

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ
Студентски трг 3/III
11000 Београд

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ – ГЕОГРАФСКОГ ФАКУЛТЕТА

Предмет: Извештај о оцени докторске дисертације кандидаткиње Милице Живановић

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Географског факултета бр. 1874, донетој на седници одржаној 20.11.2025. год, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидаткиње Милице Живановић, под насловом:

**ДАЉИНСКА ДЕТЕКЦИЈА У КОНТРОЛИ ЖИВОТНЕ СРЕДИНЕ
ЗОНЕ УТИЦАЈА РУДАРСКОГ БАСЕНА „КОЛУБАРА“**

Након прегледа достављене докторске дисертације ментори – др Мишко Милановић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета и др Бранислав Тривић редовни професор Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета и чланови Комисије: др Мирољуб Милинчић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета, др Снежана Ђурђић редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета, др Владимир Стојановић, редовни професор Универзитета у Новом Саду – Природно-математичког факултета, подносе следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде докторске дисертације

Кандидаткиња Милица Живановић је, по завршетку мастер академских студија на студијском програму Геопросторне основе животне средине на Универзитету у Београду – Географском факултету, у школској 2016/2017. години уписала докторске академске студије Гео-науке на истој образовно-научној институцији. У оквиру докторског студијског програма је извршила све наставне обавезе утврђене наставним планом и програмом, при чему је остварила просечну оцену 10. Наведеним је испунила прописане академске предуслове за подношење пријаве теме и приступање изради пројекта докторске дисертације.

Пријаву теме за израду докторске дисертације кандидаткиња је предала 07.12.2022. год. На седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Географског факултета, одржаној 22.12.2022. (одлука бр. 2169/2) именована је Комисија за оцену прихватљивости и научне заснованости теме и подобности кандидата за израду докторске дисертације у саставу: ментори – др Мишко Милановић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета и

др Бранислав Тривић редовни професор Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета и чланови Комисије: др Мирољуб Милинчић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета, др Снежана Ђурђић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета и др Тин Лукић, редовни професор Универзитета у Новом Саду – Природно-математичког факултета. Предложена Комисија је након увида у документацију и образложења теме, 28.02.2023. поднела извештај Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Географског факултета у ком се предлаже да се кандидаткињи одобри израда докторске дисертације. Наставно-научно веће Географског факултета је на седници одржаној 16.03.2023. донело одлуку (одлука бр. 341) о усвајању извештаја комисије о оцени прихватљивости теме и подобности кандидаткиње за израду докторске дисертације. За менторе докторске дисертације Наставно-научно веће одредило је проф. др Мишка Милановића и проф. др Бранислава Тривића. На седници Већа научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, одржаној 04.04.2023, дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације (одлука бр. 02-06 број 61206-1165/2-23).

Кандидаткиња Милица Живановић предала је завршену докторску дисертацију Секретаријату Универзитета у Београду – Географског факултета дана 05.11.2025. године. Дисертација је, у складу са прописаном процедуром, упућена на проверу оригиналности коју спроводи Универзитетска библиотека у Београду. На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација на Универзитету у Београду, као и извештаја о спроведеној провери, ментор је сачинио и доставио одговарајући извештај којим се потврђује оригиналност докторске дисертације.

На седници Наставно-научног већа Универзитета у Београду – Географског факултета, одржаној 22.11.2025. године, именована је Комисија за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: ментори – др Мишко Милановић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета, др Бранислав Тривић редовни професор Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета, и чланови Комисије – др Мирољуб Милинчић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета, др Снежана Ђурђић, редовни професор Универзитета у Београду - Географског факултета и др Владимир Стојановић, редовни професор Универзитета у Новом Саду – Природно-математичког факултета.

1.2. Научна област докторске дисертације

Докторска дисертација под насловом „Даљинска детекција у контроли животне средине зоне утицаја Рударског басена „Колубара“ припада научној области Гео-науке и ужој научној области Геопросторне основе животне средине, за коју је матичан Универзитет у Београду – Географски факултет. Ментори докторске дисертације су др Мишко Милановић, редовни професор Универзитета у Београду – Географског факултета и др Бранислав Тривић, редовни професор Универзитета у Београду – Рударско-геолошког факултета.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидаткиња Милица Живановић рођена је 05. априла 1990. године у Лазаревцу. Основно образовање стекла је у ОШ „Милорад Лабудовић – Лабуд“ у Барошевцу, коју је завршила 2006. године, након чега 2009. године завршила Гимназију у Лазаревцу са одличним успехом. Исте године уписује основне академске студије на студијском програму Геопросторне основе животне средине Географског факултета Универзитета у Београду, које завршава у септембру 2013. године са просечном оценом 9,88/100 и звањем дипломираног географа – за област животне средине. У години завршетка студија одликована је наградом Студент генерације

Географског факултета. Завршни рад под насловом „Рецентно стање животне средине у сливу реке Пештан“, под менторством проф. др Славољуба Драгићевића, одбранила је са оценом 10.

Мастер академске студије на Географском факултету Универзитета у Београду уписује у школској 2013/2014. години на студијском програму Геопросторне основе животне средине и завршава их у септембру 2015. године са просечном оценом 10. Мастер рад под насловом „Промена морфологије речног корита Великог Тимока деловањем ерозије обала“, рађен под менторством проф. др Славољуба Драгићевић, одбранила је са оценом 10, чиме је стекла звање мастер географа – за област животне средине.

Паралелно са наведеним студијама, школске 2014/2015. године уписује мастер академске студије на Шумарском факултету Универзитета у Београду, на студијском програму Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса, које завршава у октобру 2015. године са просечном оценом 9,78. Мастер рад под насловом „Проучавање услова отицања воде, ерозије земљишта и транспорта наноса у сливу реке Пештан са предлогом уређења слива“, израђен под менторством проф. др Станимира Костадинова, одбранила је са оценом 10 и стекла звање мастер инжењера шумарства – за област еколошког инжењеринга у заштити земљишних и водних ресурса.

Током основних и мастер академских студија испољавала је посебна интересовања за теледетекционе методе у истраживању животне средине, што је додатно развијала кроз практичне задатке, теренска истраживања и учешће у научно-истраживачким пројектима. Усавршавање у области примене ГИС-а и даљинске детекције у заштити и очувању животне средине представља важан сегмент њеног научно-истраживачког профила.

Потребна знања и вештине у примени савремених метода истраживања животне средине кандидаткиња је потврдила учешћем у изради Катастра деградираних површина општине Лазаревац (2013), као и ангажовањем на пројектима из области заштите животне средине реализованим под окриљем Републичке агенције за заштиту животне средине. Ови ангажмани омогућили су јој да стекне компетенције за самостално решавање комплексних проблемских задатака у оквиру научно-истраживачких пројеката.

Школске 2016/2017 године Милица Живановић уписује докторске академске студије Гео-науке на Географском факултету Универзитета у Београду.

1.4. Библиографија

М.Сс. Милица Живановић је самостално или у коауторству објавила следеће научне и стручне радове који према Правилнику о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата истраживача припадају следећим категоријама:

1. Петерски, Х., Живановић, М., Видојевић, Д. (2012). Heavy metals in soils of protected areas in Central Serbia. In international Conference of "Land Conservation" – LANDCON 1209, Conference Abstracts, стр.37, Доњи Милановац. ISBN 978-867299-205-2
2. Живановић, М., Новковић, И. (2013). Деградација земљишних и хидролошких услова у сливу реке Пештан. Гласник Српског Географског Друштва, стр. 103-111, Београд. Свеска ХСIII-Бр.4. DOI: 10.2298/GSGD1304103Z
3. Манић, И., Бошњаковић, А., Живановић, М. (2013). Предлози заштите вегетације са планом ревитализације Вршачких планина. 2nd Scientific – Professional Conference "Nature protection of Southern Banat", стр. 5-11, Вршац. ISBN 978-86-907003-4-9

4. Живановић, М., Петровац, Г. (2014). Degradation of soil and water resources by heavy metals in the Bela River basin. The Third Romanian – Bulgarian – Hungarian - Serbian Conference, Conference Abstracts, стр.101, Сребрно језеро (Велико Градиште)
5. Kričković, E., Živanović, M., & Kričković, Z. (2019). Rural area population health ware as key factor of Serbian village development. Zbornik radova - Geografski fakultet Univerziteta u Beogradu, 67-1, 61-76. <https://doi.org/10.5937/zrgfub1901061K>
6. Živanović, M., Milanović, M. M., Trivić, B., Đurđić, S., Milinčić, M., Tomić, M., & Grozdanić, G. (2024). Analysis of the intensity of erosive processes and state of vegetation cover in the zone of influence of the Kolubara Mining Basin. Open Geosciences, 16(1). <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0682>
7. Živanović, M., Milanović, M. M., Momirović, N., Tomić, M., & Kričković, E. (2025). Assessment of groundwater potential zones using GIS and AHP techniques – A case study of the zone of influence of Kolubara Mining Basin. Open Geosciences, 17(1), 20250858. <https://doi.org/10.1515/geo-2025-0858>
8. Kričković, E., Lukić, T., Kričković, Z., Stojišić-Milosavljević, A., Živanović, M. & Srejić, T. (2025). Spatiotemporal and trend analysis of common cancers in men in Central Serbia (1999–2021). Open Geosciences, 17(1), 20250802. <https://doi.org/10.1515/geo-2025-0802>
9. Живановић, М. (2025, у штампи). Трендови температуре ваздуха и падавина у Ваљево (Западна Србија). Гласник српског географског друштва.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Милице Живановић под називом „Даљинска детекција у контроли медијума животне средине зоне утицаја РБ „Колубара“ написана је на српском језику, ћириличним писмом, урађених у складу са важећим правилима Упутства о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду. Број страница докторске дисертације износи бр. Странаца дигитално сложеног текста формата А4. Састоји се од 5 основних поглавља: Увод (1-8), Материјали и методе примењене у докторској дисертацији (9-33), Просторни обухват истраживања (34-78), Резултати рада и дискусија (79-103), Закључна разматрања (104-106), Литература (107-124). Дисертација укључује и пет почетних страна (насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о менторима, члановима комисије и датуму одбране докторске дисертације, и страну са сажетком, кључним речима и научном области на српском и енглеском језику) и страна са садржајем рада и страница са терминима и скраћеницама. На крају дисертације дата је кратка биографија кандидаткиње, као и потписана изјава о ауторству, изјава о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјава о коришћењу. Дисертација укључује 21 табелу и 41 слику (карте, шеме и графикони). У изради докторске дисертације коришћено је 256 релевантних извора иностране и домаће литературе.

Докторска дисертација садржи следећа поглавља:

1. УВОД

- 1.1. Предмет докторске дисертације и област истраживања
- 1.2. Предности и ограничења у истраживању
- 1.3. Циљ рада
- 1.4. Задаци истраживања

1.5. Основне хипотезе

1.6. Преглед и анализа досадашњих истраживања

2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ ПРИМЕЊЕНЕ У ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

2.1. Техничка опрема и материјали коришћени у истраживању

2.1.1. Летелица/Дрон

2.1.2. Камере коришћене за потребе докторске дисертације

2.2. Методе коришћене у раду

2.2.1. Метод даљинске детекције

2.2.2. Вегетациони индекси коришћени у докторској дисертацији

2.2.3. Картографске методе и ГИС

2.2.4. Метод потенцијала ерозије

2.2.5. АНР метода

2.2.6. Mann-Kendall тест

3. ПРОСТОРНИ ОБУХВАТ ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Геолошке одлике зоне утицаја РБ „Колубара“

3.2. Одлике рељефа на простору зоне утицаја РБ „Колубара“

3.3. Одлике климе на простору зоне утицаја РБ „Колубара“

3.4. Хидрографске и хидролошке одлике на простору зоне утицаја РБ „Колубара“

3.5. Одлике земљишта на простору зоне утицаја РБ „Колубара“

3.6. Начин коришћења земљишта на простору зоне утицаја РБ „Колубара“

3.7. Одлике биодиверзитета на простору зоне утицаја РБ „Колубара“

4. РЕЗУЛТАТИ РАДА И ДИСКУСИЈА

4.1. Даљинска детекција у контроли животне средине геопростора РБ „Колубара“ – контрола измењеног стања геопростора

4.1.1. Употреба беспилотних летелица за детекцију самоупала и контролу рударске опреме у РБ „Колубара“

4.1.2. Обрада сателитских снимака за потребе истраживања

4.1.3. Потенцијал ерозије

4.1.4. Контрола елемената геопростора РБ Колубара применом вегетационог индекса – NDVI

4.1.5. Процена зона потенцијала подземних вода применом АНР метода

4.1.6. Антропогени услови

4.2. Предлози за заштиту елемената геопростора РБ „Колубара“ применом даљинске детекције

5. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

РЕФЕРЕНТНА ЛИТЕРАТУРА:

БИОГРАФИЈА АУТОРА

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Уводно поглавље представља полазиште целокупног истраживања и одређује теоријски, концептуални и методолошки оквир дисертације под називом Даљинска детекција у контроли медијума животне средине зоне утицаја РБ „Колубара“. Полазећи од комплексности медијума животне средине и значаја њиховог континуираног праћења, у поглављу се формулишу основни мотиви, научна полазишта и потреба примене савремених теледетекционих техника у зони интензивних рударских процеса. Прецизно су дефинисани предмет, истраживачки простор и научна област у оквиру које се дисертација методолошки позиционира.

Разрађени су општи и посебни циљеви истраживања, као и конкретни задаци који прате логичан ток научног рада: од прикупљања просторних и тематских података, преко њихове обраде и интерпретације, до интеграције у модел контроле медијума животне средине. Формулисане су хипотезе које се односе на могућности и ограничења примене технологија даљинске детекције

и ГИС алата у анализи деградационих процеса, мониторингу промена и управљању природним и антропогеним медијумима у зони утицаја РБ „Колубара“.

Поглавље се завршава критичким прегледом релевантне домаће и међународне литературе. Анализирани су историјски токови развоја даљинске детекције, методолошка унапређења у области анализе сателитских снимака и праћењу стања животне средине. Посебно је истакнут недостатак интегрисаних приступа у истраживању комплексних рударских система, што оправдава научни значај и актуелност спроведеног истраживања.

Друго поглавље представља методолошки оквир рада, укључујући детаљан опис инструмената, техничких ресурса, извора података и поступака обраде. Поглавље је конципирано тако да обезбеди потпуну репродуктивност истраживања.

У оквиру теледетекционе аквизиције података описане су беспилотне летелице, њихови сензори, спектралне карактеристике камера и техничке спецификације релевантне за извођење снимања високе просторне и спектралне резолуције. Додатно, представљене су карактеристике сателитских снимака различитих мисија, са анализом њихових могућности, просторних ограничења и применљивости за мониторинг рударских предела.

Разрађени су аналитички поступци који су коришћени у дисертацији: методе спектралне класификације (надгледане и ненадгледане), анализа вегетационих индекса (нарочито NDVI), картографске технике у ГИС-у, као и моделовање ерозионих процеса. Значајна пажња посвећена је и поступцима верификације тачности, као што су статистички индекси поузданости.

Употреба АНР методе омогућила је вишекритеријумску анализу фактора од значаја за процену потенцијала подземних вода, док је Mann–Kendall тест примењен за идентификацију и статистичку потврду трендова у дугорочним временским низовима. Поглавље је у целини усмерено на изградњу методолошки кохерентног оквира који омогућава интеграцију различитих извора података у јединствен систем контроле медијума животне средине.

Треће поглавље пружа свеобухватан приказ природних и антропогених карактеристика простора зоне утицаја РБ „Колубара“. Представљена је геолошка грађа истраживаног простора, са нагласком на литолошке особине које обликују простор, као и морфолошке и геоморфолошке одлике терена.

Обрађене су морфолошке и геоморфолошке одлике терена у контексту процеса ерозије, депозиције и трансформације површина. Климатски параметри – температура, режим падавина, ветар – анализирани су у функцији утицаја на животну средину и промене у рударском окружењу. Посебан значај дат је хидрографским и хидролошким карактеристикама, укључујући динамику подземних и површинских вода, које представљају један од најосетљивијих медијума животне средине у условима рударских активности. Поглавље обухвата и педолошку структуру, типове земљишта, њихове особине, као и обрасце коришћења земљишта у ширем рударском окружењу. Анализирани су и елементи биодиверзитета, чиме је формирана основа за разумевање еколошког капацитета простора и интензитета антропогеног утицаја.

У четвртом поглављу изложени су резултати свих примењених метода, уз њихову критичку анализу и интерпретацију у контексту контроле медијума животне средине. Анализирана је улога даљинске детекције у мониторингу промена геопростора РБ „Колубара“, са посебним освртом на утврђивање стања и промена у окружењу које је под снажним утицајем рударских активности.

Анализирани су резултати употребе беспилотних летелица у детекцији самоупала, надзору инфраструктуре и мапирању микролокацијских промена које нису у потпуности видљиве на

сателитским снимцима. NDVI анализа показала је просторне обрасце деградације вегетације услед рударских процеса, док је процена ерозионог потенцијала дала увид у просторну осетљивост терена на механичке и климатске утицаје. Применом АНР методе дефинисане су зоне потенцијала подземних вода, док су антропогени утицаји идентификовани и картографски представљени. Дискусија обухвата и анализу ограничења примењених метода, као и могућности њиховог унапређења. На основу просторне идентификације критичних зона, предложен је модел контроле медијума животне средине који омогућава рано упозоравање, стратешко планирање и примену мера заштите.

Закључно поглавље интегрише резултате дисертације и потврђује постављене хипотезе о значајној улози даљинске детекције у контроли медијума животне средине у зони утицаја РБ „Колубара“. Указано је на научни допринос рада, који се огледа у систематској примени различитих теледетекционих и ГИС метода, њиховој међусобној интеграцији и доказивању њихове ефикасности у мониторингу рударских активности.

Истакнуте су предности примене савремених геоинформационих технологија у анализи деградационих процеса, као и могућности да се на основу њих развију одрживи системи заштите животне средине. Формулисане су препоруке за унапређење истраживачких поступака, као и смернице за будућа истраживања која би могла проширити знања о еколошкој динамици рударских система, утицају климатских промена и развоју напредних модела ЕИС-а за интегрално управљање простором. На систематичан и јасан начин су изложена сазнања презентована у претходним поглављима и концизно су систематизовани резултати истраживања. На крају су изведени закључци и препоруке, који потврђују хипотезе постављене на почетку рада.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидаткиње Милице Живановић под насловом „Даљинска детекција у контроли медијума животне средине зоне утицаја РБ ‘Колубара’“ представља самостално, методолошки засновано и научно оригинално дело. Избор теме је у потпуности усклађен са савременим истраживачким токовима у области геонаука, са посебним освртом на примену даљинске детекције и геоинформационих система у мониторингу и контроли медијума животне средине у сложеним рударским системима. Актуелност теме произилази из потребе за унапређењем методологија процене утицаја рударских активности на простор, као и развоја ефикасних техника за интегрално управљање еколошким ризицима.

Кандидаткиња је комплексно, критички и аналитички сагледала релевантна теоријска исходишта, као и домаћу и међународну научну и стручну литературу, чиме је обезбедила солидан теоријски и методолошки темељ за спровођење истраживања. У дисертацији су коришћени бројни, разноврсни и поуздани извори података – сателитски снимци, подаци добијени применом беспилотних летелица, теренска мерења и подаци из релевантних институционалних база. На тај начин кандидаткиња је остварила високу научну валидност и репрезентативност истраживачког материјала.

Применом модерних метода анализе, као што су различити типови теледетекционих класификација, вегетациони индекси, ГИС картографске процедуре, моделирање ерозионих процеса, као и употреба АНР методе и Mann–Kendall теста, кандидаткиња је демонстрирала висок степен компетентности, методолошке зрелости и способност интеграције сложених аналитичких поступака. Показана је изразита вештина у интерпретацији добијених резултата,

њиховом повезивању са просторним процесима и формулисању закључака од значаја за научну и стручну јавност.

Дисертација представља заокружену научно-истраживачку целину која својом оригиналношћу, научном утемељеношћу и тематском актуелношћу доприноси развоју области геопросторних анализа животне средине, посебно у контексту мониторинга зона под утицајем рударских активности. Резултати истраживања имају не само научни већ и изражен практични значај, јер могу послужити као основа за унапређење постојећих модела контроле и заштите медијума животне средине.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У изради докторске дисертације кандидаткиња је користила обимну и методолошки разноврсну литературу која је у потпуности усклађена са предметом и циљевима истраживања. Укупно је консултовано 256 извора домаће и иностране научне и стручне литературе, међу којима су монографије, уџбеници, радови из рецензираних часописа, поглавља у тематским зборницима, саопштења са научних конференција, пројектна документација, законски и стратешки акти, као и статистичке публикације. Поред текстуалних извора коришћени су и бројни геопросторни подаци: сателитски снимци, аерофотоснимци и релевантни картографски и базни ГИС слојеви.

Избор литературе показује да је кандидаткиња темељно проучила теоријске и методолошке основе даљинске детекције, ГИС анализа, мониторинга рударских система и заштите животне средине. Извори су пажљиво одабрани, логички организовани и адекватно интегрисани у различите делове дисертације, што сведочи о јасном разумевању постојећег научног корпуса и његовој правилној примени у контексту истраживања.

Цитирање и навођење литературе изведено је у складу са академским стандардима, уз доследно раздвајање извора на латиничне и ћириличне. Комплексност и разноврсност коришћених извора, као и њихова промишљена употреба, омогућили су да дисертација буде методолошки добро утемељена и научно релевантна.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Научне методе, технике и инструменти прикупљања података који су коришћени у докторској дисертацији условљени су претходно дефинисаним елементима методологије рада.

Методолошки оквир истраживања докторске дисертације укључује приказ различитих коришћених извора података и објашњења бројних научних метода које су примењене током различитих фаза њене израде. На основу детаљног увида у литературу о третираној проблематици, утврђено је да су примењене научне методе и технике са аспекта њихове систематичности и интегрисаности. Посебну научну вредност докторској дисертацији даје умрежавање просторних, демографских и социо-економских података, а посебно података теренског истраживања. Коришћењем, анализом и обрадом наведених података, дошло се до сазнања од изузетне научне вредности.

Поред општих метода (методе индукције и дедукције, методе анализе и синтезе, статистички метод, метод класификације, метод дескрипције, метод опсервације, компаративни метод, картографски метод и др.), примењене су и бројне специфичније савремене методолошке пропозиције признате у географским истраживањима.

Анализирајући приказане резултате у докторској дисертацији Комисија је става да је иста произишла из научно-истраживачког рада заснованог на признатим методама, да су добијени резултати валидни, те да су резултати до којих је кандидаткиња дошла у докторској дисертацији, применом наведених метода и техника, од изузетне научне вредности.

Резултати истраживања су предмет обимног научно-истраживачког рада кандидаткиње и добијени су применом признатих научних метода. Добијене резултате, као и закључак рада треба прихватити као валидне. Добијени резултати, након научне анализе, провере и критике могу послужити као добар материјал за будућа истраживања. У дисертацији су коришћене математичко-статистичке методе прикупљања података, методе даљинске детекције, метод анализе и синтезе реалног и измењеног геопросторног система и ГИС технологије (обрада сателитских снимака у софтверу Idrisi).

Методолошки оквир докторске дисертације заснива се на јасно дефинисаним научним методама, техникама и инструментима прикупљања и обраде података, у складу са истраживачким циљевима и концептом рада. Кандидаткиња је применила широк спектар метода које су у области геонаука, даљинске детекције и заштите животне средине признате као научно релевантне, валидне и међународно стандардизоване.

У оквиру истраживања коришћени су различити типови извора података – сателитски снимци, аерофотограметријски материјал, теренска мерења, ГИС базе, статистички сетови и документациони материјали, што је омогућило мултисензорски и мултидисциплинарни приступ анализи простора. На овај начин остварена је интеграција просторних, физичко-географских, демографских и социо-економских параметара, чиме је значајно подигнут ниво научне поузданости закључака.

Методе индукције и дедукције, анализа и синтеза, компаративни и дескриптивни метод, статистичке технике, метод класификације, као и картографски метод, примењени су у конципирању теоријског и аналитичког дела дисертације. Ови поступци обезбедили су логичко уоквирење резултата и њихово методолошко повезивање са релевантним научним сазнањима.

Кандидаткиња је применила савремене методе даљинске детекције, укључујући надгледану и ненадгледану класификацију сателитских снимака, анализу спектралних индекса (посебно NDVI), као и различите технике предобраде и филтрирања снимака. Обрада података изведена је у софтверским окружењима за ГИС анализу и обраду теледетекционих података (Idrisi и други алати), што представља методолошки оптималан избор за истраживања овог типа. Уз то, примењене су и методе анализе и синтезе реалног и трансформисаног геопростора, које су омогућиле интерпретацију промена насталих услед рударских активности.

Коришћене су математичко-статистичке технике прикупљања, систематизације и анализе података, као и методи интеграције просторних информација. Научна вредност дисертације посебно се огледа у успешном повезивању резултата теледетекције, што је омогућило идентификацију критичних зона и постављање основа за будућа унапређења система мониторинга.

На основу анализе приказаних резултата, Комисија оцењује да је истраживање засновано на научно признатим, методолошки исправним и адекватно примењеним методама. Добијени резултати су валидни, репрезентативни и научно утемељени, а методолошки приступ кандидаткиње омогућио је добијање сазнања од изузетног научног и практичног значаја. Резултати дисертације, након стручне верификације и критичке анализе, могу послужити као релевантна основа за даља истраживања у области пројектовања еколошких информационих система, као и за практичну примену у мониторингу животне средине у зонама под утицајем рударских активности.

3.4. Применљивост остварених резултата

Комисија оцењује да резултати докторске дисертације кандидаткиње Милице Живановић имају изразит научни и апликативни значај, те да представљају вредан допринос области даљинске детекције, геонаука и управљања животном средином у зонама под утицајем рударских активности.

Са научног аспекта, дисертација је заснована на свеобухватном, методолошки интегрисаном приступу, који омогућава дубинско разумевање динамике промена у медијумима животне средине под утицајем експлоатације угља у оквиру РБ „Колубара“. Примењени методи даљинске детекције – надгледана и ненадгледана класификација, анализа спектралних индекса, ГИС методе, теренска документација и сложене статистичке технике, омогућили су идентификацију узрочно-последичних веза између реалног геопросторног система и његовог трансформисаног стања.

Остварени резултати значајно проширују научно сазнање о процесима деградације, динамици промена просторне структуре и утицају антропогених активности на компоненте животне средине. Методолошка основа дисертације је постављена тако да омогућава даљу научну надоградњу, кроз развој прецизнијих модела просторне анализе, унапређење техника класификације, као и проширење анализе на друге рударске и индустријске системе. На тај начин, дисертација представља релевантну основу за будућа, специјализована и дубинска истраживања.

Са апликативног становишта, резултати дисертације имају изразиту вредност за праксу планирања и управљања животном средином. Пре свега, предложени сет мера и препорука омогућава унапређење постојећих процедура мониторинга, контроле и санације простора утицаја РБ „Колубара“.

Подаци добијени анализом сателитских снимака, као и успостављена база података, могу се користити као релевантан основ за израду стратешких докумената, просторних и урбанистичких планова, студија утицаја на животну средину и извештаја за потребе државних институција. Научно валидирани резултати доприносе и унапређењу законодавног и регулаторног оквира у области заштите животне средине, посебно у домену праћења стања деградације земљишта, водних ресурса и вегетационог покривача.

Применом надгледане и ненадгледане класификације сателитских снимака значајно се убрзава процес контроле геопросторних података. Ове технике доприносе повећању прецизности, поузданости и репрезентативности информација, што је од кључног значаја за ефикасно доношење одлука у управљању рударским системима.

Полазећи од свих наведених чињеница, Комисија утврђује да остварени резултати дисертације имају и научну релевантност и конкретну применљивост, те да представљају значајан допринос развоју савремених приступа мониторингу животне средине заснованом на даљинској детекцији и геоинформационим технологијама.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидаткиња Милица Живановић је кроз рад на докторској дисертацији потврдила да поседује све потребне научно-истраживачке способности за организовање и реализацију комплексног научног истраживања. То се првенствено огледа кроз преглед коришћене референтне домаће и међународне литературе, концепирање методологије, организацију, обраду и анализу

статистичких података, спровођење, обраду и анализу резултата теренског истраживања, предлог мера и препорука и доношење релевантних научних заључака.

Од почетка своје академске каријере кандидаткиња се усмерила према области заштите животне средине. Током досадашњег научно-истраживачког рада објавила је радове... Осим тога, била је ангажована на бројним научно-истраживачким активностима. Сарађивала је са различитим стручњацима из области географије и сродних наука. Кроз свој рад на докторској дисертацији, као и наведене остварене резултате, кандидаткиња је показала да је у потпуности савладала методе научног рада и доказала да поседује потребне способности, вештине и искуство за самостални научно-истраживачки рад.

Узимајући све наведено у обзир, Комисија сматра да се након одбране докторске дисертације кандидаткиња Милица Живановић самостално може бавити научно-истраживачким радом из области заштите животне средине.

Практични доприноси, као и научни доприноси у области истраживања, темељан приступ проблему истраживања, квалитетна литература, анализа снимака и изведени закључци указују на способност кандидаткиње за самостални научно-истраживачки рад. Кандидаткиња је објавила више научних и стручних радова и учествовала је на неколико домаћих конференција и скупова са међународним учешћем из области докторске дисертације, те Комисија сматра да се после одбране дисертације, кандидаткиња Милица Живановић може самостално бавити научним радом из области животне средине.

На основу увида у структуру, методолошки концепт, ток истраживања и остварене резултате докторске дисертације, Комисија оцењује да је кандидаткиња Милица Живановић у потпуности показала висок ниво научно-истраживачке зрелости и да поседује све неопходне компетенције за самостално бављење научним радом у области заштите животне средине и геопросторних анализа.

Кандидаткиња је у оквиру израде дисертације демонстрирала способност да:

- систематично анализира и критички вреднује обимну домаћу и међународну литературу,
- конципира методолошки конзистентан и научно утемељен истраживачки приступ,
- организује и реализује комплексна теренска и кабинетска истраживања,
- примени напредне методе даљинске детекције, ГИС анализа и статистичког моделовања,
- интерпретира добијене резултате у контексту релевантних научних теорија и практичних потреба,
- формулише валидне научне закључке, мере и препоруке од значаја за струку.

Посебно је значајно што је кандидаткиња, кроз дугогодишњу усмереност ка научној области заштите животне средине, већ стекла релевантно искуство у научно-истраживачком раду. Објавила је више научних и стручних радова у тематски блиским областима и учествовала на домаћим и међународним научним скуповима, што додатно потврђује њену компетентност и континуирани професионални развој. Сарадња са стручњацима из области географије, рударства, екологије и сродних научних дисциплина указује на њену способност да функционише у интердисциплинарном научном окружењу.

У целокупном процесу израде дисертације кандидаткиња је показала висок степен самосталности, систематичности, методолошке дисциплине и критичке аналитичности. Начин на који је спровела истраживање, обрадила и интерпретирала податке, те формулисала научно утемељене закључке и препоруке, недвосмислено указује на то да је савладала методе научног рада у пуном капацитету.

Имајући у виду све наведено, Комисија закључује да кандидаткиња Милица Живановић, након успешне одбране докторске дисертације, испуњава све услове и у потпуности је оспособљена за самосталан научно-истраживачки рад у области животне средине, даљинске детекције и геоинформационих технологија.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторска дисертација кандидаткиње Милице Живановић „Даљинска детекција у контроли медијума животне средине зоне утицаја РБ „Колубара““ представља значајан научни допринос у области заштите животне средине и геопросторних анализа. На основу извршених истраживања, методолошких поступака и обраде резултата, Комисија истиче следеће кључне доприносе рада:

- Дисертација пружа систематски и свеобухватан преглед стања животне средине у зони утицаја РБ „Колубара“, са идентификацијом критичних тачака деградације земљишта, водних ресурса и вегетационог покривача.
- Развијен је концепт интегрисаног праћења геопростора, који омогућава проактивно управљање еколошким ризицима.
- Утврђене су научне претпоставке и методолошки оквир за прикупљање, обраду и анализу података потребних за креирање еколошких информационих система.
- Дисертација повезује савремене методе даљинске детекције, ГИС технологије и теренска истраживања, чиме се обезбеђује поуздана и репрезентативна база података.
- Применом сателитских снимака и теренских мерења, идентификована су реална и измењена стања геопростора, која су класификована у тематске јединице.
- Дисертација демонстрира могућност коришћења теледетекције као алата за надгледање, праћење и управљање животном средином у реалним условима.
- Остварени резултати показују репрезентативност и ефикасност метода у идентификацији просторних промена и деградације животне средине.
- Коришћење математичко-статистичких метода, анализа просторних трендова и АНР вишекритеријумских процедура омогућило је систематичну оцену утицаја антропогених активности.
- Извршена је интеграција просторних, демографских и хидролошких података ради идентификације критичних зона концентрације загађивача.
- Предложени модели и база података могу се користити у пројектовању, праћењу и унапређењу система заштите животне средине у зонама под индустријским и рударским утицајем.
- Резултати омогућавају бржу и ефикаснију контролу геопросторних података, као и редовно ажурирање еколошког информационог система.
- Дисертација представља пример успешне интеграције класичних географских метода са савременим технологијама даљинске детекције и ГИС-а.
- Концепт рада омогућава примењивост методологије на друге индустријске и рударске зоне, чиме се проширује научни и практични утицај дисертације.

Докторска дисертација кандидаткиње Милице Живановић представља значајан научни и апликативни допринос у области даљинске детекције и геопросторних анализа. Резултати рада пружају основу за даља истраживања, развој метода и примену у управљању животном средином, како у зони РБ „Колубара“, тако и у ширем научном и стручном контексту.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Критичка анализа резултата добијених у оквиру докторске дисертације представља важан сегмент научног истраживања, јер омогућава процену поузданости, валидности и применљивости добијених података, као и идентификацију могућих ограничења и извора грешака у методолошком приступу. У овом поглављу врши се свеобухватна процена резултата истраживања са аспекта постављених циљева и хипотеза, као и у контексту примене савремених метода даљинске детекције и ГИС технологија у анализи геопростора зоне утицаја РБ „Колубара“.

Анализа резултата класификације сателитских снимака, како надгледане, тако и ненадгледане, показује висок ниво тачности у идентификацији основних типова земљишта, покривача терена и антропогених промена. Систематско спровођење теренских истраживања омогућило је калибрацију и верификацију сателитских података, чиме је значајно повећана поузданост добијених информација.

Применом математичко-статистичких метода и техника вишекритеријумске анализе (АНР), као и Mann-Kendall теста за анализу трендова у временским низовима, добијени су подаци који репрезентативно описују просторне и временске варијације еколошких параметара. Обрада података у ГИС окружењу омогућила је интеграцију различитих извора података (сателитски снимци, аерофотоснимци, теренска мерења и статистички подаци), што представља значајан допринос валидности истраживања.

Једна од кључних предности истраживања је интеграција различитих извора података и примена савремених методолошких приступа који омогућавају вишеслојну анализу стања и промена геопростора. Применом теледетекционих метода, у комбинацији са теренским мерењима и ГИС технологијама омогућава идентификацију узрочно-последичних веза између антропогених активности и стања животне средине.

Такође, рад истиче иновативан методолошки аспект – интеграцију теоријске анализе са практичном применом, што омогућава ефикасно моделирање простора и предвиђање потенцијалних ризика за животну средину. Добијени резултати пружају валидну основу за будућа истраживања и примену у управљању и мониторингу еколошких процеса у индустријским зонама.

Иако су резултати валидни и репрезентативни, идентификована су одређена ограничења истраживања. Просторна резолуција сателитских снимака не омогућава увиђање микропромена на мањим површинама, што може утицати на детаљну идентификацију антропогених активности. Такође, временски интервал снимања сателитских података може утицати на анализу сезонских промена у вегетацији и динамику ерозионих процеса.

Осим тога, резултати добијени за специфичну зону утицаја РБ „Колубара“ могу имати ограничену применљивост у другим индустријским или природним просторима због специфичности локалних морфолошких, геолошких, хидролошких и социо-економских услова. Ипак, идентификоване слабости указују на могућност методолошког унапређења и примену резултата као основе за дубинска и компаративна истраживања.

Резултати дисертације су у значајној мери усклађени са налазима домаће и међународне литературе у области даљинске детекције и еколошког мониторинга. Иновативни аспект рада, огледа се у интеграцији више извора података и примени методолошког оквира што представља допуну постојећих истраживања и унапређење методолошких приступа.

На основу анализе резултата, може се закључити да су добијени резултати валидни, поуздани и од значајног научног и апликативног значаја. Ограничења истраживања указују на потребу за даљим проучавањем, али не умањују вредност резултата као основе за будућа истраживања и примењене пројекте у области еколошких информационих система и мониторинга животне средине у индустријским зонама.

4.3. Верификација научних доприноса

Током периода израде докторске дисертације кандидаткиња Милица Живановић је објавила више научних радова. Међу наведеним радовима истиче се два рада у међународном часопису на SCI листи (први аутор), који је садржински повезан са докторском дисертацијом.

- Živanović, M., Milanović, M. M., Trivić, B., Đurđić, S., Milinčić, M., Tomić, M., & Grozdanić, G. (2024). Analysis of the intensity of erosive processes and state of vegetation cover in the zone of influence of the Kolubara Mining Basin. *Open Geosciences*, 16(1). <https://doi.org/10.1515/geo-2022-0682>
- Živanović, M., Milanović, M. M., Momirović, N., Tomić, M., & Kričković, E. (2025). Assessment of groundwater potential zones using GIS and AHP techniques – A case study of the zone of influence of Kolubara Mining Basin. *Open Geosciences*, 17(1), 20250858. <https://doi.org/10.1515/geo-2025-0858>

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Након свеобухватне анализе докторске дисертације и упознавања са научним радом кандидаткиње Милице Живановић, Комисија констатује следеће:

Докторска дисертација под називом „Даљинска детекција у контроли медијума животне средине зоне утицаја Рударског басена Колубара“ израђена је у складу са академским стандардима, прихваћеном пријавом и темом, за коју је Универзитет у Београду дао сагласност. Истраживање се заснива на географском приступу и припада научној области Гео-наука, са ужом ужом научном области Геопросторне основе животне средине, за коју је матичан Универзитет у Београду - Географски факултет.

Кандидаткиња је у процесу израде дисертације систематски користила обимну и разноврсну домаћу и међународну литературу, као и различите изворе података, укључујући сателитске снимке, аерофотоснимке, теренска мерења и статистичке податке.

Дисертација представља резултат посвећеног и систематичног истраживачког рада, базираног на примени релевантних и признатих научних метода, укључујући методе теледетекције, ГИС технологије, математичко-статистичке анализе и интеграцију теренских података. Значај рада огледа се у научној и апликативној вредности добијених резултата, који пружају основу за даље истраживање и за потребе ефикасног управљања животном средином у рударско-енергетским и индустријским зонама.

Комисија оцењује да докторска дисертација Милице Живановић представља оригиналан и свеобухватан научни рад. Потврду научне самосталности и квалитета дисертације даје и резултат провере подударности текста у Универзитетској библиотеци у Београду. Резултати рада имају значајан допринос у области заштите животне средине и пружају валидну основу за даљи научно-истраживачки рад.

Имајући у виду законску регулативу (Закон о научно-истраживачкој делатности, Закон о Универзитету и Статут Географског факултета Универзитета у Београду), као и чињеницу да је кандидаткиња објавила научне радове у часописима са SCI листе, Комисија констатује да су испуњени сви законом предвиђени услови за јавну одбрану докторске дисертације.

С тим у вези, Комисија са задовољством предлаже Наставно-научном већу Географског факултета Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену докторске дисертације кандидаткиње Милице Живановић под називом „Даљинска детекција у контроли медијума животне средине зоне утицаја Рударског басена Колубара“, да је стави на увид јавности и упути на коначно усвајање Већу научних области грађевинско-урбанистичких наука Универзитета у Београду, јер су за то испуњени сви законски и академски услови.

У Београду,

Чланови комисије:

др Мирољуб Милинчић, редовни професор
Универзитет у Београду, Географски факултет



др Снежана Ђурђић, редовни професор
Универзитет у Београду, Географски факултет



др Владимир Стојановић, редовни професор
Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет,
Департман за географију, туризам и хотелијерство


