

Факултет Технички факултет у Бору

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ

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

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

КАНДИДАТ МАРИНА (Слободан) ПЕШИЋ

(име, име једног од родитеља и презиме)

студент докторских студија на студијском програму **Технолошко инжењерство**

пријавио је докторску дисертацију под називом:

Физичко – хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде водаиз научне области: **Технолошко инжењерство**

Универзитет је дана 28.01.2019. својим актом под бр. 61206-5758/2-18 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

Физичко – хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода

Име и презиме ментора: **Др Снежана Милић,**
редовни професор, Технички факултет у Бор

Комисија за оцену докторске дисертације именована је електронским изјашњавањем до **14.12.2020.** године одлуком факултета под бр. VI/4-16-8, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Милан Радовановић	ван. професор	Хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство	Технички факултет у Бору
2.	Др Ђорђе Николић	ред. професор	Индустријски менаџмент	Технички факултет у Бору
3.	Др Марјан Ранђеловић	ван. професор	Хемија	Природно математички факултет у Нишу

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

Датум стављања извештаја Комисије и докторске дисертације на увид јавности 12.01.2021.године

Наставно-научно веће факултета усвојило је извештај Комисије за оцену докторске дисертације електронским изјашњавањем до 17.02.2021. године

Комисија за одбрану докторске дисертације именована електронским изјашњавањем до 17.02.2021. године

одлуком факултета под бр. VI/4-19-56, у саставу:

	Име и презиме члана комисије	звање	научна област	Установа у којој је запослен
1.	Др Милан Радовановић	ван. професор	Хемија, хемијска технологија и хемијско инжењерство	Технички факултет у Бору
2.	Др Ђорђе Николић	ред. професор	Индустријски менаџмент	Технички факултет у Бору
3.	Др Марјан Ранђеловић	ван. професор	Хемија	Природно математички факултет У Нишу

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

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

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

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

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-19-5а
Бор, 18. 02. 2021. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору, чл. 44. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до 17. 02. 2021. године, донело је

О Д Л У К У

I Усваја се Извештај Комисије за оцену докторске дисертације кандидата **Марине Пешић**, дипл. инж. неорганске технологије студента докторских студија на студијском програму Технолошко инжењерство, под називом: „**Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода**“, на који није било примедби.

II Универзитет у Београду је дана **28. 01. 2019. године** дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

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

Рад у истакнутом међународном часопису (M22)

1. **Марина Пешић**, Снежана Милић, Маја Нујкић, Мирослава Марић, Determination of Heavy Metal Concentration and Correlation Analysis of Turbidity: a Case Study of the Zlot Source (Bor, Serbia), Water, Air and Soil Pollution, 231, 98 (2020), DOI: 10.1007/s11270-020-4453-x.
2. **Марина Пешић**, Снежана Милић, Маја Нујкић, Мирослава Марић, The impact of climatic parameters on the turbidity and natural organic matter content in drinking water in the City of Bor (Eastern Serbia), Environmental Earth Sciences, 79, 267 (2020), DOI: 10.1007/s12665-020-09016-0.

Рад у међународном часопису (M23)

1. **Марина Пешић**, Весна Ристић Вакањац, Борис Вакањац, Костадин Јованов, Turbidity simulation for short-term predictions: case study of the karst spring Surdup (Bor, Serbia), Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, 69, 9 (2016) 1183-1194.

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

Доставити:

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

**ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА**

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

Универзитет у Београду
Технички факултет у Бору
Број: VI/4-19-56
Бор, 18. 02. 2021. године

На основу чл. 49. Статута Техничког факултета у Бору, чл. 44. и 45. Правилника о докторским студијама на Техничком факултету у Бору и члана 20. став 11. Пословника о раду Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, Наставно-научно веће Факултета електронским изјашњавањем до 17. 02. 2021. године, донело је

О Д Л У К У

I Именује се Комисија за одбрану докторске дисертације кандидата **Марине Пешић**, дипл. инж. неорганске технологије студента докторских студија на студијском програму Технолошко инжењерство, под називом: **„Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода“**, у саставу:

1. Др Милан Радовановић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан Комисије;
2. Др Ђорђе Николић, редовни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору, члан Комисије;
3. Др Марјан Ранђеловић, ванредни професор, Универзитет у Нишу, ПМФ у Нишу, члан Комисије.

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

Доставити:

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

ПРЕДСЕДНИК
НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА

ДЕКАН

Проф. др Нада Штрбац

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата Марине Пешић, дипл.инж.технологије

Одлуком Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, бр. VI/4-16-8, од 15.12.2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену докторске дисертације кандидата Марине Пешић, дипл.инж.технологије, студента докторских академских студија на студијском програму Технолошко инжењерство, под називом:

„Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода“

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

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- Дана **08.11.2018. године**, кандидат Марина Пешић, дипл.инж.технологије, пријавила је израду докторске дисертације на Техничком факултету у Бору, заведену под бројем VI-1/10-327.

- Дана **16.11.2018. године**, на седници Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, донета је Одлука бр. VI/4-21-9.2. о именовању чланова Комисије за оцену научне заснованости предложене теме докторске дисертације кандидата Марине Пешић, дипл.инж.технологије.

- Дана **14.12.2018. године**, на седници Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, донета је Одлука бр. VI/4-22-13, о усвајању извештаја Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом: „Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода“. За ментора је именована др Снежана Милић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду.

- Дана **28.01.2019. године**, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду,

донело је Одлуку бр. 61206-5758/2-18., којом је дата сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Марине Пешић, дипл.инж.технологије, под називом: „Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода“.

- Дана **14.12.2020. године**, на седници Наставно-научног већа Техничког факултета у Бору, донета је Одлука бр. VI/4-16-8, о именовању чланова Комисије за оцену докторске дисертације у саставу:

1. Проф. др Милан Радовановић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
2. Проф. др Ђорђе Николић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору;
3. Проф. др Марјан Ранђеловић, ванредни професор, Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет у Нишу.

1.2. Научна област дисертације

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације припадају научној области Технолошко инжењерство за коју је матична установа Технички факултет у Бору, Универзитета у Београду. акредитован Ментор докторске дисертације је др Снежана Милић, редовни професор Техничког факултета у Бору, Универзитета у Београду, која је својим референцама потврдила компетентност за менторство.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Марина Пешић (девојачко презиме Николић) рођена је 23.04.1968. године у Зајечару. Основну и средњу школу је завршила у Бору. Године 1992 је дипломирала на Техничком факултету у Бору, одсек за неорганску хемијску технологију са просечном оценом 8,03 и оценом 10 на дипломском раду. Докторске студије је уписала школске 2016/2017 године на одсеку Технолошко инжењерство, Техничког факултета у Бору.

Јануара 1993. године запослила се у РТБ-у Бор у фабрици Сумпорне киселине. Досадашњи радни век је провела у привреди а задњих 16 година ради у Јавном комуналном предузећу „Водовод“ Бор. Од почетка радног стажа па до данас ради на пословима који су везани за заштиту животне средине и квалитет вода. Као руководица службе за производњу и контролу квалитета воде у Јавном комуналном предузећу „Водовод“ Бор ради на пословима производње, дистрибуције и контроле квалитета воде за пиће, од изворишта до крајњих конзумента, као и на примени нових метода и технологија који омогућавају сигурно водоснабдевање са аспекта квалитета воде за пиће.

Има положена два стручна испита: стручни испит у рударству из области заштите животне средине у рударству и стручни испит у технологији из области пречишћавања отпадних вода насталих у технолошком процесу производње сумпорне киселине. Такође, поседује Сертификат за стандард SRPS/IEC 17020:2012.

Као сарадник, учествовала је у изради и реализацији више пројеката, студија и елабората. Током докторских студија учествовала је на више домаћих и међународних конференција. Аутор је или коаутор више радова саопштених на националним и међународним конференцијама и аутор или коаутор неколико радова објављена у националним и међународним часописима од којих су 3 рада објављена у часописима са SCI листе.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Марине Пешић, дипл.инж.технологије, написана је на 150 страна, са 7 поглавља. Садржи 67 слика, 42 табеле и 261 литературни навод.

Дисертација је подељена на седам функционално повезаних поглавља и осталих пратећих садржаја:

1. Увод
 2. Преглед досадашњих истраживања
 3. Дефинисање предмета истраживања и истраживачких хипотеза
 4. Опште карактеристике истраживаног подручја
 5. Експериментални део
 6. Резултати и дискусија
 7. Закључак
- Литература

На почетку дисертације дата је захвалница кандидата, Извод на српском и енглеском језику, а на крају дисертације биографија кандидата, списак публикованих радова проистеклих из резултата докторске дисертације и 3 (три) прилога. По својој форми, садржају и постигнутим резултатима, дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде Универзитета у Београду.

2.2. Кратак приказ појединих поглавља

У **првом поглављу (Увод)**, обима 5 (пет) страна, изложени су основни појмови и дата су уводна разматрања, као и предмет истраживања у докторској дисертацији. Кандидат у овом поглављу најпре указује на значај карстних подземних вода за водоснабдевање. У даљем тексту, приказан је утицај падавина на појаву мутноће у подземној води као и утицај антропогеног фактора на концентрацију тешких метала у подземним водама. Са здравственог аспекта, истакнуто је да је мутноћа у подземним водама веома битан параметар уколико се дезинфекција воде за пиће врши хлором, због стварања дезинфекционих нуспродуката. У складу са тиме, наведено је да приликом разматрању квалитета и процеса припреме воде за пиће треба узети у обзир и на адекватан начин укључити оно што је природа већ обезбедила а на основу података континуалног мониторинга параметара квалитета воде. Истиче се да ће се успостављањем адекватног симулационог модела зависности, знати време појаве мутноће на изворишту, што ће омогућити правовремено реаговање и искључивање изворишта из система водоснабдевања пре његовог замућења.

У **другом поглављу (Преглед досадашњих истраживања)**, обима 20 (двадесет) страна, дат је литературни преглед и анализа досадашњих истраживања релевантних за саму докторску дисертацију. Ово поглавље се састоји од десет основних целина у оквиру којих су приказана истраживања о физичко-хемијским карактеристикама подземне воде, садржају тешких метала у подземној води у близини индустријских загађивача као и о утицају мутноће на дезинфекцију воде за пиће и утицају мутноће воде на здравље људи. Обрађена је релевантна литература везана за утицај карактеристичних климатских параметара – падавине и у зимском периоду утицај температуре ваздуха и отапања снежног покривача на појаву мутноће воде на извориштима водоснабдевања. Дат је литературни преглед значајних истраживања примене статистичких метода, корелационих и регресионих анализа у процесима припреме воде за пиће, као и за успостављање зависности климатских параметара и квантитативних и

квалитативних особина воде.

У трећем поглављу (**Дефинисање предмета истраживања и истраживачких хипотеза**), обима 4 (четири) стране, изложен је предмет истраживања и образложене су постављене хипотезе. Детаљно је приказана методологија истраживања и обраде добијених података. Карстне подземне воде као воде веома доброг квалитета су један од најзначајнији водних ресурса за водоснабдевање у Републици Србији. У циљу ефикасног управљања извориштима карстних подземних вода, као што су испитивана изворишта Злот и Сурдуп, неопходно је спроводити континуални мониторинг параметара квалитета воде на изворишту и у дистрибутивном систему, као и одређивање концентрације тешких метала у води како би се утврдило да ли повећана мутноћа узрокује појаву тешких метала у води. На основу мерења добијених мониторингом и мерења климатских параметара на метеоролошкој станици може се дефинисати симулациони модел за предикцију појаве мутноће на изворишту. На овакав начин се стварају услови да се на основу успостављеног модела у сваком тренутку може одредити квалитет воде на изворишту и омогућава испорука хигијенски исправне воде за пиће у довољној количини, без додатног пречишћавања. Узевши у обзир наведено, кандидаткиња је поставила основну хипотезу да ће дефинисањем симулационог модела бити могуће прогноzirати време појаве мутноће на изворишту у зависности од количине, врсте и времена трајања падавина. Правовременим искључивањем таквог изворишта из система водоснабдевања, у дистрибутивни систем ће увек долазити вода доброг квалитета, што је и основни циљ и оправдава ова истраживања.

У четвртном поглављу (**Опште карактеристике истраживаног подручја**), обима 11 (једанаест) страна, дат је детаљан опис истраживаног подручја. Приказан је географски положај и климатске карактеристике истраживаног подручја. Приказане су хидрографске карактеристике, хидролошке карактеристике, тип издани и физичко-хемијски састав сваког испитиваног изворишта посебно. Описане су локације изворишта при чему се Злотско извориште налази у приобаљу Бељевинске реке, а извориште Сурдуп у непосредној близини Сурдупског потока.

У петом поглављу (**Експериментални део**), обима 10 (десет) страна, детаљно је описано водоснабдевање на територији града Бора са приказаним местима узорковања воде на изворишту Злот, Бељевинској реци, Сурдупском потоку и изворишту Сурдуп и у дистрибутивном систему. Објашњени су поступци теренских мерења, као и припрема и физичко-хемијска анализа прикупљених узорака. На крају поглавља образложене су методе које су примењене за обраду добијених експерименталних резултата и дефинисање симулационог модела.

У шестом поглављу (**Резултати и дискусија**), обима 70 (седамдесет) страна, приказани су експериментални резултати и њихова дискусија. На почетку је утврђен садржај тешких метала у води изворишта Злот и Сурдуп и у дистрибутивном систему у три периода – пре замућења, после замућења и у току замућења воде. Затим је извршена анализа утицаја падавина и отапања снега на водостаје Бељевинске реке и Сурдупског потока и на мутноћу воде на Злотском изворишту и изворишту Сурдуп. На основу ових анализа показано је да постоји зависности падавине – отапање снежног покривача – водостај – мутноћа - потрошња KMnO_4 . Затим је у оквиру потпоглавља 6.6.1 и 6.6.2 применом корелационих анализа утврђен степен повезаности између падавина, водостаја река и мутноће воде на извориштима Злот и Сурдуп. Ради дефинисања климатских параметара који показују највећу повезаност са испитиваним параметром квалитета воде - мутноћом и водостајем реке у зимским периодима, као и дефинисања зависности мутноће и потрошње KMnO_4 , примењена је корелациона матрица са Спирмановим коефицијентом корелације. Извршено је одређивање Спирмановог коефицијента корелације између испитиваних параметара у различитим временским

интервалима израженим у данима. Овако извршеном корелационом анализом дошло се до закључка да постоји статистичка значајност ($p < 0,01$) ($p < 0,05$) између већине посматраних параметара, са временским кораком од 0-3 дана (потпоглавље 6.6.3). У потпоглављу 6.6.4 су дефинисане регресионе једначине (ARCR) за симулацију појаве мутноће на изворишту Злот у зависности од падавина и водостаја и за симулацију појаве мутноће на изворишту Сурдуп у зависности од падавина. Вишеструка регресиона анализа са успостављањем регресионе једначине урађена је за зависност мутноће Злотског изворишта од дебљине снежног покривача, падавина и водостаја Бељевинске реке. На крају је представљен симулациони модел предикције мутноће у зависност од падавина, отапања снежног покривача и водостаја реке.

У седмом поглављу (**Закључак**), обима 3 (три) стране, изнети су најважнији закључци изведени на основу анализе резултата добијених истраживањима у оквиру дисертације. Показано је да тешки метали нису детектовани у изворишту Злот ни при неповољним климатским условима, док је у води изворишта Сурдуп које се налази у области рударења, детектовано присуство молибдена у неповољним климатским условима. Такође, је показано да подаци за отапање снега преузети са метеоролошке станице Црни Врх, нису применљиви за извориште Сурдуп које је значајно удаљено и на супротној страни од наведене метеоролошке станице. Потребно је угустити мрежу метеоролошких станица, тако да свако истраживано подручје има валидне климатске податке који га карактеришу. Успостављени су симулациони модели који дају веома добре предикције појаве мутноће на извориштима Злот и Сурдуп. Провером симулационих модела, добијени корелациони коефицијент између измерене и израчунате мутноће је износио 0,83 за Злотско извориште, а за извориште Сурдуп 0,73. Такође, корелација између измерене средње дневне вредности мутноће и израчунате мутноће Злотског изворишта у зимском периоду је веома висока, изнад 0,9. На овај начин је доказано да се дефинисани симулациони модели могу користити са великим степеном поузданости за предикцију мутноће на изворишту.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Карстне подземне воде, као воде изузетно доброг квалитета, постају све значајнији извори водоснабдевања. Са аспекта хидролошке изучености области карстних подземних вода, у поређењу са осталим водним ресурсима, ово је област са најмање изученим и истраженим режимима и квалитетом подземних вода. Такође, у подручјима високе густине насељености, као и у индустријским областима, подземне воде постају подложне хемијском загађењу. Са друге стране, важност карстних изданских вода је и у томе што су то воде најбољег квалитета, без или са садржајем у траговима тешких метала, обзиром да се налазе у неприступачним, незагађеним областима. Режим истицања, али и квалитет карстних подземних вода, у највећој мери зависе од плувиографског режима, као и од режима површинских водотокова који пониру. Квалитет подземне воде на извориштима у неповољним климатским условима који подразумевају падавине и топљење снега био је лош, односно вода би била замућена што је узроковало велике проблеме у водоснабдевању уколико не постоји постројење за уклањање мутноће из воде. Овакав проблем се врло често јавља у системима водоснабдевања уколико се користе изворишта подземних вода па је мотив ове докторске дисертације био да се пронађе модел на основу кога би се могло предвидети време појаве мутноће на изворишту како би се пре замућења такво извориште искључило из система водоснабдевања. У новије време све чешће се користи моделовање различитих процеса, како пословних тако и производних у сврху предвиђања њиховог исхода уколико постоји довољна количина потребних података од интереса. Ово је савремена метода управљања неким системом и све се чешће примењује о чему сведочи повећање броја објављених научних радова из ове области. Моделовање се све

чешће користи и у областима које се баве проучавањем промена квалитативних и квантитативних особина воде, па је стога као савремена метода примењена и у овом докторском раду. У циљу праћења просторних и временских промена свих анализираних параметара успостављен је континуални мониторинг ради поуздане процене квалитета подземних вода. Подаци добијени овако постављеним мониторингом, заједно са одређивањем квалитативних параметара воде, представљају релевантан извор информација о стању водних ресурса у реалном времену, што је омогућило дефинисање симулационих модела за предикцију појаве мутноће у зависности од количине падавина, топљења снега и водостаја реке. Истраживање у овом докторском раду омогућило је развој практично применљивог симулационог модела који је значајна подршка у управљању кључним процесима који се односе на добијање здравствено исправне воде за пиће. Такође, на овај начин се смањује број фаза у процесу прераде сирове воде до нивоа законом прописаног квалитета воде за пиће. Оригиналност се односи на специфичну комбинацију метода и приступа описаних у истраживању које је могуће имплементирати у предузећима која се баве водоснабдевањем ради остварења максималне користи и унапређења пословања базираног на управљању појединим фазама технолошког процеса. Оригиналност и савременост овог истраживања се такође огледа и у недостатку истраживања сличног карактера, како на простору Републике Србије, тако и на просторима ширег региона.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У литературном прегледу докторске дисертације цитиран је 261 литературни навод, који су омогућили да се сагледају и прикажу досадашња истраживања која су од суштинског значаја за разумевање резултата приказаних у докторској дисертацији. Цитирана литература која је подстакла истраживање, обухвата претежно радове новијег датума, али и старије релевантне радове, који су омогућили да се сагледају и прикажу досадашња истраживања тематски везана за докторску дисертацију. Такође, проучавање и анализа наведене литературе омогућили су да се прикаже стање у истраживаној области, као и да се на основу утврђених недостатака уоче смернице и могућности за истраживања спроведена у оквиру ове дисертације. Из пописа литературе која је коришћена у дисертацији, уочава се познавање предметне области истраживања, као и познавање актуелног стања истраживања у овој области у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидаткиња Марина Пешић је истраживање реализовала применом метода које су се показале као адекватне за испитивања постављеног проблема квалитета карстних подземних вода. Коришћене су следеће методе: 1) Теренска испитивања : а) мерења водостаја на рекама; б) прикупљање података о климатским параметрима са метеоролошке станице „Црни врх“; в) мерење температуре воде; г) узорковање воде; 2) Лабораторијска испитивања: а) припрема узорка за физичко-хемијску анализу; б) мерење мутноће воде; в) одређивање потрошње KMnO_4 ; г) одређивање садржаја тешких метала у води; 3) Обрада експерименталних резултата.

Мерења водостаја Бељевинске реке на чијој је обали лоцирано Злотско извориште и Сурдупског потока поред ког је лоцирано извориште „Сурдуп“, вршено је водомерним летвама. Водомерна летва на Бељевинској реци је постављена од стране Републичког хидрометеоролошког завода а водомерна летва на Сурдупском потоку је постављена од стране Рударско геолошког факултета Београд у оквиру израде Елабората о зонама санитарне заштите изворишта „Сурдуп“. Подаци за температуру ваздуха, количину падавина и дебљину снежног покривача за подручје где су лоцирана изворишта преузетсу из хидролошких билтена Републичког Хидрометеоролошког завода за метеоролошку станицу Црни Врх. Мерење температуре воде вршено је дигиталним термометром WT-1 по стандардној методи P-IV-1.

Репрезентативни узорци воде добијени су коришћењем стандардних метода за узорковање и припрему узорка у зависности која се метода испитивања користи. Одређивање мутноће у води вршено је турбидиметријском анализом по стандардној методи Р-IV-4 метода В. За мерење мутноће воде у спроведеним истраживањима коришћена су два типа турбидиметара: 1) Турбидиметар EUTECN, теренски, за мерење мутноће на извориштима; мерења су вршена на турбидиметрима који су на пумпним станицама Злот и Сурдуп; 2) Турбидиметар WTW, лабораторијски, којим је мерена мутноћа воде из дистрибутивног система; мерења су вршена у хемиској лабораторији ЈКП „Водовод“ Бор. Потрошња KMnO_4 која представља мерило садржаја природних органских материја у води одређивана је стандардном методом Р-IV-9А у хемијској лабораторији ЈКП „Водовод“ Бор. Садржај тешких метала у води са изворишта и из дистрибутивног система одређиван је методом оптичке емисионе спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (ICP-OES уређај) на Техничком факултету у Бору. Поред наведених метода које су се показале као адекватне за испитивања постављеног проблема, у реализацији циљева свог истраживања и потврђивања постављених хипотеза, за анализу и обраду добијених резултата кандидаткиња је користила одређене статистичке методе. Коришћене су корелационе и регресионе анализе, које су адекватне за анализу и моделовање квалитета подземних вода. Поузданост примењених статистичких метода већ је доказана приликом предикције квантитативних и одређених квалитативних карактеристика подземних вода, па отуда представљају користан начин за утврђивање образаца утицаја климатских параметара на мутноћу подземних вода. Примењене методе за изведена испитивања у овој докторској дисертацији су адекватне и актуелне за дату врсту истраживања и користе се у истраживањима објављеним у најновијим публикацијама и часописима са импакт фактором.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати и закључци изнети у овој дисертацији имају свој практични значај. Предикција мутноће воде на изворишту помоћу креираних симулационих модела омогућава правовремено искључивање из система водоснабдевања изворишта које ће се замутити, што има вишеструке позитивне ефекте. Први и најзначајнији је да се на овај начин спречава улазак замућене воде у дистрибутивни систем. Ниске вредности мутноће воде захтевају и минималне количине резидуалног хлора у води. Овим се могућност стварања канцерогених једињења опасних за здравље људи своди на минимум (здравствени ефекат). На овај начин, менаџменту предузећа које се бави водоснабдевањем, примена овог модела може бити значајна подршка у управљању кључним процесима који се односе на добијање здравствено исправне воде за пиће. Контролом мутноће на самом изворишту смањује се број фаза у процесу прераде сирове воде до нивоа законом прописаног квалитета воде за пиће (економски ефекат). Резултати до којих је дошла кандидаткиња практични су и применљиви и за друга изворишта подземних вода, па се на основу њих може вршити планирање експлоатације изворишта водоснабдевања, број дана и услови под којима може доћи до њиховог загађења тј појаве мутноће.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Урађена докторска дисертација, анализа добијених резултата, проистекли публиковани научни радови из резултата докторске дисертације, учешће у реализацији научно-истраживачких и других пројеката, као и свеукупни досадашњи рад указују на способност кандидаткиње Марине Пешић дипл.инж. технологије за самостални научни рад, али и за активно учешће у тимском раду. Кандидаткиња је током израде дисертације у потпуности овладавала методологијом научно-истраживачког рада као и презентовањем добијених резултата научној јавности.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Прегледом доступне литературе пронађено је врло мало литературних података о испитивању зависности мутноће подземних вода које се користе за водоснабдевање и климатских параметара као и успостављање симулационих модела за предикцију мутноће. Због тога истраживања изнета у овој докторској дисертацији представљају значајан научни допринос у овој области. У том смислу на основу резултата истраживања остварени су следећи научни доприноси:

1. На основу анализе података утврђено је да тешки метали нису детектовани у изворишту Злот и у неповољним климатским условима, док је у води из изворишта Сурдуп детектовано присуство молибдена у неповољним климатским условима. Важно је рећи, да се извориште Сурдуп налази у области која је богата рудом бакра и кварцног песка, тј. у близини два рудника: “SERBIA ZIJIN COPPER DOO” (експлоатација руде бакра) и рудник “Jugo Kaolin” (производња кварцног песка).
2. Показано је да су подаци са метеоролошке станице Црни Врх за све климатске параметре применљиви за извориште Злот. Међутим, подаци за отапање снега, нису применљиви за извориште Сурдуп које је значајно удаљено и на супротној страни је од метеоролошке станице Црни Врх. Потребно је угустити мрежу метеоролошких станица, тако да свако истраживано подручје има валидне климатске податке који га карактеришу.
3. Успостављањем графичке зависности, као и одређивањем коефицијената корелације између карактеристичних месечних серија добијених на основу низова свакодневних осматрања и осматрања вршених на 5 дана, указано је на значај континуалног мониторинга.
4. Извршене аутокорелационе и кроскорелационе анализе указују на чињеницу да постоји добра узрочно последична веза са високим степеном корелације између падавина, водостаја Бељевинске реке и Сурдупског потока и мутноће карстних изворишта Злот и Сурдуп.
5. Успостављени симулациони модели дају веома добре предикције појаве мутноће на извориштима Злот и Сурдуп. Корелациони коефицијент између измерене и израчунате мутноће је износио 0,83 за Злотско извориште, а за извориште Сурдуп 0,73. Такође, корелација између измерене средње дневне вредности мутноће и израчунате мутноће Злотског изворишта у зимском периоду је веома висока, изнад 0,9.
6. Веза између мутноће воде у дистрибутивном систему и потрошње KMnO_4 је веома јака са коефицијентом корелације већим од 0,9. Ово доказује да са повећањем мутноће долази до повећаног садржаја материја које редукују KMnO_4 , што захтева већу количину дезинфекционог средства, у овом случају хлора, у процесу пречишћавања воде за пиће.
7. Предикција мутноће у води на изворишту помоћу успостављених симулационих модела омогућава правовремено искључивање из система водоснабдевања изворишта које ће се замућити, што има вишеструке позитивне ефекте. Први и најзначајнији је да се на овај начин спречава улазак замућене воде у дистрибутивни систем. Такође, за предузећа која се баве водоснабдевањем значајан је и економски ефекат. Контролом мутноће на самом изворишту нису потребне скупе технологије за пречишћавања воде до нивоа воде за пиће.
8. Са етичког становишта, значај спроведених истраживања је да укаже на потенцијалне опасности повећане мутноће воде за пиће на здравље људи, обзиром да мутна вода садржи повећану концентрацију органских и неорганских материја, што захтева већу концентрацију дезинфекционог средства у води и повећава могућност стварања трихалометана, који имају

канцерогена својства. Замућена вода може да садржи и повећани број микроорганизама који могу бити патогени и као такви могу изазвати разна обољења (првенствено стомачна) која у појединим ситуацијама могу добити и размере епидемија.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем циљева и методологије истраживања као и добијених резултата, може се закључити да истраживачки рад који је Марина Пешић, дипл. инж. технологије спровела, у потпуности задовољава критеријуме квалитетне докторске дисертације. Увидом у доступну литературу из ове области истраживања, као и у велики број резултата добијених током истраживања, потврђујемо да су коришћене методе у складу са методама из литературе и да је Кандидат дошао до значајних резултата. Реализована истраживања и добијени резултати доприносе извођењу битних закључака који пружају значајан научни и стручни допринос. Из урађене докторске дисертације проистекао је одређени број резултата (дато у поглављу 4.3).

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос предметне докторске дисертације „Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода“ је верификован кроз публикације проистекле као резултат истраживања у оквиру теме, о чему сведоче три рада публикована у међународним часописима (категиорија M20) и два рада која су саопштена на скуповима међународног значаја штампана у целини.

M22- Рад у истакнутом међународном часопису

1. **Марина Пешић**, Снежана Милић, Маја Нујкић, Мирослава Марић, Determination of Heavy Metal Concentration and Correlation Analysis of Turbidity: a Case Study of the Zlot Source (Bor, Serbia), Water, Air and Soil Pollution, 231, 98 (2020), DOI: 10.1007/s11270-020-4453-x.
2. **Марина Пешић**, Снежана Милић, Маја Нујкић, Мирослава Марић, The impact of climatic parameters on the turbidity and natural organic matter content in drinking water in the City of Bor (Eastern Serbia), Environmental Earth Sciences, 79, 267 (2020), DOI: 10.1007/s12665-020-09016-0.

M23- Рад у међународном часопису

1. **Марина Пешић**, Весна Ристић Вакањац, Борис Вакањац, Костадин Јованов, Turbidity simulation for short-term predictions: case study of the karst spring Surdup (Bor, Serbia), Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, 69, 9 (2016) 1183-1194.

M33- Радови саопштени на скупу међународног значаја штампани у целини

1. **Марина Пешић**, Весна Ристић Вакањац, Милан Антонијевић, Борис Вакањац, Ненад Марковић, Good monitoring as a precondition for high drinking water quality: Case study of Zlot water supply sources (Bor, Serbia), XXIII International Conference “Ecological Truth”, Kopaonik, June 2015, 583-589.

2. **Марина Пешић**, Снежана Милић, Маја Нујкић, Драгана Медић, Соња Станковић, Application of simulation methods and analysis of the influence of precipitation regime on turbidity o karst aquifer: a case study of karst Zlot'sspring (Bor, Serbia), 28th International Conference Ecological Truth and Environmental Research, Kladovo, Serbia, June 2020, 215-220.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Марине Пешић дипл. инж. технологије под насловом „Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода“, представља савремен, оригиналан и значајан научни допринос у области Технолошког инжењерства и посебно у области квалитета вода. У дисертацији кандидаткиње Марине Пешић, предмет и циљеви истраживања су јасно наведени и остварени, а приказани резултати се могу применити и у пракси.

На основу прегледане докторске дисертације, као и увида у верификован научни допринос кроз објављене радове у научним часописима (3 рада у међународним часописима категорије M20), Комисија за оцену и одбрану урађене докторске дисертације закључује, да кандидаткиња испуњава све законске и остале услове за одбрану докторске дисертације. Такође, Комисија закључује да је урађена дисертација написана према стандардима научно-истраживачког рада, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, као и Статутом Техничког факултета у Бору Универзитета у Београду. Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Техничког факултета у Бору, да прихвати позитиван реферат о урађеној докторској дисертацији под називом: „Физичко-хемијска карактеризација и симулациони модел за појаву мутноће вода у циљу оптимизације процеса прераде вода“, кандидаткиње Марине Пешић, дипл. инж. технологије, и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду и да након завршетка ове процедуре, позове кандидаткињу на усмену одбрану дисертације.

У Бору, децембра 2020. године.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Милан Радовановић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Др Ђорђе Николић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Технички факултет у Бору

Др Марјан Ранђеловић, ванредни професор
Универзитет у Нишу, Природно-математички факултет у Нишу
