

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ХЕМИЈСКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

ПРЕДМЕТ: Извештај о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације Златка С. Николовског, мастер хемичара

На редовној седници Наставно-научног већа Хемијског факултета Универзитета у Београду, одржаној 12.06.2025. године, изабрани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата Златка С. Николовског, мастер хемичара, пријављене под насловом:

„Геохемијско проучавање пелоида Србије у функцији антибактеријског дејства”

На основу поднете документације и досадашњег рада кандидата, Комисија подноси Наставно-научном већу следећи

Извештај

А. Биографски подаци о кандидату

Златко Николовски је рођен 17.08.1995. године у Београду, Република Србија. Основну школу „Ђуро Стругар“ као и Десету гимназију „Михајло Пупин“ завршио је на Новом Београду са одличним успехом.

Основне академске студије на студијском програму Хемија животне средине на Хемијском факултету, Универзитета у Београду је уписао 2014/2015. године. Златко Николовски је дипломирао на Хемијском факултету Универзитета у Београду 10.09.2019. године на Катедри за примењену хемију. Основне студије је завршио са просечном оценом 8,26 и оценом десет на дипломском испиту под називом „Органско-геохемијска карактеризација сирових нафти из нафтних поља Либије“.

Мастер академске студије на студијском програму Хемија животне средине на Хемијском факултету, Универзитета у Београду, уписао је школске 2019/20. године. Мастер тезу под насловом „Секвенцијална екстракција лантана и неодимијума из земљишта“ одбранио је 5. марта 2021. године са оценом 10,00 на Катедри за примењену хемију и завршио мастер академске студије са просечном оценом 8,60.

Докторске академске студије на студијском програму Хемија на Хемијском факултету, Универзитета у Београду уписао је школске 2021/22. године на Катедри за

примењену хемију под менторством др Бранимира Јованчићевића, редовног професора и др Александре Шајновић, научног саветника на ИХТМ-у. Докторска теза се заснива на геохемијском испитивању пелоида и њиховог антибактеријског дејства. У истраживање током израде докторског рада, односно дела који се односи на антибактеријску активност укључена је др Ирена Новаковић, научни саветник на ИХТМ-у.

Након завршетка основних студија, у периоду од 16. септембра 2019. године до 1. децембра 2024. године радио је као аналитичар у лабораторији за физичко-хемијска испитивања, Институт МОЛ д.о.о.. Превасходно се бавио аналитичким испитивањима узорака из животне средине применом класичних хемијских метода и спектроскопских техника одређивања. Учествовао је у одбрани, развијању, увођењу и акредитовању нових метода пред Акредитационим телом Србије (АТС). Такође, остварио је успешне резултате на међулабораторијским поређењима и програмима за испитивање оспособљености (ППТ активностима) из класичне и инструменталне аналитичке хемије.

Од 1. априла 2025. године запослен је као истраживач-приправник на Институту за хемију, технологију и металургију (ИХТМ) - Центар за Хемију, Универзитета у Београду. Поред истраживања које спроводи у оквиру докторске дисертације укључен је и у истраживања која се односе на производњу течног и чврстог горива из алгалне биомасе.

Б. Објављени научни радови и саопштења

У оквиру досадашњег научно-истраживачког рада кандидат Златко Николовски је аутор једног рада објављеног у водећем међународном часопису (M21), и два рада у часопису од међународног значаја (M22).

Библиографија кандидата категорисана према критеријумима Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, дата је у Прилогу 1 овог извештаја.

В. Образложење теме

1. Научна област: Хемија

Ужа научна област: Примењена хемија

2. Предмет рада

Пелоиди, познатији као „лековито блато“, представљају сложене природне агенсе који се примењују у балнеотерапији, нарочито за лечење обољења костију и кожних проблема [1]. Њихова употреба је значајно порасла у фармацеутској индустрији, естетској медицини и бањским центрима последњих година у складу са повећаном потражњом природних лекова [2,3,4]. Иако је њихова терапеутска примена опште позната, сазнања о саставу, физичко-хемијским и геохемијским својствима пелоида и даље су ограничена, а антибактеријски потенцијал готово да није истражен. Стога је циљ овог истраживања да се испита антибактеријска активност пелоида према

изабраним грам-позитивним и грам-негативним бактеријама. Како би се утврдио примарни фактор одговоран за антибактеријско дејство, чврста фаза пелоида (која се састоји из органског и неорганског дела) и течна фаза (термо-минерална вода) испитаће се одвојено.

Пелоиди из Враћа, Јошанице, Младеновца, Ковиљаче, Бујановца, Русанде и Кањиже биће окарактерисани и изнети закључци о њиховим геохемијским особинама које утичу на антибактеријско дејство.

3. Научни циљ истраживања

Кључни допринос овог истраживања огледа се у продубљивању сазнања о пелоидима, који представљају значајан и широко распрострањен природни ресурс у Србији. Уз ограничен број научних студија посвећених овом проблему, а у контексту растућег интереса за бањски туризам, неопходно је испитати основна својства лековитог блата. Пелоиди, као вредни природни супстрати који већ налазе примену у конвенционалној медицини, поседују изузетан потенцијал. Резултати овог рада, односно проширење фундаменталних знања из ове области, могли би указати на нове правце развоја у фармацеутској и козметичкој индустрији.

Тренутно се бањски центри у процедури припреме и примене пелоида углавном ослањају на традицију и емпиријска запажања, а не на научно поткрепљене доказе. Последица тога је одсуство стандардизованих метода, посебно у погледу припреме пелоида и процене њиховог антибактеријског дејства, што резултира недоследностима у свакодневној клиничкој пракси. Ова студија има за циљ да успостави везу између геохемијских карактеристика пелоида (укључујући њихово порекло и геолошку историју) и антибактеријског дејства.

4. Методе истраживања

Антибактеријско дејство пелоида биће утврђено методом агар дифузије, док ће се антибактеријски потенцијал њихових органских екстраката испитати методом двоструког разблаживања, како би се одредила минимална инхибиторна концентрација у односу на грам-позитивне и грам-негативне бактерије [5,6]. Недеструктивне анализе попут рендгенске дифракције зрака и рендгенске флуоресценције биле би примењене за испитивање минералног састава и садржаја макроелемената. Садржај микроелемената биће одређен техником индуктивне купловане плазме спрегнуте са оптичким емисионим спектрометром (ICP-OES). То је од интереса јер су одређени минерали (нпр. глине) и елементи (нпр. гвожђе и бакар) познати по свом антибактеријском дејству [7]. Органски део пелоида биће изолован методом по Soxhlet-у. Хроматографијом на стубу биће изоловане фракције засићених и ароматичних уљоводоника, а потом детаљно анализирани методом гасне хроматографије са масеном спектрометријом. Циљ је да се идентификују биоактивна једињења, потенцијално одговорна за антибактеријско својство пелоида [8,9,10].

5. Актуелност проблематике у свету

Истраживање геохемијских карактеристика и антибактеријских својстава пелоида представља перспективну и актуелну научну област истраживања. Пре свега због веће потражње за природним терапеутским производима и економског развоја бањског туризма. Иако пелоиди вековима налазе примену у традиционалној медицини и балнеотерапији, њихов сложени састав и биолошки механизми дејства остају недовољно истражени у савременом научном контексту, што се огледа кроз ограничен број релевантних публикација у водећим научним часописима. Све је већа глобална свест о потенцијалним негативним ефектима синтетичких супстанци, као и о порасту отпорности бактерија на антибиотике што подстиче потрагу за природним алтернативама, као један од највећих здравствених изазова савременог доба. Тренд експанзије бањског и медицинског туризма постаје важан економски сектор у многим земљама. Ово истраживање директно одговара на глобалне потребе нудећи научно утемељену процену антибактеријског потенцијала пелоида. Стога, овај рад не испуњава само научну празнину о молекулском саставу и геохемијским особинама пелоида, већ и активно доприноси глобалним напорима у проналажењу одрживих и ефикасних природних решења за здравствене и туристичке секторе.

6. Литература

1. Fernández-González, M. V., Carretero, M. I., Martín-García, J. M., Molinero-García, A., & Delgado, R. (2021). Peloids prepared with three mineral-medicinal waters from spas in Granada. Their suitability for use in pelotherapy. *Applied Clay Science*, 202. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2020.105969>
2. Mourelle, M. L., Gómez, C. P., & Legido, J. L. (2024). Peloids in Skin Care and Cosmeceuticals. *Cosmetics 2024*, Vol. 11, Page 202, 11(6), 202. <https://doi.org/10.3390/COSMETICS11060202>
3. Mourelle, M. L., Gómez, C. P., & Legido, J. L. (2021). Microalgal Peloids for Cosmetic and Wellness Uses. *Marine Drugs 2021*, Vol. 19, Page 666, 19(12), 666. <https://doi.org/10.3390/MD19120666>
4. Carretero, M. I. (2020). Clays in pelotherapy. A review. Part II: Organic compounds, microbiology and medical applications. *Applied Clay Science*, 189, 105531. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2020.105531>
5. Sarker, S. D., Nahar, L., & Kumarasamy, Y. (2007). Microtitre plate-based antibacterial assay incorporating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the in vitro antibacterial screening of phytochemicals. *Methods*, 42(4), 321–324. <https://doi.org/10.1016/J.YMETH.2007.01.006>
6. National Committee for Clinical Laboratory Standards. (2020) Approval standard document M7-A5. Villanova, PA.
7. Gomes, C. F., Gomes, J. H., & da Silva, E. F. (2020). Bacteriostatic and bactericidal clays: an overview. *Environmental Geochemistry and Health*, 42(11), 3507–3527. <https://doi.org/10.1007/S10653-020-00628-W/FIGURES/1>

8. Šajnović, A., Burazer, N., Veselinović, G., Stojadinović, S., Gajica, G., Trebše, P., Glavaš, N., & Jovančević, B. (2023). Changes in hydrocarbons and elemental distribution in peloids during maturation processes (Sečovlje Salina Nature Park Slovenia). *Science of the Total Environment*, 897. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.165424>
9. Faridha Begum, I., Mohankumar, R., Jeevan, M., & Ramani, K. (2016). GC–MS Analysis of Bio-active Molecules Derived from *Paracoccus pantotrophus* FMR19 and the Antimicrobial Activity Against Bacterial Pathogens and MDROs. *Indian Journal of Microbiology*, 56(4), 426–432. <https://doi.org/10.1007/S12088-016-0609-1>
10. Guimarães, A. C., Meireles, L. M., Lemos, M. F., Guimarães, M. C. C., Endringer, D. C., Fronza, M., & Scherer, R. (2019). Antibacterial Activity of Terpenes and Terpenoids Present in Essential Oils. *Molecules* 2019, Vol. 24, Page 2471, 24(13), 2471. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24132471>

7. Очекивани резултати

Пелоиди, као вредан природни супстрат који се користи у конвенционалним медицинским третманима, представљају значајан потенцијал. Резултати овог истраживања могу послужити као основа за проширење знања у овој области, отварајући пут напреднијим истраживањима која укључују фармацеутску и козметичку индустрију.

Будући да терапеутска вредност пелоида у великој мери зависи од њихових физичко-хемијских својстава, ово истраживање има за циљ да допринесе развоју стандардизованих метода за процену њихове антибактеријске активности и укупног терапијског потенцијала, након чега би се идентификовала биоактивна једињења, потенцијално одговорна за антибактеријско својство пелоида. Добијени резултати могу помоћи заинтересованим странама у бањама широм Србије да донесу одлуке засноване на научним доказима и могу довести до иновација које се могу патентирати и комерцијализовати.

Г. Закључак

На основу свега изложеног, Комисија сматра да је предложена тема актуелна у свету и научно заснована, као и да би очекивани резултати представљали значајан допринос у области примењене хемије. У складу са законом о високом образовању и Статутом Хемијског факултета Универзитета у Београду, сматрамо да кандидат испуњава све потребне услове за одобрење израде докторске дисертације. Комисија зато предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду-Хемијског факултета да кандидату Златку С. Николовском, мастер хемичару, одобри израду докторске дисертације. Комисија предлаже наслов: „**Геохемијско проучавање пелоида Србије у функцији антибактеријског дејства**”.

За менторе предлажемо др **Бранимира Јованчићевића**, редовног професора Универзитета у Београду Хемијског факултета и др **Александру Шајновић**, научног саветника Института за хемију, технологију и металургију, Центра за хемију Универзитета у Београду. Спискови радова предложених ментора из којих се види да испуњавају услове из Стандарда за акредитацију студијских програма докторских студија су дати у Прилогу 2а и 2б.

У Београду, 10.07.2025.

Комисија:

др Бранимир Јованчићевић, редовни професор,
Универзитет у Београду, Хемијски факултет (**ментор**)

др Александра Шајновић, научни саветник, Универзитет у Београду, Центар за хемију,
Институт за хемију, технологију и металургију (**ментор**)

др Илија Брчески, редовни професор,
Универзитет у Београду, Хемијски факултет

др Ирена Новаковић, научни саветник, Универзитет у Београду, Центар за хемију,
Институт за хемију, технологију и металургију;

др Никола Буразер, научни сарадник, Универзитет у Београду, Центар за хемију,
Институт за хемију, технологију и металургију

**Прилог 1: Библиографија кандидата категорисана према критеријумима
Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије**

M21

1. Djokić, J., Radovanović, D., Nikolovski, Z., Andjić, Z., & Kamberović, Ž. (2021). Influence of Electrolyte Impurities from E-Waste Electrorefining on Copper Extraction Recovery. *Metals* 2021, Vol. 11, Page 1383, 11(9), 1383. <https://doi.org/10.3390/MET11091383>

M22

1. Nikolovski, Z., Isailović, J., Jeremić, D., Kovač, S., & Brčeski, I. (2022). Some examples of interactions between certain rare earth elements and soil. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 87(1), 83–94. <https://doi.org/10.2298/JSC211006095N>
2. Saheed, R. M. M., Knudsen, T. Š., Faraj, M. A. M., Nikolovski, Z., Nytoft, H. P., & Jovancicevic, B. (2020). Saturated biomarkers in the estimation of organic geochemical homogeneity of crude oils from four oil fields in Libya. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(11), 1489–1499. <https://doi.org/10.2298/JSC200501055S>

Прилог 2а: Изабрани радови предложеног ментора проф. др Бранимира Јованчићевића

1. Burazer, N., Šajnović, A., Veselinović, G., Šunta, U., Dabić, P., & Jovančićević, B. (2025). Geochemical perspective on the impact of clays and microalgae on changes in the molecular distribution of the Bujanovac peloid: A comparative study of natural versus laboratory-designed systems. *Applied Clay Science*, 276, 107933. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2025.107933>
2. Jovančićević, B., Stojanović, K., & Životić, D. (2024). Organic geochemical study of Aleksinac oil shale. *International Journal of Earth Sciences*, 113(8), 1819–1839. <https://doi.org/10.1007/S00531-024-02413-X>
3. Radisavljević, M., Burazer, N., Šajnović, A., Spahić, D., Gajica, G., Kovač, S., Gajić, V., & Jovančićević, B. (2024). Towards an understanding of southern peri-Pannonian lacustrine depositional cycles: Interplay of sediment delivery and shifting intrabasinal height, a case study of drilled Neogene sediments from northwest Toplica Basin (Central Serbia). *International Journal of Sediment Research*, 39(3), 401–420. <https://doi.org/10.1016/J.IJSRC.2024.03.006>
4. Stefanović, M., Šajnović, A., Kašanin-Grubin, M., Vergari, F., Troiani, F., Moreno-de-las-Heras, M., Gallart, F., Desloges, J., & Jovančićević, B. (2023). Impact of weathering processes on n-alkane pattern in badlands. *CATENA*, 231, 107352. <https://doi.org/10.1016/J.CATENA.2023.107352>
5. Antić, N., Kašanin-Grubin, M., Štrbac, S., Xie, C., Mijatović, N., Tosti, T., & Jovančićević, B. (2023). Type of precipitation and durations of sediment exposure as important weathering factors. *CATENA*, 228, 107192. <https://doi.org/10.1016/J.CATENA.2023.107192>

Прилог 26: Изабрани радови предложеног ментора др Александре Шајновић, научног саветника

1. Šajnović, A., Veselinović, G., Burazer, N., Gajica, G., Stojadinović, S., Trebše, P., & Jovančićević, B. (2025). Depositional settings as an influencing factor on lipid biomarker distribution in pre-peloids from Serbia and Slovenia: initial step in determining the biotechnological potential. *CATENA*, 258, 109247. <https://doi.org/10.1016/J.CATENA.2025.109247>
2. Burazer, N., Šajnović, A., Veselinović, G., Šunta, U., Dabić, P., & Jovančićević, B. (2025). Geochemical perspective on the impact of clays and microalgae on changes in the molecular distribution of the Bujanovac peloid: A comparative study of natural versus laboratory-designed systems. *Applied Clay Science*, 276, 107933. <https://doi.org/10.1016/J.CLAY.2025.107933>
3. Šajnović, A., Burazer, N., Veselinović, G., Stojadinović, S., Gajica, G., Trebše, P., Glavaš, N., & Jovančićević, B. (2023). Changes in hydrocarbons and elemental distribution in peloids during maturation processes (Sečovlje Salina Nature Park Slovenia). *Science of the Total Environment*, 897. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2023.165424>
4. Burazer, N., Šajnović, A., Vasić, N., Kašanin-Grubin, M., Životić, D., Mendonça Filho, J. G., Vulić, P., & Jovančićević, B. (2020). Influence of paleoenvironmental conditions on distribution and relative abundance of saturated and aromatic hydrocarbons in sediments from the NW part of the Toplica basin, Serbia. *Marine and Petroleum Geology*, 115, 104252. <https://doi.org/10.1016/J.MARPETGEO.2020.104252>
5. Šajnović A., Grba N., Neubauer F., Kašanin-Grubin M., Stojanović K., Petković N., Jovančićević B. (2020) Geochemistry of sediments from the Lopare Basin (Bosnia and Herzegovina): Implications for paleoclimate, paleosalinity, paleoredox and provenance. *Acta Geologica Sinica – English Edition* 94, 1591–1618. <https://doi.org/10.1111/1755-6724.14324>