

# Kvalitativni i kvantitativni sastav ihtiofaune jezera Savica

---

Kljun, Margareta

Master's thesis / Diplomski rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:473189>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Biološki odsjek

Margareta Kljun

**Kvalitativni i kvantitativni sastav ihtiofaune  
jezera Savica**

Diplomski rad

Zagreb, 2024.

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Biology

Margareta Kljun

**Qualitative and quantitative composition of  
the ichthyofauna of Lake Savica**

Master thesis

Zagreb, 2024.

Ovaj rad je izrađen na Biološkom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu, pod mentorstvom prof. dr. dc. Davora Zanelle. Rad je predan na ocjenu Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu radi stjecanja zvanja magistra ekologije i zaštite prirode.

*Zahvaljujem se mentoru prof. dr. sc. Davoru Zanelli na prenesenom znanju i savjetima tijekom izrade i pisanja diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se također prof. Marku Čaleti i tehničaru Siniši Vajdiću na savjetima i pomoći tijekom terenskog istraživanja.*

*Zahvaljujem se kolegama na podršci tijekom studiranja i svim lijepim uspomenama te se posebno zahvaljujem prijatelju i kolegi Marinu Vukušiću, koji je bio velika potpora tijekom pisanja rada. Također se zahvaljujem od srca svojoj obitelji na neograničenoj i konstantnoj potpori tijekom studiranja i pisanja diplomskog rada.*

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Biološki odsjek

Diplomski rad

## Kvalitativni i kvantitativni sastav ihtiofaune jezera Savica

Margareta Kljun

Rooseveltov trg 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

Značajni krajobraz Savica je najvrijednije i jedino močvarno područje grada Zagreba. Značajni krajobraz obuhvaća manji dio starog rukavca rijeke Save (Stara Savica) te 13 međusobno povezanih jezera nastali proširivanjem starih riječnih rukavaca. Jezera, prema biološkoj klasifikaciji, pripadaju eutrofnim jezerima te pružaju sve uvjete za život i napredak populacija riba. Cilj istraživanja bio je istražiti kvalitativni i kvantitativni sastav ihtiofaune jezera Savica te istovremeno odrediti indekse bioraznolikosti, zastupljenost alohtonih vrsta i odrediti zastupljenost vrsta prema trofičkim i ekološkim grupama. Uzorkovanje se provodilo na 11 prethodno određenih lokacija, na području značajnog krajobraza Savica (od svibnja do listopada 2023. godine). Uzorkovanje je provedeno elektroribolovom. Za analiziranje ihtiofaune korištene su osnovne funkcije u Microsoft Excel-u i indeksi bioraznolikosti (Simpsonov indeks, Shannonov-Wienerov indeks i Brillouinov indeks). Zabilježeno je ukupno 20 vrsta riba, od kojih je 7 alohtono. Dobiveni rezultati uspoređeni su s prijašnjim istraživanjem jezera Savica. Rezultati su pokazali da jezera Savica nastanjuju ribe nizinskog tipa stajaćih voda, vrste su generalno oportunističke s pokojom športsko zanimljivom vrstom.

Ključne riječi: značajni krajobraz Savica, bioraznolikost, riblje zajednice, alohtone vrste

(41 stranica, 18 slika, 7 tablica, 45 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Rad je pohranjen u Središnjoj biološkoj knjižnici

Mentor: prof. dr. sc. Davor Zanella

Ocjenitelji:

Prof. dr. sc. Davor Zanella

Doc. dr. sc. Zoran Marčić

Dr. sc. Damir Sirovina

Rad prihvaćen: 22.2.2024.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

University of Zagreb

Faculty of Science

Department of Biology

Master thesis

# Qualitative and quantitative composition of the ichthyofauna of Lake Savica

Margareta Kljun

Rooseveltova trg 6, 10000 Zagreb, Croatia

The protected landscape of Savica is the most valuable and the only wetland area of the city of Zagreb. The protected landscape includes a small part of the old branch of the Sava River (Stara Savica) and 13 interconnected lakes created by the expansion of the old river branches. According to the biological classification, the lakes belong to eutrophic lakes and provide all conditions for the life and development of fish populations. The goal of the research was to investigate the qualitative and quantitative composition of the ichthyofauna of Lake Savica and at the same time to determine biodiversity indices, the representation of non-native species and to determine the representation of species according to trophic and ecological groups. Sampling was carried out at 11 previously determined locations, in area of the protected landscape of Savica (from May to October 2023). Sampling was carried out by electrofishing. Basic functions in Microsoft Excel and biodiversity indices (Simpson index, Shannon-Wiener index and Brillouin index) were used to analyze the ichthyofauna. A total of 20 species of fish were recorded, of which 7 are non-native. The obtained results were compared with the previous research of Lake Savica. Savica is inhabited by fish of the lowland type of stagnant waters, the species are generally opportunistic with a few species of sporting interest.

Keywords: protected landscape of Savica, biodiversity, fish communities, non-native species  
(41 pages, 18 figures, 7 tables, 45 references, original in: Croatian)

Thesis is deposited in Central Biological Library.



Mentor: Prof. Davora Zanella, PhD

Reviewers:

Prof. Davor Zanella, PhD

Accist. prof. Zoran Marčić, PhD

Prof. Damir Sirovina, PhD

Thesis accepted: 22.2.2024.

# Sadržaj

<b>1. Uvod .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Rijeka Sava .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Rijeka Sava i grad Zagreb .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Značajni krajobraz Savica.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.1. Opće informacije.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.2. Od rijeke Save do zaštićenog područja .....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.3. Upravljanje – JU Maksimir i ŠRD Peščenica .....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.4. Bio-ekološke značajke.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4. Ihtiofauna.....</b>	<b>13</b>
<b>2. Ciljevi istraživanja.....</b>	<b>16</b>
<b>3. Materijali i metode .....</b>	<b>17</b>
<b>3.1. Područje istraživanja .....</b>	<b>17</b>
<b>3.2. Uzorkovanje.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3. Obrada podataka.....</b>	<b>20</b>
<b>4. Rezultati .....</b>	<b>22</b>
<b>4.1. Kvalitativni sastav ihtiofaune .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Kvantitativni sastav ihtiofaune.....</b>	<b>29</b>
<b>5. Rasprava .....</b>	<b>33</b>
<b>6. Zaključak .....</b>	<b>36</b>
<b>8. Životopis.....</b>	<b>41</b>

## **Kratice**

km - kilometar

km<sup>2</sup> - kvadratni kilometar

st. - stoljeće

ha - hektar

m - metar

m<sup>3</sup>/god – kubični metar/godišnje

TE-TO Zagreb - Termoelektrana-toplana Zagreb

ŠRD Peščenica - Športsko ribolovno društvo Peščenica

JU - Javna ustanova

tzv. - takozvani

tj. - to jest

# 1. Uvod

## 1.1. Rijeka Sava

Rijeke su najveći prirodni vodotoci s raznolikim i mnogobrojnim prirodnim i društveno - gospodarskim funkcijama. Rijeke su važna biogeografska staništa raznim biljnim i životinjskim vrstama, regulatori otjecanja i svekoliki modifikator fizičko-geografskog prostora. Jedna od najduljih rijeka u Hrvatskoj je rijeka Sava. Rijeka Sava je duga 945 km i smatra se međunarodnim vodotokom jer protječe kroz Sloveniju, Hrvatsku, Bosnu i Hercegovinu te Srbiju. Od sveukupnih 945 km, kroz državni teritorij Hrvatske protječe 518 km (Jukić 2008).

Rijeka Sava izvire u Sloveniji, protječe kroz Hrvatsku, a kod Beograda u Srbiji se ulijeva u rijeku Dunav. Slijev rijeke Save je najveći slijev u jugoistočnoj Europi i jedan je od najvažnijih podslijevova Dunava. Slijev Save je drugi najveći u Republici Hrvatskoj s nešto manje od 26 tisuća km<sup>2</sup>. U slijevu Save može se pronaći veliki broj aluvijalnih močvara i velikih ravničarskih šumskih područja koji imaju veliku raznolikost krajolika i bioraznolikost. Uz rijeku Savu još uvijek se mogu pronaći netaknuta poplavna područja, koja ublažavaju poplave i održavaju bioraznolikost (Hrvatske vode 2017).

Zbog te bioraznolikosti rijeka Sava je uvrštena je u ekološku mrežu Republike Hrvatske te mrežu NATURA 2000 kao „Sava nizvodno od Hrušćice - HR2001311“ i „Sava uzvodno od Zagreba - HR2001506“ (MINGOR 2023). Uz tok rijeke Save su područja važna za ribe: Lonjsko polje (jedno od najvažnije mrjestilišta slatkovodne ribe u cijelom dunavskom slijevu) i ornitološki rezervat Sava - Strmec (ribolovna zona) (Bioportal 2024). Rijeka Sava je važna za komercijalno i sportsko-rekreativno ribnjačarstvo. Sava je velika rijeka s nepresušnim izvorom ribe kao hrane te je na njezinim vodama već stoljećima poznat tradicionalni ribolov kukama, vršama i mrežama. Rijeka se koristi i za rekreacijski i gospodarski ribolov u Hrvatskoj (Simonović i sur. 2015).

## 1.2. Rijeka Sava i grad Zagreb

Grad Zagreb u cijelosti pripada području malog slijeva "Zagrebačko Prisavlje", dijelu podslijeva rijeke Save te vodnom području rijeke Dunav (s obzirom na to da sve vode Grada površinskim ili podzemnim putem ulijevanjem u rijeku Savu u konačnici otječu u Dunav) (JU Maksimir 2022). Na zapadnom rubu grada Zagreba, rijeka Krapina se ulijeva u Savu, dok se veliki broj potoka spušta s Medvednice i utječu u rijeke: osam u Krapinu te 69 u Savu. Potoci južnog dijela grada otječu prema jugu i ulijevaju se u rijeku Odru (JU Maksimir 2022), a gornji dio slijeva karakteriziran je visokim i strmim planinskim lancima Alpa i Dinarida dok su srednji i donji dijelovi slijeva karakterizirani gorama i ravninama (EKONERG 2019). Tok rijeke Save južno od Zagreba poprima značajke nizinske rijeke, što uvelike određuje njezin tok i izgled okolnog prostora. Kao nizinska rijeka, Sava meandrira i stvara tipična poplavna područja. Tokom niza godina rijeka u konstantnom kretanju mijenja izgled obale, stvarajući brojne rukavce, mrtvaje i kanale, koji daju unikatan izgled krajoliku (Mrakovčić i sur. 2006).

Sve do 1899. godine rijeka Sava, na području Zagreba, bila je neregulirana, meandrirajuća rijeka (**Slika 1a**). Korito rijeke Save je često mijenjalo svoj izgled zbog akumulacijsko - erozijskog mehanizma te zbog snažne erozije obale konstantno su se stvarali novi rukavci, mrtvaje, sprudovi i otoci. U prošlosti, na zagrebačkom području, tok rijeke Save nije činio jedinstveno korito kakvo je danas, već se rijeka sastojala od spleta manjih tokova i rukavaca. Regulacijom korita i izgradnjom nasipa, mnogi rukavci i mrtvaje ostali su trajno odsječeni od glavnog korita rijeke. Regulacijom toka rijeke Save i vađenjem šljunka za izgradnju nasipa i drugih objekata, može se pripisati nastanak velikog broja jezera na području grada Zagreba. Za jezera se nikad nije uspostavilo kontinuirano praćenje vodostaja i definiranje odnosa s Savom. Rijeka Sava je protjecala cijelim područjem između Medvednice, Vukomerečkih gorica i Samoborskog gorja te je formirala tri aluvijalne terase odlažući materijal donesen iz uzvodnog dijela (Šegović 2022).



**Slika 1a. i 1b.** Usporedba rijeke Save u 19. stoljeću naspram danas (Preuzeto iz *Arcanum maps* (2023) (slika 1a) i s *Google Maps* (2023) (slika 1b))

Riječni tok Save poprimio je današnji izgled nakon velike regulacije s kraja 19. stoljeća, dok je današnji izgled riječnih obala rezultat uređenja inundacija nakon velike poplave 1964. godine (**Slika 1b**). Prije izgradnje visokog nasipa koji je odvojio gradsko područje od rijeke, na rijeci se održavao aktivni život grada. Nakon izgradnje nasipa, oni postaju prostorna i vizualna barijera (JU Maksimir 2022). Gospodarskim korištenjem (za šljunčare) i urbanizacijom područja postepeno nestaju brojni oblici riječnog krajobraza poput riječnih otoka, meandra, rukavaca, vegetacija vrba i topola te ostalih elemenata poplavnih šuma. Više od polovice površine zagrebačkog područja (oko 53%) danas zauzimaju prirodni elementi (šume, livade, travnjaci) te uređene zelene i poljoprivredne površine. Prirodna područja s brojnim biljnim i životinjskim staništima zadržana su tek na rubnim područjima uz rijeku Savu te su značajnije očuvana jedino na krajnjem istočnom i zapadnom dijelu grada Zagreba. U drugoj polovici prošlog stoljeća urbanizirane su velike površine prirodnih staništa oko rijeke, od zaštićenih dijelova prirode danas je prepoznato jedino područje značajnog krajobraza (ZK) Savica (OIKON 2015).

### 1.3. Značajni krajobraz Savica

#### 1.3.1. Opće informacije

Značajni krajobraz Savice predstavlja jedino močvarno područje u samome Zagrebu, ali i jedini preostali rukavac uz rijeku Savu od granice sa Slovenijom do grada Siska. Područje obuhvaća kompleks močvarnih i vodenih staništa s lijeve obale rijeke Save. Zaštićeno područje se nalazi oko četiri km udaljenosti jugoistočno od središta Zagreba, a obuhvaća manji dio starog rukavca Save (Stara Savica) te 13 međusobno povezanih jezera (JU Maksimir 2022). Jezera su smještena između Radničke ceste te lijeve obale Save, a u nedalekom okruženju smješteni su: stambena naselja, Termoelektrana-toplana Zagreb (TE-TO) (**Slika 2**) i gospodarska zona (Šegović 2022). Ukupna površina značajnog krajobraza iznosi 79,54 ha, pri čemu površina vodenih tijela iznosi oko 40 ha (JU Maksimir 2022).



**Slika 2.** Jezero Savica, snimano iz zraka (Izvor: ZSRDUB (2023))

Savica obuhvaća dio jezera Stara Savica i 13 jezera (Potkova, Hawaii, Ciganska, Labuđe, Plavac, Plitka, Vrbova, Lopočara, Žuta graba, Mala graba, Mazutara, Veliko jezero, Ušće), međusobno povezanih mostovima i izgrađenim šljunčanim makadamima (JU Maksimir 2023).

Sustav jezera podijeljen je na 13 vodenih površina od kojih je najmanja površina 0,1 ha, dok je najveća 11,4 ha. Duljina obale najmanje vodene površine iznosi 193 m, a najveće 4735 m. Ukupna duljina iznosi 14 km (JU Maksimir 2022). Gornja jezera (jezera smještena sjeverno od stare željezničke pruge kojom se nekada dostavljao ugljen u TE-TO), odvodnim su cijevima povezana s donjim jezerima, smještenim južno od pruge, koja danas nije više u funkciji. U gornja jezera izravno se ulijevaju rashladne vode TE-TO Zagreb te usprkos njihovoj povezanosti, postoji temperaturna razlika gornjih i donjih jezera (JU Maksimir 2022). Jezero Potkova je povezano s jezerima Hawaii, Ciganska i Labuđe, koja se nalaze sjeverno od željezničke pruge te koja su toplija i nikada se ne smrzavaju zimi (EKONERG 2019).

Uslijed izgradnje nasipa, regulacijom Save te skretanja voda potoka Kuniščak u glavni kolektor gradske kanalizacije Savica djelomično gubi prirodne izvore napajanja vodom. Slijedom tih događaja Savica postaje stajaćica, a voda se obnavlja oborinama, umjetnim putem rijeke Save te ispuštanjem rashladne vode TE-TO Zagreb. Na temelju vodopravne dozvole TE-TO Zagreb obavezna je ispuštati u jezero Savica do  $16,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{god}$ , odnosno  $44,931 \cdot 10^3 \text{ m}^3/\text{dan}$  vode iz procesa hlađenja, uz stalno mjerenje vrijednosti temperature i drugih pokazatelja kakvoće vode (GZPU 2006). Bez dotoka vode iz pogona u jezero, Savica bi se u roku od nekoliko mjeseci skoro ispraznilo te bi jezera dobila barski identitet čime bi došlo do velike promjene u bio - ekološkim karakteristikama jezera (EKONERG 2019).

Provedenim istraživanjima svojedobno je utvrđeno da Savica ima nepropusno ili vrlo slabo propusno dno te da nije u vezi s podzemnom vodom, a time ni rijekom Savom (JU Maksimir 2022). Vodostaj u jezeru Savica varira u ovisno o vodostaju rijeke Save, ali je razina vodostaja jezera uvijek iznad razine vode u rijeci Savi. Razina vodostaja može varirati i do 10 m. Pri promjeni vodostaja Save, mijenja se i količina vode koja se iz jezera otječe u rijeku. Tako se u ljetnim mjesecima, kada je vodostaj Save uglavnom niži, smanjuje se i vodostaj u jezerima (EKONERG 2019).

Prema Zanella i sur. (2021) prosječna dubina jezera iznosi oko dva m, dok maksimalna dubina doseže osam m, pri čemu se jezera nalaze sedam m iznad najvišeg vodostaja rijeke Save. Prema studiji EKONERG (2019) maksimalna dubina dijelova jezera varira od sedam ili osam m (Plavac i Veliko jezero) do tri m (Hawaii). Ušće i Potkova su maksimalne dubine pet m, Vrbova šest m, no prosječnu dubinu jezera je teško procijeniti jer ona ovisi o vodostaju. Prema analizama



Studije toplinskog opterećenja (2017) prosječna dubina sjevernog dijela jezera Savica je oko dva m, a južnog tri m, zato bi u prosjeku prosječna dubina jezera bila dva i pol m. Procjena ukupne količine vode u jezeru je od oko milijun kubika. Prema analizama iz studije EKONERG (2019) izmjena vode u jezeru događa se u prosjeku svakih dvadesetak dana. Ljeti ili pri nižim vodostajima ciklus je kraći, a pri višim dulji od navedenog. Jezero Savica je hidrološki i temperaturno pod velikim utjecajem dotoka rashladne vode iz pogona TE-TO Zagreb te pod manjim utjecajem rijeke Save i oborina. Rashladna voda iz pogona donosi potrebnu količinu vode i obogaćuje jezero s potrebnom količinom kisika.

### **1.3.2. Od rijeke Save do zaštićenog područja**

Meandrirajući kroz geološku prošlost, rijeka Sava je razvila aluvijalnu dolinu širokog tipa horizontalnim premještanjem riječnog korita (EKONERG 2019). Šire područje Savice tako karakteriziraju riječno - močvarni i aluvijalni (riječni) sedimenti te nanosima izazvani nedavnim ljudskim utjecajem na stare meandre i savsko korito. Aluvijalne naslage tj. šljunci, gline i pijesci koji su kontinuirano prekriveni ilovastim materijalom obogaćenim humusom pokrivaju stare jezerske sedimente (Franić 2010).

Jezera Savice nastala su od niza napuštenih šljunčara i starog rukavca (Radović 2007). U prošlosti područje Savice je devastirano manjim i većim deponijima otpada. Nekoliko šljunčara je 1965. godine pretvoreno u deponiju tehnološkog otpada INA rafinerije nafte (gudron, talog iz separatora ulja itd.), što je zabranjeno 1980. godine (JU Maksimir 2022). U prošlosti jezera Savica su se koristila kao izvor građevinskog materijala (šljunak i pijesak) za gradnju privatnih stambenih objekata i obližnje TE-TO Zagreb (Šegović 2022). Jezero Mazutara se je u prošlosti koristilo kao odlagalište otpada obližnjih tvrtki poput Katran, INA OKI i Cromos. Športsko ribolovno društvo (ŠRD) Peščenica je pokušala intervenirati preko općine, no bez uspjeha. Tijekom vremena odlaganje je prestalo, a jezero sanirano (ŠRD Peščenica 2023).

Današnja Savica rezultat je proširivanja pojedinih starih riječnih rukavaca eksploatacijom šljunka te spajanjem istih s potopljenim ciglarskim jamama. Izgradnjom kolektora gradske kanalizacije Savica došlo je do fizičkog odjeljivanja rukavca na dva dijela, ali i naglog pada razine

vode u rukavcu istočno od kolektora (GZZSKP 2006). Ubrzo zatim veći dio starog rukavca Savica te tri jezera zapadno od istog zatrpana su 1983. godine, dok je sjeverozapadni dio naknadno zatrpan radi gradnje Islamskog centra (Radović 2007; Eterović 2020).

Prema Vodoprivrednoj osnovi Grada Zagreba iz 1982. godine, jezera Savice su stajaće vode koje, prema namjeni, spadaju u jezera u parkovima i park šumama, a uređuju se tako da se: osigura kakvoća vode i onemogući njihovo zagađivanje; oblikom, dubinom, dnom i razinom vode osigura strujanje vode, a kakvoća vode se osigurava dotokom odgovarajućih količina svježje vode i ispuštanjem vode; onemogući bilo kakvo upuštanje otpadnih voda te da se očisti od otpada i održava tako da se onemogući bilo kakvo odlaganje otpada (Mrakovčić i sur. 2007).

Vrijednost Savice prepoznata je na Skupštini Grada Zagreba 1991. godine, kada je donesena Odluka o proglašenju područja značajnim krajolikom s izdvojenim specijalnim zoološkim rezervatom (SGGZ 13/91). Međutim, granice specijalnog zoološkog rezervata nikad nisu utvrđene niti su isti zasebno izdvojeni. Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13) definira značajni krajobraz kao prirodni ili kultivirani predjel velike krajobrazne vrijednosti i bioraznolikosti i/ili georaznolikosti ili krajobraz očuvanih jedinstvenih obilježja karakterističnih za pojedino područje te su u značajnom krajobrazu dopušteni zahvati i djelatnosti koje ne narušavaju obilježja zbog kojih je proglašen. Od 2006. do 2009. godine Savica je imala preventivnu zaštitu kao posebni ornitološki rezervat, a 2007. godine uvrštena je u prijedlog za Nacionalnu ekološku mrežu (Uredba o proglašenju Ekološke mreže, NN 109/07). U međuvremenu nije došlo do proglašenja posebnog ornitološkog rezervata niti je Savica postala dijelom ekološke mreže Natura 2000 (Eterović 2020).

Savica je izrazito važno područje za grad s oko 770 tisuća stanovnika (GUGEOSP 2022) jer svojom blizinom centru grada predstavlja pogodno mjesto za uživanje u prirodi te mjesto održavanja ekološke edukacije građana, posebno studenata i učenika (ŠRD Peščenica 2023).

### 1.3.3. Upravljanje – JU Maksimir i ŠRD Peščenica

Sukladno Zakonu o zaštiti prirode (NN 80/07) i Statutu, Javna ustanova Maksimir (JU) obavlja aktivnost održavanja, zaštite i promicanja zaštićenog područja Grada Zagreba s ciljem očuvanja i zaštite izvornosti prirode, osigurava neometano odvijanje prirodnih procesa i održivog korištenja prirodnih dobara; provodi nadzor nad provođenjem uvjeta i mjera zaštite prirode na području kojim upravlja te sudjeluje u prikupljanju podataka u svrhu praćenja stanja očuvanosti prirode (monitoring). JU Maksimir upravlja, osim ZK Savica, još jednim značajnim krajobrazom, pet područja ekološke mreže Natura 2000 s međunarodnim značajem i 18 spomenika parkovne arhitekture. Plan upravljanja značajnim krajobrazom Savica izrađen je u sklopu projekta „Gradski prozori u prirodu - unaprjeđenje urbane bioraznolikosti i razvoj zelene infrastrukture (Modernizacija II) KK.06.1.2.02.0024.", kao dio usluge izrade planova, studija i ostalih dokumenata potrebnih za održivo upravljanje odredištima prirodne baštine - parkom Maksimir i značajnim krajobrazom Savica (JU Maksimir 2022).

Područje Savice se uglavnom koristi kao ribolovno područje. Pripada ribolovnom području Sava, ribolovnoj zoni Zagreb - istok, a ovlaštenik ribolovnog prava je ŠRD Peščenica koje na temelju Zakona o slatkovodnom ribarstvu Republike Hrvatske, obavlja športski ribolov temeljem Plana upravljanja ribolovnom zonom (JU Maksimir 2022).

ŠRD Peščenica znatno je doprinijelo očuvanju, zaštiti i održivom korištenju Savice. Osnovano 1976. godine, ŠRD danas broji preko 700 članova. U sklopu upravljanja ribolovnom zonom previđeno je poribljavanje, uređivanje okoliša, rad ribočuvarske službe te planiranje selektivnog izlova onih vrsta koje ugrožavaju druge vrste. U kontekstu korištenja ribolovne zone, previđen je športski ribolov te se na prostoru natjecateljske staze Savica održava niz natjecanja - Šaranski kupovi, ZG Liga te kadetska, pojedinačna i društvena natjecanja. Na središnjem dijelu južne obale Velikog jezera, izgrađen je ribički dom ŠRD Peščenica (ŠRD Peščenica 2023).

Zadatak članova ribolovnog društva je briga o ekološkoj slici jezera i prirodnog sklada flore i faune poribljavanjem jezera i čišćenje puteva. Najveći izazov ŠRD Peščenice je zagađenje od strane nesvjesnih građana koji i dalje odbacuju krupni otpad na području značajnog krajobraza. Na području Savice može se pronaći i divlja gradnja (dva naselja) iz čijih domaćinstava otpadne vode direktno odlaze (kako nije izgrađen kanalizacijski sustav) u jezera i zagađuju ih. Dugogodišnjem,

svakodnevnom prisustvu na području Savice i dobrim poznavanjem aktualne situacije te dobrom suradnjom s JU Maksimir, ŠRD Peščenica predstavlja glavnog partnera JU Maksimir u očuvanju zaštićenog područja (ŠRD Peščenica 2023).

#### 1.3.4. Bio-ekološke značajke

Prema općoj topologiji krajobraza, područje Savice svrstava se u područje riječnog nizinskog mješovitog krajobraza. Taj krajobraz Save proteže se obostrano uz rijeku Savu, od Podsuseda na zapadu do Jakuševca i Žitnjaka na istoku. Riječni krajobraz Save prepoznat je kao jedno od područja najveće krajobrazne osjetljivosti, uz opće krajobrazno područje Medvednice te nizinski urbani krajobraz Zagreba (OIKON 2015). Kontinuirana naseljenost i korištenje ovog područja od antičkih vremena, doveli su do nestanka nekadašnjih riječnih otoka i sprudova, trstika, šikara i ostalih prirodnih oblika te su isti danas velikim dijelom tek zabilježeni na povijesnim kartama i očuvani u nazivima nekadašnjih sela i pojedinih gradskih područja (JU Maksimir 202).

ZK Savica je jedino močvarno područje na području grada Zagreba te glavna odlika Savice predstavljaju vodena i vlažna staništa te uz njih vezane ugrožene životinjske vrste. Naime, regulacijom rijeke Save izgubljena je raznovrsnost vodenih i vlažnih staništa te uz njih vezanih vrsta. Stari rukavci i mrtvaje su velikom većinom ili izgubljeni ili presušili zbog snižene razine podzemnih voda. Nekadašnje šljunkovite i pjeskovite obale rijeke Save na području Grada danas predstavljaju rijetkost te su uglavnom opstale tek uz neke šljunčare i umjetna jezera koja su od njih nastala. Ostaci rukavaca zapadno od sela Blato postali su dio golf igrališta, dok su pojedine napuštene šljunčare, poput Jaruna i Bundeka pretvorene u rekreacijska jezera, što je dovelo do gubitka vrijednih polu/prirodnih staništa i izrazito osiromašilo bioraznolikost tih područja (Tvrtković i sur. 2007). Stoga su antropogeno utjecajna, no poprilično dobro očuvana vodena i vlažna staništa Savice od izrazitog značaja za područje Grada Zagreba u ornitološkom, ihtiološkom, florističkom, krajobraznom (GZPU 2006) te herpetološkom pogledu.

Prema biološkoj klasifikaciji, jezera Savica pripadaju eutrofnim jezerima. Eutrofna jezera su najčešće plitka jezera bogata hranjivim tvarima i s dobro razvijenom litoralnom zonom intenzivnog razvoja višeg vodenog bilja (JU Maksimir 2023).

#### 1.3.4.1. Flora

Prostirući se na više od 50 % ukupne površine Značajnog krajobraza Savica, vodena staništa dominiraju prostorom te ih karakterizira izrazita raznolikost vodene i močvarne vegetacije. U samim jezerima nalaze se slobodno plivajuće biljne vrste, čiji listovi i/ili cvjetovi plutaju na površini vode ili su potpuno uronjene u vodu te zakorjenjena vodena vegetacija. Obale Savice su obrasle dijelovima tršćaka, rogozika, visokih šiljeva i visokih šaševa. Na području Savice zabilježeno je nekoliko ugroženih i ujedno strogo zaštićenih vrsta šiljeva: smeđi šilj (*Cyperus fuscus*), klupčasti oštrik (*C. glomeratus*) i kasni oštrik (*C. serotinus*) (JU Maksimir 2022).

Područjem Savice, prije podizanja nasipa, prevladavala je šumska zajednica poplavnih šuma hrasta lužnjaka s velikom žutilovkom (*Genisto elatae - Quercetum roboris*) te zajednica hrasta lužnjaka i običnoga graba (*Carpino betuli - Quercetum roboris*). Zajednice su se značajno promijenile nakon regulacije vodotoka rijeke Save, što antropogenim utjecajem i posljedicom ruderalizacije staništa, te se vegetacija Savice danas može opisati kao sukcesivna vegetacija stajačica s ostacima poplavnih šuma (Alegro i sur. 2013). Flora Savice leži u sastojinama drvenastih vrsta koje su posljednje opstale poplavne vegetacije uz rijeku Savu, kao i hidrofiti i helofiti prisutni u jezercima i oko njih (EKONERG 2019).

Manji dio područja nalazi se pod košenim travnjacima, koji ovdje ne služe kao pašnjaci ili košarice, nego kao početni elementi uređenja krajolika. Rubovi cesta, puteva, staza, pruga, dijelovi obala jezeraca, okolica kuća i naselja obrašćuje ruderalna vegetacija koja je pod stalnim intenzivnim utjecajem čovjeka, a karakterizira ju visok udio jednogodišnjih i neofitskih vrsta. Povećani udio trava u ukupnoj flori ukazuje na veći broj ruderalnih, tj. ljudskom djelatnošću intenzivno utjecajnih staništa, dok su predstavnici porodica šiljeva i vrba karakteristični za vodena staništa. Prema Pravilniku o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 7/2006) na području Savice obitava 45 zaštićenih svojti, te četiri strogo zaštićene svojte. Nasuprot ovih autohtonih vrsta na prostoru Savice dolazi i 19 invazivnih svojti (Mrakovčić i sur. 2007). Sukladno *Flora Croatica Database* unutar područja obuhvata zabilježeno je 279 vrsta papratnjača i sjemenjača iz 71 porodice.

### 1.4.3.2. Fauna

Vodena i močvarna staništa Savice temelj su izrazito bogate ornitofaune područja te ZK Savica predstavlja važno područje za prehranu, gniježđenje i zimovanje brojnih ptičjih vrsta. Na Savici se u jesen sakuplja nekoliko stotina, a ponekad i više lastavica (JU Maksimir 2023). Prema dostupnim podacima (GPuP 2017), fauna ptica Savice broji preko 150 vrsta, pri čemu se tu redovito ili povremeno gnijezde 52 vrste (JU Maksimir 2022).

Savica je bogata životinjskim vrstama. Broj ovdje utvrđenih vrsta predstavlja trećinu ukupnog broja vrsta vretenaca u Hrvatskoj. Ovdje se ističe ugrožena vrsta proljetna narančica (*Epitheca bimaculata* (Carpentier, 1825)) koja nastanjuje mala i duboka jezera (jezera u šumi, mrtvaje, šljunčare, ribnjake), mezotrofna do eutrofna, s mnogo podvodne i plutajuće vegetacije, djelomično ili u potpunosti okružene drvećem i grmljem (JU Maksimir 2022).

Bioraznolikost vodenih staništa, prihvatljiva kakvoća vode te očuvana prirodna struktura obale temelj su očuvanja brojnosti ostalih životinjskih skupina ovog područja. Na području Savice obitava tako veći broj vodozemaca i gmazova, pri čemu se ističe barska kornjača (*Emys orbicularis* (Linnaeus, 1758)) koja naseljava vodena staništa s nešto sporijom strujom vode te mogućim sunčalištima na otočićima i u vodu srušenim deblima. Na području tako Savice vjerojatno obitava i vidra (*Lutra lutra* (Linnaeus, 1758)) (Tvrtković i sur. 2007; JU Maksimir 2023), strogo zaštićena vrsta kojoj u pravilu odgovaraju sva vodena staništa s visokom produktivnosti ribljih populacija i mirna područja potrebna za podizanje mladih (Antolović i sur. 2006). Iz prikupljenih podataka (Franić 2010), na području Savice zabilježene su 42 vrsta sisavaca (raspoređenih u 13 porodica (EKONER 2019)).

## 1.4. Ihtiofauna

Ribe spadaju u vrlo staru i veliku skupina kralješnjaka s velikom raznolikošću, a ipak su najslabije istražena skupina. Do danas je opisano oko 36 000 ribljih vrsta (Van der Laan i sur. 2023). Ribe žive u slatkoj i morskoj vodi. Slatke vode zauzimaju maleni postotak ukupne površine svjetskih voda, no jedna trećina svih riba pripada slatkovodnim vrstama. Danas je opisano oko 10 000 vrsta, a svake se godine otkrije dvjestotinjak novih vrsta (Mrakovčić i sur. 2006). Europska ihtiofauna broji oko 546 autohtonih i 33 alohtone vrsta (Kottelat i Freyhof 2007). Slatkovodna ihtiofauna u Hrvatskoj je podijeljena u 2 razreda, 16 redova, 30 porodica i 75 rodova te 137 vrsta. Ihtiofauna rijeke Save je u prošlosti istraživana više puta. Brojnost slatkovodnih vrsta riba u rijeci Savi je visoka i broji do 20 porodica s 68 vrsta, od kojih 13 su alohtone vrste (Ćaleta i sur. 2019).

Prema Holmlund i Hammer (2000) biološko značenje riba u ekosustavu određeno je u regulacijskoj i povezujućoj te informativnoj ulozi. Regulacijska i povezujuća uloga ribljih zajednica povezuje hranidbene lance vodenog i kopnenog ekosustava, povezuje hranidbene lance vodenog ekosustava, reciklira nutrijente i prenosi ugljik i minerale, prestrukturira supstrata dna, pomaže u kruženju ugljika iz vodenih ekosustava u atmosferu, održava proces sedimentacije te održava raznolikost na razini genoma, vrsta i ekosustava. Informativna uloga ribljih zajednica omogućuje procjenu stresa ekosustava, omogućuje procjenu stanja ekosustava, omogućuje znanstvene i edukacijske informacije te omogućuje prirodno-povijesne informacije.

Struktura zajednice riba ovisi o protoku vode, količini kisika te temperaturi, prozirnosti i onečišćenju vodnog tijela. Promjenom tih čimbenika doći će do izmjene u populaciji riba, a može doći i do smanjena raznolikosti vrsta. Unos alohtonih vrsta, degradacija staništa, onečišćenje i regulacija vodotoka su neki od uzroka poremećaja u ekosustavu. Unos alohtonih vrsta može imati vrlo negativan utjecaj na bioraznolikost i ekosustav nekog područja. Najveći negativan utjecaj alohtonih vrsta riba je kompeticija za hranu i stanište autohtonih vrsta, hibridizacija te prijenos bolesti i nametnika. Mnoge slatkovodne ribe su unesene su u svrhu poribljavanja za sportski i rekreacijski ribolov, biološku kontrolu ili u ukrasne svrhe (Mrakovčić i sur. 2006).

Savica, po svom ihtiološkom tipu, pripada nizinskom tipu voda. Nastanjuju je porodice tzv. toplovodnih riba, poput šaranki (Cyprinidae), vijuna (Cobitidae), somova (Siluridae), štika (Esocidae), grgeča (Percidae). Uz autohtone porodice toplovodnih riba mogu se pronaći i alohtone



porodice kao što su patuljasti somić (Ictaluridae), sunčanica (Centrarchidae) i gambuzija (Poecillidae) (Mrakovčić i sur. 2007).

Promatrajući ekološke zahtjeve zabilježenih ribljih vrsta, manji dio istih pripada reofilnim vrstama (vrstama koje preferiraju brže tekuće vode, s većom količinom kisika), dio limnofilnim vrstama (vrstama koje vole stajaću, mirnu vodu poput bara, jezera i mrtvaja) (Duplić 2008), dok ostatak nema određenu preferencu prema određenom tipu voda te lakše podnose promjenjive uvjete staništa i raznolike ekološke uvjete, uključujući i nepredviđene promjene koje su najčešće posljedica ljudskih utjecaja poput onečišćenja (Zanella i sur. 2021). U jezerima se mogu pronaći vrste poput bolena (*Leuciscus aspius* (Linnaeus, 1758); sinonim: *Aspius aspius*), ciljna vrsta nizvodnog područja ekološke mreže Natura 2000, koja je prije dvadesetak godina nestala iz Jaruna te nalazi u samoj rijeci Savi su rijetki (JU Maksimir 2022). Sunčanica (*Lepomis gibbosus* (Linnaeus, 1758)) je zbog svog atraktivnog izgleda unesena u Europu kao akvarijska ribica. U prirodnoj okolini vrlo brzo se proširila te istisnula mnoge autohtone vrste, smanjivši im brojnost kompeticijom i agresivnim ponašanjem. Gambuzija (*Gambusia holbrooki* Girard, 1859) je unesena za kontrolu komaraca i suzbijanje malarije, dok je bijeli amur (*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)) unesen za kontrolu vodenog bilja u stajaćim vodama (Mihinjač i sur. 2019). U našim prirodnim vodama, obje vrste su uspostavile samoodržive populacije te negativno utječu na autohtone vrste. Populacija gambuzije u pravilu ne može preživjeti zimu u kontinentalnom klimatskom podneblju te preživljavanje u jezeru Savica se pripisuje dotoku tople vode iz TE-TO Zagreb. U svrhe poribljavanja su unesene kalifornijska pastrva (*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)) i pastrvski grgeč (*Micropterus salmoides* (Lacepède, 1802)) (Mihinjač i sur. 2019).

Trenutno poribljavanje se obavlja na temelju revizije Plana upravljanja ŠRD Peščenica iz 2021. godine (vrijedi do 2026. godine), tj. mjera za unapređenje slatkovodnog ribarstva na ribolovnoj zoni ŠRD „Peščenica“ Zagreb. Planom se preporučuje nasađivanje konzumnim veličinama štuke, šarana, i bijelog amura te mladem linjaka i smuda. Bijeli amur je strana vrsta, ali se redovito nasađuje uz posebno dopuštenje Ministarstva nadležnog za zaštitu prirode. U Planu se ističu dva lokaliteta na kojima je zabranjen ribolov radi očuvanja ribljeg fonda - trščak između jezera Ciganska i Potkova te otok nasuprot ribičkog doma u Velikom jezeru spojen mostom (Zanella i sur. 2021). Internim aktima ŠRD Peščenica ribolov je na tim područjima zabranjen u potpunosti.

Selektivno izlovljavanje jedinki soma težih od šest kilograma potrebno je kako bi se smanjilo štetno djelovanje na autohtone vrste. Iznimka su također invazivne strane vrste koje se lovi neograničeno, s ciljem što većeg smanjenja brojnosti ovih vrsta u ribolovnim vodama. Pritom, postoje određena ograničenja u prostoru i načinu ribolova. Tako se na jezeru Potkova ribolov svih vrsta riba (osim invazivnih stranih) obavlja po principu „ulovi i pusti“, pri čemu su dozvoljeni alati dva ribolovna pribora s po jednom udicom, no bez uporabe živih i umjetnih mamaca. Nadalje, zabranjen je svaki ribolov u trščaku jezera „Ciganska“ od 01. travnja do 31. svibnja radi mriješta ribe te na otoku nasuprot ribičkog doma u Velikom jezeru, kako bi se ribama na toj poziciji omogućio neometan boravak. Vezano uz poribljavanje jezera, poribljavanje se vrši u tri navrata: u ožujku, lipnju i listopadu, pri čemu se preporučuje nasađivanje konzumnim veličinama šarana, bijelog amura i štuke te mlađem linjaka i smuđa (Zanella i sur. 2021).

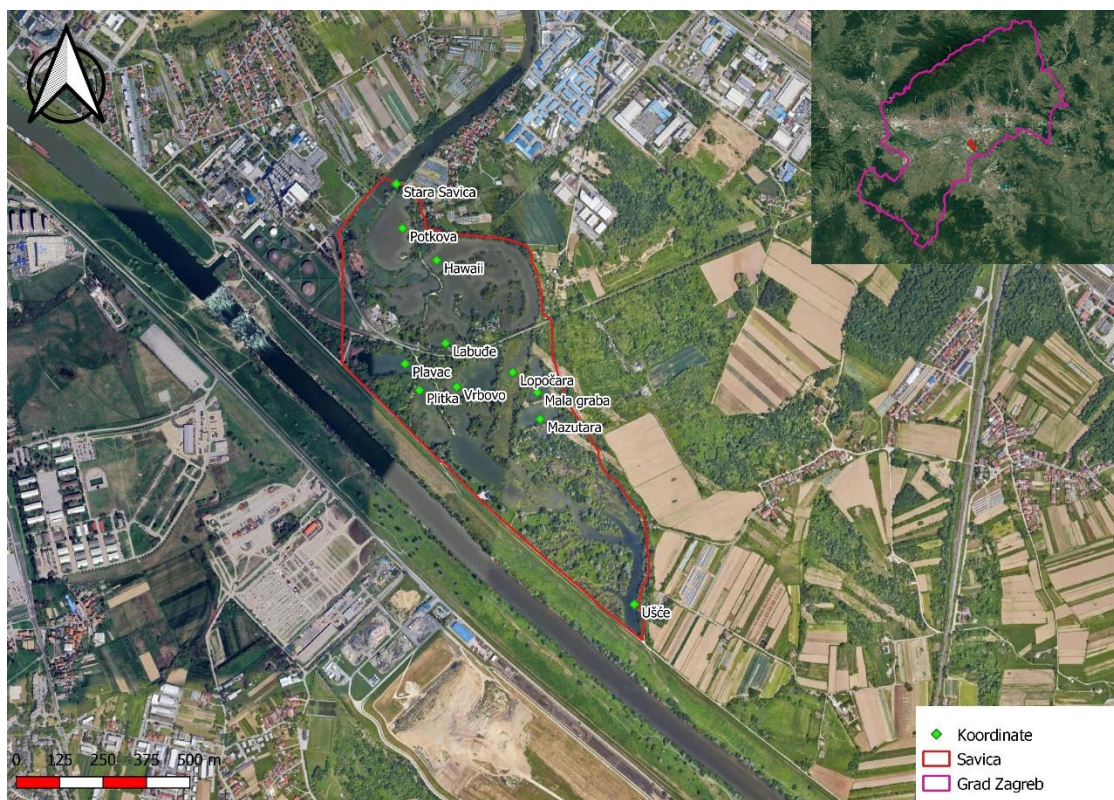
## **2. Ciljevi istraživanja**

1. Odrediti kvalitativni i kvantitativni sastav ihtiocenoze jezera Savica (sistematizirano prema porodicama i vrstama), s postotnim udjelom zastupljenosti pojedinih vrsta riba.
2. Odrediti indekse bioraznolikosti (Simpsonov indeks, Shannonov-Wienerov indeks i Brillouinov indeks) na lokacijama uzorkovanja.
3. Analizirati zastupljenost u gustoći populacije stranih i invazivnih vrsta na lokacijama uzorkovanja.
4. Analizirati zastupljenost vrsta prema trofičkim i ekološkim grupama na lokacijama uzorkovanja.

### 3. Materijali i metode

#### 3.1. Područje istraživanja

Uzorkovanje se odvijalo na 11 prethodno određenih lokacijama (Slika 4 - 11) jednodnevnim terenskim izlascima u 3 navrata. Uzorkovanjem su se prikupili podaci o ihtiocenozi na starom rukavcu te na 10 jezera Savice u periodu od 6 mjeseci (od svibnja do listopada 2023.), jedanput u svakoj sezoni (proljeće, ljeto i jesen). Uzorkovanje se provodilo u toplijem dijelu godine zbog veće aktivnosti riba u tom razdoblju.



Slika 3. Područje uzorkovanja s naznačenim postajama. Izrađeno u programu QGIS.



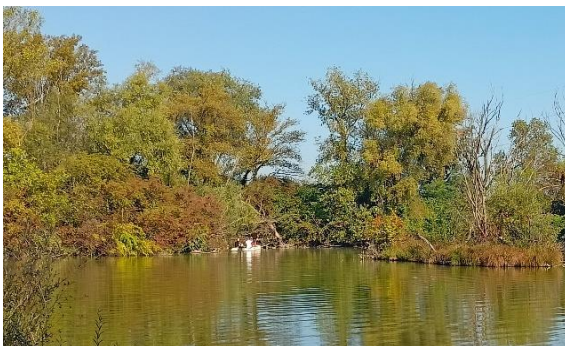
**Slika 4.** Jezero Potkova (autorska fotografija)



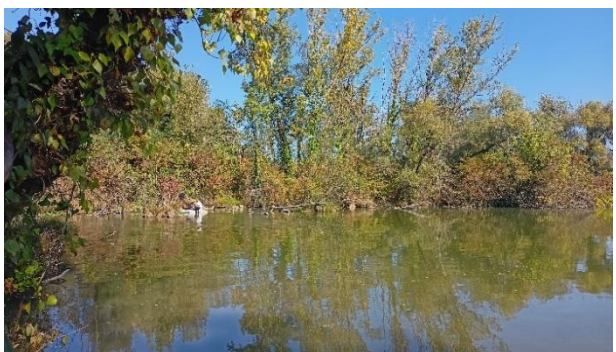
**Slika 5.** Jezero Hawaii (autorska fotografija)



**Slika 6.** Labuđe jezero (autorska fotografija)



**Slika 7.** Jezero Plavac (autorska fotografija)



**Slika 8.** Jezero Vrbovo (autorska fotografija)



**Slika 9.** Jezero Lopočara (autorska fotografija)



**Slika 10.** Jezero Mazutara (autorska fotografija)



**Slika 11.** Jezero Mala graba (autorska fotografija)



**Slika 12.** Ušće (autorska fotografija)



**Slika 13.** Stara Savica (autorska fotografija)



**Slika 14.** Jezero Plitka (autorska fotografija)

### 3.2. Uzorkovanje

Uzorkovanje se provodilo elektroribolovom kao jedne od standardnih ihtioloških metoda uzorkovanja s gumenog čamca. Koristio se elektroribolovni agregat marke Hans Grassl, snage 7,5 kW spojen na zaobljenu anodu od nehrđajućeg čelika promjera 50 cm te mrežom veličine oka od

10 mm korištenom za ograničavanje ulova uglavnom na odrasle primjerke. Uzorkovanje se radilo u tročlanom timu. Minimalna duljina uzorkovanja razlikuje se među lokacijama uzorkovanja zbog veličine jezera, no kretanje čamca uz obalu se ograničilo na 25 minuta te se GPS uređajem mjerila pređena udaljenost. Sve opažene jedinke su odmah determinirane do vrste, na temelju vanjskih morfoloških karakteristika, te su jedinke izbrojane. Podaci su upisani u Microsoft Excel tablice.

Značajni krajobraz Savica spada u kategoriju prirodne zaštite te zbog tog razloga nije zabilježena biomasa. Uzorkovanje elektroribolovom je jedna od najučinkovitijih metoda prikupljanja podataka o postojećem stanju slatkovodne ihtiofaune. Ova metoda se koristi za uzorkovanje ribljih populacija radi utvrđivanja sastava, brojnosti i gustoće vrsta riba. Elektroribolov je najprihvaćenija standardna neselektivna metoda ribolova koja koristi istosmjernu struju koja teče između potopljene katode i anode. RIBE plivaju prema anodi, gdje ih se može omamiti ili uloviti. (Barbour i sur. 1991).

### **3.3. Obrada podataka**

Za obradu podataka korišten je Microsoft Excel i PRIMER 6.0 (PRIMER-e). Za određivanje kvalitativne i kvantitativne analize sastava ihtiocenoze i analiziranje zastupljenosti alohtonih slatkovodnih vrsta jezera Savica korištene su osnovne funkcije Microsoft Excel-a. U programu PRIMER 6.0 korištene su statističke analize za određivanje sličnosti između zajednica riba na lokacijama uzorkovanja (Bray-Curtisova sličnost i CLUSTER analiza)(p vrijednost <0.05).

Za određivanje bioraznolikosti korišteni su Simpsonov indeks, Shannonov-Wienerov indeks, Brillouinov indeks i bogatstvo vrsta (Margalefov indeks) u programu PRIMER 6.0.

Margalefov indeks (d) je mjera bogatstva vrsta za male uzorke, što znači da broji različite vrste u određenom području ili zajednici. Prednost Margalefovog indeksa bioraznolikosti je dobra sposobnost razlikovanja te vrlo lagan izračun (Bollarapu i Ramarao 2021).

Simpsonov indeks (D) je mjera koncentracije vrsta. To je jedna od najsmislenijih i najснаžnijih dostupnih mjera indeksa bioraznolikosti. Indeks uzima u obzir bogatstvo vrsta i ravnomjernost u obilju i mjeri vjerojatnost da će dvije nasumice odabrane jedinke određenog područja pripadati istoj vrsti i prikazati dominantnost određene vrste. Vrijednost indeksa kreće se

između 0 i 1. Nula predstavlja najveću bioraznolikost, a jedan označava nepostojanje bioraznolikosti. Što je veća vrijednost indeksa manja je bioraznolikost. Budući da je ovo tumačenje nelogično, indeks se često oduzima od 1 kako bi se dobilo ono što nazivamo Simpsonov indeks raznolikosti (1-D). Vrijednost indeksa se kreće između 0 i 1, ali sada što je veća vrijednost veća je bioraznolikost (Bollarapu i Ramarao 2021).

Shannonov-Wienerov indeks ( $H'$ ) ili Shannonov indeks je mjera za karakteriziranje bioraznolikosti vrsta područja. Indeks u načelu uzima u obzir broj vrsta i distribuciju jedinki između vrsta. Shannonov-Wienerov indeks može se koristiti samo u slučajnim uzorcima koji su izvučeni iz velike zajednice u kojoj je poznat broj vrsta. Prednost korištenja ovog indeksa je relativno lagani izračun i osjetljivost na stvarne razlike područja (Bollarapu i Ramarao 2021). U slučaju da je broj vrsta na dva područja jednak, indeks može razlikovati između dva područja na kojem dominira jedna ili više vrsta, te može usporediti podatke s cijelom bioraznolikosti (Sherwin i Fornells 2019). Vrijednost indeksa počinje od 0 (nema bioraznolikosti, područje s jednom vrstom). Što je veća vrijednost, to je veća bioraznolikost vrsta na određenom području (Bollarapu i Ramarao 2021).

Brillouin indeks ( $H_B$ ) može se koristiti kada se ne može jamčiti slučajnost uzorka, a zajednica je temeljito popisana. Brillouinov indeks stavlja veći naglasak na bogatstvo vrsta i umjereno je osjetljiv na veličinu uzorka. Ograničenje Brillouinovog indeksa je osjetljivost na brojnost rijetkih vrsta (Bollarapu i Ramarao 2021).



## 4. Rezultati

### 4.1. Kvalitativni sastav ihtiofaune

Na području značajnog krajobraza Savica ukupno je ulovljeno 6021 jedinka. Od pronađenih 20 vrsta, sedam vrsta spada u alohtonu ihtiofaunu. Prema van der Laan (2023) vrste riba istraživanog područja su svrstane u 12 porodica. Sustavno su prikazane u **Tablici 1**.

Najzastupljenija je porodica Leuciscidae s pet vrsta. Porodica Percidae je zastupljena s tri vrste: grgečom, balavcem i smuđem. Porodica Centrarchidae zastupljena je s dvije alohtone vrste: sunčanicom i pastrvskim grgečom. Porodica Cyprinidae zastupljena je s jednom autohtonom vrstom (šaran) i jednom alohtonom vrstom (babuška)(**Tablica 1**).

**Tablica 1.** Sustavni prikaz pronađenih vrsta i porodica

Porodica	Latinsko ime vrste	Hrvatsko ime	Autohtona/ Invazivna vrsta
Cobitidae	<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	Vijun	Autohtona
Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Šaran	Autohtona
	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Babuška	Alohtona
Xenocyprididae	<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Bijeli amur	Alohtona
Acheilognathidae	<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	Gavčica	Autohtona
Gobionidae	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Bezribica	Alohtona
Leuciscidae	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Crvenperka	Autohtona
	<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Uklija	Autohtona
	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Bodorka	Autohtona
	<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Nosara	Autohtona
	<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Klen	Autohtona
Siluridae	<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Som	Autohtona
Ictaluridae	<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	Crni somić	Alohtona
Esocidae	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Štuka	Autohtona
Poeciliidae	<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859	Gambuzija	Alohtona
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Grgeč	Autohtona
	<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	Balavac	Autohtona
	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Smuđ	Autohtona
Centrarchidae	<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Sunčanica	Alohtona
	<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède 1802)	Pastrvski grgeč	Alohtona

U jezerima Savica zabilježene su porodice tzv. toplovodnih riba, poput vijuna (Cobitidae), šaranki (Cyprinidae), somova (Siluridae), štika (Esocidae), grgeča (Percidae) te klana (Leuciscidae). Prema staništu ekološke preferencije, tri vrste su reofili, četiri vrste limnofili te 13 vrsta su euritopi (vrste prilagođene životu u različitim klimatskim uvjetima) (**Tablica 2**). Prema supstratu za mrijest prevladava miješani tip litofila (jaja se pričvršćuju na šljunak i kamenje) i fitofila (polažu jajašca na vodenu vegetaciju), iako fitofili prevladavaju s izuzetkom jednog ostrakofila (jaja polaže u škržne šupljine školjkaša). Većina zabilježenih riba su omnivori, s par izuzetaka piscivora i herbivora (**Tablica 2**).

**Tablica 2.** Ekološke značajke pronađenih slatkovodnih riba (prema Aarts i Nienhuis 2003; Mihaljević i sur. 2011; Mustafić i sur. 2020; Rauch 2022)

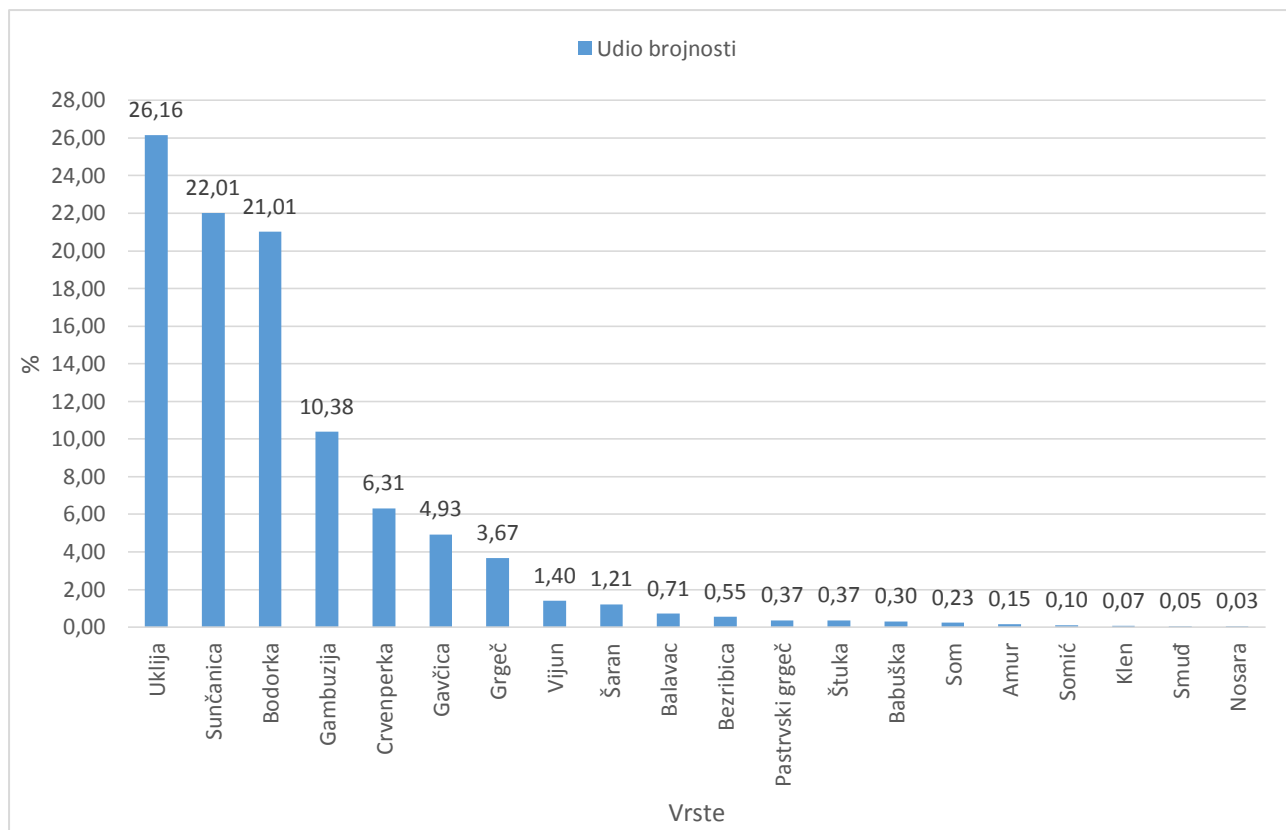
Vrsta	Stanišna ekološka preferencija	Stupac vode	Supstrat za mrijest	Prehramben a strategija
Vijun	Reofil	Bentička	LITO	INS/INV
Šaran	Euritop	Bentička	FITO	OMNI
Babuška	Euritop	Bentička	FITO	OMNI
Bijeli amur	Euritop	Bentička	LITO	HERB
Gavčica	Euritop	Vodeni stupac	FITO/LITO	OMNI
Bezribica	Euritop	Vodeni stupac	FITO/LITO	OMNI
Crvenperka	Limnofil	Bentička	FITO	OMNI
Ukljija	Euritop	Vodeni stupac	FITO/LITO	OMNI
Bodorka	Euritop	Vodeni stupac	FITO/LITO	OMNI
Nosara	Reofil	Bentička	LITO	INS/INV
Klen	Reofil	Vodeni stupac	LITO	OMNI
Som	Euritop	Bentička	FITO	OMNI
Crni somić	Limnofil	Bentička	FITO/LITO	OMNI
Štika	Euritop	Vodeni stupac	FITO	PISC
Gambuzija	Limnofil	Vodeni stupac	OSTR	OMNI
Grgeč	Euritop	Vodeni stupac	FITO/LITO	INV/PISC
Balavac	Euritop	Bentička	FITO/LITO	INS/INV
Smuđ	Euritop	Vodeni stupac	FITO	PISC
Sunčanica	Limnofil	Vodeni stupac	FITO/LITO	INS/INV
Pastrvski grgeč	Euritop	Bentička	LITO	OMNI

Objašnjenje kratica: LITO - litofil, FITO - fitofil, OSTR - ostakofil, INS - insektivor, INV - invertivor OMNI - omnivor, HERB - herbivor, PISC - piscivor

U ukupnom udjelu najviše je izložljeno uklija (26,16%), sunčanica (22,01%) te bodorki (21,01%). Prema broju jedinki, najviše je izložljeno uklija (1575 jedinki), zatim sunčanica (1325 jedinki) te bodorki (1265 jedinki). Ostale vrste u brojnosti ulova sudjeluju s postotkom ispod 5% s izuzetkom gambuzije od 10,38% (**Tablica 3** i **Slika 15**).

**Tablica 3.** Brojnosti i udjeli (%) ulovljenih slatkovodnih riba jezera Savica

<b>Vrsta</b>	<b>Brojnost</b>	<b>%</b>
Vijun	84	1,40
Šaran	73	1,21
Babuška	18	0,30
Crvenperka	380	6,31
Uklija	1575	26,16
Bodorka	1265	21,01
Nosara	2	0,03
Klen	4	0,07
Bezribica	33	0,55
Bijeli amur	9	0,15
Gavčica	297	4,93
Som	14	0,23
Crni somić	6	0,10
Štuka	22	0,37
Gambuzija	625	10,38
Grgeč	221	3,67
Balavac	43	0,71
Smuđ	3	0,05
Sunčanica	1325	22,01
Pastrvski grgeč	22	0,37
<b>UKUPNO</b>	<b>6021</b>	<b>100,00</b>



**Slika 15.** Udio brojnosti vrste riba u ulovu (izrađeno u Microsoft Excel-u)

Na svim lokacijama uzorkovanja se mogu pronaći bodorka, sunčanica te grgeč. Uklija je zabilježena na svim lokacijama osim u jezeru Mala graba, a crvenperka izostaje iz jezera Hawai. Šaran se ne može uočiti u jezeru Mazutara i starom rukavcu Stara Savica. Nosara, bezribica i klen su zabilježeni jedino u jezeru Potkova. Smuđ je zabilježen jedino u Staroj Savici. Uklija je bila najbrojnija u jezeru Hawai (48,68%) s 350 jedinki, no najveći udio je zabilježen u jezeru Potkova s 250 jedinki (51,23%) (**Tablica 4**).

**Tablica 4.** Brojnost i udio (%) vrsta riba po lokacijama uzorkovanja

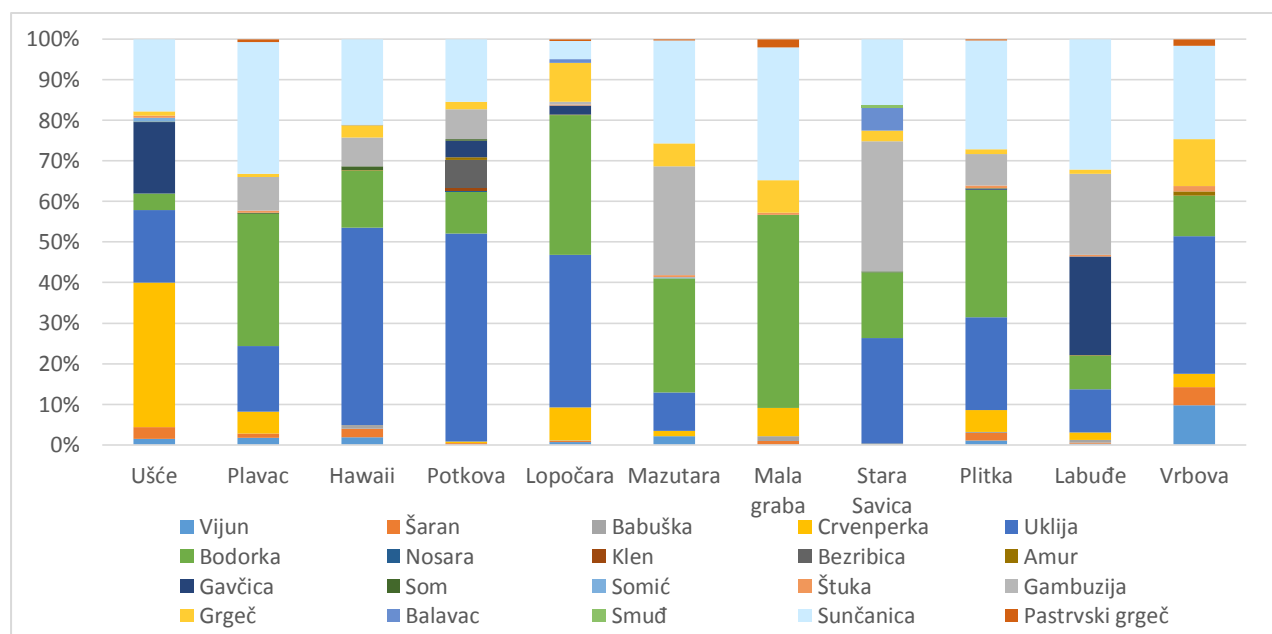
<b>Vrste</b>	<b>Ušće</b>	<b>%</b>	<b>Plavac</b>	<b>%</b>	<b>Hawai</b>	<b>%</b>	<b>Potkova</b>	<b>%</b>
Vijun	8	1,41	11	1,77	13	1,81	0	0
Šaran	17	3,00	6	0,97	16	2,23	2	0,41
Babuška	0	0	0	0	6	0,83	0	0
Crvenperka	202	35,63	34	5,48	0	0	2	0,41
Uklija	101	17,81	100	16,13	350	48,68	250	51,23
Bodorka	23	4,06	202	32,58	101	14,05	50	10,25
Nosara	0	0	0	0	0	0	2	0,41
Klen	0	0	0	0	0	0	4	0,82
Bezribica	0	0	0	0	0	0	33	6,76
Amur	0	0	0	0	1	0,14	3	0,61
Gavčica	100	17,64	0	0	0	0	20	4,10
Som	1	0,18	2	0,32	7	0,97	2	0,41
Crni somić	5	0,88	0	0	0	0	0	0
Štuka	3	0,53	3	0,48	0	0	0	0
Gambuzija	0	0	51	8,23	51	7,09	36	7,38
Grgeč	6	1,06	5	0,81	21	2,92	9	1,84
Balavac	0	0	0	0	1	0,14	0	0
Smuđ	0	0	0	0	0	0	0	0
Sunčanica	101	17,81	202	32,58	152	21,14	75	15,37
Pastrvski grgeč	0	0,00	4	0,65	0	0	0	0
<b>UKUPNO</b>	<b>567</b>	<b>100,00</b>	<b>620</b>	<b>100,00</b>	<b>719</b>	<b>100,00</b>	<b>488</b>	<b>100,00</b>

**Tablica 4.** nastavak

<b>Vrste</b>	<b>Lopočara</b>	<b>%</b>	<b>Mazutara</b>	<b>%</b>	<b>Mala graba</b>	<b>%</b>	<b>Stara Savica</b>	<b>%</b>
Vijun	5	0,75	8	2,14	0	0	0	0
Šaran	1	0,15	0	0	3	0,88	0	0
Babuška	1	0,15	0	0	4	1,18	1	0,16
Crvenperka	55	8,22	5	1,34	24	7,08	1	0,16
Uklija	251	37,52	35	9,38	0	0	162	26,00
Bodorka	231	34,53	105	28,15	161	47,49	101	16,21
Nosara	0	0	0	0	0	0	0	0
Klen	0	0	0	0	0	0	0	0
Bezribica	0	0	0	0	0	0	0	0
Amur	1	0,15	0	0	0	0	0	0
Gavčica	15	2,24	0	0	0	0	0	0
Som	0	0	0	0	0	0	1	0,16
Crni somić	0	0	1	0,27	0	0	0	0
Štuka	1	0,15	2	0,54	2	0,59	0	0
Gambuzija	5	0,75	100	26,81	0	0	200	32,10
Grgeč	64	9,57	21	5,63	27	7,96	17	2,73
Balavac	6	0,90	0	0	0	0	36	5,78
Smuđ	0	0	0	0	0	0	3	0,48
Sunčanica	30	4,48	95	25,47	111	32,74	101	16,21
Pastrvski grgeč	3	0,45	1	0,27	7	2,06	0	0
<b>UKUPNO</b>	<b>669</b>	<b>100,00</b>	<b>373</b>	<b>100,00</b>	<b>339</b>	<b>100,00</b>	<b>623</b>	<b>100,00</b>

Tablica 4. nastavak

Vrste	Plitka	%	Labude	%	Vrbova	%
Vijun	7	1,07	2	0,30	30	9,71
Šaran	12	1,83	2	0,30	14	4,53
Babuška	2	0,30	4	0,61	0	0
Crvenperka	35	5,33	12	1,83	10	3,24
Uklija	151	22,98	70	10,65	105	33,98
Bodorka	206	31,35	54	8,22	31	10,03
Nosara	0	0	0	0	0	0
Klen	0	0	0	0	0	0
Bezribica	0	0	0	0	0	0
Amur	0	0	1	0,15	3	0,97
Gavčica	2	0	160	24,35	0	0
Som	1	0	0	0	0	0
Crni somić	0	0	0	0	0	0
Štuka	4	0,61	3	0,46	4	1,29
Gambuzija	51	7,76	131	19,94	0	0,00
Grgeč	8	1,22	7	1,07	36	11,65
Balavac	0	0	0	0	0	0
Smuđ	0	0	0	0	0	0
Sunčanica	176	26,79	211	32,12	71	22,98
Pastrvski grgeč	2	0,30	0	0	5	1,62
<b>UKUPNO</b>	<b>657</b>	<b>100,00</b>	<b>657</b>	<b>100,00</b>	<b>309</b>	<b>100,00</b>



Slika 16. Udio brojnosti pojedinih vrsta riba na lokacijama istraživanja (izrađeno u Microsoft Excel-u)

## 4.2. Kvantitativni sastav ihtiofaune

Analiza pojedinih neparametrijskih indeksa iznesena je u Tablicama 5. i 6. Simpsonov indeks za cijelo područje istraživanja iznosi 0,8201, a Shannonov-Wienerov i Brillouin indeks imaju vrlo slične vrijednosti (izrađeno u programu PRIMER 6.0).

**Tablica 5.** Indeksi bioraznolikosti zajednica riba na području Značajnog krajobraza Savica

<b>Indeksi bioraznolikosti</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>d</b>	<b>HB</b>	<b>H'</b>	<b>1-D</b>
<b>Brojnost</b>	20	6021	2,183	1,959	1,968	0,8201

Objašnjenje kratica: S - ukupan broj vrsta, N - ukupan broj jedinki, d - Margalefov indeks, HB - Brillouin indeks, H' - Shannonov-Wienerov indeks, 1-D - Simpsonov indeks

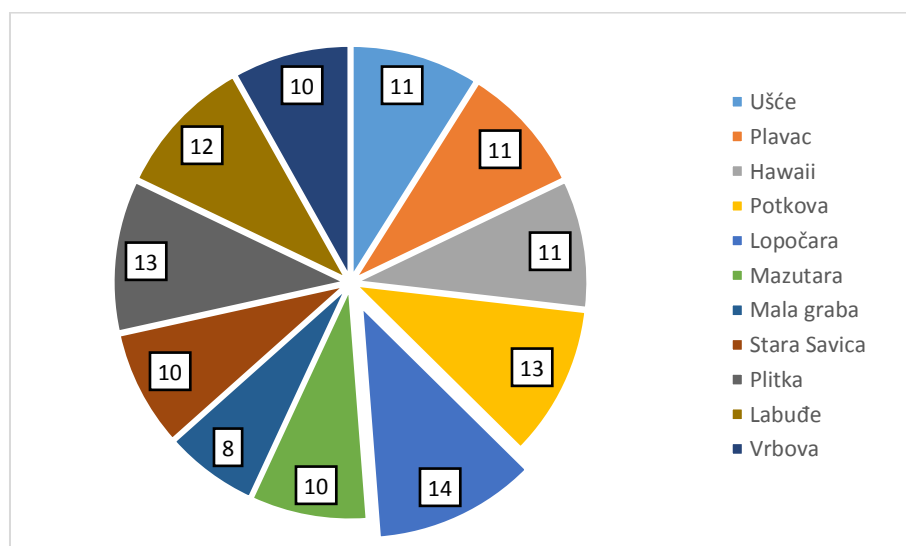
Broj vrsta po lokacijama se kreće od osam u jezeru Mala graba do 14 u jezeru Lopočara (**Tablica 6.** i **Slika 17.**). Alohtone vrste su zabilježene na svim postajama s najvećim brojem od pet alohtonih vrsta na lokaciji Lopočara, no najveći udio je u jezeru Mazutara (40,00%). Najmanji udio alohtonih vrsta je u jezeru Ušće s dvije alohtone vrste (18,18%). Najveći Margalefov indeks (bogatstvo vrsta) ima jezero Lopočara (1,998), a najmanji jezero Mala graba (1,202). Najveći indeksi bioraznolikosti (Simpsonov, Shannonov-Wienerov i Brillouin indeks) su zabilježeni u jezeru Vrbovo, dok su najniži zabilježeni u jezeru Mala graba (**Tablica 6.**).



**Tablica 6.** Broj vrsta, udio stranih vrsta, bogatstvo vrsta te indeksi bioraznolikosti za istraživane lokacije

Jezeru	S	N	br. aut.	br. alo.	% alo.	d	HB	H'	1-D
Ušće	11	567	9	2	18,18	1,577	1,674	1,712	0,777
Plavac	11	620	8	3	27,27	1,555	1,586	1,622	0,753
Hawaii	11	719	7	4	36,36	1,520	1,476	1,506	0,693
Potkova	13	488	9	4	30,77	1,939	1,555	1,604	0,693
Lopočara	14	669	9	5	35,71	1,998	1,531	1,568	0,722
Mazutara	10	373	6	4	40,00	1,520	1,594	1,642	0,773
Mala graba	8	339	5	3	37,50	1,202	1,271	1,313	0,657
Stara Savica	10	623	7	3	30,00	1,399	1,594	1,625	0,774
Plitka	13	657	9	4	30,77	1,850	1,641	1,678	0,769
Labuđe	12	657	8	4	33,33	1,696	1,662	1,697	0,780
Vrbova	10	309	7	3	30,00	1,570	1,768	1,831	0,798

Objašnjenje kratica: S - ukupan broj vrsta, N - ukupan broj jedinki, uk.br. - ukupan broj vrsta na lokaciji, br.aut. - broj autohtonih vrsta, br.alo. - broj alohtonih vrsta, % alo. - udio alohtonih vrsta, d - Margalefov indeks, HB - Brillouin indeks, H' - Shannonov-Wienerov indeks, 1-D - Simpsonov indeks

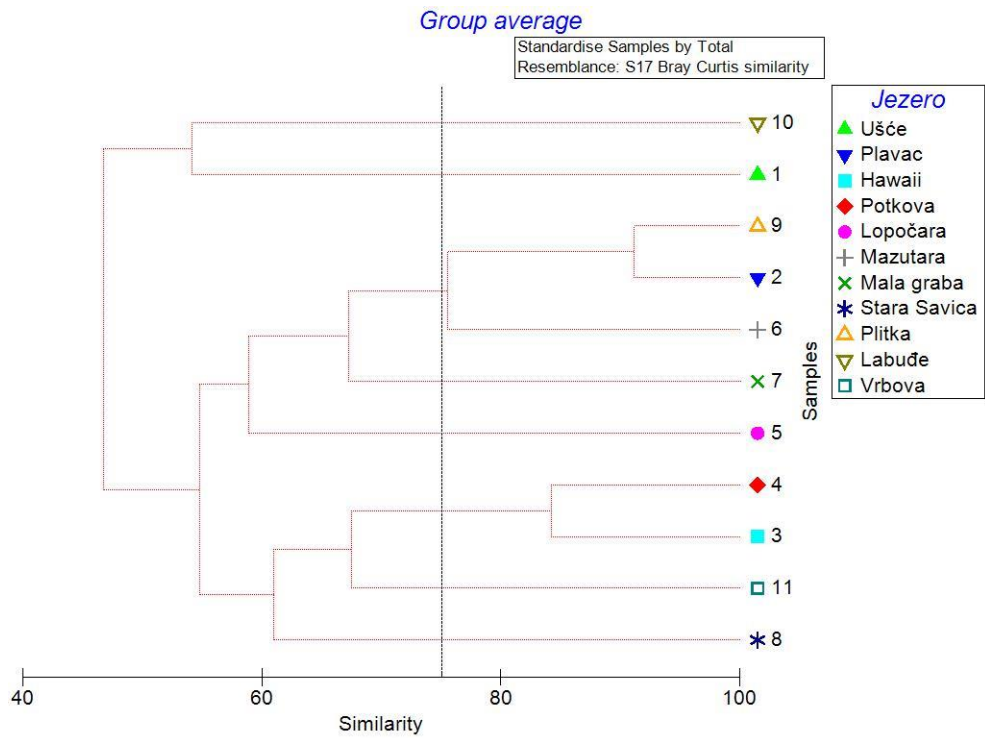


**Slika 17.** Broj vrsta po lokacijama uzorkovanja (izrađeno u Microsoft Excel-u)

Bray-Curtisova sličnosti je najveća između jezera Plitka i Plavac (91,14). Najmanja sličnost je između jezera Mala graba i Potkova (28,28) (**Tablica 7**). Prema CLUSTER analizi (**Slika 18**), temeljenoj na Bray-Curtisovoj sličnosti ( $p$  vrijednost  $<0.05$ ), Labuđe jezero i Ušće su lokacije koje se statistički značajno razlikuju od drugih. Jezera Plavac i Plitka čine grupu s minimalno 90% sličnosti u ihtiofauni jezera, drugu grupu čine jezera Hawai i Potkova s minimalno 80% sličnosti te jezera Mazutara, Plavac i Plitka čine treću grupu s minimalno 70% sličnosti.

**Tablica 7.** Bray-Curtisova matrica sličnosti između istraživanih lokacija (izrađeno u programu PRIMER 6.0)

	Ušće	Plavac	Hawai	Potkova	Lopočara	Mazutara	Mala graba	Stara Savica	Plitka	Labuđe	Vrbova
Ušće											
Plavac	47,33										
Hawai	44,55	62,28									
Potkova	43,39	51,07	84,19								
Lopočara	38,92	61,73	61,04	57,79							
Mazutara	35,86	75,90	56,39	44,63	50,90						
Mala graba	31,42	73,47	39,83	28,28	54,95	61,39					
Stara Savica	39,46	57,91	66,54	61,16	51,38	71,51	35,47				
Plitka	49,95	91,14	69,83	58,47	67,92	75,19	66,77	64,86			
Labuđe	54,11	62,91	49,53	47,65	30,14	66,18	44,60	56,41	57,99		
Vrbova	48,92	57,05	72,25	62,66	62,94	52,31	47,30	55,14	64,25	45,96	



**Slika 18.** CLUSTER analiza na temelju Bray-Curtisove sličnosti istraživanih jezera Savica (iscrtano je naznačena granica Bray-Curtisove sličnosti od 75; p vrijednost <0.05) (izrađeno u programu PRIMER 6.0)

## 5. Rasprava

Tijekom ovog istraživanja na području značajnog krajobraza Savica zabilježeno je 20 vrsta slatkovodnih riba. Zabilježene zajednice riba ovog istraživanog područja predstavljaju osiromašenu zajednicu rijeke Save. Prema Čaleta i sur. (2019) u rijeci Savi može se pronaći 68 vrsta slatkovodnih riba od kojih se na području Savica zabilježena jedna trećina. Ukupan broj ulovljenih vrsta je manji od očekivanog za uobičajeni miješani tip lentičkog (vode stajačice) i lotičkog (vode tekućice) staništa. Prema staništu ekološke preferencije prevladavaju euritopi, vrste prilagođene promjenjivim uvjetima staništa i raznolikim ekološkim uvjetima te prema razmnožavanju i supstratu za mrijest (Mustafić i sur. 2020) prevladavaju fitofili, što nije iznenađujuće jer je većina jezera karakterizirana vodenom vegetacijom (slobodno plivajuće biljne vrste i zakorijenjena vodenjarska vegetacija) (JU Maksimir, 2022). Od 20 zabilježenih vrsta, sedam ih je alohtono: babuška (*C. gibelio*), bezribica (*P. parva*), bijeli amur (*C. idella*), crni somić (*A. melas*), gambuzija (*G. holbrooki*), sunčanica (*L. gibossus*) i pastrvski grgeč (*M. salmoides*). Zabilježene alohtone vrste mogu se pronaći u svakom jezeru istraživanog područja. Veliki udio alohtonih vrsta ukazuje na degradirano stanište i smanjenu bioraznolikost. Većina alohtonih vrsta unesena je u Hrvatske vode u svrhu akvakulture ili športskog ribolova, a nekolicina u svrhu akvaristike (babuška i sunčanica). Gambuzija je jedina vrsta unesena u svrhu biološke kontrole komaraca i suzbijanje malarije (Mihinjač i sur. 2019) te se njezino preživljavanje u jezerima Savica može pripisati unosom tople vode iz TE-TO Zagreb. ŠRD Peščenica ima dozvoljen neograničen izlov (uz zabranu vraćanja u vodu) svih alohtonih vrsta (osim bijelog amura) kako bi se smanjila brojnost tih vrsta i poboljšala slika ihtiofaune jezera (ŠRD Peščenica. 2023). Najzastupljenija je porodica klena (Leuciscidae) s pet vrsta. Prisustvo šarana i bijelog amura je očekivana jer se poribljavanje tih vrsta vrši godišnje u tri navrata (Zanella i sur. 2021). Značajni krajobraz Savica, po svom ihtiološkom tipu vode, pripada nizinskom tipu vode jer jezera nastanjuju porodice toplovodnih riba kao što su šaranke (Cyprinidae), vijuni (Cobitidae), somovi (Siluridae), štuke (Esocidae), grgeči (Percidae), kleni (Leuciscidae) te alohtone porodice patuljasti somić (Ictaluridae) i sunčanica (Centrarchidae).

U ukupnom izlovu najbrojnija vrsta je uklija (*A. alburnus*) s 1575 jedinke zabilježene na svim lokacijama osim u jezeru Mala graba. Uklija se može pronaći u otvorenim vodama jezera te

manjim do velikim jezerima (Kottelat i Freyhof 2007) i ima brzu izmjenu generacija (Mrakovčić i sur. 2007). Uklija je od malog interesa za komercijalni ili športski ribolov zbog svoje male veličine (Welcomme 1988), pa se koristi kao mamac za ribolov te je jedna od najvažnijih prehrambenih komponenata za sve grabežljivce jezera. Uklija, za razliku od grgeča, vrlo dobro podnosi velika onečišćenja. Velike populacije ukazuju na niži stupanj sukcesije ili stresno stanje ekosustava (Mrakovčić i sur. 2007). Velika prilagodljivost ove vrste objašnjava veliku zastupljenost u istraženom području. Druge dvije najzastupljenije vrste su bodorka (*R. rutilus*) i sunčanica. Sunčanica predstavlja veliku opasnost za normalnu zajednicu riba zbog velike agresivnosti i hranjenja ikrom i ličinki drugih slatkovodnih riba. Agresivnim ponašanjem potiskuje autohtone vrste slatkovodnih riba koje se mogu pronaći na području jezera Savica (EKONERG 2019). Bodorka je riba koja se drži jata i hrani se pri dnu jezera. Može narasti do jednog kilograma težine, no športskim ribičima nije zanimljiva vrsta jer joj je meso puno sitnih koščica i neukusno. Koriste je često kao mamac za ribolov grabežljivih riba (ŠRU "Šaran" Bakić 2024). Jedino u jezeru Potkova su zabilježene vrste nosara (*Vimba vimba* (Linnaeus, 1758)), klen (*Squalius cephalus* (Linnaeus, 1758)) i bezribica. Nosara i klen su reofili i pretpostavlja se da im ne pogoduje donos tople vode iz TE-TO Zagreb. U starom rukavcu Stara Savica je zabilježen jedan euritop - smuđ, koji preferira mirne i spore vode umjerene temperature.

Elektroribolov je učinkovita metoda procjene ihtiofaune, no događa se da neke vrste riba ipak ne mogu uloviti. Prema prijašnjem istraživanju jezera Savica (Mrakovčić i sur. 2007), uz ranije navedene, zabilježene su i druge vrste: deverika (*Ambra mis abramis* (Linnaeus, 1758)), bolen (*L. aspius*), mrena (*Barbus barbus* (Linnaeus, 1758)), krupatica (*Blicca bjoerkna* (Linnaeus, 1758)), linjak (*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)) i bijeli glavaš (*Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)); koje nisu zabilježene u ovom istraživanju. U ovom istraživanju su zabilježene četiri vrste koje nisu zamijećene u prijašnjem istraživanju: nosara, gavčica, bezribica i bijeli amur. Spajanjem ovih dviju istraživanja, broj slatkovodnih vrsta na području jezera Savica se povisuje na 26 vrsta. Gambuzija je prisutna u gotovo svim jezerima, izuzetak jezera Vrbovo, Mala graba i Ušće. Odsutnost gambuzije u jezeru Ušće je očekivano jer gambuzija preferira toplije vode. Najveća zastupljenost gambuzije je u Staroj Savici (dovod tople vode iz TE-TO Zagreb) i Labuđem jezeru (plitko i malo jezero).

Najveće bogatstvo vrsta ima jezero Lopočara s ukupno 14 vrsta od kojih je 5 alohtonih, dok je jezero Mala graba imala najmanje bogatstvo vrsta s 8 vrsta. Jezero Lopočara je karakterizirana većom prekrivenošću vodenih bilja te je prisutan veliki broj fitofilnih vrsta. Od svih jezera, jezero Vrbova je imalo najviše vrijednosti indeksa bioraznolikosti, a jezero Mala graba najmanje. Jezero Mala graba je odvojena od ostatka jezera dugačkim i uskim kanalom punim vegetacijom. Bogatstvo vrsta cijelog područja u istraživanju Mrakovčić i sur. (2007) je nešto veća od bogatstva vrsta u ovom istraživanju. Uspoređujući ukupan broj izlovljenih jedinki na broj zabilježenih vrsta to ima smisla. Zabilježen je veći broj vrsta (21 vrsta slatkovodnih riba) na manji izlov ribe (2780 jedinki), dok je u ovom istraživanju zabilježen skoro isti broj vrsta na tri puta veći izlov.

Sličnost između postaja opisana je Bray-Curtisovim indeksom sličnosti. Metoda je pokazala najveću sličnosti između jezera Plavac i Plitka, na kojima je zabilježeno 11 istih vrsta. Jezera Plavac i Plitka su jako dobro povezana te imaju slične hidrološke karakteristike. Jezera Hawai i Potkova imaju veliku sličnost vrsta zbog velike povezanosti između dva jezera. Bray-Curtis sličnost smatra se jednom on najpouzdanijih mjera izračuna jer se sličnost računa na temelju svih prisutnih vrsta u svim uzorcima i zbog toga se najčešće koristi u ekološkim istraživanjima (Clarke 1993).

## 6. Zaključak

S utvrđenih 26 vrsta slatkovodnih riba može se zaključiti da ihtiofauna jezera Savica pripada osiromašenoj zajednici rijeke Save i uklijom kao najbrojnijom vrstom. Ihtiocenoza jezera Savica je karakterizirana oportunističkim i športsko ribolovnim vrstama. Područje značajnog krajobraza Savica, povijesno je pripadalo toku rijeke Save, sve do izrade nasipa nakon velike poplave 1964. godine, nakon čega se gubi kontakt s rijekom i područje postaje voda stajaćica. Promjenom hidroloških svojstva smanjuje se bioraznolikost vrsta i područjem počinju prevladavati vrste lentičkog tipa staništa.

Iako se mogu pronaći vrste lotičkog tipa staništa slatkovodnih riba, vrste zabilježene ovim istraživanjem preferiraju mirne i toplije vode. Prema tome može se zaključiti da istraživano područje naseljavaju ribe nizinskog tipa stajaćih voda. Ekološko stanje jezera je karakterizirano antropogenim utjecajem, što izgradnjom bespravnih objekata i zagađenjem u prošlosti. Veliki udio alohtonih vrsta ukazuje na narušeno stanje bioraznolikosti istraživanog područja. Dolaskom alohtonih vrsta povećava se bioraznolikost područja te se ujedno i smanjuje autohtona bioraznolikost.

## 7. Literatura

- Aarts B.G.W., Nienhuis P.H. (2003): Fish zonation and guilds as the basis for assessment of ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia* 500(1-3): 157-178.
- Alegro A., Bogdanović S., Rešetnik I., Borši I., Cigić P. i Nikolić T. (2013): Flora Of the seminatural marshland Savica, part of the (sub)urban Flora of the city of Zagreb (Croatia). *Natura Croatica* 22(1): 111-134.
- Arcanum maps (2023): Habsburg Empire (1869-1887) - Third Military Survey (1:25000). <https://maps.arcanum.com/en/map/thirdsurvey25000/?layers=osm%2C129&bbox=1773588.852656108%2C5741033.964062653%2C1790997.3858480568%2C5749575.801973521> (pristupljeno 1. 12. 2023.)
- Barbour MT, Gerritsen J, Snyder BD, Stribling JB (1999): Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish, Second Edition. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C.
- Bioportal (2024): Bioportal - Web portal Informacijskog sustava zaštite prirode. Zavod za zaštitu okoliša i prirode, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja <https://www.bioportal.hr/gis/> (pristupljeno: 26.1.2024.)
- Bollarapu M. J., Ramarao K.V.S.N. (2021): Biodiversity measures - mathematical evaluation of various indices. *Oeconomia Copernican*. 12(4): 46-59.
- Clarke K.R. (1993): Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18(1): 117-143.
- Clarke K.R. Gorley R.N. (2006): PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-e, Plymouth
- Čaleta M., Marčić Z., Buj I., Zanella D., Mustafić P., Duplić A., Horvatić S. (2019): A review of extant Croatian freshwater fish and lampreys - Annotated list and distribution. *Croatian journal of fisheries: Ribarstvo* 77 (3): 136-232.
- Duplić A. (2008): Priručnik za inventarizaciju i praćenje stanja - Slatkovodne ribe. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb
- EKONERG (2019): Elaborat zaštite okoliša za zahvat „Mala hidroelektrana TE-TO Zagreb“. EKONERG – Institut za energetiku i zaštitu okoliša d.o.o., Zagreb.



- Eterović K. (2020): Upravljanje značajnim krajobrazom Savica u svrhu očuvanja i održivog korištenja. Završni specijalistički rad, Centar za poslijediplomske studije - Upravljanje gradom, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Franić I. (2010): Faunističke značajke i rasprostranjenost vretenaca (Insecta, Odonata) na području jezera Savica. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb.
- GPuP (2017): Gradski prozori u prirodu - Unaprjeđenje urbane bioraznolikosti i razvoj zelene infrastrukture (Modernizacija II). Poziv na dostavu projektnih prijedloga „Promicanje održivog razvoja prirodne baštine“, Referentni broj: KK.06.1.2.02.0024. Grad Zagreb.
- GUGEOSP (2022): Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2021. – prvi rezultati Grad Zagreb. Gradski ured za gospodarstvo, ekološku održivost i strategijsko planiranje, Zagreb.
- GZPU (2006): Prostorni plan područja posebnih obilježja: Priobalje Save (krajobraz uz Savu – Savski park), I. etapa – Savica (program za izradu). Pripremna dokumentacija. Gradski zavod za prostorno uređenje Grada Zagreba, Zagreb.
- GZZSKP (2006): Značajni krajobraz Savica – prijedlog za zaštitu. Prijedlog za upis Savice u Upisnik zaštićenih dijelova prirode, Grad Zagreb: Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode, Zagreb.
- Holmlund C. M., Hammer M. (1999): Ecosystem services generated by fish populations. *Ecological Economics* 29(2): 253-268.
- Hrvatske vode (2017): Sava – rijeka s najduljim vodotokom u Hrvatskoj. <https://www.voda.hr/hr/novost/sava-rijeka-s-najduljim-vodotokom-u-hrvatskoj> (pristupljeno 7.1.2024.)
- JU Maksimir (2022): Plan upravljanja Značajnim krajobrazom Savica. Javna ustanova Maksimir za upravljanje zaštićenim područjima grada Zagreba.
- JU Maksimir (2023) Službene internetske stranice Javne ustanove Maksimir, <https://park-maksimir.hr/> (pristupljeno 5.1.2024.)
- Jukić M. (2008): Rijeka Sava kao resurs u prostoru planiranju. Stručni članak, Institut za društvena istraživanja Ivo Pilar, Zagreb.
- Kottelat M., Freyhof J. (2007): Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland

- Mihaljević Z., Kerovec K., Mrakovčić M., Primc-Habdija B., Plenković-Moraj A., Alegro A. (2011): Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima panonske i dinaridske ekoregije. Elaborat, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
- Mihinjač T., Sučić I., Špelić I., Vucić M. (2019): Strane vrste slatkovodnih riba u Hrvatskoj. Zagreb: Ministarstvo okoliša i energetike Republike Hrvatske; Udruga Hyla
- MINGOR (2023): Plan upravljanja područjem ekološke mreže Sava nizvodno od Hrušćice (HR2001311) (šifra: PU 003). Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. Republika Hrvatska
- Mrakovčić M., Brigić A., Buj I., Čaleta M., Mustafić P., Zanella D. (2006): Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture, Zagreb, str. 11-28.
- Mrakovčić M., Stinilović B., Mustafić P., Nikolić T., Plenković-Moraj A., Kerovec M., Mihaljević Z., Ternej I., Čaleta M., Zanella D., Buj I., Marčić Z., Brigić A., Gligora M., Kralj K. (2007): Utvrđivanje stanja u jezerima Savice u gradu Zagrebu i planske mjere smanjenja onečišćenja u jezerima. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek, Zoologijski zavod, str. 122-136.
- Mustafić P., Zanella D., Marčić Z., Čaleta M., Buj I., Ivić L., Raguž L., Horvatić S., Horvatić R. (2020): Sustavno ispitivanje riba u površinskim kopnenim vodama u 2019. godini. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, Biološki odsjek
- NN 109/07 (2007): Uredba o proglašenju Ekološke mreže. Narodne novine, 109/07.
- NN 20/13 (2013): Zakon o zaštiti prirode. Narodne novine, 80/2013.
- OIKON (2015): Studija zaštite karaktera krajobraza Grada Zagreba - Opća tipologija krajobraza. Završni izvještaj. OIKON d.o.o., Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb.
- Pravilnik o proglašavanju divljih svojti zaštićenim i strogo zaštićenim (NN 7/2006).
- Radović J. (2007): Ekološka mreža duž rijeke Save. Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb.
- Rauch P. (2022) Fish community characterization in the Mura-Drava-Danube region. Deliverable report for EU-Interreg DTP project "lifelineMDD". [https://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved\\_project\\_output/0001/52/677806cafd3dd60262c6605dc3453599fa64a1ed.pdf](https://www.interreg-danube.eu/uploads/media/approved_project_output/0001/52/677806cafd3dd60262c6605dc3453599fa64a1ed.pdf) (pristupljeno 7.1.2023.)
- SGGZ 13/1991 (1991): Odluka o proglašenju Savice značajnim krajolikom s izdvojenim specijalnim zoološkim rezervatom. Službeni glasnik grada Zagreba, 13/1991.

- Sherwin W.B., Prat i Fornells N. (2019): The Introduction of Entropy and Information Methods to Ecology by Ramon Margalef. *Entropy* 21(8):794.
- Simonović P., Povž M., Piria M., Treer T., Adrović A., Škrijelj R., Nikolić V., Simić V. (2015): Ichthyofauna of the River Sava System. U: Milačić R i sur. (ur.), *The Sava River, The Handbook of Environmental Chemistry*. Springer-Verlag, str. 361-400.
- Studija toplinskog opterećenja Save i Savice rashladnom vodom iz TE-TO Zagreb (2017): Institut za elektroprivredu d.d., Zagreb.
- ŠRD Peščenica (2023) Športsko ribolovno društvo Peščenica. <https://srd-pescenica.hr/> (pristupljeno 30.11.2023.)
- ŠRU "Šaran" Bakić (2024) ŠRU "Šaran" Bakić Športsko ribolovna udruga. <https://www.sru-saran-bakic.hr/> (pristupljeno 5.1.2024.)
- Tvrtković N., Vuković M., Pavlinić I., Šašić M., Mihoci I., Grbac I., Godec Z. (2007): Inventarizacija odabrane faune Savice sa zonacijom prostora. Prilog za izradu Prostornog plana područja posebnih obilježja Priobalja Save (krajobraz uz Savu – Savski park), I. Etapa - Savica. Zoološki odjel Hrvatskog prirodoslovnog muzeja, Zagreb.
- van der Laan R., Fricke R., Eschmeyer W. N. (eds) (2023): Eschmeyer's catalog of fishes: classification. <http://www.calacademy.org/scientists/catalog-of-fishes-classification/> (pristupljeno 6.1.2024.)
- Zanella D., Marčić Z., Čaleta M. (2021): Revizija plana upravljanja - Mjere za unapređenje slatkovodnog ribarstva na ribolovnoj zoni ŠRD „Peščenica“ Zagreb, Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- ZSRDUB (2023) Naslovnica. <https://zsrub.hr> (pristupljeno 1.12.2023.)

## 8. Životopis

Margareta Kljun rođena je 7. kolovoza 1999. godine u Rijeci. Osnovnoškolsko i srednjoškolsko obrazovanje završila je u Rijeci. Završetkom srednjoškolskog obrazovanja u Prirodoslovnoj i grafičkoj školi Rijeka dobila je zvanje kemijskog tehničara. Akademske godine 2018./2019. upisala je preddiplomski studij Znanost o moru na Fakultetu prirodnih znanosti u Sveučilištu u Puli. 2021. godine završava fakultetu u Puli obranom završnog rada na temu „Usporedba indeksa kondicije mediteranske dagnje, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), iz Linskog kanala i Malostonskog zaljeva“, pod vodstvom izv. prof. dr. sc. Ane Gavrilović i stekla akademski naziv sveučilišna prvostupnica struke znanosti o moru (*univ. bacc. mariscient*). Akademske godine 2021./2022. je upisala diplomski studij Ekologija i zaštita prirode, modul more na Biološkom odsjeku Prirodoslovno matematičkog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu.