



НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ
И
ВЕЋУ ЗА ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 29.8.2025. године (број одлуке: IV-01-429/5) одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом: „**Карактеристике популација и конзервациони статус врсте *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) у воденим екосистемима Србије**“, кандидата **Марије М. Јаковљевић**, студента докторских академских студија биологије, за коју је именован ментор **проф. др Владица Симић**, редовни професор.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ УРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о докторској дисертацији
1.1. Наслов докторске дисертације:
Карактеристике популација и конзервациони статус врсте <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782) у воденим екосистемима Србије
1.2. Опис докторске дисертације (навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, шема, графикона, једначина и референци) (до 500 карактера):
Докторска дисертација кандидата Марије М. Јаковљевић написана је на 155 страна и садржи 26 слика, 14 табела, 24 једначине и 372 референце. Садржи следећа поглавља: Увод, Циљеви истраживања, Материјал и методе, Резултати, Дискусија, Закључци, Референце и Прилози. Докторска дисертација је из научне области Биолошке науке.
1.3. Опис предмета истраживања (до 500 карактера):
Предмет истраживања је анализа карактеристика популација и дефинисање конзервационог статуса врсте <i>Alburnoides bipunctatus</i> у Србији у периоду 2003–2021. Такође, обухваћено је испитивање односа између популационих и срединских параметара, као и процена утицаја антропогених стресора и климатских промена на одрживост популација. У том контексту, развијена је Clim компонента и примењено еколошко моделовање помоћу ESHIPPOClim модела. Поред тога, предмет истраживања била је и процена потенцијала врсте као раног индикатора промена у слатководним екосистемима.
1.4. Анализа испуњености полазних хипотеза:

Полазне хипотезе докторске дисертације биле су усмерене на свеобухватно сагледавање популационих и еколошких карактеристика врсте *A. bipunctatus* у воденим екосистемима Србије, као и на процену одрживости, отпорности и конзервационог статуса у условима савремених еколошких изазова.

- ✓ Хипотезе које су се односиле на прикупљање, евалуацију и анализу дугорочних података (2003–2021) о биолошким параметрима популација у потпуности су испуњене. Утврђени су просторни и временски обрасци варијабилности кључних популационих параметара, укључујући средњу дужину и тежину тела, абунданцу, биомасу, продукцију и старосну структуру.
- ✓ Популациона динамика је детаљно анализирана кроз дужинско-тежинске односе, кондициони фактор, обрасце раста, степен експлоатације и процену укупне, природне и риболовне смртности.
- ✓ Хипотеза о процени ризика изумирања и одређивању конзервационог статуса врсте реализована је применом модела ESHIPPOClim, који представља унапређену верзију иницијално планираног ESHIPPOfishing модела, са интегрисаном климатском компонентом (Clim) и модификованим Индексом локалне одрживости рибљих популација (ILSFP). Еколошким моделовањем идентификовани су локалитети у којима врста испољава стабилност и адаптивни потенцијал упркос изложености синергистичком дејству вишеструких стресора.
- ✓ Хипотеза о утврђивању таксономског статуса врсте надомештена је кроз дубоку популациону и еколошку анализу у складу са током и развојем истраживачког процеса. Додатно, моделовањем није уочена регионална структурна диференцијација у понашању или екологији популација, што указује на таксономску кохерентност у оквиру истраживаног подручја.
- ✓ Додатно, у оквиру хипотезе о просторном моделовању и визуелизацији сложених биолошких и еколошких података, иницијални приступ заснован на самоорганизујућим мапама (SOM) унапређен је применом савремених алгоритама машинског учења. Ови алгоритми су омогућили бољу класификацију популација, идентификацију кључних еколошких предиктора и тестирање предиктивне моћи модела.

Укупно посматрано, Комисија закључује да су полазне хипотезе у потпуности потврђене у оквиру реализованог истраживања, уз низ надограђених метода у односу на првобитно планирани оквир, који значајно доприносе развоју савремених приступа у анализи стања и управљању слатководним рибљим популацијама у условима климатских промена и антропогених утицаја.

1.5. Анализа примењених метода истраживања:

Методолошки приступ у оквиру ове докторске дисертације заснива се на интеграцији класичних популационо-ихтиолошких анализа са савременим техникама еколошког моделовања и машинског учења. Популациона анализа обухватила је мерење биометријских параметара (дужина и тежина тела), израчунавање абунданце, биомасе и реалне продукције, као и анализу старосне структуре кроз расподелу јединки по узрасним класама. Дефинисани су и дужинско-тежински односи и израчунате вредности кондиционог фактора. Темпо раста процењен је применом von Bertalanffy модела раста, а перформансе раста, параметри смртности и експлоатације израчунати су на основу стандардних и утврђених једначина референцираних у дисертацији. У другом делу истраживања спроведено је еколошко моделовање са циљем процене утицаја климатских и антропогених фактора на одрживост популација. Ослањајући се на резултате добијене у првом сегменту, развијен је и имплементиран модел ESHIPPOClim. Модел представља проширену верзију постојећег ESHIPPOfishing модела кроз интеграцију нове Clim компоненте, прилагођене за анализу климатских утицаја. Примењена је анализа трендова ради процене промена у средњим годишњим температурама ваздуха, падавинама и температури воде (Mann-Kendal тренд тест). Анализа сложених биолошких образаца у односу на срединске

параметре, као и класификација популација на основу одрживости реализована је применом Uniform and Manifold Approximation and Projection (UMAP) алгоритма за редукацију димензионалности, урађеног у програму BioVinci. Валидација предиктивне способности ESHIPPOClim модела обављена је применом надгледаних алгоритама машинског учења – Random Forest (RF), k-Nearest Neighbors (kNN), Linear Discriminant Analysis (LDA) и Decision Tree (DT), у развојном окружењу Spyder у програмском језику Python. Ови модели омогућили су процену тачности класификације и идентификацију кључних биолошких и срединских предиктора, чиме је потврђена функционалност модела за процену дугорочне одрживости популација врсте *A. bipunctatus* у условима климатских и антропогених притисака, али и шире примене. Основне статистичке анализе и прорачуни урађени су у оквиру пакета Microsoft Office 365 Excel, MS Addinsoft XLSTAT, верзија 2022.5.1.1395.

У складу са наведеним, Комисија закључује да је примењени методолошки оквир у потпуности адекватан, логички структуриран и добро конципиран за остваривање општег и специфичних циљева дисертације.

1.6. Анализа испуњености циља истраживања:

Основни циљ докторске дисертације, дефинисан приликом пријаве теме, био је усмерен на свеобухватну, вишегодишњу анализу стања популација врсте *A. bipunctatus* у воденим екосистемима Србије, са акцентом на одређивање стања популација и конзервационог статуса у условима актуелних еколошких притисака. Током реализације истраживања, циљеви су прецизирани, проширени и систематизовани у складу са резултатима теренског и истраживачког рада, доступношћу података и развојем аналитичког приступа. У том смислу, примарни циљ истраживања – процена виталности, одрживости, отпорности и конзервационог статуса популација *A. bipunctatus* у контексту синергистичког дејства антропогених стресора и климатских промена – у потпуности је испуњен. Истраживање је обухватило дугорочне податке (2003–2021), што је омогућило праћење временске динамике популација и карактеристика станишта. Првобитни захтев за прикупљањем и анализом биолошких и еколошких параметара реализован је кроз детаљну обраду дужине и тежине тела, абунданце, биомасе, реалне продукције, старосне структуре и узрасних класа, као и одређивање дужинско-тежинских односа, кондиционог статуса, обрасца раста, стопе морталитета и степена експлоатације. Извршена је и анализа утицаја параметара животне средине на варијабилност популационих карактеристика. Поред тога, дисертација је надмашила иницијално постављене оквире увођењем напредних аналитичких приступа: развијен је и примењен модел ESHIPPOClim, као проширена верзија иницијалног ESHIPPOfishing модела, са интегрисаном климатском компонентом (Clim) и модификованим Индексом локалне одрживости рибљих популација (ILSFP). Применом алгоритама машинског учења (RF, kNN, LDA, DT) омогућено је тестирање предиктивне моћи модела и идентификација кључних еколошких предиктора. Укључивање UMAP анализе за класификацију локалних популација представља иновацију у оквиру проучавања популационе одрживости и адаптивног потенцијала. У целини, сви специфични циљеви су у потпуности реализовани или надограђени у складу са током и развојем истраживачког процеса. Добијени резултати омогућили су формулисање научно утемељених препорука за очување дугорочне одрживости популација, као и препознавање врсте *A. bipunctatus* као потенцијалног индикатора за рано откривање еколошких поремећаја у слатководним екосистемима.

На основу свега наведеног, Комисија закључује да је циљ докторске дисертације у потпуности испуњен, уз значајан научни допринос истраживању аутекологије врсте и развоју савремених алата за мониторинг и управљање водним ресурсима у условима климатских промена и антропогених утицаја.

1.7. Анализа добијених резултата истраживања и списак објављених научних радова кандидата из докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

Добијени резултати указују на стабилне и одрживе популације врсте *A. bipunctatus* у испитиваном подручју, али и постојање изражене временске варијабилности у структури популација у воденим екосистемима Србије. На појединим локалитетима уочен је пораст бројности и релативне доминације врсте у зони поточне мрене, као и продирање у друге зоне, што указује на потенцијалне промене у структури рибљих заједница и указује на адаптивни потенцијал ове врсте у различитим условима у воденим екосистемима. Примена Clim компоненте у оквиру ESHIPPOClim модела омогућила је идентификацију климатских индикатора (температура ваздуха, падавине, температура воде) који утичу на динамику популација, при чему је Mann-Kendall анализа потврдила статистички значајне трендове у температури током анализираних периода. Машинско учење (UMAP, RF, kNN, LDA, DT) показало је да је могуће вршити класификацију популација на основу биолошких и срединских параметара, уз високу прецизност модела, што је допринело валидацији ESHIPPOClim модела као поузданог алата за процену одрживости рибљих популација под утицајем климатских и антропогених притисака. У целини, добијени резултати потврђују полазне хипотезе дисертације, показујући да је врста *A. bipunctatus* у Србији и даље недовољно истражена, али да поседује значајан биолошки и индикаторски потенцијал. Истраживање је допринело бољем разумевању њене адаптивности и предложило примену савремених алата као што је ESHIPPOClim за мониторинг и управљање популацијама у условима све интензивнијих климатских промена.

Резултати истраживања из докторске дисертације публиковани су у научним часописима међународног значаја у оквиру категорије M20, и то: M21a и M22, као и кроз два саопштења на међународним и националним научним скуповима штампана у целини и изводу.

Научни радови публиковани у међународним часописима (M20):

1. **Jakovljević M.**, Đuretanović S., Kojadinović N., Nikolić M., Petrović A., Simović P., Simić V. Assessing spiralin *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) as an early indicator of climate change and anthropogenic stressors using ecological modeling and machine learning. *Science of the Total Environment*, 951, 2024, 175723-175723. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.175723. M21a; IF2022=9,8; ISSN: 0048-9697;
2. **Jakovljević M.**, Nikolić M., Kojadinović N., Đuretanović S., Radenković M., Veličković T., Simić V. Population characteristics of spiralin *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) in Serbia (Central Balkans): Implication for conservation. *Diversity*, 15(5), 2023, 616. DOI: 10.3390/d1505616. M22; IF2021=3,031; ISSN: 1424-2818;

Саопштења на међународним и националним скуповима штампана у целини и изводу:

3. **Jakovljević M.**, Nikolić M., Đuretanović S., Kojadinović N., Radenković M., Veličković T., Simić V. An application of Uniform Manifold Approximation and Projection (UMAP) dimensionality reduction technique with Decision Tree algorithm in ecological studies – a case study of *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) populations. IV International Applied Statistics Congress (UYIK - 2023), 2023, September 26-29, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina. ISBN: 978-975-7328-89-6; M33.
4. **Jakovljević M.**, Đuretanović S., Kojadinović N., Nikolić M., Radenković M., Đurđević V., Lazić I., Tošić M., Simić V. The ongoing impact of climate change on fish species in aquatic ecosystems in Serbia. 1st Deep Tech Open Science Day Conference, Kragujevac, Serbia 2024, April 5. ISBN: 978-86-6335-113-4; M64.

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

1.8. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области и анализа извештаја о провери докторске дисертације на плагијаризам (до 1000 карактера):

На основу позитивне оцене ментора о провери оригиналности докторске дисертације и Извештаја о провери на плагијаризам бр. IV-01-367/3 од 09. 06. 2025. године, који је Универзитет у Крагујевцу доставио Природно-математичком факултету, Комисија је утврдила да је докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидаткиње Марије М. Јаковљевић. Софтвером за проверу оригиналности утврђен је индекс сличности од 8%. Степен подударности је искључиво последица навођења општих података о установи кандидата и ментора, устаљених израза у оквиру методологије, као и приложених сепарата радова, које је кандидат публиковао као први аутор, а који су цитирани у складу са академским правилима (5%, извор 1 и 2). Наведени радови представљају основу за израду ове докторске дисертације. Такође, регистрована је подударност библиографских података у списку литературе. С обзиром да су највећи делови докторске дисертације без икаквог подударања са текстовима из других извора, Комисија је закључила да аутоматском претрагом није утврђено постојање плагијаризма и да ова докторска дисертација представља резултат оригиналног рада кандидаткиње.

1.9. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области:

Докторска дисертација припада научној области Биолошке науке и представља значајан допринос ихтиологији, еколошком мониторингу и примени савремених аналитичких метода у проучавању слатководних екосистема. У контексту очувања биодиверзитета слатководних екосистема, нарочито комерцијално безначајних врста, у времену све израженијих климатских и антропогених притисака на водене екосистеме, истраживање врсте *A. bipunctatus* на простору Србије попунило је празнину у домаћој и регионалној научној литератури, посебно имајући у виду недовољну истраженост ове врсте и непостојање свеобухватне процене њеног конзервационог статуса. Развој и примена Clim компоненте у оквиру ESHIPPOClim модела представља иновативни методолошки приступ у оквиру еколошког моделовања, јер омогућава интегралну процену утицаја климатских промена на популациону одрживост. Дисертација је посебно значајна јер комбинује традиционалне популационе методе са техникама машинског учења, чиме се постиже виши ниво тачности и предиктивне моћи у еколошким истраживањима. Вредност дисертације огледа се и у идентификацији врсте *A. bipunctatus* као потенцијалног раног индикатора стања екосистема, што је у складу са глобалним трендовима у развоју индикаторских система за праћење биодиверзитета. Истраживање представља научну основу за даља примењена истраживања, развој система раног упозоравања, и доношење мера у области заштите и адаптивног управљања рибљим ресурсима у условима климатских промена. Истраживање подржава развој нових националних политика (Закон о климатским променама 2021, Програм адаптације 2023) и доприноси унапређењу „data-based“ стратегија у области заштите и управљања воденим екосистемима, оних које се заснивају на реалним подацима и адекватно спроведеним проценама утицаја. На основу увида у актуелност проблематике која је изнета и обрађена у докторској дисертацији, као и резултата и закључака, уз дефинисане препоруке за очување одрживости двопругасте уклије у природним станишта, Комисија је закључила да приложена докторска дисертација представља значајан допринос у научној области Биолошке науке.

1.10. Оцена испуњености услова за одбрану докторске дисертације у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Кандидаткиња Марија М. Јаковљевић је докторску дисертацију под називом „Карактеристике популација и конзервациони статус врсте *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) у воденим екосистемима Србије“ израдила под менторством др Владице Симића, редовног професора на

Природно-математичком факултету у Крагујевцу. Представља оригинално научно дело, засновано на логичкој структури и примени савремених метода анализе података, што потврђује позитиван извештај о провери на плагијаризам. Остварени резултати имају научну вредност и потенцијалну примену у пракси. Публиковани су у два рада у међународним часописима (M21a и M22), као и кроз два саопштења (M33 и M64). На основу Правилника о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу и у складу са студијским програмом ДАС Природно-математичког факултета у Крагујевцу и општим актима Факултета, Комисија је утврдила да су испуњени сви научни, стручни и административни услови за одбрану и предлаже Наставно-научном већу Природно-математичког факултета и Већу за природно-математичке науке Универзитета у Крагујевцу да прихвати Извештај и одобри одбрану ове докторске дисертације.

2. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе докторске дисертације и приложене документације Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „**Карактеристике популација и конзервациони статус врсте *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) у воденим екосистемима Србије**“, кандидата **Марије М. Јаковљевић**, предлаже надлежним стручним органима да се докторска дисертација прихвати и да се одобри њена одбрана.

Чланови комисије:


др Владимир Ђурђевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Физички факултет
Научна област: Метеорологија, Ужа научна
област: Динамичка метеорологија

Председник комисије


др Милица Стојковић Пиперац, ванредни
професор
Универзитет у Нишу, Природно-математички
факултет
Научна област: Биолошке науке, Ужа научна
област: Екологија и заштита животне средине

Члан комисије


др Наташа Којадиновић, научни сарадник
Универзитет у Крагујевцу, Природно-
математички факултет
Научна област: Биолошке науке

Члан комисије

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

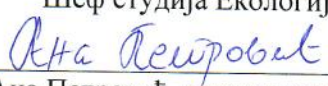
ВЕЋУ КАТЕДРЕ ИНСТИТУТА ЗА БИОЛОГИЈУ И ЕКОЛОГИЈУ



Предмет: Мишљење шефа студија Екологије о Извештају Комисије о оцени урађене докторске дисертације кандидаткиње **Марије М. Јаковљевић**

На основу увида у писани материјал Извештаја Комисије о оцени урађене докторске дисертације под насловом „**Карактеристике популација и конзервациони статус врсте *Alburnoides bipunctatus* (Bloch, 1782) у воденим екосистемима Србије**“ кандидаткиње **Марије М. Јаковљевић**, студенткиње ДАС Биологије, обавештавам вас да Извештај задовољава критеријуме прописане Законом о високом образовању, Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације Универзитета у Крагујевцу, Правилником о докторским академским студијама Природно-математичког факултета Универзитета у Крагујевцу и Правилником о пријави, изради и одбрани докторске дисертације на Природно-математичком факултету Универзитета у Крагујевцу.

У Крагујевцу,
01. 09. 2025. године

Шеф студија Екологије

др Ана Петровић, ванредни професор



**ОЦЕНА МЕНТОРА О ИЗВЕШТАЈУ О ПРОВЕРИ ОРИГИНАЛНОСТИ ДОКТОРСКЕ
ДИСЕРТАЦИЈЕ ОДНОСНО ДОКТОРСКОГ УМЕТНИЧКОГ ПРОЈЕКТА**

НАЗИВ ДИСЕРТАЦИЈЕ	Карактеристике популација и конзервациони статус врсте <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782) у воденим екосистемима Србије	
Кандидат	Марија М. Јаковљевић	
Ментор	Проф. др Владица Симић, редовни професор	
Датум пријема потпуног извештаја о провери оригиналности докторске дисертације, односно докторског уметничког пројекта	10. 06. 2025.	
1. Као ментор предложене докторске дисертације, изјављујем да је докторска дисертација под насловом „Карактеристике популација и конзервациони статус врсте <i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782) у воденим екосистемима Србије“ оригинално дело кандидата Марије М. Јаковљевић. 2. Као ментор ове докторске дисертације изјављујем да су у горе наведеној дисертацији поштована академска правила цитирања и навођења извора, што потврђује и попис литературе који садржи 372 референце које су цитиране у тексту. 3. На Универзитету у Крагујевцу је софтвером за проверу оригиналности утврђен индекс сличности од 8%. Степен подударности је искључиво последица навођења општих података о установи кандидата и ментора, устаљених израза у оквиру методологије популационе динамике риба као и приложених сепарата радова, које је кандидат публиковао као први аутор, а који су цитирани у складу са академским правилима (5%, извор 1 и 2). Наведени радови представљају основу за израду ове докторске дисертације. Софтвер је такође регистровао подударност библиографских података у делу навођења коришћене литературе. С обзиром да су највећи делови докторске дисертације без икаквог подударања са текстовима из других извора, ова дисертација представља резултат оригиналног рада кандидата Марије М. Јаковљевић, те изјављујем да аутоматском претрагом није утврђено постојање плагијаризма. 4. На основу свега изнетог, а у складу са чланом 7. Правилника о поступку провере на плагијаризам на Универзитету у Крагујевцу, изјављујем да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити (позитивна оцена).		

Датум

12.06.2025.

ПОТПИС МЕНТОРА

Проф. др Владица Симић