

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**

**ШУМАРСКИ ФАКУЛТЕТ**

**НАУЧНО-НАСТАВНОМ ВЕЋУ ШУМАРСКОГ ФАКУЛТЕТА**

**ВЕЋУ ОДСЕКА ЗА ЕКОЛОШКИ ИНЖЕЊЕРИНГ У ЗАШТИТИ ЗЕМЉИШНИХ  
И ВОДНИХ РЕСУРСА**

**ОВДЕ**

**Предмет: Извештај Комисије о оцени израђене докторске дисертације кандидата  
Данијеле М. Величковић**

**I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ**

1. Орган који је именовао (изабрао) комисију и датум:

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду - Шумарског факултета број 01-2/43 од 27.03.2024 године, усвојена је научна заснованост теме докторске дисертације кандидата магистра Данијеле Величковић под насловом: „Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“. За ментора је одређен др Ратко Ристић, редовни професор Универзитета у Београду - Шумарског факултета. На основу поднетог материјала докторске дисертације, одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду Шумарског факултета број 01-2/110 од 26.06.2026. године, образована је Комисија за оцену израђене докторске дисертације.

2. Састав комисије (уз навођење уже научне области и датума последњег избора у звање за сваког члана)

1) др Ратко Ристић, редовни професор Универзитета у Београду Шумарског факултета, ужа научна област Ерозија и конзервација земљишта и вода, изабран у звање 14.12.2011. године.

2) др Мирјана Тодосијевић, редовни професор Универзитета у Београду Шумарског факултета, ужа научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода, изабрана у звање 20.9.2022. године;

3) др Тијана Вулевић, ванредни професор Универзитета у Београду Шумарског факултета, ужа научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода, изабрана у звање 10.11.2022. године;

4) др Синиша Половина, доцент Универзитета у Београду Шумарског факултета, ужа научна област: Ерозија и конзервација земљишта и вода, изабран у звање 8.4.2025. године;

5) др Славољуб Драгићевић, редовни професор Универзитета у Београду Географског факултета, ужа научна област: Физичка географија, изабран у звање 10.5.2017. године.

## II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1. Име, име једног родитеља, презиме: Данијела, Марко, Величковић
2. Датум и место рођења, општина, држава: 23.03.1981. године, Бијело Поље, Република Црна Гора
3. Датум одбране, место и назив магистарске тезе/мастер рада: 23.02.2018 године, Природно математички факултет Универзитета у Подгорици, Подгорица, „Анализа загађености ријеке Лим и оцјена биоакумулације тешких метала у мишићном ткиву скобаља- *Chondrostoma nasus* (Linnaeus 1758.) и клијена - *Squalius cephalus* (Linnaeus 1758.)“.
4. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука/мастера: Заштита животне средине. Биологија.

## III УВОД

### 3.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- Кандидат магистар заштите животне средине Данијела М. Величковић, је уписала докторске студије школске 2019/20 године.
- Одлуком НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА Шумарског факултета, број 01-2/43 од 27.3.2024. године, одређује се др Ратко Ристић, ред. проф. Шумарског факултета за ментора докторске дисертације и прихвата се предлог назива теме: “Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“;
- Одлуком НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА Шумарског факултета, број 01-2/93 од 25-26.05.2021. године, образује се Комисија за одбрану пројекта докторске дисертације под називом: “Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“, у саставу:
  - 1) др Ратко Ристић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
  - 2) др Мирјана Тодосијевић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
  - 3) др Нада Драговић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета;
- Пројекат докторске дисертације под називом: “Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“ одбранила је 11.06.2021. године пред трочланом комисијом у саставу:

- 1) др Ратко Ристић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
  - 2) др Мирјана Тодосијевић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
  - 3) др Нада Драговић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета;
- Одлуком НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА Шумарског факултета, број 01-2/179 од 29.11.2023. године, образује се Комисија за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под насловом: “Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава, у саставу:
    - 1) др Ратко Ристић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
    - 2) др Нада Драговић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
    - 3) др Мирјана Тодосијевић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета
    - 4) др Тијана Вулевић, ванр. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
    - 5) др Славољуб Драгићевић, ред. проф. Универзитета у Београду, Географског факултета.
  - Одобрен продужетак рока за завршетак студија за годину дана према Одлуци Шумарског факултета бр. 03-11585/2 од 24.11.2025. године.
  - Одлуком НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА Шумарског факултета, број 01-2/43 од 27.03.2024. године, усваја се научна заснованост теме докторске дисертације под називом “Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“ и одређује се ментор др Ратко Ристић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета.
  - Одлуком ВЕЋА НАУЧНИХ ОБЛАСТИ БИОТЕХНИЧКИХ НАУКА, 02-08 Број 61206-1252/2-24 од 09.04.2024. године, даје се сагласност на Одлуку НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА Шумарског факултета о прихватању теме докторске дисертације под називом "Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“ и одређује се проф. др Ратко Ристић за ментора.
  - Одлуком НАСТАВНО НАУЧНОГ ВЕЋА Шумарског факултета, број 01-2/10 од 26.06.2026. године, образује се Комисија за оцену израђене докторске дисертације, у саставу:
    - 1) др Ратко Ристић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
    - 2) др Мирјана Тодосијевић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета

- 3) др Тијана Вулевић, ванр. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета,
- 4) др Синиша Половина, доцент Универзитета у Београду, Шумарског факултета
- 5) др Славољуб Драгићевић, ред. проф. Универзитета у Београду, Географског факултета.

### 3.2. Научна област дисертације

Одговарајућа научна област и ужа научна област за коју је Факултет матичан: Еколошки инжењеринг у заштити земљишних и водних ресурса, Ерозија и конзервација земљишта и вода.

Име ментора са одговарајућим компетенцијама за вођење дисертације: др Ратко Ристић, ред. проф. Универзитета у Београду, Шумарског факултета

#### СПИСАК НАЈЗНАЧАЈНИЈИХ НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА:

##### **Истакнути национални часопис (M52):**

(1) Veličković D., Krivokapić M., Mijanović I. (2024): Situation of the Extreme Waters of Grlja and Lim in the Area of the Plav-Gusinje Basin. Zbornik radova Geografskog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Originalni naučni članak. UDC 556.166(497.16). DOI: 10.5937/zrgfub2472005V. <https://doi.org/10.5937/zrgfub2472005v>

##### **Истакнути национални часопис (M53):**

(1) Veličković D. Pregled poplava u slivu Lima na teritoriji Crne Gore sa posebnim osvrtom na novembar i decembar 2010. godine. (2023): Održivi razvoj, 2683-3654, Vol 5, (2023), str.21-33, <https://doi.org/10.5937/OdrRaz2302021V>. UDK: 556.161(497.16)"2010. <https://scindeks.ceon.rs/Article.aspx?artid=2683-36542302021V&lang=en>

##### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63):**

(1)Veličković D, Krivokapić M (2021); Analiza inteziteta padavina i temperature za sliv Plavskog jezera u periodu od 1966 do 2020 godine. Zbornik radova: 50. godišnja konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda „VODA 2021“, Zlatibor 21-24 - septembar. Srpsko društvo za zaštitu voda, Str. 67-76, Originalni naučni članak. ISBN - 978-86-916753-8-7, <https://doi.fil.bg.ac.rs/pdf/journals/ecologica/2023-109/ecologica-2023-30-109-20>.

##### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63):**

(1) Veličković D, Krivokapić M, Simović N. (2023): Hidrološka analiza rijeke Lim, proračun malih i velikih voda. Zbornik radova: 52. godišnja konferencija o aktuelnim

temama korišćenja i zaštite voda „VODA 2023“ Palić, 31. ma –2. jun 2023. Srpsko društvo za zaštitu voda, Str, 23-35, Originalni naučni članak. ISBN 978-86-82674-00-9.

(2) Krivokapić M., Bušković V., Radonjic D., Nikolić G., **Veličković D.**, Đuretić I, (2018): Determination of toxic heavy metals (Pb, Hg and Cd), pesticides and PCB content, in muscle tissue of *Cyprinus carpio* and *Squalius platycephalus*, from the Skadar Lake, Montenegro. VODA 2018“ Sokobanja, Srbija 12.-14. Jun. 2018. Srpsko društvo za zaštitu voda, Str, 137-145 , Originalni naučni članak. 978-86-916753-6-3.

(3) **Veličković D.**, Krivokapić M. (2018): Analiza sadržaja teških metala (As, Cd and Hg) u vodi i rijeke Lim i mišićnom tkivu skobalja (*Chondrostoma nasus*) i klijena (*Squalius cephalus*). Zbornik radova: 48. godišnja konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda „VODA 2018“ Sokobanja, Srbija 12– 14. jun 2018. Srpsko društvo za zaštitu voda, Str 215-223. Originalni naučni članak. ISBN - 978-86-916753-6-3

(4)**Veličković D.**, Krivokapić M. (2019): Analiza zagađenja rijeke Lim, klase kvaliteta, saprobnost. Zbornik radova: 48. godišnja konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda „VODA 2019“ Zaltibor, Srbija 4 – 6. jun 2023. Srpsko društvo za zaštitu voda, Str,187-222, Originalni naučni članak. ISBN 978-86-916753-5-6

(5) **Veličković D.**, Krivokapić M. (2020): Pregled kvaliteta voda Plavskog i Crnog jezera. Zbornik radova: 49. godišnja konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda „VODA 2020“ Sokobanja, Srbija 19-20. novembar 2020. Srpsko društvo za zaštitu voda, Str. 211-223 , Originalni naučni članak. ISBN 978-86-916753-7-0.

(6) **Veličković D.**, Krivokapić M., Babić G. (2025): The Influence of Natural and Anthropogenic Factors on the Quality of Sediment and Water of the River Ljucha (Western Balkans, Montenegro). Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 34, No. 6, str. 8259–8276. Originalni naučni članak. DOI: 10.15244/pjoes/194586. <https://doi.org/10.15244/pjoes/194586>

(7) Krivokapić M., **Veličković D.**, Đurović D. (2025): Reviewing study of eight (heavy) metals in muscle tissue of anchovies (*Engraulis encrasicolus*) and sardines (*Sardina pilchardus*), from the Adriatic Sea (alongside Kumbor marine channel). Book of Abstracts, 3rd Southeast European Ichthyological Conference – SEEIC 2025, Bar, Montenegro, 8–11 October 2025.

#### IV ОПИС ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

Докторска дисертација под насловом „**Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава**“, садржи укупно 267 страна, од чега је 220 страна текста, 20 страна литературе и 26 стране прилога. Докторска дисертација садржи 111 табела и 123 графичка прилога (дијаграми, фотографије, картографски прилози). Списак релевантне литературе,

везане за област истраживања, садржи 297 литературна извора. На почетку текста докторске дисертације, налазе се кључне документационе информације и резиме, на српском и енглеском језику, са кључним речима. Дисертација је организована у десет поглавља, која, заједно са прилозима, чине заокружену и логички повезану целину.

#### УВОД (1–4 стр.)

1. ЗНАЧАЈ ПРОУЧАВАЊА ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА И ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА (5–9 стр.)
2. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА (10–31 стр.)
3. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПЛАВСКОГ ЈЕЗЕРА И СЛИВНОГ ПОДРУЧЈА (32–60 стр.)
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (61–107 стр.)
5. АНАЛИЗА ЕРОЗИОНИХ ПРОЦЕСА У СЛИВУ ПЛАВСКОГ ЈЕЗЕРА ПРИМЕНОМ МЕТОДЕ ПОТЕНЦИЈАЛА ЕРОЗИЈЕ (108–160 стр.)
7. ДИСКУСИЈА (161–185 стр.)
8. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ПРОТИВЕРОЗИОНУ ЗАШТИТУ И РЕДУКЦИЈУ НАНОСА У СЛИВУ ПЛАВСКОГ ЈЕЗЕРА (186–215 стр.)
9. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА (216–220 стр.)
10. ЛИТЕРАТУРА (221–241 стр.)
11. ПРИЛОЗИ (242–267 стр.)

Дате су потребне изјаве кандидата о ауторству, истоветности штампане и дигиталне верзије рада, као и овлашћење о начину коришћења. Дисертација је написана ћириличним писмом, у складу са Упутством за обликовање докторске дисертације Универзитета у Београду.

Кратак приказ појединачних поглавља:

**Наслов** докторске дисертације је концизно конципиран и одговара дефинисаном предмету и циљевима истраживања. Наслов истиче тематику и садржај дисертације.

#### 1. УВОД (1–4 стр.)

Прво поглавље докторске дисертације састоји се од три потпоглавља. У потпоглављу **1.1. Предмет докторске дисертације**, кандидат дефинише предмет истраживања и даје општи приказ проблема ерозије земљишта, као једног од значајних процеса деградације природне средине. Посебна пажња посвећена је водној ерозији, бујичним токовима и продукцији наноса, са освртом на њихов утицај на земљиште, водотоке, акумулације и ризик од поплава.

У овом делу рада приказан је значај примене савремених модела за процену интензитета ерозије, као и могућности коришћења ГИС технологија и даљинске детекције у анализи ерозионих процеса. Кандидат посебно указује на израженост проблема ерозије у Црној Гори, нарочито у брдско-планинским подручјима и сливу

Лима. Такође су представљени основни видови антиерозионе заштите, кроз техничке, биотехничке, биолошке и организационе мере, које имају значајну улогу у одрживом управљању сливовима и заштити природних ресурса.

Кроз потпоглавље **1.2. Циљ рада**, кандидат јасно дефинише основне циљеве докторске дисертације, који се односе на израду модела интегралне противерозионе заштите непосредног окружења слива Плавског језера, од границе са Албанијом до Плава. Посебан акценат стављен је на заштиту, очување и ревитализацију Плавског језера, као и на предлог биолошких, биотехничких и техничких мера којима би се смањила продукција и транспорт наноса према језеру. Један од циљева је и идентификација простора на којима су већ спроведене мере заштите од засипања ерозионим наносом, као и подручја у којима су регулисана речна корита ради заштите од поплава.

У потпоглављу **1.3. Основне хипотезе**, кандидат поставља полазне претпоставке истраживања. Хипотезе се заснивају на ставу да је процес „изумирања“ Плавског језера условљен природним и антропогеним дејствима, као што су еутрофикација, засипање наносом, замуљивање, ширење барске вегетације и регресивна ерозија Лима. Посебно се истиче значај ерозионе продукције наноса у сливу и његовог транспорта према језеру. Указује се да се смањење наноса може постићи конзервацијом земљишта, контролом ерозионих и бујичних процеса, изградњом противерозионих објеката и применом интегралних мера заштите. Постављене хипотезе наглашавају значај биолошких, биотехничких и техничких мера у санацији ерозије земљишта, јачању вегетационог покривача и превенцији бујичних поплава.

## **2. ЗНАЧАЈ ПРОУЧАВАЊА ЕРОЗИЈЕ ЗЕМЉИШТА И ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА (5–9 стр.)**

Друго поглавље докторске дисертације носи назив „Значај проучавања ерозије земљишта и преглед досадашњих истраживања“. У овом поглављу кандидат указује на значај проучавања ерозије земљишта као једног од најважнијих процеса деградације природне средине, који има директне последице на земљишне, водне и шумске ресурсе. Посебно је наглашено да су ерозија земљишта, бујични токови, продукција и транспорт наноса међусобно повезани процеси, чије је познавање неопходно за планирање ефикасних мера заштите и одрживог управљања сливовима.

У потпоглављу **2.1. Систематизација постојеће документације на подручју истраживања и преглед релевантних истраживања**, кандидат даје преглед домаће и стране литературе која се односи на утицај начина коришћења земљишта, падавина, отицаја, геолошких и морфолошких карактеристика терена на развој ерозионих процеса. Приказани су резултати истраживања која указују да је ерозија земљишта глобални проблем, присутан у различитим деловима света, али и да је посебно изражен у брдско-планинским подручјима Балкана и Црне Горе.

Кандидат у овом делу рада систематизује досадашња сазнања о ерозији и деградацији земљишта, губитку плодности, површинском отицају и бујичним поплавама. Посебна пажња посвећена је значају противерозионих мера, као што су пошумљавање, конзервација земљишта, технички и биотехнички радови, као и регулација водотокова. Указано је да се ефекти ових мера могу сагледати кроз смањење продукције и транспорта наноса, али и кроз економске користи које произилазе из редукције губитака земљишта и смањења штета од поплава.

У поглављу су приказани и различити модели који се користе за процену интензитета ерозије и губитка земљишта, као што су USLE, PESERA, WEPP, LISEM, EROSION3D и други модели. Посебно је истакнут значај Методе потенцијала ерозије, која је широко примењивана у брдско-планинским подручјима Србије, Македоније, Босне и Херцеговине и Црне Горе. На овај начин кандидат показује да је процена интензитета ерозионих процеса сложен задатак који захтева примену више метода, сакупљање теренских података и свеобухватне просторне анализе.

Посебан део поглавља односи се на преглед истраживања у Црној Гори, Полимљу и сливу Плавског језера. Кандидат наводи да је Црна Гора, због својих физичко-географских карактеристика, рељефа, падавина, геолошке грађе и начина коришћења земљишта, веома осетљива на појаву ерозије земљишта и бујичних токова. У том контексту анализирани су резултати досадашњих истраживања која се односе на слив Лима, Бијели поток, Грнчар, Врују и друге водотоке који имају значајан утицај на транспорт наноса према Плавском језеру.

Кандидат посебно истиче да су процеси ерозије земљишта и транспорт наноса један од важних фактора који доприносе засипању, замуљивању и постепеном смањењу запремине и површине Плавског језера. У раду су приказани и подаци о раније реализованим регулационим и заштитним радовима на појединим водотоцима, као што су Плавска река, Грнчар и Вруја. Истовремено се указује да у новије време у сливу Плавског језера није било довољно систематских противерозионих интервенција, што додатно наглашава потребу за изградом модела интегралне противерозионе заштите.

На основу прегледа досадашњих истраживања, кандидат закључује да је проблем ерозије земљишта у сливу Плавског језера сложен и вишедимензионалан, јер обухвата природне, хидролошке, геоморфолошке, еколошке и антропогене факторе. Због тога је неопходан интегралан приступ који подразумева анализу стања у сливу, идентификацију критичних подручја, процену продукције и транспорта наноса, као и предлагање биолошких, биотехничких и техничких мера заштите. Ово поглавље представља важну основу за даљу методолошку разраду истраживања и дефинисање мера за очување и ревитализацију Плавског језера.

## **МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА (10–31 стр.)**



Кандидат Данијела М. Величковић, даје приказ примењених метода, које су систематизоване кроз пет основних потпоглавља и осамнаест ужих целина.

У трећем поглављу докторске дисертације **Методологија истраживања** кандидат Данијела М. Величковић приказује методолошки оквир истраживања који је примењен на подручју Плавског језера и његових притока, са посебним освртом на слив реке Луче. Методологија је заснована на интегралном приступу, који обједињује теренска истраживања, GPS снимања, хидролошка, геодетска и батиметријска истраживања, лабораторијске анализе воде, седимента, земљишта и вученог наноса, као и примену GIS процедура и савремених модела за процену ерозионих процеса.

У оквиру потпоглавља **3.1. Методологија прикупљања података**, кандидат приказује начин на који су прикупљени и анализирани подаци неопходни за израду докторске дисертације. За потребе истраживања коришћена је доступна техничка документација, пројекти, студије и извештаји који се односе на противерозиону заштиту слива Плавског језера, као и на његову заштиту и ревитализацију.

**Целина 3.1.1. Теренска истраживања**, посвећена је опису активности које су спроведене непосредно на терену. Теренска истраживања обухватила су обилазак подручја, узорковање седимената, воде, земљишта и вученог наноса дуж реке Луче, као једне од најзначајнијих притока Плавског језера. Узорковање седимената извршено је дуж тока реке Луче, узводно од њеног ушћа у Плавско језеро, при чему је прикупљено укупно 16 узорака са леве и десне обале. Поред тога, узорци воде и седимената прикупљени су на девет локација ради хемијске анализе и утврђивања концентрација тешких метала: арсена, кадмијума, живе, бакра, никла, гвожђа, цинка и олова. Ови елементи су анализирани због њиховог значаја за процену квалитета воде и седимента, као и због могућег утицаја на екосистем Плавског језера. У оквиру теренских истраживања прикупљени су и узорци земљишта и вученог наноса, ради испитивања основних физичко-хемијских карактеристика.

**Кроз целину 3.1.2. Постојећа истраживања и подаци**, кандидат приказује изворе података који су коришћени поред оригиналних теренских истраживања. У раду су анализирани резултати ранијих студија, пројеката и извештаја који се односе на Плавско језеро, његову морфологију, дубину, приобално подручје и слив.

Посебно су коришћени подаци батиметријских и геодетских истраживања Плавског језера, укључујући податке о дубини, морфологији језера, конфигурацији терена и границама слива. Такође су анализирани подаци из „Студије ревитализације и заштите Плавског језера“, као и из ранијих истраживања Хидрометеоролошког завода Црне Горе. Поред тога, коришћен је и „Извештај о стратешкој процени утицаја на животну средину за Просторно-урбанистички план општине Плав“.

У потпоглављу **3.2. Примена методе лидара LiteMapper 6800-400 LIDAR system** за геодетска снимања Плавског језера, кандидат приказује примену LIDAR технологије

у прикупљању геодетских података за подручје Плавског језера и његовог непосредног окружења. Ова метода је коришћена за анализу западне и јужне обале језера, као и за геодетска мерења подручја реке Лим.

У потпоглављу **3.3. Примена батиметријске методе** уз помоћ једносног ултразвучног дубиномера Navisound 215, кандидат приказује примену батиметријских снимања у анализи река Луче и Лима, као важних елемената хидролошког система Плавског језера. Батиметријска метода је коришћена ради добијања прецизних података о дубинама, котама и морфологији речних корита.

У потпоглављу **3.4. Методе анализе наноса**, кандидат приказује методолошки приступ који је коришћен за анализу продукције, транспорта и проноса ерозионог наноса у сливу Плавског језера. Анализа наноса има посебан значај јер ерозиони материјал који доспева у језеро представља један од кључних фактора његовог засипања, замуљивања и постепеног смањења водене површине.

Кроз целину **3.4.1. Примена Методе потенцијала ерозије** за анализу ерозионих процеса, кандидат приказује примену Методе потенцијала ерозије, односно Гавриловићеве методе, која је коришћена за дефинисање продукције наноса у сливу. Ова метода омогућава процену интензитета ерозије, укупне годишње продукције ерозионог материјала, као и количине транспортованог вученог и суспендованог наноса.

Кандидат истиче да је Метода потенцијала ерозије нарочито погодна за брдско-планинска подручја и сливове у којима су изражени ерозиони и бујични процеси. Њена примена је додатно унапређена коришћењем савремених технологија, посебно GIS-а, даљинске детекције и просторне анализе. На тај начин омогућава се прецизније сагледавање просторне заступљености ерозије, израда карте ерозије земљишта и класификација подручја према интензитету ерозионих процеса.

У потпоглављу **3.4.2. Примена стандарда MEST EN ISO 17892-4:2021** у циљу одређивања гранулометријског састава речног наноса, кандидат приказује методолошки поступак одређивања гранулометријског састава наноса реке Луче. Ова анализа има значајну улогу у разумевању механизма деловања ерозионих процеса, транспорта наноса и његовог таложења у систему Плавског језера.

Целина **3.4.2.1. Припрема узорка** посвећена је поступку припреме узорака за гранулометријску анализу речног наноса. Припрема је обухватила формирање репрезентативног узорка, одређивање потребне масе, испирање, сушење и просејавање у складу са стандардом MEST EN ISO 17892-4:2021. На основу добијених резултата израђене су гранулометријске криве и одређени параметри значајни за процену структуре и неједнородности наноса реке Луче. У оквиру потпоглавља **3.5. Анализа контаминације земљишта**, кандидат приказује значај индекса загађења у процени квалитета земљишта и седимената, посебно у односу на присуство тешких метала. Истакнуто је да ерозиони и бујични процеси у сливу Плавског језера, поред

минералног материјала, могу транспортовати и загађујуће материје везане за честице земљишта. Посебна пажња посвећена је одређивању геохемијске позадинске вредности, која представља основу за поређење измерених концентрација тешких метала и прорачун индекса загађења. У анализи је коришћен: Појединачни индекс загађења – PI (целина 3.5.1), Индекс оптерећења загађењем – PLI (целина 3.5.1.1), Немеров индекс загађења – PIN (цјелина 3.5.1.2), Геоакумулациони индекс – Igeo (целина 3.5.1.3), Анализа токсичних јединица –  $\Sigma$ TUs (целина 3.5.1.4), Фактор контаминације – CF (целина 3.5.1.5), као и Фактор обогаћења – EF и Индекс потенцијалног еколошког ризика – RI (целине 3.5.1.6 и 3.5.1.7). Наведене методе омогућавају сагледавање појединачног и укупног загађења, порекла тешких метала и њиховог потенцијалног еколошког ризика.

У оквиру потпоглавља **3.5.2. Методе хемијске анализе**, кандидат приказује начин узорковања, чувања и лабораторијске обраде узорака воде и седимената реке Луче, ради утврђивања концентрација тешких метала.

Целина **3.5.2.1. Локације и период узорковања воде и седимената реке Луче** односи се на приказ простора и времена у којем је извршено узорковање. Кандидат наводи да је узорковање спроведено у јануару и фебруару 2024. године, на укупно девет локација узводно од ушћа реке Луче у Плавско језеро. Узорци воде и седимената прикупљени су са леве и десне обале, при чему су седименти узимани Екман багером, а узорци воде у полиетиленским боцама и чувани до лабораторијске анализе. Овим поступком обезбеђени су подаци неопходни за процену садржаја тешких метала и квалитета воде и седимената реке Луче. У оквиру две целине, **3.5.2.2. Лабораторијске методе и 3.5.2.3. Процена квалитета седимената**, кандидат приказује поступке лабораторијског одређивања тешких метала у води и седиментима реке Луче, као и начин процене квалитета седимената кроз упоређивање добијених резултата са релевантним стандардима.

#### **4. ОПШТЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ПЛАВСКОГ ЈЕЗЕРА И СЛИВНОГ ПОДРУЧЈА (32-60 стр.)**

Четврто поглавље, **Опште карактеристике Плавског језера и сливног подручја**, обухвата седам потпоглавља: **4.1. Географске и морфометријске карактеристике слива, 4.2. Геолошке карактеристике, 4.3. Основни климатски и хидролошки показатељи слива, 4.4. Лимно-еколошке карактеристике Плавског језера, 4.5. Квалитет вода Плавског језера, 4.6. Биодиверзитет Плавског језера и 4.7. Топографски и батиметријски премер Плавског језера.** Потпоглавље **4.1. Географске и морфометријске карактеристике слива** посвећено је приказу сливног подручја Плавског језера, његове површине, водности и хидрографске мреже. Кандидат описује реку Лучу као главну притоку Плавског језера, као и њене значајне саставнице и притоке: Грнчар, Врују, Дољу, Скакавицу и Бијели поток. Посебна пажња посвећена је бујичном карактеру ових водотока, транспорту наноса, утицају крашких карактеристика терена и значају реке Лим у хидролошком систему слива. Потпоглавља **4.2. Геолошке карактеристике и 4.3. Основни климатски и хидролошки**

**показатељи слива** обухватају приказ природних услова који утичу на ерозионе процесе у сливу Плавског језера. Кандидат анализира геолошку грађу подручја, стенску подлогу и седименте, као и климатске и хидролошке показатеље, посебно температурни и падавински режим, који имају значајну улогу у производњи и транспорту наноса. Потпоглавља **4.4. Лимно-еколошке карактеристике Плавског језера, 4.5. Квалитет вода Плавског језера и 4.6. Биодиверзитет Плавског језера** обједињују приказ еколошких, хидрохемијских и биолошких вредности Плавског језера. Кандидат описује лимнолошке специфичности језера, његов квалитет воде кроз резултате мониторинга физичко-хемијских и микробиолошких параметара, као и богатство биљног и животињског света, са посебним освртом на значај очувања овог осетљивог језерског екосистема. У завршном делу четвртог поглавља, у **потпоглављу 4.7. Топографски и батиметријски премејер Плавског језера**, приказани су резултати топографског и батиметријског премејера Плавског језера, као и мерења река Луче и Лима. Кандидат анализира премејере из 2008. и 2017. године, израду дигиталног модела терена, изохипсе, и промене површине и запремине језера. Посебно је указано на процес засипања језерског басена наносом, који доводи до смањења запремине језера и акумулације наноса у пливним зонама.

## **5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА (61–160 стр.)**

Пето поглавље докторске дисертације, **Резултати истраживања**, састоји се од шест потпоглавља. У овом поглављу кандидат Данијела М. Величковић приказује резултате спроведених теренских, лабораторијских, педолошких, хидролошких и просторних анализа у сливу Плавског језера. Посебна пажња посвећена је гранулометрији речног наноса, рекогносцирању терена, педолошким карактеристикама, начину коришћења земљишта, квалитету воде и седимената, као и хидролошким анализама.

Потпоглавље **5.1. Приказ теренских истраживања, гранулометрија речног наноса** обухвата резултате теренског узорковања и гранулометријске анализе речног наноса у кориту реке Луче. Кандидат анализира 16 узорак узетих дуж речног тока, при чему резултати показују изразиту доминацију песковите фракције, чије се учешће у анализираним узорцима креће од 45% до 100%, док се учешће шљунковите фракције креће од 0% до 54%. У већем броју узорак учешће песка износи од 90% до 100%, што указује на доминантно песковит карактер речног наноса. Посебно су разматрани карактеристични пречници наноса и коефицијенти неједнородности и сортираности. Вредности медијалног пречника  $d_{50}$  крећу се од 0,206 mm до 4,512 mm, док се коефицијент неједнородности  $U$  креће од 1,85 до 19,14. Највише вриједности  $U = 19,14$  утврђене су код узорак 1 и 9 и указују на нехомоген нанос, док код већине осталих узорак вриједности  $U$  износе мање од 5, што указује на релативно хомоген гранулометријски састав. Коефицијент  $K_m$  варира од 5,50 до 43,01,  $K_k$  од 12,26 до 69,97, индекс сортираности  $S$  од 1,56 до 2,88,  $S_0$  од 0,347 до 0,639, а коефицијент  $K_d$  од 1,825 до 5,077. Добијени резултати указују на просторну променљивост хидродинамичких услова, различит транспортни капацитет реке и смењивање процеса

ерозије земљишта, транспорта и таложења материјала, нарочито у деоницама непосредно узводно од ушћа Луче у Плавско језеро.

Потпоглавља **5.2. Рекогносцирање терена у сливу Плавског језера до границе са Албанијом** и **5.3. Педолошке карактеристике терена** обједињују приказ теренских, геоморфолошких и педолошких карактеристика слива. Кандидат анализира ерозионе процесе, бујичне водотоке, транспорт и таложење наноса, као и типове земљишта који утичу на површинско отицање, инфилтрацију и ерозиону осетљивост подручја. Кандидат анализира активну и супституциону киселост земљишта, као и укупни садржај азота, при чему резултати указују на претежно алкални карактер земљишта и значајну заступљеност хранљивих материја. Посебна пажња посвећена је улози ових параметара у процени плодности земљишта, ерозионог потенцијала и могућег утицаја нутријената на квалитет воде и седимената. Анализа је показала да су у сливном подручју Плавског језера најзаступљенија смеђа земљишта на карбонатно-силикатној подлози, док у сливу Белог потока доминира шумско смеђе земљиште на истој подлози. Оваква педолошка структура указује на различиту осетљивост терена на ерозионе процесе, површинско отицање и транспорт наноса. Потпоглавље **5.4. Анализа начина коришћења земљишта** обухвата просторну анализу земљишног покривача и начина коришћења простора у сливу Плавског језера, извршену на основу CORINE Land Cover базе података и ГИС обраде. Кандидат утврђује да на укупно анализираној површини од 308,54 km<sup>2</sup> доминирају листопадне шуме са 123,68 km<sup>2</sup>, односно 40,10% површине слива. Слабо обрасле површине заузимају 40,66 km<sup>2</sup> или 13,20%, природни травњаци 34,38 km<sup>2</sup> или 11,10%, а пољопривредно земљиште са значајним површинама природне вегетације 25,82 km<sup>2</sup> или 8,40%. Прелазне форме (шибље и деградиране шуме) заузимају 19,16 km<sup>2</sup> или 6,20%, мешовите шуме 16,26 km<sup>2</sup> или 5,30%, а голе стене 11,41 km<sup>2</sup> или 3,70%. Мање учешће имају комплексне структуре обрадивог земљишта са 9,05 km<sup>2</sup> или 2,90%, глечери и вечити снег са 7,98 km<sup>2</sup> или 2,60%, пашњаци са 6,84 km<sup>2</sup> или 2,20% и четинарске шуме са 5,72 km<sup>2</sup> или 1,90%. Урбане површине су ограничене на 1,69 km<sup>2</sup> или 0,50%, док водене површине обухватају 1,97 km<sup>2</sup> или 0,60% слива.

Анализа слива Белог потока показује да насеља заузимају 2,03 km<sup>2</sup>, односно 49,95% укупне површине слива, деградиране шуме 1,10 km<sup>2</sup> или 26,97%, а ливаде 0,63 km<sup>2</sup> или 15,54%. Деградирани пашњаци учествују са 0,20 km<sup>2</sup> или 4,93%, мешовито газдовање-пољопривредне површине, травњаци и природна вегетација (са 0,07 km<sup>2</sup> или 1,68%, голети са 0,03 km<sup>2</sup> или 0,80%, а воћњаци и виногради са 0,01 km<sup>2</sup> или 0,14%. За анализиране сливове и притоке Дољу, Бистричицу, Кукића, Радончића, Сулејман-Сејтов и Вишњевски поток, на укупној површини од 320,48 km<sup>2</sup>, највеће учешће имају насеља са 107,49 km<sup>2</sup> или 33,54%, затим голети са 90,52 km<sup>2</sup> или 28,24% и деградиране шуме са 80,80 km<sup>2</sup> или 25,21%.

У потпоглављу **5.5. Анализа квалитета воде и седимената у сливу Плавског језера**, кандидат приказује резултате лабораторијских анализа садржаја тешких метала у води и седиментима реке Луче на девет локација узорковања. Анализа воде показала је да

су најзаступљенији никал и арсен, при чему су се концентрације никла кретале од 0,24 до 0,98  $\mu\text{g/L}$ , а арсена од <0,20 до 0,95  $\mu\text{g/L}$ , док су концентрације осталих испитиваних метала биле испод прописаних граничних вредности. За разлику од воде, у седиментима су забележене веће концентрације појединих елемената, нарочито гвожђа, никла и арсена. Концентрације гвожђа кретале су се од 22.641 до 30.086  $\text{mg/kg}$ , никла од 87 до 117  $\text{mg/kg}$ , цинка од 41 до 56  $\text{mg/kg}$ , бакра од 16 до 26  $\text{mg/kg}$ , олова од 6,4 до 9,6  $\text{mg/kg}$ , арсена од <0,2 до 3,8  $\text{mg/kg}$ , живе од 0,063 до 0,10  $\text{mg/kg}$ , а кадмијума од <0,2 до 0,26  $\text{mg/kg}$ . Утврђено је да су концентрације никла у седименту на свих девет испитиваних локација прелазиле циљане и максимално дозвољене вредности према примењеним критеријумима, док су концентрације арсена у више узорака премашиле дозвољене вредности канадских смерница за квалитет седимента. У потпоглављу **5.6. Хидролошке анализе**, кандидат приказује резултате анализе режима протицаја и водостаја реке Лим на хидролошкој станици Плав за период 1948–2023. године. Највећу протицај јавља се у пролећном периоду, са максимумом средњег месечног протицаја у мају од 41,3  $\text{m}^3/\text{s}$ , док просечан средњегодишњи протицај износи 19,31  $\text{m}^3/\text{s}$ . Максимални средњи месечни водостај достиже око 907,6  $\text{m.n.m}$ , а амплитуда сезонских колебања износи приближно 0,55  $\text{m}$ . Највећи регистровани протицај у анализираном периоду износио је приближно 330  $\text{m}^3/\text{s}$  и забележен је 1979. године. Добијени резултати значајни су за процену ерозионог потенцијала, транспорта наноса и планирање мера заштите слива Плавског језера.

У оквиру поглавља 6. **Анализа ерозионих процеса у сливу Плавског језера применом МПЕ**, кандидат приказује резултате анализе интензитета и просторне заступљености ерозионих процеса у сливу Плавског језера и сливовима његових главних притока, добијене применом Методе потенцијала ерозије. Анализа обухвата утицај геоморфолошких, педолошких и климатских карактеристика, вегетационог покривача и начина коришћења земљишта на развој ерозионих процеса. Приказана је просторна расподела категорија ерозије, одређене су вредности коефицијента ерозије  $Z$  и издвојени сливови и подсливови са различитим степеном ерозионе активности.

У потпоглављу **6.1. Ерозиона продукција и 6.1.1. Прорачун продукције и проноса наноса** кандидат приказује резултате процене интензитета ерозије, продукције и проноса наноса применом Методе потенцијала ерозије. За слив Плавског језера утврђен је коефицијент ерозије  $Z=0,36$ , при чему доминирају врло слаба и слаба ерозија, док се слив Врује издваја већим интензитетом ерозионих процеса са  $Z = 0,55$ . Укупна годишња продукција наноса у сливу Плавског језера износи 274.562,62  $\text{m}^3/\text{god}$ , а годишњи пронос 178.465,71  $\text{m}^3/\text{god}$ , при чему доминира суспендовани нанос са 155.265,17  $\text{m}^3/\text{god}$ . Међу главним притокама највећи пронос наноса утврђен је за Лучу, 162.778,28  $\text{m}^3/\text{god}$ , и Врују, 158.452,53  $\text{m}^3/\text{god}$ , док Вруја има највећи специфични пронос од 1.366,56  $\text{m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{god}^{-1}$ . Анализа мањих бујичних сливова показује да се коефицијент ерозије креће од  $Z=0,08$  у сливу Радончића потока до  $Z=0,42$  у сливу Доље, при чему се Доља и Бистричица издвајају већим ерозионим потенцијалом. Годишњи пронос наноса у овим сливовима креће се од 133,99  $\text{m}^3/\text{god}$  у сливу Радончића потока до 34.093,43  $\text{m}^3/\text{god}$  у сливу Доље. Добијени резултати издвајају

Лучу, Врују, Дољу и Бистричицу као значајна подручја продукције и транспорта наноса и основу за дефинисање приоритетних зона примене интегралних противерозионих мера.

У оквиру потпоглавља **6.2.1. Статистички прорачун великих вода**, кандидат анализира максималне годишње протицаје реке Лим на ХС Плав за период 1948–2023. године. Максимални протицај износио је 330,0 m<sup>3</sup>/s, средњи 152,2 m<sup>3</sup>/s, а применом GEV расподеле одређени су меродавни протицаји од 140,33 m<sup>3</sup>/s за повратни период од 2 године до 496,87 m<sup>3</sup>/s за 1000 година. У наставку, у оквиру потпоглавља **6.2.2. Прорачун малих вода**, кандидат разматра минималне протицаје различитог трајања. За обезбеђеност од 95% добијене су вредности од 1,334 m<sup>3</sup>/s за једнодневне до 1,589 m<sup>3</sup>/s за тридесетодневне минималне протицаје, док минимални средњи месечни протицај износи 1,215 m<sup>3</sup>/s. Добијени резултати представљају основу за процену екстремних хидролошких услова.

У потпоглављу **6.2.3. Резултати корелационе анализе тешких метала у седименту реке Луче**, кандидат примјеном Пирсонове корелационе анализе испитује међусобне односе тешких метала у девет узорака седимента. Утврђене су статистички значајне позитивне корелације између Zn–Cd ( $r = 0,684$ ;  $p = 0,042$ ), Zn–Ni ( $r = 0,744$ ;  $p = 0,022$ ), Hg–Pb ( $r = 0,795$ ;  $p = 0,010$ ) и Cd–Pb ( $r = 0,669$ ;  $p = 0,049$ ), док су најснажније везе утврђене за Cu–Ni ( $r = 0,920$ ;  $p < 0,001$ ), Ni–Pb ( $r = 0,854$ ;  $p = 0,003$ ) и Cu–Pb ( $r = 0,818$ ;  $p = 0,007$ ). Резултати потврђују значај контроле ерозионих процеса не само за смањење транспорта наноса већ и за ограничење мобилизације и акумулације тешких метала у сливном систему. У оквиру потпоглавља 6.2.4 (6.2.4.1 и 6.2.4.2) кандидат примењује показатеље CF, EF, PI, PIN, PLI, Igeo, Eg и RI ради процене степена акумулације тешких метала и потенцијалног еколошког ризика. Вредности концентрационог фактора показују највеће обогаћење за арсен (CF до 2,11) и никл (CF до 1,56), док фактор обогаћења указује на умерено засићење арсеном, са EF до 3,25. Укупни индекс еколошког ризика RI креће се од 284,96 до 385,08, при чему сви анализирани профили припадају категорији врло високог еколошког ризика. Појединачни индекс загађења показује најизраженије оптерећење гвожђем, које у свим профилима припада класи врло великог степена загађености ( $PI > 5$ ). Кандидат приказује резултате интегралне процене загађености седимента реке Луче применом више индекса. Вредности PLI индекса крећу се од 1,54 до 2,76, док PIN износи 0,93–1,49, при чему 88,89% локација припада подручју предострожности, а 11,11% класи слабог загађења. Геоакумулациони индекс показује да већина узорака припада класи незагађених седимената, док  $\Sigma TU > 4$  указује на умерену до високу потенцијалну токсичност седимента.

У оквиру потпоглавља **6.2.4.3. Мере противерозионе заштите које имају ефекат на имобилизацију анализираних тешких метала**, кандидат приказује могућности примене биолошких, био-инжењерских и техничких мера усмерених на смањење покретљивости и биодоступности тешких метала у сливу реке Луче и Плавског језера. Посебно се разматра улога фиторемедијације, литоралне и приобалне вегетације,

легуминоза и хигрофитних врста у стабилизацији земљишта и седимента, задржавању fine фракције наноса и везивању метала у ризосфери.

Кандидат анализира и примену био-инжењерских и техничких мера, као што су фашине, врбови плетери, природне заштитне мреже, каскадне камене преграде и таложне зоне, којима се смањује енергија тока, подстиче контролисано таложење седимента и ограничава ремобилизација тешких метала. Истакнут је и значај пошумљавања, затрављивања плавних равни и уређења пољопривредних површина као превентивних мера за смањење ерозије земљишта и транспорта металима обogaћених честица према реци Лучи и Плавском језеру.

## 7. ДИСКУСИЈА (161-185.стр)

У поглављу 7. **Дискусија**, кандидат критички разматра и упоређује добијене резултате са претходним истраживањима, повезујући ерозионе процесе, гранулометријски састав и транспорт наноса, климатске и педолошке карактеристике, начин коришћења земљишта, морфометријске промене Плавског језера и акумулацију тешких метала у седиментима. Поређење гранулометријских резултата показује да су 2017. године на узводним локацијама биле заступљене шљунковито-песковите фракције са 40–50% шљунка и 30–40% песка, док резултати из 2025. године указују на доминацију песка у готово свим узорцима са 90–99%, уз 1–10% шљунка. Анализа климатских показатеља за период 1966–2020. године показује пораст просечне годишње температуре са око 7,65°C на 9,85°C, односно за приближно 2,2°C, док годишњи прилив воде од 734,1 милиона m<sup>3</sup> потврђује изражену хидролошку динамичност слива. У структури земљишног покривача шуме обухватају око 47,3% површине слива, док слабо обрасле површине заузимају 13,2%, што указује на различит степен заштите терена од ерозије земљишта.

Резултати продукције и проноса наноса издвајају Лучу и Врују као главне правце транспорта материјала према језеру, док међу мањим сливовима Бистричица има специфичну продукцију од 1.013,46 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>·god<sup>-1</sup> и годишњи пронос од 10.632,23 m<sup>3</sup>/god, а Доља специфичну продукцију од 1.113,16 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>·god<sup>-1</sup> и пронос од 34.093,43 m<sup>3</sup>/god. Насупрот томе, Радончића поток ( $Z = 0,08$ ;  $W_{sp} = 94,16 \text{ m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{god}^{-1}$ ) и Вишњевски поток ( $Z = 0,09$ ;  $W_{sp} = 112,35 \text{ m}^3/\text{km}^2 \cdot \text{god}^{-1}$ ) показују знатно слабији ерозиони интензитет. Поређење батиметријских података указује на смањење површине Плавског језера за око 10% и запремине за око 17%, док је у периоду 2008–2017. године испод коте 906 m утврђено смањење запремине од приближно  $0,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ , уз годишњу стопу таложења од око  $4,4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{god}$  и просечну дебљину седимента од приближно 8–9 cm/god у плитким зонама.

У дискусији резултата хемијских анализа кандидат посебно истиче еколошки значај седимената као простора акумулације тешких метала. Укупни индекс еколошког ризика RI креће се од 284,96 до 385,08, при чему су најугроженије локације 2, 8 и 9, док је  $\Sigma TU > 4$ , што указује на умерен до повишен потенцијални токсични утицај.



Корелациона анализа показује снажне везе између Cu–Ni ( $r = 0,920$ ;  $p < 0,001$ ), Ni–Pb ( $r = 0,854$ ;  $p = 0,003$ ), Cu–Pb ( $r = 0,818$ ;  $p = 0,007$ ) и Hg–Pb ( $r = 0,795$ ;  $p = 0,010$ ), што кандидат доводи у везу са заједничким транспортом и акумулацијом метала у финим седиментним фракцијама. На основу синтезе наведених резултата образлаже се потреба примене интегралног модела противерозионе заштите који повезује биолошке, биотехничке и техничке мере ради смањења продукције и транспорта наноса, стабилизације ерозионих жаришта и очувања еколошког и ретенционог капацитета Плавског језера.

## **8. ПРЕДЛОГ МЕРА ЗА ПРОТИВЕРОЗИОНУ ЗАШТИТУ И РЕДУКЦИЈУ НАНОСА У СЛИВУ ПЛАВСКОГ ЈЕЗЕРА (186-215. стр)**

У поглављу 8. Предлог мера за противерозиону заштиту и редукцију наноса у сливу Плавског језера, кандидат дефинише интегрални систем биолошких, биотехничких, техничких и административно-организационих мера, просторно прилагођених ерозионом потенцијалу појединих сливова. За слив Луче предложено је пошумљавање 60 ха стрмих голети, постављање 25 km контурних стабилизатора, изградња 45 малих бујичних преграда и стабилизација 8 km речних обала, док су за Врују предвиђени пошумљавање 25 ха, 10 km контурних стабилизатора и 20 бујичних преграда. У сливу Доље предложено је 6 ха пошумљавања, 2,5 km контурних стабилизатора и 5 малих бујичних преграда, а за Грнчар санациона сјеча на 109 ха, терасирање 82 ха, бенч терасе на 109 ха, регулација 4,36 km корита и изградња 5,45 km одбрамбених насипа. Укупна процењена вредност ових радова за Врују, Дољу, Лучу, Бијели поток и Грнчар износи 4.977.480 евра.

За мање бујичне сливове Луче кандидат предлаже комбиноване мере пошумљавања, затрављивања, стабилизације косина и обала, фашина, камених прагова, бујичних и ретензионих преграда. Процењени трошкови износе 56.500 евра за Сулејман Сејтов поток, 60.500 евра за Кукића поток, 113.700 евра за Радончића поток, 115.300 евра за Мартиновићки поток, 115.200 евра за Бистрицицу, 126.300 евра за Вишњевски поток и 128.300 евра за Белићки поток, односно укупно 715.800 евра. Посебно се разматра могућност изградње десет вишенаменских хидроакумулација, којима би се могло спречити уношење приближно 26.000 m<sup>3</sup> наноса годишње у језерски систем. За слив Валушнице предложене су ретензионе преграде, системи прагова и плетера, контурна садња аутохтоних врста, травно-легуминозни појасеви, стабилизација падина и мониторинг кретања наноса. Добијени предлог представља интегрални модел дугорочне противерозионе заштите, усмерен на смањење продукције и транспорта наноса, стабилизацију критичних ерозионих зона и очување морфолошког, хидролошког и еколошког стања Плавског језера.

## **9. ЗАКЉУЧАК (216–220 стр.)**

Закључци су приказани на јасан и концизан начин, приказујући суштину резултата истраживања израђене докторке дисертације. У закључцима се даје јасан одговор на постављене хипотезе.

## 10. ЛИТЕРАТУРА (221–241 стр.)

У овом поглављу кандидат Данијела М. Величковић, навела је 297 литературних извора, тематски везаних за проблем истраживања. Кандидат је на правилан начин користила наводе из обрађене литературе кроз читав текст дисертације. Обрађена је научна и стручна литература страних и домаћих аутора, где доминирају референце на енглеском језику. Референце су поређане по алфабетном редоследу.

## 11. ПРИЛОЗИ (242–267 стр.)

Ово поглавље се састоји од 46 Прилога који додатно подржавају добијене резултате.

На основу комплетног и детаљног увида, као и анализе свих поглавља докторске дисертације кандидата магистра заштите животне средине Данијеле М. Величковић, под насловом **„Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“**, Комисија за оцену израђене докторске дисертације сматра да је рад структуриран јасно и прегледно.

## V ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Кандидат Данијела М. Величковић се у дисертацији под насловом **„Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“** бави актуелним и комплексним проблемом ерозионих процеса, продукције, транспорта и акумулације наноса, деградације земљишних и водних ресурса, као и могућностима примене интегралног система противерозионе заштите у сливу Плавског језера.

У дисертацији су примењене савремене и научно утемељене методе теренских, лабораторијских и геопросторних истраживања. Применом Методе Потенцијала Ерозије (МПЕ), кандидаткиња је извршила процену интензитета ерозионих процеса, продукције и транспорта ерозионог материјала у анализираним сливовима и подсливовима. Посебна пажња посвећена је сливовима Луче, Грнчара, Врује, Доље и Бијелог потока, као и бујичним водотоцима у непосредном окружењу Плавског језера.

Интеграцијом геопросторних података из различитих извора у ГИС окружењу, укључујући дигиталне моделе терена, картографске подлоге, теренске податке и расположиве просторне базе, истраживање демонстрира савремен приступ анализи ерозионих процеса и динамике наноса. У анализи су коришћени и расположиви LIDAR и батиметријски подаци, који су допринели потпунијем сагледавању морфометријских карактеристика истраживаног простора, морфологије језерског басена и процеса акумулације наноса.

Посебан сегмент дисертације представља истраживање речних седимената и наноса. Кандидаткиња је извршила систематско узорковање и анализу материјала на

одабраним локацијама, укључујући седименте реке Луче и узорке наноса прикупљене у дефинисаном просторном распореду. Применом одговарајућих лабораторијских и гранулометријских метода анализиране су физичке карактеристике материјала, чиме је омогућено сагледавање механизма транспорта, таложења и просторне дистрибуције наноса.

Значајан допринос дисертације представља и анализа присуства тешких метала у води и седиментима реке Луче. Анализиране су концентрације арсена, кадмијума, живе, бакра, никла, гвожђа, цинка и олова, применом савремених лабораторијских техника. Добијени резултати упоређени су са релевантним прописима и референтним вредностима, чиме је омогућена комплекснија оцена стања водених и седиментних система.

Истраживање се фокусира на специфичан и еколошки вредан простор Плавско-гусињске котлине и непосредног окружења Плавског језера, који је изложен сложеном деловању природних ерозионих процеса, бујичних токова, транспорта наноса и антропогених утицаја. Кандидат анализира међусобну повезаност процеса који се одвијају у сливу и њихове последице на речне системе и Плавско језеро као крајњи реципијент наноса.

Кандидат Данијела М. Величковић је систематично проучила релевантну домаћу и међународну литературу и правилно упоређивала резултате својих истраживања са истраживањима других аутора. За прикупљање и обраду података коришћене су одговарајуће теренске, лабораторијске, математичке, статистичке и геопросторне методе, а резултати су приказани текстуално, табеларно, картографски и графички.

Тумачење резултата је на одговарајућем аналитичком и научном нивоу, а закључци су прецизно изведени и произилазе из добијених резултата. Посебна вредност рада огледа се у повезивању анализа ерозионих процеса, продукције и транспорта наноса, истраживања седимената, лабораторијских анализа и геопросторних података у јединствен истраживачки оквир.

Овај рад пружа научно засновану основу за идентификацију простора са израженијим ерозионим процесима, процену доприноса појединих сливова продукцији и транспорту наноса и дефинисање приоритетних подручја за примену противерозионих мера. Резултати истраживања имају практичну вредност у планирању уређења сливова, заштити земљишта од ерозије, управљању водним ресурсима и очувању Плавског језера.

## VI ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Кандидат Данијела М. Величковић је у дисертацији под насловом „Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“ остварила следеће научне доприносе:

- Квантификација интензитета ерозионих процеса, продукције и транспорта ерозионог материјала у анализираним сливовима и подсливовима непосредног окружења Плавског језера;
- Просторна идентификација подручја различитог степена угрожености ерозионим процесима и утврђивање њиховог значаја за продукцију, транспорт и акумулацију наноса;
- Интеграција теренских, лабораторијских и геопросторних података у ГИС окружењу ради комплексне анализе процеса ерозије и динамике наноса;
- Утврђивање физичких и гранулометријских карактеристика речних седимената и наноса и њихове просторне дистрибуције;
- Оцена квалитета воде и седимената реке Луче на основу анализе концентрација тешких метала и сагледавање утицаја природних и антропогених фактора;
- Дефинисање предлога интегралних противерозионих мера и радова усмерених на смањење продукције и транспорта наноса и заштиту земљишних и водних ресурса слива Плавског језера.
- Применом савремених метода, укључујући Метод Потенцијала Ерозије (МПЕ), ГИС анализе, теренска истраживања и лабораторијска испитивања, омогућена је комплексна анализа ерозионих процеса и њиховог утицаја на слив Плавског језера. Добијени резултати представљају научно засновану основу за издвајање приоритетних подручја за примену противерозионих мера и одрживо управљање земљишним и водним ресурсима. Ограничена доступност дугорочних и временски усклађених података о динамици наноса и појединим хидролошким параметрима може утицати на ниво детаљности појединих процена.
- Добијени резултати омогућавају потпуније сагледавање међусобне повезаности ерозионих процеса, продукције и транспорта наноса и стања водених и седиментних система. Предложени приступ и мере интегралне противерозионе заштите могу представљати основу за планирање будућих активности у сливу Плавског језера, али и бити применљиви, уз одговарајућа прилагођавања, на другим сливним подручјима сличних природних и антропогених карактеристика. Ова дисертација има значајан потенцијал за примену у пракси, посебно у области уређења сливова, заштите земљишта од ерозије, управљања наносом и очувања водних ресурса.
- Имајући у виду да универзитетски и факултетски нормативи, који се тичу процеса израде и одбране докторске дисертације, као обавезан услов постављају објављен рад у часопису међународног значаја, Комисија

констатује да је кандидат Данијела М. Величковић, као први аутор, објавила научни рад у међународном часопису Polish Journal of Environmental Studies:

Veličković, D.; Krivokapić, M.; Babić, G. (2025): "The Influence of Natural and Anthropogenic Factors on the Quality of Sediment and Water of the River Ljucha (Western Balkans, Montenegro)". Polish Journal of Environmental Studies, 34(6), 8259–8276. <https://doi.org/10.15244/pjoes/194586>

## VII ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и оцене докторске дисертације кандидата Данијеле М. Величковић под насловом „**Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава**“, Комисија закључује да је дисертација у целини урађена према прописаним критеријумима обима и квалитета научног рада и у складу са одобреном темом и пријавом на коју је Универзитет у Београду дао своју сагласност (Веће научних области биотехничких наука Универзитета у Београду, 02-08 број 61206-1252/2-24, од 09.04.2024. године). У дисертацији су представљени научно аргументовани и утемељени резултати, који представљају значајан допринос области биотехничких наука, као и ужој научној области Ерозија и конзервација земљишта и вода. Комисија констатује да дисертација садржи све неопходне елементе: насловну страну на српском и енглеском језику, именованог ментора и чланове комисије, кључне документационе информације на српском и енглеском језику, резиме на српском и енглеском језику, садржај, поглавља дисертације, списак литературе, биографију кандидата, изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

Докторска дисертација кандидата Данијеле М. Величковић представља оригиналан научни допринос проучавању ерозионих процеса, продукције, транспорта и акумулације наноса и могућности примене интегралне противерозионе заштите у непосредном окружењу слива Плавског језера. Посебан допринос остварен је у домену комплексног сагледавања међусобне повезаности ерозионих процеса, карактеристика речних седимената и наноса, стања водних и седиментних система и просторне диференцијације процеса значајних за заштиту земљишних и водних ресурса. Добијени резултати имају значајну научну и практичну вредност и могу представљати основу за планирање и примену мера интегралне противерозионе заштите и одрживо управљање сливом Плавског језера. Комисија није уочила недостатке који би евентуално могли утицати на остварене резултате истраживања у докторској дисертацији.

На основу свеобухватне оцене докторске дисертације и претходно изложеног образложења, Комисија предлаже Наставно-научном већу Универзитета у Београду – Шумарског факултета да прихвати **позитивну оцenu** докторске дисертације под

називом „Интегрална противерозиона заштита непосредног окружења слива Плавског језера од границе са Албанијом до Плава“, кандидата Данијеле М. Величковић, и да је упути на коначно усвајање Већу научних области биотехничких наука Универзитета у Београду. Поред овога, предлаже се да Комисија за јавну одбрану докторске дисертације буде у истом саставу.

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

---

др Ратко Ристић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

др Мирјана Тодосијевић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

др Тијана Вулевић, ванредни професор  
Универзитета у Београду, Шумарског факултета

---

др Синиша Половина, доцент Универзитета у  
Београду, Шумарског факултет

---

др Славољуб Драгићевић, редовни професор  
Универзитета у Београду, Географског факултета