

## ИЗЈАВА

Студент: Петар Ристић

Број индекса: 460

Студијски програм: Екологија и заштита природе

Наслов мастер рада: Примена мултимодалних неуромрежа у ефикасној аутоматизацији идентификације акватичних макробескичмењака

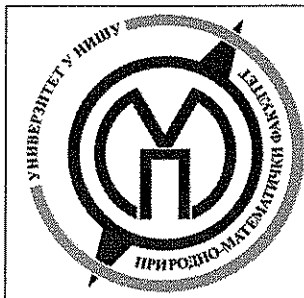
Ментор мастер рада: Ђурађ Милошевић

Изјављујем да без сагласности ментора резултати мастер рада неће бити публиковани у стручном или научном часопису нити саопштени на научном скупу/конференцији.

У Нишу, 13.11.2025

Потпис

П. Ристић



## ОБАВЕШТЕЊЕ О ОДБРАНИ МАСТЕР РАДА

|                   |                                                                                                         |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Име:              | Петар                                                                                                   |
| Презиме:          | Ристић                                                                                                  |
| Број индекса:     | 460                                                                                                     |
| Департман:        | Биологија и екологија                                                                                   |
| Тема мастер рада: | Примена мултимодалних неуромрежа у ефикасној аутоматизацији идентификације акватичних макробескичмењака |
| Ментор:           | Ђурађ Милошевић                                                                                         |
| Датум одбране:    | 18.11.2025.                                                                                             |
| Време одбране:    | 13:00                                                                                                   |
| Место одбране:    | Crvena sala                                                                                             |

|             |                  |
|-------------|------------------|
| Датум:      | Потпис студента: |
| 13.11.2025. | П. Ристић        |



**ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
НИШ**

**КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА**

|                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Редни број, РБР:                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Идентификациони број, ИБР:                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Тип документације, ТД:                                                           | монографска                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Тип записа, ТЗ:                                                                  | текстуални / графички                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Врста рада, ВР:                                                                  | мастер рад                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Аутор, АУ:                                                                       | Петар Ристић                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Ментор, МН:                                                                      | Ђурађ Милошевић                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Наслов рада, НР:                                                                 | Примена мултимодалних неуромрежа у ефикасној аутоматизацији идентификације акватичних макробескичмењака                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Језик публикације, ЈП:                                                           | српски                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Језик извода, ЈИ:                                                                | енглески                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Земља публикавања, ЗП:                                                           | Р. Србија                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Уже географско подручје, УГП:                                                    | Р. Србија                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Година, ГО:                                                                      | 2025.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Издавач, ИЗ:                                                                     | ауторски репринт                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Место и адреса, МА:                                                              | Ниш, Вишеградска 33.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Физички опис рада, ФО:<br>(поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога) | 33 стр. ; 6 слике; 9 табела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Научна област, НО:                                                               | биологија                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Научна дисциплина, НД:                                                           | екологија                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Предметна одредница/Кључне речи, ПО:                                             | Биомониторинг, ЕПТ, дубоко учење                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| УДК                                                                              | 547.5 : 592                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Чува се, ЧУ:                                                                     | библиотека                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Важна напомена, ВН:                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Извод, ИЗ:                                                                       | Циљ истраживања био је унапређење аутоматизоване идентификације ларви редова Ephemeroptera, Plecoptera и Trichoptera применом мултимодалне конволуционе неуронске мреже која комбинује визуелне и еколошке карактеристике таксона. Модел заснован само на сликама (M1) постигао је прецизност од 94%, док је мултимодални модел (M2), који укључује и еколошке податке, достигао прецизност од 99%. Резултати потврђују да мултимодални приступ заснован на дубоком учењу значајно унапређује процес класификације и може допринети ефикаснијој аутоматизацији биомониторинга водених екосистема. |

|                            |               |                          |
|----------------------------|---------------|--------------------------|
| Датум прихватања теме, ДП: |               | 22.10.2025.              |
| Датум одбране, ДО:         |               | 18.11.2025.              |
| Чланови комисије, КО:      | Председник:   | Милица Стојковић Пиперац |
|                            | Члан:         | Братислав Предић         |
|                            | Члан, ментор: | Ђурађ Милошевић          |

Образац Q4.09.13 - Издање 1



**ПРИРОДНО - МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ  
НИШ**

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

|                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Accession number, ANO:                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Identification number, INO:                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Document type, DT:                                                                   | monograph                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Type of record, TR:                                                                  | textual / graphic                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Contents code, CC:                                                                   | master thesis                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Author, AU:                                                                          | Petar Ristić                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Mentor, MN:                                                                          | Đurađ Milošević                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Title, TI:                                                                           | Application of Multimodal Neural Networks for Efficient Automation of Aquatic Macroinvertebrate Identification                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Language of text, LT:                                                                | Serbian                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Language of abstract, LA:                                                            | English                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Country of publication, CP:                                                          | Republic of Serbia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Locality of publication, LP:                                                         | Serbia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Publication year, PY:                                                                | 2025.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Publisher, PB:                                                                       | author's reprint                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Publication place, PP:                                                               | Niš, Višegradska 33.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Physical description, PD:<br>(chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes) | 33 p. ; 6 pictures ; 9 tables                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Scientific field, SF:                                                                | biology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Scientific discipline, SD:                                                           | ecology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Subject/Key words, S/KW:                                                             | Biomonitoring, EPT, deep learning.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| UC                                                                                   | 547.5 : 592                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Holding data, HD:                                                                    | library                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Note, N:                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Abstract, AB:                                                                        | The aim of this research was to improve the automated identification of larvae from the orders Ephemeroptera, Plecoptera, and Trichoptera using a multimodal convolutional neural network that combines visual and ecological characteristics of taxa. The model based solely on images (M1) achieved an accuracy of 94%, whereas the multimodal model (M2), which also incorporated ecological data, reached an accuracy of 99%. The results confirm that a multimodal deep learning approach significantly enhances the classification process and can contribute to more efficient automation of aquatic ecosystem biomonitoring. |
| Accepted by the Scientific Board on, ASB:                                            | 22.10.2025.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                            |                 |                          |
|----------------------------|-----------------|--------------------------|
| Defended on, <b>DE:</b>    |                 |                          |
| Defended Board, <b>DB:</b> | President:      | Milica Stojković Piperac |
|                            | Member:         | Bratislav Predić         |
|                            | Member, Mentor: | Đurađ Milošević          |

Образац Q4.09.13 - Издање 1