

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Ефекат примене нано-честица силицијум диоксида на понашање полиакриламидних и силикатних

гелова при водоизолационим операцијама у бушотинама“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Ирина (Александар) Захировић, маг. инж. рударства

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Инжењерство нафте и гаса

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2016.

4. Година уписа на докторске студије: 2018/19.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Рударско инжењерство

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Душан Даниловић

Звање: ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Zahirovic I., Danilovic D., Suput-Vranjin M., Tripkovic M., Laboratory Testing of Nanosilica-Reinforced Silicate and Polyacrylamide Gels, SPE Journal, vol. 28 no. 3, 1241-1249, 2023, ISSN 1086-055X, DOI:10.2118/214294-pa, IF 2022=3,6.
2. Zahirovic I., Skrobonja P., Danilović D., Application of Gel for Water Shutoff: A Case Study of Kelebija Oil Field, SPE Production & Operations 37(02):1-6, 2022, DOI: 10.2118/209590-PA, ISSN 1930-1855, DOI:10.2118/209590-PA, IF 2022=1,2.
3. Martinović B., Bijanić M., Danilović D., Petrović A., Delibasić B., Unveiling Deep Learning Insights: A Specialized Analysis of Sucker Rod Pump Dynamographs, Emphasizing Visualizations and Human Insight, Mathematics, 11, 4782, 2023, ISSN 2227-7390, DOI:10.3390/math11234782, IF 2022=2,4.
4. Martinovic B., Danilovic D., Fadiga R., Grubac B., Productivity improvement with use of beam gas compressor: pilot test in Southeastern Europe mature field, International Journal of Oil Gas and Coal Technology, Vol. 30, No. 1, 46-62, 2022, DOI:10.1504/IJOGCT.2021.10040560, IF 2022=0,6.
5. Tomić L., Karović Maričić V., Danilović D., The preliminary selection of oil reservoir in Serbia for carbon dioxide injection and storage by a multicriteria decision-making approach: a case study, Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects, 47(1), 8596–8610, 2021, ISSN 1556-7036, DOI:10.1080/15567036.2021.1936303, IF 2021=1,2.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној _____ размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

- Прилог
1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора
 2. Извештај Комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

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

На основу члана 181. став 6. Статута Универзитета у Београду и члана 175. став 6. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на својој седници одржаној 26.09.2024. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Ирини Захировић, маг. инж. рударства**, на докторским студијама на студијском програму Рударско инжењерство у школској 2024/2025. години, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

На основу члана 181. став 6. Статута Универзитета у Београду и члана 175. став 6. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на својој седници одржаној 23.10.2025. године, донело је

О Д Л У К У

Одобрава се продужење рока за завршетак докторских студија на лични захтев **Ирини Захировић, маг. инж. рударства**, на докторским студијама на студијском програму Рударско инжењерство у школској 2025/2026. години, највише до троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Д Е К А Н

др Александар Цвјетић, ред. проф.

Достављено:

- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

На основу члана 40. Закона о високом образовању, члана 113. Статута Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета (пречишћен текст) и члана 34. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 23.04.2026. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације **Ирине Захировић, маг. инж. рударства**.
2. Одобрава се именованој израда докторске дисертације под насловом *„Ефекат примене нано-честица силицијум диоксида на понашање полиакриламидних и силикатних гелова при водоизолационим операцијама у бушотинама“*.
3. Тема докторске дисертација је оригинална идеја, од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.
4. За ментора се именује Душан Даниловић, ванр. проф. Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета.
5. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Александар Цвјетић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

Универзитет у Београду

Рударско – геолошки факултет

Наставно-научном већу

Предмет: Оцена научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Ирине Захировић, мастер инжењера рударства

Одлуком бр 1/128 од 23.03.2025. године именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидаткиње Ирине Захировић, мастер инжењера рударства, под насловом „Истраживање утицаја нано честица силицијум диоксида на полиакриламидине и силикатне гелове за употребу приликом водонепропусних радова у бушотинама“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидаткиње, на основу спроведене одбране предложене теме која је организована 24.03.2026. године у 12:00 часова, као и на основу Записника о одбрани, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1 Општи биографски подаци

Ирина Захировић рођена је у Београду 23. јула 1992. године. Основне и мастер студије завршила је на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Инжењерство нафте и гаса. Докторске студије на истом факултету уписала је 2018. године, на смеру Рударско инжењерство, где је истраживачки фокус усмерила на развој и примену полиакриламидних и силикатних гел система са додатком нано-честица за извођење водоизолационих радова у бушотинама, посебно у условима нископропусних карбонатних колектора.

Аутор је три научна рада објављена у земљи и иностранству (2 научна рада у часописима СЦИ листе и 1 у часопису М51 категорије) и учествовала је на пет међународних научних конференција. Њен истраживачки интерес усмерен је на повезивање лабораторијских истраживања са практичним инжењерским применама у области повећања ефикасности и одрживости производње нафте и гаса.

Професионалну каријеру започела је 2016. године у компанији НИС а.д. Нови Сад, на позицији млађег инжењера за разраду лежишта где је била ангажована на анализама оптимизације производње и планирања ремонта на бушотинама. Током даљег професионалног развоја специјализовала се за област петрофизике, са вишегодишњим искуством у интерпретацији геофизичких каротажних мерења, изради петрофизичких модела за процену резерви угљоводоника, анализи језгара и избору бушотина кандидата за водоизолационе радове, као и у планирању и праћењу извођења самих операција.

Од 2022. године њено професионално усмерење прелази у област техничког обучавања и развоја компетенција запослених у оквиру компанија НИС а.д. и Нафтагас Нафтни сервис, где је активно укључена у креирање, имплементацију и унапређење програма техничких обука, развој система процене техничких компетенција, дигитализацију процеса учења и обезбеђивање усклађености програма обука са законском и интерном регулативом.

1.2. Подаци о претходном школовању кандидата и о оствареним ЕСПБ бодовима на докторским студијама

Кандидаткиња је докторске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, на студијском програму Рударско инжењерство, уписала школске 2018/19. године и положила све испите предвиђене наставним планом са просечном оценом 9,94.

Р. бр	Ознака предмета	Назив	Оцена
1.	13-ЗВКОР	Вишекритеријумско одлучивање у рударском инжењерству	10
2.	13-ЗНЕЛН	Нелинеарна динамика	10
3.	13-ЗИДД1	Израда докторске дисертације	10
4.	13-ЗОПФЗ	Одабрана поглавља физике	10
5.	13-ЗПММР	Примена метода меког рачунарства у рударском инжењерству	10
6.	13-ЗИДД2	Израда докторске дисертације	10
7.	13-ЗННГР	Неконвенционални нафтни и гасни ресурси	10
8.	13-ЗОПСТ	Одабрана поглавља из стимулације производних система	10
9.	13-ЗИДД3	Израда докторске дисертације	10
10.	13-ЗОПТН	Одабрана поглавља из припреме и транспорта нафте и гаса	10

11.	13-ЗОПЕН	Одабрана поглавља из експлоатације нафте и гаса	10
12.	13-ЗИДД4	Израда докторске дисертације	9
13.	13-ЗНИР1	Научно-истраживачки рад	10
14.	13-ЗНИР2	Научно-истраживачки рад	10
15.	13-ЗИДД5	Израда докторске дисертације	10
16.	13-ЗИДД6	Израда докторске дисертације	10

1.3. Предлог теме докторске дисертације

Кандидаткиња Ирине Захировић, мастер инжењера рударства у својој пријави (бр.1/380 од 21.11.2025) предложила је тему докторске дисертације под називом: „Истраживање утицаја нано честица силицијум диоксида на полиакриламидине и силикатне гелове за употребу приликом водонепропусних радова у бушотинама“.

На седници Катедре за експлоатацију нафте, гаса и технику дубинског бушења, одржаној 05.03.2026. године, разматрана је пријава и покренут је поступак за именовање Комисије за оцену научне заснованости предложене теме. Предлогом од стране Катедре предложена је Комисија у следећем саставу:

1. др Душан Даниловић, ванредни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
2. др Весна Каровић-Маричић, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
3. др Мирослав Црногорац, доцент, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
4. др Марија Живковић, редовни професор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет
5. др Драган Говедарица, редовни професор, Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет

На седници Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, која је одржана 19.03.2026. године, одлуком бр. 1/128 именована је Комисија за оцену научне заснованости предложене теме.

1.4. Списак објављених научних и стручних радова

Кандидаткиња је до сада објавила 2 рада у часописима са СЦИ листе категорије М21 и М23 и 1 рад у домаћем часопису.

Рад у врхунском међународном часопису (M21)

- Zahirovic, I., Danilovic, D., Šuput Vranjin, M., Tripkovic, M. Laboratory Testing of Nanosilica-Reinforced Silicate and Polyacrylamide Gels, SPE J., 28, 1241–1249, 2023, ISSN 1086-055X, <https://doi.org/10.2118/214294-PA>; **IF 2023=3,6**

Рад у међународном часопису (M23)

- Zahirovic, I., Skrobolja, P., Danilovic, D. Application of Gel for Water Shutoff: A Case Study of Kelebija Oil Field, SPE Prod & Oper, 37, 295–300, 2022, ISSN 1930-1855, <https://doi.org/10.2118/209590-PA>; IF 2022=1,2.

Рад у домаћем часопису (M51)

- Zahirović, I., Danilović, D., Martinović, B. Application of ESP pump with intelligent control system in well X, Podzemni radovi, 37, 51–59, 2020, <https://doi.org/10.5937/podrad2037051z>

1.5. Стечено стручно искуство

Каријеру је отпочела као млађи инжењер за разраду лежишта у компанији НИС а.д. Нови Сад, где је учествовала у праћењу производње лежишта, анализи производних података и изради предлога за оптимизацију производње. Била је укључена у планирање и евалуацију интервенција на бушотинама, као и у припрему техничке документације за нове бушотинске пројекте.

Након тога наставља професионални развој на позицији млађег инжењера за интерпретацију ГФК, где је била ангажована на интерпретацији геофизичких каротажних мерења ради процене петрофизичких карактеристика стена.

Даљи професионални напредак остварује на позицији специјалисте за интерпретацију ГФК, где је била одговорна за примену петрофизичких модела у процени резерви и планирању производње. Консолидовала је мултидисциплинарне податке ради унапређења стратегија развоја поља и евалуације лежишта.

Од марта 2022. године обављала је функцију менаџера за техничке обуке, где је руководила тимом за учење и развој и координисала реализацију великог броја интерних и екстерних техничких обука. У овом периоду дала је значајан допринос интернализацији регулаторних обука, остварујући мерљиве уштеде у трошковима и времену за критичне оперативне позиције, као и у развоју обавезних програма развоја компетенција.

Тренутно обавља функцију руководиоца групе за техничке обуке у компанији Нафтагас Нафтни сервис д.о.о., где је одговорна за развој и имплементацију свеобухватних програма техничког обучавања који обухватају више различитих оперативних и инжењерских профила. Активно је укључена у развој система процене компетенција, дигиталну трансформацију процеса обуке кроз интерне LMS платформе, као и у креирање стратегија

увођења новозапослених на масовним позицијама, са посебним фокусом на безбедност рада и оперативну спремност од првог дана.

1.6. Стручно усавршавање

Током досадашњег академског и професионалног развоја кандидаткиња је континуирано унапређивала своја стручна знања кроз међународне академске програме, специјализоване техничке обуке и активно учешће на домаћим и међународним научним и стручним скуповима.

У току основних студија похађала је летњи семестар на Универзитету у Тјумену (Руска Федерација), где је стекла додатна знања из области нафтног инжењерства у међународном академском окружењу.

Године 2017. завршила је NEXT курс „NMR Interpretation and Practical Quantitative Application using Techlog“, чиме је стекла напредне компетенције из интерпретације NMR мерења и примене Quantitative-Elan методологије у софтверском пакету Techlog, са посебним фокусом на детаљну петрофизичку евалуацију стена.

Током 2022. године похађала је стручну обуку из области цементације и интерпретације квалитета цемента, коју је држао Kirk Harris, чиме је унапредила знања у области интегритета бушотинског система и контроле квалитета цементних операција. У 2024. години завршила је курс „Водоизолациони радови“ у организацији Научно-техничког центра УФА, проширујући компетенције у области водоизолационих технологија и њихове примене у индустрији нафте и гаса.

Посебно се издваја њено активно учешће на међународним стручним скуповима. Године 2018. учествовала је на SPE Workshop-у у Санкт Петербургу, где је освојила прво место у категорији комплексних петрофизичких пројеката.

Исте године била је коаутор рада представљеног на NIS GeoConference одржаној у Републици Србији. Године 2019. презентовала је рад на International Meeting of Sedimentology (IAS) у Риму, једном од значајних међународних научних скупова у области седиментологије. Као коаутор учествовала је и на 18. Конгресу геолога Србије 2022. године.

Поред наведеног, активно је учествовала на интерним стручним конференцијама у оквиру НИС и Газпром нефт групације, доприносећи размени знања и унапређењу инжењерске праксе у оквиру индустрије.

1.7. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

С обзиром на стечено образовање и укупну досадашњу научну и стручну активност кандидаткиње, сматрамо да кандидаткиња Ирина Захировић мастер инжењер рударства има све потребне квалификације за успешан рад на предложеној теми докторске дисертације из следећих разлога:

- Положила је све испите у року на докторским студијама са просечном оценом 9,94;

- Поседује одговарајуће стручно образовање;
- Поседује богато практично искуство;
- Током свог истраживачког рада бавила се проблематиком која је директно везана за предложену тему дисертације;
- Поседује потребне способности, вештине и компетенције за озбиљан научно-истраживачки рад из области која је предмет дисертације;
- Показује амбицију за научно усавршавање и изразиту иницијативу за научноистраживачки рад.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

Већина глобалне производње угљоводоника данас потиче из зрелих, већ разрађених, лежишта код којих је однос између произведене количине воде и угљоводоника често неповољан. Производња воде у великим количинама, поред тога што у неким случајевима није економски исплатива због трошкова производње, сепарације и утилизације воде, доводи и до других проблема као што су производња песка услед испирања глиновитог везива резервоар стене, оштећења прибушотинске зоне, стварање каменца, корозија опреме. Због наведеног често долази и до потпуног напуштања бушотине. У таквим условима, одржавање стабилне и економски исплативе производње често захтева примену неке од метода за повећање степена искоришћења лежишта и смањења удела водене фазе у производном флуиду. Како би се одабрала, а потом и применила адекватна метода, неопходно је прво идентификовати узрок прекомерне производње воде.

Сви узроци прекомерне производње воде могу се сврстати у две категорије: проблеми у самом лежишту и проблеми у непосредној близини канала бушотине. У зависности од узрока заводњења, постоје различите методе за ограничење дотока воде и оне се генерално могу поделити у две категорије: механичке и хемијске. Механичке методе карактеришу се брзом имплементацијом, јасно дефинисаном зоном третирања и дуготрајношћу, али имају веома ограничен радијус деловања и примењиве су случајевима као што је оштећење колоне и изолација појединачних интервала који производе воду. Са друге стране хемијске методе користе се за дубинску модификацију профила дотока и селективно блокирање дотока воде, захтевају комплекснију припрему, имају ограничену дуготрајност и у великој мери зависе од услова у лежишту. Хемијске методе које се најчешће примењују у пракси заснивају се на употреби силикатних и полиакриламидних гелова, а користе се за извођење водоизолационих радова у бушотинама. Суштина ових радова је заснована на процесу утискивања гела у тачно дефинисану зону лежишта како би се формирала стабилна баријера која раздваја зону засићену водом од зоне засићене угљоводоницима, чиме се смањује непожељан доток воде и повећава ефикасност производње.

Одабир гела за водоизолационе радове представља сложен процес који зависи од комбинације геолошких, хемијских и технико-технолошких фактора. На њега утичу карактеристике и састав лежишта, салинитет и хемијски састав слојне воде, температура и притисак у бушотини, као и прописани еколошки и регулаторни захтеви. Реолошке особине гела представљају кључни параметар за извођење водоизолационих радова, јер директно утичу на радијус и стабилност формиране баријере у лежишту. Посебно су значајни време гелирања и вискозност гела. Ове особине зависе од састава гела, односно од односа његових основних компоненти (полимера, силиката, умреживача, воде и адитива) као и њихових интеракција. У савременој пракси, развој гел система за водоизолационе радове усмерен је на постизање оптималног односа између еколошке прихватљивости, оперативне ефикасности и економске одрживости. Састави гелова се све више прилагођавају специфичним изазовима лежишних услова, при чему се користе комбинације полимера и умреживача који обезбеђују термохемијску стабилност и дуготрајну функционалност у лежишту. Посебан напредак у овој области постигнут је увођењем нано-материјала у састав гела. Њихова примена повећава његову отпорност на високе температуре, салинитет и хемијске промене у лежишту, чиме се додатно унапређују перформансе и продужава ефикасност третмана.

Предмет овог истраживања јесте испитивање утицаја нано-честица на својства силикатних и полиакриламидних гелова који се користе за извођење водоизолационих радова у бушотинама. Фокус истраживања је на анализи реолошких, механичких и структурних карактеристика гелова са додатком нано-честица силицијум диоксида. Анализиране су карактеристике као што су времена гелирања, вискозности и стабилности у функцији времена, као и резултати испитивања њихове ефикасности у формирању баријере у условима нископропусних карбонатних колектора.

2.2. Циљ истраживања

Циљ овог истраживања је да се кроз експериментални приступ дефинишу оптимални састави гелова који обезбеђују дуготрајну стабилност и ефикасност, чиме се доприноси развоју ефикаснијих технологија за смањење нежељеног дотока воде и продужење радног века производних бушотина.

Полазећи од савремених трендова у развоју хемијских метода за контролу дотока воде, истраживање има за циљ:

- Експериментално испитивање утицаја различитих концентрација наносилике на реолошке карактеристике гел система, са фокусом на време гелирања и структурну стабилност у функцији времена и лежишних услова.

- Одређивање оптималних односа компонената гела (силикат, полиакриламид, умреживач, наносилике) који омогућавају контролисану примену и позиционирање гела у лежишту током извођења операције и формирање стабилне баријере у циљаној зони.
- Испитивање ефикасности гел система са наносиликом у смањењу пропусности стена и дотока воде.
- Анализирање утицаја равномерне расподеле наносилике у гел матрици на формирање структурално гушће и стабилније мреже.

У наставку је дата оквирна листа релевантних литературних извора и резултата на којим се ова тема заснива:

2.3. Списак релевантних библиографских јединица

Оквирна листа библиографских јединица које ће бити коришћене приликом израде докторске дисертације:

1. G.A. Al-Muntasheri, H.A. Nasr-El-Din, I.A. Hussein, A rheological investigation of a high temperature organic gel used for water shut-off treatments, *Journal of Petroleum Science and Engineering*, Volume 59, Issues 1–2, pp. 73-83, (2007). <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2007.02.010>.
2. L. Chen, J. Wang, L. Yu, Q. Zhang, M. Fu, Z. Zhao, J. Zou, Experimental investigation on nano-silica reinforcing PAM/PEI hydrogel for water shutoff treatment. *Energy and Fuels*, vol 32(6), (2018). doi:10.1021/acs.energyfuels.8b00840
3. K.S. El-Karsani, G.A. Al-Muntasheri, I.A. Hussein, Polymer Systems for Water Shutoff and Proile Modification: A Review Over the Last Decade. *SPE J.* 19: 135–149. (2014). <https://doi.org/10.2118/163100-PA>
4. N.A. Fadil, S. Irawan, N.A. Mohd Isa, S.R. Shafian, Gelation Behavior of Polyacrylamide Rinfoced with Nano-Silica for Water Shutoff Treatment in Oil Field. *SSP* 307, 252–257. (2020). <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/ssp.307.252>
5. Jia Hu, Qiang Ren, Yong Ming Li, Xian Ping Ma, Evaluation of polyacrylamide gels with accelerator ammonium salts for water shutoff in ultralow temperature reservoirs: Gelation performance and application recommendations. *Petroleum*, vol. 2(1), pp. 90-97, (2016). <https://doi.org/10.1016/j.petlm.2015.12.003>.
6. A. Moradi-Araghi, Application of low-toxicity cross-linking systems in production of thermally stable gels. Paper presented at SPE/DOE 9th Symposium on Improved Oil Recovery held in Tulsa, OK, (1994)
7. I. Lakatos, G. Szentes, J. Lakatos-Szabo et al. Development and Application of a Composite Silicate Gel for Water Shutoff Treatment in Hungary. *Conference Proceedings, IOR 2019 – 20th European Symposium on Improved Oil Recovery*, Volume 2019, p.1 – 15, (2019). <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201900159>

8. X. Pang, P.J. Boul, W.C. Jimenez, Nanosilicas as Accelerators in Oilwell Cementing at Low Temperatures. *SPE Drill & Compl* 29, pp. 98–105. (2014). <https://doi.org/10.2118/168037-PA>
9. J. Pfitzner, Poiseuille and his law. *Anaesthesia*, vol.31, pp.273-275. (1976). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.1976.tb11804.x>
10. L.T. Pham, D.G. Hatzignatiou, Rheological evaluation of a sodium silicate gel system for water management in mature, naturally-fractured oilfields. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, vol 138, (2016). <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2015.11.039>.
11. R. Qalandari, A. Aghajanjpour, S. Khatibi, A Novel Nanosilica-Based Solution for Enhancing Mechanical and Rheological Properties of Oil Well Cement. Paper presented at the SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition, Brisbane, Australia, (2018). <https://doi.org/10.2118/192031-MS>
12. B. Sengupta, V.P. Sharma, G. Udayabhanu, Development and Performance of an Eco-Friendly Cross-Linked Polymer System for Water Shut-Off Technique. Paper presented at the International Petroleum Technology Conference, Bangkok, Thailand, (2011). <https://doi.org/10.2523/IPTC-14381-MS>
13. R.S. Seright, B. Brattakas, Water shutoff and conformance improvement: an introduction. *Pet. Sci.* 18, pp. 450-478, (2021). <https://doi.org/10.1007/s12182-021-00546-1>
14. R.S. Seright, R.H. Lane, R.D. Sydansk, A Strategy for Attacking Excess Water Production, *SPE Prod & Fac* 18 (03): 158–169, (2003). <https://doi.org/10.2118/84966-PA>
15. M. Shamlooh, A. Hamza, I.A. Hussein, M.S. Nasser, S. Salehi, Reinforcement of Polyacrylamide-Co-Tert-Butyl Acrylate Base Gel Using Nanosilica for Conformance Control at Low and High Reservoir Temperatures. Paper presented at the SPE International Conference and Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, USA, (2020). <https://doi.org/10.2118/199324-MS>
16. P. Shriwal, R.H. Lane, Impacts of Timing of Crosslinker Addition on Water Shutoff Polymer Gel Properties, presented at the SPE Improved Oil Recovery Symposium, Tulsa, Oklahoma, USA, (2012). <https://doi.org/10.2118/153241-MS>
17. R.D. Sydansk, Acrylamide-Polymer/Chromium (III)-Carboxylate Gels fo Near Wellbore Matrix treatment. *SPE Adv. Technol. Ser. 1* (1), pp. 146-152. (1993).
18. F.B. Thomas, D.B. Bennion, G.E. Anderson G.E. et al., Water Shut-off Treatments-Reduce Water and Accelerate Oil Production, *Journal of Canadian Petroleum Technology* 39(4), (2000). doi:10.2118/00-04-TN
19. J. Zaragoza, A. Chang, P. Asuri, Effect of crosslinker length on the elastic and compression modulus of poly(acrylamide) nanocomposite hydrogels. *Journal of Physics Conference Series* 790(1):012037, (2017) . doi:10.1088/1742-6596/790/1/012037
20. I. Zahirovic, P. Skrobonja, D. Danilovic, Application of Gel for Water Shutoff: A Case Study of Kelebija Oil Field, *SPE Prod & Oper* 37, pp. 295–300. (2022). <https://doi.org/10.2118/209590-PA>
21. I. Zahirovic, D. Danilovic, M. Šuput Vranjin, M. Tripkovic, Laboratory Testing of Nanosilica-Reinforced Silicate and Polyacrylamide Gels, *SPE J.* 28, pp. 1241–1249, (2023). <https://doi.org/10.2118/214294-PA>

22. J. Liao, Gel treatment field application survey for water shut off in production wells, Masters Theses, (2014).
23. S. McCool, X. Li, G.P. Willhite, Effect of Shear on Flow Properties During Placement and on Syneresis After Placement of a Polyacrylamide-Chromium Acetate Gelant. Paper presented at the International Symposium on Oilfield Chemistry, Houston, Texas, U.S.A., (2007). doi: <https://doi.org/10.2118/106059-MS>
24. Hardy M, Botermans W, Smith P. New organically cross-linked polymer system provides competent propagation at high temperature in conformance treatments. SPE 39690, (1998).
25. R.E. Terry, C. Huang, D.W. Green, M.J. Michnick, G.P. Willhite, Correlation of Gelation Times for Polymer Solutions Used as Sweep Improvement Agents, SPE J. 21, pp. 229–235, (1981). doi: <https://doi.org/10.2118/8419-PA>
26. R.D. Sydansk, A New Conformance-Improvement-Treatment Chromium(III) Gel Technology, Paper presented at the SPE Enhanced Oil Recovery Symposium, Tulsa, Oklahoma, (1988). doi: <https://doi.org/10.2118/17329-MS>
27. M. Simjoo, M. Vafaie Sefti, A. Dadvand Koochi, R. Hasheminasab, V. Sajadian, Polyacrylamide Gel Polymer as Water Shut-off System: Preparation and Investigation of Physical and Chemical Properties in One of the Iranian Oil Reservoirs Conditions, Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 26(4), pp. 99-108, (2007). doi: 10.30492/ijcce.2007.7611
28. F.G.C. Tessarolli, S.T.S. Souza, A.S. Gomes, C.R.E. Mansur, Gelation Kinetics of Hydrogels Based on Acrylamide–AMPS–NVP Terpolymer, Bentonite, and Polyethylenimine for Conformance Control of Oil Reservoirs. Gels 2019, 5, 7. (2019). <https://doi.org/10.3390/gels5010007>
29. R.K. Iler, The Chemistry of Silica: Solubility, Polymerization, Colloid and Surface Properties, and Biochemistry; A Wiley-Interscience publication; A Wiley-Interscience Publication, (1979).
30. B. Sengupta, V.P. Sharma, G. Udayabhanu, Gelation studies of an organically cross-linked polyacrylamide water shut-off gel system at different temperatures and pH, Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 81, pp. 145-150, (2012). <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2011.12.016>.
31. X. Liu, Z. Yao, W. Xue, X. Li, Effect of temperature and accelerator on gel time and compressive strength of resin anchoring agent. Adv. Polym. Technol. pp. 1-11. (2019). <https://doi.org/10.1155/2019/3546153>.
32. G.A. Al-Muntasheri, H. A. Nasr-El-Din, P. L. J. Zitha, Gelation Kinetics and Performance Evaluation of an Organically Crosslinked Gel at High Temperature and Pressure, SPE J. 13, pp. 337–345. (2008). <https://doi.org/10.2118/104071-PA>
33. A. Moradi-Araghi, P.H. Doe, Hydrolysis and precipitation of polyacrylamides in hard brines at elevated temperatures, SPE (Society of Petroleum Engineers) Reserv. Eng.; (United States), vol. 2:2, (1987). <https://doi.org/10.2118/13033-PA>
34. L.J. Giraldo, Janus nanoparticles for enhanced oil recovery, EOR: reduction of interfacial tension In: SPE annual technical conference and exhibition, Dallas, Texas, USA, (2018). <https://doi.org/10.2118/194033-STU>

35. S. Davoodi, M. Al-Shargabi, D.A. Wood, V.S. Rukavishnikov, K.M. Minaev, Experimental and field applications of nanotechnology for enhanced oil recovery purposes: A review, *Fuel*, Volume 324, Part B, (2022). <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.124669>.
36. N.A. Ogolo, O.A. Olafuyi, M. O. Onyekonwu, Enhanced Oil Recovery Using Nanoparticles, Paper presented at the SPE Saudi Arabia Section Technical Symposium and Exhibition, Al-Khobar, Saudi Arabia, (2012). doi: <https://doi.org/10.2118/160847-MS>
37. M.T. Alsaba, M.F. Al Dushaishi, A.K. Abbas, A comprehensive review of nanoparticles applications in the oil and gas industry. *J Petrol Explor Prod Technol* 10, pp. 1389–1399, (2020). <https://doi.org/10.1007/s13202-019-00825-z>
38. M.A. Alvi, M. Belayneh, A. Saasen, B.S. Aadnøy (2018) The effect of micro-sized boron nitride BN and iron trioxide Fe₂O₃ Nanoparticles on the properties of laboratory bentonite drilling fluid. In: SPE Norway one day seminar, Bergen, Norway, (2018). <https://doi.org/10.2118/191307-MS>
39. O. Mahmoud, H.A. Nasr-El-Din, Z. Vryzas, V.C. Kelessidis, Effect of Ferric Oxide Nanoparticles on the Properties of Filter Cake Formed by Calcium Bentonite-Based Drilling Muds. *SPE Drilling & Completion*. 33, pp. 363-376, (2018). <https://doi.org/10.2118/184572-PA>
40. H. Jia, W. Pu, J. Zhao, F. Jin, Research on the Gelation Performance of Low Toxic PEI Cross-Linking PHPAM Gel Systems as Water Shutoff Agents in Low Temperature Reservoirs. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. (2010). <https://doi.org/10.1021/ie100888q>
41. C.O. Nwankwo, C.E. Ubani, M.O. Onyekonwu, An Experimental Analysis of Polyacrylamide Gel Polymer for Water Shutoff Operations, *Journal of Scientific and Engineering Research*, 6(2), pp. 110-117, (2019).
42. B. Vinot, R.S. Schechter, L.W.J. Lake, Formation of water soluble silicate gels by the hydrolysis of a diester. *SPE Reservoir Eng.* 4 (3), pp. 391–397. (1989).
43. H.A. Nasr-El-Din, K.C. Taylor, Silicate Gels for Water Shutoff: An Update. *SPE Production & Facilities*, 20(04), pp. 273–282. (2005).
44. A. Zulehmi, M.S. Ismail, M.J. Badrul, In situ organically cross-linked polymer gel for high-temperature reservoir conformance control: A review. *Polymers for Advanced Technologies*. Vol. 30. (2018). <https://doi.org/10.1002/pat.4455>
45. R.D. Hutchins, H.T. Dovan, B.B. Sandiford, Field Applications of High Temperature Organic Gels for Water Control, Paper presented at the SPE/DOE Improved Oil Recovery Symposium, Tulsa, Oklahoma, (1996). doi: <https://doi.org/10.2118/35444-MS>
46. M.S. Akhtar, S. Ali, W. Zaman, Recent Advancements in Catalysts for Petroleum Refining. *Catalysts*, 14, 841. (2024). <https://doi.org/10.3390/catal14120841>
47. M.T. Alsaba, A. Al Fadhli, A. Marafi, A. Hussain, F. Bander, M.F. Al Dushaishi, Application of nanoparticles in improving rheological properties of water based drilling fluids. In: SPE Kingdom of Saudi Arabia Annual technical symposium and exhibition, Dammam, Saudi Arabia, (2018). <https://doi.org/10.2118/192239-MS>
48. A.S. Hogeweg, R.E. Hincapie, H. Födisch, L. Ganzer, Evaluation of Aluminium Oxide and Titanium Dioxide Nanoparticles for EOR Applications, SPE Europec featured at 80th EAGE conference and exhibition (2018). doi:10.2118/190872-MS

49. V. Srivastava, M. Beg, S. Sharma, A.K. Choubey, Application of manganese oxide nanoparticles synthesized via green route for improved performance of water-based drilling fluids. *Applied Nanoscience*. 11, (2021). doi:10.1007/s13204-021-01956-8.
50. A. Taha, M. Amani, Overview of Water Shutoff Operations in Oil and Gas Wells. *Chemical and Mechanical Solutions, Chem Engineering* 3(2):51, (2019). <https://doi.org/10.3390/chemengineering3020051>
51. I. Lakatos, G. Lakatos-Szabo, G. Szentes, Revival of Green Conformance and IOR/EOR Technologies: Nanosilica Aided Silicate Systems - A Review. Paper presented at the SPE International Conference and Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, (2018). USA, <https://doi.org/10.2118/189534-MS>
52. G.A. Al-Muntasheri, L. Sierra, F. Garzon, J.D. Lynn, G. Izquierdo, Water Shut-off with Polymer Gels in A High Temperature Horizontal Gas Well: A Success Story. Paper presented at the SPE Improved Oil Recovery Symposium, Tulsa, Oklahoma, USA, (2010). doi: <https://doi.org/10.2118/129848-MS>
53. S. Dubovitsky, S. Goryachev, A. Klimentiev, S. Voronstov, A. Tereschenko, Water Shut-Off New Technology Solutions – Striving for Energy Efficiency. Paper presented at the SPE Russian Oil and Gas Exploration and Production Technical Conference and Exhibition, Moscow, Russia, (2012). <https://doi.org/10.2118/161977-MS>
54. A. Zaitoun, A. Templier, L. Hernando, Gas Production Enhancement by Polymer Treatment. Paper presented at the SPE International Conference and Exhibition on Formation Damage Control, Lafayette, Louisiana, USA, (2020). <https://doi.org/10.2118/199312-MS>
55. H.Z. Liu, M. Zhou, J. Wu, H. Lu, J. Zheng, T. Peng, Performance evaluation and application of modified urea–formaldehyde resin water shutoff agent, *J Petrol Explor Prod Technol* 7, 155–160, (2017). <https://doi.org/10.1007/s13202-016-0242-x>
56. S.A. Zhdanov, A.V. Amiyan, L.M. Surguchev, L.M. Castanier, J.E. Hanssen, Application of Foam for Gas and Water Shut-off: Review of Field Experience, Paper presented at the European Petroleum Conference, Milan, Italy, (1996). doi: <https://doi.org/10.2118/36914-MS>
57. K. Asghari, L. Taabbodi, M. Dong, A New Gel-Foam System for Water Shut-Off purposes in Wormhole Reservoirs. Paper presented at the SPE International Thermal Operations and Heavy Oil Symposium, Calgary, Alberta, Canada, (2005). <https://doi.org/10.2118/97765-MS>
58. A. Roy, D. Kabra, G. Pareek, K. Kumari, P.P. Kashyap, S. Naik, U. Chadha, S.K. Selvaraj, A Review of Nanomaterials and their Applications in Oil and Petroleum Industries. *Nano Express*. 4, (2023). doi:10.1088/2632-959X/acdc40
59. A. Ali, M. Alabdrabalnabi, M. Al Ramadan, M.S. Aljawad, A. Almohsin, M.S. Azad, A Review of Recent Developments in Nanomaterial Agents for Water Shutoff in Hydrocarbon Wells. *ACS Omega*. 9, (2024). doi:10.1021/acsomega.3c09219
60. A.M. Alkalbani, G.T. Chala, A Comprehensive Review of Nanotechnology Applications in Oil and Gas Well Drilling Operations. *Energies*, 17(4), 798. (2024). <https://doi.org/10.3390/en17040798>

61. N. Jafariesfad, M.R. Geiker, P. Skalle, Nanosized Magnesium Oxide With Engineered Expansive Property for Enhanced Cement-System Performance. SPE Journal. 22, (2017). doi:10.2118/180038-PA.
62. Z. Zhe, A. Yuxiu, Nanotechnology for Oil and Gas Industry – an Overview of Recent Progress. Nanotechnology Reviews. 7, (2018). doi:10.1515/ntrev-2018-0061
63. T.P. Lockhart, Chemical and structural studies on Cr³⁺/polyacrylamide gels, Presented at Soc. Pet. Eng. Int. Symp. on Oilfield Chemistry, Pap. SPE 20998, Anaheim, CA, (1991).
64. K. Langaas, A. Stavland, Water Shutoff with Polymer in the Alvheim Field, SPE Prod & Oper 35, pp. 335–350, (2020). doi: <https://doi.org/10.2118/195485-PA>
65. A. Moradi-Araghi, A review of thermally stable gels for fluid diversion in petroleum production, Journal of Petroleum Science and Engineering, Volume 26, Issues 1–4, pp. 1-10, (2000). [https://doi.org/10.1016/S0920-4105\(00\)00015-2](https://doi.org/10.1016/S0920-4105(00)00015-2)

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Планирано је да истраживачки рад на дисертацији буде заснован на следећим хипотезама:

- Додавање наносилике у силикатне и полиакриламидне гел системе мења кинетику гелирања, при чему састави са нано-честицама имају значајно краће време гелирања у односу на саставе без нано-честица.
- Наносилика доприноси побољшању реолошких и механичких особина гелова, повећавајући њихову способност да задрже структурални интегритет при деловању притиска, посебно у условима који симулирају реалне услове у лежишту.
- Ефикасност гела у смањењу пропусности стена зависи од присуства и концентрације наносилике, при чему оптималне концентрације обезбеђују највећу редукцију протока воде и стабилност гела.
- Присуство наносилике доводи до равномерније расподеле честица у гел матрици и стварања гушће и стабилније мреже, што је основни механизам за унапређење карактеристика гела.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Научне методе које ће се применити у истраживању су:

1. **Планирање и преглед литературе:** Прва фаза обухвата анализу доступне научне и стручне литературе из области примене силикатних и полиакриламидних гелова и нано-адитива у водоизолационим радовима. Циљ је да се идентификују постојеће технологије, параметри који утичу на реолошка и механичка својства гелова, као и да се дефинишу смернице за формулисање нових система.
2. **Одабир материјала и дефинисање састава гел система:** На основу резултата прегледа литературе и претходних истраживања, биће извршен избор хемијских компоненти: натријум силиката, полиакриламида, умреживача и нано-честица

силицијум диоксида и дефинисање различитих састава са циљем испитивања утицаја концентрације и међусобног односа компоненти на својства гела.

3. **Статичка испитивања:** Одређивања времена гелирања формираних гел система у зависности од концентрације и међусобног односа хемијских компоненти гел система.
4. **Динамичка испитивања:** Ова фаза се састоји из два типа динамичких испитивања. Испитивања у капилари ради праћења понашања гела у динамичким условима и одређивања параметара протока. Филтрациона испитивања кроз које се оцењује потенцијал гела да смањи пропусност и формира стабилну баријеру у симулираним лежишним условима.
5. **Испитивање микроструктуре гела:** Анализа узорака гелова помоћу скенирајуће електронске микроскопије (SEM) ради идентификације микроструктурних промена увођењем нано-честица и њихове расподеле у гел матрици. Циљ ове фазе је повезивање морфолошких карактеристика са реолошким и механичким особинама испитиваних система.
6. **Анализа добијених резултата:** дефинисање научних закључака и формулисање препорука за потенцијалну практичну примену у теренским условима.

5. НАУЧНИ ДОПРИНОС И ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ

Очекује се да резултати спроведеног истраживања допринесу развоју оптимизованих састава гел система силикатних и полиакриламидних гелова са наносиликом које ће показати побољшану стабилност и контролисане реолошке особине. Конкретно, очекује се:

- Да састави који садрже наносилику покажу краће време гелирања у поређењу са геловима без додатка наносилике.
- Да додавање наносилике доводи до побољшања реолошких и механичких особина гела, као и задржавања структурног интегритета након излагању повишеним температурама и притисцима.
- Да гел системи са оптималним садржајем наносилике покажу већу ефикасност у смањењу пропусности стенског узорка, што ће потврдити њихов потенцијал за примену у нископропусним карбонатним лежиштима.
- Да анализа структуре и микроморфологије гела потврди да равномерна расподела наносилике доприноси стварању гушће и стабилније мреже, чиме се објашњава механизам повећане стабилности.
- Да ће бити формулисане препоруке за практичну примену у теренским условима, што укључује избор врсте гела и одговарајућих концентрација у зависности од карактеристика лежишта.

Научни допринос овог истраживања огледа се у развоју и експерименталној потврди нових састава силикатних и полиакриламидних гел система са наносиликом, намењених ефикаснијем извођењу водоизолационих радова у условима нископропусних карбонатних колектора. Истраживање доприноси разумевању механизма понашања гелова у сложеним

лежишним условима и пружа основу за примену иновативних технологија у пракси, чиме повезују научна истраживања са конкретним техничко–оперативним решењима у нафтної индустрији.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Истраживање у оквиру израде ове докторске дисертације биће реализовано кроз повезане фазе, које обухватају теоријска, лабораторијска и аналитичка истраживања, са циљем развоја и верификације нових гел система за примену у водоизолационим операцијама у условима нископропусних карбонатних колектора.

План истраживања обухвата следеће фазе:

1. Преглед и анализа релевантне научне и стручне литературе: У овој фази биће извршен систематичан преглед доступне научне и стручне литературе из области примене полиакриламидних и силикатних гел система у нафтної индустрији, са посебним освртом на утицај нано-адитива на њихова реолошка, механичка и структурна својства. Анализа литературе послужиће као основа за дефинисање истраживачких хипотеза и избора параметара који ће бити предмет даљих испитивања.
2. Дефинисање концепта истраживања и избора испитиваних система: На основу резултата анализе литературе биће дефинисан концепт истраживања, укључујући избор типова гел система, хемијских компоненти и нано-адитива који ће бити предмет лабораторијских испитивања. У овој фази биће утврђени опсеги концентрација и међусобни односи компоненти, као и услови испитивања који симулирају реалне лежишне услове.
3. Лабораторијска испитивања гел система: Ова фаза обухвата спровођење планираних статичких и динамичких лабораторијских испитивања у циљу одређивања времена гелирања, стабилности гелова, филтрационих карактеристика и способности смањења пропусности. Испитивања ће бити извођена под контролисаним условима, са циљем добијања репрезентативних и упоредивих резултата.
4. Анализа микроструктуре и повезивање са макроскопским својствима: У овој фази биће извршена анализа микроструктуре испитиваних гел система применом скенирајуће електронске микроскопије (SEM), ради идентификације расподеле нано-честица и структурних промена у гел матрици. Добијени резултати биће повезани са реолошким и механичким својствима гелова, у циљу бољег разумевања механизма њиховог понашања.
5. Обрада и интерпретација експерименталних резултата: Добијени експериментални подаци биће статистички обрађени и анализирани, са циљем идентификације утицаја нано-адитива на понашање гел система. У овој фази биће извршено упоредно вредновање различитих формулација и дефинисање оптималних система за практичну примену.

6. Формулисање закључака и препорука за примену у пракси: Завршна фаза истраживања обухвата формулисање научних закључака на основу добијених резултата, као и дефинисање препорука за потенцијалну примену развијених гел система у реалним теренским условима.

Из свега наведеног предлаже се следећа структура рада:

1. Приказ теоријских основа: Основни појмови експлоатације нафте и гаса, EOR методе, проблеми превремене производње воде и механизми заводњења у бушотинама;
2. Преглед и систематизација релевантне литературе: Анализа постојећих истраживања из области метода за ограничавање дотока воде, примене гел система у водоизолационим операцијама, као и примене нано-материјала у нафтној индустрији, са посебним освртом на EOR методе;
3. Методологија истраживања: Опис примењених научних метода, експерименталног приступа и начина обраде и интерпретације података коришћених у истраживању;
4. Развој и имплементација гел система са додатком нано-силике: Опис материјала, припреме силикатних и полиакриламидних гелова, лабораторијских статичких и динамичких испитивања, као и анализе микроструктуре применом SEM методе;
5. Резултати и дискусија: Приказ и анализа резултата статичких и динамичких испитивања, интерпретација утицаја нано-силике на својства гел система и упоредно вредновање добијених резултата;
6. Закључак: Сумирање главних резултата истраживања и њихов допринос унапређењу технологије водоизолационих операција;
7. Предлог за даља истраживања: Правци будућих истраживања и могућности примене добијених резултата у реалним теренским условима.

Сазнања у току истраживања могу утицати да се у извесној мери одступи од наведених активности.

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Кандидаткиња Ирина Захировић, мастер инжењер рударства испуњава све законом прописане услове за израду докторске дисертације. До сада је објавила 2 рада у часописима са СЦИ листе (категорије M21 и M23) из области коју разматра дисертација.

На основу прегледаног материјала из Пријаве докторске дисертације, на основу увида у досадашње резултате постигнуте на докторским студијама, чланови Комисије сматрају да је предложена тема докторске дисертације у потпуности научно заснована, а према предмету анализе докторска дисертација припада научној области рударство. Предложени назив теме докторске дисертације под називом „Истраживање утицаја нано честица силицијум диоксида на полиакриламидине и силикатне гелове за употребу приликом водонепропусних радова у бушотинама“ треба кориговати тако да назив докторске

дисертације буде „**Ефекат примене нано-честица силицијум диоксида на понашање полиакриламидних и силикатних гелова при водоизолационим операцијама у бушотинама**“.

На основу наведеног, предлажемо Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да кандидаткињи Ирини Захировић, мастер инжењеру рударства одобри рад на изради докторске дисертације под насловом „**Ефекат примене нано-честица силицијум диоксида на понашање полиакриламидних и силикатних гелова при водоизолационим операцијама у бушотинама**“, а да за ментора именује др Душана Даниловића, ванредног професора Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду.

У Београду 26.03.2026.

Чланови Комисије:

др Душан Даниловић, ванредни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Весна Каровић-Маричић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Мирослав Црногорац, доцент,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Марија Живковић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

др Драган Говедарица, редовни професор,
Универзитет у Новом Саду, Технолошки факултет