УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ – ХЕМИЈСКИ ФАКУЛТЕТ
НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Извештај о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације **Алексе Д. Визија**, мастер хемичара.

Поштоване колегинице и колеге,

На редовној седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Хемијског факултета, одржаној 8. октобра 2026. године (одлука број 706/2), изабрани смо за чланове Комисије за подношење извештаја о оцени научне заснованости и оправданости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата **Алексе Д. Визија**, мастер хемичара, пријављене под насловом:

„Упоредна петрографска и геохемијска анализа лигнита из поља Тамнава-Запад и Радљево као индикатор палеовегетације и палеосредине стварања угљених слојева у басену Колубара“

На основу поднете документације, као и увида у досадашњи рад кандидата, подносимо Наставно-научном већу Хемијског факултета следећи:

ИЗВЕШТАЈ

А. БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Алекса Д. Визи је рођен у Земуну 27. априла 1999. године. Основну школу „Лазар Саватић“ је завршио 2014. године, када уписује природно-математички смер у Земунској гимназији, коју завршава 2018. године.

Основне академске студије уписује 2018. године на Хемијском факултету Универзитета у Београду, студијски програм Хемија. Крајем 2020. године наставља своје студије на Хемијском факултету, али на студијском програму Хемија животне средине. Основне студије завршава 2022. године са просечном оценом 9,68 (девет и 68/100). Завршни рад под насловом „Могућност фитостабилизације токсичних метала из земљишта комерцијално доступним биљкама“ је одбранио са оценом 10 (десет) на Катедри за примењену хемију. Исте године уписује мастер академске студије на Хемијском факултету Универзитета у Београду, смер Хемија животне средине, које завршава 2023. године са просечном оценом 10,00 (десет нула). Завршни рад под насловом „Копиролиза полистирена са лигнитом барског типа - анализа течних производа“ је одбранио са оценом 10 (десет) на Катедри за примењену хемију.

Докторске академске студије уписује 2023. године на Хемијском факултету, Универзитета у Београду, студијски програм Хемија. У тренутку уписа треће године положио је све планом и програмом предвиђене испите са просечном оценом 10 (десет). Од јуна 2024. године је запослен на Иновационом центру Хемијског факултета Универзитета у Београду при Катедри за примењену хемију.

Током својих основних и мастер студија (2018-2022) био је ангажован као сарадник Истраживачке станице Петнице (ИСП), Програм Геонаука. Током тих година учествује у планирању и реализацији истраживачких радова ученика средњих школа. Почетком 2023. године постаје руководилац Програма Геонаука (сада Програма Геологије и хидрохемије) у ИСП. Као руководилац наведеног програма, учествује у планирању и

реализацији семинара за ученике средњих школа. Током календарске године организује око седам семинара, који покривају теме геологије, геохемије, хемије животне средине и сродних области, са акцентом на мултидисциплинаран приступ. Ментор је више истраживачких радова ученика средњих школа у оквиру ИСП и једног истраживачког рада ученика основних школа у оквиру Регионалног центра за таленте. Крајем 2025. године, као руководилац тима сарадника ИСП, аплицира и добија средства за реализацију пројекта под називом „Експедицијом кроз лупу науке“ у оквиру Јавног позива Центра за промоцију науке. Почетком 2026. године, као део другог тима сарадника ИСП, аплицира поново на Јавни позив Центра за промоцију науке и добија средства за реализацију пројекта под називом „Распетљавање“.
Алекса Визи се бави научним радом из области геохемије и хемије животне средине. Уже области интересовања су геохемијска карактеризација седиментних стена (угљеви, хемијске и кластичне седиментне стене), идентификација и квантификација загађујућих супстанци у животној средини (нафтни угљоводоници, нутријенти и токсични метали).

Б. ОБЈАВЉЕНИ НАУЧНИ РАДОВИ И САОПШТЕЊА

Алекса Д. Визи је коаутор једног научног рада објављеног у водећем међународном часопису (М21). Такође је коаутор осам саопштења са међународних скупова (М34) и пет саопштења са скупова националног значаја (М64).

Радови у врхунским часописима међународног значаја (М21)

1. Mračević Đogo, S., Stanković, M., Đurđevic, M., Vizi, A., Ražić, S. (2025) Children's playgrounds and urban pollution: Ecological and health risks from Cr, Ni, Pb, As, Cd, Cu, and Zn. *Environmental Geochemistry and Health* 47, 401. https://doi.org/10.1007/s10653-025-02694-4

Саопштења на научним скуповима међународног значаја у изводу (М34)

1. Radović, N., Vizi, A., Nikolić, Ž., Kojić, I., Stojanović, K. (2026) Biodiesel production from sunflower oil using calcined cigarette ash as a waste-derived catalyst. Proceedings, 32nd International conference Ecological Truth & Environmental Research - EcoTER'26, pp. 638-639, Sokobanja, Serbia, June 24-26, 2026. Publisher: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia. http://dx.doi.org/10.5937/EcoTER26638R
2. Vizi, A., Životić, D., Sachenhofer, R., Bechtel, A., Kojić, I., Stojanović, K. (2025) Organic geochemical and petrographic study of the lignite from Radljevo field (Kolubara Basin, Serbia). Book of Abstracts, 76th Annual Meeting of International Committee for Coal and Organic Petrology, pp. 58-59, Beijing, China, September 17-25, 2025. Publisher: China University of Mining and Technology.
3. Radulović, S., Vuković, N., Stevanović, J., Kojić, I., Vizi, A., Stojanović, K. (2025) Significance of 3’-methyl-1,2-cyclopentenophenanthrene in characterization of crude oils (SE Pannonian Basin, Serbia). Conference Proceedings, 32nd International Meeting on Organic Geochemistry (IMOG 2025), Paper Number 234 (two pages) Porto, Portugal, September 7-11, 2025. Publisher: European Association of Geoscientists & Engineers, Bunnik, The Netherlands. https://doi.org/10.3997/2214-4609.202533234
4. Vizi, A., Glišić, R., Radović, N., Stojanović, K., Ilijević, K., Kojić, I. (2025) Major and trace elements of Triassic and Permian limestones of Slovac and Ćelije, Valjevo. Book of Abstracts, 9th International Student Conference on Technical Sciences (ISC 2025), p. 16, Bor Lake, Serbia, October 24-25, 2025. Publisher: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia.
5. Radović, N., Nikolić, Ž., Vizi, A., Rajković, F., Vuković, N., Stojanović, K. (2025) Introducing mineral chemistry to high school students: SEM-EDS analysis of gadolinite-(Ce). Book of Abstracts, 9th International Student Conference on Technical Sciences (ISC 2025), pp. 17-18, Bor Lake, Serbia, October 24-25, 2025. Publisher: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia.
6. Mitić, J., Relić, D., Kojić, I., Popović, A., Vizi, A., Milićević, T. (2025) Indirect human health risk assessment of consuming agricultural products influenced by PAHs from illegal landfills in agricultural areas. Book of Abstracts, 3rd Conference of the International Association for

Biomonitoring of Environmental Pollution (IABEP 2025), p. 81, Belgrade, October 13-15, 2025. Publisher: Institute of Physics Belgrade, Serbia.
7. Vizi, A., Radović, N., Nikolić, Ž., Kojić, I., Stojanović, K. (2024) Efficient Determination of Undecylenic Acid Content in Pharmaceutical Products: A Novel Simple Approach. Proceedings, 31st International Conference Ecological Truth & Environmental Research - EcoTER'24, pp. 753-754, Sokobanja, Serbia, June 18-21, 2024. Publisher: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia.
8. Vizi, A., Radović, N., Nikolić, Ž., Lekić, S., Roglić, G., Stojanović, K., Tešević, V. (2024) Sustainable Solutions in Analytical Chemistry: Combining of Instrumental Techniques and Environmental-Friendly Natural Indicators for Classical Volumetry. Proceedings, 31st International Conference Ecological Truth & Environmental Research - EcoTER'24, pp. 751-752, Sokobanja, Serbia, June 18-21, 2024. Publisher: University of Belgrade, Technical Faculty in Bor, Serbia.

Саопштења на научним скуповима националног значаја штампана у изводу (М64)
1. Vizi, A., Radosavljević, J., Rodić, S., Radović, N., Savić Jovanović S., Stojanović, K. (2026) Integration of problem-solving task into environmental chemistry education. Book of Abstracts, 10th Symposium Chemistry and Environmental Protection (ENVIROCHEM2026), p. 29, Bajina Bašta, June 21-24, 2026. Publisher: Serbian Chemical Society.
2. Mitić, J., Kojić, I., Relić, D., Vizi, A., Popović, A., Milićević, T. (2026) Comparative evaluation of human health risk assessment approaches for PAHs in the landfill soils. Book of Abstracts, 10th Symposium Chemistry and Environmental Protection (ENVIROCHEM2026), p. 21, Bajina Bašta June 21-24, 2026. Publisher: Serbian Chemical Society.
3. Mitić, J., Relić, D., Kojić, I., Popović, A., Vizi, A., Milićević, T. (2025) Assessment of PAH contamination in soils from closed municipal landfills in Serbia. Book of Abstracts, 11th Conference of Young Chemists of Serbia, p. 74, Kragujevac, October 25, 2025. Publisher: Serbian Chemical Society.
4. Vizi, A., Radović, N., Nikolić, Ž., Kojić, I., Stojanović, K. (2024) Becoming a lab detective: an introduction to qualitative chemical analysis. Book of Abstracts, 10th Conference of Young Chemists of Serbia, p. 34, Belgrade, October 26, 2024. Publisher: Serbian Chemical Society.
5. Vizi, A., Radović, N., Nikolić, Ž., Kojić, I., Stojanović, K. (2024) Efficient distribution ratio lab exercise for college students. Book of Abstracts, 10th Conference of Young Chemists of Serbia, p. 35, Belgrade, October 26, 2024. Publisher: Belgrade: Serbian Chemical Society.

В. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ

1. Научна област: Хемија
Ужа научна област: Примењена хемија

2. Предмет рада
Предмет истраживања предложене докторске дисертације подразумева петрографску и геохемијску карактеризацију стратиграфски узетих узорака лигнита (горњемиоценске старости, горњи панон, пре око 6 милиона година) са површинских копова поља Тамнава-Запад и Радљево (басен Колубара). Циљ дисертације је да се на основу наведених анализа реконструише порекло и палеосредина стварања угљених слојева.
Подручје истраживања обухвата Колубарски угљоносни басен, то јест површинске копове поља Тамнава-Запад и Радљево. Овај локалитет истраживања је одабран јер је басен Колубара највећи произвођач лигнита у Србији, са годишњом производњом од око 29 милиона тона, што представља око 70 % укупне производње угља у Србији. Пројекције предвиђају да се у периоду 2021-2060. године производња угља остварује на три површинска копа, при чему је важно усклађивање количине угља лошијег квалитета (поља Радљево и Тамнава-Запад) и угља бољег квалитета (поље „Е“).
Истраживање ће бити реализовано кроз неколико фаза. Прва фаза ће бити узимање узорака лигнита са два површинска копа Тамнава-Запад и Радљево (укупно око 50

узорака) из различитих дубинских интервала. Узорковање ће бити изведено на основу литологије и литотипова угља. Друга фаза ће подразумевати одређивање општих геохемијских параметара: садржаја влаге, пепела, везаног (фиксног) угљеника и испарљивих матрија, топлотне моћи, укупног органског угљеника (енг. *Total Organic Carbon, TOC*) и сумпора. Ови параметри дају основне информације о квалитету лигнита, јер он расте са повећањем *TOC*, док сумпор, влага и пепео имају супротан ефекат. Поред тога, садржај сумпора и пепела зависи од палеоуслова током хумификације (нпр. салинитет воде и плављење тресетне мочваре). Трећа фаза ће бити Рок-Евал (енг. *Rock-Eval*) пиролиза узорака лигнита, на основу које се процењује тип керогена и нафтно-гасни потенцијал органске супстанце. Четврта фаза ће подразумевати детаљну петрографску анализу узорака лигнита (квантитативна мацерална анализа и мерење рефлексије хуминита). Квантитативна мацерална анализа даје битне податке о условима формирања лигнита (учешће различитих ботаничких група, тип мочваре, релативни ниво воденог стуба, микробиолошка активност, физичко-хемијски процеси током хумификације и коалификације). Пошто се састав, а самим тим и технолошка својства појединих мацерала, чак и из исте мацералне групе разликују, мацерална анализа такође омогућава да се утврди применљивост угља у технолошким процесима (брикетирање, гасификација у флуидизованом слоју). Мерење рефлексије на мацералима хуминитске групе представља најтачнију и опште прихваћену методу за процену зрелости органске супстанце. У петој фази биће изведена детаљна анализа биомаркера типа *n*-алкана, изопреноидних алифатичних алкана, стероида, сесквитерпеноида, дитерпеноида и тритерпеноида са хопаноидним и нехопаноидним скелетом. Биомаркери су једињења која имају исту или веома сличну структуру са својим прекурсорским органским молекулима у живим организмима. Због тога се анализа биомаркера користи за процену порекла органске супстанце и палеоуслова током формирања угљоносних слојева. С обзиром да током коалификације биомаркери подлежу одређеним структурним и стереохемијским променама које резултују стварањем термодинамички стабилнијих изомера, састав биомаркера и одговарајући параметри су корисни и за процену зрелости органске супстанце угља. Шеста фаза подразумеваће мерење изотопског састава угљеника у појединачним биомаркерима репрезентативних узорака лигнита, који ће бити одабрани на основу резултата петрографске и биомаркерске анализе. Наиме, иако анализа биолошких маркера представља моћну технику за процену порекла и палеосредине таложења органске супстанце, потпуна интерпретација прекурсорских биљних фамилија је компликована због чињенице да поједини биомаркери могу потицати из већег броја извора. Због тога ће мерење изотопског састава угљеника употпунити петрографску и биомаркерску интерпретацију порекла и палеосредине таложења. Следеће фазе истраживања односиће се на испитивање минералног дела лигнита и подразумеваће анализу минерала и одређивање садржаја макроелемената и микроелемената. Ови резултати дају податке о условима формирања лигнита, док корелације садржаја микроелемента са садржајем минерала, макроелемената и укупног органског угљеника указују на афинитет и облик налажења микроелемената у лигниту. Такође је планирано да се одреди садржај радиоактивних елемената.

На основу детаљне интерпретације резултата свих наведених анализа и статистичке обраде података биће утврђено порекло органске супстанце и палеосредина стварања угљених слојева, као и палеоклиматски услови током горњег миоцена у испитиваном подручју. Добијени резултати ће бити разматрани литостратиграфски, при чему ће поређење узорака из угљених слојева два поља омогућити праћење промена у палеовегетацији и палеосредини. Други аспект истраживања односиће се на испитивање применљивости лигнита за гасификацију у флуидизованом слоју,

брикетирање и сагоревање у термоелектранама, као и на одређивање садржаја радиоактивних елемената. Статистичка обрада добијених података омогућиће креирање концептуалног модела за повезивање порекла органске супстанце и средине таложења лигнита са његовима квалитетом.

3. Научни циљ истраживања

Основни циљ ове докторске дисертације јесте реконструкција порекла и палеосредине таложења лигнита у колубарском басену, стратиграфске припадности горњег миоцена. Поред тога, биће изведена процена применљивости лигнита за брикетирање, гасификацију и сагоревање у термоелектранама. Резултати ових истраживања ће допринети бољем разумевању геолошког развоја подручја, очувања органске супстанце и промена у палеосредини таложења који су томе допринели.

Конкретни циљеви и очекивани резултати обухватају:

1. Утврђивање порекла органске супстанце лигнита (прекурсорских фамилија биљака), на основу квантитативне мацералне анализе, обилности и расподеле појединих типова биомаркера, одговарајућих изворних параметара и изотопског састав најобилнијх индивидуалних биомаркера.
2. Реконструкцију палеоеколошких и палеоседиментолошких услова у средини таложења (редокс услови, pH, клима, ниво воденог стуба у тресетишту, микробна активност, постдепозиционе промене). У ову сврху користиће се квантитативна анализа биомаркера, одговарајући параметри, и петрографски индекси.
3. Одређивање обогаћења микроелементима и њиховог афинитета и облика налажења у колубарском лигниту. Степен обогаћења ће бити одређен у односу на просечне вредности концентрација микроелемената у уљевима истог ранга и састава горњег дела Земљине коре, док ће њихов афинитет бити утврђен на основу корелационе анализе са садржајима укупног органског угљеника и минералних компонената. Поред тога, користећи резултате минералошке анализе могуће је одредити порекло присутних елемената.
4. Одређивање литотипа, квалитета и применљивости лигнита на основу параметара петрографске анализе, Рок-Евал пиролизе, садржаја *TOC*, пепела, сумпора и топлотне моћи. Такође, биће урађено одређивање садржаја радиоактивних елемената (природних радионуклида) у узорцима лигнита и резултати ће бити упоређени са светским просеком за безбедно коришћење материјала и граничним вредностима према Закону о радијационој сигурности.

4. Методе истраживања

Истраживања у оквиру ове докторске дисертације биће реализована у следећим институцијама: Универзитет у Београду – Хемијски факултет, Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет, Универзитет у Леобену – Департман за примењене геонауке и геофизику (*Montanuniversität Leoben – Department of Applied Geosciences and Geophysics*), Технички универзитет у Хебеју – Факултет за геонауке и инжењерство (*Hebei University of Engineering – School of Earth Science and Engineering*) и Институт за нуклеарне науке „Винча“ у Београду.

За потребе докторске дисертације биће примењене следеће методе, технике и процедуре:

- Узорковање лигнита ће бити изведено стратиграфски. Сви узорци ће бити узорковани у складу са литолошким променама и то из две бушотине: површински коп „Тамнава-Западно поље“ (44,464660 СГШ, 20,223203 ИГД) и површински коп „Радљево“ (44,468918 СГШ, 20,183898 ИГД). Маса узетог узорка ће бити око 50 g, како би се извеле све потребне анализе и обезбедила резервна количина узорка.

Узорци ће бити осушени на ваздуху, издробљени, самлевени и уситњени до одговарајуће гранулације за сваку од планираних анализа.

- Одређивање групних органско-геохемијских параметара: садржаја влаге, испарљивих материја, везаног угљеника, пепела, органског и неорганског угљеника, садржаја сумпора и топлотне моћи. Садржај влаге биће одређен применом двостепене методе (*ISO* 5068–2:2007), док ће садржај испарљивих материја, везаног угљеника и пепела бити одређен према *ISO* 562:2010 и *ISO* 1171:2010 стандардима. За одређивање садржаја угљеника (органског и неорганског) и укупног сумпора биће примењена стандардна елементарна анализа, користећи инструмент *Eltra CS-580A* „*Helios*“ elemental analyzer. Пре одређивања садржаја укупног органског угљеника, карбонати ће бити удаљени третманом са фосфорном киселином. Топлотна моћ ће бити одређена према стандардној методи *SRPS ISO* 1928:2022.
- Петрографска анализа обухватиће одређивање квантитативног састава мацерала групе хуминита (текстинит, улминит, атринит, денсинит, гелинит и корпохуминит), липтинита (споринит, кутинит, резинит, суберинит, алгинит и липтодетринит), инертинита (фузинит, семифузинит, макринит, фунгинит и инертодетринит) и минералних материја (глине, карбонати, пирит) у узорцима лигнита, и мерење рефлексије хуминита. У ту сврху користиће се *Zeiss Axio Imager* II микроскоп са *Diskus-Fossil* системом за мерење рефлексије. Мацерална анализа ће бити урађена у рефлектованој монохроматској видљивој и ултраљубичастој светлости на 500 мерних тачака по узорку (*ISO* 7404-3, 2009). Рефлексија хуминита ће бити измерена на улминиту B. Мерења ће бити изведена у монохроматској светлости таласне дужине 546 nm, уз примену одговарућег оптичког стандарда у уљној имерзији према *ISO* 7404-5, 2009.
- Рок-Евал пиролиза ће бити урађена на инструменту Rock-Eval 6, према стандардној процедури. На основу ове анализе биће одређен садржај слободних и пиролизом добијених угљоводоника, и водонични индекс.
- Квантитативна анализа биомаркера и одређивање специфичних биомаркерских параметара. Најпре ће бити изведена екстракција узорака лигнита по *Soxhlet*-у, при чему ће се као екстракционо средство користити азеотропна смеша дихлорметана и метанола. Из добијеног екстракта ће помоћу *n*-хексана бити сталожени асфалтени, након чега ће малтени бити фракционисани применом хроматографије на микроколони. Као адсорбенс биће коришћен силика-гел, док ће се за елуирање алифатичне, ароматичне и поларне фракције користити редом, *n*-хексан, смеша *n*-хексана и дихлорметана у запреминском односу 7:3, и смеша метанола и хлороформа у запреминском односу 1:1. Добијене алифатичне и ароматичне фракције свих узорака ће бити анализиране на гасном хроматографу *Agilent 7890A* куплованом са масеним спектрометром *Agilent 5975C*. За обраду хроматограма биће коришћен одговарајући софтвер (*Agilent MSD ChemStation Data Analysis*), док ће идентификација биомаркера (*n*-алкана, изопреноидних алифатичних алкана, стероида, сесквитерпеноида, дитерпеноида и тритерпеноида са хопаноидним и нехопаноидним скелетом) бити изведена на основу базе масених спектара Националног института за стандарде и технологије (енг. *National Institute of Standards and Technology*, *NIST*) и литературе. Поред идентификације, биће изведена и квантификација биомаркера методом интерног стандарда. Као стандарди биће коришћени деутерисани тетракозан (енг. *tetracosane-d50*) у алифатичној, и 1,1'-бинафтален (енг. *1,1'-binaphthalene*) у ароматичној фракцији.
- Одређивање изотопског састава угљеника у појединачним биомаркерима. У алифатичним и ароматичним фракцијама репрезентативних узорака, који ће бити

одабрани на основу резултата петрографске и биомаркерске анализе биће измерен изотопски састав угљеника ($\delta^{13}C$) појединачних биомаркера применом гаснохроматографске-изотопски однос-масено спектрометријске анализе (*GC-ir-MS*). У ту сврху биће коришћен *GC-ir-MS* систем који се састоји од гасног хроматографа *ThermoFisher Scientific Trace* куплованог са *ThermoFisher DELTA-V isotope ratio* масеним спектрометром.

- Присуство и семиквантитативна заступљеност минерала биће одређена уз помоћ дифракције рендгенских зрака (енг. *X-ray diffraction, XRD*). Биће коришћен инструмент *Rigaku SmartLab X-ray diffractometer* са *Siroquant* софтвером. Пре извођења *XRD* анализе нискотемпературни пепео ће бити добијен загревањем узорака лигнита до температуре од 370 ^{o}C у пећи *EMITECH K1050X*. На овај начин ће бити одстрањена органска супстанца, без трансформација нативних минерала присутних у лигниту.
- Садржаји макроелемената и микроелемената ће бити прво одређени на спектрометру флуоресценције рендгенских зрака (енг. *X-ray fluorescence spetrometry, XRF*). Након тога ће репрезентативни узорци бити припремљени (дигестија киселинама) и анализирани на оптичком емисионом спектрометру са индуковано спрегнутом плазмом (енг. *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy, ICP-OES*) према стандардној методи *ASTM D6349-21*.
- Садржај радиоактивних елемената биће одређен уз примену методе са затвореном ћелијом (*RTM1688-2 de vice of SARAD GmbH*).
- Анализа, синтеза и статистичка обрада петрографских, минералошких, геохемијских и изотопских података у сврху утврђивања палеовегетације, типова мочварних зона, које су егзистирале током горњег миоцена, средине седиментације (pH, редокс услови) и промена у њој. Осим тога, резултати истраживања пружиће информације о квалитету лигнита и могућностима примене (гасификација у флуидизованом слоју, брикетирање, сагоревање у термоелектранама) и повезати наведена употребна својства лигнита са пореклом и условима формирања угљоносних слојева. За анализу података и обраду резултата биће коришћене корелациона анализа и мултиваријантне статистичке методе. За потребе интерпретације и приказивања одређених просторних података биће коришћен пакет програма *QGIS*.

5. Актуелност проблематике у свету

Хумусни угаљ је горућа седиментна стена која се формира таложењем остатака копнених биљака и у знатно мањој мери акватичних организама, са малим уделом неорганског материјала. Иако се угљоносне наслаге најчешће посматрају као енергетски ресурс [1], угљеви ниског ранга, попут лигнита представљају комплексне архиве копнених екосистема, у којима су сигнали палеовегетације, хидрологије тресетишта, услова таложења, дијагенезе и регионалних геолошких процеса очувани у органској и минералној компоненти. Стога се реконструкцији геолошке еволуције угљоносних басена данас придаје велики значај, јер се добијају одговори на то како терестрични екосистеми реагују на промене климе, нивоа воденог стуба, количине падавина, pH и редокс потенцијала средине [2-4]. Ово разумевање је важно за тумачење савремених климатских промена. Глобално загревање мења температуру, падавине и њихову сезонску расподелу, те узрокује промене у распрострањености и структури екосистема, као што су шуме, травнати екосистеми и мочварна станишта. Дакле, природни климатски експерименти, сачувани у геолошкој историји, могу пружити дугорочне оквире за сагледавање обима и регионалних разлика у реакцијама копнених екосистема при различитим климатским условима, као и могућих повратних спрега

[5-7]. Стога, реконструкција палеовегетације и палеосредине таложења, као и промена у њој, горњемиоценских лигнита из басена Колубара има општи значај јер даје основу за боље разумевање терестричних екосистема и стварања геолошких формација богатих лигнитом. Са друге стране, будући да квалитет лигнита директно зависи од порекла органске супстанце (прекурсорске палеовегетације) и средине таложења, резултати ове докторске дисертације имају и примењени значај јер омогућавају да се на основу петрографске анализе, Рок-Евал пиролизе, садржаја *TOC*, пепела, и топлотне моћи процени применљивост лигнита за гасификацију у флуидизованом слоју, брикетирање и сагоревање у термоелектранама [8-10].
На основу изнетих података се може закључити да се план истраживања и циљеви предложене теме докторске дисертације потпуно уклапају у савремене геохемијске трендове.

6. Очекивани резултати

У складу са предметом и циљем научног истраживања предложене теме докторске дисертације, очекује се да докторанд:

- уради квантитативну мацералну анализу, одреди рефлексију хуминита и израчуна петрографске индексе за лигните;
- уради квантитативну биомаркерску анализу и израчуна велики број специфичних параметара који указују на порекло органске супстанце лигнита и услове у средини таложења;
- одреди изотопски састав угљеника у индивидуалним биомаркерима;
- интегрише податке петрографске, биомаркерске и изотопске анализе и утврди састав прекурсорске палеовегетације, типове мочварних зона у којима је депонована органска супстанца, карактеристике средине седиментације (pH, редокс потенцијал, микробна активност) органске супстанце лигнита и палеоклиматске услове;
- одреди присутне типове минерала у узорцима лигнита и обогаћеност лигнита микроелеменатима, као и афинитет и облик њиховог налажења у лигниту, и повеже добијене резултате са палеосредином стварања лигнита и променама у њој;
- оцени применљивост лигнита за брикетирање, гасификацију у флуидизованом слоју и сагоревање у термоелектранама и корелише ове резултате са пореклом органске супстанце и средином таложења лигнита;
- одреди садржај радиоактивних елемената (природних радионуклида) и добијене резултате повеже са минералним саставом и карактеристикама палеосредине у којима је депонована органска супстанца.

Очекивани резултати ове дисертације имају и фундаментални и примењени значај. Фундаметални допринос се огледа у разумевању и повезивању петрографских, биомаркерских и изотопских доказа о палеовегетацији, процесима настанка тресета, хидролошким условима и променама у средини таложења који су архиврани у горњемиоценским угљеним слојевима. Са друге стране, апликативни значај се огледа у одређивању квалитета лигнита и његове могуће примене.

7. Литература

[1] Reichl, C., Schatz, M. (2022) World Mining Data 2022, Volume 37. Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism, Republic of Austria, Vienna. https://www.world-mining-data.info/wmd/downloads/PDF/WMD2022.pdf
[2] Naafs, B.D.A., Inglis, G.N., Blewett, J., McClymont, E.L., Lauretano, V., Xie, S., Evershed, R.P., Pancost, R.D. (2019) The potential of biomarker proxies to trace climate, vegetation, and

biogeochemical processes in peat: A review. *Global and Planetary Change* 179, 57-79. https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.05.006
[3] Dai, S., Bechtel, A., Eble, C.F., Flores, R.M., French, D., Graham, I.T., Hood, M.M., Hower, J.C., Korasidis, V.A., Moore, T.A., Püttmann, W., Wei, Q., Zhao, L., O'Keefe, J.M.K. (2020) Recognition of peat depositional environments in coal: A review. *International Journal Coal Geology* 219, 103383. https://doi.org/10.1016/j.coal.2019.103383
[4] Kus, J., Dolezych, M., Schneider, W., Hower, J., Hofmann, T., Visiné Rajczi, E., Bidló, A., Bolodár-Varga, B., Sachsenhofer, R.F., Bechtel, A., Stojanović, K., Životić, D., Kojić, I., Mastalerz, M., Graupner, T., Lukens, W., Donaldson, L. (2024) High-cellulose content of *in-situ* Miocene fossil tree stumps and trunks from Lusatia lignite mining district, Federal Republic of Germany. *International Journal of Coal Geology* 286, 104494. https://doi.org/10.1016/j.coal.2024.104494
[5] Salzmann, U., Haywood, A.M., Lunt, D.J. (2009) The past is a guide to the future? Comparing Middle Pliocene vegetation with predicted biome distributions for the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 367, 189-204. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0200
[6] Boyce, C.K., Lee, J.E. (2017) Plant evolution and climate over geological timescales. Annual *Review of Earth and Planetary Sciences* 45, 61-87. https://doi.org/10.1146/annurev-earth-063016-015629
[7] Nolan, C., Overpeck, J.T., Allen, J.R.M., Anderson, P.M., Betancourt, J.L., Binney, H.A., Brewer, S., Bush, M.B., Chase, B.M., Cheddadi, R., Djamali, M., Dodson, J., Edwards, M.E., Gosling, W.D., Haberle, S., Hotchkiss, S.C., Huntley, B., Ivory, S.J., Kershaw, A.P., Kim, S.H., Latorre, C., Leydet, M., Lézine, A.M., Liu, K.B., Liu, Y., Lozhkin, A.V., McGlone, M.S., Marchant, R.A., Momohara, A., Moreno, P.I., Müller, S., Otto-Bliesner, B.L., Shen, C., Stevenson, J., Takahara, H., Tarasov, P.E., Tipton, J., Vincens, A., Weng, C., Xu, Q., Zheng, Z., Jackson, S.T. (2018) Past and future global transformation of terrestrial ecosystems under climate change. *Science* 361, 920-923. https://doi.org/10.1126/science.aan5360
[8] Bielowicz, B. (2013) Petrographic composition of Polish lignite and its possible use in a fluidized bed gasification process. *International Journal of Coal Geology* 116-117, 236-246. https://doi.org/10.1016/j.coal.2013.07.003
[9] Szwed-Lorenz, J. (2001) Petrological variations in the second Lower Miocene coal seam in Poland. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, vol. 94, no. 36. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław (ISSN: 00324-9689).
[10] Stefanović, P.Lj., Marković, Z.J., Bakić, V.V., Cvetinović, D.B., Spasojević, V.D., Živković, N.V. (2012) Evaluation of Kolubara lignite carbon emission characteristics. *Thermal Science* 16, 805-816. https://doi.org/10.2298/TSCI120215130S

Г. ЗАКЉУЧАК

Комисија сматра да је предложена тема научно заснована и оправдана, као и да је у складу са актуелним истраживачким токовима у области геохемије. Очекује се да резултати овог истраживања пруже значајан допринос разумевању и повезивању геолошких, петрографских, биомаркерских и изотопских доказа о палеовегетацији, процесима настанка тресета, хидролошким условима и променама у средини таложења који су архивирани у горњемиоценским угљеним слојевима. На овај начин добијају се одговори на питања како терестрични екосистеми реагују на промене климе, нивоа воденог стуба, количине падавина, pH и редокс потенцијала, што је важно за тумачење савремених климатских промена. Са друге стране, будући да квалитет лигнита директно зависи од прекурсорске палеовегетације и средине таложења, резултати ове докторске дисертације имају и примењени значај јер омогућавају да се процени применљивост лигнита из поља Тамнава-Запад и Радљево колубарског басена за гасификацију у флуидизованом слоју, брикетирање и сагоревање у термоелектранама. Коначно, резултати испитивања минералног дела лигнита пружиће важне информације о обогаћењу микроелементима и садржају радиоактивних елемената.

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. Стога, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Хемијског факултета да докторанду Алекси Д. Визију, мастер хемичару одобри израду докторске дисертације под измењеним насловом: **„Упоредна петрографска и геохемијска анализа лигнита из поља Тамнава-Запад и Радљево као индикатор палеовегетације и палеосредине у басену Колубара“**

За менторе се предлажу др Ксенија Стојановић, редовни професор Универзитета у Београду – Хемијског факултета и др Константин Илијевић, доцент Универзитета у Београду – Хемијског факултета. Спискови радова предложених ментора, из којих се види да испуњавају услове из Стандарда за акредитацију студијских програма докторских студија, дати су у Прилогу 1а и 1б.

Комисија:

Др Ксенија Стојановић (ментор), редовни професор
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

Др Константин Илијевић (ментор), доцент
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

Др Бранимир Јованчићевић, редовни професор
Универзитет у Београду – Хемијски факултет

Др Драгана Животић, редовни професор
Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

Др Иван Којић, научни сарадник
Иновациони центар Хемијског факултета у Београду, д.о.о.

У Београду, 30. октобра 2026. године

Прилог 1а: Изабрани радови (објављени у научним часописима са *Science Citation Index - SCI* листе) предложеног ментора др Ксеније Стојановић, редовног професора Универзитета у Београду - Хемијског факултета

1. Zdravkov, A., Bechtel, A., Stojanović, K., Groβ, D., Weitz, J., Kojić, I., Sachsenhofer, R.F., Misch, D., Životić, D. (2025) Petrological and organic geochemical insights into the peat-forming environmental settings during the deposition of the early Oligocene Pirin coal deposit, SW Bulgaria. *International Journal of Coal Geology* 308, 104843. https://doi.org/10.1016/j.coal.2025.104843

2. Sachsenhofer, R.F., Aghayeva, V., Ajuaba, S., Kojić, I., Misch, D., Stojanović, K. (2025) Horgen-Käpfnach, the largest Swiss coal deposit: geology, petrology and geochemistry. *International Journal of Coal Geology* 299, 104684. https://doi.org/10.1016/j.coal.2025.104684

3. Das, S.K., Ekblad, A., Stojanović, K., Mikusinska, A., Gaillard, M-J. Mitrović, D., Cui, Q-Y. (2024) Holocene Stable Isotope ($\delta^{13}C$ and $\delta^{15}N$) record of peatland development in Stavsåkra, southern Sweden. *Catena* 247, 108510. https://doi.org/10.1016/j.catena.2024.108510

4. Liu, B., Bechtel, A., Stojanović, K., Hower, J.C., Zhao, C., Guo, X. (2024) Organic petrography, biomarkers, and stable isotope ($\delta^{13}C$, δD, $\delta^{15}N$, $\delta^{18}O$) compositions of liptinite-rich coals. *International Journal of Coal Geology* 290, 104561. https://doi.org/10.1016/j.coal.2024.104561

5. Da Silva, T.F., Carvalhal Gomes, S.B., Da Silva, F.S., Stojanović, K., Castro, R.N., Mendonça Filho, J.G., Santos, M. (2021) Lipid composition of the microbial mat from a hypersaline environment (Vermelha Lagoon, Rio de Janeiro, Brazil). *Journal of Sedimentary Research* 91, 349-361. https://doi.org/10.2110/jsr.2021.01

Прилог 1б: **Изабрани радови (објављени у научним часописима са *Science Citation Index - SCI* листе) предложеног ментора др Константина Илијевића, доцента Универзитета у Београду - Хемијског факултета**

1. Roganović, J., Relić, D., Zarić, M., Urošević, M., Zinicovscaia, I., Ilijević, K., Zarić, N. (2025) Rare earth elements and health risk assessment of road dust from the vicinity of coal fired thermal power plants. *Chemosphere* 377, 144329. https://doi.org10.1016/j.chemosphere.2025.144329

2. Đekić, I., Lević, S., Šmigić, N., Bouleau, A., Ilijević, K., Roganović, J., Rakić, V. (2024) Challenges and potential for detecting and quantifying titanium dioxide in food. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 104, 5031-5041. https://doi.org/10.1002/jsfa.13356

3. Orlić, J., Aničić-Urošević, M., Vergel, K., Zinicovscaia, I., Stojadinović, S., Gržetić, I., Ilijević, K. (2022) Comparison of non-destructive techniques and conventionally used spectrometric techniques for determination of elements in plant samples (coniferous leaves). *Journal of the Serbian Chemical Society* 87, 69-81. http://dx.doi.org/10.2298/JSC210921101O

4. Orlić, J., Gržetić, I., Ilijević, K. (2021) Effect of sample preparation procedure on standardless wavelength dispersive X-ray fluorescence analysis of plant samples. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy* 184, 106258. https://doi.org/10.1016/j.sab.2021.106258

5. Životić, D., Cvetković, O., Vulić, P., Gržetić, I., Simić, V., Ilijević, K., Dojčinović, B., Erić, S., Radić, B., Stojadinović, S., Trifunović, S. (2019) Distribution of major and trace elements in the Kovin lignite (Serbia). *Geologia Croatica* 72, 51-79. https://doi:10.4154/gc.2019.06