранције, као најзначајније критеријуме за избор добављача. Weber је са својим сарадницима утврдио да су цена, квалитет доставе, квалитет добављача, капацитет производње и локација, критеријуми који су најчешће коришћени у литератури у периоду од 1966. до 1991.године (Weber et al., 1991). Такође ови аутори су утврдили до од 74 анализирана научна рада, 63% су били радови у којима је проблематика избора добављача разматрана у вишекритеријумском окружењу. De Boer и сарадници (De Boer et al., 2001) су у њиховом монументалном прегледном раду дискутовали значај и конплексност одлука приликом куповине од добављача и предложили нови оквир за одлучивање приликом набавке. Bhutta је 2003 одабрао и анализирао 154 рада везано за избор добављача за период 1986-2002.г. Утврдио је да DEA метода (*енгл. Data Envelopment Analysis*) је најчешће примењиван индивидуалан приступ за избор добављача у разматраној литератури (Bhutta, 2003). Но и сарадници обрадили 78 радова објављених у научним часописима у периоду од 2000. до 2008.г. Ови аутори су закључили да је велики број појединачних али и интегралних приступа предложено у литератури за решавање проблема избора добављача (Rajesh and Malliga, 2013). Осим тога, аутори констатују да је најчешће примењиван индивидуалан метод DEA, док је најпопуларнији интегрални приступ базиран на комбинацији AHP (*енгл. Analytic Hierarchy Process*) методе и GP (*енгл. Goal Programming*). Такође, утврђено је да цена није генерално најзначанији критеријум у моделима, већ је то квалитет праћен доставом итд.

Полазећи од основне истраживачке идеје да се за потребе МСП-а формира интегрални модел за оцену иновативног учинка и доприноса њихових добављача, у наставку је дат

преглед литературних наслова који ће бити коришћени као полазна основа за формулисање методолошког оквира у овој дисертацији.

Brem и Schuster су спровели систематичну библиографску анализу научних радова који се тичу иновативности добављача у ланцима снабдевања (Brem and Schuster, 2012). Њихова анализа указује да су 4 кључне области битне и интерагују у корист стимаулације добављачеве инвовативности, а то су: значајност иновација добављача, захтеви за иновацијама добављача, управљање иновацијама добављача и исходи иновација добављача. Обзиром да се учешће добављача често сагледава из угла стратегијског доприноса у односу купац-добављач, аутори су у свом раду додатно предложили концептуални оквир са хронолошким фазама за развој иновативности добављача.

Група аутора са холандског универзитета Twente, предвођена професором Holger Schiele, је кроз серију научних истраживања емпиријски испитивала предности иновативности добављача и вредност те њихове „додатне“ услуге у оквиру пословних мрежа. У раду Schiele et al. 2012, аутори су идентификовали две различите предности: 1) техничка предност- која подразумева способност добаљача да иновира (капацитет и инвестирање у програме за истраживање и развој); 2) бихевиорална предност- која се фокусира на позицију купца као добављачевог приоритетног клијента. Овим истраживањем аутори су додатно емпиријски утврдили позитиван утицај ове две предности на иновативност добављача. У раду из 2014. године ова група аутора проширује своје истраживање у циљу идентификовања сета карактеристика, које омогућују препознавање оних добављача који значајно могу да допринесу сарадњи на реалицији купац-добављач (Pulles et al., 2014). Као резултат, овај рад представља добру основу и подршку доносиоцима одлука, јер предлаже концептулани модел којим је могуће дефинисати критеријуме за избор оних добављача од којих се може очекивати највећи иновативни допринос у њиховој пословној мрежи. У радовима од 2016. године ова група аутора пажњу даље усмерава на истраживање како да купци успоставе повлашћени статус у односу на расположиве добављаче на тржишту (Pulles et al. 2016a; Pulles et al., 2016b; Caniels et al., 2018; Pulles et al., 2019).

Podmetina и сарадници у истраживању, које су спровели у 206 руских компанија, анализирају сарадњу ових компанија са спољним партнерима- добављачима (Podmetina et al., 2012). Резултати њиховог истраживања указују да компаније са отворенијим и софистицираним иновационим стратегијама придају већи значај сарадњи са доваљачима. Такође, ефекат локације добављача је присутан у њиховој дискусији резултата, где компаније више цене сарадњу са домаћим добављачима у односу на стране. Имајући у виду тренутна светска дешавања и COVID-19 пандемију, то може представљати важну чињеницу за доносиоце одлука који у својим компанијама брину за ефикасно управљање ланцима снабдевања.

Tiemann и сарадници су у свом раду презентовали резултате емпиријског истраживања добављача у хемијској индустрији (Tiemann et al., 2012). Њихово истраживање разматра укључивање и допринос добављача у програм развоја купчевог новог производа. Користећи вишеструку линеарну регресију, аутори су утврдили позитиван утицај између директних функција у односу са купцем (профит и обим набавке) и укључивања добављача у развој новог купчевог произовода.

Аутори Gupta и Barua у својим истраживања предлажу нове хибридне вишекритеријумске моделе за селекцију добављача на основу њихове способности да буду укључени у

иновативне активности купчеве организације. Ови аутори предлажу фази TOPSIS (*енгл. Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution*) приступ уз надоградњу са BWM (*енгл. Best-Worst Method*) методом као поуздан методолошки оквир за разматрање датог проблема одлучивања (Gupta and Barua, 2017; 2018).

5.3. Образложење о потребама истраживања

Како би пословне организације обезбедиле виталне ресурсе, које оне обично не поседују, потребно је да сарађују са својим добављачима и другим организацијама. На тај начин ове организације могу додатно да употпуне и свој иновациони потенцијал. Способност малих и средњих предузећа да иновирају представља један од главних елемената за остваривање конкурентске предности у економијама земаља у развоју (Madrid-Guijarro et al., 2009). Међутим, како наводе аутори Gupta и Barua (Gupta and Barua, 2016) мале пословне организације су суочене са изазовима како да одрже конкурентност имајући у виду њихову осетљивост на различите пословне проблеме, као на пример: недостатак ресурса, отежан приступ напредним технологијама, недовољно способни менаџери, ограничен приступ финансијама, нижи ниво производње, слабо управљање квалитетом, регулаторне обавезе и сл. Према King и сарадницима (King et al., 2003) своју слабост да иновирају МСП могу да превазиђу повезивањем са другим организацијама и тако добију приступ њиховој стручности и технологијама, чиме допуњују сопствене могућности (Kumar and Subrahmanya, 2010).

У научној литератури постоје неколико истраживања која разматрају начине како да купци идентификују најиновативније добављаче у својим пословним мрежама (Schiele, 2006; Wagner, 2010; Koufteros et al., 2012; Melander and Tell, 2014; Pulles et al., 2014) и како да се купци укључе у развој својих добављача, како би побољшали њихов учинак (Giannakis, 2008; Lawson et al., 2015). Међутим како наводе Pihlajamaa и сарадници (Pihlajamaa et al., 2019) још увек се релативно мало зна о ситуацији када је неопходно оценити учешће добављача у програмима развоја организација, које од њих набављају своје ресурсе, што ограничава разумевање како да се у потпуности искористе иновациони потенцијали добављача, тј. како их мотивисати да иновирају (Schoenherr et al., 2012; Wagner and Bode, 2014).

Такође, многи аутори разматрају и позицију малих и средњих предузећа, када је реч о обезбеђивању квалитетне и одрживе подршке од стране расположивих добављача. Наиме, како наводе Pulles и сарадници (Pulles et al., 2014) веће организације, обзиром да имају већи потенцијални удео у промету добављача, лакше стичу повољнији статус код могућих добављача у односу на мала и средња предузећа. Имајући то у виду, мала и средња предузећа у намери да подрже сарадњу са другим организацијама морају да креирају пословне моделе, који ће им обезбедити чврсте везе са пре свега актуелним добављачима и њиховим свеобухватним потенцијалима, али и могућност придобијања нових добављача, који могу да ојачају њихов иновативни капацитет.

Дакле, истраживачки проблем који ће бити обрађен у окивиру ове дисертације може се формулисати и на следећи начин: На основу анализе постојеће научне литературе везано за идентификовање и оцену иновативног потенцијала добављача, утврђено је да постоји простор за истраживање и развој новог методолошког оквира за оцену иниовативног учинка

добављача од стране малих и средњих предузећа. Стога, формирањем и валидацијом оригиналног модела за подршку одлучивању у МСП, поред теоријској доприноса тренутној литератури, добијени резултати могу значајно да побољшају процес селекције добављача и коначно омогуће да и мање организације могу да себи обезбеде статус пожељног купца у њиховим пословним мрежама.

5.4. Циљ истраживања са нагласком на резултате које се очекују

Правилан избор добављача је данас један од кључних задатака у ланцима снабдевања сваког малог и средњег предузећа и подразумева укључивање различитих статистичких техника за обраду и анализу добијених података као и подршку у одлучивању.

Научно истраживање у окиру дисертације која се предлаже у начелу има двојак циљ: да допринесе развоју науке у третираној области, с једне, и да унапреди постојећу праксу у посматраној области, с друге стране. У овом раду, основни циљ истраживања представља намеру да се добијеним истраживачким резултатима створи научни оквир за решавање претходно дефинисаног проблема истраживања кроз формирање интегралног вишекритеријумског модела, као и да се на тој основи у одређеној мери омогући унапређивање конкретне пословне праксе приликом избора поузданог и иновативног добављача у посматраном организационом систему.

У том контексту ужи циљ истраживања подразумева формирање интегралног модела управљања добављачима, који се може користити у сврху приоритизације добављача у ланцима снабдевања, са фокусом на допринос добављача у процесу иновација компаније. Где је овај модел конципиран тако да садржи елементе вишкритеријумских алата применом фази логике. Очекује се да примењене вишекритеријумске анализе успоставе поуздану методолошку платформу за могућност укључивања и групног експертског оцењивања, као и формирање уређеног система управљања односима с добављачем (*енгл. Suplier Relationship Management – SRM*).

Шири циљ истраживања усмерен је на интегрисан и свеобухватан приступ вођења и усмеравања свакодневних односа са добављачима, као помоћ привреди у проналажењу супериорних карактеристика добављача, на основу којих се унапређују односи на релацији купац-добављач. При томе, подстиче се иновативност добављача, што за резултат може да дâ квалитетнији производ/услугу и већи профит у МСП-у.

Имајући то у виду, овим истраживањем се планира остваривање следећих циљева:

- Идентификовање карактеристика (критеријума) за оцену иновативног доприноса добављача од стране организација, које се од њих снабдевају.
- Истаћи значај сваког критеријума за оцену иновативног потенцијала и учинка активних добављача у ланцима снабдевања.
- Одредити приоритетне добављаче у постојећим пословним мрежама за разматрану студију случаја у раду (одабрану пословну организацију) применом развијеног интегралног вишекритеријумског модела.

- Формирати додатни методолошки оквир за евалуацију и селекцију нових добављача, а према дефинисаном скупу захтева МСП-а орјентисаном ка иновационом потенцијалу добављача.
- Дисеминација управљачких и практичних доприноса реализованог истраживања.

5.5. Програми истраживања (фазе) и оријентициони садржај докторске дисертације

- **План истраживања**, који одређује ток рада на дисертацији, састоји се из следећих фаза:

- Проучавање релевантних извора литературе,
- Прикупљање осталих релевантних података потребних за истраживања (статистички параметри који се односе на стање малих и средњих предузећа у Републици Србији везано за ланце снабдевања),
- Прикупљање података путем дефинисаног упитника у циљу идентификовања кључних карактеристика за оцену иновативног потенцијала добављача у пословним организацијама у Републици Србији.
- Одређивање значаја идентификованих карактеристика добављача из претходне фазе на иновативност купца , применом статистичког структурног моделовања (енгл. Structural Equation Modeling-SEM)
- Развој и валидација вишекритеријумског модела у фази окружењу за експертско оцењивање и приоритизацију активних добављача у мањим пословним организацијама на основу њихових иновативних каратеристика.
- Развој и валидација додатног вишекритеријумског модела за оцену нових потенцијалних добављача, који имају склоност да подрже иновационе активности у МСП-у.

- Структура рада

1. Уводни део

2. Теоријски оквир истраживања

    Преглед и анализа досадашњих истраживања
    Циљеви истраживања
    Хипотезе истраживања

3. Методолошки оквир

    Дефинисање подручја истраживања
    Значај и сложеност предмета истраживања

Методе истраживања

4. Идентификовање иновативних карактеристика добављача од стране купаца- Емпиријско истраживање

5. Фази вишекритеријумски приступ за приоритизацију иновативног учинка добављача

6. QFD- AHP приступ за оцену иновативног потенцијала нових добављача

7. Закључак

Преглед и анализа доприноса
Предвиђени правци даљег истраживања

Литература

Списак коришћене литературе

5.6. Методе које ће бити примењене

За успешну реализацију циљева истраживања и потврђивање постављених хипотеза у докторској дисертацији користиће се основне и посебне методе логичког расуђивања и научног сазнања. Од основних метода научног истраживања биће коришћене следеће методе:

- Метода моделирања,
- Статистички метод.

Такође, поред основних метода истраживања користиће се и следеће посебне методе:

- Индуктивна и дедуктивна метода закључивања,
- Аналитичка и синтетичка метода,
- Посебне методе апстракције, генерализације и специјализације,
- Компарација.

Да би се успешно реализовао предмет истраживања примениће се и специјалне научне методе:

- Примена методе анализе путање и моделирање структуралне једначине- SEM анализа применом PLS приступа (енгл. Partial Least Square).
- Методе вишекритеријумске анализе (енгл. Multi-criteria Decision Making-MCDM): AHP, AHP i TOPSIS за формирање коначне приоритизације иновативног учинка добаљача,
- Фази логика и фази бројеви.

5.7. Начин избора, величина и конструкција узорка

Истраживање у оквиру ове дисертације биће реализовано кроз три нивоа. У првом делу истраживања биће прикупљено мишљење пословних организација, које послују на територији Републике Србије. Анкетирањем ће бити обухваћени доносиоци одлука (генерални директори, технички директори, директори набавке) који су задужени за планирање и реализацију набавки у овим организацијама и који су директно упознати са карактеристикама њихових актуелних добављача. У другом и трећем делу истраживања за формирање и валидацију развијених вишекритеријумски оквира за подршку одлучивању користиће се оцене експерата одабране производне компаније, при чему ће се за прикупљање ових оцена применити метод анкетирања. У разговору са менаџментом компаније одредиће се структура експерата који ће учествовати у поступку анкетирања у оквиру оба нивоа.

5.8. Место експерименталног истраживања

Експериментално истраживање у оквиру докторске дисертације биће спроведено у одабраним и расположивим компанијама на територији Републике Србије.

5.9. Остали релеванти подаци:

/

5.10. Литература и друга грађа која ће се користити

1. Babbar, C., Amin, H.S. (2018). A multi-objective mathematical model integrating environmental concerns for supplier selection and order allocation based on fuzzy QFD in beverages industry. Expert Systems with Application, 92: 27-38.
2. Bei, W., Wang, S., Hu, J. (2006). An analysis of supplier selection in manufacturing supply chain management. Proceedings of the 2006 International Conference on Service Systems and Service Management: 1439-1444.
3. Belin, J., Horbach, J., Oltra, V. (2009). Determinants and specificities of eco-innovations -An econometric analysis for France and Germany based on the Community Innovation Survey. May. In: article presente au DIME Workshop on «Environmental innovation, industrial dynamics and entrepreneurship», Utrecht, The Netherlands:10-12.
4. Bhattacharya, A., Geraghty, J., Young, P. (2010). Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment. Applied Soft Computing, 10: 1013-1027.
5. Bhutta, M. Khurrum S. (2003). Supplier selection problem: Methodology literature review. Journal of International Information Management, 12 (2): Article 5.
6. Brem, A., Schuster, G. (2012). Open Innovation and the Integration of Suppliers- Literature Review and Discussion on Supplier Innovation. In Brem, A., Tid, J. (eds.). Perspectives on Supplier Innovation: Theories, Concepts and Empirical Insights on Open Innovation and the Integration of Suppliers. London, Imperial College Press: 67-94.
7. Brem, A., Tid, J. (2012). Perspectives on Supplier Innovation: Theories, Concepts and Empirical Insights on Open Innovation and the Integration of Suppliers. London, Imperial College Press.

8. Buur, J., Matthews, B. (2008). Participatory Innovation. International Journal of Innovation Management, 12 (3): 255–273.
9. Caniels, M.C.J., Vos, F.G.S., Schiele, H., Pulles, N.J. (2018). The effects of balanced and asymmetric dependence on supplier satisfaction: Identifying positive effects of dependency. Journal of Purchasing and Supply Management, 24 (4): 343-351.
10. Corsaro, D., Ramos, C., Henneberg, S.C., & Naudé, P. (2012). The impact of network configurations on value constellations in business markets — The case of an innovation network. Industrial Marketing Management, 41(1): 54–67.
11. De Boer, L., Labro, E., Morlacchi, P. (2001). A Review of Methods Supporting Supplier Selection. European Journal of Purchasing & Supply Management, 7: 75-89.
12. De Boer, L., Van der Wegen, L.L.M. (2003). Practice and Promise of Formal Supplier Selection: A Study of Four Empirical Cases. Journal of Purchasing and Supply Management, 9: 109-118.
13. Dickson, G.W. (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. Journal of purchasing, 2 (1): 5-17.
14. Giannakis, M. (2008). Facilitating learning and knowledge transfer through supplier development. Supply Chain Management, 13: 62-72.
15. Gupta, H., Barua, M.K. (2016). Identifying enablers of technological innovation for Indian MSMEs using best-worst multi criteria decision making method. Technological Forecasting and Social Change, 107: 69-79.
16. Gupta, H., Barua, M.K. (2016). Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS. Journal of Cleaner Production 152: 242-258.
17. Gupta, H., Barua, M.K. (2017). Supplier selection among SMEs on the basis of their green innovation ability using BWM and fuzzy TOPSIS. Journal of Cleaner Production, 152: 242-258.
18. Gupta, H., Barua, M.K. (2018). A novel hybrid multi-criteria method for supplier selection among SMEs on the basis of innovation ability. International Journal of Logistics Research and Applications, 21 (3): 201-223.
19. Ho, W., Xu, X., Dey, P.K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. European Journal of Operational Research, 202: 16-24.
20. Hoholm, T., & Olsen, P. I. (2012). The contrary forces of innovation: A conceptual model for studying networked innovation processes. Industrial Marketing Management, 41(2): 344–356.
21. Jain, R., Singh, A.R., Mishra, P.K. (2013). Prioritization of supplier selection criteria: A fuzzy-AHP approach. MIT International Journal of Mechanical Engineering, 3 (1): 34-42.
22. Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. Logistics Information Management, 16: 382-394.
23. Kazemi, N. (2016). A fuzzy EOQ model with backorders and forgetting effect on fuzzy parameters: An empirical study. Computers & Industrial Engineering, 96: 140-148.
24. King, D.R., Covin, J.G., Hegarty,W.H. (2003). Complementary resources and the exploitation of technological innovations. Journal of Management, 29 (4): 589-606.
25. Koufteros, X., Vickery, S.K., Dröge, C. (2012). The effects of strategic supplier selection on buyer competitive performance in matched domains: does supplier integration mediate the relationships? Journal of Supply Chain Management, 48: 93-115.
26. Kumar, R.S., Subrahmanya, M.B. (2010). Influence of subcontracting on innovation and economic performance of SMEs in Indian automobile industry. Technovation, 30 (11): 558-569.
27. Lawson, B., Krause, D., Potter, A. (2015). Improving supplier new product development performance: the role of supplier development. Journal of Product Innovation Management, 32: 777-792.

28. Lintukangas, K., Kähkönen, A.-K., Hallikas, J. (2019). The role of supply management innovativeness and supplier orientation in firms' sustainability performance. Journal of Purchasing and Supply Management, 25:100558.
29. Madrid-Guijarro, A., Garcia, D., Van Auken, H. (2009). Barriers to innovation among Spanish manufacturing SMEs. Journal of Small Business Management, 47 (4): 465-488.
30. Melander, L., Tell, F. (2014). Uncertainty in collaborative NPD: effects on the selection of technology and supplier. Journal of Engineering and Technology Management, 31: 103-119.
31. Mukherjee, K. (2017). Supplier Selection. An MCDA-Based Approach. Springer (India) Pvt. Ltd.
32. Onut, S., Kara, S.S., Isik, E. (2009). Long term supplier selection using a combined fuzzy MCDM approach: A case study for a telecommunication company. Expert Systems with Application, 36: 3887-3895.
33. Pihlajamaa, M., Kaipia, R., Aminoff, A, Tanskanen, K. (2019). How to stimulate supplier innovation? Insights from a multiple case study. Journal of Purchasing and Supply Management, 25: 100536.
34. Podmetina, D., Smirnova, M., Vaatanen, J., Torkkeli, M. (2012). Collaborative Approach Within the Open Innovation Framework: Russian Companies. In Brem, A., Tid, J. (eds.). Perspectives on Supplier Innovation: Theories, Concepts and Empirical Insights on Open Innovation and the Integration of Suppliers. London, Imperial College Press: 287-310.
35. Porter, M. E. (1980). Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors. New York: Free Press. (Republished with a new introduction, 1998.)
36. Pujari, D. (2006). Eco-innovation and new product development: understanding the influences on market performance. Technovation, 26 (1): 76-85.
37. Pulles, N.J., Ellegaard, C., Schiele, H., Kragh, H. (2019). Mobilising supplier resources by being an attractive customer: Relevance, status and future research directions. Journal of Purchasing and Supply Management, 25 (3):100539.
38. Pulles, N.J., Schiele, H., Veldman, J., Hüttinger, L. (2016b). The impact of customer attractiveness and supplier satisfaction on becoming a preferred customer. Industrial Marketing Management, 54: 129-140.
39. Pulles, N.J., Veldman, J., Schiele, H. (2014). Identifying innovative suppliers in business networks: An empirical study. Industrial Marketing Management 43: 409-418.
40. Pulles, N.J., Veldman, J., Schiele, H. (2016a). Winning competition for supplier resources. The role of preferential resource allocation from suppliers. International Journal Operations & Production Management, 36 (11): 1458-1481.
41. Rajesh, G., Malliga P. (2013). Supplier Selection Based on AHP QFD Methodology. Proceedia Engineering, 64: 1283-1292.
42. Ridley, M. (2010). The rational optimist: How prosperity evolves. New York: HarperCollins.
43. Saen, R.F. (2007). Suppliers selection in the presence of both cardinal and ordinal data. European Journal of Operational Research, 183: 741-747.
44. Schiele, H. (2006). How to distinguish innovative suppliers? Identifying innovative suppliers as new task for purchasing. Industrial Marketing Management, Creating value for the customer through competence-based marketing, 35: 925-935.
45. Schiele, H., Veldman, J., Hüttinger, L. (2012). Supplier Innovativeness and Supplier Pricing: The Role of Preferred-Customer Status. In Brem, A., Tid, J. (eds.). Perspectives on Supplier Innovation: Theories, Concepts and Empirical Insights on Open Innovation and the Integration of Suppliers. London, Imperial College Press: 171-204.

46. Schoenherr, T., Modi, S.B., Benton, W.C., Carter, C.R., Choi, T.Y., Larson, P.D., Leenders, M.R., Mabert, V.A., Narasimhan, R., Wagner, S.M. (2012). Research opportunities in purchasing and supply management. International Journal of Production Research, 50: 4556-4579.
47. Tidd, J., Bessant, J., Pavitt, K. (2005). Managing innovation: integrating technological, managerial organizational change. New York.
48. Tiemann, I., Sick, N., Leker, J. (2012). Supplier Involvement in Customer New Product Development: New Insights From the Supplier's Perspective. In Brem, A., Tid, J. (eds.). Perspectives on Supplier Innovation: Theories, Concepts and Empirical Insights on Open Innovation and the Integration of Suppliers. London, Imperial College Press: 343-368.
49. Von Hippel, E. (1988). The sources of innovation. New York, Oxford University Press.
50. Von Hippel, E. (2005). Democratizing innovation. Cambridge, Mass., MIT Press.
51. Wagner, S.M. (2010). Supplier traits for better customer firm innovation performance. Industrial Marketing Management, Selling and Sales management 39: 1139-1149.
52. Wagner, S.M., Bode, C. (2014). Supplier relationship-specific investments and the role of safeguards for supplier innovation sharing. Journal of Operations Management, 32: 65-78.
53. Weber, C.A., Current, J.R., Benton, W.C. (1991). Vendor Selection Criteria and Methods. European Journal of Operational Research, 50: 2-18.

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Општи биографски подаци

Кандидат Индира Попадић, рођена је 26.12.1967. године у Осијеку, Република Хрватска. Основну школу је завршила у Валпову, а средњу школу у Осијеку. 1996.године уписује Вишу Техничку школу у Зрењанину, на студијском програму технолошко - текстилна конфекција. Уз рад вредно учи и школује се, дана 06.07.2011.завршава студије на Факултету за менаџмент, на смеру Оперативни менаџмент и стиче звање - Дипломирани менаџер. 05.07.2012. године, завршава мастер академске студије са просечном оценом 9.50, чиме је стиче звање Мастер менаџер. Докторске студије уписала је 25.10. школске 2012/2013. године на Техничком факултету у Бору на студијском програму Инжењерски менаџмент.

Индира Попадић је сертификовани пословни консултант Националне агенције за регионални развој и сертификовани ментор за мала и средња предузећа Развојне агенције Србије и Јапанске агенције за међународну сарадњу. Са двадесет седам година радног искуства у привреди и тренутним запослењем као пројектни менаџер у Регионалној развојној агенцији Бачка у Новом Саду. Координатор је више пројеката ИПА прекогранична сарадња Хрватска - Србија. Аутор је више приручника за почетнике у пословању везаних за стратегијски и оперативни менаџмент, са фокусом на управљање временом и вештинама напредне продаје у пословним системима.

У току студирања на Техничком факултету у Бору као студент докторских студија , као и у оквиру Регионалне развојне агенције Бачка осмислила је и координира пројектом, IPA Cross border Cooperation programe Croatia-Serbia 2016 -2020, који је Техничкој школи у Новом Саду донео 750.000 е. Такође учествовала је на бројним пословним тренинзима и стручним радионицама као тренер пословних вештина и ментор, а знање стечено на докторским студијама на Техничком Факултету преноси са поносом. На свим формалним и неформалним усавршавањима стекла је значајно искуство и бројне компатенције које примењује у раду са предузетницима и почетницима у пословању на обукама на којима је ангажована. Приручник за предузетнике “Узмите живот з своје руке – 7 корака од идеје до реализације” подржала је и препоручила Привредна Комора Србије и удружење пословних Жена Србије. Номинована је за “Жену Змаја” због доприноса на развоју и унапређењу предузетништва у Србији.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

У току досадашњих докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, кандидат Индира Попадић положила је следеће испите:

1) Методологија НИР-а (оцена 9)

2) Управљање пословним процесима (оцена 10)

3) Менаџмент знањем (оцена 10)

4) Оперативни менаџмент (оцена 10)

5) Стратегијски менаџмент (оцена 7)

6) Теоријске основе за израду докторске дисертације - одбрањен семинарски рад (оцена 6)

7) Докторска дисертација - СИР 1 (оцена 10)

8) Докторска дисертација - СИР 2 (оцена 10)

8) Докторска дисертација - СИР 3 (оцена 10)

чиме је стекла право да пријави тему за израду докторске дисертације.

1.2.1. Радови објављени на домаћим и међународним симпозијумима:

1.Indira Popadić (2016) Forming a model for prioritization of innovative suppliers in production systems. The International Symposium on Environmental and Material Flow Management – EMFM 2016. pp. 202-217.

2. Indira Popadic, Radovan Vladisavljevic (2018). BRINGING INNOVATION WITH SUPPLIERS DURING NEW PRODUCT DEVELOPMENT: DOES ENTERPRISE SIZE MATTER? 8th International Conference on Environmental and Material Flow Management “EMFM 2018“ Zenica, B&H, 14-16th November 2018.

1.2.2. Радови у међународним часописима - M23

Indira Popadić, Jelena Borocki, Mladen Radišić, Ivan Štefanić, Lena Duspara(2018) THE CHALLENGES WHILE MEASURING ENTERPRISE INNOVATIVE ACTIVITIES - THE CASE FROM A DEVELOPING COUNTRY our article (mentioned above) has been accepted for publication in the journal Tehnički vjesnik/Technical Gazette (Print: ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339), Vol. 25/Suppl. 2 to be published towards the end of September 2018. The article is classified as original scientific paper. The Journal indexed in Web of Science (Science Citation Index Expanded), Journal Citation Reports (IF = 0,723 for 2016), Scopus, INSPEC, Compendex, Geo Abstracts etc.

ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online)
https://doi.org/10.17559/TV-20180507100421
Original scientific paper

The Challenges While Measuring Enterprise Innovative Activities - the Case from a Developing Country

Indira POPADIĆ, Jelena BOROCKI, Mladen RADIŠIĆ, Ivan ŠTEFANIĆ, Lena DUSPARA

Abstract: Small and medium-sized enterprises (SME sector) carry a significant component of an overall economy performance in both developed and developing countries. This paper presents the results of innovation activities analysis on a given sample of SMEs from the Republic of Serbia. By implementing a complex questionnaire for assessing innovation activities authors investigate what innovation activities are conducted in sampled enterprises. Results are processed with Cochran Q, McNemar and statistical significance tests and indicate what particular innovation activities measures enterprises focus on, as well as what measures are considered as relevant by enterprises but are not used. At the same time, the factor analysis was performed to test the quality and structure of the questionnaire itself, namely whether measures of achieved innovation performances of enterprises are properly divided into categories. Additionally, specific innovation activities were analyzed and their implementation modalities by the sampled enterprises. The results contribute in the domain of better understanding of innovation activities measurement within SMEs coming from developing countries. Based on the research results, we got the insight into specific innovation activities SMEs perform, as well as key innovation performance indicators SMEs use.

Keywords: Cochran Q test; developing countries; innovation activities; McNemar test; small and medium enterprises

1 INTRODUCTION

Numerous specifics accompany small and medium enterprises (SMEs) in the developing countries such as recent change from centralized towards market economy, lack of staff experience and competencies for challenging overall economy aspect, a number of micro enterprises with only one employee, unstable external environment of quick changes, and some others. However, their importance for the economy of such countries is very similar to the importance of SMEs in developed countries. Additionally, they should be the holders of structural changes in the developing countries [1]. Changes impacting enterprises also affect developed states and transitional states, but the speed of response as well as consequences resulting from changes are not the same. In recent years, developing countries have, to a high extent, modified their innovation systems, participated in officially selected systems of state innovation measurement, and aimed at stimulating the development of innovative enterprises using different methods. Institutional support is necessary not only as the one of the prerequisites of initiating entrepreneurial ventures, but also as a condition of raising awareness about the significance of innovation for competition of both state and privately owned enterprises. Innovation support from the state is very important in such conditions, irrespective of support form which is present: supporting venture capital funds for the purpose of improving conditions of operations, ensuring technical and managerial educated staff in the area of innovation, ensuring infrastructure, and numerous other activities of public-private partnership [2].

Innovation generated using sophisticated technologies as well as any other innovations and globalization as social phenomenon, have significantly modified SME operating conditions. They increasingly take high requirements of informed customers into consideration, and become more aggressive and ingenious, more flexible and faster in their aim to conquer new markets and keep the existing ones. In case of developing countries, number of innovative enterprises is very modest. The reason is most often that SMEs lack sufficient funds for the implementation of innovative activities and lack the availability of methodologies for the evaluation of innovative activities; they lack quality staff with appropriate level of knowledge in a field; equipment and technology used may be obsolete; lack of public-private partnerships, research and development centres, etc. In addition, SMEs in developing countries are facing not so good conditions to measure innovative activities and introduce the systems of their controlling and managing in this respect. With regard to the frequency of implementation, SMEs very infrequently or not at all, measure performances of enterprise innovation.

Nowadays, innovations, irrespective of innovation category, independently of the degree of novelty built in an innovative offer, are a basis of enterprise competitiveness. This claim is widely applicable, irrespective of economic branch, activity, ownership structure, or enterprise size [3-7]. Since SMEs account for more than 90% of the total number of enterprises of a state, the impact of competitiveness of a state may not be neglected. State innovation measurement is ensured in standardized reports [8] (Eurostat http://ec.europa.eu/eurostat; the European Commission; Innovation Union Scoreboard – IUS; European Innovation Scoreboard - EIS; etc.). Regarding enterprise innovative activity measurement, situation is somewhat more complex. A performance of company innovative activity measurement, i.e. performance measurement system is a basis for enterprise competitiveness acquiring and measuring. Since SMEs express certain problems in the application of the performance system, as stated in Garengo et al. [9]: lack of holistic approach; informal system which is not applied in a planned manner; restriction of resources of measuring and interpreting of obtained results; lack of adopted model or incorrect use of measurement model, etc., it may be assumed that, in the event of the application of company innovative activity measurement, such situation will be similar.

Innovation may be expressed not only through product/service innovations, but also in terms of process, market, organization, and/or business model innovation. Numerous researches dealing with the evaluation of innovative capability of small and medium enterprises

have strived to answer which innovation aspect is characteristic for SMEs [10, 11]. In innovation application, technology is very important, equally important as the method of implementing company business activities for which highly sophisticated technologies are not necessary to be used: creative problem solving, product design, new method of organization and process implementation, etc. SMEs in developing countries face a lack of financing to be used for the improvement of companies' innovative capabilities. In this respect, there is a higher probability that innovation will be based on services and/or aspects which do not require the state-of-the-art technology or equipment following such technology, as well as significant financial resources. In terms of company innovative activity measurement and definition of a set of performances, the problem is lack of single methodology and set of performances (which is frequently case regarding companies from developed countries). In developing countries, such situation is even more complex. Some researches show that innovation performance of firms strongly depends on the synergies and external linkages in the local environment. In such conditions, policy support is important in encouraging innovative enterprises and thus achieving better economic performance in the form of higher sales growth [12].

The aim of this paper is to present current situation in the Republic of Serbia regarding performance measures of innovative activities in domestic SMEs. The presented research challenges the applicability of designed questionnaire to the SMEs in Serbia.

2 THEORETICAL BACKGROUND

Nowadays, SMEs face the problems of restricted funds, lack of adequately educated staff, lack of state-of-the-art production equipment, simultaneous implementation of multiple heterogeneous activities by staff, etc. As argued by Schwab [13], in developing countries, there is often a high unemployment rate, low level of state competitiveness and innovation, including the issues of corruption and lack of investments, non-compliance of legal and other systems with the legal systems of developed countries. It hampers the implementation of business activities, therefore SME face the problems which are not typical to developed countries. High level of external environment instability is often defined with completely different set of factors than in developed countries. The overall context in which innovation in developing countries takes place is dominated by two global drivers. The first one is the intensification of the globalization process and the second one is the intensive ongoing technological change stimulated by tremendous scientific advances made in the foundations of life, matter, energy and time [14]. According to Hobday [15], in developing countries enterprises frequently operate within small, underdeveloped markets and the innovation infrastructure (including educational institutions and human resources) may well be lacking. He also claims that technology has to be transferred and absorbed from foreign sources for catch up innovation to take place. Because of lack of resources, small enterprises are often unable to innovate and thus they have a low survival rate [16]. Specifically, the relation between a firm size and innovation has been continuously explored in literature [17]. As Zacarías and Arjona state [18], the association capability can leverage the innovation related to the new product development, if the SME is characterized as entrepreneurial, flexible, and adaptive to the environment.

In terms of innovation, SME may opt for an attempt of individual implementation of innovation, through own research and development centres and particular innovation management techniques. On the other hand, they may acquire innovation ideas through cooperation with other companies, formal institutions (faculties, development agencies, external research and development centres), customers/clients, and other relevant partners. Clustering or other forms of organization may, to a certain extent, support SMEs to improve their innovation activities. Though innovation significance awareness is high at majority of companies, a system for innovation activity measurement is rarely used or is non-existent. Particular innovation types do not have any direct impact to company performances, and it is very difficult to define them in an official system. Sometimes, it also takes much time for first results to appear. All this is not the reason that company innovation activities are not to be measured, especially with regard to the fact that a number of researchers, indeed, claim that innovative activities have a positive impact to other company performances [19-22].

Innovative small and medium-sized enterprises make a significant contribution in the global economy with respect to enterprise development and new job creation. There also is an increasingly important role for SMEs to contribute to economic growth and technological development specifically in those developing countries where liberalization and globalization of the economy is currently taking place. The heterogeneous nature of SMEs on one hand and their behavioural advantages on the other, enable them to be innovative. Research supports the notion that SMEs that are engaged in innovation activities are better performers [23-26].

Innovation, uncertainty and evolution are the main aspects of diversity between SMEs and large companies [27, 28]. In order to solve these problems, SMEs should have performance measurement system: thus they will manage uncertainty, innovate their products/services and sustain evolution and change processes. Some other researchers think that (taking into consideration the nature of SMEs) there is no need to have a formalized system in SMEs, since the problems are more visible, networks are less complex and the main processes are faster repaired than in large companies [9].

Improvement of organizational performances, in the conditions of markets and economies uniting, represents the primary objective of every successful organization with the aim of improving competition and financial stability. Development and investment into innovativeness and implementation of a system approach in this sense is by all means a prerequisite for development of organisational performances, a prerequisite for competitiveness and survival at the market [29]. In their study Chennell et al. [30] affirmed that the basic obstacles for implementation of performance measurement in SMEs could be defined as

'exogenous' barriers, e.g. the lack of financial and human resources, and 'endogenous' barriers, e.g. short-term strategic planning and the perception that performance measurement system is bureaucratic.

Based on innovative activity classification [8, 31, 32] according to which they may be classified into the following groups: a) Internal research and development (IR); b) External research and development services; c) Procurement of new machines, equipment, and software; d) Purchase of other forms of knowledge as well as procurement of non-installed technology; e) Internal and external staff education and training; f) Introduction of innovation to market, and g) Design change, it is clear that innovative activities include all scientific, technological, organizational, financial, and commercial steps, resulting in or intended for innovation implementation. Companies active in innovation are all of the companies which have, within the respective period, implemented a type of innovation: they have introduced a new service, product, process, or have implemented an innovation in their marketing or organization. The essential point is that innovation activities may not be observed independently of some other company activities.

Actual performance of company's innovation activities, which is measured by the innovation output indicators, is a good base for defining the organizational innovativeness [33]. As Sepúlveda and Vasquez [34] claim, measuring innovation is only the initial step in the search of better performance in this management domain of an organization. A single path or recipe for success in innovation does not exist, but it is possible for each company to find where the increased efforts must be focused in order to transform a specific success in a process of continuous innovation. In this respect the main research question we imposed was related to the following: is there a structured way of SMEs innovation performance indicators measurement? In addition, it was interesting to understand whether such indicators could be clustered in a certain way.

3 RESEARCH METHOD

With regard to the Republic of Serbia as a developing country, entrepreneurial climate in its environment as well as the necessary basis for starting up SMEs, have only recently become dynamic. The situation indicates that the majority of companies are started up due to necessity ("a must"), and, in a lesser number of cases, those are entrepreneurial ventures followed by innovative solutions. A high number of newly established companies are from the service sector - production of innovative products is more complex in conditions of unstable environment and modest development funds. Thanks to the support of governmental institutions, participation in European projects through which particular funds are provided, cheap labour force, quality staff, and relatively modest funds necessary for starting up and maintaining company business within the ICT sector, these problems are, to some extent, overcome. Operation intensity, product quality, number of production companies using high technology have significantly been reduced in recent years. A number of companies have managed to keep their activity thanks to their cooperation with other companies from their environment, changing their ownership structure, and decreasing activity volume and intensity. Continuing changes condition all companies to find different solutions, be innovative if they want to survive and further develop themselves. Even though they have particular export facilities, SMEs in the Republic of Serbia have particular difficulties in product export, above all, because they may not respond to high requirements of the European/world markets, accordingly they become non-competitive.

The starting point in the implementation of the empirical research was the official questionnaire of the Statistical Office of the Republic of Serbia [35] based on the Eurostat methodology, which was modified and supplemented with particular segments which should have contributed to new information on the innovative capabilities of the SME sector. This official methodology focuses on regional innovation comparison rather than on in-depth innovation performance indicators analysis. The underlying rationale for implementing such an approach is obtaining overall national information that will support states innovation policies. The main reason for this questionnaire extension was the need for proper determination of innovation performance indicators that SMEs use and consider as the most relevant for their business. Although SMEs do not implement all performance indicators they consider relevant, such an approach was a good starting point for understanding innovation performance indicators application in SMEs in developing countries. Our questionnaire was enriched with questions about specific innovation performance indicators that are considered [36-40] as most widely applied integral parts of innovation measurement methodologies. The statistical processing of the obtained data covered the particular methods of the descriptive and comparative analysis. The following statistical procedures of data processing were applied: descriptive statistics for the description of the sample on tested variables: arithmetic mean, standard deviation, median, modus, minimum and maximum for numerical and ordinal variables, and percentages for categorical variables; Chi-square test, Cochran's Q test [41]. The objects of the research were chosen by applying a random sampling.

In this survey, 159 companies from Serbia have participated, both manufacturing and service companies. Most of them are small companies (52,2%), 34% are medium size, while 13,2% of them are large companies. In terms of origin of the majority of the capital, the domestic capital dominates with 84,3 %, over foreign capital (11,3%). 76,1% companies from the research sample are organized as limited liability companies [41].

The questionnaire used in this research consists of several parts: I) general information about business entity, II) relations with respect to innovation - identification of innovation types and innovative activities at a company, IIIa) financial aspects - investment in the innovative activities and effects of such investments, III b) evaluation of presence of measures of achieved innovative performances of companies from the aspect of using measurements at company. The questionnaires were filled in direct contact with company director or managers of the development sector. In the IIIb, a five-point Likert scale was used in order to assess the level of impact of selected factors on innovation capability of the company. When

modifying the questionnaire, our intention was to cover the missing aspects of the officially used questionnaire with some new elements, such as identification of a potential set of critical measures for company's innovative activity measurement, expansion of innovation type set, information sources - innovation activity holders, etc. The questionnaire structure and content are also aligned with the theoretical postulates of numerous authors who have, in their researches, studied not only product innovations, but also the time necessary for innovation to be placed on the market, novelty degree, etc. [42-44].

In the last part of the questionnaire (Part IIIb) the measures that companies evaluated, were divided into four groups that correspond to the four groups/four basic dimensions of the Balanced Scorecard model: customer relationships, learning and development of employees, finances and internal processes. Factor analysis was used to check whether or not four aspects of the organization's performance observation are identified, as well as examination of the quality of the findings themselves in order to enhance the questionnaire for gathering factor data affecting the innovative performance of the organization in further research.

4 RESULTS AND DISCUSSION

In this section we present results of the selected questions from our methodological approach. The main criteria for presenting exactly those analyzed results is the fact that they contribute mostly in our intention to enrich the official national questionnaire. They give us exact insight into innovation activities modalities and types within SMEs. Under the assumption that respondents have introduced a product/service innovation in their operation, we were interested in the novelty degree, i.e. whether respective products/services are new on the market or whether they are new only to their company. The results are given in section 4.1 and the discussion is presented in section 4.2.

4.1 Performed Statistical Significance Tests

Collected data were tested with the help of Cochran's Q test and McNemar's tests. Cochran's Q tests the null hypothesis that the proportion of "successes" is the same in all groups versus the alternative that the proportion is different in at least one of the groups. Cochran's Q test is an extension of the McNemar's test to a situation where there are more than two matched samples. Cochran's Q is also considered to be a special case of the non-parametric Friedman test, which is similar to repeated measures ANOVA and is used to detect differences in multiple matched sets with numeric responses [45].

The highest number of investigated companies affirmatively answered that they have introduced product/service innovation, but it was a novelty only to their company, not to the market they operate on.

Among the questions there was one describing operating process of innovation. The respondents were expected to affirmatively or negatively answer the following statements relating to degree of process novelty: (a) new or significantly improved product/service production method, (b) new or significantly improved method of appearance on the market, and (c) new or significantly improved logistic activity management. The results are presented in Tab. 2.

Table 1 Degree of novelty in terms of product/service innovation

Frequency				
		New to the enterprises		Total
		No	Yes	
New product/service at the market	No	6	36	42
	Yes	18	13	31
Total		24	49	73

Chi-square test		
	Value	Significance
McNemar Test	-	0.020
No of cases	73	-

Table 2 Process innovations

Frequencies		
	Value	
	0	1
New or significantly improved product/service production method	37	64
New or significantly improved method of launching on the market	59	42
New or significantly improved logistic activity management	67	34
Statistics		
N	101	
Cochran's Q	27.321	
Number of degrees of freedom	2	
Significance	0.000	

The results indicate that the highest number of investigated companies introduced operating process innovation, and it was done in such manner that they set up a new or significantly improved product/service production method. The highest number of them negatively answered the statement that the process of innovation at their company included new or significantly improved logistic activity management.

In terms of the activities introduced at company in the previous period, the results are presented in Tab. 3.

Table 3 Specific activities introduced by company

Frequencies		
	Value	
	0	1
New approach in marketing researches	121	30
New method of market performance	94	57
New approach in customer relations management	83	68
Significant changes in design and packaging of existing products	95	56
New pricing methods	121	30
New or significantly modified marketing channels	112	39
New forms of market communication	81	70
Test Statistics		
N	151	
Cochran's Q	53.743	
Number of degrees of freedom	6	
Significance	0.000	

The highest number of investigated companies confirmed that they introduced activities such as: *new forms of market communication, new approaches in customer relations management, and new methods of market performance, respectively.* The least number selected the activities such as: *new approaches in marketing researches, new pricing methods, and new or significantly modified marketing channels.*

The questionnaire included several questions where

the respondents could give more than one answer and we classified them as multiple questions. Among them, those which could not be transformed and adjusted, were processed using the Cochrane test, and the subsequent comparisons were made using McNemar's test. The respondents who participated in the research were asked the question which entities they cooperated with the most. The results are presented in Tab. 4.

Table 4 Cooperation with other entities on the market

Frequencies		
	Values	
	0	1
Faculty	108	47
Development agencies	132	23
Chamber of Commerce	106	49
Other companies	25	130
Statistics		
Number of respondents	155	
Cochran's Q	165.189	
Number of degrees of freedom	3	
Significance	0.00	

It is seen in the table that there are differences in positions/frequencies and they are significant ($p = 0.000$). In addition, the highest number of the respondents answered that they cooperated with other companies, followed by the Chambers of Commerce and faculties. The least of them cooperated with Development Agencies, and almost no one selected other. When determining who innovation was developed by, the companies from the research sample responded as follows (Tab. 5).

Table 5 Cooperation of companies in terms of innovation development

Frequencies		
	Value	
	0	1
Individual company	66	90
Company, in cooperation with other organisations and institutions	105	51
Company, based on the modification and adjustment of products/services Developed by organisations and institutions	138	18
Other organisations and institutions	154	2
Test Statistics		
N	156	
Cochran's Q	116.386	
Number of degrees of freedom	3	
Significance	0.000	

Differences in positions/frequencies exist and are significant ($p = 0.000$). There is the highest number of the answers indicating that the companies individually developed innovations, excluding the participation of other organisations and institutions. The lowest number of the respondents, besides other options, encircled the answer "Other organisations and institutions".

The Factor analysis was used to determine the structure of the questionnaire designed to collect data on innovative business activities in Serbia. One of the assumptions in applying factor analysis is that sufficient data correlation is provided in the data matrix. The correlation between the variables and the justification for the application of factor analysis can be determined by two tests: Bartlett's sphericality test ($p < 0.05$) and Kaiser - Meyer - Olkin 's sample adequacy indicator. Since the Kaiser - Meyer – Olkin's measure was satisfactorily high (0.867), and Bartlett 's spherical test had significant C2 (1176, $N = 128$) = 4640.714; $p = 0.000$) factor analysis was applied. Based on the Scree test and the interpretability of the obtained components, three components were retained, which accounted for 47.892% of variance. The hypothesis of the need to categorize measures which companies are using to evaluate innovative activities in four groups (dimensions) that match the core basic dimensions of the Balanced Scorecard model (customer relationships, learning and employee development, finance and internal processes) has not been confirmed.

Each of the separate factors needs to be named or tagged. Changes with higher loads are considered more important and have a greater impact on the name or mark selected to represent the factor. Factor 1 is named the Financial Performance of a Business because it is best defined by the variable such as: growth rate of return, return on invested assets, percentage of new product / service sales, revenue growth rate, gross margin percentage of new products/services, respectively. By the same criterion, and shown in Tab. 6, Factor 2 was named Organizational Performance of Enterprises and Factor 3 of Innovative Company Performance. Given that the identified changes that do not load on either factor, they should be eliminated from further analysis. Tab. 6 shows the correlations between the obtained factors.

Table 6 Extracted Factors Correlation Matrix

Factor	1	2	3
1 Financial performances	1.000	0.586	0.476
2 Organizational performances	0.586	1.000	0.524
3 Innovative performances	0.476	0.524	1.000

It can be noted that the greatest correlation is between Financial Performance and Organizational Performance factors ($r = 0.586$), then Organizational Performance and Innovative Performance ($r = 0.524$) and at the end of Financial Performance and Innovative Performance ($r = 0.476$). The internal consistency of the scale was verified by calculating Cronbach's reliability coefficient. The lowest confidence coefficient has a factor encompassing innovative business performance ($\alpha = 0.838$), slightly higher has a factor that includes Organizational Performance ($\alpha = 0.896$), and the highest coefficient has a Financial Performance ($\alpha = 0.942$).

The analysis of the three factors was made by analyzing the difference and it is shown in Tab. 7.

Table 7 Differences between factors

	Dependant variable	Sums of squares	Degrees of freedom	Means of squares	F test	Significance
Contrast	Finance	10.484	3	3.495	3.719	0.013
	Org. performance	0.927	3	0.309	0.304	0.822
	Inn. performance	4.704	3	1.568	1.590	0.195
Error	Finance	116.516	124	0.940		
	Org. performance	126.073	124	1.017		
	Inn. performance	122.296	124	0.986		

In the last section of applied modified questionnaire the respondents ranked innovation performance indicators measures considered as relevant for their business. This

provided information about the basic integral elements that need to be embedded of a potential model for innovation measurement in enterprises. The results are presented in Tab. 8.

Table 8 Ranked frequencies of innovation performance indicators measures

Usage frequencies of innovation performance indicators measures			
Relevant and ***used***		Relevant and ***not used***	
Indicator title	(%)	Indicator title	(%)
Income growth rate	78.99	Number of hours spent by staff in activities of learning about innovation and innovation management	38.36
Level of customer's satisfaction with the characteristics of the new product/ service	66.04	Number of hours spent by staff in activities of research and development	32.70
Deadlines of responses to customer requirements	61.65	Time necessary for new product/service launching on market	31.45
Employee productivity	58.86	Number of hours spent by staff in activities of improvement of the existing knowledge	30.82
No of new products/services introduced in previous period	57.23	Costs reduction based on selling new products/services to already established clients	29.56
Available technological knowledge (know-how) of employees	55.35	Number of seminars, courses, trainings available to staff	28.93
Growth rate (increase in number) of new customers	55.35	Costs of service provisioning to clients	28.93
The number of key customer orders increase	54.72	Return on investments in new product/service development	28.30
Level of employee's satisfaction	52.83	Time necessary to generate profit from the new product/service	28.30
Customer Loyalty (Number of Repeated Orders)	52.83	Cost saving percentage as result of new product/service development	27.67

4.2 Discussion

Research results indicate that the highest number of companies introduced operating process innovation, and it was done in such manner that they set up a new or significantly improved product/service production method.

In terms of the activities introduced at company in the previous period, it is noticed that most of the companies introduced innovative activities which do not have high requirements regarding significant amount of money. Further analysis of the observed differences among the frequencies, resulted in the following conclusions: (a) the respondents who did not introduce new approaches in their marketing researches mostly did not introduce new approaches in customer relations management (CRM), significant changes in design and packaging of existing products, or new forms of market communication; (b) a high number of the respondents did not introduce new pricing methods, they did not introduce new methods of market performance, or new approaches in customer relations management; (c) the respondents which did not introduce new or significant changes in design and packaging of existing products, and (d) the respondents which did not introduce new forms of market communication, to the highest extent, did not also introduce new or significantly modified marketing channels.

Regarding the cooperation with other entities at the market, it is noticeable that most of the companies from the research sample cooperate with other companies. This indicates that the climate of mistrust is still present. In further analysis, the following conclusions were drawn: (a) the respondents which did not cooperate with faculty mostly did not cooperate with development agencies; (b) the respondents which encircled answer other companies, mostly did not encircle cooperation with faculty as an additional option; (c) among the respondents, there is the highest number of those which, if they did not cooperate with development agencies, did not cooperate with the Chamber of Commerce either; (d) there is the highest number of those respondents which, if they confirmed cooperation with other companies, did not encircle the option of development agency, and (e) when the answers between Other Companies and Chamber of Commerce are correlated, it is concluded that there is the highest number of the respondents which, if they stated that they cooperated with other companies the most, they did not state the Chamber of Commerce as an alternative. It is to be highlighted that the companies which participated in the respective research, among all entities on the market, they cooperated the most with other enterprises and cooperated the least with development agencies.

Analyzing how companies develop their innovations, the highest number of them developed innovations individually, without even considering other options. The highest number of them affirmatively answered that they introduced product/service innovation, but it was a novelty only to their company, not to the market they operate on. This is adequate to the results of some other researches in which are presented that SMEs in developing countries are basically oriented to improve internal processes and incremental innovations.

Every company must find its own set of factors, indicators and measures in the process of measuring innovative activities. The most important thing is to pursue innovative orientation and to continuously improve its innovative activities.

5 CONCLUSION

The aim of the research was to test the applied questionnaire, as the determination of the possibilities of applying the selected factors/measures in the process of measuring SME innovative activities in the Republic of Serbia. It is certain that there are improvement potentials - above all, in the increase in the number of enterprises within the sample; application of the questionnaire to other emerging markets from the region, etc. It is presumable that the majority of companies in such countries have the role of a follower, and much rarer the role of a leader in terms of innovation, since they aim at investing their funds mostly in the purchase of equipment to efficiently follow core activities developed elsewhere (as indicated by performance groups division of Innovation European Scoreboard). This could be tested in future research by expanding geographical research domain.

Measurement of innovative activities at a company could have a positive effect to other company performances and operation, and identification of critical

factors may be a basis for company innovation strategy creation. There are no officially adopted methods for measuring innovative activities in the Republic of Serbia though there are particular methods/tools (Innovate, Improve, Balanced Scorecard, etc.) which may be used with the aim of getting particular picture about current company situation in terms of innovation.

In this paper we presented the current innovation performance indicators questionnaire used by the Statistical Office of the Republic of Serbia and suggested several improvements that were tested on our SMEs sample. Based on the research results, we got insight into specific innovation activities SMEs perform, as well as key innovation performance indicators SMEs use.

As results from the research show, most of the companies are capable to introduce some kind of innovations – the problem is that in most of the cases, they are not new to market - they are new for the company itself. Most of the companies in developing countries are imitators – not leaders in innovations. Thus, most of the innovative activities are oriented toward equipment purchase, including software, and purchase of other forms of knowledge (intellectual property rights).

Future research directions include more detailed customization of the questionnaire that will capture detailed overview of innovation activities in SMEs. The relationship of public innovation intermediaries and private sector could be tested in order to understand the quality of innovation policies. It will be interesting to expand the research by including more SMEs from various developing countries.

Acknowledgement

The authors acknowledge the financial support of the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia, within Project No 47005.

6 REFERENCES

[1] Stam, E. & van Stel, A. (2009). *Types of Entrepreneurship and Economic Growth.* MERIT Working Papers 049, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).

[2] Naudé, W., Szirmai, A., & Goedhuys, M. (2011). *Innovation and Entrepreneurship in Developing Countries*. Policy Brief, No. 1, United Nations University, ISBN 978-92-808-3093-4.

[3] Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal,* 18, 509-533. https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199708)18:7<509::AID-SMJ882>3.0.CO;2-Z

[4] Short, J. C., Ketchen, D. J., Palmer, T. B., & Hult, G. T. (2007). Firm, strategic group, and industry influences on performance. *Strategic Management Journal*, 28, 147-167. https://doi.org/10.1002/smj.574

[5] Newbert, S. (2007). Empirical research on the resource-based view of the firm: An assessment and suggestions for future research. *Strategic Management Journal*, 28, 121-146. https://doi.org/10.1002/smj.573

[6] Hamel, G. (2000). *Leading the Revolution*. Harvard Business School Press, Boston, MA

[7] Porter, M. (1996). *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*. 1st Ed., ISBN-10: 0684841487, ISBN-13: 978-0684841489

[8] OECD, (2005). *Oslo Manuel - The Measurement of Scientific and Technological Activities.* Paris, 3rd Ed., 89-117.

[9] Garengo, P., Biazzo, S., & Bitici, U. S. (2005), Performance measurement systems in SMEs: a review for a research agenda. *International Journal of Management Reviews, 7*(1), 25-47. https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2005.00105.x

[10] Marques, C. S. & Ferreira, J. (2009). SME Innovative Capacity, Competitive Advantage and Performance in a 'Traditional' Industrial Region of Portugal. *Journal of Technology Management & Innovation, 4*(4), 53-68. https://doi.org/10.4067/S0718-27242009000400005

[11] Radas, S. & Bozic, L. (2009). The antecedents of SME innovativeness in an emerging transition economy. *Technovation*, 29, 438-450. https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.12.002

[12] Subrahmanya, M. H. B. (2011). Technological Innovations and Firm Performance of Manufacturing SMEs: Determinants and Outcomes, *ASCI Journal of Management, 41*(1), 109-122

[13] Schwab, K. (2017). *The Global Competitiveness Report 2016-2017*, Full Data Edition, Geneva, World Economic Forum.

[14] Aubert, J. E. (2005). Promoting innovation in developing countries: a conceptual framework, World Bank Institute, *World Bank Policy Research Working Paper 3554.*

[15] Hobday, M. (2005). Firm-level Innovation Models: Perspectives on Research in Developed and Developing Countries, *Technology Analysis & Strategic Management, 17*(2), 121-146. https://doi.org/10.1080=09537320500088666

[16] Hewitt-Dundas, N. (2006). Resource and Capability Constraints to Innovation in Small and Large Plants. *Small Business Economics, 26*(3), 257-277. https://doi.org/10.1007/s11187-005-2140-3

[17] Cohen, W. M. (1995). Empirical studies of innovative activity. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Ed P. Stoneman. Oxford: Blackwell, 182-264.

[18] Zacarías, M. A. V. & Arjona, A. L. L. (2015). Impact of the association capability on innovation in SMEs from developing countries, *Revista Vinculategica, 1*(1), 786-805.

[19] Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2014). *Managing Innovation: Integrating technological, market and organizational change*, Wiley and Sons, 5th Ed.

[20] Trott, P. (2011). *Innovation Management and New Product Development.* Financial Times / Prentice Hall; 5th Ed., ISBN-10: 0273736566, ISBN-13: 978-0273736561

[21] Hult, G. T. M., Hurley, R. F., & Knight, G. A. (2004). Innovativeness: Its antecedents and impact on business performance. *Industrial Marketing Management, 33*(5), 429-438. https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2003.08.015

[22] Ramaswami, S. N., Srivastava, R. K., & Bhargava, M. (2009). Market-based capabilities and financial performance of firms: insights into marketing's contribution to firm value. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 37, 97-116. https://doi.org/10.1007/s11747-008-0120-2

[23] Freel, M. S. (2000). Do Small innovating firms outperform noninnovators? *Small Business Economics, 14*(3), 195-210. https://doi.org/10.1023/A:1008100206266

[24] Gerorski, P. A. & Machin, S. (1992). Do innovating firms outperform non-innovators? *Business Strategy Review, 3*(2), 79-90. https://doi.org/10.1111/j.1467-8616.1992. tb00030.x

[25] Gongming, Qian & Lee, Li (2003). Profitability of small and medium-sized enterprises in high-tech industries: The case for biotechnology industry. *Strategic Management Journal*, 24, 881-887. https://doi.org/10.1002/smj.344

[26] Verhees, F. J. H. M. & Meulenberg, M. T. G. (2004). Market orientation, innovativeness, product innovation, and performance in small firms. *Journal of Small Business Management,* 42(2), 134-154. https://doi.org/10.1111/j.1540-627X.2004.00102.x
[27] Storey, D. (1994). *Understanding the Small Business*, Sector. London: Routledge.
[28] Welsh, J. A. & White, J. F. (1981). Converging on characteristics of entrepreneurs, *Frontiers of Entrepreneurship Research*, 504-515.
[29] Vujović, A., Jovanović, J., Krivokapić, Y., Peković, S., Soković, M., & Kramar, D. (2017). The relationship between innovations and quality management system, *Technical Gazette, 24*(2), 551-556. https://doi.org/10.17559/TV-20150528100824
[30] Chennell, A., Dransfield, S., Field, J., Fisher, N., Saunders, I., & Shaw, D. (2000). OPM: a system for organisational performance measurement. *Proceedings of the Performance Measurement – Past, Present and Future Conference*, Cambridge, 19-21 July. https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2005.00105.x
[31] Frascati Manual, 2002, OECD, Publications Service, 2, France.
[32] Mosurović Ružičić, M. (2012). *Organizacije i inovacije*, monografija, Beograd.
[33] Wu, J. (2007). Company innovativeness measurement – Development of an assessment tool to measure the innovation performance of companies. *Technology, Policy and Management, Technology, Strategy & Entrepreneurship (TSE),* Delft University of Technology.
[34] Sepúlveda, J. & Vasquez, E. (2014). Multicriteria Analysis for Improving the Innovation Capability in Small and Medium Enterprises in Emerging Countries. *American Journal of Industrial and Business Management*, 4, 199-208. https://doi.org/10.4236/ajibm.2014.44027
[35] Statistical Yearbook of the Republic of Serbia 2017 – Science and Culture
[36] Avlonitis, G. J., Kouremenos, A., & Tzokas, N. (1994). Assessing the Innovativeness of Organizations and its Antecedents: Project Innovstrat. *European Journal of Marketing, 28*(11), 5-28. https://doi.org/10.1108/ 03090569410075812
[37] North, D. & Smallbone, D. (2000). The Innovativeness and Growth of Rural SMEs during the 1990s. *Regional Studies. 34*(2), 145-157. https://doi.org/10.1080/ 00343400050006069
[38] Wang, C. L. & Pervaiz, K. A. (2004) The Development and Validation of the Organisational Innovativeness Construct using Confirmatory Factor Analysis. *European Journal of Innovation Management, 7*(4), 303-313. https://doi.org/10.1108/14601060410565056
[39] Kleinknecht, A., van Montfort, K., & Brouwer, E. (2002). The Non-trivial Choice between Innovation Indicators. *Economics of Innovation and New Technology, 11*(2), 109-121. https://doi.org/10.1080/10438590210899
[40] *The CIS Harmonised Survey Questionnaire*, The Fourth Community Innovation Survey (CIS IV), December 2017
[41] Borocki, J., Cvijic, M., & Vekic, A. (2017). Evaluation of innovative activities of SMEs in emerging markets: example from Republic of Serbia. *XVII International Scientific Conference on Industrial Systems* (IS'17) Novi Sad, Serbia, October 4. – 6. 2017. University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Department for Industrial Engineering and Management Available online at http://www.iim.ftn.uns.ac.rs/is17
[42] Zahra, S. A., & Covin, J. G. (1995). Contextual influences on the corporate entrepreneurship-performance relationship: A longitudinal analysis. *Journal of Business Venturing, 10*(1), 43-58. https://doi.org/10.1016/0883-9026(94)00004-E
[43] Zahra, S. A. (1993). Environment, corporate entrepreneurship, and financial performance: A taxonomic approach. *Journal of Business Venturing, 8*(4), 319-340. https://doi.org/10.1016/0883-9026(93)90003-N.
[44] Griffin, A. & Page, A. L. (1996). PDMA success measurement project: Recommended measures for product development success and failure. *Journal of Product Innovation Management, 13*(6), 478-496. https://doi.org/10.1016/S0737-6782(96)00052-5
[45] Sheskin, D.J. (2011) *Handbook of Parametric and Non-Parametric Statistical Procedures*. 5th Edition, Chapman & Hall/CRC, London. ISBN 978143985801

Contact information:

Indira POPADIĆ, PhD Candidate
University of Belgrade, Technical Faculty Bor,
12 Vojske Jugoslavije, 19210 Bor, Republic of Serbia
indirapopadic@gmail.com

Jelena BOROCKI, Associate Professor
University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences,
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia
borocki@uns.ac.rs

Mladen RADIŠIĆ, Associate Professor
University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences
Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia
mladenr@uns.ac.rs

Ivan ŠTEFANIĆ, Full Professor
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
TERA TEHNOPOLIS d.o.o.
Gajev trg 6, HR-31000 Osijek, Croatia
stefanic@tera.hr

Lena DUSPARA, PhD, senior lecturer
College of Slavonski Brod
Dr. Mile Budaka 1, 35 000 Slavonski Brod, Croatia
lena.duspara@vusb.hr

INNOVATIVE SUPPLIER PRIORITIZATION FUZZY MODEL DEVELOPMENT - A CASE STUDY OF THE SERBIAN ANIMAL FEED PRODUCTION COMPANY

Indira Popadić

University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia

Abstract: Numerous studies were aimed at identify supplier's characteristics that improve customer - supplier relationship as well as encourages customer's innovation. Through a series of marked characteristics this study is intended to presents supplier prioritization model that would contribute to the customer innovation. The optimal supplier characteristics are defined using fuzzy set theory, while customer innovation influencing factors are defined using the innovative presence in technical sector, compared cooperation, and contribution to the customer - supplier relationship development program. The research goal was the innovative supplier prioritization model creation that can be used in production systems as well as in supply chains prioritization. Main focus was on the supplier contribution to the customer's innovation processes. The created model was tested in Serbian feed production company Tenen.

Keywords: prioritization, company's innovation, fuzzy set theory, hybrid model, customer-supplier relationship

1 Introduction

Company success depends not only on the knowledge and technical resources it possess, but also on its innovations implementation capability. For many companies the innovation management process is systematic new ideas exploitation in order to achieve a competitive market advantage. Business innovation is not only the creation of new ideas, but also a profitable use of notable business opportunities.

There are the seemingly two tasks of innovation process, first - acquiring and exploiting existing knowledge and, on the other, generating new knowledge [1]. It is almost impossible to manage the knowledge necessary for innovation in a single company completely internally [2].

In the recent literature, considerable attention has been given to the supplier role in the innovation context. However, not every supplier is capable to contribute to the buyer's innovation performance. In addition, the supplier willingness and commitment to collaboration with buyers is not always apparent. Thus far, the literature has not given a conclusive innovative suppliers nature description due to a lack of empirical evidence [3].

The innovative vendors often have insufficient funds. Because of that, they met only the limited number of customers needs, and therefore are in a position to carry out the selection of customers that will be devoted to their innovative resource availability.

Many studies are aimed at finding a set of characteristics that can make significant contribution to buyer–supplier collaboration [3]. Supplier's technical characteristics and collaborative attitude, as well as the buyer–supplier relational characteristics explain an important part of a supplier's contribution to buyer innovation [3]. A wide range of multiple criteria analysis (MCA) methods in combination with the fuzzy set analysis, paired comparison and outranking methods are being used in this studies [4].

In this paper, the innovative supplier prioritization hybrid model formation will be performed by applying decision-making multi-criteria tools.

2 Defining the case of research

The research subject, related to industrial processes, is shown in a case study of the "Tenen" Novi Sad Company, Republic of Serbia. The main activity is agricultural products and animal feed components production and trade. For the animal feed production Tenen have to purchase raw material (corn, soybean, sunflower...) from individual producers and agricultural cooperatives. In the absence of goods on the market it might be purchased from other companies. When selecting suppliers, Tenen takes into account the quality of goods. Quality parameters are standard quality (SRPS) - Serbian standard which was developed by the Institute for Standardization of Serbia. The analysis refers to oil refinery.

One of the animal feed components is lysine (Lys, K - Table 1.), an essential amino acid.

Table 1. Characteristics of lysine

Lysine	
Abbreviation	Lys, K
CAS register No	70-54-2, L:[56-87-1] D [923-27-3]
Molecular formula	$C_6H_{14}N_2O_2$
Molecular mass	146.19 g mol^{-1}
Standard of material	(25 °C, 100 kPa)

Company Tenen has three amino acid lysine component suppliers.

All three supplier's characteristics comparison such as quality, price, delivery and other will be analyzed. To determine the characteristics that contribute to innovative buyer - supplier relationship, we formed the conceptual model that is graphically shown in Figure 1.

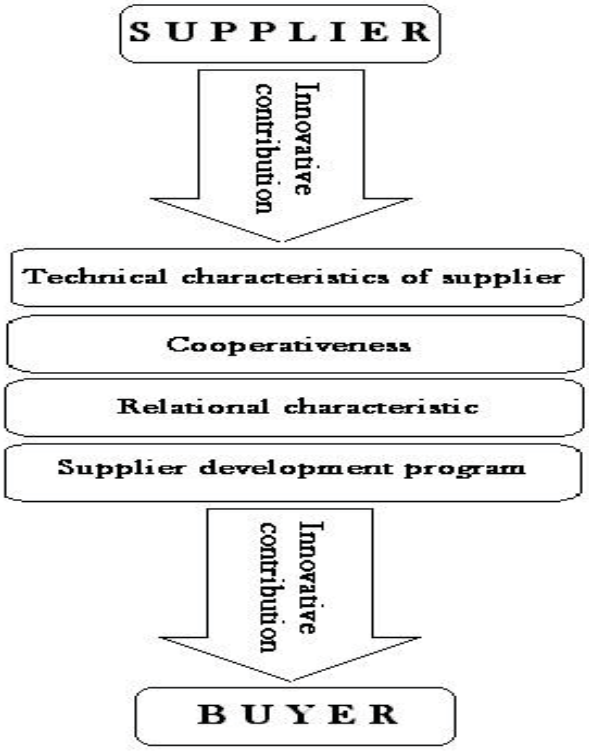


Figure 1. Conceptual model

Presented model is consisted of the following parts:

Supplier's demographic

Suppliers who participated in this study are Republic of Serbia domestic companies. The animal feed components used to produce concentrates are imported from the European Union.

Technical characteristics - professionalism, R & D supplier's activities and specialization.

Professionalism is an essential component of any organization intention for a long-term success. A professional organization generates confidence among its customers, and attracts the highest quality workforce that becomes a loyal and committed. Knowledge sharing and the business skills development demonstrate supplier's competence and promote its professional management. Of those suppliers who are characterized by a professional attitude is expected to contribute more to their customers innovation in compare to the vendors with lower professionalism.

Research and development (R&D) refers to the activities that as a final goal have a discovery that can either lead to the new products or procedures development, or to the of existing products or procedures improvement. It can be expected that suppliers with intensive R&D activities actively contribute to the customer's innovative programs.

Specialization is an organizational networks innovation prerequisite. The extensive knowledge sharing between individuals makes the network [5]. A larger number of specialized suppliers provide the customer with a wider knowledge base. Specialization refers to a supplier's unique or differentiating capabilities [6], which can be combined with the customer's own knowledge/expertise in order to innovate [03].

Cooperativeness – Successfully knowledge sharing are based on willingness of both - buyer and supplier for collaboration. In addition, communication between customers and suppliers is essential to coordinate the production, technical adaptations, delivery details, as well as a variety of strategic issues information flow [7].

Relational characteristics - preferred client status. In order to rational resources management, seller contribution to the customer's innovation is often limited as supplier becomes more selective. In this way it is important to create the climate in which companies compete to win benefits [8]. Preferred

client status is business advantage, the opportunity to provide superior economic benefits, access to important resources and social compatibility [9].

Supplier Development Program – Through the positive cooperational attitude, the customer with its activities affects supplier in order to improve performance and ability to meet the customer's needs. These activities include the business supplier's assessment, encouraging performance improvements, encouraging competition among suppliers and direct work with suppliers, through training or other activities. In this way companies collaborate, allocate their financial, human and other essential resources and sharing the sensitive information.

The company's success depends on its supplier's development. Company that is satisfied with its supplier is ready to invest great effort, resources and willingness in the more efficient inter-organizational communication development as well as in activities such as supplier's development program and training.

Information exchange through buyer-supplier interactions supports new ideas, which can be crucial to encourage customer's innovation.

3 Model creation

In the earliest works of Zadeh [10] and Goguen [11] intention of generalization of the naive set notion and adequate adjustment in order to remove possible lack of human language clarity in the terms of content, prejudice, evaluations and decisions are present.

Fuzzy concept is much broader than naive sets theory and has a larger applicability, particularly when it comes to classification and data processing [10].

The first step in the suppliers assessment model creation research phase is to define variables relating to the supplier's characteristics.

The optimal supplier partial indicators will be shown over function:

μ_T – describes an innovative contribution to the technical characteristics (professionalism, R & D activities and specialization),

μ_S – describes an innovative contribution to the cooperation relations,

μ_R – referring to the innovative relational characteristics contribution (preferred client status) and

μ_I – describes an innovative contribution to the development program.

Supplier's characteristics will be able to rate as *bad, satisfactory, good, very good and excellent*.

Described functions may be represented as:

$$\mu_T(\mu_T^1, \dots \mu_T^5), \mu_S(\mu_S^1, \dots \mu_S^5), \mu_R(\mu_R^1, \dots \mu_R^5), \quad \mu_I(\mu_I^1, \dots \mu_I^5), \tag{1}$$

The introduced function is shown in Figure 2**.** It represents a set of triangular phase sets [12,13].

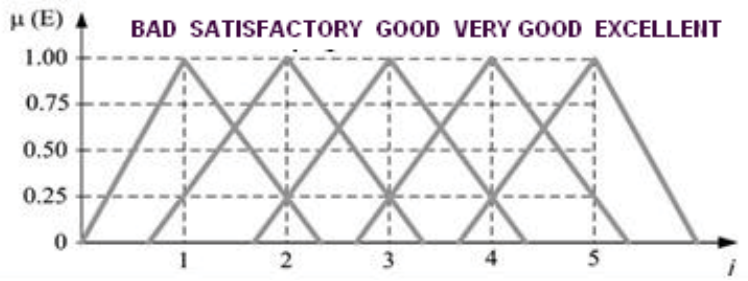


Figure 2. The function of the phase's effectiveness

Based on the displayed Figure 2**,** the values of the function (in points 1, 2, 3, 4, and 5) are:

$$\mu_{exc.} = (0, 0, 0, 0.25, 1); \quad \mu_{good} = (0, 0, 0.25, 1, 0.25);$$

$$\mu_{aver.} = (0, 0.25, 1, 0.25, 0); \quad \mu_{adeq.} = (0.25, 1, 0.25, 0, 0)$$

$$\mu_{poor} = (1, 0.25, 0, 0, 0). \tag{2}$$

In the next step min - max composition functions is performed. The composition is used for the development stage of the model, which is calculated by the total assessment optimality E, as partial expected best possible (for T, R, S and I) [14].

The case in which the partial function (for T, R, S and I) equally affect the final position E, will be considered. In some cases a min - max composition using operators AND/OR gives favor to any function in relation to the other.

For four functions (Figure 2), it is possible to make $C = j^4 = 5^4$ different combinations. Each of these represents a possible combination of evaluation functions optimality (E_c):

$$E_c = \left[\mu_T^{j=1,\dots 5}, \mu_R^{j=1,\dots 5}, \mu_S^{j=1,\dots 5}, \mu_I^{j=1,\dots 5} \dots, \mu_I^{j=1,\dots 5}\right]$$

$$\text{for all } c = 1 \; to \; C \tag{3}$$

For the values $\mu_{T,R,S,I}^{j=1,\dots5} \neq 0$, are obtained final combination ($o = 1 \; to \; O, where \; O \subseteq C$).

For each final combination obtained Ω_C is calculated. The result suitable for combination c, can be obtained by the equation:

$$\Omega_C = \frac{[\Sigma_{T,R,S,I} \, j]_c}{4}. \tag{4}$$

All the resulting outcomes will be subject to max - min analysis, which is carried out through the following stages:

1. For each of obtained result requires a minimum value μ_{TSRI} as an optimality function E_c (3). Minimum corresponding combination o, is counted over the following equation:

$$MIN_O = min\{\mu_T^{j=1,\dots,5}, \mu_R^{j=1,\dots5}, \mu_S^{j=1,\dots5}, \mu_I^{j=1,\dots5} \dots., \mu_I^{j=1,\dots5}\}$$

$$\text{for all } o = 1 \; to \; O. \tag{5}$$

2. Results are grouped by values Ω_C (4), and size j.

3. The maximum of the previously identified minimum for each group of possible outcomes was found. The maximum corresponding to the value j is calculated by the equation:

$$MAX_J = max\{MIN_O\} \text{ for all j.} \tag{6}$$

Finally, the system for the given feature obtained:

$$\mu_E = \left(MAX_{j=1}, \dots, MAX_{j=1}\right) = (\mu_E^1, \dots, \mu_E^5) \tag{7}$$

This expression is related to the Figure 2**,** Best - fit method [14] is used to transform the tool (7) to form presented in (Figure 2), the triangular function sets the phase. This procedure also called identification. Best - fit method uses a standard deviation (d) between obtained function E_c, the

application of "min - max" composition (7) and each of the expressions (calculation is based on Figure 2).

The standard deviation is obtained from the equation:

$$d_i(E_j, H_i) = \sqrt{\sum_{j=1}^{5} \left(\mu^j E - \mu^j H_j\right)^2}, j = 1, \dots, 5$$

$$H_i = \{\text{excellent, very good, good, satisfact., bad }\}.$$

(8)

If the deviation of μ_E (7) from i - linguistic variables is less, the standard deviation d_i is lower. The standard deviation d_i is zero, if μ_E (7) as well i – expression in a declining function. In this case, E will not be assessed in relation to the other terms, because of the exclusion of these terms.

Suppose that $d_{min}(i = 1,2,..,5)$ the lowest possible standard deviations obtained are reciprocal relative deviation for E_j , some are α_1 , ... α_5 reciprocal relative deviation which is calculated over the term:

$$\alpha_i = \frac{1}{d_i / d_{imin}}.$$

(9)

If $\alpha_i = 0$ follows that $\alpha_i = 1$ and the other will be equal to zero. Therefore, α_i normalize the expression:

$$\beta_i = \frac{\alpha_j}{\sum_{m=1}^{5} \alpha_{im}}, i = 1,2 \dots, 5 \quad \sum_{i=1}^{5} \beta_i = 1.$$

(10)

Each β_i represents the degree in which E participates in i - that defined the term E. If E_i fully participates in i - the term $\beta_i = 1$, while others will be zero.

The final expression of E for use may be presented as:

$$E_i = \begin{Bmatrix} (\beta_{i=1}, "bad"), (\beta_{i=2}, "satisf"), \\ (\beta_{i=3}, "good"), \\ (\beta_{i=4} "very\ good"), (\beta_{i=5} "excellent") \end{Bmatrix}$$

(11)

4 Model Testing

Research was carried out through the following levels: Level I - the supplier selection; Level II - marking the significant features of the supplier to which a supplier can affect by applying innovative approach; Level III - testing these characteristics through the survey and Level IV – implementation of fuzzy methodology (Figure 3):

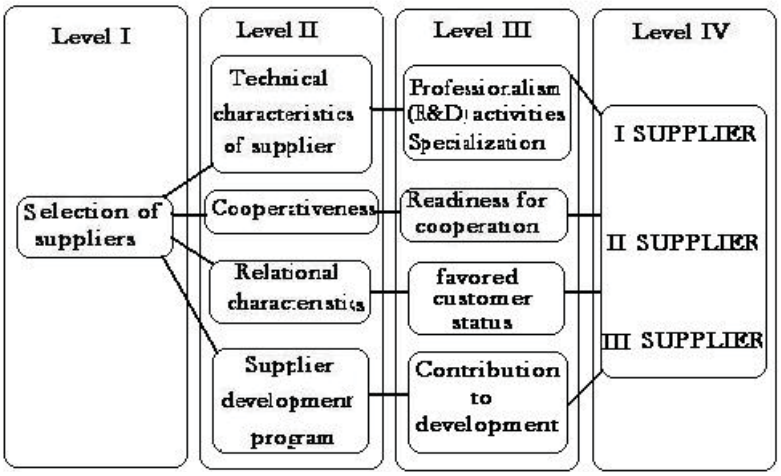


Figure 3. Hierarchical structure model

The survey was carried out on the sample consisted of " technological and economical experts employed in Tenen" Company. Experts evaluated the characteristics of the three suppliers that the company operates with. The study was conducted using a questionnaire containing four groups of questions [3]. Each group related to the specific supplier characteristics (second level shown in the Figure 3, which is still served for the four-defined functions formation.

After the review, the mean score for each of the four functions is presented in Table 2.

Table 2. Results of the research

		I supplier					***II supplier***					***III supplier***				
isp	Var.	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*	*5*	*4*	*3*	*2*	*1*
1.	*T*		×						×					×		
	S	×							×					×		
	R		×					×					×			
	I		×						×				×			
2.	*T*		×					×				×				
	S	×					×							×		
	R	×						×						×		
	I		×					×					×			
3.	*T*			×					×				×			
	S		×					×					×			
	R				×				×					×		
	I		×						×					×		
4.	*T*		×					×					×			
	S	×							×					×		
	R			×				×					×			
	I		×					×					×			
5.	*T*			×				×						×		
	S		×					×					×			
	R	×						×				×				
	I		×						×				×			
6.	*T*		×					×					×			
	S							×						×		
	R		×						×						×	
	I	×							×					×		
7.	*T*	×							×				×			
	S	×							×				×			
	R		×						×					×		
	I		×						×					×		
8.	*T*	×						×					×			
	S	×							×				×			
	R		×					×						×		
	I		×						×					×		
9.	*T*	×						×					×			
	S	×						×					×			
	R		×					×						×		
	I		×				×							×		
10.	*T*	×						×					×			
	S		×				×							×		
	R	×							×						×	
	I		×					×					×			

The four functions of fuzzy methodology value can be calculated on the basis of information shown in Table 2.:

Features of technical characteristics – μ_T,

Features of cooperativeness - μ_S,

Functions of relational characteristics - μ_R , and

Functions of innovative characteristics - μ_I

The technical characteristics function results of the first supplier are processed in Table 3.

Table 3. Values of the function of technical characteristics $\boldsymbol{\mu_T}$ *- first supplier*

	1	**2**	**3**	**4**	**5**
$^{0.4}/_{odl.}$	0×0.4	0×0.4	0×0.4	0.25×0.4	1×0.4
$^{0.4}/_{vrd.}$	0×0.4	0×0.4	0.25×0.4	1×0.4	0.25×0.4
$^{0.0}/_{dob..}$	0×0.2	0.25×0.2	1×0.2	0.25×0.2	0×0.2
$^{0.0}/_{zad.}$	0.25×0.0	1×0.0	1×0.0	0×0.0	0×0.0
$^{0.0}/_{loše}$	1×0.0	0.25×0.0	0×0.0	0×0.0	0×0.0
$\sum R$	$\mathbf{0.00}$	$\mathbf{0.05}$	$\mathbf{0.30}$	$\mathbf{0.55}$	$\mathbf{0.50}$

The post fuzzy technical characteristics methodology gets the value of which four are different from zero:

$$\mu_{TI} = (0, 0.05, 0.3, 0.55, 0.5). \tag{12}$$

In a similar manner are calculated values of other functions.

$$\mu_{SI} = (0, 0, 0.075, 0.475, 0.775),$$

$$\mu_{RI} = (0.25, 0.125, 0.25, 0.6, 0.425) \text{ and } \mu_{II} = (0, 0.025, 0.3, 0.85, 0.3). \tag{13}$$

The total number of combinations in the formation of structures MAX - MIN composition is obtained using the following formula: $C = j^4 = 5^4 = 625$. For the first supplier first function has four, the second function has three, the third has five and fourth has four values that are different from zero, so the total number of required combination is $4 \times 3 \times 5 \times 4 = 240$. Table 4 shows the structure of the MAX - MIN composition of the first suppliers.

Table 4. Structure of MAX- MIN composition (part of data of Table 4)

Kom b	Ω	μ	MIN 2	3	4	5
2312	2	[0.05,0.075,0.25,0.025]	0.025			
2313	2	[0.05,0.075,0.25,0.3]	0.05			
2314	3	[0.05,0.075,0.25,0.85]		0.05		
2315	3	[0.05,0.075,0.25,0.3]		0.05		

Kom b	Ω	μ	MIN 2	3	4	5
2432	3	[0.05,0.475,0.25,0.025]		0.025		
2433	3	[0.05,0.475,0.25,0.3]		0.05		
2434	3	[0.05,0.475,0.25,0.85]		0.05		
2435	4	[0.05,0.475,0.25,0.3]			0.05	
2442	3	[0.05,0.475,0.6,0.025]		0.025		

Based on these structures MAX - MIN composition obtain following set of values:

$$MAX_{\Omega=2} = max\{0.025, 0.05\} = 0.05$$

$$MAX_{\Omega=3} = max\{0.025, 0.05, 0.075, 0.125, 0.25\} = 0.25$$

$$MAX_{\Omega=4} = max\{0.025, 0.05, 0.075, 0.125, 0.25, , 0.3, 0.425, 0.475\} = 0.475$$

$$MAX_{\Omega=5} = max\{0.025, 0.075, 0.25, 0.3, 0.425, 0.475, 0.5, 0.55\} = 0.55$$

(14)

So, that is an optimality function of the first supplier:

$$\mu_{EI} = (0; 0.05; 0.25; 0.475; 0.55).$$

(15)

The best fit method uses the deviation value obtained from the structure MAX – MIN composition of value function shown in the Figure 2.

$$\mu_{exc.} = (0, 0, 0, 0.25, 1); \quad \mu_{good} = (0, 0, 0.25, 1, 0.25);$$

$$\mu_{aver.} = (0, 0.25, 1, 0.25, 0); \quad \mu_{adeq.} = (0.25, 1, 0.25, 0, 0)$$

$$\mu_{poor} = (1, 0.25, 0, 0, 0). \tag{16}$$

These deviations are:

$$d_1(E,odl) = \sqrt{(0-0)^2 + (0-0.05)^2 + (0-0.25)^2 + (0.25-0.475)^2 + (1-0.55)^2}$$

$$d_1(E,odl) = 0.56402$$

$$d_2(E,vrdb) = \sqrt{(0-0)^2 + (0-0.05)^2 + (0.25-0.25)^2 + (1-0.475)^2 + (0.25-0.55)^2}$$

$$d_2(E,vrdb) = 0.60671$$

$$d_3(E,db) = \sqrt{(0-0)^2 + (0.25-0.05)^2 + (1-0.25)^2 + (0.25-0.475)^2 + (0-0.55)^2}$$

$$d_3(E,db) = 0.97756$$

$$d_4(E,zd) = \sqrt{(0.25-0)^2 + (1-0.05)^2 + (0.25-0.25)^2 + (0-0.475)^2 + (0-0.55)^2}$$

$$d_4(E,zd) = 1.22193$$

$$d_5(E,l) = \sqrt{(1-0)^2 + (0.25-0.05)^2 + (0-0.25)^2 + (0-0.475)^2 + (0-0.55)^2}$$

$$d_5(E,l) = 1.28865 \tag{17}$$

Minimum values of these deviations are:

$$d_{min} = d_1(E, odl) = 0.56402 \tag{18}$$

So, the following expressions can be calculated:

$$\alpha_1 = \frac{1}{d_1/d_{min}} = 1.00000; \quad \alpha_2 = \frac{1}{d_2/d_{min}} = 0.92964; \quad \alpha_3 = \frac{1}{d_3/d_{min}} = 0.57697.$$

$$\alpha_4 = \frac{1}{d_4/d_{min}} = 0.46158; \quad \alpha_5 = \frac{1}{d_5/d_{min}} = 0.43768 \tag{19}$$

Based on this can be obtained normalizing coefficients such as:

$$\beta_1 = \frac{1.00000}{1.00000 + 0.92964 + 0.57697 + 0.46158 + 0.43768} = \frac{1.00000}{3.40587} = 0.29361$$

$$\beta_2 = \frac{0.92964}{1.00000 + 0.92964 + 0.57697 + 0.46158 + 0.43768} = \frac{0.92964}{3.40587} = 0.27295$$

$$\beta_3 = \frac{0.57697}{1.00000 + 0.92964 + 0.57697 + 0.46158 + 0.43768} = \frac{0.57697}{3.40587} = 0.16940$$

$$\beta_4 = \frac{0.46158}{1.00000 + 0.92964 + 0.57697 + 0.46158 + 0.43768} = \frac{0.46158}{3.40587} = 0.13552$$

$$\beta_5 = \frac{0.43768}{1.00000 + 0.92964 + 0.57697 + 0.46158 + 0.43768} = \frac{0.43768}{3.40587} = 0.12851 \quad \textbf{(20)}$$

Finally the optimality of the first supplier obtains as:

$$E_I = \begin{bmatrix} 0.29361\ exc.;\ 0.27295\ very\ good; \\ 0.16940\ good;\ 0.13552\ satisf.;\ 0.12851\ bad \end{bmatrix} \quad (21)$$

Excellent selection of the first supplier is assessed with 29.361%, very good choice with 27.295%, good with 16.940%, satisfactory 13.552% and bad with 12.851%. Based on results shown, the highest percentage of excellent selection of the first supplier and the percentage (nearly 30%) is relatively high.

The center of mass Z_I:

$$Z_I = \frac{\sum_{i=1}^{5} \beta_i C_i}{\sum_{i=1}^{5} \beta_i}$$

$$Z_I = \frac{0.29361 \cdot 5 + 0.27295 \cdot 4 + 0.16940 \cdot 3 + 0.13552 \cdot 2 + 0.12851 \cdot 1}{0.29361 + 0.27295 + 0.16940 + 0.13552 + 0.12851}$$

$$Z_I = 3.62423. \quad (22)$$

Similarly, the act of receiving the function optimality of other two suppliers:

$$E_{II} = \begin{bmatrix} 0.16030\ exc.;\ 0.30720\ v.good; \\ 0.25955\ good;\ 0.14451\ satis..;\ 0.12843\ bad \end{bmatrix}$$

$$E_{III} = \begin{bmatrix} 0.14855\ exc,;\ 0.29567\ v.good; \\ 0.28985\ good;\ 0.14215\ satis.;\ 0.12378\ bad \end{bmatrix}. \quad (23)$$

Excellent choice of the second supplier is estimated to 16.030%, a very good choice with 30.720%, 25.955% with a good, satisfactory with 14.451% and 12.843% with the bad. The highest percentage is at a very good choice, just over 30%.

Excellent choice of a third supplier is 14.855%, very good choice is estimated to 29.567%, 28.985%, with a good, satisfactory with 14.215% and 12.378% with the bad. The highest percentage

of the source of a third supplier is evaluated with very well, but very close with a good score and these percentages are almost 30%.

The center of mass of the second Z_{II} and the third Z_{III}:

$$Z_{II} = 3.22643 \text{ i } Z_{III} = 3.20306 \tag{24}$$

5 Results discussion

An analysis of the results of obtained function optimal choice is shown for first, second and third suppliers. Excellent selection of the first supplier is a significantly stronger then the second and third supplier - this deviation is about 15% (Figure 4). Bad choice for all three suppliers is equal and each deviation does not exceed 1%. Similarly with satisfactory assessment, while a good estimate for the first supplier is significantly lower than for the second and third.

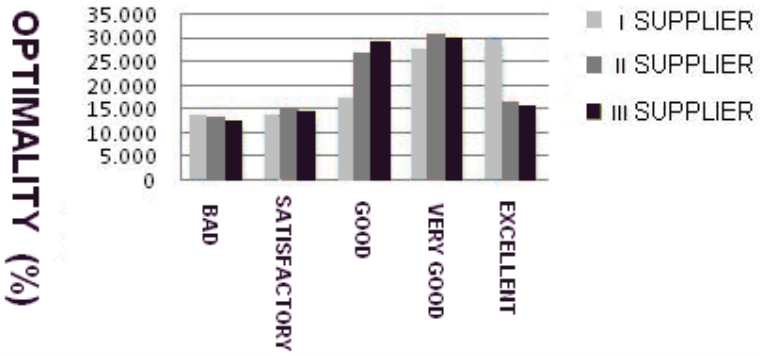


Figure 4. Optimal supplier selection expressed in percentages

On a scale of 1 to 5 the first supplier has the best result of the center of mass, while the third is the worst.

The center of mass difference value of the second and third suppliers is not statistically significant but the difference value of the first supplier is statistically significant.

On the basis of the presented analysis, it appears that the optimal function value and the centers of mass value of the second and the third suppliers are slightly different, while the value of the first supplier stands out from them and overcome them significantly.

On the basis of subsequent analysis and testing Tenen as customer, in the research results presentation, the first supplier stands out from the other two suppliers. Obtained results are in

accordance with the field experience. The first supplier's initiative to replace one component in the production process led to the customer's significant profit.

6 Conclusion

The aim of the study was designing a hybrid model that can be used for the supplier prioritization purposes. In the focus of the work was the impact of supplier selection to the company's innovation processes. The model construction was based on the N. J. Pulles results [3]. The created model contains multi-criteria tools elements as well as fuzzy environment, and can be used as expert assessment platform and/or group decision making tool. The model testing was performed using data collected in Serbian feed production company Tanen, Novi Sad.

References

1. Hargadon A B (2002). Brokering knowledge: linking Learning and innovation, Research in Organizational Behavior. **24**, 41-85.
2. Corso M, Martini A, Paolucci E & Pellegrini L (2001). Knowledge management in product innovation: an interpretative review, International Journal of Management Reviews. **3** (4), 341-352.
3. Pulles N J, Veldman J & Schiele H (2014). Identifying innovative suppliers in business networks: An empirical study, Industrial Marketing Management. **43** (3), 409–418
4. Hajkowicz S & Collins K (2007). A review of multiple criteria analysis for water resource planning and management. Water Resour. Manag. **21** (9) 1553–1566.
5. Hargadon A & Sutton R I (1997). Technology brokering and innovation in a product development firm, Administrative Science Quarterly, **42** (4), 716.
6. Dyer J H (1996). Specialized supplier networks as a source of competitive advantage: Evidence from the auto industry. Strategic Management Journal, **17** (4), 271–291.
7. Zhou H & Benton W C (2007). Supply Chain Practice and Information Sharing, Journal of Operations Management. **25** (6), 1348-1365.
8. Schiele H, Veldman J, Hüttinger L & Pulles N (2012). Towards a social exchange theory perspective on preferred customership — Concept and practice. In R. Bogaschewsky, M. Eßig, R. Lasch, & W. Stölzle (Eds.), Supply management research, Gabler Verlag., 133–151.
9. Harris L C, O'Malley L & Patterson M (2003). Professional interaction: Exploring the concept of attraction. Marketing theory. **3** (1), 9-36.

8th International Conference on
Environmental and Material Flow Management
"EMFM 2018" Zenica, B&H, 14-16th November 2018

BRINGING INNOVATION WITH SUPPLIERS DURING NEW PRODUCT DEVELOPMENT: DOES ENTERPRISE SIZE MATTER?

Indira Popadić, *PhD Candidate*
University of Belgrade, Technical Faculty Bor,
12 Vojske Jugoslavije, Bor, Republic of Serbia
indirapopadic@gmail.com

Radovan Vladisavljević, Assistant Professor
University Business Academy, Faculty of Economics and Engineering Management
Cvecarska 2, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia

ABSTRACT
This paper presents the analysis of an enterprise size importance for the most favourable supplier choice in the process of new product development (NPD). Product development is an innovative process at the beginning of product life cycle, however, this segment is highly important for further flow of new product development. The active engagement of suppliers plays an important role for the success of a new product development venture and every enterprise has to pay special attention to the supplier's quality in the early development stages that would help new product to become more competitive at the market. By examining a data sample of almost 350 enterprises from the Republic of Serbia and using one-factor analysis of variance, we come to the conclusion that it is not possible to single out concrete factors when choosing a supplier. Although we have obtained certain results that are statistically significant, the real differences between enterprise size and basic factors of choice are trivial.

Keywords: *Supplier chain management, New product development, Supplier relationship management*

1 INTRODUCTION

Competitiveness of an organization cannot be reached without innovation of products, services and/or processes. Sources of innovation are located not only in the company: a large number of companies today are trying to create qualitative and long-term relationships not only with their clients but with their key partners (such as suppliers) as well. Suppliers' involvement in processes of design and development of a new product and good management of this process is increasingly important for competitive advantage [1]. Development of new product is a strategy which helps companies to reach new market that offers better opportunities for profit and enterprise survival. However, new product means a large dose of risk. One of the ways to decrease risk is to plan product life cycle in detail. The problem with new product launching is that its potential substitutes could be easily placed by main competitors. The role of suppliers is of great importance when launching a new product, since they can offer an existing supply channels. The performance of the new product development can be influenced by CRM (customers relationship management) and SRM (suppliers relationship management), since both CRM and SRM tend to facilitate the role of customers and suppliers in new product development [2].

Therefore, when designing a new product, every company has to pay a special attention to the most favourable supplier choice. Once one takes into consideration different sizes of enterprises, this process becomes even more complex. In this respect, this paper examines concrete factors when choosing a supplier related to the enterprise size.

Numerous studies in the area of relevance of the supplier's involvement in the process of creating a new product are mainly directed at developed countries and large companies. This paper presents an attempt to present the importance of the process of determining the key factors of suppliers involved in the process of creating a new product. In this paper, 6 different characteristics of suppliers were selected: readiness to participate in the construction of innovative relationship with customers; level of technological capacity of the supplier; willingness to share key technological information; readiness to support development and progress of production process; willingness to show pro-activity in approach; development of supplier's project management. The choice of these characteristics was determined on the basis of a conceptual model for studying a supplier's contribution to buyer innovation [3].

In the next section the theoretical background and research questions are explained, followed by the research tools and methods. The last two sections present discussions and conclusion.

2 THEORETICAL BACKGROUND

In last 30 years, research in area of managing supplier involvement in new product development (NPD) and innovation has greatly expanded, since more and more companies are outsourcing parts of their NPD activities to suppliers [4]. Hoskinsson et al. [5] claim that emerging markets, characterized by rapid economic development, create a wide range of opportunities and challenges for supplier-buyer collaboration. In their research, Wang et al. [6] found that product co-development process in companies from emerging markets is often circumstantial because of the institutional environment, which is not the case in the companies from developed countries.

Apart from technical characteristics of a new product, attention must be paid to higher number of other factors when developing a new product, such as: market conditions, supply chains, financial tools to stimulate sales, advertising, PR campaigns, etc. [7] Therefore, it is important to carefully introduce a new product; timing is of the utmost importance in order to maximize profit and minimize negative impacts. Contemporary supply chain is based on modern technological achievements and developed infrastructure today. Efficient supply chain management implements all transfers of tangible property and services needed to deliver goods to the final customer. The chain functions while their links are connected. Supply chain management represents one of the greatest challenges in modern management; it is a field that operational researches deal with, asserting the concept of optimal management, with the implementation of multi criteria analysis. It is a task of every supplier to satisfy the demand for certain product on their market [8]. Based on the above mentioned, it could be concluded that supply chain management is a complex job and many enterprises have turned to logistics outsourcing as a way to restructure their distribution networks and gain competitive advantages [9].

Numerous studies consider NPD as a critical factor in ensuring continuous growth and survival of enterprises and claim that enterprises often integrate suppliers in the NPD through joint education and training activities, feasibility studies, set up of common performance goals and product design assessment [10,11]. On the other hand, results of some research show that there are some disadvantages every time a company tries to involve supplier in NPD process: greater bureaucracy, lower efficiency, additional time for coordination, even higher cost in some part of NPD process [12, 13, 14,15,16,17].

3 RESEARCH TOOLS AND SAMPLE

Two basic methods for collecting and analyzing data were used in the theoretical framework of research: the method of theoretical analysis and the survey method. The method of systematic non-experimental research (Survey method) has been applied as the best way to efficiently collect data from target groups of respondents through closed or open-door instruments (questions / assumed attitudes). Respondents were invited to participate in the survey via bulletin and e-mail containing the

link on the questionnaire page. The survey and interview methods were used in this research. For the research needs, one independent variable regarding the enterprise size was single out as well as six claims that the respondents answered by circling the answers regarding the level of agreeing. Before we created the survey, we conducted the interview. According to the interviews with experts in new product research and logistics, we identified several important functions that suppliers have to possess. In our survey questions, initial functions that suppliers have to possess are presented.

The research comprised of 347 enterprises on the territory of Republic of Serbia in different industry sectors. The population that we are interested in is employees who had or currently have experience in new product development and/or have experience in supply chain management. The sample was chosen according to the method of probability sampling, in every enterprise at least 10% of employees were interviewed in order to obtain relevant results.

Before the research was carried out, a protocol was developed that will provide the conditions of eliminating environmental dependence problems. The interviewers were supposed to survey the respondents individually and from different departments. In this way, the respondents' answers were not conditioned by the answers of the group. Due to developed research protocol it was possible to use ANOVA test for identification of statistically significant difference between groups and respondents.

As an independent variable we used the enterprise size as a basic factor for basing the future model. All three sizes (small, medium, big) of enterprises have certain advantages and disadvantages. *Small enterprises* can more easily and rapidly reach niche market. *Large enterprises* have much bigger financial power, stronger human potential and may more easily make strategic partnerships. *Medium enterprises* have certain benefits that are characteristics of small enterprises.

According to the literature review, so far conducted researches and preliminary research results six research questions are constructed.

Research question 1: Is there statistically significant difference between enterprise size and *supplier's readiness to participate in construction of innovative relationship with customers*?

Research question 2: Is there statistically significant difference between enterprise size and *the level of technological capacity of supplier*?

Research question 3: Is there statistically significant difference between enterprise size and *supplier's readiness to share key technological information*?

Research question 4: Is there statistically significant difference between enterprise size and *supplier's readiness to support development and progress of production process*?

Research question 5: Is there statistically significant difference between enterprise size and *supplier's readiness to show pro-activity in approach*?

Research question 6: Is there statistically significant difference between enterprise size and *development of supplier's project management*?

As an answer to the first question in the questionnaire we set a claim "Supplier gives contribution in construction of innovative relationship with customers." Respondents graded this claim by five offered answers. These, as well as other questions relevant to the set research questions, survey respondents surveyed through a five-point Likert scale to evaluate suppliers. The first answer/grade was incomplete and indicates that supplier does not give any contribution, the next grade was poor contribution, then good contribution, almost full contribution and the final one was full contribution. In this way, respondents gave their opinion about supplier's significance in construction of innovative relationship with customers.

For the second research question we used the question of "the level technological capacity." This question tests the influence of supplier's technological capacity on the support of new product design and the shift of logical function.

For the third research question we will get the answer by analysing the question "Supplier's readiness to share key technological information." In this question we also had five offered answers; these answers are the same as in the first question: incomplete, poor, good, almost complete and complete. This question gives us the answer to what extent the suppliers are ready to support us in our strife to win new technologies. Sharing of new key technological information can lead to significant decrease of implementation time of new logistic solutions but also time contraction of new product development.

The answer to the forth research question will be obtained by the analysis of question “Supplier’s abilities to support development and progress of production process.” For this question we provided the anticipated answers in five categories: low, poor, good, satisfying and high. In this question we will obtain the image of supplier’s possibilities to monitor enterprise in their strife to extend their production programme.

In fifth research question we analyzed the question “Supplier is continually pro-active in approach.” The anticipated answers are: high, satisfying, good, poor, low. In this question we reveal how much the suppliers are agile in strife to accept innovative ideas and be the first to implement new way of business.

In sixth question we analyzed the question “Supplier has developed project management abilities.” Through answers on this question we obtained information about suppliers’ possibilities to link project strife of a company to develop new product. This is a crucial question from the monitoring project activities point of view. Suppliers, having a high level of project management abilities, can more easily understand needs of enterprises that entered the project.

All mentioned questions give us a part of the image that is needed to create a model of adaptation of logistic functions to new product. The answers to questions give us the guidelines about the most important characteristics that suppliers should possess. Some respondents have significant internal characteristics while others have marked external characteristics. Through statistical analysis we will obtain the complete image of attitudes regarding the suppliers and their role in the adaptation process of logistic functions. The emphasis is on the grade of the respondents that are due to their characteristics acquainted with problems of enterprise logistic function. Every question contains many functions that suppliers have to possess. For instance, the question that tests the abilities of suppliers’ project management contains functions such as team work management, the ability of management to assign responsibility and to control the project course in efficient and meaningful way.

The size of the company also affects the respondents' responses, as employees in large companies have a completely different logistics, in a different way they realize processes and communicate with suppliers, from those who are employed in small businesses. The survey attempts to equally include respondents from various companies in order to get the most valid answers.

Table 2 Enterprise size

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	small	66	19,0	19,0	19,0
	med.	87	25,1	25,1	44,1
	big	194	55,9	55,9	100,0
	Total	347	100,0	100,0	

The respondents are divided according to the enterprise size in which they work (Tab. 1). 66 respondents (19%) come from *small enterprises*, 87 respondents (25,1%) from *medium enterprises* and 194 respondents (55,9%) from *big enterprises*.

The Company's activity has a profound effect on the test results, so that some hypotheses that are extremely important for one activity, may be insignificant to another. In order to avoid such situations, all activities in the sample of research are attempted to be equally represented. (Tab. 2).

Table 2 Industry segment

	Manufacturing	Service	Total
Frequency	158	189	347
Percent	45,53	54,47	100

The first question in the questionnaire was “Supplier gives contribution in construction of innovative relationship with customers.” From the total of 347 respondents 8 (2,3%) respondents answered that suppliers give incomplete contribution in construction of innovative relationship with customers, 43 (12,4%) give poor contribution, 181 (52,2%) good, 100 (28,8%) almost full and 15

(4,3%) full contribution. From such results it could be seen that suppliers give relatively good contribution in construction of innovative relationship with customers. It could also be noted that there were very small number of answers that suppliers provide full contribution in construction of innovative relationship with customers.

The second question was that "Level of technological capacity". From the total of 347 respondents only 2 respondents (0,6%) answered that suppliers have low level of technological capacity, 38 (11%) poor, 136 (39,2%) good, 135 (38,9%) satisfying and 36 (10,4%) high level of technological capacities. This question gives us the image of suppliers and their technological strength. Since the majority of answers were in the range from good to satisfying, it could be concluded that suppliers are relatively technologically ready and competent.

The third question was "Supplier's readiness to share key technological information." Out of 347 respondents in total, 9 (2,6%) of them chose the answer incomplete, 47 (13,5%) chose poor, 172 (49,6%) good, 100 (28,8%) almost full, 19 (5,5%) full. From these results it could be concluded that suppliers are mainly ready to share key technological information with companies they cooperate with.

The fourth question was "Supplier's abilities to support development and progress of production process." Out of 347 respondents in total, 6 (1,7%) answered low, 36 (10,1%) poor, 180 (51,9%) good, 99 (28,5%) satisfying, 27 (7,8%) high supplier's ability to support development and progress of production process. It is important to emphasize in this question that every new product implies changes of production process. It could be concluded from this question that the majority of suppliers are able to support development and progress of production process.

The fifth question was "Supplier is continually pro-active in approach." From the total of 347 respondents, 22 (6,3%) respondents circled high, 78 (22,5%) circled satisfying, 151 (43,5%) good, 83 (23,9%) poor and 13 (3,7%) circled low pro-activity in supplier's approach. This question provides an image of suppliers as integral partners in accepting innovation. It could also be concluded that the majority of respondents have an attitude that the suppliers are continually pro-active in performance.

The sixth and also the final question that we analyzed for the purposes of this paper was that "Supplier has developed project management abilities." Out of 347 respondents in total, 15 (4,3%) answered that suppliers do not possess developed project management abilities, 56 (16,1%) answered that suppliers possess developed project management abilities in lesser degree, 146 (42,1%) possess in higher degree and 32 (9,2%) possess all developed project management abilities. It is important to emphasize in this question that supplier's developed project management abilities lead to easier way of including suppliers into innovation projects.

The ANOVA method, used in this research, assesses the relative size of variance among group means (between group variance) compared to the average variance within groups (within group variance). When the between group variances are the same, mean differences among groups seem more distinct in the distributions with smaller within group variances compared to those with larger within group variances [18].

Table 3 Results of ANOVA test

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Supplier gives support to construction of innovative relationship with customers	Between Groups	2,338	2	1,169	1,844	,160
	Within Groups	218,135	344	,634		
	Total	220,473	346			
Level of technological capacity	Between Groups	2,051	2	1,025	1,443	,238
	Within Groups	244,491	344	,711		
	Total	246,542	346			
Suppliers' readiness to share key technological information	Between Groups	4,746	2	2,373	3,417	,034
	Within Groups	238,897	344	,694		
	Total	243,643	346			
Suppliers are able to support development of production process	Between Groups	12,308	2	6,154	9,566	,000
	Within Groups	221,311	344	,643		
	Total	233,620	346			
Supplier is continually pro-active in approach	Between Groups	21,157	2	10,579	13,027	,000
	Within Groups	279,356	344	,812		
	Total	300,513	346			
Supplier possesses developed project management abilities	Between Groups	13,767	2	6,884	7,600	,001
	Within Groups	311,587	344	,906		
	Total	325,354	346			

.

By the use of one-factor analysis of variance, the influence of enterprise size on supplier's readiness to share key technological information is examined. The enterprises are divided according to the size into: small, medium and big. Statistically significant difference is determined at the level p<0,05 in relation to enterprise size F(2, 344)=3,417. In spite of statistical difference, the real difference between mean values of groups is very small. The size of this difference, expressed by eta squared indicators is 0,019. Further comparisons, conducted by Games–Howell test, showed that mean values of the first group (small enterprises) (M=2,97; SD=0,911) is significantly different from the third group (big enterprise) (M=3,27; SD=0,770).

By the use of one-factor analysis of variance, the influence of enterprise size on supplier's readiness to support development and progress of production process is examined. The enterprises are divided according to the size into: small, medium and big. Statistically significant difference is determined at the level p<0,05 in relation to enterprise size F(2, 344)=9,566. In spite of statistical difference, the real difference between mean values of groups is very small. The size of this difference, expressed by eta squared indicators is 0,052. Further comparisons, conducted by Games–Howell test, showed that mean values of the first group (small enterprises) (M=3,03; SD=0,841) is significantly different from the third group (big enterprise) (M=3,47; SD=0,770). Then the second group (medium enterprise) (M=3,15; SD=0,843) is significantly different from the third group (big enterprise) (M=3,47; SD=0,770).

By the use of one-factor analysis of variance, the influence of enterprise size on supplier's pro-activity is examined. The enterprises are divided according to the size into: small, medium and big. Statistically significant difference is determined at the level p<0,05 in relation to enterprise size F(2, 344) = 13,027. In spite of statistical difference, the real difference between mean values of groups is very small. The size of this difference, expressed by eta squared indicators is 0,07. Further comparisons, conducted by Games–Howell test, showed that mean values of the first group (small enterprises) (M=3,23; SD=0,880) is significantly different from the third group (big enterprise) (M=2,75; SD=0,935). Then the second group (medium enterprise) (M=3,17; SD=0,838) is significantly different from the third group (big enterprise) (M=3,47; SD=0,770).

By the use of one-factor analysis of variance, the influence of enterprise size on suppliers' project management developed abilities is examined. The enterprises are divided according to the size into: small, medium and big. Statistically significant difference is determined at the level p<0,05 in relation to enterprise size F(2, 344)=7,600. In spite of statistical difference, the real difference between mean values of groups is very small. The size of this difference, expressed by eta squared indicators is 0,04. Further comparisons, conducted by Tukey HSD test, showed that mean values of the first group (*small enterprises*) (M=2,83; SD=1,046) is significantly different from the third group (*big enterprise*) (M=3,36 ; SD=,829).

4 DISCUSSION

In the first part of research section of the paper, descriptive analysis of the survey was presented. This section shows that suppliers are expected to show more engagement in company's effort in the process of new product design. In further segment of the research we used ANOVA test (Tab. 3) to find statistically significant differences between groups. According to this statistical analysis we can formulate answers to research question.

In the first research question we have not found statistically significant difference between enterprise size and supplier's readiness to participate in construction of innovative relationship with customers. Although descriptive statistics showed that suppliers should make more contribution, suppliers are still relatively far away from the final customers. In this way, we can explain the lack of statistically significant difference.

In the second research question we have not found statistically significant difference between enterprise size and the level of supplier's technological capacity either. The majority of respondents' answers were between good and satisfying level of supplier's technological capacity. The level of technological capacity is an internal supplier's factor that depends on internal strategy and business policy of the supplier. However, technological capacities are constantly changing and new technological solutions are emerging constantly on the free market.

In the third research question we have identified statistically significant differences between enterprise size and suppliers' readiness to share key technological information. In this question, small enterprises are statistically different from big enterprises. This is understandable due to the fact that small and big enterprises are different in many aspects. However, although we have statistically significant difference, eta–square shows us that this difference is, in fact, small. The influence of the internet and easy data access is the main reason for such result.

In the fourth research question we have identified statistically significant differences between enterprise size and suppliers' readiness to support development and progress of production process. In this question we obtained statistically significant differences between small and big enterprises. Eta–square shows us that the real difference is from small to medium intensity. The influence of the supplier on development of production

process is an important segment for small and medium enterprises that have to rely more on suppliers. On the other hand, development of production technique is such that more efficient and cheaper new production solutions could be reached in an easy way.

In the fifth research question we have identified statistically significant differences between enterprise size and suppliers' readiness to show pro-activity in approach. As it was seen in the previous questions, eta–square shows us that the real difference is small. In this question, we also have statistically significant differences between small and medium enterprises and also between medium and big enterprises. Small and medium enterprises are more focused on cooperation in order to fill disadvantages of their organisational structure.

In the sixth question we have also identified statistically significant differences between enterprise size and development of suppliers' project management. Unfortunately, eta–square shows us that real differences are trivial in this question, as well. Statistical difference is identified between small and big enterprises.

From the research effort, we can conclude that it is very difficult to identify functions even groups of functions that suppliers should possess. This could be well noticed by the analysis of partial eta–squares that showed in all statistically significant questions small differences, in fact. The problem lies in the fact that in some time segments, some supplier's functions become more important. The suppliers themselves also, at some time period transform under the influence of competition, technology and market development.

According to the conducted research, we have seen so far that it is not possible to single out concrete factors when choosing a supplier. Although we have obtained certain results that are statistically significant, the real differences between enterprise size and basic factors of choice are trivial. Nevertheless, we have obtained similar results in the research when we used instead of enterprise size an enterprise type, profitability in the previous period, frequency of research and development efforts (R&D). Those will be presented in the future research.

5 CONCLUSION

From the conducted research, it could be seen that it is practically impossible to create final list of characteristics that suppliers have to possess. Supply chain is of great importance not only for current products that secure survival of the enterprises but also for the new products that secure the development of enterprises. These two components, survival and development, are inextricably linked for business environment which is under more and more stress by competitors. Those who are not capable of proper managing of development and logistic functions may expect the appearance of superior competitor that may take over the market.

5 REFERENCES

[1] Sjoerdsmaa, M., J.van Weeleb, A., (2015). Managing supplier relationships in a new product development context. *Journal of Purchasing and Supply Management*, Volume 21, Issue 3, pp.192-203, https://doi.org/10.1016/ j.pursup.2015.05.002

[2] Nayari-Shirkouhi, S., Keramati, A., Rezaie, K., (2015). Investigating the effects of customer relationship management and supplier relationship management on new product development. *Technical Gazette - Tehnički vjesnik*, 22, 1, pp.191-200, ISSN 1330-3651.

[3] Pulles, N., Veldman, J., Schiele, H., (2014). Identifying innovative suppliers in business networks: An empirical study. Industrial Marketing Management, Vol.43, pp.409-418

[4] Johnesen, T.E., (2009). Supplier involvement in new product development and innovation: Taking stock and looking to the future. *Journal of Purchasing & Supply Management*, Vol 15, pp.187-197, ISSN: 1478-4092

[5] Hoskisson, R.E., Eden, L., Lau, C.M., Wright, M., (2000). Strategy in Emerging Economies. *Acad.Manag.Journal*., 43 (3), pp.249-267, Print ISSN: 0001-4273, Online ISSN: 1948-0989.

[6] Wang, J.J., Li, J.J., Chang, J., (2016). Product co-development in an emerging market: The role of buyer-supplier compatibility and institutional development. *Journal of Operations Management*, 46, pp.69-83, Elsevier B.V., ISSN: 0272-6963.

[7] Chursin, A., Vlasov, Y., Makarov, Y. (2017). Innovation as a Basis for Competitiveness, Theory and Practice, Moscow, Russia: Springer, pp. 95, ISBN 978-3-319-40600-8.

[8] Ivković, Č., Stanković, R., Šafran, M., (2010). Optimisation of Distribution Network Applying Logistic Outsourcing. *Promet – Traffic & Transportation*, Vol. 22, No. 2, pp.87-94, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Croatia.

[9] Logožar, K., Završnik, B., Jermen, D., (2006). Relationship between Logistics Service's Perceived Value and Outsourcing of Logistics Activities. *Promet - Traffic & Transportation*, Vol. 18, No. 4, pp.261-270, Fakultet prometnih znanosti, Sveučilište u Zagrebu, Croatia.

[10]Vorkapić, M., Radovanović, F., Ćoćkalo, D., Đorđević, D., NPD in small manufacturing enterprises in Serbia. *Technical Gazette - Tehnički vjesnik*, Vol.24, No.1(2017), pp.327-332 , ISSN 1330-3651 (Print), ISSN 1848-6339 (Online) DOI: 10.17559/TV-20150807185156.
[11]Petersen, K. J.; Handfield, R. B.; Ragatz, G. L., (2003). A Model of Supplier Integration into New Product Development. *Journal of Product Innovation Management*. 20, 4, pp.284-299, Online ISSN: 1540-5885.
[12]Lawson B., Krause D., Potter A., (2015). Improving supplier NPD performance: the role of supplier development, *Journal of Production and Innovation Management*, 32 (5), pp.777-792, Online ISSN: 1540-5885.
[13]Johnsen, T.E., (2009). Supplier involvement in new product development and innovation: Taking stock and looking to the future. *Journal of Purchasing and Supply Management* Vol.15 (3), pp.187–97
[14]Eisenhardt, K. M., Tabrizi, B.N., (1995). Accelerating adaptive processes: Product innovation in the global computer industry. *Administrative Science Quarterly* Vol.40, pp. 84–110.
[15]Primo, M. A. M., and S. D. Amundson. 2002. An exploratory study of the effects of supplier relationships on new product development outcomes. *Journal of Operations Management*. Vol.20 (1), pp.33–52.
[16]King, B. E., Penleskey, R.J., (1992). Impediments to timely delivery of new products at an industrial product firm. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol.12, pp.56–65
[17]von Corswant, F., Fredriksson, P., (2002). Sourcing trends in the car industry: A survey of car manufacturers' and suppliers' strategies and relations. *International Journal of Operations & Production Management* , Vol. 22 (7), pp.741–58
[18]Hae-Young Kim Restor Dent Endod, (2014). Feb; 39(1): 74–77. Published online 2014 Jan 20. doi:10.5395/rde.2014.39.1.74

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

За кандидата: **Индира И. Попадић**

Име и презиме ментора: **др. Ђорђе Николић**

Звање: **ванредни професор**

Установа у којој је запослен: **Технички факултет у Бору Универзитета у Београду**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (SCI) листе који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Arsić, S., **Nikolić, D**., Mihajlović, I., Fedajev, A., Živković, Ž., A New Approach Within ANP-SWOT Framework for Prioritization of Ecosystem Management and Case Study of National Park Djerdap, Serbia, ***Ecological Economics, Vol. 146, 2018, pp. 85-95. (doi: 10.1016/j.ecolecon.2017.10.006, ISSN- 0921-8009; часопис је на SCI листи са IF(2017)=3.895, ранг часописа M21a-21/353 за 2017.г.)***
2. Nikolić, N., Jovanović, I., **Nikolić, D.**, Mihajlović, I., Schulte, P., Investigation of the Factors Influencing SME Failure as a Function of Its Prevention and Fast Recovery after Failure, ***Entrepreneurship Research Journal, 2018, Article in press. (doi: 10.1515/erj-2017-0030, ISSN- 2194-6175; часопис је на SCII листи са IF(2017)=1.25, ранг часописа M23-107/140 за 2017.г.)***
3. Živković, Ž., Nikolić, D., Savić, M., Djordjević, P., Mihajlović, I., Prioritizing Strategic Goals in Higher Education Organizations by Using a SWOT–PROMETHEE/GAIA–GDSS Model, ***Group Decision and Negotiation, Vol. 26, No 4, 2017, pp. 829-846. (doi: 10.1007/s10726-017-9533-y, ISSN- 0926-2644; часопис је на SCII листи са IF(2017)=1.896, ранг часописа M22-105/209 за 2017.г.)***
4. Djordjevic, P., **Nikolic, Dj.**, Jovanovic, I., Mihajlovic, I., Savic, M., Zivkovic, Z, Episodes of extremely high concentrations of SO_2 and particulate matter in the urban environment of Bor, Serbia, ***Environmental Research, Vol 126, 2013, pp. 204-207. (doi:10.1016/j.envres.2013.05.002, ISSN- 0013-9351; часопис је на SCI листи са IF(2013)=3.951, ранг часописа M21-21/216 за 2013.г.)***
5. Arsić Milica, **Nikolić Đorđe**, Đorđević Predrag, Mihajlovic Ivan, Živković Živan, Episodes of extremely high concentrations of tropospheric ozone in the urban environment in Bor – Serbia, ***Atmospheric Environment, Vol 45, No 32, 2011, pp. 5716-5724. (doi:10.1016/j.atmosenv.2011.07.024, ISSN- 1352-2310; часопис је на SCI листи са IF(2011)=3.465, ранг часописа M21-25/205 за 2011.г.)***
6. **Djordje Nikolić**, Novica Milošević, Ivan Mihajlović, Živan Živković, Viša Tasić, Renata Kovačević, Nevenka Petrović, Multi-criteria Analysis of Air Pollution with SO_2 and PM_{10} in Urban Area Around the Copper Smelter in Bor, Serbia, ***Water, Air and Soil Pollution, Vol 206, 2010, pp. 369-383. (ISSN- 0049-6979: часопис је на SCI листи са IF(2010)=1.765, ранг часописа M21-19/76 за 2010.г.)***
7. **Đorđe Nikolić**, Ivan Jovanović, Ivan Mihajlović, Živan Živković, Multi-criteria ranking of copper concentrates according to their quality- An element of environmental management in the vicinity of copper-smelting complex in Bor,Serbia, ***Journal of Environmental Management, Vol 91, No 2, 2009, pp. 509-515.(ISSN- 0301-4797: часопис је на SCI листи са IF(2009)=2.367, ранг часописа M21-53/181 за 2009. г.)***
8. N. Milijić, I. Mihajlović, **Đ. Nikolić**, Ž. Živković, Multicriteria analysis of safety climate measurements at workplaces in production industries in Serbia, ***International Journal of Industrial Ergonomics, Vol 44, No 4, 2014, pp. 510-519.***

(doi:10.1016/j.ergon.2014.03.004, ISSN- 0169-8141; часопис је на SCI листи са IF(2014)=1.070, ранг часописа M23-25/43 за 2014.г.)

9. Arsić, M., **Nikolić., Dj.**, Živković, Ž., Urošević, S., Mihajlović, I., The effects of TQM on employee loyalty in transition economy, Serbia, ***Total Quality Management and Business Excellence, Vol 23, No 5-6, 2012, pp. 719-729. (doi: 10.1080/14783363.2012.669930, ISSN- 1478-3363; часопис је на SSCI листи са IF(2012)=0.894, ранг часописа M23-111/174 за 2012.г.)***

Датум: **ДЕКАН ФАКУЛТЕТА**

11.09.2020.г.

_____

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-10
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Одређује се Комисија за одбрану семинарског рада у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације кандидата: **Зорана Радојевића,** мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом: **"Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима"** у саставу:

1. др Милован Вуковић, редовни професор Техничког факултета у Бору,
2. др Снежана Урошевић, редовни професор Техничког факултета у Бору,
3. др Данијела Воза, доцент Техничког факултета у Бору.

Доставити:
- именованом
- члановима Комисије
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

ЗАПИСНИК
СА XVI СЕДНИЦЕ ВЕЋА КАТЕДРЕ ЗА МЕНАЏМЕНТ, одржане електронским путем дана 17.09.2020.године

По свим тачкама предложеног дневног реда своју писмену сагласност електронским путем су доставили следећи чланови катедре: проф. др Иван Михајловић, проф. др Дејан Ризнић, проф. др Снежана Урошевић проф. др Ивана Ђоловић, проф. др Милован Вуковић, проф. др Дејан Богдановић, проф. др Иван Јовановић, проф. др Драгиша Станујкић, проф. др Ђорђе Николић, проф. др Милица Величковић, проф.др Исидора Милошевић, проф. др Предраг Ђорђевић, доц. др Данијела Воза, доц. др Ненад Милијић, доц. др Милена Јевтић, доц. др Марија Панић, доц. др Александра Федајев, доц. др Санела Арсић, доц. др Ивана Станишев, доц.др Ивица Николић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Сандра Васковић, наставник енглеског језика Славица Стевановић, асист. Анђелка Стојановић, асист. Бранислав Иванов, асист. Момир Поповић, сарад. Адријана Јевтић,

Своје изјашњавање по тачкама дневног реда нису доставили следећи чланови катедре: доц. др Дарко Коцев

Седницу води шеф катедре, проф. др Ђорђе Николић

Своју писану сагласност је доставило 28 од 29 чланова катедре, те сходно томе постоји кворум за пуноважно одлучивање.

Усвојен је следећи дневни ред:

1. Усвајање записника са XV седнице катедре одржане 10.09.2020.године.
2. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије II степена.
3. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије III степена.
4. Покретање поступка за избор једног сарадника за ужу научну област Економија.
5. Формирање комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата MSc Индире Попадић, студента докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
6. Формирање комисије за одбрану семинарског рада у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације- кандидат Зоран Радојевић студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент.
8. Разно

Рад по тачкама:

Тачка 1. Записник са XV седнице Катедре за менаџмент, одржане 10.септембра 2020.године, усвојен је једногласно (са 28 гласова ЗА) без примедби.

Тачка 2., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије II степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Снежана Урошевић.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 3., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије III степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Милован Вуковић, који тренутно обавља функицију заменика руководиоца студијског програма Инжењерски менаџмент на докторским академским студијима, и који при томе испуњава услове да је ангажован као ментор на докторским академским студијама.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 4. Дат је предлог за покретање поступка за избор једног сарадника у настави у за ужу научну област Економија. У ту сврху предложена је и следећа комисија за писање реферета:

1. **Проф. др Дејан Ризнић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,
2. **др Александра Федајев**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,
3. **Проф. др Лела Ристић**, редовни професор, Универзитет у Крагујевцу, Економски факултет, члан комисије.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог за покретање поступка са саставом предложене комисије и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 5. На основу захтева број VI-1/11-171 од 16.09.2020.године, који је поднела MSc Индира Попадић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог за формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, са радним насловом: ***„Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП“***.

Предложена је Комисија у следећем саставу:

1. **Проф. др Ђорђе Николић,** ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,

2. **Проф.др Иван Јовановић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

3. **Проф. др Сања Маринковић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука, члан комисије.

4. **Проф. др Исидора Милошевић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

5. **др. Санела Арсић**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

Такође, предлог је да се за ментора одреди проф.др Ђорђе Николић, ванредни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, која има већи број публикованих радова у часописима са СЦИ листе.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије, као и предлог ментора и да се исти проследе Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 6. На основу захтева број VI-1/11-162 од 09.09.2020.године, који је поднео Зоран Радојевић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог састава комисије за одбрану семинарског рада, под називом:"***Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима***", који се реализује у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације. Предложени чланови комисије су:
1. проф.др Милован Вуковић, редовни професор,
2. проф.др Снежана Урошевић, редовни професор,
3. др Данијела Воза, доцент.
Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије и исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент, и то:

7.1. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Стефану Радојковићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње ALU и PVC врата у предузећу „Лифт елинг" Бор***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.2. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Јовану Петровићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Одређивање просторних промена квалитета воде реке Јужне Мораве и њених притока применом мултиваријационих статистичких техника***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, доцент, члан комисије.

7.3. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Павловић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Испитивање утицаја демографских карактеристика испитаника на степен личног еколошког отиска***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, члан комисије.

7.4. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Абрашевић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Избор стратегија помоћу SWOT-AHP методологије у пословању привредног друштва „SIGNALING“ D.O.O.***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др, Исидора Милошевић, ментор,
2. проф.др Ђорђе Николић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.5. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Братиславу Павловићи** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње декоративног камена у грађевинској организацији „Stone Crete”, Београд***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.6. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Ани Милосављевић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Управљање ризиком коришћења друштвених медија у пословним организацијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др Марија Панић, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Данијела Воза, члан комисије.

7.7. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Јелени Станковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа потенцијала технолошких предвиђања и употребе технолошких иновација у производним компанијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.8. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Маји Петковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа процеса технолошких предвиђања у различитим индустријским секторима***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.9. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Александри Барбуловић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Моделовање процеса технолошких предвиђања као услова стратешког технолошког планирања***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

<u>Тачка 8.</u> Разно.

Записник седнице закључен у 10:00.

У Бору, 17.09.2020.године

_____

Проф.др Ђорђе Николић
шеф Катедре за менаџмент

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
КАТЕДРА ЗА МЕТАЛУРШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ЗАПИСНИК
СА XIX СЕДНИЦЕ ВЕЋА КАТЕДРЕ ЗА МЕТАЛУРШКО ИНЖЕЊЕРСТВО
Техничког факултета у Бору, одржане 16. 09. 2020. године
са почетком у 10.00 часова, у сали М-35

Седници су присуствовали: проф. др Нада Штрбац, проф. др Драган Манасијевић, проф. др Весна Грекуловић, проф. др Љубиша Балановић, доц. др Александра Митовски, доц. др Милан Горгиевски, дипл. инж. Милица Здравковић, асист., дипл. инж. Кристина Божиновић, асист., дипл. инж. Миљан Марковић, сар., Јаворка Стошић, лаборант.
Одсутни: Радмила Илић, лаборант (боловање).

Д н е в н и р е д:

1. Усвајање записника са XVIII седнице;
2. Предлог о покретању поступка за расписивање конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство са пуним радним временом и предлог Комисије за писање реферата;
3. Разно.

Рад по тачкама дневног реда:

Тачка 1

Записник са XVIII седнице Већа катедре усвојен је једногласно, без примедби.

Тачка 2

Веће катедре предлаже Наставно-научном већу да донесе одлуку о покретању поступка за расписивање конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област – Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство, са пуним радним временом.
Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:
1. Др Милан Горгиевски, доцент Техничког факултета у Бору – председник,
2. Др Александра Митовски, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
3. Др Мирослав Сокић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина (ИТНМС) у Београду – члан.

Тачка 3

Није било дискусије.

У Бору, 16. 09. 2020. године

Технички секретар Катедре — Шеф Катедре

Доц. др Александра Митовски — Проф. др Весна Грекуловић

Достављено:
- *Архиви Факултета*
- *Архиви Катедре*
- *Студентској служби*

ЗАПИСНИК
СА XVI СЕДНИЦЕ ВЕЋА КАТЕДРЕ ЗА МЕНАЏМЕНТ, одржане електронским путем дана 17.09.2020.године

По свим тачкама предложеног дневног реда своју писмену сагласност електронским путем су доставили следећи чланови катедре: проф. др Иван Михајловић, проф. др Дејан Ризнић, проф. др Снежана Урошевић проф. др Ивана Ђоловић, проф. др Милован Вуковић, проф. др Дејан Богдановић, проф. др Иван Јовановић, проф. др Драгиша Станујкић, проф. др Ђорђе Николић, проф. др Милица Величковић, проф.др Исидора Милошевић, проф. др Предраг Ђорђевић, доц. др Данијела Воза, доц. др Ненад Милијић, доц. др Милена Јевтић, доц. др Марија Панић, доц. др Александра Федајев, доц. др Санела Арсић, доц. др Ивана Станишев, доц.др Ивица Николић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Сандра Васковић, наставник енглеског језика Славица Стевановић, асист. Анђелка Стојановић, асист. Бранислав Иванов, асист. Момир Поповић, сарад. Адријана Јевтић,

Своје изјашњавање по тачкама дневног реда нису доставили следећи чланови катедре: доц. др Дарко Коцев

Седницу води шеф катедре, проф. др Ђорђе Николић

Своју писану сагласност је доставило 28 од 29 чланова катедре, те сходно томе постоји кворум за пуноважно одлучивање.

Усвојен је следећи дневни ред:

1. Усвајање записника са XV седнице катедре одржане 10.09.2020.године.
2. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије II степена.
3. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије III степена.
4. Покретање поступка за избор једног сарадника за ужу научну област Економија.
5. Формирање комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата MSc Индире Попадић, студента докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
6. Формирање комисије за одбрану семинарског рада у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације- кандидат Зоран Радојевић студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент.
8. Разно

Рад по тачкама:

Тачка 1. Записник са XV седнице Катедре за менаџмент, одржане 10.септембра 2020.године, усвојен је једногласно (са 28 гласова ЗА) без примедби.

Тачка 2., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије II степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Снежана Урошевић.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 3., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије III степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Милован Вуковић, који тренутно обавља функицију заменика руководиоца студијског програма Инжењерски менаџмент на докторским академским студијима, и који при томе испуњава услове да је ангажован као ментор на докторским академским студијама.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 4. Дат је предлог за покретање поступка за избор једног сарадника у настави у за ужу научну област Економија. У ту сврху предложена је и следећа комисија за писање реферета:

1. **Проф. др Дејан Ризнић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,

2. **др Александра Федајев**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

3. **Проф. др Лела Ристић**, редовни професор, Универзитет у Крагујевцу, Економски факултет, члан комисије.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог за покретање поступка са саставом предложене комисије и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 5. На основу захтева број VI-1/11-171 од 16.09.2020.године, који је поднела MSc Индира Попадић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог за формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, са радним насловом: ***„Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП“***.

Предложена је Комисија у следећем саставу:

1. **Проф. др Ђорђе Николић,** ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,

2. **Проф.др Иван Јовановић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

3. **Проф. др Сања Маринковић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука, члан комисије.

4. **Проф. др Исидора Милошевић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

5. **др. Санела Арсић**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

Такође, предлог је да се за ментора одреди проф.др Ђорђе Николић, ванредни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, која има већи број публикованих радова у часописима са СЦИ листе.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије, као и предлог ментора и да се исти проследе Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 6. На основу захтева број VI-1/11-162 од 09.09.2020.године, који је поднео Зоран Радојевић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог састава комисије за одбрану семинарског рада, под називом:"***Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима***", који се реализује у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације. Предложени чланови комисије су:
1. проф.др Милован Вуковић, редовни професор,
2. проф.др Снежана Урошевић, редовни професор,
3. др Данијела Воза, доцент.
Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије и исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент, и то:

7.1. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Стефану Радојковићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње ALU и PVC врата у предузећу „Лифт елинг" Бор***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.2. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Јовану Петровићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Одређивање просторних промена квалитета воде реке Јужне Мораве и њених притока применом мултиваријационих статистичких техника***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, доцент, члан комисије.

7.3. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Павловић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Испитивање утицаја демографских карактеристика испитаника на степен личног еколошког отиска***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, члан комисије.

7.4. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Абрашевић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Избор стратегија помоћу SWOT-AHP методологије у пословању привредног друштва „SIGNALING“ D.O.O.***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др, Исидора Милошевић, ментор,
2. проф.др Ђорђе Николић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.5. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Братиславу Павловићи** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње декоративног камена у грађевинској организацији „Stone Crete”, Београд***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.6. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Ани Милосављевић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Управљање ризиком коришћења друштвених медија у пословним организацијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др Марија Панић, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Данијела Воза, члан комисије.

7.7. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Јелени Станковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа потенцијала технолошких предвиђања и употребе технолошких иновација у производним компанијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.8. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Маји Петковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа процеса технолошких предвиђања у различитим индустријским секторима***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.9. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Александри Барбуловић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Моделовање процеса технолошких предвиђања као услова стратешког технолошког планирања***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

<u>Тачка 8.</u> Разно.

Записник седнице закључен у 10:00.

У Бору, 17.09.2020.године

_____

Проф.др Ђорђе Николић
шеф Катедре за менаџмент

ЗАПИСНИК
СА XVI СЕДНИЦЕ ВЕЋА КАТЕДРЕ ЗА МЕНАЏМЕНТ, одржане електронским путем дана 17.09.2020.године

По свим тачкама предложеног дневног реда своју писмену сагласност електронским путем су доставили следећи чланови катедре: проф. др Иван Михајловић, проф. др Дејан Ризнић, проф. др Снежана Урошевић проф. др Ивана Ђоловић, проф. др Милован Вуковић, проф. др Дејан Богдановић, проф. др Иван Јовановић, проф. др Драгиша Станујкић, проф. др Ђорђе Николић, проф. др Милица Величковић, проф.др Исидора Милошевић, проф. др Предраг Ђорђевић, доц. др Данијела Воза, доц. др Ненад Милијић, доц. др Милена Јевтић, доц. др Марија Панић, доц. др Александра Федајев, доц. др Санела Арсић, доц. др Ивана Станишев, доц.др Ивица Николић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Сандра Васковић, наставник енглеског језика Славица Стевановић, асист. Анђелка Стојановић, асист. Бранислав Иванов, асист. Момир Поповић, сарад. Адријана Јевтић,

Своје изјашњавање по тачкама дневног реда нису доставили следећи чланови катедре: доц. др Дарко Коцев

Седницу води шеф катедре, проф. др Ђорђе Николић

Своју писану сагласност је доставило 28 од 29 чланова катедре, те сходно томе постоји кворум за пуноважно одлучивање.

Усвојен је следећи дневни ред:

1. Усвајање записника са XV седнице катедре одржане 10.09.2020.године.
2. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије II степена.
3. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије III степена.
4. Покретање поступка за избор једног сарадника за ужу научну област Економија.
5. Формирање комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата MSc Индире Попадић, студента докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
6. Формирање комисије за одбрану семинарског рада у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације- кандидат Зоран Радојевић студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент.
8. Разно

Рад по тачкама:

Тачка 1. Записник са XV седнице Катедре за менаџмент, одржане 10.септембра 2020.године, усвојен је једногласно (са 28 гласова ЗА) без примедби.

Тачка 2., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије II степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Снежана Урошевић.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 3., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије III степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Милован Вуковић, који тренутно обавља функицију заменика руководиоца студијског програма Инжењерски менаџмент на докторским академским студијима, и који при томе испуњава услове да је ангажован као ментор на докторским академским студијама.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 4. Дат је предлог за покретање поступка за избор једног сарадника у настави у за ужу научну област Економија. У ту сврху предложена је и следећа комисија за писање реферета:

1. **Проф. др Дејан Ризнић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,
2. **др Александра Федајев**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,
3. **Проф. др Лела Ристић**, редовни професор, Универзитет у Крагујевцу, Економски факултет, члан комисије.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог за покретање поступка са саставом предложене комисије и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 5. На основу захтева број VI-1/11-171 од 16.09.2020.године, који је поднела MSc Индира Попадић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог за формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, са радним насловом: ***„Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП“***.

Предложена је Комисија у следећем саставу:

1. **Проф. др Ђорђе Николић,** ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,

2. **Проф.др Иван Јовановић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

3. **Проф. др Сања Маринковић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука, члан комисије.

4. **Проф. др Исидора Милошевић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

5. **др. Санела Арсић**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

Такође, предлог је да се за ментора одреди проф.др Ђорђе Николић, ванредни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, која има већи број публикованих радова у часописима са СЦИ листе.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије, као и предлог ментора и да се исти проследе Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 6. На основу захтева број VI-1/11-162 од 09.09.2020.године, који је поднео Зоран Радојевић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог састава комисије за одбрану семинарског рада, под називом:"***Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима***", који се реализује у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације. Предложени чланови комисије су:
1. проф.др Милован Вуковић, редовни професор,
2. проф.др Снежана Урошевић, редовни професор,
3. др Данијела Воза, доцент.
Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије и исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент, и то:

7.1. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Стефану Радојковићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње ALU и PVC врата у предузећу „Лифт елинг" Бор***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.2. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Јовану Петровићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Одређивање просторних промена квалитета воде реке Јужне Мораве и њених притока применом мултиваријационих статистичких техника***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, доцент, члан комисије.

7.3. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Павловић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Испитивање утицаја демографских карактеристика испитаника на степен личног еколошког отиска***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, члан комисије.

7.4. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Абрашевић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Избор стратегија помоћу SWOT-AHP методологије у пословању привредног друштва „SIGNALING“ D.O.O.***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др, Исидора Милошевић, ментор,
2. проф.др Ђорђе Николић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.5. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Братиславу Павловићи** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње декоративног камена у грађевинској организацији „Stone Crete”, Београд***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.6. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Ани Милосављевић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Управљање ризиком коришћења друштвених медија у пословним организацијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др Марија Панић, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Данијела Воза, члан комисије.

7.7. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Јелени Станковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа потенцијала технолошких предвиђања и употребе технолошких иновација у производним компанијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.8. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Маји Петковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа процеса технолошких предвиђања у различитим индустријским секторима***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.9. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Александри Барбуловић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Моделовање процеса технолошких предвиђања као услова стратешког технолошког планирања***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

<u>Тачка 8.</u> Разно.

Записник седнице закључен у 10:00.

У Бору, 17.09.2020.године

_____

Проф.др Ђорђе Николић
шеф Катедре за менаџмент

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-13-10
Бор, године

ПРЕДЛОГ

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до године, донело је

О Д Л У К У

I Одређује се Комисија за одбрану семинарског рада у оквиру специјалног курса за дефинисање теме докторске дисертације кандидата: **Зорана Радојевића,** мастер менаџмента, студента докторских академских студија студијског програма Инжењерски менаџмент, под називом: **"Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима"** у саставу:

1. др Милован Вуковић, редовни професор Техничког факултета у Бору,
2. др Снежана Урошевић, редовни професор Техничког факултета у Бору,
3. др Данијела Воза, доцент Техничког факултета у Бору.

Доставити:
- именованом
- члановима Комисије
- архиви

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
КАТЕДРА ЗА МЕТАЛУРШКО ИНЖЕЊЕРСТВО

ЗАПИСНИК
СА XIX СЕДНИЦЕ ВЕЋА КАТЕДРЕ ЗА МЕТАЛУРШКО ИНЖЕЊЕРСТВО
Техничког факултета у Бору, одржане 16. 09. 2020. године
са почетком у 10.00 часова, у сали М-35

Седници су присуствовали: проф. др Нада Штрбац, проф. др Драган Манасијевић, проф. др Весна Грекуловић, проф. др Љубиша Балановић, доц. др Александра Митовски, доц. др Милан Горгиевски, дипл. инж. Милица Здравковић, асист., дипл. инж. Кристина Божиновић, асист., дипл. инж. Миљан Марковић, сар., Јаворка Стошић, лаборант.
Одсутни: Радмила Илић, лаборант (боловање).

Д н е в н и р е д:

1. Усвајање записника са XVIII седнице;
2. Предлог о покретању поступка за расписивање конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство са пуним радним временом и предлог Комисије за писање реферата;
3. Разно.

Рад по тачкама дневног реда:

Тачка 1

Записник са XVIII седнице Већа катедре усвојен је једногласно, без примедби.

Тачка 2

Веће катедре предлаже Наставно-научном већу да донесе одлуку о покретању поступка за расписивање конкурса за избор једног универзитетског сарадника у звање сарадника у настави за ужу научну област – Екстрактивна металургија и металуршко инжењерство, са пуним радним временом.
Предлаже се Комисија за писање реферата у саставу:
1. Др Милан Горгиевски, доцент Техничког факултета у Бору – председник,
2. Др Александра Митовски, доцент Техничког факултета у Бору – члан;
3. Др Мирослав Сокић, научни саветник Института за технологију нуклеарних и других минералних сировина (ИТНМС) у Београду – члан.

Тачка 3

Није било дискусије.

У Бору, 16. 09. 2020. године

Технички секретар Катедре — Шеф Катедре

Доц. др Александра Митовски — Проф. др Весна Грекуловић

Достављено:
- *Архиви Факултета*
- *Архиви Катедре*
- *Студентској служби*

ЗАПИСНИК
СА XVI СЕДНИЦЕ ВЕЋА КАТЕДРЕ ЗА МЕНАЏМЕНТ, одржане електронским путем дана 17.09.2020.године

По свим тачкама предложеног дневног реда своју писмену сагласност електронским путем су доставили следећи чланови катедре: проф. др Иван Михајловић, проф. др Дејан Ризнић, проф. др Снежана Урошевић проф. др Ивана Ђоловић, проф. др Милован Вуковић, проф. др Дејан Богдановић, проф. др Иван Јовановић, проф. др Драгиша Станујкић, проф. др Ђорђе Николић, проф. др Милица Величковић, проф.др Исидора Милошевић, проф. др Предраг Ђорђевић, доц. др Данијела Воза, доц. др Ненад Милијић, доц. др Милена Јевтић, доц. др Марија Панић, доц. др Александра Федајев, доц. др Санела Арсић, доц. др Ивана Станишев, доц.др Ивица Николић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Мара Манзаловић, наставник енглеског језика Ениса Николић, наставник енглеског језика Сандра Васковић, наставник енглеског језика Славица Стевановић, асист. Анђелка Стојановић, асист. Бранислав Иванов, асист. Момир Поповић, сарад. Адријана Јевтић,

Своје изјашњавање по тачкама дневног реда нису доставили следећи чланови катедре: доц. др Дарко Коцев

Седницу води шеф катедре, проф. др Ђорђе Николић

Своју писану сагласност је доставило 28 од 29 чланова катедре, те сходно томе постоји кворум за пуноважно одлучивање.

Усвојен је следећи дневни ред:

1. Усвајање записника са XV седнице катедре одржане 10.09.2020.године.
2. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије II степена.
3. Предлог Катедре за менаџмент за избор једног члана Комисије за студије III степена.
4. Покретање поступка за избор једног сарадника за ужу научну област Економија.
5. Формирање комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата MSc Индире Попадић, студента докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
6. Формирање комисије за одбрану семинарског рада у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације- кандидат Зоран Радојевић студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент.
7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент.
8. Разно

Рад по тачкама:

Тачка 1. Записник са XV седнице Катедре за менаџмент, одржане 10.септембра 2020.године, усвојен је једногласно (са 28 гласова ЗА) без примедби.

Тачка 2., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије II степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Снежана Урошевић.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 3., Дат је предлог да се за члана Комисије за студије III степена испред катедре за менаџмент изабере проф. др Милован Вуковић, који тренутно обавља функицију заменика руководиоца студијског програма Инжењерски менаџмент на докторским академским студијима, и који при томе испуњава услове да је ангажован као ментор на докторским академским студијама.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 4. Дат је предлог за покретање поступка за избор једног сарадника у настави у за ужу научну област Економија. У ту сврху предложена је и следећа комисија за писање реферета:

1. **Проф. др Дејан Ризнић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,

2. **др Александра Федајев**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

3. **Проф. др Лела Ристић**, редовни професор, Универзитет у Крагујевцу, Економски факултет, члан комисије.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог за покретање поступка са саставом предложене комисије и да се исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 5. На основу захтева број VI-1/11-171 од 16.09.2020.године, који је поднела MSc Индира Попадић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог за формирање Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, са радним насловом: ***„Развој и примена интегралног вишекритеријумског модела за приоритизацију иновативног учинка добављача у МСП“***.

Предложена је Комисија у следећем саставу:

1. **Проф. др Ђорђе Николић,** ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, председник комисије,

2. **Проф.др Иван Јовановић**, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

3. **Проф. др Сања Маринковић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Факултет организационих наука, члан комисије.

4. **Проф. др Исидора Милошевић**, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

5. **др. Санела Арсић**, доцент, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан комисије,

Такође, предлог је да се за ментора одреди проф.др Ђорђе Николић, ванредни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, која има већи број публикованих радова у часописима са СЦИ листе.

Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије, као и предлог ментора и да се исти проследе Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 6. На основу захтева број VI-1/11-162 од 09.09.2020.године, који је поднео Зоран Радојевић, студент докторских студија на студијском програму Инжењерски менаџмент, дат је предлог састава комисије за одбрану семинарског рада, под називом:"***Моделовање фактора од значаја за еколошки одговорно понашање запослених у индустријским предузећима***", који се реализује у оквиру предмета Теоријске основе за дефинисање теме докторске дисертације. Предложени чланови комисије су:
1. проф.др Милован Вуковић, редовни професор,
2. проф.др Снежана Урошевић, редовни професор,
3. др Данијела Воза, доцент.
Након разматрања ове тачке дневног реда, донета је једногласно (са 28 гласова ЗА) одлука да се усвоји предлог састава Комисије и исти проследи Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору на даље разматрање.

Тачка 7. Одређивање састава комисија за пријављене теме завршних и мастер радова студената на студијском програму Инжењерски менаџмент, и то:

7.1. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Стефану Радојковићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње ALU и PVC врата у предузећу „Лифт елинг" Бор***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.2. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Јовану Петровићу** одобри тема завршног рада, под називом: „***Одређивање просторних промена квалитета воде реке Јужне Мораве и њених притока применом мултиваријационих статистичких техника***". И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, доцент, члан комисије.

7.3. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Павловић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Испитивање утицаја демографских карактеристика испитаника на степен личног еколошког отиска***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. доц.др Данијела Воза, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Марија Панић, члан комисије.

7.4. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Милени Абрашевић** одобри тема завршног рада, под називом: „***Избор стратегија помоћу SWOT-AHP методологије у пословању привредног друштва „SIGNALING“ D.O.O.***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др, Исидора Милошевић, ментор,
2. проф.др Ђорђе Николић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.5. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Братиславу Павловићи** одобри тема завршног рада, под називом: „***Оптимизација производње декоративног камена у грађевинској организацији „Stone Crete”, Београд***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану завршног рада у саставу:

1. проф.др Дејан Богдановић, ментор,
2. проф.др Иван Јовановић, члан комисије,
3. доц.др Санела Арсић, члан комисије.

7.6. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидату **Ани Милосављевић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Управљање ризиком коришћења друштвених медија у пословним организацијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др Марија Панић, ментор,
2. проф.др Милован Вуковић, члан комисије,
3. доц.др Данијела Воза, члан комисије.

7.7. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Јелени Станковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа потенцијала технолошких предвиђања и употребе технолошких иновација у производним компанијама***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.8. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Маји Петковић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Вишекритеријумска анализа процеса технолошких предвиђања у различитим индустријским секторима***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

7.9. Једногласно (са 28 гласова ЗА) је донета одлука да се кандидаткињи **Александри Барбуловић** одобри тема мастер рада, под називом: „***Моделовање процеса технолошких предвиђања као услова стратешког технолошког планирања***“. И усвојена је комисија за оцену и одбрану мастер рада у саставу:

1. доц.др, Ненад Милијић, ментор,
2. проф.др Драгиша Станујкић, члан комисије,
3. проф.др, Исидора Милошевић, члан комисије.

<u>Тачка 8.</u> Разно.

Записник седнице закључен у 10:00.

У Бору, 17.09.2020.године

_____

Проф.др Ђорђе Николић
шеф Катедре за менаџмент