

## НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: **Извештај о оцени докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић, дипломираног инжењера архитектуре**

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, број 1/46 од 05.03.2024. године, донетој на седници одржаној 29.02.2024. године, именована је Комисија за оцену докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић под насловом:

**Површинско распадање керсантита из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)**

После прегледа достављене докторске дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

## ИЗВЕШТАЈ

### 1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ И ДИСЕРТАЦИЈИ

#### 1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 1/360 од 28.11.2022. године, именована је Комисија за оцену научне заснованости теме кандидаткиње Невенке Новаковић, дипломираног инжењера архитектуре, за израду докторске дисертације под предложеним насловом „*Површинско распадање керсантита из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)*“. Комисија је била у саставу: др Даница Срећковић-Батоћанин, редовни професор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, др Весна Матовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, др Сузана Ерић, редовни професор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет, др Ана Радивојевић, редовни професор, Универзитет у Београду – Архитектонски факултет. Предложени ментор је др Весна Матовић, редовни професор, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 26.01.2023. године усвојило је позитиван Извештај Комисије за оцену научне заснованости теме кандидаткиње Невенке Новаковић под насловом „Површинско распадање керсантита из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)“ и за ментора именовало др Весну Матовић, редовног професора Универзитета у Београду - Рударско-геолошког факултета.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 13.02.2023., на основу извештаја бр. 1/406 од 26.12.2022., који је дала Комисија именована од

стране Наставно-научног веће Рударско-геолошког факултета у Београду, донело је Одлуку којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић под насловом „Површинско распадање керсантиа из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)” на Рударско-геолошком факултету (бр. 61206-439/2-23 од 13.02.2023. године).

Кандидаткиња Невенка Новаковић, дипломирани инжењер архитектуре, 31.01.2024. године поднела је Молбу за именовање Комисије за оцену докторске дисертације под називом „Површинско распадање керсантиа из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)” (бр. 1/7 од 31.01.2024). Катедра за петрологију и геохемију упутила је допис Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета (бр. 1/25 од 19.02.2024) са предлогом чланова Комисије за оцену докторске дисертације у саставу: др Даница Срећковић-Батоћанин, редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, др Сузана Ерић, редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, и др Ана Радивојевић, редовни професор Архитектонског факултета Универзитета у Београду.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 29.02.2024. године је именovalo Комисију за оцену докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић, под насловом: „*Површинско распадање керсантиа из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)*” (Одлука бр. 1/46 од 05.03.2024. године). Чланови Комисије су потписници овог извештаја.

## **1.2. Научна област докторске дисертације**

Докторска дисертација под насловом „Површинско распадање керсантиа из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)”, припада научној области „Гео-науке”, односно ужој научној области „Петрологија”, за коју је матичан Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет.

За ментора ове докторске дисертације на седници Већа научних области техничких наука одржаној 13.02.2023. године, Одлуком број 61206-439/2-23 од 13.02.2023. године, именована је др Весна Матовић, редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду која испуњава важеће критеријуме Универзитета у Београду. Ментор је аутор више научних радова објављених у међународним и домаћим часописима и зборницима са различитих саветовања, који су везани за проблематику распадања камена уграђених у споменике културе.

## **1.3. Биографски подаци о кандидату**

Невенка Новаковић је рођена у Зворнику 05. новембра 1980. године. Основну школу је завршила у Бањи Ковиљачи, а Трећу београдску гимназију у Београду. Основне академске студије на Архитектонском факултету Универзитета у Београду уписала је 1999. године, а дипломирала 2006. године, стекавши звање дипломирани инжењер архитектуре. Као студент била је сарадник Републичког завода за заштиту споменика културе, што је определило за даље бављење заштитом градитељског наслеђа. Одмах након дипломирања запослила се у Заводу за заштиту споменика културе града Београда, у одељењу за Београдску тврђаву, културном добру од изузетног значаја за Републику Србију, где и данас ради као архитекта, виши конзерватор.

У Заводу за заштиту споменика културе града Београда задужена је за осмишљавање рада групе, развој визије Београдске тврђаве, прављење планова ревитализације целокупног простора, увођење нових садржаја. Објекти којима се бави у свом свакодневном раду су делимично или

потпуно изграђени од камена. Самостално израђује пројекте конзервације, рестаурације и ревитализације објеката. Врши надзор над спровођењем радова на културним добрима. Сарађује са стручњацима из свих релевантних институција у земљи и иностранству. Као организатор пројеката синтетиче рад великог броја учесника у процесу рестаурације (археолози, технолози, статичари, извођачи радова). Учествоје у групи стручњака који се баве израдом рецептура компатибилних материјала за послове рестаурације.

- 2012. године завршила обуку за архитектонску конзервацију *Architecture Conservation Course* у организацији *Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro* из Рима, Италије и Централног института за конзервацију из Београда.
- Октобра 2013. године похађала је семинар о примени ласера у заштити градитељског наслеђа у организацији Централног института за конзервацију, Београд,
- 2014. године је учествовала у интернационалној конференцији о фортификационом наслеђу у Памплони, Шпанија.
- 25.-29. маја 2015. године била је учесник IX-ог Научно-стручног међународног саветовања Оцена стања, одржавања и санација грађевинских објеката и насеља, у организацији Савеза грађевинских инжењера Србије и Инжењерске коморе Србије на Златибору,
- 27. јун - 01. јул 2016. учествовала је у међународној радионици: *International Workshop on Microscopic Techniques to Study Mineral Materials in Cultural Heritage*, у Бечу,
- 2016. године је учествовала на 13.ом Међународном конгресу пропадања и конзервације камена (*13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone*) одржаном од 6. до 10. септембра 2016. године у Песлију у Шкотској у организацији Универзитета Западне Шкотске (*University of the West of Scotland*);
- Од 29.01-02.02.2018. године завршила је обуку под називом „*Urban conservation-The Singapore journey*“ организовану од стране Владе Сингапура и *Singapore Cooperation Programme* у сарадњи са *NTU College of Professional and Continuing Education*.

Члан је следећих професионалних организација:

- Потпредседница међународног научног комитета за камен и порозне грађевинске материјале ISCS-ICOMOS, претходно експертски члан са правом гласа
- Инжењерска комора Србије
- Члан извршног већа ICOMOS Србија
- Члан Комисије за стандарде – КС У346 конзервација културног наслеђа при Институту за стандардизацију Србије
- Члан Комисије за стандарде и сродне документе КС У059, Зграде и инжењерско-грађевински објекти, при Институту за стандардизацију Србије

Значајно научно искуство и резултате у области проучавања литолошких и физичко-механичких својстава камена, временске трајности и могућности заштите постигла је као главни и одговорни пројектант више од 30 пројеката реконструкције, рестаурације и конзервације најзначајнијих објеката и делова фортификација на Београдској тврђави и Београду изграђених од камена. Руководила је међународним тимовима на пројектима реконструкције објеката од међународног значаја. Била је координатор и главни пројектант пројекта реконструкције Споменика Победнику, једног од симбола и највреднијих споменика Београда.

Најважнији пројекти су:

- Пројекат конзервације и рестаурације Теразијске чесме
- Пројекат санације Капеле Свете Петке на Београдској тврђави,
- Пројекат реконструкције и рестаурације Споменика Победнику на Београдској

- тврђави,
- Пројекат реконструкције, рестаурације и конзервације Деспотове капије на Београдској тврђави,
  - Пројекат реконструкције и рестаурације Великог степеништа Савског шеталишта на Београдској тврђави,
  - Пројекат реконструкције Малог степеништа Савског шеталишта на Београдској тврђави,
  - Пројекат реконструкције, рестаурације и презентације чесме Мехмед паше Соколовића на Београдској тврђави,
  - Пројекат реконструкције и рестаурације Дамад Али-пашиног турбета на Београдској тврђави,
  - Пројекат конзервације остатака римске капије и куле и пројекат ентеријера Римске дворане у Библиотеци града Београда,
  - Пројекат рекомпозиције комплекса цркве Ружице и капеле Свете Петке,
  - Пројекат конзервације и рестаурације дела Савског шеталишта од Великог степеништа ка равелину Краљ капије,
  - Пројекат ревитализације Мале барутане на Горњем граду Београдске тврђаве,
  - Пројекат конзервације Североисточног бедема Горњег града Београдске тврђаве,
  - Пројекат конзервације Североисточног бедема Доњег града Београдске тврђаве,
  - Елаборат истраживачких радова на простору Видин капије на Београдској тврђави,
  - Рестаурација фасада објекта у Ресавској 18 у Београду.

Поред наведених усавршавања, имала је и неколико студијских боравака на којима је похађала сертификоване семинаре и тренинге, који су били везани за подручје истраживања, односно конзервацију камена, од којих се издвајају:

- У периоду од 2009. и 2010. учествовала је у пројекту Министарства културе „*Тврђаве на Дунаву*“, спроведеном у склопу UNESCO-вог регионалног програма за културно наслеђе Југоисточне Европе.
- Успешно је завршила обуку за конзервацију камена од 13. јуна – 29. јула 2011. године – (*Stone conservation course*) у организацији *Istituto Superiore per la Conservazione ed il Restauro* из Рима, Италија и Централног института за конзервацију из Београда.
- Завршила је сертификован тренинг „Микроскопске технике за проучавање минералних материјала културног наслеђа“ (*Microscopic techniques to study mineral materials in cultural heritage*), Аустријска федерална канцеларија за заштиту споменика културе и Институт за уметност и технологију Универзитета примењених уметности у Бечу, Аустрија, 27. јун -01. јул 2016.
- Била је учесник трогодишњег пројекта “Камен у архитектури Јерменије” (2019-2021), чији је циљ пружање подршке Архитектонском факултету у Јеревану за формирање Катедре за културно наслеђе који организује и спроводи Џорџ-Август Универзитет у Гетингену, Немачка (*Georg-August Universität Göttingen, Deutschland*) у сарадњи са Грађевинским и архитектонским факултетом Националног Универзитета Јерменије у Јеревану (*National University of Architecture and Construction of Armenia, NUAC, Yerevan, Armenia*), а под покровитељством Фолксваген фондације (*Volkswagen Stiftung*).

Кандидаткиња је докторске студије уписала школске 2015/2016. године на студијском програму Геологија Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду. Сходно интересовањима у вези са темом, кандидаткиња Невенка Новаковић изабрала је и положила предмете који

одговарају унапређењу знања за рад на предложеној докторској дисертацији са просечном оценом 10,00.

Током докторских студија бавила се стручним усавршавањем, анализом и реализацијом експеримената и прикупљањем литературе за докторску дисертацију, као и изградом саме дисертације и публикавањем радова у релевантним часописима.

## 2. ОПИС САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидаткиње Невенке Новаковић, под називом „*Површинско распадање керсантиста из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)*” написана је српском језику ћириличним писмом, на 172 стране, формата А4 (фонт: Times New Roman 12, проред: single) и садржи 131 илустрацију, 17 табела и 361 литературну референцу. На почетку докторске дисертације је насловна страна на српском и енглеском језику, страна са подацима о ментору и члановима комисије, захвалница, дат је резиме на српском и енглеском језику заједно са кључним речима, а затим и садржај дисертације.

Структуру докторске дисертације чини 20 поглавља:

1. Увод (4 стране);
2. Преглед ранијих истраживања (7 страна);
3. Географски положај каменолома (1 страна);
4. Положај, опис и кратак историјат истраживаних објеката изграђених од керсантиста (7 страна);
5. Геолошка грађа ширег подручја Тешића мајдана (4 стране);
6. Историјски приказ начина обраде и уградње архитектонског камена у Србији од краја 19. века до данас (7 страна);
7. Површинско распадање стена - камена (7 страна);
8. Клима Београда и његове уже околине (6 страна);
9. Методологија испитивања (15 страна);
10. Морфолошке карактеристике површинског распадања керсантиста у каменолому (3 стране);
11. Форме временског пропадања керсантиста на Малом степеништу (15 страна);
12. Форме оштећења на осталим испитиваним објектима (22 стране);
13. Петрографска својства керсантиста (13 страна);
14. Хемијски састав керсантиста (4 стране);
15. Хемијски индекси површинског распадања (2 стране);
16. Морфолошке и фазне карактеристике продуката распадања (SEM-EDS и XRPD анализе (5 страна);
17. Физичка својства керсантиста (6 страна);
18. Морфологија различито обрађених површина керсантиста (3 стране);
19. Дискусија (18 страна);
20. Закључак (3 стране);

Поред тога, докторска дисертација садржи:

Сажетак, Садржај, списак коришћене литературе према абecedном реду, списак скраћеница, Биографију докторанда. Дисертација је технички обликована према упутствима Сената Универзитета у Београду и посебним упутствима за обликовање штампане и електронске верзије

доктората. Садржи обавезна поглавља и обрасце: изјаву о ауторству, изјаву о истоветности електронске и штампане верзије и изјаву о коришћењу.

## 2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Предметна докторска дисертација се бави истраживањем и детаљним проучавањем петролошких, хемијских и физичких карактеристика керсантиа Тешића мајдана чија је употреба обележила архитектуру Београда на прелазу 19. у 20. век. Докторска дисертација је структурирана сходно предмету и циљевима истраживања и примењеној методологији истраживања.

У поглављу 1: **Увод** докторанткиња представља предмет истраживања, теоријске оквира, полазне хипотезе и основне циљеве докторске дисертације. У оквиру овог поглавља представљен је и научни допринос истраживања. Дат је преглед проучавања трајности магматских стена уграђених у споменике културе, као и узроци и механизми физичких и хемијских процеса распадања као и преглед техника мапирања оштећења у циљу класификације форми површинског распадања.

Поглавља 2 - 9 чине општи део докторске дисертације са документованим теоријским оквиром и методологијом истраживања. У поглављу 2: **Преглед ранијих истраживања**, за потребе израде докторске дисертације дат је литературни преглед научних истраживања релевантних за израду докторског рада, како на пољу геолошких карактеристика керсантиа, тако и на пољу физичко-хемијских процеса површинског распадања стена и камена уграђеног у објекте, са посебним освртом на површинско распадање магматских стена у руралној и урбаној средини.

Поглавље 3: **Географски положај каменолома**, доноси преглед тачне локације каменолома Тешића мајдана у Рипњу.

Поглавље 4: **Положај, опис и кратак историјат истраживаних објеката изграђених од керсантиа** представља локације објеката на којима је спроведено истраживање као и кратак историјат изградње и архитектонски опис објеката. Посебно је издвојено и подробније описано Мало степениште које је било предмет студије случаја докторске дисертације.

Поглавље 5: **Геолошка грађа ширег подручја Тешића мајдана** даје преглед геолошке грађе, односно преглед литолошких јединица које граде шире подручје каменолома уз детаљнији приказ петролошких карактеристика керсантиа Тешића мајдана.

У поглављу 6: **Историјски приказ начина обраде и уградње архитектонског камена у Србији од краја 19. века до данас**, докторанд даје преглед поступака површинске обраде архитектонског камена на прелазу 19. у 20. век и смернице за градњу каменом које су важиле у Србији крајем 19. века.

Поглавље 7: **Површинско распадање стена - камена** дефинише процесе површинске деградације стена који мењају примарни, оригинални изглед, састав и својства стене. Прегледно су дате дефиниције термина усвојених и коришћених у докторској дисертацији. У потпоглављима су дати описи алтерационих промена, физичких и хемијских процеса површинског распадања и преглед класификације форми распадања камена уграђеног у објекте.

Поглавље 8: **Клима Београда и његове уже околине** сумира основне климатске карактеристике за подручје града Београда о варирању температуре, релативне влажности ваздуха и количини падавина на годишњем и месечном нивоу и друго, као и податке о годишњим концентрацијама загађивача ваздуха. Представљени су сви релевантни климатски параметри који су

окарактерисани као екстринзични фактори распадања, неопходни за тумачење механизма распадања керсантиа у руралној и урбаној средини.

Поглавље 9: **Методологија испитивања** даје приказ метода примењених у оквиру истраживања. Комплексна методологија испитивања која је спроведена током израде докторске дисертације обухватила је теренска истраживања у каменолому, теренска истраживања одабраних објеката, лабораторијска испитивања (оптичка, хемијска, рендгенска испитивања (XRPD), скенирајућу електронску микроскопију (SEM – EDS) и испитивања физичких карактеристика (стандардизованим методама).

У поглављу 10: **Морфолошке карактеристике површинског распадања керсантиа у каменолому**, приказани су резултати опсервација форми површинског распадања присутних на откривеним површинама стенске масе керсантиа у Тешића мајдану.

Поглавље 11: **Форме временског пропадања керсантиа на Малом степеништу** даје приказ изузетно детаљног мапирања и преглед главних група форми распадања камених елемента уграђених у Мало степениште уз приказ категорија оштећења керсантиа и израчунате линеарне и прогресивне индексе оштећења.

У поглављу 12: **Форме оштећења на осталим испитиваним објектима**, детаљно је анализирано стање керсантиа на споменику Ђури Јакшићу, споменику Јовану Скерлићу, згради Класне лутрије, Народном музеју у Београду, Градском правобранилаштву (Згради начелства среза врачарског) и Основној школи „Краљ Петар I“ и дат приказ форми распадања према усвојеној номенклатури.

Поглавље 13: **Петрографска својства керсантиа**, приказује резултате петрографске анализе керсантиа Тешића мајдана и камена уграђеног у испитиване објекте уз детаљан приказ идентификованих алтерационих промена и секундарних измена насталих процесима површинског распадања.

Поглавље 14: **Хемијски састав керсантиа** прегледно приказује резултате хемијских анализа испитиване стене, садржај главних оксида и садржај микроелемената као значајних показатеља мобилности хемијских елемената у процесу површинског распадања.

У поглављу 15: **Хемијски индекси површинског распадања** на основу односа резултата хемијског састава керсантиа Тешића мајдана и керсантиа уграђеног у Мало степениште израчунати су хемијски индекси површинског распадања керсантиа.

Поглавље 16: **Морфолошке и фазне карактеристике продуката распадања** (SEM – EDS и XRPD анализе) приказује резултате испитивања морфологије рецентних секундарних минералних фаза (глиновитих минерала и растворљивих соли), формираних површинским распадањем и депонованих на површини керсантиа Тешића мајдана и површини керсантиа уграђеног у испитиване објекте. Применом XRPD анализе одређен је састав присутних секундарних минералних фаза и идентификоване су растворљиве соли: гипс, калцит, тенардит, Na - Ca сулфат и халит.

Поглавље 17: **Физичка својства керсантиа**, приказује резултате анализе физичких својстава керсантиа и то: запреминске и специфичне масе, отворене и укупне порозности и упијања воде као и резултате капиларног упијања воде детерминисане на различито површински обрађеним узорцима керсантиа.

Поглавље 18: **Морфологија различито обрађених површина керсантиа** документује резултате испитивања морфологије различито обрађених површина керсантиа подвргнутих

третману: полирања, штоковања, четкања и резања. Такође је извршена анализа морфолошких промена штоковане површине узорка керсантиа изложене вишедценијском временском пропадању на објекту Мало степениште. Анализе су извршене скенирајућим електронским микроскопом.

Поглавље 19 је *Дискусија* подељена на три дела: први део даје синтезу узрока, процеса и продуката површинског распадања керсантиа; други део анализира утицај ефеката завршне обраде керсантиа на интензитет површинског распадања; трећи део сублимира резултате истраживања у контексту утицаја геометрије споменика и позиције блокова на интензитет распадања керсантиа.

У поглављу 20: *Закључак* су сумирани резултати петролошких, хемијских и физичких карактеристика керсантиа из каменолома Тешића мајдана, и истог уграђеног у Мало степениште, након деценијске изложености различитим екстринзичним факторима. То је омогућило дефинисање алтерабилности ове врсте архитектонског камена са аспекта начина површинске обраде и уградње. Сумирани су процеси физичко-хемијског распадања керсантиа уграђених у објекте, уз издвајање најважнијих узрока чијом корелацијом је реконструисан механизам деградације керсантиа уграђеног у Мало степениште.

### 3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

#### 3.1. Савременост и оригиналност

Разматрана докторска дисертација представља оригинални научно-истражувачки рад у области петрологије архитектонског камена. Петролошке, хемијске и физичке карактеристике керсантиа, као и начин површинске обраде и уградње, главни су фактори алтерабилности уграђеног керсантиа као архитектонског камена у урбаном окружењу.

У оквиру докторске дисертације дефинисани су механизми и узроци површинског распадања керсантиа у каменолому и у архитектонским објектима изложеним агресивном утицају екстринзичних фактора окружења. Детаљно су приказане петролошке, хемијске и физичке карактеристике керсантиа смештеног у руралној и урбаној средини. Затим су детаљно анализирани морфолошке промене и фазне карактеристике продуката површинског распадања као и утицај различитих врста површинске обраде на временску трајност керсантиа и морфологију његове површине изложене атмосферским утицајима. Допринос у области примењене петрографије предметне докторске дисертације се огледа у новом приступу корелације интринзичних и екстринзичних фактора у дефинисању комплексних процеса површинског распадања архитектонског камена. Развијен методолошки приступ идентификације и анализе стања уграђеног камена, уз прецизно дефинисање интензитета и категорија оштећења омогућава свеобухватно тумачење узрока и реконструкцију процеса деградације камена.

Имајући у виду одабрану тему докторске дисертације, квалитет њене обраде, остварене резултате и закључке, сматрамо да израђена докторска дисертација представља савремено и оригинално научно дело које значајно доприноси сагледавању улоге и значаја у повезивању свих интринзичних и екстринзичних фактора при дефинисању механизма површинског распадања уграђеног архитектонског камена. Аутор је успешно обрадио и представио досадашња сазнања, национална и међународна искуства стечена у области истраживања камена уграђеног у објекте културног наслеђа и самостално је на основу примењене методологије и остварених резултата, дала значајан допринос методологији



истраживања споменика културе изграђеним од камена. Закључци и анализа који су резултирали овом дисертацијом омогући ће будућим истраживачима, геолозима, архитектама, конзерваторима и другим специјалистима у области заштите камена, правилно дефинисање методологије истраживања споменичког наслеђа, у циљу тачног и прецизног откривања узрока и процеса распадања објеката изграђених од керсантита, али и неопходна знања за правилан одабир типа површинске обраде камена пре његове уградње.

Савременост и оригиналност истраживања приказаног у овој докторској дисертацији потврђени су и публикавањем рада у истакнутом међународном часопису категорије M22 и саопштењима на националним и међународним скуповима.

### **3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу**

У докторској дисертацији цитиран је 361 литературни навод. Наводи су већином новијег датума, објављени у часописима од међународног значаја и у зборницима радова са међународних конференција посвећених распадању и конзервацији камена. Преглед литературних података омогућио је да се прикажу стање и степен досадашњих достигнућа у испитиваној научној области, као и да се сагледа актуелност проблематике предметне докторске тезе. Анализирана је литература која се односи на алтерабилност стена, распадање магматских стена, гранита и ретки радови о распадању керсантита, посебно у урбаној средини. Проучавани су радови који се односе на процесе површинске обраде камена и утицај који површинска обрада има на временску трајност камена. Проучавана је доступна и савремена литература о утицајима климатских промена на културно наслеђе и пропадање камена у урбаној средини. Поред тога, кандидаткиња је сагледала литературу која је везана за проучавање геолошке грађе шире околине каменолома Тешића мајдан. При изради докторске дисертације кандидаткиња је користила и архивску грађу Завода за заштиту споменика културе града Београда, која је делимично и настала током њеног дугогодишњег рада у Заводу. Из пописа литературе која је коришћена у истраживању, као и објављених радова кандидаткиње, може се закључити да прати и познаје област истраживања у овој области на глобалном нивоу.

### **3.3. Опис и адекватност примењених научних метода**

У овој докторској дисертацији коришћене су опште и посебне методе истраживања. Од општих научних метода примењене су: индуктивно и дедуктивно закључивање, компарација, анализа и синтеза, апстракција и конкретизација, генерализација и специјализација. Резултати у докторској дисертацији добијени су применом одговарајућих теренских истраживања, експерименталних техника и савремених аналитичких метода, а адекватном анализом и обрадом података приказани су и објашњени резултати.

У циљу идентификације стања керсантита у каменолому Тешића мајдан и керсантита уграђених у одабране објекте, као и дефинисања интензитета и механизма физичко-хемијског распадања, извршена су теренска истраживања: макроскопска идентификација стенске масе и камена уграђеног у Мало степениште и остале одабране објекте. Извршено је узорковање керсантита у каменолому и узорковање уграђеног камена и продуката распадања за петрографска, хемијска и друга експериментална испитивања. Теренско истраживање одабраних објеката обухватало је детаљну визуелну опсервацију типова и интензитета површинског распадања.

Лабораторијска испитивања су укључивала низ аналитичких метода којима су извршени одредба петрографских, хемијских и физичких карактеристика испитиваних керсантита. За одредбу петрографских карактеристика коришћена је поларизациона микроскопија за пропуштenu

светлост применом стандардизоване оптичке методе испитивања (SRPS EN 12407). Одредба хемијског састава, садржаја главних оксида и микроелемената извршена је применом методе рендгенске флуоресцентне спектрометрије (XRF) и методе масене спектрометрије индуковане спрегнутом плазмом са ласерском аблацијом (LA-ICP-MS) у лабораторији Bureau Veritas Minerals Pty Ltd, у Перту у Аустралији. Одредба минералних фаза секундарних продуката површинског распадања извршена је методом рендгенске дифракције праха (XRPD). У циљу одредбе морфолошких карактеристика секундарних продуката распадања и морфологије различито површински третираних површина керсантиа коришћен је скенирајући електронски микроскоп (SEM) повезан са енергетско - дисперзивним спектрометром (EDS) у Лабораторији за SEM на Универзитету у Београду - Рударско-геолошком факултету. Испитивање физичких карактеристика укључило је одређивање привидне и стварне запреминске масе камена, отворене и укупне порозности, одређивање упијања воде камена при атмосферском притиску и капиларног упијања воде камена. Испитивања су вршена методологијом документованом хармонизованим националним стандардима (SRPS EN).

### **3.4. Применљивост остварених резултата**

Резултати докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић, дипломираног инжењера архитектуре, тематски усмерени на истраживање процеса површинског распадања керсантиа у руралној и урбаномј средини са посебним акцентом на свеобухватну анализу интринзичних фактора стене и екстринзичних фактора окружења, из угла научно истраживачког приступа петролошкој проблематици и јасно дефинисане аналитичке оријентације према архитектури, положају и значају објеката изграђених од керсантиа, осим фундаменталног имају и примењени значај у области петрологије и конзервације непокретних културних добара изграђених од камена.

Основни резултат истраживања на коме се базира докторска дисертација јесте детаљна петролошка и физичка карактеризација керсантиа из каменолома Тешића мајдана и керсантиа уграђених у Мало степениште, дефинисање временске постојаности, односно стање камена након вишедеценијске изложености различитим екстринзичним факторима окружења. Детаљним мапирањем форми и интензитета распадања уграђеног керсантиа извршена је категоризација степена оштећења применом савремене методологије мапирања споменика културе. То је омогућило квантификовање индекса распадања, дефинисање извора и праваца миграције воде као главног узрочника актуелног стања испитиваног споменика културе Малог степеништа. Појединачно и збирно анализирање интринзичних и екстринзичних фактора распадања резултирало је успостављањем модела физичких и хемијских процеса распадања који су се одиграли у уграђеном керсантиу. Систематским и свеобухватним хемијским и физичким проучавањем керсантиа Тешића мајдана у корелацији са типом површинске обраде, указано је на могућности, али и ограничења у његовој примени као архитектонског камена.

Предмет докторске дисертације, необрађен у досадашњим научним истраживањима, својим резултатима је од изузетног значаја за научну јавност која се бави не само геологијом, већ и архитектуром, проучавањем камена као грађевинског материјала и применом поступака технолошке обраде камена. Осим што су по први пут системски приказане детаљне петрофизичке карактеристике керсантиа, резултати овог истраживања потврдили су важност разумевања и сагледавања синергетског деловања својстава коришћеног материјала, архитектуре споменика, услова његове микро средине и свих утицаја и механизма који доводе до деградације споменика културе изграђених од камена. Геометрија, положај објекта, промене које се дешавају током времена/историје, у вези са окружењем, начин обраде, дају одговоре на питања везана за временску трајност уграђеног камена, а тиме и објекта културног наслеђа.

### **3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад**

У току докторских студија кандидаткиња Невенка Новаковић, је остварила способност за самосталан научноистраживачки рад кроз полагање испита, публиковање научних радова, учешћа на значајнијим међународним конференцијама из области деградације и конзервације камена релевантних за израду докторске дисертације где је презентовала резултате својих истраживања. Њен рад у међународним стручним телима као и бројни студијски боравци на којима је похађала сертификоване семинаре и тренинге тематски везани за подручје истраживања, односно конзервацију камена, омогућили су стицање значајног искуства и котинуирану надоградњу знања из области петрологије и конзервације камена.

Адекватним дефинисањем теме, предмета и проблематике истраживања, кандидаткиња је развила сложен, специфичан, аналитичко-методолошки поступак који је омогућио проверу постављених научних хипотеза и њихову потврду. Током израде докторске дисертације, кандидаткиња је показала самосталност, систематичност и стручност у сагледавању проблема истраживања и потребну вештину владања различитим методама научног истраживања и повезивања знања. Посебно се истакла у способности критичке анализе и систематизације кључних концепата и информација из литературе, усвајања знања из исте, постављања адекватних истраживачких хипотеза, припреми и спровођењу експеримената. Владajuћи методама и вештинама, комбиновала је успешно своја архитектонска, инжењерска знања и одлично познавање споменика културе и конзерваторске праксе са вештинама савладаним на пољу лабораторијских испитивања. Критички и систематично је анализирала добијене резултате и извела релевантне научне закључке у оквирима постављене теме, показала да влада знањима везаним за област истраживања и методама научног рада уз препознавање и јасно дефинисање могућих праваца даљег истраживања. Кандидаткиња је успешно и квалитетно одговорила на све циљеве постављене у предлогу за израду дисертације што указује на њену способност да објективно и у целини сагледа истраживачки процес и услове потребне за његову реализацију.

Увидом у целокупан рад изложен у докторској дисертацији и на основу научно - истраживачких резултата, Комисија закључује да кандидаткиња Невенка Новаковић поседује неопходна знања и способности за успешан самосталан научно-истраживачки рад, и да ће на тај начин допринети повезивању различитих научних области и развоју савремене теорије и праксе у области заштите културног наслеђа.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### **4.1. Приказ остварених научних доприноса**

Научни допринос представљене докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић је остварен кроз примењену методологију и добијене резултате петролошких истраживања, која су пружила нова сазнања везана за процесе површинског распадања уграђеног архитектонског камена под утицајем различитих екстринзичних фактора распадања.

На основу постављених циљева и задатака, научни допринос докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић се огледа у следећим аспектима:

- Током рада на докторској дисертацији систематски су анализирани петролошке карактеристике структурних варијетета керсантита Тешића мајдана и корелисане са керсантитима уграђеним у испитиване објекте; дефинисане су примарне алтерационе промене као и секундарне минералошке промене керсантита као последица

површинског распадања;

- На основу анализе хемијског састава керсантита, садржаја главних оксида и микроелемената који су, поред петролошких карактеристика, главних интринзичних параметара данашњег стања споменика, дефинисани су индекси површинског распадања и указано на њихову ограничену примену у случају примарно алтерисаних стена;
- детаљним мапирањем форми и интензитета распадања уграђених камених блокова Малог степеништа указано је на нужност овог методолошког приступа у процесу сагледавања узрока распадања архитектонског камена и издвајање зона максималног деловања екстринзичних и интринзичних фактора разградње;
- утврђени механизми површинског распадања керсантита дају значајан допринос бољем разумевању утицаја алтерација петрогених минерала на временску трајност не само керсантита већ и других врста магматских стена које се користе као грађевинско-архитектонски камен;
- егзактним дефинисањем категорија оштећења омогућена је квантификација линеарног и прогресивног индекса распадања и одређивања брзине даљег распадања, као ефикасне недеструктивне методе применљиве и на друге споменике културе;
- резултати корелације утицаја површинске обраде на временску трајност керсантита дају смернице за будуће коришћење типова површинске обраде керсантита који ће имати позитиван ефекат на временску алтерабилност;
- детаљна анализа екстринзичних фактора, који су осим климатских, подразумевали и анализу историјских чинилаца, али и геометријску позицију камених елемената како у споменику Мало степениште, тако и макропозицију самог споменика, указала је на нужност свеобухватне анализе макро- и микрочинилаца у циљу егзактне реконструкције механизма површинског распадања објеката културног наслеђа изграђених од камена.

Предложен је оригиналан начин изражавања стања архитектонског камена уграђеног у споменичко наслеђе који се може применити и на друге објекте савремене архитектуре.

#### **4.2. Критичка анализа резултата истраживања**

Комисија је анализирао резултате докторске дисертације кандидаткиње Невенке Новаковић и истиче да су у предметној дисертацији примењене научно засноване методе истраживања. Проучавање петролошких, хемијских и физичких карактеристика керсантита из каменолома Тешића мајдана, и истог уграђеног керсантита у Мало степениште, након деценијске изложености различитим екстринзичним факторима, омогућило је дефинисање алтерабилности ове врсте архитектонског камена са аспекта начина површинске обраде и уградње. Идентификација форми распадања керсантита у каменолому и одабраним објектима омогућила је утврђивање врсте физичко - хемијских процеса, њихових интринзичних и екстринзичних узрока и последица по данашње стање керсантита, камена који је обележио престоничку архитектуру на прелазу 19. у 20. век.

Истраживањима је утврђено да, извађен из стенске масе, различито површински обрађен и уграђен у објекте Београда, након стогодишње изложености атмосферилијама и различитим антропогеним утицајима, хидротермално алтерисани керсантит се карактерише значајним морфолошким, минералолошким и хемијским променама које деградирају вредност објеката културног наслеђа нарушавајући њихов интегритет. Мапирањем форми и интензитета облика

распадања уграђених, атмосфери изложених керсантита Малог степеништа, констатовано је егзистирање индивидуалних, али најчешће удружених форми распадања насталих као последица површинског распадања.

На основу оцене форми и интензитета распадања различито површински обрађених површина керсантита у предметној докторској дисертацији, закључује се да су у екстеријеру једини прихватљиви видови површинске обраде керсантита полирање, четкање и буњаста обрада. Брзина распадања уграђених камених елемената у испитиваним објектима са штокованим површинама указује да тако обрађени керсантит није временски постојан у атмосферским условима. Одсуство форми распадања на објектима са полираним површинама керсантита сагласно резултатима физичких својстава, указује да полирање смањује површинску порозност камена и повећава његову временску постојаност, па је оцењен као пожељан тип површинске обраде вертикалних површина у екстеријеру.

Резултати истраживања су показали да су архитектура објекта/споменика и геометријски положај на микролокацији такође једни од кључних екстринзичних фактора који доприносе стању уграђеног керсантита.

Све напред наведено указује да је површинско, физичко-хемијско распадање уграђеног керсантита, условљено синергетским деловањем његових интринзичних карактеристика – минералног састава и структуре, али и подједнако важним екстринзичним факторима као што су атмосферски фактори окружења, начин површинског третмана, архитектура и геометрија објекта, позиција елемента од камена у објекту, као и промене у окружењу које се догоде током времена/историје.

Наставак истраживања спроведених у овој докторској дисертацији може да се развија у правцу конзерваторско – рестаураторских поступака и метода које ће допринети очувању непокретног културног наслеђа у чијој изградњи је коришћен керсантит, као и при доношењу планова његове експлоатације и употребе као вредне сировине, пре свега за реконструкције евидентираних споменика културе.

Сумарном оценом циљева и постављених хипотеза у односу на добијене резултате може се констатовати да приказана истраживања у потпуности задовољавају критеријуме једне докторске дисертације. Комисија утврђује да остварени научни доприноси представљају унапређење постојећих научних и практичних сазнања у погледу разумевања сложености процеса физичко-хемијске деградације керсантита, посебно у условима изложености агресивним чиниоцима урбане средине.

Комисија истиче да се иновативност предметне Дисертације огледа, у предложеном методолошко-интерпретативном поступку изведеног истраживања, заснованом на научној аргументацији и сложеном поступку логичног повезивања теоријских и практичних знања у домену спроведених анализа. Избором и обимом коришћене литературе, као и избором теме, те иновативним посматрањем мултидисциплинарности и сложености правилне поставке конзерваторско-рестаураторског поступка у оквирима индивидуалности и јединствености споменика од камена, а узимајући у обзир вишеструко потврђене истраживачке компетенције кандидаткиње, Комисија износи став да су коришћене методе у складу са савременим методама и да су резултати ове докторске дисертације значајни са научног аспекта у оквирима истраживачког контекста.

### 4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос и резултати истраживања добијени током израде ове дисертације верификовани су у једном раду који је објављен у међународном часопису, са докторандом као првопотписаним. Докторанд је резултате добијене у овој докторској дисертацији представио и на три конференције.

Радови кандидаткиње Невенке Новаковић који су директно везани за докторску дисертацију:

#### Рад у истакнутом међународном часопису

1. **Novaković, N., Dabić, P., Matović, V.** (2023): Atmospheric exposure vs burying: influences on damage intensity of built-in kersantite in the monument of the Small Staircase (Belgrade, Serbia). *Environ Earth Sci* 82, 114, <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10794-6>. [M22; IF=2,8]

#### Зборници међународних научних скупова (M30): - Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)

1. **Novaković, N., Franković, M., Matović, V., Šarić, K., Erić, S.** (2016): Decay products of the kersantite building stone in the monument of the Small Staircase at the Kalemegdan Park (Belgrade, Serbia). *Proceedings of the 13<sup>th</sup> International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone* (1), Glasgow, pp.125- 132.

#### Зборници скупова националног значаја (M60):

-Радови са скупова националног значаја штампани у целини (M63)

1. **Новаковић, Н., Матовић, В.** (2019): Управљање природним ресурсима на примеру Тешића мајдана, Зборник радова са конференције КУЛТУРНО НАСЛЕЂЕ-РИЗИЦИ И ПЕРСПЕКТИВЕ, Завод за заштиту споменика културе града Београда у сарадњи са Институтом за архитектуру и урбанизам Србије, ISBN 978-86-89779-65-3, Београд, стр.81-90.
2. **Novaković, N., Matović, V., Franković, M.** (2015): Stanje kersantita ugrađenog u fasade zgrade Narodnog muzeja u Beogradu, *Zbornik radova sa Devetog naučno-stručnog Međunarodnog savetovanja „Ocena stanja, održavanje i sanacija građevinskih objekata i naselja”*, Savez građevinskih inženjera Srbije, Zlatibor, 411-418.

### 4.4 Провера оригиналности докторске дисертације

Провера оригиналности докторске дисертације „Површинско распадање керсантиа из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)”, аутора Невенке Новаковић, урађена је у складу са Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204 / 22.06.2018).

Према коришћеном софтверу за детекцију плагијаризма *iThenticate*, односно достављеном Извештају, констатовано је да утврђени обим подударања текста по параметру Индекс сличности (*Similarity Index*) износи 4 %. Установљени степен подударности је последица цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из дисертације, што је у складу са чланом 9. наведеног „Правилника“. Имајући у виду да је аутор доследно поштовао све академске норме при цитирању и парафразирању литературних извора, сматрамо да је дисертација у потпуности оригинална и резултат самосталног научно–истраживачког рада кандидата.

## 5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидаткиње Невенке Новаковић, дипломираног инжењера архитектуре, под називом „*Површинско распадање керсантита из Тешића мајдана у корелацији са начином обраде на примеру Малог степеништа (Београдска тврђава)*”, представља научни рад из уже научне области Петрологија. Кандидаткиња је студиозним приступом, реализацијом теренских и лабораторијских истраживања, анализом доступне литературе и тумачењем добијених резултата истраживања, дошла до оригиналних закључака, чиме је показала способност за самостални научно-истраживачки рад. Међу најзначајније резултате овог доктората треба истаћи допринос детаљном познавању петролошких, хемијских и физичких карактеристика керсантита уграђеног у споменичко наслеђе Београда и реконструкција механизма површинског распадања уграђеног керсантита. Резултати дисертације су актуелни и занимљиви пре свега са научног становишта, али и са становишта потенцијалне примене будући да је успостављана ефикасна дијагностика и методологија у пољу архитектонског камена и дата значајна оцена утицаја технолошких поступака површинске обраде камена на алтерабилност архитектонског камена у екстеријеру. Током израде ове докторске дисертације докторанд је резултате публикувао у једном раду објављеном у истакнутом међународном часопису (категорија М22, IF=2,8) и у три саопштења на конференцијама (категорија М33 и М63).

Анализирајући докторску дисертацију кандидаткиње Невенке Новаковић, Комисија је закључила да она представља значајан и оригинални научни допринос у области геологије и петрологије, да је у свему израђена у складу са стандардима научно-истраживачког рада и важећим прописима, те стога предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да овај извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности и овај извештај упути Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду ради коначног усвајања, након чега би се приступило усменој одбрани дисертације пред комисијом у истом саставу.

У Београду, 11. 03. 2024. године

### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

Др Даница Срећковић-Батоћанин, редовни професор  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

---

Др Сузана Ерић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

---

Др Ана Радивојевић, редовни професор  
Универзитет у Београду, Архитектонски факултет