

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ			
1. Датум и орган који је именовано комисију: <b>29.05.2024., Наставно-научно веће Факултета техничких наука</b>			
2. Састав комисије у складу са <i>Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду</i> :			
1.	<b>Др Маја Петровић</b>	ванредни професор	Инжењерство заштите животне средине, датум избора у звање: 1. 2. 2023.
	п презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду		<b>Председник</b>
2.	установа у којој је запослен-а <b>Др Ивана Михајловић</b>	ванредни професор	функција у комисији Инжењерство заштите животне средине, датум избора у звање: 1. 2. 2020.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду		<b>Члан</b>
3.	установа у којој је запослен-а <b>Др Марија Перовић</b>	научни сарадник	функција у комисији Инжењерство заштите животне средине, датум избора у звање: 15. 6. 2020.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Институт за водопривреду Јарослав Черни а.д., Београд		<b>Члан</b>
4.	установа у којој је запослен-а <b>Др Драгољуб Бајић</b>	ванредни професор	функција у комисији Хидрогеологија, датум избора у звање: 1. 7. 2021.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду		<b>Члан</b>
5.	установа у којој је запослен-а <b>Др Срђан Ковачевић</b>	научни сарадник	функција у комисији Инжењерство заштите животне средине, датум избора у звање: 17. 6. 2024.
	презиме и име	звање	ужа научна област и датум избора
	Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду		<b>Ментор</b>

Саду установа у којој је запослен-а	функција у комисији
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Име, име једног родитеља, презиме: <b>Давид, Светислав, Митриновић</b></li> <li>2. Датум рођења, општина, држава: <b>20.5.1975., Савски Венац, Република Србија</b></li> <li>3. Назив факултета, назив претходно завршеног нивоа студија и стечени стручни/академски назив: <b>Факултет техничких наука Универзитета у Новом Саду, специјалистичке академске студије, специјалиста инжењерства заштите животне средине</b></li> <li>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: <b>2017., Инжењерство заштите животне средине</b></li> </ol>	
<b>III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>	
Анализа механизма процеса колмирања бунара са хоризонталним дренажним системима и примена новог алгоритма за оптимизацију при симулацији рада бунара	
<b>IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>	
Навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, схема, графикона и сл.	
Докторска дисертација концизно и јасно је изложена у оквиру следећих поглавља: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Увод</li> <li>2. Стање у области истраживања</li> <li>3. Предмет, проблем, циљеви и хипотезе истраживања</li> <li>4. Методологија</li> <li>5. Резултати и дискусија</li> <li>6. Закључна разматрања</li> <li>7. Литература</li> </ol>	
Докторска дисертације кандидата Давида Митриновића написана је на 198 страница А4 формата, садржи укупно 7 поглавља, 31 слику, 107 графикона, 12 табела и 70 цитираних референци.	
<b>V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</b>	

## **Увод**

У оквиру првог поглавља докторске дисертације приказана су уводна разматрања, дефинисан је проблем и предмет истраживања. Наведене су спроведене анализе, као и методе развијене у оквиру истраживања.

*Уводни део докторске дисертације на адекватан начин приказује проблематику и предмет истраживања.*

## **Стање у области истраживања**

У другом поглављу дат је преглед важећих ставова и преглед научне литературе о колмирању (зачепљивању) порног простора око водопријемних делова бунара и корозијом изазваном пропадању водозахватних делова бунара. Приказани су физичко-хемијски критеријуми који указују на величину потенцијала за корозију или таложење минералних материја. Описане су анализе таложења минералних и органских материја на основу просторне расподеле инкрустација у непосредној околини водопријемних делова бунара. Приказани су методи утврђивања наведене просторне расподеле – раскопавање и језгровање на терену, лабораторијски огледи са физичким моделима дела филтарске колоне, мали лабораторијски модели за проучавање начина на који се биомаса и њени производи шире у порном простору. Такође, дат је и преглед математичких модела утицаја различитих видова раста биомасе и њених продуката на однос између порозности и хидрауличке проводљивости колмираног медија. Посебна пажња је посвећена приказу истраживања спроведених на бунарима Београдског изворишта подземних вода. Раније објављени резултати теренских и кабинетских радова су обухватили квантитативно повезивање брзине колмирања са параметрима као што су: концентрација раствореног двовалентног гвожђа у подземној води, редокс потенцијал, број потенцијално активних бактерија одређених група, гранулометријски састав и др. Примена наведених корелација у планирању утискивања нових дренажа у бунаре и симулирању рада групе бунара са хоризонталним је предмет више наведених радова. На крају поглавља је дат и кратак преглед историјата и начина примене нумеричког приступа прорачуну струјања ка бунару са хоризонталним дренажима, са акцентом на моделским испитивањима бунара Београдског изворишта.

*Преглед стања у области истраживања је јасно и прецизно представљен, пружајући преглед литературе релевантне за тематику докторске дисертације. Литература која обухвата кључне теоријске основе је систематски приказана, пружајући дубље разумевање проблема.*

## **Предмет, проблем, циљеви и хипотезе истраживања**

Предмет истраживања обухвата процесе зачепљивања отвора и интергрануларног простора који се одвијају на водопријемним деловима бунара и у материјалу аквифера у њиховој непосредној околини, што резултује повећањем отпора струјању подземних вода. Истраживања се фокусирају на проналажење корелација између брзине колмирања и физичко-хемијских параметара средине, као и протицаја по дренажу, и квантификацију ефеката регенерације. Примена установљених корелација у оквиру математичких модела и симулационог софтвера има за циљ боље разумевање ширења биохемијских колматација кроз порни простор око дренажа бунара.

Циљеви истраживања су:

- квантитативно предвиђање брзине одвијања процеса колмирања,
- развој софтвера за симулацију ефеката процеса колмирања на бунар (макро ниво),
- развој софтвера за симулацију динамике процеса испуњавања порног простора производима микроорганизама (микро ниво),
- развој софтвера за симулацију рада групе бунара са хоризонталним дренажима,
- извођење закључака о реперкусијама испитаних процеса на пројектовање и одржавање изворишта и водозахватних објеката.

Хипотезе истраживања у оквиру докторске дисертације су:

- постојање чврсте корелације између брзине колмирања и концентрације двовалентног гвожђа, редокс потенцијала и протицаја по дренажу,
- биохемијске колматације кроз порни простор се шире тако да се запремина порног простора смањује директно пропорционално брзини струјања и концентрацији

двовалентног гвожђа,

- промена у порозности средине се преко одговарајуће корелационе функције може повезати са променом коефицијента хидрауличке проводљивости (коефицијент филтрације),
- проценат смањења локалних хидрауличких отпора услед регенерације се може прерачунати у повећање порозности материјала око дрена преко корелационе функције и
- механизам колмирања на микро нивоу заједно са истом врстом случајне просторне расподеле величине зрна код свих бунара узрокују слично понашање бунара на целом изворишту, посебно у смислу линеарности раста локалних хидрауличких отпора.

*Предмет, проблем, циљеви и хипотезе истраживања су јасно формулисани и кроз дисертацију успешно потврђени у складу са актуелном проблематиком и темом докторске дисертације.*

### **Методологија**

У четвртој поглављу је детаљно приказана методологија истраживања у три целине које су приказане у одвојеним потпоглављима.

У оквиру прве целине описане су локације и временски оквир спроведених теренских истраживања, методе теренских хидрауличких мерења, узорковања и *in-situ* мерења квалитета воде и лабораторијских анализа физичко-хемијског састава воде. Дефинисани су рачунски параметри којима се квантификују локални хидраулички губици на дренама бунара и ефекти регенерација.

Такође, приказана је методологија припреме података добијених теренским истраживањем, њихова даља обрада и објашњено је њихово коришћење у процесу испитивања корелација између брзине колмирања и концентрације дво валентног гвожђа, редокс потенцијала и протикања по дренау.

Представљено је аналитичко решење струјања ка бунару са хоризонталним дренама у аквиферу који се прихрањује кроз слабопропусну повлату, које је уз корелације за израчунавање брзине колмирања послужило као основа математичког модела симулације рада појединачног бунара. Описане су могућности модела, улазни параметри модела, начин на који је структуриран прорачун, као и резултати који се добијају симулацијом.

Друга целина садржи детаљан опис новоразвијеног софтвера за нумеричку симулацију динамике процеса испуњавања порног простора продуктима микроорганизама у непосредној околини дрена. Представљен је начин обраде података о гранулометријском саставу узорка материјала водоносног слоја укључујући и статистичку расподелу величине зрна, као и метод израчунавања порозности и хидрауличке проводљивости на основу расподеле величине зрна. На крају друге целине описана је просторна и временска дискретизација нумеричког модела, као и начин на који су протоци по ћелијама повезани са брзином смањивања порозности и хидрауличке проводљивости.

Трећа целина садржи опис аналитичког модела за симулацију утицаја процеса колмирања на рад групе бунара са хоризонталним дренама. У оквиру треће целине описани су улазни параметри који укључују избор бунара у које се утискују дернови и број нових дрена по бунару, начин одређивања депресије у издани услед струјања ка бунарима, метод калибрације модела, метод прорачуна раста хидрауличких отпора на дренама, као и израчунавање ефеката регенерација дрена. Такође, описани су различити сценарији симулација који обухватају опције затварања старих дрена приликом утискивања или остављања отворених дрена уз прорачунавање расподеле протока између старих и нових дрена, као и прорачун свих могућих комбинација бунара у које се утискују нови дернови или аутоматско тражење комбинације са највећим укупним протоком.

*У оквиру докторске дисертације коришћене су одговарајуће доступне методе и технике на основу којих су добијени и верификовани резултати истраживања.*

## **Резултати и дискусија**

Пето поглавље је сачињено од три целине у којима су дати резултати истраживања применом методологија истраживања приказаних у претходном поглављу уз дискусију приказаних резултата.

Прва целина садржи приказ резултата обраде података добијених теренским мерењима и лабораторијским анализама, као и добијене корелације између брзине колмирања дрена и концентрације двовалентног гвожђа, редокс потенцијала и протицаја по дрена. Такође, приказани су и резултати анализе рада бунара софтверским моделом, на основу различитих сценарија рада бунара, који су се разликовали по броју регенерација, карактеристикама водоносне средине и режиму рада бунара (одржавање константног нивоа или константног протока). Дискусија резултата истраживања је обухватила процену значаја утицаја регенерација и режима рада бунара на укупну запремину воде добијене експлоатацијом бунара.

Друга целина садржи приказ резултата симулације рада пет бунара београдског изворишта са новим дренама помоћу новоразвијеног софтвера за нумеричку симулацију динамике процеса испуњавања порног простора продуктима микроорганизама у непосредној околини дрена. Циљ спроведених симулација је калибрација параметара статистичке расподеле величине зрна и коефицијента брзине колмирања. Такође, представљени су и резултати обраде података о гранулометријском саставу узорка материјала водоносног слоја у близини пет бунара београдског изворишта са новим дренама уз установљену статистичку расподелу величине зрна. У оквиру дискусије резултата дати су коментари који се односе на квалитет калибрације резултата и повезаност коефицијента брзине колмирања на микро нивоу и брзине раста локалних хидрауличких отпора на макро нивоу.

У трећој целини су приказани резултати симулације рада одабране групе бунара на београдском изворишту помоћу аналитичког модела за симулацију утицаја процеса колмирања на рад групе бунара са хоризонталним дренама. Упоредени су резултати симулација више различитих сценарија и закључено је да постоје велике разлике у продуктивности групе бунара које су узроковане различитим избором бунара у које ће бити утискивани нови дренаи, као и разликом у броју новоутиснутих дрена.

*Добијени оригинални подаци и резултати спроведених истраживања у потпуности потврђују дефинисане циљеве, задатке и постављене хипотезе научно-истраживачког плана и програма докторске дисертације.*

## **Закључна разматрања**

Шесто поглавље докторске дисертације садржи закључна разматрања. Закључна разматрања су дата на основу оригиналних научних резултата и предложени су могући правци будућих истраживања.

*Закључци на логичан начин сумирају резултате до којих се дошло током истраживања.*

Седмо поглавље садржи списак коришћене научне и стручне литературе.

*Литература је савремена и одговарајућа проблематици која је обрађена у оквиру докторске дисертације и у складу је са принципима научно-истраживачког рада.*

**Комисија је позитивно оценила сва наведена поглавља докторске дисертације.**

## **VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ:**

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у складу са Правилима докторских студија Универзитета у Новом Саду који је повезан са садржајем докторске дисертације. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду уредника часописа о томе.

Mitrinović D., Pušić M., Popović M., Kovačević S., Dimkić M.: *Analysis of kinetics of local hydraulic losses on the laterals of radial wells at Belgrade groundwater source*, Water Science & Technology: Water Supply, IWA Publishing, 2021. (M23)

DOI: <https://doi.org/10.2166/ws.2021.234>

Mitrinović D., Kovačević S., Vojt P., Pušić M., Dimkić M.: *Tracer test analysis using flow and transport simulation code and new analytical transport model*, Water Environment Research, ISSN 1061-4303, Publisher: Water Environment Federation, pp. 1-14, 2019. (M23)

DOI: <https://doi.org/10.1002/wer.1135>

<https://www.researchgate.net/publication/332850897> *Tracer test analysis using flow and transport simulation code and new analytical transport model*

Zarić J., Nenadić D., Mitrinović D., Knežević S., Dimkić M.: *Genesis Conditions and Characteristics of Pleistocene Alluvial Deposits in the Lower Sava River Basin*, Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences, ISSN 1310-1331 Publisher: Akademichno Izdatelstvo Prof. Marin Drinov (Prof. Marin Drinov Academic Publishing House), 72(7): 924-930, 2019. (M23)

DOI: [10.7546/CRABS.2019.07.10](https://doi.org/10.7546/CRABS.2019.07.10)

[http://www.proceedings.bas.bg/cgi-bin/mitko/ODOC\\_doiV2.pl](http://www.proceedings.bas.bg/cgi-bin/mitko/ODOC_doiV2.pl)

Mitrinović D., Zarić J., Anđelković O., Sipos G., Polomčić D., Dimkić M.: *Dating of alluvial sediments from borehole at the lower course of the Sava river and indications of the connection between their genesis and climate changes in the Pleistocene*, Quaternary International, Elsevier, vol. 547, pp. 75-85, 2020. (M22)

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2019.09.028>

<https://www.researchgate.net/publication/335905192> *Dating of alluvial sediments from borehole at the lower course of the Sava River and indications of the connection between their genesis and climate changes in the Pleistocene*

Mitrinović D., Pušić M., Anđelković O., Zarić J. and M. Dimkić: *Novel Method for Selection of Ranney Wells for Regeneration Based on Hydraulic Modeling*, Water Research and Management, ISSN 2217-5237, Publisher: Serbian Water Pollution Control Society, Vol. 8, No. 1, 2018. (M24)

[https://www.sdzv.org.rs/index.php?option=com\\_content&view=article&id=176:asopis-wrm-no-1-vol-8&catid=46:vesti&Itemid=159](https://www.sdzv.org.rs/index.php?option=com_content&view=article&id=176:asopis-wrm-no-1-vol-8&catid=46:vesti&Itemid=159)

<https://www.researchgate.net/publication/350041700> *Novel Method for Selection of Ranney Wells for Regeneration Based on Hydraulic Modeling*

Митриновић Д., Перовић М., Ковачевић С.: *Моделовање перформанси бунара при различитим режимима рада у зависности од карактеристика водоносне средине и кинетике процеса колмирања материјала у прифилтарској зони*, – Ново техничко решење на националном нивоу, 2024. (M82)

<https://enauka.gov.rs/handle/123456789/918870>

Mitrinović D., Zarić J.: *Chapter 15: The chronology of the quaternary period*, in Alluvial Aquifer Processes (Ed. Dimkić M.), pp. 711-715, IWA Publishing, 2021. (M13)

DOI: [10.2166/9781789060904\\_0711](https://doi.org/10.2166/9781789060904_0711)

<https://www.researchgate.net/publication/350297986> *The chronology of the quaternary period*

Dimkić M., Pušić M., Mitrinović D., Vujasinović S.: *Chapter 5: Iron incrustation of water wells*, in Alluvial Aquifer Processes (Ed. Dimkić M.), pp. 275-334, IWA Publishing, 2021. (M13)

DOI: [10.2166/9781789060904\\_0275](https://doi.org/10.2166/9781789060904_0275)

<https://www.researchgate.net/publication/350298192> *Iron incrustation of water wells*

Zarić J., Mitrinović D., Dimkić M.: *Chapter 3: Alluvial aquifer – The legacy of the quaternary period*, in Alluvial Aquifer Processes (Ed. Dimkić M.), pp. 135-225, IWA Publishing, 2021. (M13)

DOI: [https://doi.org/10.2166/9781789060904\\_0135](https://doi.org/10.2166/9781789060904_0135)  
<https://www.researchgate.net/publication/350304180> Alluvial aquifer -  
[The legacy of the quaternary period](#)

Dimkić M., Mitrinović D., Slimak T., Zarić J., Kovačević S., Čalenić A., Jelovac M.: Urban development VS. alluvial groundwater sources – Belgrade example, The e-Future of Cities, “e-FoC”-proceedings, pp. 1-11, Belgrade, 24-25 October 2019. (M33)

<https://www.researchgate.net/publication/338045312> Urban Development vs Alluvial Groundwater Sources - Belgrade Example

Zarić J., Mitrinović D., Anđelković O., Perović M., Dimkić M.: Polycyclic strata forming along the cross section from Rb-1M to Rb-36 well at the Belgrade water source, with retrospect on local tectonics, 48. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda “VODA 2019“, 04.-06. jun 2019., Zlatibor, Izdavač: Srpsko društvo za zaštitu voda, Beograd, ISBN 978-86-916753-5-6, str. 231-242, 2019. (M63)

Зарић Ј., Митриновић Д., Анђелковић О., Божовић Ђ., Димкић М.: Упоредна анализа резултата гранулометријских анализа добијених на основу две методе бушења на локацији бунара Rb-44 на београдском изворишту, 17. Конгрес геолога Србије, 17-20. мај 2018., Врњачка Бања, Књига апстраката – волумен 2, ISBN 978-86-86053-20-6, Издавач: Српско геолошко друштво, стр. 468-472, 2018. (M64)

<https://www.researchgate.net/publication/326589166> Uporodna analiza rezultata granulometrijskih analiza dobijenih na osnovu dve metode busenja na lokaciji bunara RB-44 na beogradskom izvoristu Comparative analysis of grain-size distributions based on

Петронијевић Н., Николић Н., Зарић Ј., Митриновић Д., Камберовић Ж., Димкић М.: Садржај и дистрибуција гвожђа у седиментима у бушотини RB-6/P-5D на београдском изворишту, 17. Конгрес геолога Србије, 17-20. мај 2018., Врњачка Бања, Књига апстраката – волумен 1, ISBN 978-86-86053-19-0, Издавач: Српско геолошко друштво, стр. 63-69, 2018. (M64)

## **VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА:**

У оквиру прве тематске целине примењена методологија омогућила је да се добију једноставне и добре корелације између брзине раста локалних хидрауличких губитака и концентрације раствореног двовалентног гвожђа, редокс потенцијала и протикаја по дренажу. Закључено је да је утицај регенерација на укупну количину испумпане воде веома изражен. Такође, ефекти регенерације бунара се не могу тачно предвидети, а на основу резултата се за будуће прорачуне и прогнозе ефеката регенерације може предложити приступ коришћења вредности ефикасности нешто веће од просечне за извориште.

Примењени нови метод прорачуна нивоа и протока у бунару омогућава квалитетну симулацију и црпљења са одржавањем минималног нивоа и црпљења константним протоком.

Утврђено је да су укупне испумпане запремине воде у првом случају веће, иако је дошло до значајног смањења протока током експлоатације. Истакнуто је да се, ако су ефекти регенерације исти, применом прорачуна показује да средњи проток између регенерација не опада значајно.

У оквиру друге целине је закључено да повезивање просторног распореда порозности и коефицијента хидрауличке проводљивости са гранулометријским саставом материјала аквифера и променљивости вредности наведених параметара током времена дају веома добре резултате у симулацији струјања при условима интензивног колмирања, упркос једноставности геометријске структуре модела. Утицај вредности коефицијента брзине колмирања је кључан за остваривање добрих резултата калибрације. Регресија средњих вредности коефицијента брзине колмирања добијених калибрацијом нумеричких модела за одабране бунаре линеарном зависношћу од концентрације раствореног двовалентног гвожђа показује добро поклапање. Добијени резултати указују на кинетику првог реда хемијске реакције која укључује растворено двовалентно гвожђе, која је директно повезана са нагомилавањем екстрацелуларних полимерних супстанци, исталожених минерала и минералних и органских партикула из подземне воде.

Модел симулације рада групе бунара са хоризонталним дренажима успешно је тестиран на

групи бунара на савској обали Аде Циганлије. Добијено је добро поклапање израчунатих вредности са измереним почетним нивоима и протоцима упркос једноставности модела. Резултати симулација десет година рада бунара указују на велики значај избора бунара у које ће бити утискивани нови дренажи.

Закључак који се може извести на основу резултата је да се са високим степеном сигурности могу донети одлуке о режиму рада бунара и примени мера за повећање протока (утискивање дренажа и регенерације) само под условом да се редовно и довољно често прате параметри њиховог рада.

#### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА:**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Након детаљног увида у елаборат докторске дисертације Комисија закључује да су тумачење и приказ добијених резултата теренских и статистичких истраживања, као и софтверских модела, концизни, јасни, научно-професионални и коректни. Анализа и евалуација резултата засновани су на новим и оригиналним истраживањима и у складу су са дефинисаним циљевима, задацима и хипотезама истраживања.

У складу са наведеним, Комисија позитивно оцењује начин приказа и тумачења резултата истраживања.



## **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање. Навести нумеричке податке о резултатима провере оригиналности рада и дати текстуално образложење.

### **1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме?**

Да, дисертација је у целини написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

### **2. Да ли дисертација садржи све битне елементе?**

Да, дисертација садржи све битне неопходне елементе карактеристичне за докторску дисертацију из области техничко-технолошких наука. Проблем и циљ истраживања су јасно дефинисани, анализирани и дискутовани, пратећи захтеве и методологију научног рада. Дефинисани проблем и циљ истраживања, постављене хипотезе и потврда хипотеза урађени су у складу са захтевима и методом научног рада. Добијени резултати су адекватно приказани и детаљно дискутовани, на основу чега су изведени одговарајући закључци истраживања.

### **3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци?**

Први пут је примењена методологија издвајања периода рада бунара између регенерација и одређивања кинетике локалних хидрауличких губитака која је омогућила добијање нове, једноставне и веома добре корелације између брзине раста локалних хидрауличких губитака и концентрације раствореног двовалентног гвожђа, редокс потенцијала и протикања по дренау.

Наведене корелације омогућавају да се предвиди брзина колмирања водопријемних делова бунара што омогућава доношење правилних и економски оправданих одлука у вези са управљањем извориштима подземних вода. Испитан је утицај регенерација на укупну количину испумпане воде и по први пут је формулисана методологија прорачуна која укључује утицај регенерација током животног века бунара на његову издашност. Развијен је нови метод прорачуна нивоа и протока у бунару и израђен нови софтвер за симулацију рада бунара који омогућава квалитетну симулацију црпљења са одржавањем минималног нивоа и црпљења константним протоком, са урачунавањем ефеката колмирања и регенерација. Развијени софтвер је категорисан као М82 – Ново техничко решење на националном нивоу. Значајан налаз анализе који је постигнут коришћењем новог софтвера јесте да, уз претпоставку да су ефекти регенерације једнаки, након неколико циклуса регенерације прорачуни показују да средњи проток између тих циклуса остаје стабилан.

Развијен је нови нумерички модел за симулацију струјања ка дренау/филтарској колони бунара уз паралелни прорачун динамике процеса испуњавања порног простора у непосредној околини дрена продуктима микроорганизама. Брзина смањења порозности и хидрауличке проводљивости средине су повезане са протоцима по ћелијама модела, те се хидрауличке карактеристике материјала средине аутоматски, у зависности од протока кроз ћелију, мењају са временом. Развијен је нови начин додељивања вредности величине зрна по ћелијама модела (на основу којих се израчунавају вредности порозности и коефицијента филтрације) на основу установљене статистичке расподеле величине зрна, чиме се постиже реално репрезентовање хетерогености водоносне средине.

Симулацијом рада пет бунара са новоутиснутим дренама на београдском изворишту и калибрацијом резултата показано је да су моделом добро реплициране промене нивоа током времена за забележене протоке упркос великој једноставности геометријске структуре модела чиме је потврђен кључни утицај процеса колмирања и хетерогености материјала на струјање током времена. Утицај вредности коефицијента брзине колмирања (брзине запуњавања порног простора по јединици протока кроз ћелију) се показао кључним за остваривање добрих резултата калибрације. Установљена је линеарна корелација коефицијента брзине колмирања са концентрацијом раствореног двовалентног гвожђа, која даје добро поклапање и указује на кинетику првог реда хемијске реакције која укључује растворено двовалентно гвожђе.

На крају развијен је и нови софтверски модел за симулацију рада групе бунара са хоризонталним дренама који је успешно тестиран на групи бунара. Резултати симулација указују на велики значај избора бунара у које ће бити утискивани нови дренаи.

### **4. Који су недостаци дисертације и какав је њихов утицај на резултат истраживања?**

Докторска дисертација нема недостатке који би утицали на резултате истраживања.

### **5. Образложење резултата провере оригиналности рада (нумерички и наративно):**

Текст дисертације је у библиотеци ФТН-а проверен у софтверу за детекцију плагијаризма iThenticate, који није показао значајно подударање са другим изворима литературе. Similarity index износи 5%.
<b>X ПРЕДЛОГ:</b>
<b>На основу наведеног, комисија предлаже:</b>
<b>а) да се докторска дисертација прихвати, а кандидату одобри одбрана;</b>
<b>б) да се докторска дисертација врати кандидату на дораду (да се допуни односно измени);</b>
<b>в) да се докторска дисертација одбије.</b>

Место и датум: Нови Сад, 11.7.2024.

1. Име, презиме, звање и потпис  
Др Маја Петровић, ванредни професор

\_\_\_\_\_, председник

2. Име, презиме, звање и потпис  
Др Ивана Михајловић, ванредни професор

\_\_\_\_\_, члан

3. Име, презиме, звање и потпис  
Др Марија Перовић, научни сарадник

\_\_\_\_\_, члан

4. Име, презиме, звање и потпис  
Др Драгољуб Бајић, ванредни професор

\_\_\_\_\_, члан

5. Име, презиме, звање и потпис  
Др Срђан Ковачевић, научни сарадник

\_\_\_\_\_, ментор

**НАПОМЕНА:** Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај и да исти потпише.