



СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ



ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ
ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ

SERBIAN ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS

SCIENTIFIC MEETINGS
Book CLXXI

DEPARTMENT OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL SCIENCES
Book 12

ECOLOGICAL AND
ECONOMIC SIGNIFICANCE
OF FAUNA OF SERBIA

PROCEEDINGS OF THE SCIENTIFIC MEETING
held on November 17, 2016

E d i t o r
Corresponding Member
RADMILA PETANOVIĆ

BELGRADE 2018

СРПСКА АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЕТНОСТИ

НАУЧНИ СКУПОВИ
Књига CLXXI

ОДЕЉЕЊЕ ХЕМИЈСКИХ И БИОЛОШКИХ НАУКА
Књига 12

ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ СРБИЈЕ

ЗБОРНИК РАДОВА СА НАУЧНОГ СКУПА
одржаног 17. новембра 2016.

Уредник
дописни члан
РАДМИЛА ПЕТАНОВИЋ

БЕОГРАД 2018

Издаје
Српска академија наука и уметности
Београд, Кнез Михаилова 35

Лектура и коректура
Тања Рончевић

Прелом и дизајн корица
Никола Стевановић

Технички уредник
Мира Зебић

Тираж 400 примерака

Штампа
Colorgrafx, Београд

Српска академија наука и уметности © 2018

САДРЖАЈ
CONTENTS

Предговор	9
Preface	13
Александар Ћетковић, Владимир Стевановић ОЧУВАЊЕ И ВРЕДНОВАЊЕ БИОДИВЕРЗИТЕТА: КОНЦЕПТ ЕКОСИСТЕМСКИХ УСЛУГА И БИОЛОШКИ РЕСУРСИ ФАУНЕ	17
Aleksandar Ćetković, Vladimir Stevanović PRESERVATION AND EVALUATION OF BIODIVERSITY: THE CONCEPT OF ECOSYSTEM SERVICES AND BIOLOGICAL RESOURCES OF FAUNA	36
Душко Ћировић, Срђан Стаменковић ФАУНА СИСАРА СРБИЈЕ – ВРЕДНОВАЊЕ ФУНКЦИОНАЛНЕ УЛОГЕ И ЗНАЧАЈА ВРСТА У ЕКОСИСТЕМИМА	39
Duško Ćirović, Srđan Stamenković MAMMALS FAUNA OF SERBIA – VALORISATION OF FUNCTIONAL ROLE AND SPECIES IMPORTANCE IN ECOSYSTEMS	62
Воислав Васић О ВАЖНОСТИ ПТИЦА: ПРИМЕРИ ЕГЗИСТЕНЦИЈАЛНЕ ВРЕДНОСТИ И ПРАКТИЧНОГ ЗНАЧАЈА У СРБИЈИ	67
Voislav Vasić ON THE IMPORTANCE OF BIRDS: EXAMPLES OF THE EXISTENTIAL VALUE AND PRACTICAL SIGNIFICANCE OF THE BIRDS IN SERBIA	100

Имре Кризманић, Тања Вуков ВОДОЗЕМЦИ У СРБИЈИ ДАНАС И СУТРА – ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ	103
Imre Krizmanić, Tanja Vukov AMPHIBIANS IN SERBIA TODAY AND TOMORROW – ECOLOGICAL AND ECONOMIC VALUE	138
Мирјана Ленхардт, Весна Ђикановић, Александар Хегедиш, Желјка Вишњић-Јефтић, Стефан Скорић, Марија Смедеревац-Лалић КВАЛИТАТИВНО-КВАНТИТАТИВНЕ ПРОМЕНЕ ИХТИОФАУНЕ У ПРОТОЧНИМ ДУНАВСКИМ АКУМУЛАЦИЈАМА ПОСЛЕ ИЗГРАДЊЕ БРАНА ЂЕРДАПСКИХ ХИДРОЕЛЕКТРАНА	143
Mirjana Lenhardt, Vesna Đikanović, Aleksandar Hegediš, Željka Višnjić-Jeftić, Stefan Skorić, Marija Smederevac-Lalić QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHANGES IN THE ICTHYOFAUNA OF THE DANUBIAN RESERVOIRS AFTER THE CONSTRUCTION OF THE IRON GATES HYDROPOWER PLANT DAMS	168
Зоран Марковић, Марко Станковић, Божидар Рашковић, Ненад Секулић, Весна Полексић АКВАКУЛТУРА У СЛУЖБИ ЗАШТИТЕ УГРОЖЕНИХ ВРСТА РИБА У СРБИЈИ	173
Zoran Marković, Marko Stanković, Božidar Rašković, Nenad Sekulić, Vesna Poleksić AQUACULTURE IN SERVICE OF EDANGERED FISH SPECIES PROTECTION IN SERBIA	195
Ивана Живић, Александар Остојић, Бранко Миљановић, Зоран Марковић МАКРОИНВЕРТЕБРАТЕ ТЕКУЋИХ ВОДА СРБИЈЕ И ЊИХОВ БИОИНДИКАТОРСКИ ЗНАЧАЈ У ПРОЦЕНИ КВАЛИТЕТА ВОДЕ	199
Ivana Živić, Aleksandar Ostojić, Branko Miljanović, Zoran Marković MACROINVERTEBRATES OF SERBIAN STREAMS AND THEIR SIGNIFICANCE AS BIOINDICATORS IN ESTIMATION OF WATER QUALITY	226

Дејан Пантелић, Срећко Ђурчић, Александар Крмпот, Дејан В. Стојановић, Михаило Рабасовић, Светлана Савић-Шевић МОРФОЛОШКЕ СТРУКТУРЕ НЕКИХ ПРЕДСТАВНИКА ЕНТОМОФАУНЕ СРБИЈЕ КАО МОДЕЛИ У БИОМИМЕТИЦИ	231
Dejan Pantelić, Srećko Ćurčić, Aleksandar Krmpot, Dejan V. Stojanović, Mihailo Rabasović, Svetlana Savić-Šević THE MORPHOLOGICAL STRUCTURES OF SOME REPRESENTATIVES OF THE ENTOMOFAUNA OF SERBIA AS MODELS IN BIOMIMETICS	250
Михаела Кавран, Александра Игњатовић Ђупина, Марија Згомба, Душан Петрић ЈЕСТИВИ ИНСЕКТИ – БЕЗБЕДНА ХРАНА ЗА ЉУДЕ И ДОМАЋЕ ЖИВОТИЊЕ	251
Mihaela Kavran, Aleksandra Ignjatović Ćupina, Marija Zgomba, Dušan Petrić EDIBLE INSECTS – SAFE FOOD FOR HUMANS AND LIVESTOCK	295
Жељко Томановић, Владимир Жикић КОМПЛЕКСИ БРАКОНИДНИХ ОСА (HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA, BRACONIDAE) У СРБИЈИ И ЊИХОВ ЗНАЧАЈ У БИОЛОШКОЈ КОНТРОЛИ	301
Željko Tomanović, Vladimir Žikić BRACONID COMPLEXES (HYMENOPTERA, ICHNEUMONOIDEA, BRACONIDAE) IN SERBIA; THE IMPORTANCE IN BIOLOGICAL CONTROL	308
Љубодраг Михајловић ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ФАУНЕ НАДФАМИЛИЈЕ CHALCIDOIDEA СРБИЈЕ (INSECTA:HYMENOPTERA)	313
Ljubodrag Mihajlović ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SIGNIFICANCE OF ZOOLOGY OF THE SUPERFAMILIA CHALCIDOIDEA IN SERBIA (INSECTA: HYMENOPTERA)	337

Иво Тошевски, Оливер Крстић, Јелена Јовић, Биљана Видовић, Радмила Петановић ИНСЕКТИ И ГРИЊЕ У ФАУНИ СРБИЈЕ ОД ЗНАЧАЈА ЗА КЛАСИЧНУ БИОЛОШКУ КОНТРОЛУ КОРОВА	341
Ivo Toševski, Oliver Krstić, Jelena Jović, Biljana Vidović, Radmila Petanović INSECTS AND MITES IN THE FAUNA OF SERBIA – IMPORTANCE FOR THE CLASSICAL BIOLOGICAL CONTROL OF WEEDS	363
Љубиша Станисављевић, Анте Вујић, Предраг Јакшић, Злата Марков, Александар Ћетковић ФУНКЦИОНАЛНО-ЕКОЛОШКИ СТАТУС, УГРОЖЕНОСТ И ЕКОНОМСКО ВРЕДНОВАЊЕ ИНСЕКТА ОПРАШИВАЧА У СРБИЈИ	367
Ljubiša Stanisavljević, Ante Vujić, Predrag Jakšić, Zlata Markov, Aleksandar Ćetković FUNCTIONAL AND ECOLOGICAL STATUS, VULNERABILITY AND ECONOMIC EVALUATION OF INSECT POLLINATORS IN SERBIA	411

ПРЕДГОВОР

Тематски скуп о еколошком и економском значају фауне Србије, који је иницирао Академијски одбор за проучавање фауне Србије САНУ, одржан је у јубиларној години обележавања 175. годишњице САНУ, 17. новембра 2016. године.

Откада је појам **биодиверзитета** званично ушао у употребу 1992. године доношењем Конвенције о биолошкој разноврсности а потом и њеном ратификацијом којом су све државе потписнице преузеле **обавезу** да донесу законска акта и успоставе потребне активности на **заштити и вредновању** биодиверзитета, истраживања флоре, фауне и фунгије добила су на значају, а класичне биолошке дисциплине – таксономија, биогеографија и екологија – нашле су се у жижи интересовања не само научне већ и шире јавности. Таксономија, систематика и фаунистика, односно флористика, традиционалне биолошке дисциплине са најдужом традицијом у биологији, доживеле су свој препород или тријумфални повратак.

Важно је истаћи да је Српска академија наука и уметности, од свог оснивања, препознала значај изучавања живог света Србије и околних земаља и да је увидела да је повратак ових биолошких дисциплина важан задатак биолога у Србији на почетку новог миленијума. Два Академијска одбора, Одбор за изучавање флоре и вегетације и Одбор за проучавање фауне Србије, покренула су и остварила капитална дела флористике, фитоценологије и фаунистике у Србији. Едиција Флоре Србије доживљава друго, ново и значајно измењено издање, објављују се нови прилози у едицији Вегетација Србије, а едиција Фауна Србије већ има неколико вредних монографија: *Фауна мрави Србије*, *Крпељи Србије*, *Репати водоземци Србије*. Овим публикацијама САНУ се представила као најрелевантнија институција у Србији, фокусирана, преко одбора, на истраживања флоре и фауне, што имплицира свеобухватно сагледавање биодиверзитета у Србији.

Одржани научни скупови посвећени, директно или индиректно овој проблематици додатно потврђују спремност и разумевање САНУ да

истраживања флоре и фауне, као и биодиверзитета Србије, одлучно подржи. У том контексту би требало и разумети овај научни скуп.

Примена Конвенције о биолошкој разноврсности и њених полазних идеја и концепција временом је довела до разраде, унапређивања и усредсређивања на неке друге аспекте очувања и коришћења биодиверзитета, а не само његове вредности као више или мање обновљивог ресурса, већ и читавих екосистема, односно до функционалности њихових кључних компоненти или процеса који омогућавају корист и добробит за било коју људску заједницу. То је остварено дефинисањем **екосистемских услуга** као **кључног теоријског приступа и практичног механизма** за свеобухватно **вредновање** реалног значаја очувања биодиверзитета.

Подсетићемо се овим приликом да је 2005. године у организацији Одбора „Човек и животна средина“ Српске академије наука и уметности, одржан научни скуп **„Биодиверзитет на почетку новог миленијума“** који је **сумирао фундаменталне теме** које се тичу биодиверзитета, развоја идеје о потреби заштите и парадигми одрживости са циљем да пружи одговоре на значајна питања: колико је у нашем друштву порасла свест о потреби заштите биодиверзитета; шта је у међувремену урађено на плану инвентаризације биодиверзитета и колики су трошкови заштите биодиверзитета, односно који су економски модалитети потребни за остваривање склада између заштите биодиверзитета и коришћења биолошких ресурса.

Научни скуп „Еколошки и економски значај фауне Србије“ комплементаран је, у извесној мери, наведеном, и надовезује се темама које обрађује на неке аспекте очувања и заштите биодиверзитета, примарно на **вредновање** фауне Србије као елемената биодиверзитета у функцији **биолошких ресурса**, али и у складу са савременим приступом о **екосистемским услугама биодиверзитета** пре свега у доменима „снабдевања/обезбеђивања“ и регулације, али и „културних“ вредности/добара.

Сви научни радови, у Зборнику, подвлаче циљеве научног скупа, одржаног 17. новембра 2016. године:

- сагледавање напретка који је постигнут разрадом концепата из Конвенције и доношењем допунских стратешких докумената чији је циљ да олакшају комплексне задатке очувања биодиверзитета и коришћења биолошких ресурса, генерално, а посебно у Србији, као и да се укаже на неодрживу праксу експлоатације и недовољне бриге о ресурсима фауне;
- сагледавање функционалне улоге и значаја припадника фауне Србије и указивање на њихове вредности у контексту новоуспостављеног концепта **екосистемских услуга** пре свега као биоиндикатора загађења средине, те илустративних и инспиративних примера у биомиметици и биофизици, као чинилаца биолошке контроле штет-

них организама, опрашивања биљака или као елемената естетске и других нематеријалних вредности, у различитим доменима људске егзистенције и делатности у Србији;

- сагледавање значаја које поједине врсте или фаунистичке групе имају као ресурси хранљивих и лековитих супстанци и других, за човека корисних и употребљивих својстава.

Очекујемо да ће резултати анализа у Зборнику са научног скупа „Еколошки и економски значај фауне Србије“, допринети планирању пројеката вредновања и очувања биодиверзитета, процени угрожености и заштити фауне Србије, као и одрживом коришћењу биолошких ресурса фауне и омогућити сагледавање садашњег стања у националној легислативи и активностима надлежних сектора и однос заједнице према живом свету као природној баштини у Србији данас. Очекујемо да ће се истаћи и економски значај, односно вредновање појединих таксона животиња, не само у контексту биолошких ресурса, већ вредности њихове улоге у склопу екосистемских услуга које пружају, а уколико не постоје одговарајући подаци у Србији, да се процене могу извести на основу аналогних података из других земаља, са циљем очувања биодиверзитета Србије.

У Београду, 17. јануара 2018. године

Радмила Петановић, дописни члан

PREFACE

The thematic conference on ecological and economic importance of Serbian fauna, initiated by the SASA Academic committee for the study of the fauna of Serbia, was held in the jubilee year of marking the 175 years of SASA, on 17th November 2016.

Since the term biodiversity was officially put into use in 1992, with the Convention on Biological Diversity entering into force and its later ratification which led to all signatory states taking the obligation to impose legal acts and establish necessary activities regarding the protection and evaluation of biodiversity, the exploration of flora, fauna and fungi gained importance while classical biological disciplines such as taxonomy, biogeography and ecology were placed in the focus of not only scientific, but also wider public. Taxonomy, systematics and faunistics, i.e. floristics, traditional biological disciplines with the longest tradition in biology, have witnessed their rebirth and triumphal return.

It is important to highlight that the Serbian Academy of Sciences and Arts since its inception has recognized the importance of studying the living world of Serbia and surrounding countries, and that the return of these biological disciplines is an important task for Serbian biologists at the beginning of the new millennium.

Two Academic committees, the Academic committee for the study of flora and vegetation and the Academic committee for the study of the fauna of Serbia, have initiated and accomplished capital works in the field of floristics, phytocoenology and faunistics in Serbia.

The publication *Flora of Serbia* has had a new, second and significantly revised edition, new contributions within the edition *Vegetation of Serbia* have been published, and the edition *Fauna of Serbia* has already got several valuable monographs – the *Ant Fauna of Serbia*, *Ticks of Serbia*, *Tailed Amphibians of Serbia*. These publications show that SASA, through its committees, is like few institutions in Serbia, centered on the exploration of flora and fauna, which can ultimately be classified as an inevitable and comprehensive view on biodiversity in Serbia. The previous scientific conferences directly or indirectly

dedicated to this subject, additionally confirm the readiness and understanding of SASA to offer its strong support to the exploration of flora and fauna, as well as the biodiversity of Serbia. This scientific conference should also be understood through such context.

The application of the Convention on Biological Diversity and its initial ideas and conceptions, eventually led to the elaboration, improvement and focusing on some other aspects of conservation and use of biodiversity, not only its value as a more or less renewable resource, but also the whole ecosystems, i.e. the functionality of their key components or processes which provide benefit and well-being to any human community. This was accomplished by defining ecosystem services as a key theoretical approach and practical mechanism for comprehensive evaluation of the real importance of biodiversity conservation.

On this occasion, we would like to bring to mind the scientific conference “Biodiversity at the onset of a new millennium” held in 2005, organized by the “Man and Environment” Committee of SASA, summing up fundamental issues regarding biodiversity, development of the idea on the need of protection and paradigm of sustainability with the aim to offer answers to questions such as:

- how much has the awareness on the need of biodiversity preservation been developed in our society;
- what has been done about the plan of inventory of biodiversity in the meantime;
- and how big the expenses of protecting biodiversity are, i.e. which economic modalities are necessary for achieving harmony between the protection of biodiversity and the use of biological resources.

The scientific conference “Ecological and economic importance of Serbian fauna” is somewhat complementary to the above mentioned conference, with the areas of interest it explores, building on certain aspects of conservation and protection of biodiversity, above all the evaluation of fauna of Serbia as an element of biodiversity in the function of biological resources, and in accordance with the contemporary approach to ecosystem services of biodiversity, primarily in the domain of “supplying/providing” and regulation, but also “cultural” values/goods.

The aim of this scientific conference and the scientific papers to be published in the Proceedings is to enable:

- perceiving the progress made by elaborating concepts from the Convention and imposing additional strategic documents aimed at facilitating complex tasks of preserving biodiversity and using biological resources in general, especially in Serbia, as well as indicating the unsustainable exploitation practice and insufficient care for the resources of fauna;

- perceiving the functional role and importance of the members of Serbian fauna and indicating their values in the context of the newly established concept of ecosystem services, primarily as bioindicators of environmental pollution, as illustrative and inspirational examples in biomimetics and biophysics, as factors of biological control over harmful organisms, plant pollination or elements of esthetic and other immaterial values, in various domains of human existence and activity in Serbia;
- perceiving the importance that certain species or faunistic groups have as resources of nutritive and healing substances and other useful and usable properties to people.

We expect that the results of analysis, published in the Proceedings from the scientific conference “Ecological and economic significance of Fauna of Serbia”, will be useful for planning the projects of evaluating and preserving biodiversity, assessing the endangerment and protection of Serbian fauna, as well as sustainable use of biological resources of fauna, and that we will be able to perceive the current situation in national legislation and activities, along with the attitude of the community towards the living world as a natural heritage in Serbia today. We also expect to draw attention to the economic significance, i.e. the evaluation of certain animal taxa, not only in the context of biological resources but also the value of their role within the ecosystem services they offer, and if there are no sufficient data in Serbia, that assessments based upon corresponding data from other countries will be made, all in order to preserve the biodiversity of Serbia.

Belgrade, 17th January 2018

Radmila Petanović, corresponding member

КВАЛИТАТИВНО-КВАНТИТАТИВНЕ ПРОМЕНЕ ИХТИОФАУНЕ У ПРОТОЧНИМ ДУНАВСКИМ АКУМУЛАЦИЈАМА ПОСЛЕ ИЗГРАДЊЕ БРАНА ЂЕРДАПСКИХ ХИДРОЕЛЕКТРАНА

Мирјана ЛЕНХАРДТ*, Весна ЂИКАНОВИЋ*, Александар ХЕГЕДИШ**,
Жељка ВИШЊИЋ-ЈЕФТИЋ**, Стефан СКОРИЋ**,
Марија СМЕДЕРЕВАЦ-ЛАЛИЋ**

С а ж е т а к. – Изградњом брана се прекида лонгитудинални континуитет реке чиме се значајно утиче на квалитативан и квантитативан састав ихтиофауне у новонасталим акумулацијама, као и на сектору реке низводно од бране. Изражено негативан ефекат се испољава на популацијама миграторних врста риба, где су посебно угрожене анадромне врсте које мигрирају из мора у реке ради мреста. Изградња брана, „Ђердап I“ на 943. километру Дунава 1970. године и „Ђердап II“ на 863. километру Дунава 1984. године, негативно је утицала на бројност популација врста риба из породица *Acipenseridae* (јесетри) и *Clupeidae* (харинги), које мигрирају из Црног мора у Дунав ради мреста. Након изградње бране „Ђердап II“ у српском делу Дунава, мрест ових врста је могућ само на 17.4 километара тока низводно од бране до границе са Бугарском. Као последица преграђивања Дунава у комерцијалним изловима рибара, уместо економски веома цењених јесетарских врста, као што су моруна (*Huso huso*), руска јесетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) и паструга (*Acipenser stellatus*), јављају се економски мање цењене алохтоне врсте риба као што су толстолобик бели (*Hypophthalmichthys molitrix*), толстолобик

* Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, Универзитет у Београду, lenhardt@ibiss.bg.ac.rs; djiki@ibiss.bg.ac.rs

** Институт за мултидисциплинарна истраживања, Универзитет у Београду, hegedis@imsi.rs; zvisnjic@imsi.rs; stefan.skoric@imsi.rs; marijasmederevac@imsi.rs

сиви (*Hypophthalmichthys nobilis*), бели амур (*Ctenopharyngodon idella*) и бабушка (*Carassius gibelio*). Иако потамодромна врста, која мигрира само у оквиру река, кечига (*Acipenser ruthenus*) такође показује смањење бројности популација после изградње брана, при чему су у уловима заступљене млађе узрасне класе у односу на период пре изградње брана. Успор брзине тока Дунава у акумулацијама је омогућио ширење алохтоних врста риба. Од раних седамдесетих, забележено је ширење представника фамилије главоча (*Gobiidae*) дуж Дунава, углавном захваљујући изградњи брана и канала. Данас су све јесетарске врсте, осим кечиге, означене на Црвеној листи IUCN као критично угрожене, док су две врсте харинги (*Alosa immaculata* и *Alosa tanaica*) заштићене у Србији. У циљу заштите диверзитета ихтиофауне на овом подручју неопходно је започети студије за изградњу рибљих стаза на поменутих бранама, што може водити ка опоравку популација јесетарских и других миграторних врста у овом делу Дунава, као и обнављању њиховог комерцијалног излова.

Кључне речи: јесетарске врсте, Clupeidae, алохтоне врсте риба, Gobiidae, комерцијални риболов, угрожене врсте риба

УВОД

Дунав је, после Волге, највећа река и без сумње је најзначајнији пловни пут у Европи, са дужином тока од 2857 км и површином сливног подручја од 817.000 км². Дунав повезује 17 држава и приближно 165 милиона људи, при чему прима комуналне и индустријске отпадне воде, као и воде које се сливају са пољопривредних површина. Непрекидна деградација животне средине доводи до смањења биодиверзитета Дунава [1].

Дужина српског дела тока Дунава износи 588 км и обухвата део Средњег Дунава (део од Братиславе до „Ђердапа I“) и део Доњег Дунава (од „Ђердапа I“ до ушћа), а 220 км дуг пловни пут представља природну границу између Србије и Румуније. Српски сектор Дунава се простире од границе са Мађарском (км 1433, на 80 м надморске висине), до ушћа реке Тимок на граници са Бугарском (км 845, на 30 м надморске висине) [2]. Велики део сектора Дунава (358 км) припада Панонском басену. У овом делу свога тока, Дунав је типична равничарска река са нагибом од 0,05–0,04 промила [1]. На српском сектору Дунава присутне су и одређене специфичности режима наноса, услед утицаја великих притока (Тисе, Саве и Велике Мораве), чија ушћа представљају дисконтинуитете хидролошких, хидрауличких и псамолошких карактеристика. С обзиром на алувијални карактер, речно корито Дунава налази се у перманентним морфолошким променама, које зависе од процеса транспорта и таложења наноса. Међутим, карактер псамолошко-морфолошких процеса се разликује на појединим секторима Дунава [3].



Слика 1. Мапа Дунава у Србији са бранама „Бердап I“, „Бердап II“ и само 17,4 км тока Дунава у Србији за мресне миграције јесетри и харинги; ширење алохтоних врста, понто-каспијских врста узводно услед успора тока, због изградње брана

Пре изградње хидроенергетског и пловног система „Бердап“ Дунав је на деоници “Ђердапски Дунав” (од Голупца на км 1042. до Кладова на км 931.) био брза река, ширине 165–2200 м, са дубинама до 82 м (Госпођин вир) и брзинама воде до 5 м/с (у Сипској клисури и код брда Гребен). Након изградње бране „Бердап I“ образовано је Ђердапско језеро, а сама Ђердапска клисура је усечена у стенске масе различитог састава, дубине 300–600 м. Брзина воде у зони језера је данас смањена до 0.3 м/с. У сектору низводно од Кладова, Дунав је типична низијска река, обале су ниске дунавске терасе, даље су брежуљци покривени лесом, који је низводно од Кладова измешан са песком [4].

Један од најзначајнијих проблема који утиче на реку Дунав је регулација речног тока и изградња бране. У српском делу, с обзиром на изградњу бране у близини Сипа (943 км), формирано је велико вештачко језеро Ђердап. Акумулација, дужине 100 км, простире се од бране до насеља Голубац. Преграђивањем Дунава код Сипа 1970. године створена је акумулација дужине 100 км, површине 17.000 ха и запремине од око 2,4 милијарде м³ воде чији се утицај успора воде осећа и 270 км узводно до села Сланкамен (1215. км) [1]. Тринаест година касније (1984) формирана

је и друга Ђердапска акумулација изградњом бране код села Кусјака, а површине око 8000 ха. Речни систем Дунава је у потпуности измењен изградњом ове две бране.

Настале промене услова за живот и измена самог биотопа довеле су до знатног смањења популација појединих врста риба, нарочито мигра-торних, којима су пресечени путеви узводних мресних миграција. Пре-грађивањем Дунава код Сипа и Кусјака онемогућене су узводне и низ-водне миграције риба које су ради мреста, исхране и зимовања мигрирале до својих плодишта и зимовника узводно у Ђердапу или низводно на под-ручју Радујевца и ушћа Тимока [5]. Онемогућене су и анадромне мигра-ције црноморских риба из фамилије *Acipenseridae* до њихових плодишта у Ђердапској клисури и узводније, чиме је присуство ових врста, сведено на свега 17,4 км акваторије Србије низводно од ХЕ „Ђердап II“ до државне границе са Бугарском на ушћу Тимока у Дунав. (слика 1.) Нови услови су омогућили брже ширење алохтоних врста риба, који имају негативан ефе-кат на аутохтоне врсте. У овом раду је направљен преглед последица пре-грађивања Дунава на ихтиофауну, са еколошког и са економског аспекта.

ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ЈЕСЕТАРСКИХ ВРСТА У СРБИЈИ

Велика међународна потражња за кавијаром, политичке промене 90-их година прошлог века у земљама у Доњем Подунављу, изградња брана, модификације речног дна и загађење негативно су се одразили на популације јесетарских врста и довели до значајног смањења број-ности популација ових врста и до њихове угрожености. У Србији је по-стојало 6 јесетарских врста: моруна (*Huso huso*), руска јесетра (*Acipenser gueldenstaedtii*), паструга (*Acipenser stellatus*), сим (*Acipenser nudiiventris*), атлантска јесетра (*Acipenser sturio*) и кечига (*Acipenser ruthenus*). Две вр-сте су скоро ишчезле (атлантска јесетра и сим), три врсте су означене као критично угрожене (CR) на Црвеној листи IUCN и једино је кечига и даље комерцијална врста за излов, а њена класификација према Црвеној листи IUCN је означена као рањива (VU).

Изградња брана „Ђердап I“ и „Ђердап II“ без конструкције рибљих стаза, блокирала је миграције јесетарских врста на 863. километру Дуна-ва. Детаљна рибарско биолошка студија јесетарских врста у доњем делу Дунава (од 944. до 886. километра) у Србији пре изградње брана била је урађена од стране Михајла Ристића у периоду од 1948. до 1954. године [6]. У том периоду на поменутом делу Дунава је уловљено само 6 примерака атлантске јесетре и 5 примерака сима. Моруна, руска јесетра, паструга и кечига су представљале тада значајан удео улова комерцијалних рибара. Анализа података Републичког завода за статистику о улову моруна, руске

јесетре и паструге у периоду од 1960. до 1997. године указује на значајан пад у улову паструге после изградње бране „Ђердап I“, док руска јесетра показује значајан пад у излову после изградње бране „Ђердап II“ [7, 8]. Моруна је и даље била представљена у изловима комерцијалних рибара све до 2006. године када је проглашен мораторијум на излов јесетарских врста у Доњем Дунаву [9]. Иако потамодромна врста, која мигрира само у оквиру река, кечига такође показује смањење бројности популација после изградње брана, при чему су у уловима заступљене млађе узрасне класе у односу на период пре изградње брана [10]. После конструкције бране „Ђердап I“ запажене су масовне миграције адултних кечига у узводне регионе са већом брзином тока где су седиментациони процеси мање изражени него у самој акумулацији [11]. Кечиге старијих узраста се врло ретко лове у акумулацијама, док су пре изградње брана биле заступљене у свакодневном излову кечиге тешке 1–3, чак и 4 килограма [11].

Акциони план управљања јесетарским врстама у риболовним водама Републике Србије [12] прописује да је неопходно извршити ефикасну заштиту станишта јесетарских врста и омогућити несметани прилазак историјским местима за мрест, што у првом реду подразумева омогућавање несметаног преласка јесетри (нарочито миграторних врста из Црног мора) преко брана „Ђердап I“ и „Ђердап II“, али и несметану миграцију у свим притокама и каналима у дунавском басену. Акциони план такође прописује да је, након извршене идентификације и карактеризације станишта јесетарских врста, неопходно извршити њихову детаљну инвентаризацију. Ова инвентаризација би укључила и позната (директно потврђена) станишта и оне локалитете који својим карактеристикама могу представљати потенцијална станишта, и садржала би анализу дефицита, листу приоритета и употребу различитих модела за одређивање потенцијалних станишта. Поред примене директних мера заштите, Акциони план подразумева и успостављање система управљања и мониторинга као и израду студије изводљивости обнове станишта, у складу са анализом дефицита и листом приоритета. Такође, сви пројекти регулације водотокова морају имати обезбеђено присуство еколошке подлоге и процене утицаја на станишта од значаја за животни циклус јесетарских врста. Одредбе овог Акционог плана Републике Србије су у потпуној сагласности и са одредбама Европског акционог плана за заштиту јесетри у дунавском басену [13], као и Регионалне стратегије заштите, одрживог коришћења и управљања популацијама јесетарских врста у Црноморском сливу и доњем току Дунава (усвојене у оквиру CITES Конвенције).

Као компензација за скраћивање миграторног пута јесетарских врста изградњом бране „Ђердап I“, постојали су покушаји вештачког мреста и узгоја јесетарских врста у рибњаку „Мала Врбица“ код Кладова. И поред ових покушаја, аквакултура јесетарских врста још није развијена у Србији. Данас постоји само једно приватно узгајалиште јесетарских врста у Србији.

Циљеви развоја аквакултуре јесетарских врста у Србији су садржани у следећем: 1) развити, тестирати и демонстрирати комерцијалну применљивост иновативних технологија аквакултуре и заштите рибљих ресурса; 2) развити иновативне технике узгоја јесетарских врста и процесирања кавијара који ће омогућити да се Србија развије у један од значајних центара за продукцију јесетарских врста и кавијара; 3) развити производњу различитих производа од јесетарских врста; 4) показати да јесетарске врсте могу бити значајни кандидати за аквакултуру у Србији. На овај начин би се смањио притисак на природне популације и тиме могло да се премости садашњи јаз између понуде и потражње ових риба на тржишту.

Према ситуацији у Србији кечига би била сигурно један од значајних објеката за аквакултуру. Потражња за овом врстом је велика током целе године, док је њен излов у отвореним водама сезонски и углавном везан за период од јуна до октобра. Развој аквакултуре кечиге би повољно утицао и на природне популације кечиге, пошто би дошло до смањења риболовног притиска на ову врсту, а тиме би се смањио и излов кечиге испод дозвољене мере.

Јесетарске врсте представљају добру основу за развој екотуризма. Још је Михаило Петровић (Мика Алас), изнео да су најинтересантнији и најпродуктивнији начини риболова они који су основани на употреби великих рибарских клопки у које риба улази и где се она хвата упућена на клопку природним или вештачким препрекама [14]. У књизи професора Петровића детаљно су описане ове рибарске направе: гарда, клопка „сет“ и остале. На основу ових објашњења било би могуће поново конструисати ове направе, које би сигурно биле интересантне за посетиоце. Кости моруне и других јесетарских врста су нађене у насељима Лепенског вира, а такође је уочена веза између риболиких скулптура (хибрид моруне и човека) и специфичног начина сахрањивања у испруженом положају, паралелно са реком са годишњим миграцијама риба из породице *Acipenseridae* из Црног мора у Дунав [15].

У том смислу потребно је предузети све мере у циљу опоравка популација јесетри у Дунаву: студије изводљивости за изградњу рибљих стаза на бранама „Ђердап I“ и „Ђердап II“, идентификација и карактеризација станишта и мере заштите, развој вештачког мреста за аквакултуру и евентуална порибљавања, као и развој екотуризма који би допринео подизању нивоа јавне свести о значају јесетарских врста.

ЕКОЛОШКИ И ЕКОНОМСКИ ЗНАЧАЈ ХАРИНГЕ У СРБИЈИ

Последњих 17,4 км тока Дунава кроз Србију, низводно од бране „Ђердап II“ представља једино преостало природно плодиште црномор-

ске харинге (*Alosa immaculata*) у Србији [16, 17], док су у прошлости поједини примерци мигрирали ради мреста у Дунав и до Будимпеште (1650 ркм) [27]. Црноморска харинга припада фамилији *Clupeidae* (харинге), а представници ове фамилије се сматрају једним од комерцијално најзначајних фамилија риба на светском нивоу. Многи чланови ове фамилије представљају значајан рибарствени ресурс широм света. Црноморска харинга је комерцијално значајна рибља врста у делти Дунава. У земљама Доњег подунавља (Румунија, Украјина и Бугарска) високо је цењена од стране одређеног броја становника који током хришћанских празника ову врсту обилато конзумирају, нарочито за време Великог поста [23]. У Србији се ловила мрежарским алатима у Дунаву низводно од бране „Ђердап II“ [17], док није успостављен трајни ловостај [29].

Упркос чињеници да се последњих година бележи приметан пад бројности популација црноморске харинге, о овој проблематици и даље нису спроведена адекватна систематска истраживања, мада се повремени истраживања везана за ову врсту спроводе у Румунији и Бугарској [17, 19, 20, 21, 22, 23]. Званични подаци о величини популације у миграцији црноморске харинге кроз Србију не постоје као ни подаци пореклом из статистичког завода о њеном откупу у периоду када је био дозвољен лов на подручју Србије. Међутим, последњих година рађена су истраживања у српском делу Дунава, низводно од бране „Ђердап II“, која су се бавила екологијом, старошћу и екотоксиколошким статусом црноморске харинге [18, 24, 25, 26]. У узорцима црноморске харинге које су уловљене током тог истраживања, пронађене су недозвољене количине As и Cd у месу, које су превазилазиле максимално дозвољене концентрације (МДК) према националној регулативи. Највероватнији узрок контаминације меса ових миграната огледа се у њиховој исхрани контаминираним инћунима, али и у високој концентрацији ових елемената у седименту Црног мора [32]. Забележене концентрације поменутих елемената у месу црноморске харинге можемо сматрати упозорењем које указује на здравствено стање риба, као и људи који ову врсту користе у исхрани [18].

Познавање биологије ове врсте је веома скромно, а статус очувања недовољно поткрепљен чињеницама [17]. Црноморска харинга се мрести само једном или два пута током живота [22], пошто се суочава са изазовом преживљавања током миграције и проналажења пута назад у море. Мрест се углавном одвија између 180. ркм и 500. ркм и између 496. ркм и 743. ркм [31], а одрасле јединке, које мигрирају у Дунав, углавном су старе од 2 до 7 година. Најзаступљеније јединке су старе око 3 године и чине више од 50% популације која мигрира [30].

Црноморска харинга је према IUCN класификацији (<http://www.iucnredlist.org>) оцењена као рањива врста (VU) са трендом смањивања популације [33]. Налази се и на листама Бернске конвенције (Appendix III) [34], Nature 2000 [35] и Директиве о заштити станишта ЕУ [34].

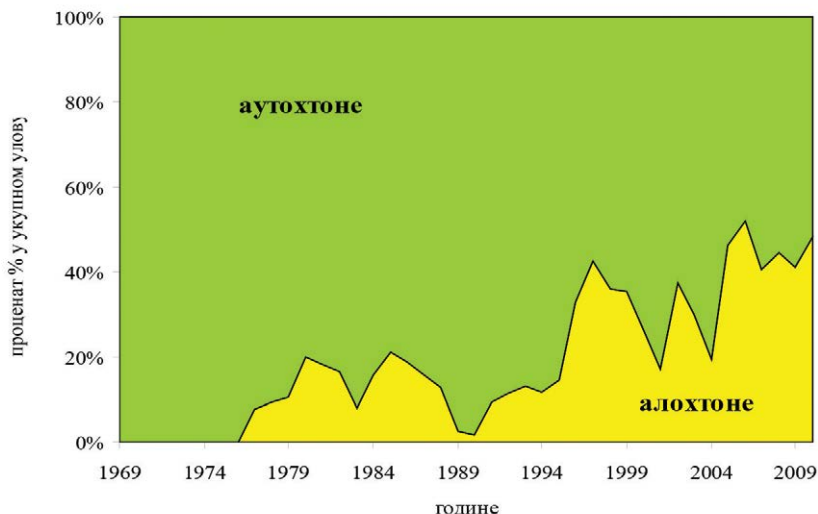
У националном законодавству Републике Србије црноморска харинга и дунавска харинга (*Alosa tanaica*) су заштићене трајним ловостајем у Србији: **1)** Уредбом о заштити природних реткости [36]; **2)** Наредбом о установљавању ловостаја за поједине врсте риба на рибарском подручју или деловима рибарског подручја и о забрани лова риба које немају прописану величину [29] и **3)** Наредбом о мерама за очување и заштиту рибљег фонда [37]. За разлику од црноморске харинге, где постоји одређен број истраживања, подаци о стању дунавске харинге у Србији су веома оскудни.

Још увек не постоји акциони план управљања црноморском и дунавском харингом у Дунаву, без обзира на трајни ловостај у Србији и статус рањива врста (VU) у Црвеној књизи Бугарске (<http://e-coddb.bas.bg/rdb/bg/vol2/Alpontic.html>), што свакако отежава управљање популацијама поменутих врста [18]. Управљање специјалним зонама заштите на рекама захтева стални мониторинг и процењивање статуса зоне у складу са циљевима заштите од стране свих учесника [38]. Анализа структуре популације црноморске харинге у Дунаву, у Србији, може помоћи у доношењу адекватних мера управљања и заштите које би биле прилагођене овим значајним врстама. Такође, потребно је усаглашавање мера заштите на међународном нивоу између Србије, Румуније, Бугарске и Украјине пошто ове врсте представљају заједнички ресурс поменутих држава.

КОМЕРЦИЈАЛНИ РИБОЛОВ У СРПСКОМ ДЕЛУ ДУНАВА

Риболов има културни и историјски значај. Од давнина се реке и њихово богатство користе за различите сврхе: као хранидбени ресурс, економски ресурс, за релаксацију, рекреацију и спорт. Интензивна експлоатација рибе почетком холоцена довела је до продуженог боравка људских заједница уз Дунав. Бројна археолошка налазишта неолитског доба, показују да се човек бавио риболовом на подручју Дунава, као основном граном привређивања. Ископине указују да је риба била симбол живота и један од услова егзистенције у време почетка људске цивилизације [39, 40, 41, 42]. Култура Лепенског вира је користила, као елеменат за директно мерење времена, периодичну миграцију риба дуж Ђердапа. Израда риболовачких божанстава од крупних облутака карактеристична је појава код мезолитских рибара и скупљача хране [40]. У Србији је рибарење традиционална делатност већ вековима. О томе сведоче бројни историјски записи, и још је грчки историчар Херодот путујући Дунавом уочио богат улов и дивио се изобиљу дунавске рибе [14].

У наводима писаца XVI и XVII века помињу се крупни и дебелі шарани, велике моруне, јесетре, затим кечига, чичкава јесетра, сим, паструга, па онда штука, манић и сом. Шаран се ловио до величине од 1 метра, штука преко 2 метра, а поједини сомови су тежили и преко 135



Слика 2. Процентуални однос аутохтоних и алохтоних врста риба у улову из Дунава, у периоду од 1969. до 2010. године

килограма. Због јако развијеног рибарства, још у турско време је постојао рибарски еснаф. Ово богатство рибом први пут је умањила регулација Ђердапа седамдесетих година прошлог века, а касније до данашњих дана све већи развој индустрије, која се развија дуж обала Саве и Дунава [14].

Највећи део риболова у Србији се одвија управо на Дунаву. Тако је у 2008. години у Србији, чак 67,6% укупног улова била дунавска риба, док је 2010. године тај проценат био још виши, чак 71,5% [43]. У периоду од 1951. године се води евиденција о улову у статистичким подацима и у то време помињу се следеће врсте: шаран, сом, смуђ, кечига, јесетра, мрена, штука, скобаљ, јегуља, укљева, перкија, лињак, црвенперка, деве-рика, караш и остале врсте. Јегуља се спомиње у статистичким подацима последњи пут 1968. године. Према статистичким подацима (Републички завод за статистику Србије у даљем тексту РЗС), постоји изражен пад улова јесетарских врста у улову привредних рибара у периоду од 1969. године до 2003. године. На основу статистичких података констатује се да је у периоду 1969–2010. године дошло до великих осцилација у улову аутохтоних риболовно атрактивних врста (економски најзначајнијих врста у Дунаву).

Статистика улова указује на све већу заступљеност беле рибе и алохтоних врста у укупном улову рибе [44]. Тако, 2010. године улов економски цењених врста: шаран, сом, смуђ, кечига, штука је износио 421.809 кг, док је улов мање цењених врста исте године износио 694.624 кг. Према наводима Смедеревац-Лалић [45], уочено је да су најбројније вр-

сте у уловима деверика, мрена и бабушка са 40–70% у улову, бели и сиви толстолобик (до 4%), док су економски цењене врсте мање заступљене: кечига (8–10%), смуђ (3–5%), а још ређе, сом, штука и шаран (сваки са по 1–2%). Бела риба (економски-тржишно мање цењене врсте), учествује са 31–59% у укупном улову.

Од 1979. године алохтоне врсте: бабушка (*Carassius gibelio*), толстолобик бели (*Hypophthalmichthys molitrix*), толстолобик сиви (*Hypophthalmichthys nobilis*), бели амур (*Stenopharyngodon idella*) постају значајније присутне у уловима привредних рибара, да би у периоду од 2010. године до 2011. године, биле међу 6 најпродаванијих слатководних врста на тржишту у Србији [45].

Процентуални однос аутохтоних врста у улову у поређењу са уловом алохтоних врста (бабушка и толстолобик – бели и сиви) приказан је на Слици 2. Заступљеност алохтоних врста риба расте од када су први пут, 1977. године, евидентирани у статистичким подацима о улову риба у Дунаву.

На основу резултата анализе трендова одређених врста у улову привредних рибара, врсте чији тренд има пад у периоду од 1969. до 2010. године су кечига и штука. Остале врсте имају стабилан тренд пораста, који је посебно истакнут код алохтоних представника (бабушке и толстолобика) [46].

У оквиру ђердапских акумулација осим мањих градова Голупца, Доњег Милановца и Кладова, остала места су села. У овом делу подунавља (од Великог Градишта до Прахова) од укупно 42 рибарске породице, 25 породица живи искључиво од рибарења, док 27 породица има 4 и више чланова домаћинства. Велики део рибе уловљене у доњем току Дунава бива откупљен и пласиран на београдском тржишту, по рибарницама и ресторанима [45]. Према евиденцији РЗС о улову рибе у Србији, удео улова рибе са овог подручја у укупном улову је изузетно значајан.

Према истраживањима спроведеним током 2009–2012. године [45] сектор Дунава између Рама и Голупца карактеристичан је по заступљености следећих врста риба: смуђ, бодорка, шаран, крупатица. У делу друге Ђердапске акумулације масени удео бабушке је доминантан, затим следе смуђ, смуђ камењар, штука, шаран, сом, бодорка. Испод друге Ђердапске бране доминантне врсте у масеном уделу су: носара, мрена, смуђ, крупатица, бабушка, црноока деверика.

Смањена брзина протока и велике осцилације у нивоу воде представљају значајне негативне ефекте изградњи брана, које су условиле промене ихтиофауне. Миграторне врсте риба као што су кечига и мрена које преферирају бржи ток су мигрирале у узводни део Дунава, док су врсте као што је деверика показале интензиван раст у новонасталим акумулацијама. Један од највећих проблема који се јавља у комерцијалном рибарству је лоша статистика излова рибе од деведесетих година двадесетог века, а до тог периода постојао је добро организован откуп рибе, док после тога, откуп

престаје и евиденција је слабо вођена. У току последњих година рибари су обавезни да пријаве своје излове и податке предају корисницима подручја, али се поставља питање веродостојности ових података.

ИНВАЗИВНЕ ВРСТЕ РИБА У СРПСКОМ ДЕЛУ ДУНАВА

Интродуковане врсте које су се натурализовале у реципијентном подручју, услед непостојања природних непријатеља који би ограничавали њихову репродукцију и ширење, могу негативно утицати на аутохтоне организме, мењајући структуру заједница и функцију екосистема, али могу утицати и на небиотичку компоненту екосистема, као и на социјалне и економске појаве везане за делатност становништва у том подручју. Такве врсте називамо *инвазивне врсте* [47].

Слив Дунава представља значајан регион (*hotspot*, врућа тачка) са становишта биодиверзитета слатководних екосистема Европе, а посебно је значајна ихтиофауна, коју чини преко 100 различитих врста риба [48]. Поред величине и разноврсности услова, високом биодиверзитету сливног подручја Дунава доприноси и пружање басена, претежно у правцу исток–запад. Долинама већих река, пре свега Дунава, историјски су се кретали слатководни организми између Понто-каспијског и централноазијског региона ка истоку и алпског и медитеранског региона ка западу, што је овај речни систем учинило коридором за миграцију и реколонизацију у периодима глацијација и интерглацијација [48].

Основни путеви интродукције алохтоних (страних) врсте риба укључују аквакултуру, намерне (планиране) и случајне уносе, баластну воду бродова [49]. Основни путеви уноса и ширења алохтоних врста означени су термином *инвазивни коридор*. На територији Европе постоје четири инвазивна коридора [50]. *Јужни коридор*, дужине 3.500 км са више од 125 лука и 67 брана, спаја Црно са Северним морем, преко Дунава, Рајне и Мајне [51].

У српском делу Дунава забележено је 25 алохтоних врста риба (Табела 1). Највећи број риба пореклом је из Северне Америке (10), Азије (6), Понто-каспијског подручја (6), Европе (3) и Јужне Америке (2). Четири алохтоне врсте (бабушка, две врсте америчког патуљастог сомића и сунчаница) данас заузимају више од 50% територије Србије, пет врста (толстолобик - сиви и бели, амур, амурски чебачок и калифорнијска пастрмка) покривају 20–50% територије и пет врста из фамилије Gobiidae (главоч пескар, главоч тркач, пеш, главоч круглак и главоч (ружица)) настањују 10–20% територије [52]. Остале инвазивне врсте риба забележене у Србији имају ограничену дистрибуцију или постоје спорадични налази, без икакве индикације о постојању или подручју настањеном популацијом формираном од тих врста.

Табела 1. Алохтоне врсте риба српског дела Дунава

Врсте	Први налаз / сврха уноса	Природан опсег
<i>Hypophthalmichthys nobilis</i>	1963 / аквакултура	Азија
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	1963 / аквакултура	Азија
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	1963 / аквакултура, контрола корова	Азија
<i>Carassius gibelio</i>	1960 / случајно	Азија
<i>Pseudorasbora parva</i>	1978 / случајно	Азија
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Између Првог и Другог светског рата / аквакултура, спортски риболов	Северна Америка
<i>Salvelinus alpinus</i>	Између Првог и Другог светског рата / спортски риболов, попунити празну нишу	Европа, Северна Америка
<i>Salvelinus fontinalis</i>	Између Првог и Другог светског рата / спортски риболов	Северна Америка
<i>Coregonus peled</i>	1991 / спортски риболов	Европа
<i>Ameiurus nebulosus</i>	1930 / аквакултура	Северна Америка
<i>Ameiurus melas</i>	2005 / аквакултура	Северна Америка
<i>Lepomis gibbosus</i>	1930 / украсне рибе	Северна Америка
<i>Micropterus salmoides</i>	1984 / спортски риболов	Северна Америка
<i>Syngnathus abaster</i>	1998 / распон експанзије	Понто-каспијска област
<i>Neogobius fluviatilis</i>	1977 / распон експанзије	Понто-каспијска област
<i>Babka gymnotrachelus</i>	1991 / распон експанзије	Понто-каспијска област
<i>Ponticola kessleri</i>	1977 / распон експанзије	Понто-каспијска област
<i>Neogobius melanostomus</i>	1998 / распон експанзије	Понто-каспијска област
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	19. век / распон експанзије	Понто-каспијска област
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	1995 / украсне рибе	Европа, Северна Америка
<i>Percottus glenii</i>	2004 / случајно, опсег експанзије	Азија
<i>Polyodon spathula</i>	2006 / случајно	Северна Америка
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	2009 / случајно	Јужна Америка
<i>Morone saxatilis</i> x <i>M. chrysops</i>	2012 / случајно	Северна Америка
<i>Poecilia reticulata</i>	2013 / случајно	Јужна Америка

Унос нових врста риба у Дунав започео је крајем 19. века уносом дужичасте пастрмке у водотокове у Немачкој 1882. године [53]. Након тога су унесене две врсте америчког патуљастог сомића и бабушка. Највећи

број врста интродукован је током шездесетих и деведесетих година 20. века сразмерно дужини периода.

Неке од унетих врста риба (нпр. главочи, тркач и круглак) одржале су се кроз ток српског сектора Дунава, а друге само у ограниченим областима акумулација „Бердапа I и II“ (нпр. шило) и у потамону рибљих заједница у приобалним подручјима Дунава и његових устајалих вода (нпр. амурски спавач). С друге стране, неке од њих, попут веслоноса, нису још увек успеле да се одрже у већини низводних профила српског дела Дунава (испод „Бердапа II“), докле су до сада забележене. Међутим, извештај Василева и Пехливанова [54] о налазу јувенилних јединки веслоноса, и његовој аклиматизацији у доњем делу Дунава у Бугарској, упозорава да се слична ситуација може десити и у узводним деловима реке.

Упркос ниској предвидљивости (малим очекивањима) биолошких инвазија у овом стадијуму нашег знања [55], неке инвазије могу наговестити њихове перспективе, на пример, да се главоч пуноглавац *Benthophyllus stellatus* (Sauvage 1874), који је наводно забележен у једној од ђердапских акумулација [56], може очекивати у српском делу Дунава.

Значајан број алохтоних врста риба, нарочито бабушка, сунчаница и обе врсте америчког патуљастог сомића, има значајан штетан утицај на нативне (аутохтоне) врсте риба. Ове врсте су постале доминантне у Војводини захваљујући сталности (непромењености) станишта за њихову одрживост и ширење, као што су споротекуће равничарске реке и бројни канали, баре и мочваре. Аналогно томе, оне су значајна претња одређеним аутохтоним врстама, као што су лињак и караш. Ове две аутохтоне врсте су под трајном забраном риболова од 2009. године. Нажалост, услед недостатка систематског праћења алохтоних врста риба у Србији, постоје празнине у разумевању њиховог стварног утицаја на аутохтоне врсте. Као превентивна мера, постоје покушаји искорењивања који се спроводе у неким водама за риболов, а који су првенствено усмерени на обе врсте америчког патуљастог сомића и сивог толстолобика.

Удео страних (алохтоних) врста је значајан, око 25% од укупног броја евидентираних врста. Садашњи Закон о заштити и одрживом коришћењу рибљег фонда („Сл. гласник РС“, бр. 128/2014) дефинише алохтоне врсте риба као врсте риба које нису првобитно насељавале одређене риболовне воде, и забрањује уношење страних врста риба из удаљених географских подручја, као и из од просторно блиских, али међусобно изолованих басена.

О ПОНТИЈСКИМ ГЛАВОЧИМА У ДУНАВУ

До шездесетих година двадесетог века сматрало се да речни главоч (*Neogobius fluviatilis*) насељава доњи ток Дунава, низводно од Оршаве и ушћа Поречке реке. Зато је праву малу ихтиофаунистичку сензацију изазвао на-

лаз овог главоча у Блатном језеру 1970. године [57]. Мађарски ихтиолози су, међутим, присуство речног главоча у Дунаву успели да забележе тек 1984. године [58], а у Тиси, неких 400 км од њеног ушћа у Дунав, 1993. године [59]. Овде је битно запазити две важне појаве: а) речни главоч се појављује у новим налазиштима на приметно великим растојањима од раније познатих налазишта (ово одликује и друге понтијске главоче), или како Akos [60] то назива „ширење распрострањености у великим скоковима”, при чему се не познаје начин сеобе до нових станишта, и б) речни главоч је своје ширење обавио пре изградње великих брана на Дунаву и формирања акумулационих језера. Ово је важно запазити, јер ширење понтијских главоча у руским рекама које се уливају у Црно море, Smirnov [61] углавном приписује управо изградњи акумулација. Дакле, ширење понтијских главоча у Дунаву се свакако може повезати са изградњом брана и формирањем ђердапских акумулација, али у случају речног главоча продор у средњу Европу се може везати и за друге узроке, као што су на пример баластне бродске воде.

Главочи су већу пажњу ихтиолога у Србији привукли тек деведесетих година прошлог века, када се појављују први радови на овој групи риба [62]. Тада се у периоду од петнаестак година појављује низ радова везаних за појаву и ширење главоча у рекама дунавског слива у Србији, као и радова везаних за њихове морфо-анатомске карактеристике и генетичке и филогенетске односе [63, 64, 65, 66, 67, 68, 69]. Праћење инвазије понтијских главоча почело је када су Hegediš et al., [70] пронашли *Neogobius gymnotrachelus* у другој ђердапској акумулацији, код Брзе Паланке, а затим *N. fluviatilis* и *N. kessleri* у Пеку, око 2 км узводно од ушћа [71], потом *N. fluviatilis* у плавној зони код села Иванова [72]. Након тога, Simonović et al. [73], бележе први налаз *Neogobius melanostomus* у југословенском делу тока Дунава. Следе налази Smederevac et al. [74], који бележе 4 врсте из рода *Neogobius* (*N. fluviatilis*, *N. kessleri*, *N. gymnotrachelus*, *N. melanostomus*) у првој ђердапској акумулацији код Текије и на ушћу канала Дунав–Тиса–Дунав код Старе Паланке.

Каснија истраживања понтијских главоча на већ познатим стаништима показала су да ширење нових врста доводи до комплексних интерспецијских односа унутар рода *Neogobius*. Тако на пример, у Дунаву код Текије доминантну улогу међу главочима од 1986. до 2001. године имао је *N. fluviatilis*, од 2001. до 2003. године *N. gymnotrachelus*, а након тога *N. melanostomus* [75]. Сличан феномен забележен је и на ушћу канала ДТД у Дунав током 2002. године када је *N. melanostomus* постепено преузео доминацију међу главочима, док су остале три врсте готово потпуно потиснуте из ихтиоценозе и бележе се само ретки појединачни примерци (Хегедиш, непубликовани подаци).

Неколико година касније Stamenković [76] даје преглед распрострањености врста из рода *Neogobius* у Дунаву и главним притокама у Србији. *N. fluviatilis* тада насељава цео ток Дунава у Србији, као и при-

токе Тамиш, Велику Мораву, Саву и Тису, слично као и *N. kessleri* и *N. melanostomus* (последње две тада још нису забележене у свим притокама Дунава), док је *N. gymnotrachelus* регистрован у Дунаву до Београда.

Тих година ови занимљиви налази су отворили бројна зоогеографска и еколошка питања.

- 1) Докле су се, у ствари, поједине врсте главоча прошириле у нашим водама?
- 2) Који су механизми, начини и узроци веома брзог ширења ове групе риба?
- 3) Који су механизми формирања очигледно врло сложених и динамичних интерспецијских односа код ове групе врста?
- 4) Које су то специјес-специфичне одлике које главочима омогућују успешно уклапање у често врло различите ихтиоценозе?
- 5) Могу ли се, након одговора на претходна питања, проценити ефекти ширења на заједнице риба и дати прогноза развоја популационих процеса у ихтиоценозама које су већ освојене?
- 6) Хоће ли се и даље појављивати (и када) нови понтијски елементи из ове групе риба, а чије је ширење већ примећено у региону, или су они већ ту, мозаично распоређени у водама Србије?

Већина одговора на ова ихтиолошки врло занимљива питања су још увек ту, пред нама, управо у Дунаву, Сави, Тиси, Великој Морави и другим водама дунавског слива. Али време пролази, а истраживања и интересовање за понтијске главоче полако замире. Понтијски главочи губе главну улогу у публикованим радовима и селе се у рибарствене програме и спискове рибљих врста за поједине реке у дунавском сливу, на пример Колубару [77] или Грлишко језеро [78]. Нешто већу пажњу на тренутак побуди понеки налаз дубље у територији Србије, као на пример регистравање *N. fluviatilis* у Западној Морави код Чачка [79], али нових и детаљнијих истраживања у ствари нема.

У међувремену, понтијски главочи су максимално искористили све могућности које су настале формирањем акумулационих језера и појавом нових биотопа, као и променама у структури ихтиоценоза које су се десиле у тим новим екосистемима. Слободно се може рећи да је већи део бентоских биотопа у ђердапским акумулацијама напросто запоседнут популацијама различитих врста главоча. Једна од добрих илустрација за ову тврдњу је структура улова спортских риболоваца на такмичењима, коју последњих година са преко 90 % чине понтијски главочи. Ово је, на пример, нарочито изражено код Голупца, где се последњих 5 до 6 година на познатој, уређеној такмичарској стази углавном лови *N. melanostomus* (Дражић Синиша, управник рибарског подручја, *pers. communication*). Оваква ситуација у ствари чини такмичарску стазу неатрактивном и неинтересантном за спортске риболовце.

Има ли, са друге стране, неких позитивних ефеката на популације појединих аутохтоних врста? Према речима локалних професионалних рибара, првих петнаестак година након формирања Ђердапских акумулација улов рибе, а посебно сома (*Silurus glanis*) и смуђа (*Sander lucioperca*) је био у приметном паду. Од краја осамдесетих година прошог века, након појављивања и намножавања понтијских главоча, популације сома и смуђа као главних економски значајних риболовних врста су се повратиле и у данашње време поново имају главну улогу у рибарским ловинама. Иако прецизнијих истраживања нема, постоји потврда да су опажања аласа о улози главоча исправна. Током летњих месеци 2004. године прикупљена је исхрана 153 јединке сома, тежине од 2 до 18 кг, које су рибари уловили у Ђердапу на подручју Текије. Исхрану сома је чинила риба (око 92 %) и мекушци (шкољке и пужеви – око 8 %). Рибу, као плен, чинили су готово искључиво понтијски главочи, а појединачни сомови су имали у желуцима у моменту улова од 2 до 11 јединки различитих врста главоча.

Поред тога, последњих година рекреативни риболовци у Србији све више користе живе главоче као мамце за лов грабљивих риба. Уопште се не може искључити могућност да је *N. fluviatilis* који је регистрован у Грлишком језеру (акумулација на Грлишкој реци у југо-источној Србији) донет као живи мамац, а такву претпоставку дају и Simonović *et al.* [78]. Готово је извесно да ће у блиској будућности рекреативни риболовци са кантицама пуним живих понтијских главоча бити један од главних вектора за ширење ових риба по водама Србије јужно од Саве и Дунава, посебно по акумулацијама.

Пуно је отворених питања и пуно јасних назнака да постоје различити ефекти инвазије понтијских главоча на заједнице риба које би требало детаљније проучити како би се, као на пример у Белгији [80], утврдили различити ризици, капацитети за распростирање и средински ефекти инвазионог ширења главоча и одредиле превентивне мере и акције. Како било, док смо све ово писали о главочима, негде између редова се до Сенте и Кањиже на Тиси провукла још једна придошлица из ове групе риба коју можемо назвати кавкаски главочић – *Knipowitschia caucasica* [81].

У сваком случају, понтијски главочи су пре десетак и више година стигли до граница Србије и пут овој занимљивој групи риба ка средњем Дунаву и западној Европи тада је био отворен, а део одговора на горе постављена питања је по свој прилици брзо отишао узводно, истим рекама којима је и стигао.

ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Људско друштво има неизмерну корист од река и у току претходног века човек је значајно изменио реке користећи их као пловне путеве, за наводњавање, добијање енергије, водозахвате, комерцијално и

рекреативно рибарство итд. Као последица антропогеног дејства дошло је до деградације речних токова и постоји велика потреба за очувањем и обнављањем њиховог физичког, хемијског и биолошког интегритета. Дунав је међународна река која повезује 17 држава и од давнина је под антропогеним утицајем. Интензивна експлоатација рибе почетком холоцена довела је до продуженог боравка људских заједница уз Дунав. Бројна археолошка налазишта неолитског доба, показују да се човек бавио риболовом на подручју Дунава, као основном граном привређивања. Промене речног тока због обезбеђивања пловног пута у Ђердапској клисури су извршене још крајем XIX века, док су се значајне промене у овом делу Дунава десиле након изградње брана „Ђердап I“ и „Ђердап II“, 1970. и 1984. године, на 943. односно 863. километру тока Дунава. Ово је довело до прекида лонгитудиналног континуитета Дунава и скраћивања миграционих путева анадромних врста риба које мигрирају из Црног мора у Дунав ради мреста. У прошлости, моруна (*Huso huso*) је мигрирала до Штраубинга у Немачкој (2327. километар Дунава), а црноморска харинга (*Alosa immaculata*) до Будимпеште (1650. километар Дунава). Прелов и илегалан излов јесетарских врста због веома цењеног кавијара, загађење воде и седимента и физичке измене дна и обала Дунава, као и ограничење миграција због изградње брана је довело до значајног смањења бројности јесетри и харинги, које сада имају само 17,4 километара за мрест у српском делу Дунава. У исто време долази до уношења алохтоних врста риба за аквакултуру, које касније постају стални чланови ихтиофауне Дунава (толстолобик бели – *Hypophthalmichthys molitrix*; толстолобик сиви – *Hypophthalmichthys nobilis*; бели амур – *Stenopharyngodon idella*). Изградња брана је повољно утицала на ширење појединих алохтоних врста риба. Понтијски главочи су максимално искористили све могућности које су настале формирањем акумулационих језера и појавом нових биотопа, као и променама у структури ихтиоценоза које су се десиле у тим новим екосистемима. Ширење алохтоних врста риба може имати негативан утицај на аутохтоне врсте риба. Све ово је довело до значајних промена у квалитативном и квантитативном саставу ихтиофауне у новонасталим акумулацијама Дунава, као и до промена у ихтиофауни низводно од бране „Ђердап II“.

Промене у ихтиофауни се могу пратити и на комерцијалним изловима риба пре и после изградње брана, које указују на пад јесетарских врста у улову, паструге (*Acipenser stellatus*) после изградње бране „Ђердап I“ и руске јесетре (*Acipenser gueldenstaedtii*) после изградње бране „Ђердап II“. Једино је моруна била заступљена у излову рибара све до 2006. године, када је објављен мораторијум на излов јесетарских врста у Доњем Дунаву. Поред негативног ефекта на анадромне врсте, бране имају негативан ефекат и на потамодромне врсте као што је кечига (*Acipenser ruthenus*) и на катадромне врсте као што је јегуља (*Anguilla anguilla*). Иако потамодромна врста, која

мигрира само у оквиру река, кечига такође показује смањење бројности популација после изградње брана, при чему су у уловима заступљене млађе узрасне класе у односу на период пре изградње брана. После конструкције бране „Ђердап I“ запажене су масовне миграције адултних кечига у узводне регионе са већом брзином тока где су седиментациони процеси мање изражени него у самој акумулацији. Кечиге старијих узраста се врло ретко лове у акумулацијама, док су пре изградње брана биле заступљене у свакодневном излову кечиге тешке 1–3, чак и 4 килограма. Евиденција о излову јегуље је вођена до 1968. године. Од тог периода јегуља је тек понекад присутна у уловима комерцијалних рибара, али не постоји сталан мониторинг ове врсте. Смањена брзина протока и велике осцилације у нивоу воде представљају значајне негативне ефекте који су условили промене ихтиофауне после изградње брана. Миграторне врсте риба као што су кечига и мрена (*Barbus barbus*) које преферирају бржи ток, мигрирале су у узводни део тока, док су врсте као што је деверика (*Abramis brama*) показале интензиван раст у новонасталим акумулацијама.

Акциони план управљања јесетарским врстама у риболовним водама Републике Србије даје мере које треба предузети ради очувања и обнове јесетарских врста у Србији, али до сада ове мере нису покренуте, развој аквакултуре јесетарских врста је тек на почетним ступњевима, не постоји редован мониторинг и даље постоји илегалан излов у Доњем Дунаву, као и излов кечиге испод дозвољене мере (40 cm стандардне дужине тела). Истраживања у циљу конструкције рибљих стаза на бранама „Ђердап I“ и „Ђердап II“ су тек започета и очекује се започињање студије изводљивости. У оквиру студије изводљивости потребно је повезати научне институције, хидроелектране „Ђердап I“ и „Ђердап II“ и укључити све заинтересоване стране за решавање овог проблема. Даљи развој аквакултуре јесетарских врста је неопходан да би се смањило притисак на природне популације и омогућио њихов опоравак. Такође је потребна заједничка сарадња земаља у Доњем Дунаву око заштите јесетарских врста.

Харинге су у Србији заштићене актом од 1993. године, али не постоје детаљнији подаци о стању популација црноморске харинге (*Alosa immaculata*), нарочито о стању популација дунавске харинге (*Alosa tanaica*). Црноморска харинга је комерцијална врста у Румунији за коју је прописан ловостај, који прати мресне миграције црноморске харинге од дунавске делте до бране „Ђердап II“ и смењује се на деоницама: од Црног мора до 43. километра Дунава, од 43. до 238. километра и на деоници од 238. до 845.6. километра Дунава. У Бугарској је прописан ловостај за црноморску харингу у периоду од 15. априла до 15. маја. У том смислу постоји потпуна неусклађеност између регулативе за црноморску харингу у Румунији, Бугарској и Србији што доводи до ситуација да се на секторима Дунава где Дунав представља границу између Румуније и Србије харинга лови са румунске стране, а њен излов је строго забрањен на српској

половини Дунава. У периоду између 1958–1989. мониторинг и регулација комерцијалног риболова, специјално јесетарских врста и харинги, били су обухваћени конвенцијом (“Конвенција о рибарству у водама Дунава”) потписаном од стране Румуније, Бугарске, Југославије и Совјетског Савеза, али после политичких промена 90-их година, ова конвенција није више у функцији.

Откуп рибе од комерцијалних рибара је био организован у периоду од 50-их до 90-их година прошлог века, када је било могуће извршити пуноважне анализе о процени ресурса риба. После промена које су се десиле 90-их година и прекида откупа риба од стране корисника подручја, у Србији се јављају проблеми везани за веродостојност податка о излову рибе. Комерцијални рибари имају обавезу предавања листа о излову, али се поставља питање веродостојности ових података, што онемогућава дубље анализе које се тичу излова и економске добити у комерцијалном рибарству. Поред непоуздане статистике комерцијалног излова рибе, додатни пробем представља илегални излов, који је тешко проценити, како количину, тако и врсту рибе која се лови илегалним путем.

Пад бројности популација јесетарских врста и харинги прати повећање бројности алохтоних врста у улову комерцијалних рибара. Од 1979. године алохтоне врсте: бабушка, толстолобик бели, толстолобик сиви и бели амур постају значајније присутне у уловима привредних рибара, да би у периоду од 2010. до 2011. године, биле међу 6 најпродаванијих слатководних врста на тржишту у Србији [45].

Изградња брана је имала утицај и на бројност популација економски мало цењених врста риба, као и алохтоних врста риба. Неке од унетих врста риба су се успоставиле (одржале) кроз ток српског дела Дунава, а друге само у ограниченим областима акумулација „Ђердапа I и II“ (нпр. шило – *Syngnathus abaster*) и у потамону рибљих заједница у приобалним подручјима Дунава и његових устајалих вода (нпр. амурски спавач – *Perccottus glenii*).

Специфично је ширење понтијских главоча, при чему је речни главоч (*Neogobius fluviatilis*) своје ширење обавио пре изградње великих брана на Дунаву и формирања акумулационих језера, док су остали понтијски главочи населили новоформиране биотопе у новонасталим акумулацијама. Слободно се може рећи да је већи део бентоских биотопа у ђердапским акумулацијама напросто запоседнут популацијама различитих врста главоча. Поред негативних ефеката алохтоних врста, могу се навести и позитивни ефекти, као што је случај главоча, који представља значајан удео у исхрани економски цењених врста риба као што је сом (*Silurus glanis*).

Може се закључити да су изградње брана ђердапских хидроелектрана изазвале квалитативне и квантитативне промене ихтиофауне на овом сектору Дунава, које су највише изражене кроз смањење бројности

анадромних миграната, јесетри и харинги, и кроз повећање бројности алохтоних врста риба којима више одговара успорени ток воде у акумулацијама. Кључни проблеми везани за јесетре представљени су у блокади мресних миграција на 863. километру тока Дунава и смањењу површина за мрест јесетарских врста због засипања акумулација. У том смислу је неопходно започети израду студије изводљивости за конструкцију рибљих стаза на Ђердапским бранама, које би омогућиле миграцију ових врста узводно од бране „Ђердап I“ у следећих 879 километара Дунава до хидроелектране Габчиково (на 1822. километру Дунава). Једнако је важно извршити детаљне анализе везане за станишта јесетарских врста у циљу њихове заштите. Непостојање веродостојних статистика излова у овим акумулацијама у данашње време, као и не постојање сталног мониторинга, онемогућава процену рибљег ресурса и његове економске вредности.

РЕФЕРЕНЦЕ

- [1] Lazarević, M., Milovanović, D., Simonović, P., Simić, V., Simić, S., Cakić, P., Paunović, M. (2010): Introduction In: Paunović, M., Simonović, P., Simić, V., Simić S. eds. *Danube through Serbia – Joint Danube Survey 2*, Belgrade, Directorate for Water Management, pp. 1–15.
- [2] Babić-Mladenović, M., Bartoš Divac, V., Kolarov, V. (2010): Natural characteristics of the Danube River in Serbia, pp. 59–79. In: Paunović, M., Simonović, P., Simić, V. & Simić, S. (eds.) *Danube through Serbia – Joint Danube Survey 2*. Directorate for Water Management, Belgrade
- [3] Бабић-Младеновић, М. (2007): *Режим наноса Дунава*. Монографија, Задужбина Андрејевић – Посебна издања.
- [4] Paunović, M., Simić, V., Jakovčev-Todorović, D. & Stojanović, B. (2005): *Results on macroinvertebrate community investigation in the Danube river in the sector upstream the Iron Gate (1083–1071 km)*. Archives of Biological Sciences, 57 (1), 57–63.
- [5] Стаменковић, С., Чечевић, Б. (2000): Извештај о предузетим мерама за заштиту рибљих резерви у Ђердапским акумулацијама. XXXI Заседање мешовите комисије. Београд 18–23. април 2000.
- [6] Ристић, М. (1963): Рибарско биолошка студија Асципенсеридае-а југословенског дела доњег Дунава. *Рибарство Југославије XVIII* (2), 48–57.
- [7] Lenhardt, M., Jaric, I., Kalauzi, A. and Cvijanovic, G. (2006): Assessment of extinction risk and reasons for decline in sturgeon. *Biodiversity and Conservation* 15, 1967–1976.
- [8] Lenhardt, M., Cakić, P., Kolarević, J. (2004): Influence of the HEPS Djerdap I and Djerdap II dam construction on catch of economically

- important fish species in the Danube River. *Ecohydrology and Hydrobiology* 4 (4), 499–502.
- [9] Smederevac-Lalić, M., Jarić, I., Višnjić-Jeftić, Ž., Skorić, S., Cvijanović, G., Gačić, Z. and Lenhardt, M. (2011): Management approaches and aquaculture of sturgeons in the Lower Danube region countries. *Journal of Applied Ichthyology* 27 (Suppl. 3), 94–100.
- [10] Lenhardt, M., Cakić, P., Kolarević, J., Mićković, B., Nikčević, M. (2004): Changes in sterlet (*Acipenser ruthenus*) catch and length frequency distribution in the Serbian part of the Danube River during the twentieth century. *Ecohydrology and Hydrobiology* 4 (2), 193–197.
- [11] Janković, D., Jovičić, M. (1994): *The Danube in Yugoslavia*. Institute for Biological Research and Institute for Development of Water Resources, Belgrade, pp. 220
- [12] Ленхардт, М., Хегедиш, А., Јарић, И. (2005): Акциони план управљања јесетарским врстама у риболовним водама Републике Србије. Институт за биолошка истраживања „Синиша Станковић“, 21 стр.
- [13] Bloesch, J., Jones, T., Reinartz, R., Striebel, B. (2006): Action Plan for the conservation of sturgeons (Acipenseridae) in the Danube River Basin. *Nature and Environment* 144, 1–121.
- [14] Петровић, М. (1998): Сабрана дела, књига 14, Рибарство, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд.
- [15] Radovanović, I. (1996a): *The Iron Gates Mesolithic*, Ann Arbor: International Monographs in Prehistory, Archaeological Series 11.
- [16] Janković, D., Krpo-Četković, J. (1995): Diverzitet slatkovodnih riba (*Osteichthyes*) i kolousta (*Cephalaspidomorpha*) Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja. – In: Stevanovic V., Vasic V. eds.: *Biodiverzitet Jugoslavije sa pregledom vrsta od međunarodnog značaja*. Биолошки факултет i Ecolibri. pp. 425–469.
- [17] Navodaru, I., Waldman, J. R. (2003): Shads of Eastern Europe from the Black Sea: review of species and fisheries, In: *Biodiversity and Conservation of Shads Worldwide* (Eds.) (K.E. Limburg and J. R. Waldman). American Fisheries Society Symposium (35), pp. 69–76.
- [18] Вишњић Јефтић, Ж. (2012): Докторска дисертација: „Еколошка и токсиколошка истраживања црноморске харинге (*Alosa immaculata* Bennet, 1835) у Дунаву у Србији“, Биолошки факултет, Београд.
- [19] Kolarov, P. (1985): Biological characteristics and population dynamic of anadromous fish species. Dissertation. Institute for Fish Resources: Varna.
- [20] Navodaru, I. (1998): Despite barrages, pollution and exploitation, Pontic shad persist and continue their economic and cultural value to the Lower Danube region. *Shad Journal* (3/4), pp. 3–5.
- [21] Navodaru, I. (2001): Seaward drift of the Pontic shad larvae (*Alosa immaculata*) and the influence of Danube River hydrology on their travel

- path through the Danube Delta system. B. Fp. Peche Piscic (362/363), pp. 749–760.
- [22] Ciolac, A. (2004): Migration of fishes in Romanian Danube River. Appl. Ecol. Environ. Res. 2(1), pp. 143–163.
- [23] Ciolac, A. (2004): Migration of fishes in Romanian Danube River. Appl. Ecol. Environ. Res. 2(1), pp. 143–163.
- [24] Visnjic-Jeftic, Z., Lenhardt, M., Navodaru, I., Hegedis, A., Gacic, Z., Nikcevic, M. (2009): Reproducibility of age determination by scale and vertebra in Pontic shad (*Alosa pontica* Eichwald, 1838), from the Danube. Arch. Biol. Sci. 61, pp. 337–342.
- [25] Visnjic-Jeftic, Z., Jaric, I., Jovanovic, Lj., Skoric, S., Smederevac-Lalic, M., Nikcevic, M., Lenhardt, M. (2010): Heavy metal and trace element accumulation in muscle, liver and gills of the Pontic shad (*Alosa immaculata* Bennet 1835) from the Danube River (Serbia). *Microchemical Journal* 95 (2), 341–344.
- [26] Višnjić-Jeftić, Ž., Lenhardt, M., Vukov, T., Gačić, Z., Skorić, S., Smederevac-Lalić, M., Nikčević, M. (2013): The geometric morphometrics and condition of Pontic shad, *Alosa immaculata* (Pisces: Clupeidae) migrants to the Danube River. *Journal of Natural History*, doi.org/10.1080/00222933.2012.752048.
- [27] Banareescu, P. (1964): Fauna R.P.R. Pisces – Osteichthyes. Acad. R.P.R.: Bucuresti. XVIII (In Romanian), pp. 959.
- [28] Simonovic, P. (2001): *Ribe Srbije*. NNK International, Beograd.
- [29] Službeni glasnik RS br. 125/2009. Naredba o ustanovljavanju lovostaja za pojedine vrste riba na ribarskom području ili na delovima ribarskog područja i o zabrani lova riba koje nemaju propisanu veličinu.
- [30] Navodaru, I. (1996): Exploitation of *Alosa pontica* in the Danube Delta, Romania. In: *Stock Assessment in Inland Fisheries* (Ed. I. G. Cowx). Fishing News Books, Oxford, pp. 448–453.
- [31] Kolarov, P. (1985): *Biological characteristics and population dynamic of anadromous fish species*. Dissertation. Institute for Fish Resources: Varna.
- [32] Secieru, D., Secieru, A. (2002): Heavy metal enrichment of man-made origin of superficial sediment on the continental shelf of the north-western Black Sea. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* (54), pp. 513–526.
- [33] Baillie, J., Groombridge, B. (1996): IUCN Red List of Threatened Animals. The IUCN Species Survival commission. pp. 257.
- [34] EEU 92/43/1992
- [35] http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/index_en.htm
- [36] Službeni glasnik RS br. 50/93, 93/93. Uredba o zaštiti prirodnih retkosti.
- [37] Službeni glasnik RS br. 56/15. Naredba o merama za očuvanje i zaštitu ribljeg fonda.

- [38] Cowx, I.G., Harvey, J.P., Noble, R.A., Nunn, A.D. (2009): Establishing survey and monitoring protocols for the assessment of conservation status of fish populations in river Special Areas of Conservation in the UK. *Aquat. Conserv.: Mar. Freshwat. Ecosyst.* (19), pp. 96–103.
- [39] Јовановић, Б. (2009): Познавање календарских елемената за миграциона кретања риба фамилије *Acipenseridae* у култури Лепенског Вира. Конференција „Развој астрономије код Срба V“. Београд, 18–22. април 2008. Публ. Астр. друш. „Руђер Бошковић“. Зборник радова бр. 8: 417–421.
- [40] Dinu, A. (2010): Mesolithic fish and fishermen of the Lower Danube (Iron Gates). *Documenta Praehistorica*, 37: 299–310.
- [41] Rakezić, S. (2010): *Srpsko Podunavlje u praistoriji*. Feljton Dunav. Vreme. p. 60–67.
- [42] Живалјевић, И. (2012): Риболов на Ђердапу у раном холоцену (10–6. миленијум пре н.е.). Предлог докторске дисертације. Филозофски факултет у Београду.
- [43] Smederevac-Lalić, M., Regner, S., Hegediš, A., Kalauzi, A., Višnjić-Jeftić, Ž., Pucar, M., Cvijanović, G., Lenhardt, M. (2011a): *Commercial fisheries on Danube in Serbia*. V International Conference „Aquaculture and Fishery“. Conference proceedings, Belgrade, Serbia, 01–03 June 2011: 189–194.
- [44] Jarić, I., Smederevac-Lalić, M., Jovičić, K., Jaćimović, M., Cvijanović, G., Lenhardt, M., Kalauzi, A. (2016): Indicators of unsustainable fishery in the Middle Danube. *Ecology of Freshwater Fish* 25(1), 86–98. doi: 10.1111/eff.12193.
- [45] Смедеревац-Лалић, М. (2013): *Социо-економске и биолошке карактеристике привредног риболова на Дунаву*. Докторска дисертација, Универзитет у Београду
- [46] Smederevac-Lalić, M., Višnjić-Jeftić, Ž., Pucar, M., Mićković, B., Skorić, S., Nikčević, M., Hegediš A. (2011c): Fishing circumstances on the Danube in Serbia. *Water Research and Management*, No. 4 (1): 44–48. Serbian Water Pollution Control Society-SWPCS, The Jaroslav Černi Institute for the Development of Water Resources–JCI, Siniša Stanković Institute for Biological Research-IBISS, The International Association of Water Supply Companies in the Danube River Catchment Area-IAWD.
- [47] Davis, M.A., Thompson, K. (2000): Eight ways to be a colonizer; two ways to be an invader. *Bulletin of the Ecological Society of America* 81: 226–230.
- [48] Sommerwerk, N., Baumgartner, C., Bloesch, J., Hein, T., Ostojić, A., Paunović, M., Schneider-Jakoby, M., Siber, R., Tockner, K. (2009): The Danube River Basin, Part 3 In: Tockner, K., Uehlinger, U., Robinson, C.T. eds. *Rivers of Europe*, San Diego, Academic Press, pp. 59–113.

- [49] Gherardi, F., Gollasch, S., Minchin, D., Olenin, S., Panov, V.E. (2009): Alien invertebrates and fish in European inland waters. In: Hulme, P.E., Nentwig, W., Pyšek, P., Vilà, M. eds. *Handbook of Alien Species in Europe*, Dordrecht, Springer, pp. 81–92.
- [50] Galil, B.S., Nehring, S., Panov, V.E. (2007): Waterways as invasion highways – Impact of climate change and globalization. In: Nentwig, W. ed. *Biological Invasions*, Ecological Studies Nr. 193, Berlin, Springer, pp. 59–74.
- [51] Panov, V.E., Alexandrov, B., Arbaciauskas, K., Binimelis, R., Copp, G.H., Grabowski, M., Lucy, F., Leuven, R.S.E.W., Nehring, S., Paunovic, M., Semenchenko, V., Son, M.O. (2009): Assessing the Risks of Aquatic Species Invasions via European Inland Waterways: From Concepts to Environmental Indicators, *Integr. Environ. Asses.*, 5(1): 110–126.
- [52] Lenhardt, M., Markovic, G., Hegedis, A., Maletin, S., Cirkovic, M., Markovic, Z. (2011): Non-native and translocated fish species in Serbia and their impact on the native ichthyofauna, *Rev. Fish. Biol. Fisheries*, 21: 407–421.
- [53] Freyhof, J. (2003): Immigration and potential impacts of invasive freshwater fishes in Germany. *Berichtes des IGB*, 17: 51–58.
- [54] Vassilev, M., Pehlivanov, L. (2005): Checklist of Bulgarian freshwater fishes, *Acta Zool. Bulgar.*, 57(2): 161–190.
- [55] Williamson, M., Fitter, A. (1996): The varying success of invaders, *Ecology*, 77(6): 1661–1666.
- [56] Ahnelt, H., Pohl, H., Hilgers, H., Splechtna, H. (1998): The threespine stickleback in Austria (*Gasterosteus aculeatus* L., Pisces: Gasterosteidae) – Morphological variations. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, 100B: 395–404.
- [57] Biro, P. (1971): *Neogobius fluviatilis* in Lake Balaton – a Ponto-Caspian goby new to the fauna of Central Europe. *J. fish Biol.*, 4: 249–255.
- [58] Pinter K. (1989): [Fishes of Hungary]. 1st edition. Akadémiai Kiadó, Budapest, 202 (in Hungarian).
- [59] Harka Á. (1993): A folyami geb (*Neogobius fluviatilis*) terejeszkedése [Range extension of *Neogobius fluviatilis*]. *Halászat.*, 86: 180–181.
- [60] Akos, H. (1993): A folyami geb (*Neogobius fluviatilis*) terjeszkedese. *Halaszat*, 86 (4): 180–181.
- [61] Smirnov, A. I. (1986): Fauna Ukraini - Ribi. Naukova dumka. Kijev. 320 s.
- [62] Janković, D., Hegediš, A. und Krpo, J. (1987): Taxonomische und Okologische charakteristiken des *Gobius (Neogobius) fluviatilis* Pallas (1811) im jugoslawischen Donauteil. *Soc. Internat. Limnol.* 26. IAD: 266–269.
- [63] Simonović, P. D. (1996a): Cranial osteology of the bighead goby *Neogobius kessleri* from the rivers Danube and Sava (Serbia, Yugoslavia). *Ital. J. Zool.*, 63: 65–72.

- [64] Simonović, P. D. (1996b): Karyological relationships between gobies (Gobiidae: Perciformes) of Euro-Mediterranean and Ponto-Caspian districts. *Ichthyologia*. 28: 25–31.
- [65] Simonović, P. D. (1999): Phylogenetic relationships of Ponto-Caspian gobies and their relationship to the Atlantic-Mediterranean Gobiinae (Gobiidae, Perciformes). *J. Fish Biol.*, 51: 533–555.
- [66] Simonović, P. D. and Mesaroš, G. (1998): Phenetic relationship between gobies (Gobiidae) based on traits of external morphology. *Ichthyologia*, 30: 43–50.
- [67] Simonović, P. D. and Nikolić, V. P. (1995/1996): Cranial osteology of the sand goby *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1881) from the River Sava (Serbia, Yugoslavia). *Acta Bio. Szeged.*, 41: 45–55.
- [68] Simonović, P. D., Nikolić, V. P., and Skora, K. E. (1996): Vertebral number in Ponto-Caspian gobies: phylogenetic relevance. *J. Fish Biol.*, 49: 1027–1029.
- [69] Simonović, P., Paunović, M. and Popović, S. (2001): Morphology, feeding, and reproduction of the round goby, *Neogobius melanostomus* (Pallas), in the Danube river basin, Yugoslavia. *J. Great Lakes Res.*, 27(3): 281–289.
- [70] Hegediš A., Nikčević M., Mičković B., Janković, D. and R.K. Andjus (1991): Discovery of the goby *Neogobius gymnotrachelus* in Yugoslav fresh waters. *Arch. Biol. Sci.*, 43: 39P–40P.
- [71] Hegediš, A., Nikčević, M. and Mičković, B. (1992): The fish fauna of the lower course of river Pek. *Arch. Biol. Sci.*, 44: 11P–12P.
- [72] Hegediš, A., Nikčević, M., Mičković, B. and Andjus, R. K. (1994): A survey of the fish fauna in floodplains influenced by the Djerdap dam I reservoir. *Arch. Biol. Sci.*, 46: 7P–8P.
- [73] Simonović, P. D., Valković, B. and Paunović, M. (1998): Round goby *Neogobius melanostomus*, a new Ponto-Caspian element for Yugoslavia. *Folia Zool.*, 47: 305–312.
- [74] Smederevac, M., Višnjic, Ž. and Hegediš, A. (2001): New data of the distribution of the gobies (Gen. *Neogobius*; Fam. Gobiidae) in Yugoslav course of the Danube river. *Ichthyologia*. Vol 33 (1): 77–80.
- [75] Furtula, M. (2004): *Prostorno-vremenska distribucija roda Neogobius u Dunavu na teritoriji Srbije*. Diplomski rad. Biološki fakultet u Beogradu. Beograd. 24 pp.
- [76] Stamenković, D. (2008): *Geografska distribucija roda Neogobius u slivu Dunava u Srbiji*. Diplomski rad. Biološki fakultet u Beogradu. Beograd. 28 pp.
- [77] Hegediš, A., Nikčević, M. and Mičković B. (2008): Fishery management plan for fishing area „Serbia – West (part)“ for period 2008–2012. Belgrade.

- [78] Simonović, P., Nikolić, V. and Marić, S. (2003): Fishery management plan for fishing area Timok“ for period 2003–2007.
- [79] Djikanović, V., Marković, G. and Skorić, S. (2013): New record of *Neogobius fluviatilis* (Pallas, 1814) (Gobiidae) in the Danube River basin (Serbia). Arch. Biol. Sci., 65 (4): 1469–1472.
- [80] Verreycken, H. (2013): Risk analysis of the round goby, *Neogobius melanostomus*, risk analysis report of non-native organisms in Belgium. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2013 (INBO.R.2013.42). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.
- [81] Harka, Á., Szepesi, Zs., Bajić, A. and Sipos, S. (2015). First record of the invasive Caucasian dwarf goby – *Knipowitschia caucasica* (Berg, 1916) – in Serbia. Pisces Hungarici, 9: 89–92.

ЗАХВАЛНИЦА

Овај рад је урађен у оквиру пројекта ОИ 173045, који је финансиран од стране Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE CHANGES IN THE ICHTYOFAUNA OF THE DANUBIAN RESERVOIRS AFTER THE CONSTRUCTION OF THE IRON GATES HYDROPOWER PLANT DAMS

Mirjana LENHARDT, Vesna DJIKANOVIĆ, Aleksandar HEGEDIŠ,
Željka VIŠNJIĆ-JEFTIĆ, Stefan SKORIĆ,
Marija SMEDEREVAC-LALIĆ

S u m m a r y

Human society reaps immense benefits from rivers and in the course of the last century man has considerably altered rivers, using them as waterways, for irrigation, energy production, water intakes, commercial and recreational fisheries, etc. As a consequence of anthropogenic effects, degradation of river courses has occurred and there is great need for preserving and restoring their physical, chemical and biological integrity. The Danube is an international river that connects 17 countries and has been under anthropogenic influence since ancient times. Intensive exploitation of fish in the early Holocene led to

human settlements remaining for longer periods along the Danube. Numerous Neolithic archaeological sites demonstrate that fishing was the main economic activity of humans on the Danube. Alterations to the river's course in order to secure navigation through the Djerdap gorge were conducted already in the late 19th century, while significant changes in this part of the Danube occurred after the construction of the Iron Gate I and Iron Gate II dams, in 1970 and 1984, at Danube rkm 943 or rkm 863, respectively. This led to interruption of the Danube's longitudinal continuity and to the curtailment of migration routes of anadromous fish species that migrate from the Black Sea up the Danube for spawning. In the past, the beluga sturgeon (*Huso huso*) migrated all the way to Straubing in Germany (rkm 2327), and the Black Sea shad (*Alosa immaculata*) went as far as Budapest (rkm 1650). Overfishing and illegal fishing of sturgeon species for their highly prized caviar, water and sediment pollution, and physical alteration to the bottom and banks of the Danube, as well as the restriction of migration due to dam construction led to a significant decrease in population sizes of sturgeons and shads, which now have only 17.4 kilometers for spawning in the Serbian part of the Danube. At the same time, there was the introduction of non-native (allochthonous) fish species for aquaculture, which later became permanent members of the Danube ichthyofauna (silver carp – *Hypophthalmichthys molitrix*, bighead carp – *Hypophthalmichthys nobilis*, grass carp – *Ctenopharyngodon idella*). Construction of the dam has promoted the expansion of certain non-native fish species. Pontic gobies have taken full advantage of all the opportunities created by the formation of reservoirs and the emergence of new biotopes, as well as the changes in the structure of ichthyocenosis that occurred within those new ecosystems. The spread of non-native fish species can have a negative impact on native fish species. All this has led to significant changes in the qualitative and quantitative composition of fish in the newly created reservoirs on the Danube, as well as changes in the ichthyofauna downstream from the Iron Gate II dam.

Changes in the ichthyofauna can be traced through the commercial catches of fish before and after dam construction, which indicate a decline of sturgeon species in the catch - of stellate sturgeon (*Acipenser stellatus*) after the construction of the Iron Gate I dam, and of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) after construction of the Iron Gate II dam. Only the beluga was present in the fishermen's catch until 2006, when a moratorium was placed on fishing of sturgeon species in the Lower Danube. In addition to having a negative effect on anadromous species, dams also have a negative effect on potamodromous species such as the sterlet (*Acipenser ruthenus*) and catadromous species such as the eel (*Anguilla anguilla*). Despite being a potamodromous species that migrates only within rivers, sterlet also showed a decrease in population size after the construction of the dams, with catches comprising younger age classes compared to the period before dam construction. After the construction of the Iron Gate I dam, mass migrations

were observed of adult sterlet towards upstream regions with higher flow speeds and where sedimentation processes are less pronounced than in the reservoir. Sterlets belonging to higher age classes are rarely captured in reservoirs, whereas, before the dams were constructed, sterlets weighing 1-3 and even 4 kg were common in the daily catch. Eel harvesting records were kept up until 1968. Following that period, eels are only occasionally present in the catch of commercial fishermen, but there is no continuous monitoring of the species. The reduced flow rate and substantial oscillations in water levels are significant negative influences that have caused changes in the ichthyofauna after dam construction. Migratory fish species such as the barbel (*Barbus barbus*), that prefers a faster flow, migrated to the upstream part of the watercourse, whereas species such as the bream (*Abramis brama*) exhibited intensive expansion and growth in the newly formed reservoirs.

The Action plan for sturgeon species management in fishery waters of the Republic of Serbia provides measures to be taken for the conservation and restoration of sturgeon species in Serbia. However, these measures have not been initiated so far, the development of sturgeon species aquaculture is only in its initial stages, there is no regular monitoring of sturgeon populations, the illegal fishing of sturgeon species continues in the Lower Danube, as well as fishing sterlet below permitted size (40 cm standard body length). Research aimed at the construction of fish passes at the Iron Gates I and II dams has only just begun, and a feasibility study is expected to start. The feasibility study requires the collaboration of scientific institutions, the Iron Gates I and II hydropower plants and the involvement of all stakeholders interested in solving this problem. Further development of sturgeon species aquaculture is necessary for reducing the pressure on natural populations and enabling their recovery. Joint collaboration of the Lower Danube countries is also needed for the protection of sturgeon species.

Shads in Serbia are legally protected by a 1993 act, but there are no detailed data on the status of the populations of Black Sea shad (*Alosa immaculata*), and especially the status of Danube shad populations (*Alosa tanaica*). The Black Sea shad is a commercial species in Romania for which there is a prescribed fishing ban. The ban follows Black Sea shad spawning migration from the Danube Delta to the Iron Gate II dam, and alternates along the following sections: from the Black Sea to Danube rkm 43; from rkm 43 to rkm 238; and from rkm 238 to rkm 845.6 of the Danube. In Bulgaria, the fishing ban on Black Sea shad comes into force on April 15 and lasts until May 15. In this context, there is a complete discordance among Black Sea shad fishing regulations in Romania, Bulgaria and Serbia. This has resulted in the existence of sectors of the Danube, where the Danube forms the border between Romania and Serbia, with shad being harvested on the Romanian side but shad fishing being strictly prohibited on the Serbian half of the Danube. During the 1958–1989 period, the monitoring and regulation of commercial fishing, especially of sturgeon species and shads,

was covered by a convention (“Convention Concerning Fishing in the Waters of the Danube”) signed by Romania, Bulgaria, Yugoslavia and the Soviet Union. However, following political changes during the 1990s, this convention is no longer in effect.

Wholesale purchase of fish from commercial fishermen was organized from the 1950s to the 1990s, when it was possible to conduct valid analyses in the assessment of fish resources. After the changes that occurred in the 1990s and the end of fish purchase from the users of fishery areas, problems arose in Serbia regarding the validity of fish harvesting data. Commercial fishermen are obliged to submit a catch list, but the credibility of this information is questionable. All this prevents any in-depth analyses regarding catch and economic gains in commercial fishing. In addition to untrustworthy statistics on commercial fish catches, there is the problem of illegal fishing which is hard to estimate, both regarding size of catch and the fish species that are harvested illegally.

The decrease in the population size of sturgeon species and shads is followed by an increase in the number of non-native species in the catch of commercial fishermen. Since 1979, non-native species -Prussian carp, silver carp, bighead carp and grass carp - have become significantly more present in the catches of commercial fishermen, only to become 4 out of the 6 best-selling freshwater fish species on the Serbian market in the 2010–2011 period.

Construction of the dams has had an impact on the population sizes of economically less valued fish species, as well as non-native species. Some of the introduced fish species have established (maintained) populations throughout the Serbian sector of the Danube, while others are only in limited areas of the Iron Gates I and II reservoirs (e.g. the black-striped pipefish – *Syngnathus abaster*) and in the potamon of fish communities in the coastal areas of the Danube and its stagnant waters (e.g. the Chinese sleeper – *Perccottus glenii*).

The expansion of Pontic gobies is distinctive, with the monkey goby (*Neogobius fluviatilis*) completing its expansion before the construction of the large dams on the Danube and the formation of reservoirs, while other Pontic gobies inhabited the newly formed biotopes in the new reservoirs. It is safe to say that most of the benthic biotopes of the Iron Gates reservoirs are practically overcome with populations of different goby species. In addition to the negative effects of non-native species, there are some positive effects, as is the case with gobies, that represent a significant share in the diet of commercial fish species such as the wels catfish (*Silurus glanis*).

It can be concluded that the construction of the dams of the Iron Gates hydropower plants caused qualitative and quantitative changes in the ichthyofauna of this sector of the Danube, which are most visible in the decreased number of anadromous migrants, sturgeons and shads, and the increased number of non-native species of fish that prefer the slower flow of water in reservoirs. The key problems related to sturgeons are the obstruction

of spawning migration at Danube rkm 863 and the decrease in spawning areas of sturgeon species due to siltation of reservoirs. In that sense, it is necessary to start planning a feasibility study for the construction of fish passes at the Iron Gates dams which would allow the migration of these species upstream of the Iron Gates I dam for the another 879 km of the Danube, to the Gabčíkovo dam (at Danube rkm 1833). Detailed analyses regarding the habitats of sturgeon species are also needed, to enable their protection. The lack of credible catch statistics from the reservoirs nowadays, as well as the absence of continuous monitoring, prevents any estimation of fish resources and their economic value.