

# Kontrola invazivnih vrsta riba u Nacionalnom parku „Krka“ s naglaskom na štuku (*Esox lucius*)

---

Zeljak, Goran

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zadar / Sveučilište u Zadru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:003023>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-14**



**Sveučilište u Zadru**  
Universitas Studiorum  
Jadertina | 1396 | 2002 |

Repository / Repozitorij:

[University of Zadar Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu  
Diplomski sveučilišni studij Održivog upravljanja vodenim ekosustavima

**Goran Zeljak**

**Kontrola invazivnih vrsta riba u Nacionalnom parku  
„Krka“ s naglaskom na štuku (*Esox lucius*)**

**Diplomski rad**

Zadar, 2023.

Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu  
Diplomski sveučilišni studij Održivog upravljanja vodenim ekosustavima

**Kontrola invazivnih vrsta riba u Nacionalnom parku  
„Krka“ s naglaskom na štuku (*Esox lucius*)**

Diplomski rad

**Student:**

Goran Zeljak

**Mentor:**

izv. prof. dr. sc. Zoran Šikić

**Komentor:**

izv. prof. dr. sc. Tomislav Šarić

Zadar, 2023.



## Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, Goran Zeljak, ovime izjavljujem da je moj diplomski rad pod naslovom 'Kontrola invazivnih vrsta riba u Nacionalnom parku „Krka“ s naglaskom na štuku (*Esox lucius*)' rezultat mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mogega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mogega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 7. rujna 2023.

## Sadržaj:

1. Uvod .....	1
2. Pregled literature .....	4
3. Ciljevi i svrha rada .....	8
4. Materijali i metode .....	9
<b>4.1. Metodologija uzorkovanja</b> .....	9
<b>4.2. Odabir lokaliteta</b> .....	9
<i>4.2.1. Područje istraživanja</i> .....	9
<b>4.2.1.1. Krka, kod mjesta Marasovine</b> .....	11
<b>4.2.1.2. Jezero Brljan</b> .....	12
<b>4.2.1.3. Krka, jezero nizvodno od Brljanskog jezera</b> .....	13
<b>4.2.1.4. Carigradska draga - proširenje kod manastira</b> .....	13
<b>4.2.1.5. Krka, ispod Roškog slapa</b> .....	14
<b>4.2.1.6. Visovačko jezero</b> .....	15
<b>4.2.1.7. Jezero Torak</b> .....	16
<b>4.2.1.8. Krka, iznad Skradinskog buka</b> .....	16
<b>4.2.1.9. Krka, Skradinski buk</b> .....	17
<b>4.2.1.10. Krka, ispod Skradinskog buka</b> .....	18
<b>4.2.1.11. Bare Dobropoljci</b> .....	19
<b>4.3. Vrijeme uzorkovanja</b> .....	20
<b>4.4. Obilježavanje postaje uzorkovanja</b> .....	21
<b>4.5. Način uzorkovanja</b> .....	21
<b>4.6. Obrada uzorkovanog materijala</b> .....	22
<b>4.7. Suradnja s lokalnom zajednicom</b> .....	23
5. Rezultati .....	26
<b>5.1. Utvrđivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava zajednice riba predmetnog područja</b> .....	26
<b>5.2. Pregled uzorkovanja ihtiofaune po postajama</b> .....	33
<b>5.3. Rezultati izlova štuke lokalnog stanovništva</b> .....	37
6. Rasprava .....	42
<b>6.1. Prijedlog program smanjivanja brojnosti invazivnih vrsta</b> .....	42
<b>6.2. Prijedlog mjera za smanjivanje negativnog utjecaja rijeke Kosovčice i okolnih jezera na ihtifaunu gornje toka rijeke Krke</b> .....	43
<b>6.3. Prijedlog mjera za smanjivanje negativnog utjecaja jezera Manastir na srednji tok rijeke Krke</b> .....	44

<b>6.4. Prijedlog mjera za smanjivanje negativnog utjecaja Brljanskog jezera na donji tok rijeke Krke</b> .....	46
7. Zaključak.....	47
8. Literatura.....	49

# Kontrola invazivanih vrsta riba u Nacionalnom parku „Krka“ s naglaskom na štuku (*Esox lucius*)

## Sažetak

Rijeka Krka spada u vodotoke Jadranskog slijeva s najvećim brojem zabilježenih slatkovodnih vrsta, zbog čega spada u najzanimljivija ihtiološka područja Hrvatske.

Od ukupnog broja zabilježenih vrsta šest je stranih, a osam vrsta jesu zavičajne endemske vrste. Tema ovog rada su invazivne vrste unesene u rijeku Krku iz drugih europskih i svjetskih staništa te translociranih vrsta iz Dunavskog slijeva. To je rezultiralo promjenama u ribljem fondu i brojnosti populacija autohtonih i endemičnih vrsta riba poput visovačkog glavočića, oštrulje, mrena, drlje te ilirskog i turskog klena.

Osnovni cilj ovog rada je utvrđivanje kvantitativnog stanja populacija stranih vrsta naročito štuke te razvoj programa uklanjanja invazivnih vrsta kako bi se pokušale određenim mjerama osigurati adekvatni uvjeti koji će omogućiti opstanak autohtonih riba u Nacionalnom parku „Krka“.

Od svih zabilježenih vrsta, tijekom istraživanja najbrojnija vrsta je bila gambuzija (3749 jedinke, 35,5%), bezribica (2728 jedinke, 25,8%) i sunčanica (2023 jedinke, 19,1%), a slijedi ih drlja (1223 jedinke, 11,6%). Navedene četiri vrste čine 92,1% ukupne brojnosti uzorka, dok su ostale vrste zastupljene s manje od 2%. Od ostalih alohtonih i unesenih vrsta, crni somić je zastupljen s 1,8% (199 jedinki), grgeč s 1,4% (154 jedinki), linjak s 0,8% (93 jedinke), štuka s 0,1% (19 jedinki), babuška s 0,05% (pet jedinki), šaran s 0,02% (dvije jedinke) te bijeli amur s 0,01% (jedna jedinka)

Utjecaj invazivnih vrsta na zavičajnu ihtiofaunu je višestruk, a najznačajnije je da se odrasle jedinke, posebice štuka, hrane prvenstveno mlađi zavičajnih vrsta smanjujući njihov reproduktivni uspjeh. Također, uzrokuju kompeticiju za hranu i pogodna staništa, a mijenjaju i stanišne uvjete. U tom je pogledu štuka posebno problematična, s obzirom na veliku gustoću populacije u rijeci Krki i njenu sposobnost da se vrlo brzo širi u svim vodotocima u koje je ubačena. Unesene predatorske vrste (posebice štuka) uzrokovale su promjene čije posljedice tek treba sagledati.

Kroz trenutna, ali i ranija istraživanja, utvrđeno je kako se strane i invazivne vrste riba, posebno štuka, kao vršni predator, tijekom visokih voda iz Šarenih jezera šire u rijeku Kosovčicu, a

zatim i u rijeku Krku i na taj način narušavaju ekološko i biološko stanje iste unosom stranih vrsta riba koje imaju negativan utjecaj na cijelu ihtiofaunu rijeke te je potrebno mehaničkim rješenjima poput pregrada, nasipa i rešetki te električnim mjerama odvrćati i sprječavati rasprostranjenost tih invazivnih vrsta. Usporedno s tim tehničkim rješenjima, potrebno je izvoditi selektivni izlov stranih (invazivnih) vrsta kako na navedenim područjima tako i u samom Nacionalnom parku „Krka“ te zabraniti i spriječiti daljnje poribljavanje neželjenim vrstama pogotovo u njezinim ujezerenim područjima rijeke idealnim za mrijest, rast i širenje tih stranih vrsta, kao što su Carigradska draga i Jezero Brljan.

Ključne riječi: štika, vodotok, rijeka, Krka, invazivne vrste, endemske vrste, izlov



# Control of invasive fish species in the "Krka" National Park with an emphasis on pike (*Esox lucius*)

## Summary

The Krka River belongs to the watercourses of the Adriatic Basin with the largest number of recorded freshwater species, which is why it belongs to the most interesting ichthyological areas in Croatia.

Of the total number of recorded species, six are foreign, and eight are native endemic species. The topic of this work is invasive species introduced into the Krka River from other European and world habitats and translocated species from the Danube Basin. This resulted in changes in the fish stock and the number of populations of autochthonous and endemic fish species, such as the Flounder from Visovac, Dalmatian barbel gudgeon, barbel, Dalmatian rudd, and Illyrian and Turkish chub.

The main goal of this work is to determine the quantitative state of populations of foreign species, especially pike, and to develop a program to remove invasive species in order to try to ensure adequate conditions that will enable the survival of indigenous fish in the "Krka" National Park.

Of all the recorded species, during the research the most numerous species were the gambusia (3749 individuals, 35.5%), topmouth gudgeon (2728 individuals, 25.8%) and Pumpkinseed (2023 individuals, 19.1%), Dalmatian rudd (1223 individuals, 11.6%). The mentioned four species make up 92.1% of the total abundance of the sample, while the other species are represented by less than 2%. Of the other non-native and introduced species, Black bullhead is represented by 1.8% (199 individuals), bass by 1.4% (154 individuals), tench by 0.8% (93 individuals), pike by 0.1% (19 individuals), prussian carp with 0.05% (five individuals), carp with 0.02% (two individuals) and white grass carp with 0.01% (one individual)

The impact of invasive species on native ichthyofauna is multiple, and the most significant is that adults, especially pike, feed primarily on juveniles of native species, reducing their reproductive success. They also cause competition for food and suitable habitats, and change habitat conditions. Introduced predatory species cause changes whose consequences have yet to be seen.

In this regard, the pike is particularly problematic, given the high population density in the Krka River and its ability to spread very quickly in all watercourses into which it is introduced.

Introduced predatory species (especially pike) caused changes whose consequences have yet to be seen.

Through current and earlier researches, it was established that foreign and invasive species of fish, especially pike, as the top predator, during high waters from Šareni Jezera spread into the Kosovčica River and then into the Krka River, thus disrupting the ecological and biological state they pollute it by bringing in foreign species of fish that have a negative impact on the entire ichthyofauna of the river, and it is necessary to use mechanical solutions such as barriers, embankments and gratings and electrical measures that deter and prevent the spread of these invasive species. In parallel with these technical solutions, it is necessary to carry out selective fishing of foreign (invasive) species both in the mentioned areas and in the National Park "Krka" itself, and to prohibit and prevent further stocking with unwanted species, especially in its lake areas of the river ideal for spawning, growth and spread of these foreign species, such as Carigradska draga and Jezero Brljan.

Key words: pike, watercourse, river, Krka, invasive species, endemic species, catch

## 1. Uvod

Invazivne vrste riba predstavljaju sve veći problem u vodotocima diljem svijeta, a taj je problem vrlo primjetan i u Hrvatskoj. Negativni utjecaji invazivnih ribljih vrsta u slatkovodnim ekosustavima opisani su u nizu znanstvenih radova (Sala i sur. 2000., Gozlan i sur. 2010., Ricciardi i MacIsaac 2010.), a prepoznati su i u strateškim dokumentima Europske unije (npr. Strategija Europske unije o bioraznolikosti). Ne treba isticati endemičnost ihtiofaune jadranskog sliva, ali posebnost tih ribljih zajednica je i u tome što u njima nema pravih predatorskih vrsta.

Unesene predatorske vrste (posebice štika i smuđ) u jadranski sliv uzrokovale su promjene čije posljedice treba tek sustavno sagledati. Štika (*Esox lucius*) je primjer i invazivne vrste koja se brzo širi u svim vodotocima u koje je ubačena. Negativan utjecaj invazivnih vrsta po autohtone zajednice riba prisutan je nažalost i u područjima koja su zaštićena na više razina, kao što je to slučaj s rijekom Krkom. Vodotoci sustava rijeke Krke u prirodnom su stanju salmonidnog karaktera u gorenjem toku i ciprinidnog u donjem, pa tako stariji literaturni izvori navode pastrve, klenove, drlje, pijore, koljušku, glavoča, od kojih su većina endemi ili stenoendemi. Nažalost, nativna zajednica riba čitavog sustava rijeke Krke vrlo je ugrožena, a jedna od najizrazitijih i najproblematičnijih prijetnja upravo su invazivne vrste. Danas su u rijeci Krki, uz autohtone vrste, prisutne i unesene vrste riba, od kojih su neke stvorile stabilne i vrlo guste populacije te na nekim mjestima dominiraju u ihtiocenozi, ugrožavajući pritom populacije nativnih vrsta. Najgušće su populacije sunčanice, štuke, grgeča i crnog somića. Njihov utjecaj na autohtonu ihtiofaunu je višestruk, a prvenstveno odrasle jedinke navedenih pojedinih stranih vrsta posebice štuke i grgeča hrane se prvenstveno mlađi autohtonih vrsta smanjujući njihov reproduktivni uspjeh. Također strane vrste uzrokuju kompeticiju za hranu te pogodna staništa, a osim toga i mijenjaju stanišne uvjete. U tom je pogledu osobito problematična štika s obzirom na veliku gustoću populacija.

Javna ustanova Nacionalni park Krka u suradnji s Prirodoslovno-matematičkim fakultetom u Zagrebu na području Parka provela je projekt „Utvrdjivanje stanja invazivnih vrsta riba na širem području NP „Krka““, a program i sadržaj tog istraživanja je obuhvatio:

1. Utvrđivanje kvantitativnog stanja populacija stranih vrsta riba
2. Kartiranje stranih vrsta riba
3. Razvoj programa uklanjanja invazivnih vrsta

4. Predlaganje mjera za smanjivanje negativnog utjecaja rijeke Kosovčice i okolnih jezera na gornji tok rijeke Krke

5. Predlaganje mjera za smanjivanje negativnog utjecaja Brljanskog jezera na donji tok rijeke Krke.

Kao pomoć pri izlovu isključivo štuke, što je ujedno i način ostvarivanja suradnje s lokalnom zajednicom, u projekt su uključeni i lokalni stanovnici – ribiči.

Smanjenje utjecaja invazivnih vrsta sprječavanjem njihova širenja i uklanjanje, gdje god je to moguće, smatraju se prioritetima očuvanja biološke raznolikosti Europske unije, a i Republika Hrvatska im pridaje veliku važnost.

Rijeka Krka je druga po duljini od rijeka jadranskog sliva (dužina toka oko 72,5 km) u RH, odmah iza Cetine. Sliv rijeke Krke geografski se nalazi u središnjem dijelu jadranskog slivnog područja. Na jugoistoku graniči sa slivom Cetine, a na jugozapadu sa slivom Zrmanje. Krka izvire oko 3,5 km sjeveroistočno od Knina na zapadnom području Dinare. Izvor joj se nalazi ispod 22 m visokog slapa (Topoljski buk) s koje se u nju ruši i riječica Krčić. Nakon toga teče Kistanjskom visoravni i kod Šibenika utječe u more. Na svom toku čini čitav niz slapova i jezera. Svi slapovi zajedno stvaraju pad od oko 210 metara. Slapovi odnosno barijere na Krki nastali su taloženjem sedre, tj. biogenog su podrijetla. Krka teče kroz vapnenačku visoravan i formira kanjonske doline strmih strana, koje su visoke od 80 do 180 metara. Nizvodno od Roškog slapa (25 m) pa sve do skradinskog Buka (48,7 m) Krka stvara svoje najveće proširenje - Visovačko jezero, dugačko oko 13 km, a široko od 150 - 1500 m s površinom od 1150 ha. Najveći pritoci Krke su Butižnica, Orašnica, Kosovčica, Krčić te Čikola. Utvrđivanje granica sliva Krke, unatoč brojnim istraživanjima samo je djelomično riješeno iz razloga što čitav sliv leži na području krša, te se granice podzemnih vodotoka ne mogu u potpunosti sagledati. Dio riječnog toka Krke nalazi se unutar nacionalnog parka „Krka“, koji je proglašen 1985. godine, a obuhvaća gornji i srednji tok rijeke Krke (dva kilometra nizvodno od Knina pa do Skradina) i donji tok Čikole (obuhvaćajući ušće i 3,5 km kanjona rijeke) (Marguš, 2006.).

Rijeka Krka spada u vodotoke jadranskog sliva s najvećim brojem zabilježenih slatkovodnih vrsta, te se po brojnosti nalazi uz bok većim rijekama kao što su Neretva i Cetina. Zbog velikog broja zabilježenih vrsta, Krka je jedno od najzanimljivijih ihtioloških područja Hrvatske, ali i Europe. Do danas, u rijeci Krki i pritocima zabilježene su 25 vrste slatkovodnih riba (neki stručnjaci navode 34 vrste, uzimajući u obzir vrste koje podnose bočate uvijete). Od navedenog broja, smatra se kako je 12 vrsta alohtono (strano) ili uneseno iz drugih geografskih područja i

kontinenta, dok su ostali pravi (steno)endemi, a to su oštrulja (*Aulopyge huegelii*), mren (*Barbus plebejus*), dalmatinska pijurica (*Phoxinellus dalmaticus*), glavočić crnotrus (*Pomatoschistus canestrinii*), glavočić vodenjak (*Knipowitschia panizzae*), visovački glavočić (*K. mrakovcici*), drlja (*Scardinius dergle*), ilirski klen (*Squalius illyricus*), zrmanjski klen (*S. zrmanjae*) i Turskijev klen (*Telestes turskyi*) (Mrakovčić i sur., 2006; Čaleta i sur., 2019.). Sunčanica (*Lepomis gibbosus*), crni somić (*Ameirus melas*), gambuzija (*Gambusia holbrooki*) i kalifornijska pastrva (*Oncorhynchus mykiss*) alohtone (strane) su vrste porijeklom iz sjeverne Amerike, bezribica (*Pseudorasbora parva*), babuška (*Carassius gibelio*) i bijeli amur (*Ctenopharyngodon idella*) su iz Azije, dok su potočna pastrva (*Salmo trutta*), linjak (*Tinca tinca*), grgeč (*Perca fluviatilis*), šaran (*Cyprinus carpio*) i štika (*Esox lucius*) unesene iz Dunavskog sliva. Kalifornijska pastrva je vrsta unesena u Europu i u gotovo sve europske salmonidne vode radi poboljšanja strukture ihtiofonda ovih voda i zbog jednostavnijeg uzgoja. Problem je što se poput ostalih unesenih vrsta, zahvaljujući svojoj biologiji i ekološkim preferencijama, vrlo lako aklimatizirala na postojeća staništa i zauzela odgovarajuće mjesto unutar lokalnih ihtiocenoza te postala glavni konkurent potočnoj pastrvi i drugim autohtonim pastrvskim vrstama. Naime, unašanje tj. introdukcija novih vrsta krije u sebi neke nepredviđene i na prvi pogled nevidljive opasnosti. Unesene vrste mogu preuzeti dominaciju unutar zajednice riba istiskujući polako autohtone vrste. Štetnost slučajnog unosa pojedinih alohtonih vrsta, ako već nije vidljiva, vrlo brzo će postati sasvim jasna i nedvojbeno.

Sunčanica, crni somić i gambuzija se nalaze na popisu invazivnih stranih vrsta u EU, a koji je ažuriran 2022. godine (Provedbena Uredba Komisije (EU) 2016/1141 u skladu s Uredbom (EU) br. 1143/2014 i Provedbena uredba Komisije (EU) 2022/1203 od 12. srpnja 2022. o izmjeni Provedbene uredbe Komisije EU 2016/1141, radi ažuriranja popisa invazivnih stranih vrsta u Europskoj uniji.

## 2. Pregled literature

Invazivne vrste su danas među najvećim prijetnjama za biološku raznolikost, a sve se više raspravlja i o njihovom utjecaju na svjetsku ekonomiju (Copp i sur. 2005.). Ekološki utjecaji unesenih vrsta uključuju predaciju nad autohtonim vrstama, kompeticiju i hibridizaciju s autohtonim vrstama te općenite promjene u ekosustavu (Rodriguez 2006.) zbog čega su unesene invazivne vrste drugi najčešći uzrok gubitka biološke raznolikosti (McNeely i sur. 2001.). Strane vrste mogu utjecati na promjenu staništa zato što nisu evoluirale sa staništem (Schlaepfer i sur. 2005.), a također utječu na rasprostranjenost, gustoću i razmnožavanje drugih autohtonih vrsta (Strauss i sur. 2006.)

Prema istraživanju „Hrvatskog društva za biološka istraživanja“ iz 2015. (Istraživanje učestalosti i određivanje indeksa invazivnosti alohtonih vrsta slatkovodnih riba rijeke Krke i pritoka na području NP Krka (Jelić i sur. 2015.)) invazivne vrste riba su pronađene duž cijelog istraživnog toka rijeke Krke. Najšira je rasprostranjenost sunčanice i štuke, koje su pronađene duž cijelog područja istraživanja. Te vrste ujedno predstavljaju najveću opasnost za autohtonu ihtiofaunu. Najbrojnija vrsta je sunčanica, kalifornijska pastrva nastanjuje samo gornji dio toka, dok su gambuzija i bezribica pronađene samo u donjim mirnijim dijelovima toka. Lokalno stanovništvo spominje pojavljivanje soma i grgeča, no, ovim istraživanjem iz 2015. ove vrste nisu potvrđene za rijeku Krku.

Važnost riba u biocenozi je vrlo velika. U prošlosti je zajednica riba hrvatskih rijeka vrlo slabo istraživana. Danas se smatra da je ekološka kvaliteta nekog vodenog ekosustava posljedica prostorno-vremenske integracije različitih fizikalno-kemijskih i bioloških čimbenika. Biološki značaj riba u ekosustavu tek je nedavno određen (Holmlund i Hammer 1999.).

Ribe su najbrojniji kralježnjaci u ekosustavu Krke, a njihov značaj očituje se kroz regulatornu i informativnu ulogu:

### **Regulatorna uloga ribljih zajednica:**

- povezuju trofičke lance unutar akvatičkog ekosustava
- veza su trofičkih lanaca vodenog i kopnenog ekosustava
- recikliraju nutrijente i prenose ugljik i minerale
- prestrukturiraju supstrat dna

- pomažu kruženju ugljika iz vode u atmosferu
- održavaju proces sedimentacije
- održavaju raznolikost na razini genoma, vrsta i ekosustava

### **Informativna uloga ribljih zajednica:**

- omogućuju procjenu stresa ekosustava
- omogućuju procjenu stanja ekosustava
- znanstvene i edukacijske informacije
- prirodno-povijesne informacije (Mrakovčić i sur., 2011.).

Poseban problem u zaštiti vodenih ekosustava je sve veće korištenje vode koje se očituje kroz upotrebu vode za piće, sanitarne i tehnološke potrebe, navodnjavanje, iskorištenje vodnih snaga za proizvodnju električne energije, korištenje vodotoka za plovidbu, za rekreaciju i dr. Osjetljivost slatkovodnih ekosustava i pritisak koji isti doživljavaju djelovanjem čovjeka u svim dijelovima svijeta stavljaju slatkovodne ribe u vrlo težak položaj. Slatkovodne ribe ograničene su na vodu u kojoj žive i dovoljan je tek jedan izljev otrovnih spojeva ili zakiseljene vode da bi cijela populacija, a ponekad i vrsta otišla u nepovrat. U primorskom dijelu Hrvatske, posebice u Dalmaciji, zbog nestašice vode u skoroj budućnosti te uslijed djelovanja čovjeka, upitan je opstanak 16 svjetski poznatih endemskih slatkovodnih riba krške regije (Mrakovčić 2006.).

Prema studiji “Ihtiološka istraživanja na rijeci Krki s ciljem očuvanja ihtiofaune rijeke“ iz 2011. godine uočeno je da ribe, kao bioindikator, posjeduju nekoliko značajki koje su postale iznimno značajne u zaštiti prirode. To su:

- prisutnost na nekoliko trofičkih razina u ekosustavu,
- dugi život,
- sposobnost da odgovore na promjene okoliša na različitim razinama vodenog ekosustava,
- osjetljive su na degradaciju staništa.
- izvor su komplementarnih podataka, uz podatke koji se dobivaju od drugih organizama,

- ribe su jedini ekonomski resursi koji se koriste u vodama,
- primijećeno je da javnost više vjeruje i oslanja se na podatke o stanju ribljih populacija, a manje su joj poznati ostali indikatori.

Broj vrsta riba koje nastanjuju određenu rijeku uvelike je povezan s veličinom rijeke u smislu površine slivnog područja, duljine rijeke, širine rijeke. Ihtiološki gledano, područje Nacionalnog parka Krka pripada u prijelazno područje između zone pastrve i mrene sa miješanom ihtiofaunom. Ekološki gledano, iako zajednica riba ovog dijela rijeke Krke ima prvenstveno reofilni karakter, prisutnost pojedinih euritopnih vrsta i riba nizinskog područja daje ovom dijelu rijeke sve više karakter nizinskog vodotoka. Ihtiofauna istraživog odsječka u osnovi je reofilna fauna. Prema podacima sakupljenim iz literaturnih podataka i istraživanja profesora Mrakovčića i suradnika, na promatranom području obitava gotovo 21 vrsta riba iz 8 porodica: Prema navedenoj podijeli dvije vrste su eudominantne (ilirski klen i drlja), 2 su dominantne (zrmanjski klen i primorska pastrva), 1 je subdominantna (koljuška), 1 je recedentna (riječna babica), 3 subrecedentne (jegulja, gambuzija i linjak), dok je preostalih 8 vrsta sporadično. Prema tom indeksu dominantnost zajednice u kojoj dominiraju ilirski klen i drlja iznosi 0=545 ili 54,5% (Mrakovčić i sur., 2011.).

Opisujući štuku (*Esox lucius*) u knjizi „Slatkovodne ribe Nacionalnog parka Krka“ (Marguš 2011.), autor navodi kako je to vrsta vrlo rasprostranjena u Europi, a u Hrvatskoj živi u rijekama Dunavskog slijeva. U rijeci Krki je prvi put ulovljena 2010. u jezeru Brljan. Opisujući biologiju vrste treba spomenuti da štuka živi u stajacim i sporo tekućim vodama (jezerima, mirnim rukavcima i područjima izvan glavnog toka rijeke), bogatim vodenim biljem do 30m dubine, a obično na 3-5m. Zalazi i u bočate vode. Samotna je riba koja oštro brani svoje područje, napušta ga vrlo rijetko, uglavnom samo zbog lova. Brz je plivač, a plijen lovi iz zasjede, najčešće ujutro i predvečer, a zimi i jeseni cijeli dan. Odrasle ribe su karnivori, hrane se ribama (kanibalizam uobičajen), vodozemcima, gmazovima, mladim pticama, sitnim sisavcima (glodavcima). Mlađ se hrani ličinkama kukaca, račićima i sl.

Mužjaci su spolno zreli o drugoj godini (dugi do 20cm), a ženke u trećoj i četvrtoj godini života (duge 30-40cm). Mrijeste se od ožujka do svibnja u plitkoj vodi, između raslinja, pri temperaturi višoj od 10°C. Ženka ovisno o dobi i veličini odlaže 20.000-100.000 žućkastih ili narančastih ljepljivih jajašaca promjera od 2,5-3mm. Ikru polaže na vodeno bilje, a inkubacija traje, ovisno o temperaturi vode 10-15 dana. Ličinka živi 3-4 dana pričvršćena na vodeno bilje.



U rijeci Krki ova vrsta nema mnogo grabežljivaca, osim pojave kanibalizma. Manje jedinke su plijen pticama grabljivicama, čaplji, velikom vrancu te od sisavaca vidri. Životni vijek im je od 10-20 godina, dužina tijela od 60-120cm, maksimalno 150cm, a težina od 3-25 kg, maksimalno 35 kg.

Harvey B. 2009. u „Biological synopsis of Northern Pike“ govori o štuki kao vječno popularnoj ribi za sportske ribolovce, gdje je rekreacijski ribolov najznačajniji razlog za uvođenje štuke izvan njezinog prirodnog područja Sjeverne Amerike i Europe. U pregledu spominje da su najčešće proučavani utjecaji štuke u novom staništu i to na riblje zajednice, naročito autohtone. Ekološki učinci u izvješćima su uglavnom na razini priča ili se temelje na zaključcima iz studije o prehrani. Kao glavni predator, uloga štuke u ekosustavu uglavnom je konzument, međutim jaja i mlađ štuke jedu druge ribe, vodene ptice, sisavci pa čak i beskralježnjaci.

U „Current knowledge on non-native freshwater fish introductions“ (Gozlan, Britton, Cowx, Copp 2010.) autori u svom radu spominju kako je štuka (*Esox lucius*) hladnokrvni ključni grabežljivac riba, čija je rasprostranjenost cirkumpolarna u Sjevernoj Americi i Euroaziji. To je vrsta koja nije ograničena na slatke vode u jezerima i rijekama već je vrsta koja može tolerirati širok raspon okolišnih uvjeta, uključujući i slanu vodu. Stoga ova otpornost čini ovu vrstu relativno lakom za uvođenje izvan njenog izvornog područja rasprostranjenosti.

### 3. Ciljevi i svrha rada

Osnovni cilj ovog rada i provedenog projekta u NP Krka je utvrđivanje kvantitativnog stanja populacija stranih vrsta riba i njihovo kartiranje, a svrha razvoj programa uklanjanja invazivnih vrsta, kao alata u upravljanu Nacionalnim parkom Krka.

## 4. Materijali i metode

### 4.1. Metodologija uzorkovanja

Uzorkovanje na rijeci Krki i njenim pritocima unutar i izvan granica NP „Krka“ provedeno je kako bi na svakoj postaji sakupljeni uzorak bio reprezentativan, odnosno vjerni pokazatelj zajednice riba. Poseban naglasak bio je stavljen na alohtone (strane) i unesene vrste tijekom uzorkovanja. Uz obuhvaćanje što većeg broja staništa prilikom izbora postaje uzorkovanja, vodilo se računa i o pristupu samom mjestu uzorkovanja što je uvelike olakšalo prethodno poznavanje postaja. Sva uzorkovanja obavljena su u skladu sa Zakonom o slatkovodnom ribarstvu i Zakonu o zaštiti prirode. Uz pribavljenu dozvolu za znanstveno uzorkovanje riba, prije izlaska na teren, svako je uzorkovanje unaprijed najavljeno policiji, ribarskim inspektorima, lokalnim ovlaštenicima ribolovnog prava, kao i stručnoj službi NP „Krka“.

### 4.2. Odabir lokaliteta

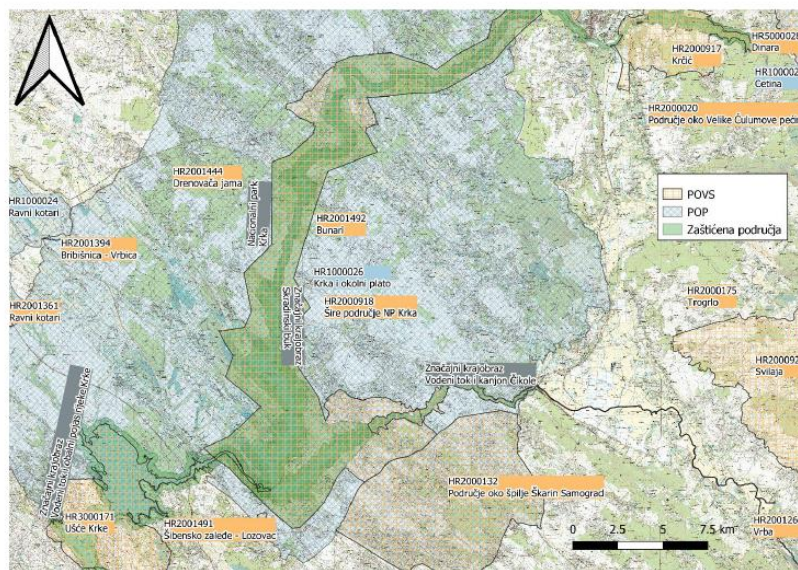
Uzorkovanje se izvršilo na nekoliko reprezentativnih lokaliteta (postaja) koji su unaprijed odabrani kako bi se maksimalno obuhvatila raznolikost svih tipova staništa pojedinog odsječka rijeke ili pritoka te samih jezera, uključivši životni prostor ciljnih i stranih/unesenih vrsta, a time kvalitetno predstavila zajednica riba.

#### 4.2.1. Područje istraživanja

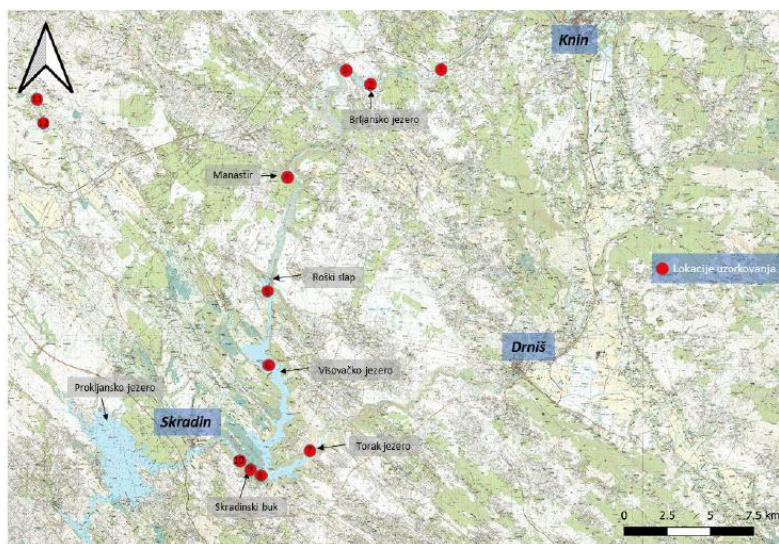
U dogovoru sa stručnom službom NP „Krka“, definirane su postaje uzorkovanja ihtiofaune u rijeci Krki i njenim pritocima unutar i izvan granica NP „Krka“ na području Šibensko-Kninske županije. Planiranim istraživanjem uzorkovane su tekućice i stajaćice na predmetnom području (Tablica 1., Slika 1.).

Tablica 1. Postaje uzorkovanja, tip površinske vode i HTRS 96 koordinate za ribe rijeke Krke i njenih pritoka unutar granica NP 'Krka'.

Broj	Postaja uzorkovanja	Tip površinske vode	X HTRS	Y HTRS
1.	Krka, kod mjesta Marasovine	rijeka	467846,6	4875090,4
2.	Jezero Brljan	jezero	463028,5	4874474,5
3.	Krka, jezero nizvodno od Brljanskog jezera	rijeka	484924,5	4874959,4
4.	Carigradska draga- proširenje kod manastira	jezero	459119,0	4869068,8
5.	Krka, ispod Roškog slapa	rijeka	457735,5	4862853,5
6.	Visovačko jezero	jezero	457863	4857816
7.	Jezero Torak	jezero	460883,6	4853135,3
8.	Krka, iznad Skradinskog buka	rijeka	457526,5	4851779,5
9.	Krka, Skradinski buk	rijeka	456935,8	4851661,1
10.	Krka, ispod Skradinskog buka	rijeka	456913,1	4851846,0
11.	Bare Dobropoljci	bara Dobrići	444539,1	4873931,2
12.		bara Kužeti	444842,0	4872454,9



Slika 1.: Kartografski prikaz NATURA 2000 područja (POP, plavo i POVS, narančasto) i zaštićenih područja (sivo), unutar i izvan granica NP 'Krka' na području Šibensko-kninske županije, navedenih u tablici 1. Strelica u gornjem lijevom kutu označava smjer sjevera.



Slika 2. Kartografski prikaz postaja uzorkovanja slatkovodne ihtiofaune unutar i izvan granica NP 'Krka' na području Šibensko-kninske županije navedenih u tablici 1. Strelica u gornjem lijevom kutu označava smjer sjevera (prikaz napravljen za potrebe rada).

#### 4.2.1.1. Krka, kod mjesta Marasovine

Na mjestu uzorkovanja (najuzvodnija postaja) u rijeci prevladava mahovina, alge kao i podvodna vegetacija. Na zemljanoj obali prevladavalo je primarno drveće i grmlje, kao i trava u manjoj mjeri. Voda je bistra, zelenkaste boje bez prisustva mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije bila je oko 50%. Dno rijeke prekriveno je kombinacijom materijala; većinom kamenom, a prisutne su bile i stijene, pijesak i šljunak. Zasjeđenost je srednja do velika. Glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune je dominacija stranih vrsta (Slika 3.).





Slika 3. Lokacija uzorkovanja na rijeci Krki blizu mjesta Marasovine (Privatni album)

#### **4.2.1.2. Jezero Brljan**

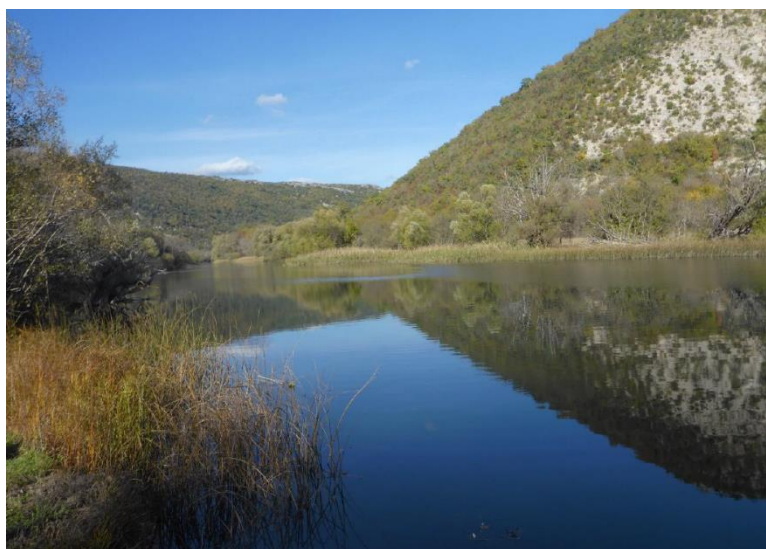
Jezero je obuhvaćeno većinom nadpovršinskom i podvodnom vegetacijom. Na zemljanoj obali bilo je prisutno drveće i grmlje. Voda je bistra, zelenkaste boje i bez mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije iznosila je između 20 i 40%. Dno jezera prekriveno je muljem. Zasjećenost je srednja. Kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune ističu se strane vrste, kao i pregradnja vodotoka odnosno upravljanje vodama/iskorištavanje voda (Slika 4.).



Slika 4. Lokacija uzorkovanja na jezeru Brljan (Privatni album)

#### 4.2.1.3. Krka, jezero nizvodno od Brljanskog jezera

Na mjestu uzorkovanja rijeka je prekrivena s većinom nadpovršinskom, kao i podvodnom vegetacijom. Pokrovnost vodene vegetacije iznosila je oko 50%. Dno jezera prekriveno je većinom pijeskom i muljem, a u manjem dijelu kamenom podlogom. Zasjećenost je srednja. Na obali sastavljenoj od zemlje prevladava drveće i grmlje, dok je u manjem postotku prisutna i trava. Voda je bistra, zelenkaste boje bez prisustva mirisa. Kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune ističu se pregradnja vodotoka i upravljanje vodama/iskorištavanje voda (Slika 5.).



Slika 5. Lokacija uzorkovanja na rijeci Krki (jezero nizvodno od Brljanskog jezera) (Privatni album)

#### 4.2.1.4. Carigradska draga - proširenje kod manastira

Proširenje i ujezerenje Krke kod manastira je prekriveno većinom podvodnom vegetacijom, a prisutno je i u manjoj mjeri i nadpovršinske vegetacije. Na obali sastavljenoj od zemlje i stijena prevladavalo je drveće i grmlje, ali i trave. Voda je замуćena, smečkaste boje s mirisom mulja. Pokrovnost vodene vegetacije bilo je od 80 do 90%. Dno jezera prekriveno je muljem. Zasjećenost je srednja. Kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune ističe se dominacija stranih vrsta (Slika 6.).



Slika 6. Lokacija uzorkovanja na jezeru Manastir (Privatni album)

#### **4.2.1.5. Krka, ispod Roškog slapa**

Rijeka je na mjestu uzorkovanja prekrivena s algama i mahovinom, a na kamenoj obali prevladavalo je drveće te grmlje, ako i malo trave. Razina vode je bez obzira na vremenski period uzorkovanja bila normalne razine. Voda je bistra, smečkaste boje bez prisustva mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije varirala je 50%. Dno rijeke prekriveno je većinom kamenom podlogom, a u manjoj mjeri prisutan je šljunak i pijesak, kao i pojedinačno kamenje. Zbog same konstitucije, položaja, ali i okolne vegetacije, rijeka je imala relativno malo zasjenjenih dijelova. Glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune je dominacija stranih vrsta te upravljanje vodama/iskorištavanje voda (Slika 7.).

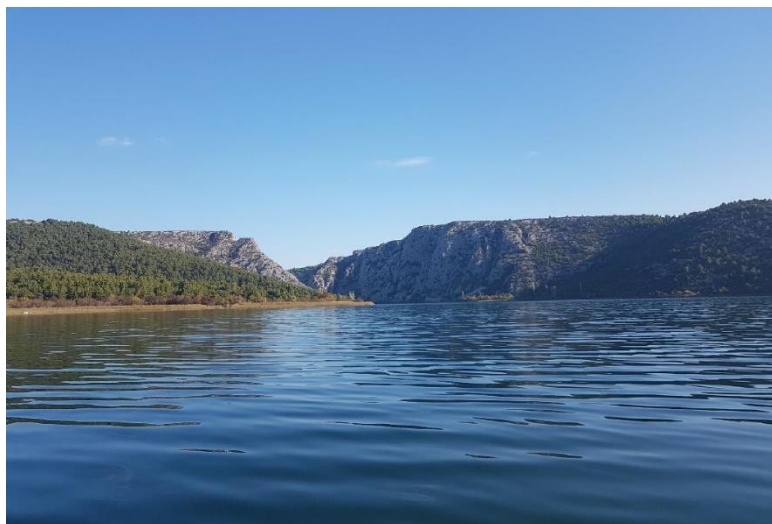




Slika 7. Lokacija uzorkovanja na rijeci Krki (ispod Roškog slapa) (Privatni album)

#### 4.2.1.6. Visovačko jezero

Na mjestu uzorkovanja Visovačko jezero je prekriveno algama, a prisutno je i nešto malo nadpovršinske i podvodne vegetacije, većinom uz rub jezera. Na obali sastavljenoj od zemlje i stijena prevladavalo je drveće i grmlje. Voda je bistra, zelenkaste boje i bez mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije iznosila je 80%. Dno jezera sastavljeno je od mulja, dok je zasjenjenost srednja. Kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune ističu se strane vrste (Slika 8.).



Slika 8. Lokacija uzorkovanja na jezeru Visovac (Privatni album)

#### 4.2.1.7. Jezero Torak

Na mjestu uzorkovanja u jezeru prevladava podvodna i plutajuća vegetacija, primarno uz rubove jezera. Na obali sastavljenoj od stijena i zemlje prevladavalo je drveće i grmlje. Voda je bistra, zelenkaste boje i bez mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije iznosila je oko 20%. Dno jezera prekriveno je muljem. Zasjećenost je srednja, a kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune ističu se strane vrste (Slika 9.).



Slika 9. Lokacija uzorkovanja na jezeru Torak (Privatni album)

#### 4.2.1.8. Krka, iznad Skradinskog buka

Na ovom mjestu uzorkovanja rijeka je prekrivena algama i mahovinom te podvodnom i plutajuća vegetacijom, a na obali sastavljenoj od zemlje i stijena (te sedre) prevladavalo je drveće i grmlje. Voda je bistra, zelenkaste boje bez prisustva mirisa. Pokrovnost vodenog toka vodenom vegetacijom iznosila je oko 40%. Dno rijeke prekriveno je većinom kamenom podlogom, a u manjoj mjeri prisutan je šljunak, pijesak i mulj. Rijeka je relativno dobro zasjenjena zbog razvijenog drveća uz rub rijeke. Kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune dominiraju strane vrste (Slika 10.).



Slika 10. Lokacija uzorkovanja na rijeci Krki (iznad Skradinskog buka) (Privatni album)

#### **4.2.1.9. Krka, Skradinski buk**

Rijeka je na mjestu uzorkovanja prekrivena mahovinom te algama, a manjim dijelom podvodnom i plutajuća vegetacijom, dok je na obali sastavljenoj od zemlje i stijena (sedra) prevladavalo drveće te grmlje. Razina vode je bez obzira na godišnje doba kada je uzorkovanje bilo vršeno bila normalne razine. Voda je bistra, zelenkaste boje bez prisustva mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije iznosi 40%. Dno rijeke prekriveno je većinom kamenom podlogom (sedra), a u manjoj mjeri prisutan je šljunak i pijesak. Također, zbog prisustva ograđenih dijelova vodotoka, na dnu je bio prisutan i mulj. Zbog same konstitucije, položaja, ali i okolne vegetacije, rijeka obiluje s mnogo zasjenjenih dijelova. Kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune dominiraju strane vrste te ljudska aktivnost (turizam) (Slika 11.).



Slika 11. Lokacija uzorkovanja na rijeci Krki (kod Skradinskog buka) (Privatni album)

#### **4.2.1.10. Krka, ispod Skradinskog buka**

Rijeka je na mjestu uzorkovanja prekrivena algama, podvodnom vegetacijom, kao i mahovinom, a na obali sastavljenoj od zemlje i stijena (sedra) prevladavala je trava, kao i drveće te grmlje. Voda je bistra, zelenkaste boje bez prisustva mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije iznosila je oko 40%. Dno rijeke prekriveno je većinom kamenom podlogom, a u manjoj mjeri prisutan je šljunak i pijesak. Također, zbog prisustva ograđenih dijelova vodotoka, na dnu je u manjoj mjeri bio prisutan i mulj. Zbog same konstitucije, položaja, ali i okolne vegetacije, rijeka je srednje zasjenjena. Glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune je dominacija stranih vrsta, kao i ljudska aktivnost (turizam) (Slika 12.).





Slika 12. Lokacija uzorkovanja na rijeci Krki (ispod Skradinskog buka) (Privatni album)

#### **4.2.1.11. Bare Dobropoljci**

Bare su antropogenog podrijetla, izgrađene za potrebe napajanja stoke. Za vrijeme uzorkovanja, jedna od njih je presušila (bara Kužeti), dok je druga bila prekrivena algama (bara Dobrići). Na obali sastavljenoj od kamenja prevladavalo je grmlje i drveće te malo trave. Voda je mutna, zelenkaste boje i bez mirisa. Pokrovnost vodene vegetacije iznosila je oko 10%. Dno jezera prekriveno je muljem i kamenjem. Zasjećenost je srednja. Kao glavni uzrok ugroženosti zavičajne ihtiofaune ističu se strane vrste i stočarstvo (Slika 13.).



Slika 13. Lokacija uzorkovanja na bari kod mjesta Dobropoljci (bara Dobrići) (Privatni album)

### 4.3. Vrijeme uzorkovanja

Terenska istraživanja provedena su od lipnja 2022. godine do travnja 2023. godine. Istraživanje ihtiofaune odvijalo se u pet terenskih izlazaka raspoređenih kroz deset terenskih dana, slijedeći standardne ihtiološke metode. Iako se europskim normama (CEN 14011, 2003; CEN 14757, 2005) ne određuje vrijeme uzorkovanja, vrijeme istraživanja prilagođeno je ekološkim zahtjevima vrsta te značajkama istraživanih lokaliteta. Zbog usporedbe dobivenih rezultata ponovljena uzorkovanja pojedinih postaja trebalo bi obaviti u isto ili što sličnije doba godine. Terenska istraživanja obuhvatila su četiri godišnja doba (proljetni, ljetni, jesenski i zimski dio). Navedenih deset dana terenskih istraživanja organizirana su kroz pet terenska izlaska (Tablica 2.).

Tablica 2. Broj terenskih izlazaka i datumi uzorkovanja postaja za ribe rijeke Krke i njenih pritoka unutar granica NP „Krka“

Terenski izlazak	Datum uzorkovanja	Postaja uzorkovanja
I.	01. – 02.06.2022.	Carigradska draga, jezero Brljan, Krka (ispod Skradinskog buka, iznad Skradinskog buka, ispod Roškog slapa, kod mjesta Marasovine)
II.	08. – 09.09.2022.	Bare kod Dobropoljaca, Krka ispod Skradinskog buka, Krka kod Skradinskog buka, jezero Torak, Viskovačko jezero
III.	09. – 10.11.2022.	jezero nizvodno od Brljanskog jezera, Carigradska draga, Viskovačko jezero
VI.	08. – 09.03.2023.	Carigradska draga, jezero Brljan, jezero nizvodno od Brljanskog jezera
V.	03. – 04.04.2023.	Carigradska draga, jezero Brljan

#### **4.4. Obilježavanje postaje uzorkovanja**

Na samom mjestu uzorkovanja izmjerene su geografske koordinate (pomoću GPS-a Garmin Overlander), fotografirano je mjesto uzorkovanja i određen je naziv postaje u skladu s projektnim zadatkom.

#### **4.5. Način uzorkovanja**

Radi utvrđivanja kvalitativnog ili kvantitativnog sastava ihtiopopulacije, korištena je kombinacija nekoliko različitih ribolovnih alata. Selektivni učinak sveden je na najmanju moguću mjeru uporabom aktivnih i pasivnih ribolovnih alata. Za istraživanje ihtiofaune primijenio se standardni postupak elektroribolova (CEN 14011, 2003) koji preporučuje Europska unija. Elektroribolov predstavlja aktivnu i neselektivnu metodu lova, kojom se nastoje zahvatiti sva specifična mikrostaništa na uzorkovanom području. Kao pasivna metoda na nekim se postajama, na primjer u jezerima, koristio i lov standardiziranim najlonskim mrežama različite veličine oka „nordijskog“ tipa, kako bi se u periodu od sumraka do zore sakupio kvantitativni uzorak riba svih dobnih kategorija. Također, kao dopuna gore navedenim metodama korištena je i metoda postavljanja vrša.

Uzorkovanje na svim postajama provedeno je pomoću stacionarnih elektroagregata Hans Grassl snage 5 kW i 11 kW i lednog baterijskog agregata, pri čemu svi osiguravaju kontinuiranu ili pulsnu istosmjernu struju napona do 600 V. Na mjestima gdje dubina rijeke ne prelazi 100 cm uzorkovalo se hodanjem po riječnom dnu, a na dubljim mjestima uzorkovalo se iz gumenog ili aluminijskog čamca. Sve ulovljene ribe determinirane se na temelju vanjskih morfoloških značajki te su bile izbrojane i izmjerena im je standardna dužina (SL) tijela. Većina zavičajnih vrsta riba neozlijeđeno je vraćeno u vodu, osim sumnjivih ili znanstveno interesantnih jedinki koje su bile konzervirane i odnesene u laboratorij na daljnju obradu. Ulovljene invazivne i strane vrste riba nisu vraćene u vodu. Prilikom uzorkovanja i obrade materijala posebna se pozornost dala zaštićenim, endemičnim i ugroženim vrstama riba. S takvim se vrstama prilikom skupljanja i rukovanja postupalo s dodatnim oprezom.

Ribolov u jezerima se provodio jednostrukim najlonskim mrežama nordijskog tipa koje su duge 30, a visoke 1,5 metara. Svaka od takvih mreža se sastoji od 12 različitih polja veličine oka od 5 do 55 mm i dužine 2,5 m. Lov standardiziranim najlonskim mrežama različite veličine oka „nordijskog“ tipa korišten je kao alternativna tj. dodatna metoda elektroribolovu.

Vrše su se postavljale na način da su se koristile dva tipa vrša, veće i manje vrše s različitim veličinama otvora, u koje su osim standardnih mamaca, bile ubačene i svjetleće ampule radi boljeg privlačenja riba. Kao i mreže, vrše su ostavljane tijekom noći radi povećanja uspješnosti ulova.

Uz gore navedene metode uzorkovanja kao dopunske metode korištena je metoda vizualnog cenzusa uz pomoć ronjenja te upotrebom podvodnog drona Chasing M2 PRO (Slika 14.)



Slika 14. Metoda vizualnog cenzusa uz pomoć podvodnog drona (Privatni album)

#### **4.6. Obrada uzorkovanog materijala**

Sve ribe determinirane su odmah po ulovu (Slika 15.) ili naknadno u laboratoriju, na temelju vanjskih morfoloških značajki uz pomoć determinacijskih ključeva (Vuković i Ivanović, 1971.; Holčik, 1972.; Povž i Sket, 1990.; Miller i Loates, 1997.; Kottelat i Freyhof, 2007.). U slučaju sumnje u točnost određivanja (hibridi, vrlo bliske vrste, mlade jedinke), takve jedinke su konzervirane i odnesene u laboratorij radi daljnje determinacije. Riba su za potrebe dodatnih



analiza konzervirane u 4%-tnoj otopini formaldehida ili 96%-tnoj otopini etilnog alkohola. Sve konzervirane jedinke s različitih postaja odvojene su u zasebne posude koje su obilježene izvana i iznutra.



Slika 15. Determinacija riba in situ (Privatni album)

#### **4.7. Suradnja s lokalnom zajednicom**

Nažalost, nativna zajednica riba čitavog sustava rijeke Krke vrlo je ugrožena, a najizrazitije i najproblematičnije prijetnje su upravo invazivne vrste.

Posebnost endemičnih vrsta ihtiofaune jadranskog slijeva je i u tome što u njima nema pravih predatorskih vrsta. Utjecaj invazivnih vrsta na zavičajnu ihtiofaunu je višestruk: odrasle jedinke, posebice štika, hrane se prvenstveno mlađi zavičajnih vrsta smanjujući njihov reproduktivni uspjeh. Također, uzrokuju kompeticiju za hranu i pogodna staništa, a mijenjaju i stanišne uvjete. Unesene predatorske vrste uzrokuju promjene čije posljedice tek treba sagledati.

U tom je pogledu štika posebno problematična, s obzirom na veliku gustoću populacije u rijeci Krki i njenu sposobnost da se vrlo brzo širi u svim vodotocima u koje je ubačena.

Stoga je u lipnju 2021. godine izrađen, a potom i usvojen: „Pilot projekt selektivnog izlova stranih vrsta slatkovodnih riba iz vodotoka unutar NP „Krka“ (Protokol izlova). Protokol je izrađen u suradnji Zoologijskog zavoda PMF-a, Sveučilišta u Zagrebu; ZZOP-a i stručne službe

NP „Krka“, s definiranim ciljem, metodologijom, propisanim mjerama, načinima izlova i predviđenim lokacijama izlova.

Cilj ovog projekta je selektivni izlov stranih slatkovodnih riba iz vodotoka kako bi gustoće njihovih populacija bile snižene, a time bi se smanjio i negativan utjecaj na zavičajnu riblju zajednicu te ponovo uspostavili adekvatni uvjeti za osiguranje opstanka zavičajnih vrsta.

Kao pomoć pri izlovu, a ujedno i način ostvarivanja suradnje s lokalnom zajednicom, u projekt su uključeni, u ovoj prvoj fazi, lokalni stanovnici – ribiči. Održani su sastanci, morali su se evidentirati za izlov u Parku i podijeljeni su im obrasci koje ispunjavaju na mjesečnoj bazi i u kojima evidentiraju datum, vrijeme, lokaciju i način ulova. Te obrasce prikupljaju čuvari prirode na terenu i dostavljaju u Park, a redovito kontroliraju ponašanje i izlov na terenu (Tablica 3.).

Ribiči koji sudjeluju u ovom pilot projektu dužni su upravi NP Krka dostaviti mjesečna izvješća o provedenim aktivnostima selektivnog izlova. U izvješću potrebno je da se točno navede datum, vrijeme i točna lokacija ulova i način ulova. Svaka jedinka se treba fotografirati te izmjeriti njena masa i dužina.

Također, svi prijavljeni ribiči trebaju poštivati sljedeće mjere:

- Selektivni je izlov štuke moguće obavljati iz plovila ili s obale
- Ribolov se smije obavljati isključivo za vrijeme dnevnog trajanja svijetla (od zore do sumraka)
- Svaki ribič može loviti s najviše po tri štapa
- Kao mamac mogu se koristiti isključivo umjetne varalice
- Strogo zabranjeno korištenje čitavih riba kao mamaca, i mrtvih i živih
- Obavezno je korištenje sajli za predvez
- Dozvoljen lov samicama s maksimalno do 50 udica uz korištenje jedino mrtvih mamaca
- Ribiči koji se ne pridržavaju gore navedenih napomena trenutačno gube pravo selektivnog izlova
- Stručno osoblje NP Krka dužno je obavljati kontinuirani stručni nadzor nad provođenjem aktivnosti selektivnog izlova štuke, po potrebi uz dodatne savjete i upute te pratiti gustoću i stanja populacije štuke.

### Lokacije selektivnog izlova:

1. Visovačko jezero (od Roškog slapa do Skradinskog buka)
2. Manastir Krka
3. Brljansko jezero
4. rijeka Krka iznad Brljanskog jezera

Tablica 3.: Obrazac izvještavanja o izlovljenoj vrsti

IZVJEŠĆE O IZLOVU ZA MJESEC - _____				
IME I PREZIME:				
	VRIJEME I LOKACIJA RIBOLOVA	VRSTA ULOVA	BROJ JEDINKI	DUŽINA ULOVLJENIH JEDINKI (cm)
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				
24.				
25.				
26.				

## 5. Rezultati

### 5.1. Utvrđivanje kvalitativnog i kvantitativnog sastava zajednice riba predmetnog područja

Tijekom 2022. i 2023. godine provedeno je deset dana terenskih istraživanja organiziranih kroz pet terenskih izlazaka na rijeci Krki i njenim pritocima šireg područja NP Krka, za vrijeme kojih je elektroribolovom, jednostrukim najlonskim mrežama nordijskog tipa i vršama uzorkovano jedanaest postaja unutar granica NP „Krka“ (bara Kužeti je presušila u periodu uzorkovanja). Ukupno je zabilježeno 20 vrsta riba (razred *Actinopteri*) i 10547 jedinki, raspoređenih u šesnaest porodica (Tablica 4). Od ukupnog broja zabilježenih vrsta, njih šest je alohtono ili strano (crni somić, babuška, gambuzija, sunčanica, bezribica, bijeli amur), četiri su unesene iz Dunavskog sliva u rijeku Krku ili pritoke (šaran, štika, linjak i grgeč), dok su ostale autohtone za rijeku Krku i pritoke. Tijekom provedenog istraživanja, u ukupnom uzorku najbrojnija je bila porodica *Cyprinidae* s četiri vrste, zatim porodica *Leuciscidae* s tri, dok su sve ostale porodice bile zastupljene s po jednom vrstom.

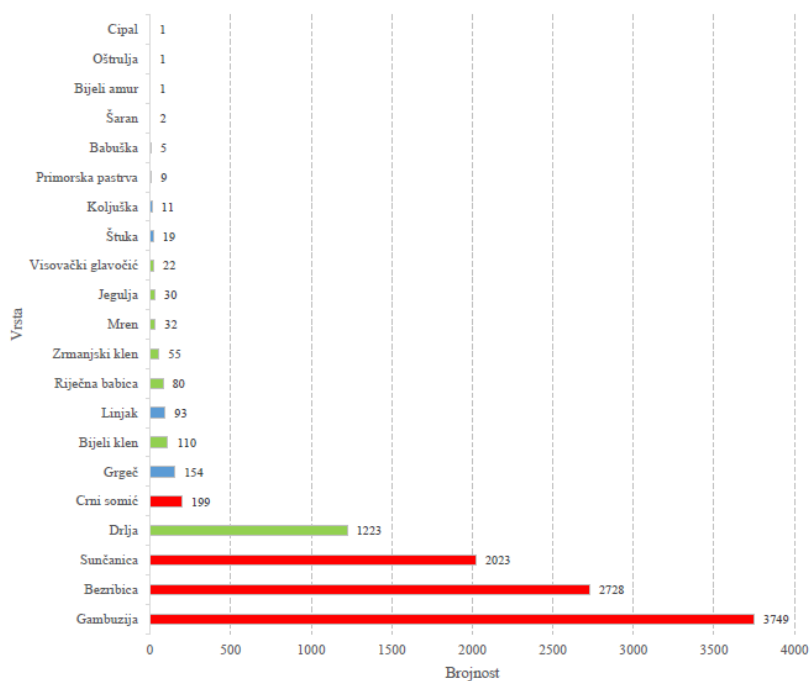
Tablica 4.: Udio pojedinih vrsta riba rijeke Krke i njenih pritoka unutar i izvan granica NP „Krka“ u ukupnom broju ulovljenih jedinki. Crvenom bojom označene su alohtone (strane) vrste, zelenom autohtone, a plavom su označene unesene vrste.

Vrsta (latinski)	Vrsta (hrvatski)	Porodica	Brojnost	Udio u uzorku (%)	kategorija dominantnosti
<i>Gambusia holbrooki</i>	Gambuzija	Poeciliidae	3749	35,55	EU
<i>Pseudorasbora parva</i>	Bezribica	Gobionidae	2728	25,87	EU
<i>Lepomis gibbosus</i>	Sunčanica	Centrarchidae	2023	19,18	EU
<i>Scardinius dergle</i>	Drlja	Leuciscidae	1223	11,60	DO
<i>Ameiurus melas</i>	Crni somić	Ictaluridae	199	1,89	SUBR
<i>Perca fluviatilis</i>	Grgeč	Percidae	154	1,46	SUBR
<i>Squalius squalus</i>	Bijeli klen	Leuciscidae	110	1,04	SUBR
<i>Tinca tinca</i>	Linjak	Tincidae	93	0,88	SPOR
<i>Salaria fluviatilis</i>	Riječna babica	Blenniidae	80	0,76	SPOR
<i>Squalius zrmanjiae</i>	Zrmanjski klen	Leuciscidae	55	0,52	SPOR
<i>Barbus plebejus</i>	Mren	Cyprinidae	32	0,30	SPOR
<i>Anguilla anguilla</i>	Jegulja	Anguillidae	30	0,28	SPOR
<i>Knipowitschia mrakovcici</i>	Visovački glavočić	Gobiidae	22	0,21	SPOR
<i>Esox lucius</i>	Štuka	Esocidae	19	0,18	SPOR
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Koljuška	Gasterosteidae	11	0,10	SPOR
<i>Salmo farioides</i>	Primorska pastrva	Salmonidae	9	0,09	SPOR
<i>Carassius gibelio</i>	Babuška	Cyprinidae	5	0,05	SPOR
<i>Cyprinus carpio</i>	Šaran	Cyprinidae	2	0,02	SPOR
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Bijeli amur	Xenocyprididae	1	0,01	SPOR
<i>Aulopyge huegelli</i>	Oštrulja	Cyprinidae	1	0,01	SPOR
<i>Mugil sp.</i>	Cipal	Mugilidae	1	0,01	SPOR
<b>Ukupno</b>			<b>10547</b>	<b>100,00</b>	

EU - eudominantna; DOM - dominantna; SUBD - subdominantna; REC - recedentna; SUBR - subrecedentna; SPOR - sporadična

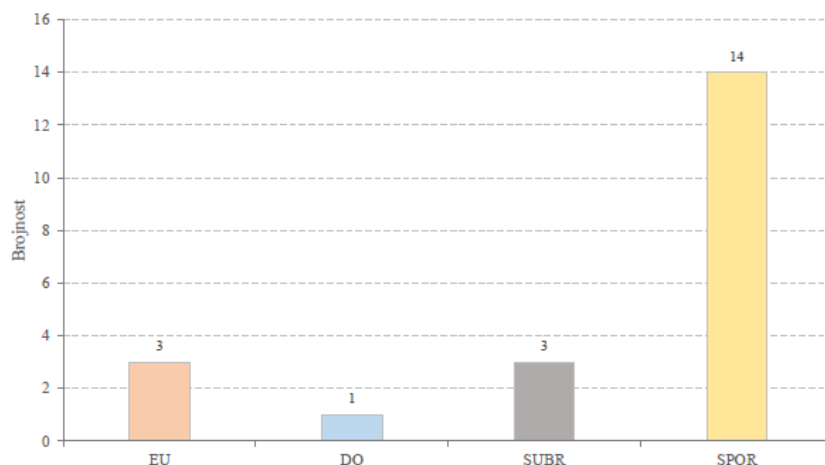
Od svih zabilježenih vrsta, tijekom istraživanja najbrojnija vrsta je bila gambuzija (3749 jedinke, 35,5%), bezribica (2728 jedinke, 25,8%) i sunčanica (2023 jedinke, 19,1%), a slijedi ih drlja (1223 jedinke, 11,6%). Navedene četiri vrste čine 92,1% ukupne brojnosti uzorka, dok su ostale vrste zastupljene su s manje od 2%. Od ostalih alohtonih i unesenih vrsta, crni somić je zastupljen s 1,8% (199 jedinki), grgeč s 1,4% (154 jedinki), linjak s 0,8% (93 jedinke), štuka s 0,1% (19 jedinki), babuška s 0,05% (pet jedinki), šaran s 0,02% (dvije jedinke) te bijeli amur s 0,01% (jedna jedinka) (Slika 16). Od autohtonih vrsta, bijeli klen je zastupljen s 1% (110 jedinki), riječna babica s 0,7% (80 jedinki), zrmanjski klen s 0,5% (55 jedinki), mren s 0,3% (32 jedinke), jegulja s 0,2% (30 jedinki), visovački glavočić s 0,2% (22 jedinke), koljuška s 0,1% (11 jedinki) te primorska pastrva s 0,09% (devet jedinki). Babuška je zabilježena s pet jedinki (0,05%), šaran s dvije (0,02%) te bijeli amur i oštrulja s po jednom jedinkom (0,01%). Cipal je morska vrsta koja je zabilježena nizvodno na prijelazu iz slatke u morsku vodu, a ulovljena je samo jedna jedinka (Slika 16.).

Od ciljnih vrsta za EU ekološku mrežu Natura 2000 (HR2000918 Šire područje NP Krka), tijekom istraživanja najbrojnija vrsta je bila mren (32 jedinke), a slijedi je visovački glavočić (22 jedinke) te oštrulja (jedna jedinka). U ukupnom uzorku, ciljne vrste zajedno čine manje od 1% uzorka.



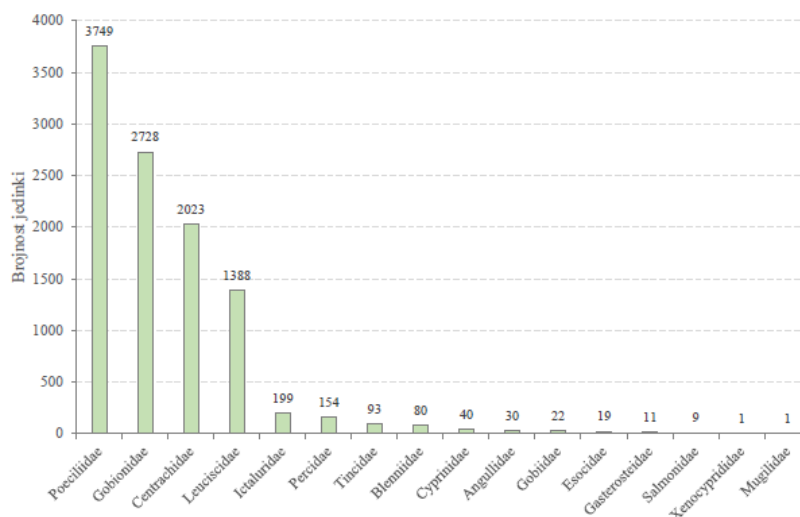
Slika 16. Broj ulovljenih jedinki autohtonih (zeleno), stranih (crveno) i unesenih (plavo) riba na pojedinim vodotocima na području rijeke Krke i njenih pritoka unutar granica NP „Krka“

Kako bi se odredila dominantnost pojedinih vrsta, relativna brojnost je klasificirana na ljestvici logaritma baze 2 (Matthews 1998.) da bi se utvrdilo sljedećih 6 klasa dominantnosti (Mühlenberg 1993.): eudominantne vrste (relativna brojnost veća od 16%); dominantne (brojnost 8-16%), subdominantne (brojnost 4-8%), recedentne (2-4%), subrecedentne (1-2%) i sporadične vrste (relativna brojnost manja od 1%). Prema navedenoj podijeli, našim istraživanjem, tri vrste su eudominantne (gambuzija, sunčanica i bezribica), jedna je dominantna (drlja), tri subrecedentna (crni somić, bijeli klen i grgeč), dok je preostalih 14 vrsta sporadično (Tablica 4, Slika 17.).



Slika 17. Broj vrsta riba po kategorijama dominantnosti u ukupnom uzorku na području rijeke Krke i njenih pritoka unutar i izvan granica NP „Krka“.

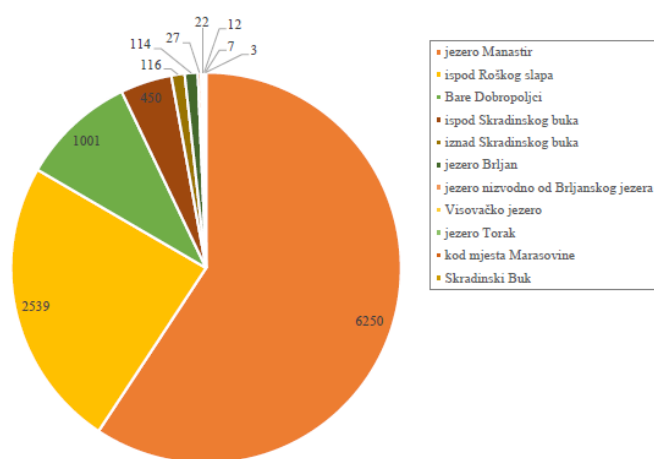
Od zabilježenih vrsta, porodice *Cyprinidae* (oštrulja, mren, babuška i šaran) je bila zastupljena s četiri vrste, porodica *Leuciscidae* (drlja, zrmanjski i bijeli klen) s tri, dok su ostale porodice bile zastupljene s po jednom vrstom. Iako najbrojnije vrstama, porodice *Leuciscidae* i *Cyprinidae* nisu bile najbrojnije jedinkama. Porodice *Poecillidae*, *Gobionidae* i *Centrarchidae* dominirale su u brojnosti jedinki, s ukupno 8500 zabilježenih jedinki, dok su ranije navedene porodice zaostajale u ukupnoj brojnosti te bile izražene s uzorkovanih 1388 i 39 jedinke (Slika 18.).



Slika 18. Brojnost jedinki unutar pojedine porodice riba uzorkovanih tijekom provedenog istraživanja na području rijeke Krke i njenih pritoka unutar i izvan granica NP „Krka“.

Od svih uzorkovanih lokacija, daleko najveći broj ulovljenih jedinki alohtonih (stranih) i unesenih vrsta zabilježeno je na lokaciji „Manastir“, na kojoj je uzorkovano ukupno 7848

jedinki, od čega čak 7660 stranih, 48 unesenih te 140 domaćih jedinki. Po brojnosti, ali i broju alohtonih vrsta, slijedi lokacija „Krka ispod Roškog slapa“, s uzorkovanih 2539 jedinki, od čega 1295 strane, 54 unesene i 1190 domaće jedinke (Tablica 5, Slika 19). Slijedeća postaja po brojnosti jedinki je lokacija „bare kod Dobropoljaca (bara Dobrići)“ na kojoj je ulovljena jedna strana i jedna unesena vrsta (sunčanica i šaran), s naglaskom na 1000 sunčanici u brojnosti. Slijedi postaja „Krka ispod Skradinskog buka“, s 450 zabilježenih jedinki, od čega 331 strane, 8 unesenih i 111 domaće jedinke. U jezeru Torak ulovljene su dvije strane vrste (16 jedinke) i jedna unesena (2 jedinke grgeča). Nadalje, na postajama „Krka iznad Skradinskog buka“ i „jezero Brljan“ ulovljen je otprilike jednak broj jedinki (116 i 114), s naglaskom kako na prvoj lokaciji dominiraju domaće vrste (110 jedinki), unesene su izostale iz uzorka, dok je od stranih bila prisutna samo sunčanica sa šest jedinki (Tablica 5, Slika 19.). Suprotno navedenom, na lokaciji „jezero Brljan“ dominiraju unesene vrste, kao što su grgeč, štika i šaran (107 jedinki), a prisutne su i dvije domaće te jedna strana vrsta. Na lokaciji „jezero nizvodno od Brljanskog jezera“ zabilježeno je 27 jedinki, od čega 26 pripadaju unesenoj vrsti grgeča, a jedna domaćoj primorskoj pastrvi. Na lokaciji „Visovačko jezero“, uzokovane su 22 jedinke, od čega četiri domaće i dvije strane vrste. Na jezeru Torak, na kojem je uzorkovano vršama, ulovljeno je 18 jedinki, od čega dvije strane (sunčanica i bezribica) i jedne unesene jedinke (grgeč), dok je domaća fauna izostala. Kod Skradinskog buka ulovljene su samo strane vrste (tri vrste zastupljene s po jednom jedinkom). Na lokaciji „Krka kod mjesta Marasovine“ nije zabilježena niti jedna strana/unesena vrsta, već je bila prisutna samo primorska pastrva (sedam jedinki) (Tablica 5, Slika 19.).



Slika 19. Broj ulovljenih jedinki riba na pojedinim postajama na području rijeke Krke i njenih pritoka unutar i izvan granica NP „Krka“. U legendi su postaje navedeno po brojnosti, od najbrojnije jedinkama na vrhu ka najmanje brojnoj postaji na dnu.

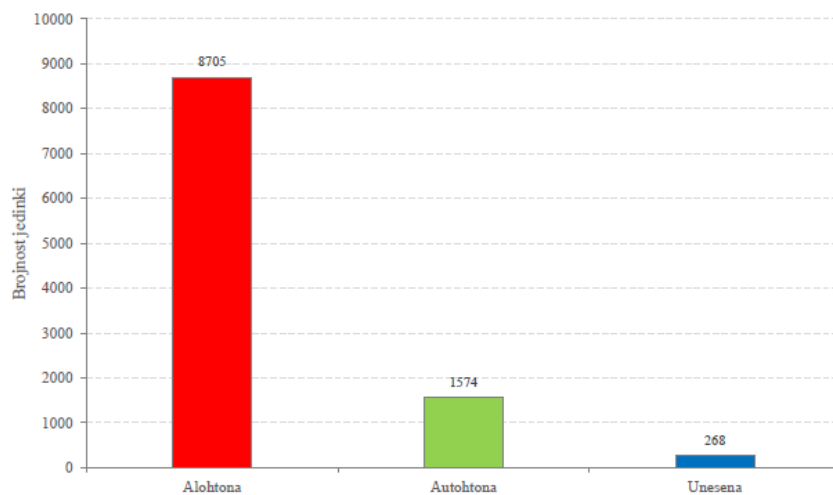


Tablica 5. Relativna brojnost jedinki riba uzorkovanih tijekom istraživanja rijeke Krke i pritoka, raspoređenih po postajama uzorkovanja. Vertikalna kolona „Ukupno“ se odnosi na ukupnu brojnost jedinki po pojedinačnoj vrsti, a horizontalna na brojnost jedinki po pojedinačnoj postaji. Crvenom bojom označene su alohtone (strane) vrste, zelenom autohtone, a plavom su označene unesene vrste.

Vrsta (latinski)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	Ukupno
<i>Ameiurus melas</i>		1				198						199
<i>Anguilla anguilla</i>			29								1	30
<i>Aulopyge huegelli</i>											1	1
<i>Barbus plebejus</i>		2	5	25								32
<i>Carassius gibelio</i>						5						5
<i>Ctenopharyngodon idella</i>					1							1
<i>Cyprinus carpio</i>	1				1							2
<i>Esox lucius</i>		3			1	15						19
<i>Gambusia holbrooki</i>		1134	306			2302			1		6	3749
<i>Gasterosteus aculeatus</i>		10	1									11
<i>Knipowitschia mrakovcici</i>		20									2	22
<i>Lepomis gibbosus</i>	1000	150	19	6		833			1	14		2023
<i>Mugil sp.</i>			1									1
<i>Perca fluviatilis</i>		1	1		105	19	26			2		154
<i>Pseudorasbora parva</i>		10	6			2702			1	2	7	2728
<i>Salaria fluviatilis</i>		50	25								5	80
<i>Salmo farioides</i>					1		1	7				9
<i>Scardinius dergle</i>		1078			5	140						1223
<i>Squalius squalus</i>		15	50	45								110
<i>Squalius zrmanjæ</i>		15		40								55
<i>Tinca tinca</i>		50	7			36						93
<b>Ukupno</b>	<b>1001</b>	<b>2539</b>	<b>450</b>	<b>116</b>	<b>114</b>	<b>6250</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>22</b>	<b>10547</b>

Rimski brojevi se odnose na popis postaja na kojima je izvršeno uzorkovanje ihtiofaune rijeke Krke i pritoka: A - Bare Dobropoljci; B - ispod Roškog slapa; C - ispod Skradinskog buka; D - iznad Skradinskog buka; E - jezero Brljan; F - Carigradska draga; G - jezero nizvodno od Brljanskog jezera; H - kod mjesta Marasovine; I - Skradinski buk; J - jezero Torak; K - Visovačko jezero.

Uzimajući u obzir ukupan broj zabilježenih jedinki tijekom provedenog istraživanja na rijeci Krki i pritocima, alohtone (strane) vrste bile su najbrojnije s 8705 jedinki, zatim slijede autohtone s 1573 te unesene s 268 jedinki (Slika 20. i 21.).



Slika 20. Odnos između broja jedinki alohtonih, autohtonih i unesenih riba na području rijeke Krke i njenih pritoka unutar granica NP „Krka“



Slika 21. Najčešće alohtone (strane) vrste zabilježene tijekom provedenog istraživanja na rijeci Krki i pritocima. a) babuška, b) bezribica, c) gambuzija, d) crni somić, e) bijeli amur i f) sunčanica (Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu).

## 5.2. Pregled uzorkovanja ihtiofaune po postajama

Ulovi po postajama navedeni su u tablicama 6. – 16., gdje su zelenom bojom navedene autohtone, crvenom alohtone te plavom unesene vrste riba na području rijeke Krke i pritoka.

Tablica 6. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune rijeke Krke kod mjesta Marasovine

Vrsta	Brojnost	%
primorska pastrva	7	100
<b>Ukupno</b>	<b>7</b>	<b>100</b>

Na rijeci Krki (kod mjesta Marasovine) ulovljeno je svega 7 jedinki jedne autohtone vrste, primorske pastrve. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bila je primorska pastrva, sa 100% udjela, koja je ujedno i jedina autohtona vrsta (Tablica 6.).

Tablica 7. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune Jezera Brljan

Vrsta	Brojnost	%
grgeč	105	94,6
drlja	4	3,6
primorska pastrva	1	0,9
štuka	1	0,9
šaran	1	0,9
bijeli amur	1	0,9
<b>Ukupno</b>	<b>113</b>	<b>100,0</b>

Na jezeru Brljan ulovljeno je šest vrsta, od čega dvije domaće, jedna strana i tri unesene. U brojnosti, od 113 zabilježene jedinke, dominira grgeč sa 105 jedinki (94,6%), dok su ostale vrste zabilježene s manje od 5% brojnosti (Tablica 7.).

Tablica 8. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune rijeke Krke, jezera nizvodno od Brljanskog jezera

Vrsta	Brojnost	%
grgeč	26	96,3
primorska pastrva	1	3,7
<b>Ukupno</b>	<b>27</b>	<b>100,0</b>

Na rijeci Krki (jezero nizvodno od Brljanskog jezera) ulovljeno je 27 jedinki, raspoređenih u dvije vrste. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bila je grgeč (s po 96,3%). Prisutna je još samo primorska pastrva, s 3,7% udjela (jedna jedinka) (Tablica 8.). Od zabilježenih vrsta, jedna je unesena i jedna autohtona vrsta.

Tablica 9. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune jezera Manastir

Vrsta	Brojnost	%
<b>gambuzija</b>	4072	51,9
<b>bezribica</b>	2552	32,5
<b>sunčanica</b>	833	10,6
<b>crni somić</b>	198	2,5
<b>drlja</b>	140	1,8
<b>linjak</b>	36	0,5
<b>štuka</b>	12	0,2
<b>babuška</b>	5	0,1
<b>Ukupno</b>	<b>7848</b>	<b>100,0</b>

Na jezeru Manastir ulovljeno je 7848 jedinki, raspoređenih u osam vrsta. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bila je gambuzija (59,1%). Slijede je bezribica (32,5%) i sunčanica (10,6%). Od osam zabilježenih vrsta, njih čak pet je alohtono, dvije su unesene, dok je samo drlja autohtona i endemska vrsta (Tablica 9.).

Tablica 10. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune rijeke Krke ispod Roškog slapa

Vrsta	Brojnost	%
<b>gambuzija</b>	1134	44,7
<b>drlja</b>	1078	42,5
<b>sunčanica</b>	150	5,9
<b>riječna babica</b>	50	2,0
<b>linjak</b>	50	2,0
<b>visovacki glavočić</b>	20	0,8
<b>bijeli klen</b>	15	0,6
<b>zrmanjski klen</b>	15	0,6
<b>bezribica</b>	10	0,4
<b>koljuška</b>	10	0,4
<b>štuka</b>	3	0,1
<b>mren</b>	2	0,1
<b>grgeč</b>	1	0,0
<b>crni somić</b>	1	0,0
<b>Ukupno</b>	<b>2539</b>	<b>100</b>

Na rijeci Krki (ispod Roškog slapa) ulovljeno je 2539 jedinki, raspoređenih u 14 vrsta. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bile su gambuzija (44,7%) i drlja (42,5%). Iako s mnogo manjom brojnosti, slijedi ih sunčanica s 5,9%, dok su stale vrste zastupljene su s udjelom manjim od 5% u ukupnoj brojnosti (Tablica 10.). Od 14 zabilježenih vrsta, njih četiri je strano (sunčanica, bezribica, gambuzija i crni somić), tri su unesene (štuka, linjak i grgeč), dok su ostale autohtone. Od autohtonih, drlja, visovački glavočić i mren su endemske vrste Jadranskog sliva.

Tablica 11. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune jezera Torak

Vrsta	Brojnost	%
sunčanica	14	77,8
bezribica	2	11,1
grgeč	2	11,1
<b>Ukupno</b>	<b>18</b>	<b>100,0</b>

Na jezeru Torak uzorkovano je 18 jedinki, raspoređenih u tri vrste. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bila je sunčanica (77,8%). Slijede je bezribica i grgeč, s po 11,1%. Od zabilježenih vrsta, njih dvije su strane (sunčanica i bezribica), dok je jedna unesena (grgeč) (Tablica 11.).

Tablica 12. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune Visovačkom jezeru

Vrsta	Brojnost	%
bezribica	7	31,8
gambuzija	6	27,3
riječna babica	5	22,7
visovački glavočić	2	9,1
jegulja	1	4,5
oštrulja	1	4,5
<b>Ukupno</b>	<b>22</b>	<b>100,0</b>

Na Visovačkom jezeru ulovljene su 22 jedinke, raspoređene u šest vrsta. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bila je bezribica (31,8%). Slijede je gambuzija i riječna babica, s po 27,3 i 22,7%. Od zabilježenih vrsta, četiri su autohtone (riječna babica, visovački glavočić i jegulja), a dvije strane (bezribica i gambuzija) (Tablica 12.).

Tablica 13. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune rijeke Krke iznad Skradinskog buka

Vrsta	Brojnost	%
bijeli klen	45	38,8
zрманjski klen	40	34,5
mren	25	21,6
sunčanica	6	5,2
<b>Ukupno</b>	<b>116</b>	<b>100</b>

Na rijeci Krki (iznad Skradinskog buka) ulovljeno je 116 jedinki, raspoređenih u 4 vrste. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bila je bijeli klen (s po 38,8%). Slijedi je bijeli zрманjski klen (34,5%), dok je mren zastupljen s 21,6%, a sunčanica s 5,2% (Tablica 13.). Od 4 zabilježene vrste, sunčanica je strana, dok su ostale autohtone vrste. Od autohtonih, zрманjski klen i mren su endemske vrste Jadranskog sliva.

Tablica 14. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune rijeke Krke kod Skradinskog buka

Vrsta	Brojnost	%
bezribica	1	33,3
gambuzija	1	33,3
sunčanica	1	33,3
<b>Ukupno</b>	<b>3</b>	<b>100,0</b>

Na rijeci Krki (kod Skradinskog buka) ulovljene su svega tri jedinke, raspoređene u tri vrste. Sve vrste zastupljene su po 33,3%. Od zabilježenih vrsta, sve tri su strane vrste (Tablica 14.).

Tablica 15. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune rijeke Krke ispod Skradinskog buka

Vrsta	Brojnost	%
gambuzija	306	68,0
bijeli klen	50	11,1
jegulja	29	6,4
riječna babica	25	5,6
sunčanica	19	4,2
linjak	7	1,6
bezribica	6	1,3
mren	5	1,1
koljuška	1	0,2
grgeč	1	0,2
cipal	1	0,2
<b>Ukupno</b>	<b>450</b>	<b>100,0</b>

Na rijeci Krki (ispod Roškog slapa) ulovljeno je 450 jedinki, raspoređenih u 11 vrsta. U ukupnoj brojnosti najdominantnija vrsta bila je gambuzija (sa 68%). Slijedi je bijeli klen (11,1%), dok su jegulja i riječna babica zastupljene sa 6,6 i 5,6% (Tablica 15.). Ostale vrste zastupljene su s udjelom manjim od 5% u ukupnoj brojnosti. Od 10 zabilježenih vrsta, njih tri su strane (gambuzija, sunčanica, bezribica), dvije su unesene (linjak i grgeč), dok su ostale autohtone. Od autohtonih, mren je endemska vrsta Jadranskog sliva.

Tablica 16. Kvantitativni i kvalitativni sastav ihtiofaune bare kod Dugopoljaca (bara Dobrići)

Vrsta	Brojnost	%
sunčanica	1000	99,9
šaran	1	0,1
<b>Ukupno</b>	<b>1001</b>	<b>100,0</b>

U bari kod Dugopoljaca (bara Dobrići) ulovljena je 1001 jedinka, od kojih je sunčanica bila dominantna vrsta (99,9%), a šaran povremena (0,1%). Od ulovljenih vrsta, jedna je strana, a druga unesena (Tablica 16.). Bara Kužeti za vrijeme uzorkovanja presušila, stoga tamo uzorkovanje nije obavljeno.

### 5.3. Rezultati izlova štuke lokalnog stanovništva

Realizacija izlova započela je u srpnju 2021. godine i do kraja godine izlovljeno je ukupno 914 jedinki štuke s 4 lokacije.

Iako je Protokolom predviđeno izlovljavanje i ostalih invazivnih vrsta, započelo se s izlovom samo štuke, kako bi se lokalno stanovništvo priviknulo i educiralo o značaju provedbe ovog projekta i obnovilo povjerenje nakon donošenja Pravilnika o zaštiti i očuvanju NP „Krka“ kojim se zabranjuje ribolov u zaštićenom području, a sukladno Zakonu o slatkovodnom ribarstvu i Zakonu o zaštiti prirode.

Ukupno se prijavilo 65 ribiča, a uvjet da mogu izlovljavati štuku na području Parka bio je da se radi o lokalnom stanovništvu koje živi na području ili uz samu granicu Parka.

Ukupan broj ribiča (119) za 2021. godinu, koji je naveden u Tablici 17. odnosi se podatak koliko su učestalo izlovljavali na lokalitetima, a ne na povećan broj prijavljenih ribiča.

Najviše se izlovljavalo na području Visovačkog jezera, odaziv stanovništva gornjeg toka nije bio baš velik. Najviše štuke je izlovljeno na području Visovačkog jezera, jer je tu bilo najviše ribiča. Najveći primjerak ulovljen je na lokalitetu Torak – 12 kg teška i 138 cm duga štuca. (Slika 22.)

Tablica 17. ukupan broj ulovljenih jedinki u 2021. godini

<b>REZULTATI UKLANJANJA ŠTUKU u 2021. godini (srpanj-prosinac)</b>			
<b>LOKACIJA</b>	<b>BROJ ULOVLJENIH JEDINKI</b>	<b>VELIČINA</b>	<b>BROJ RIBIČA</b>
Torak, Nos Kalik	173	69-138 cm	6
Visovačko jezero	618	40 - 125 cm	90
Manastir Krka	107	40 -120 cm	19
Brljan	16	75 - 100 cm	4
<b>UKUPNO</b>	<b>914</b>		<b>119</b>





Slika 22. Najveći primjerak – lokalitet Torak; 12 kg teška i 138 cm duga štika (Privatni album)

Izlov se nastavio tijekom cijele 2022. godine, a upiti za mogućnost dolaska na Krku i izlova štuke su svakodnevni i to iz svih krajeva Hrvatske.

U tablici 18. prikazan je mjesečni izlov s lokaliteta, kao i podaci o broju jedinki, dužini i broju ribiča.

2022.	TORAK			VISOVAČKO JEZERO			MANASTIR KRKA		
	Broj jedinki	Dužina cm	Broj ribiča	Broj jedinki	Dužina cm	Broj ribiča	Broj jedinki	Dužina cm	Broj ribiča
Siječanj	98	66-88	1	122	54-94	17	28	66-80	4
Veljača	26	60-85	1	90	60-90	17	19	60-82	3
Ožujak	32	60-85	1	101	60-82	18	5	66-75	1
Travanj	10	70-85	1	260	48-101	18	5	65-75	2
Svibanj	23	65-100	2	140	49-100	19	9	65-80	2
Lipanj	12	65-80	1	179	53-104	20	16	60-85	4
Srpanj	35	65-105	4	380	49-102	20	14	58-90	3
Kolovoz	64	65-108	4	157	55-100	20	13	66-92	3
Rujan	84	58-110	4	232	58-105	20	37	70-90	3
Listopad	75	60-100	9	141	55-101	15	18	50-80	3
Studeni	63	60-100	6	136	51-99	14	19	50-90	3
prosinac	72	60-110	4	232	50-110	17	31	55-90	3
<b>UKUPNO</b>	<b>594</b>		<b>38</b>	<b>2170</b>		<b>215</b>	<b>214</b>		<b>34</b>

Kao i u 2021. godini, ponovo je najviše štuke izlovljeno s Visovačkog jezera, jer je i 2022. na tom području bio prisutan najveći broj ribiča.

Međutim, ukupan broj od 2987 izlovljenih jedinki, na relativno malom dijelu vodotoka, ukazuje na vrlo lošu situaciju u vodotoku rijeke Krke. S obzirom da se radi o lokalnom stanovništvu, izlov je uglavnom ovisio o vremenskim uvjetima, ali se uvijek radilo o velikim

primjercima, minimalna dužina je bila 48 cm duga štuca, najveći primjerci su iznad 100 cm dužine.

Tablica 19. Rezultati izlova štuca u 2022. godini

<b>REZULTATI IZLOVA ŠTUKE u 2022. godini</b>			
LOKACIJA	BROJ ULOVLJENIH JEDINKI	DUŽINA	BROJ RIBIČA
Torak, Nos Kalik	594	58-110 cm	38
Visovačko jezero	2170	48-110	215
Manastir Krka	214	50-92 cm	34
Ukupno	<b>2987</b>		287

Ovim je završena I. Faza Pilot projekta, a u II. Fazi predviđeno je da, ako se pilot-projekt pokaže uspješnim, nastaviti s projektom te ga povremeno proširiti na nekoliko jednodnevnih ili višednevnih organiziranih akcija u kojima bi, uz lokalne ribiče sudjelovao i određeni broj ribiča članova HRŠS-a.

Zbog promijenjenog stanja ihtiofaune rijeke Krke; paralelno s provođenjem izlova, provodila su se 2 projekta sa Zoologijskim zavodom PMF-a: „Utvrđivanje stanja zavičajnih vrsta slatkovodnih riba na području Parka“ i „Utvrđivanje stanja nezavičajnih i invazivnih vrsta riba“. Dobiveni podaci i predložene smjernice ukazuju na potrebu provedbe intenzivnijih mjera očuvanja zavičajnih vrsta čija se brojnost smanjuje dok se broj nezavičajnih i invazivnih vrsta povećava.

Iako provođenje ovog pilot-projekta treba smatrati uspješnim i potrebno ga je nastaviti zajedno s lokalnom zajednicom, provođenje samo ovakvih mjera izlova neće rezultirati značajnijim smanjenjem populacije štuca u vodotoku rijeke Krke, a ostaje pitanje uklanjanja i ostalih nezavičajnih i invazivnih vrsta u vodotoku rijeke Krke.

## 6. Rasprava

### 6.1. Prijedlog program smanjivanja brojnosti invazivnih vrsta

S osnovnom svrhom ponovnog uspostavljanja adekvatnih uvjeta za autohtone vrste riba i osiguranja njihova opstanka, svrha je ovog pilot-projekta selektivni izlov prvenstveno štuke (*Esox lucius* Linnaeus 1758) kao strane vrste i trenutno najveće prijetnje iz vodotoka unutar NP Krka kako bi gustoće njene populacije bile snižene, a time i negativni utjecaji na autohtonu riblju zajednicu smanjeni. Također, u ovaj program, odnosno ovu problematiku već je uključeno i lokalno stanovništvo putem održane radionice i treninga na ovu temu, kao aktivno uključenih sudionika u selektivnom izlovu.

Dakle, ideja je bila na da se u ovaj vrlo kompleksni problem aktivno uključi i lokalna zajednica. Suvremeno upravljanje pruža mogućnost uključivanja i lokalnog stanovništva u odlučivanje kao dionika. To je nužan pristup upravljanja koje uvažava sve aspekte zajednice promičući osjećaj vlasništva nad procesom i resursima. Ovakvim se pristupom stvara obveza dionika prema procesu. Usvajaju se nova znanja i iskustava stručnjaka te se smanjuje pritisak kojim oni djeluju na sustav uz smanjenje potencijalnih šteta koje mogu uzrokovati. Promovira se razumijevanje održivosti i ekološke ravnoteže sustava te se povećava mogućnost za porast pravednosti što bi mogla biti prednost sudionika u prihvaćanju i uključivanju u sustav upravljanja.

Planirano trajanje pilot-projekta su tri godine i to kroz nekoliko faza:

**Faza I** - od početka pilot projekta narednih godinu dana selektivni izlov štuke omogućiti samo ribičima koji su dio lokalnog stanovništva NP Krka prema strogim napucima i smjericama koji su navedeni u daljnjem tekstu. Ova faza je već započeta i pokazala se vrlo uspješnom.

**Faza II** - nakon godinu dana, ako se pilot-projekt pokaže uspješnim, nastaviti s projektom te ga povremeno proširiti na nekoliko višednevnih organiziranih akcija u kojima bi uz lokalne ribiče sudjelovao i određeni broj ribiča članova HRŠS-a.

**Faza III** - ako se faza II pokaže uspješna, proširenje projekta sa selektivnim ulovom i ostalih stranih i invazivnih vrsta riba po principu Faze I i II. Dakle, prvenstveno se to odnosi na grgeča čija se populacija značajno povećala u zadnjih dvije godine i širi se nizvodno, te babuške, crnog somića i sunčanice.

## 6.2. Prijedlog mjera za smanjivanje negativnog utjecaja rijeke Kosovčice i okolnih jezera na ihtifaunu gornjeg toka rijeke Krke

Kroz trenutna, ali i ranija istraživanja utvrđeno je kako se strane i unesene vrste riba tijekom visokih voda iz Šarenih jezera šire u rijeku Kosovčicu, a zatim i u rijeku Krku. Ovo predstavlja oblik onečišćenja stranim vrstama riba koje imaju negativan utjecaj na zajednicu riba gornjeg toka, ali i čitavog riječnog sustava rijeke Krke. Prema tome, potrebno je spriječiti da se ribe iz Šarenih jezera na bilo koji način mogu proširiti u rijeku Kosovčicu, a zatim i u rijeku Krku. Kontakt između jezera i Kosovčice (prvenstveno kanal) (Slika 23.) potrebno je spriječiti bilo mehaničkim rješenjima poput pregrada, nasipa i rešetki; bilo električnim pregradama koje odvrću i sprječavaju ribe u širenju (elektrobarijere). U navedena je tehnička rješenja potrebno uključiti Hrvatske vode, ovlaštenika ribolovnog prava kao i lokalnu samopupravu kako bi se našlo optimalno rješenje za ranije navedeni problem širenja stranih i unesenih vrsta.

Usporedo s tehničkim rješenjima potrebno je izvoditi selektivni izlov stranih i unesenih vrsta u Šarenim jezerima i rijeci Kosovčici te spriječiti i zabraniti njihovo daljnje poribljavanje neželjenim vrstama.



Slika 23. Šarena jezera za vrijeme normalnog vodostaja (Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)





Slika 24. Šarena jezera za vrijeme povišenog vodostaja (Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)



Slika 25. Kanal i poplavljeno polje koje spajaju Šarena jezera i rijeku Kosovčicu (Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)

### **6.3. Prijedlog mjera za smanjivanje negativnog utjecaja jezera Manastir na srednji tok rijeke Krke**

Tijekom istraživanja i pregledom podataka utvrđeno je da jezero pokraj Manastira u srednjem toku rijeke Krke predstavlja idealno mjesto za mrijest, rast i širenje unesenih i stranih vrsta riba. Naime, jezero je plitko i bogato vodenim biljem (Slika 23.) i predstavlja dobro stanište za

mrijest i rast strani i unesenih vrsta jer se uglavnom radi o vrstama koje preferiraju stajaće ili sporotekuće vode s višom temperaturom (šaranske vode). Prema tome jezero je potrebno odvojiti pomoću ustave od rijeke i u početku izvršiti intenzivan izlov, a zatim i potpuno isušivanje jezera kako bi se uklonile sve neželjene vrste. Nakon toga treba spriječiti odnosno kontrolirati kontakt voda jezera i rijeke Krke (Slika 26.).



Slika 26. Carigradska draga (Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)



Slika 27. Slika Carigradske drage-proširenja kod manastira i spoja sa rijekom Krkom (Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)



#### **6.4. Prijedlog mjera za smanjivanje negativnog utjecaja Brljanskog jezera na donji tok rijeke Krke**

Jedan o problema za širenje i povećanje brojnosti stranih i unesenih vrsta je i jezero Brljan. Poput i ostalih stajaćih voda u sustavu rijeke Krke ono je idealno mjesto za mrijest, rast, a onda i širenje navedenih vrsta u rijeku Krku (Slika 28.). Jezero bi trebalo izlovljavati maksimalnim naporom pomoću svih ribolovnih alata (mreže, elektroribolov) kako bi se smanjila brojnost stranih vrsta i jedinki u njemu što treba provjeravati monitoringom. Intenzivnim izlov neželjenih vrsta treba nastaviti uz moguću manipulaciju vodostajem odnosno površinom i dubinom jezera s ciljem smanjenja njihove brojnosti.



Slika 28. Slika donjeg dijela Brljanskog jezera (Zoologijski zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu)



## 7. Zaključak

Broj stranih vrsta i udio njihovih jedinki znatno se povećao o odnosu na prethodna detaljna istraživanja iz 2011. i 2015. godine. U rijeci Krki zabilježeno je šest alohtonih vrsta od čega su četiri invazivne strane vrste, koje izazivaju zabrinutost na razini EU, pri čemu su im populacije izuzetno brojne i široko su rasprostranjene. Što se tiče prenesenih ili translociranih vrsta te broja njihovih jedinki zabilježeno je znatno povećanje u odnosu na ranija istraživanja. Zabilježene su četiri takve vrste od kojih štuka, kao glavni grabežljivac, ima značajan utjecaj o novom staništu, u prvom redu na riblje zajednice, naročito autohtone vrste uključujući plijen i konkurente.

U rijeci Krki živi 29 svojti, što je 19,3% ukupnog broja riba zabilježenih u Hrvatskoj. Među njima je 14 endemskih, što je 48,3% ukupnog broja riba u rijeci Krki. Upravo to bogatstvo, odnosno velika bioraznolikost ihtiofaune rijeke Krke, uz temeljni fenomen sedru i sedrene barijere, čine glavni temelj biološke raznolikosti Nacionalnog parka „Krka“. Međutim, upravo ribe su glavni bioindikator čovjekova utjecaja na vodu i vodena staništa rijeke Krke. Izazivajući poremećaj ekološkog, posebno biološkog, stanja voda unosom alohtonih vrsta, izazivajući i promjene prirodnih staništa, mijenjajući protok vode, tj. regulacijom vodotoka gradnjom brana, hidroelektrana (sprečavanje migracija) dovelo je do toga da su neke vrste na granici izumiranja ili su već izumrle.

Toj promjeni niše za domaće vrste, kroz slučajni ili namjerni unos stranih i invazivnih vrsta riba, Javna ustanove 'Nacionalni park Krka' pokušava se oduprijeti kroz educiranje i osvješćivanje lokalnog stanovništva te organizacijom radionica, putem istraživačkih projekata, zatim preko različitih medija o važnosti očuvanja bioraznolikosti ihtiofaune i štetnog utjecaja namjernog ili slučajnog širenja stranih i invazivnih vrsta riba.

Temeljem navedenih rezultata i opažanja kao zaključak se nameće potreba kontinuiranog monitoringa ihtiofaune rijeke Krke, minimalno narednih pet godina, kako bi se pratilo stanje te se na pravovremen način krenulo s mjerama ublažavanja negativnog trenda povećanja stranih i invazivnih vrsta riba. Godišnji monitoring trebao bi obuhvatiti četiri godišnja doba kroz terenske izlaske na gornjem, srednjem i donjem toku rijeke Krke, kao i njenim pritocima.

Iznimno je bitno da se fizički spriječi migracija ribe iz Šarenih jezera u Kosovčicu, a potom i Krku gradnjom barijera, odnosno nasipom, pregradama, rešetkama. Tijekom istraživanja i pregledom podataka utvrđeno je da jezero pokraj Manastira Krka (Carigradska draga) predstavlja idealno mjesto za mrijest, rast i širenje unesenih i stranih vrsta riba. Jezero je

potrebno odvojiti pomoću ustave od toka rijeke i u početku izvršiti intenzivan izlov, a zatim i potpuno isušivanje jezera, kako bi se uklonile sve neželjene vrste uz daljnju kontrolu kontakta voda jezera i rijeke Krke.

Nakon što se osiguraju povoljni stanišni uvjeti te smanji pritisak stranih i invazivnih vrsta reintrodukcijom ugrožene ciljane vrste vratiti u originalno stanište, naravno uz uvjet da se uspostavi centar, odnosno ribogojilište koje će moći uzgojiti ugrožene ciljane vrste.

## 8. Literatura

Cecilia M. Holmlund and Monica Hammer, *Ecological Economics*, 1999, vol. 29, issue 2, 253-268

Copp, G.H., Bianco, P.G.; BOgutskaya, N.G., Eros, T., Falka, I., Ferreira, M.T., Fox, M.G., Freyhof, J., Gozlan, R.E., Grabowska, J., Kovač, V., Moreno-Amich, R. Naseka, A.M., Penaz, M., Povž, M., Przybylski, M., Robillard, M., Russell, I.C., Stakenas, S., Šumer, S., Vila-Gispert, A. and Wiesner, C. (2005): To be, or not to be, a non-native freshwater fish? *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 242-262. doi:10.1111/j.1439-0426.2005.00690.x

Ćaleta, 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. *Ribarstvo* 77(3): 136–232. <https://doi.org/10.2478/cjf-2019-0016>

Gozlan, RE, J Britton, R, Cowx, I, Copp, GH, Current knowledge on non-native freshwater fish introductions, *Journal of Fish Biology*, 2010., DOI: 10.1111/j.1095-8649.2010.02566.x

Gozlan, R.E., Britton, J.R., Cowx, I. and Copp, G.H. (2010) Current knowledge on non-native freshwater fish introductions. *Journal of Fish Biology* 76, 751–786.

Harvey, B., *A Biological Synopsis of Northern Pike (Esox Lucius)*, Fisheries and Oceans Canada, Science Branch, Pacific Region, 2009.

Jelić D., 2015., Istraživanje učestalosti i određivanje indeksa invazivnosti alohtonih vrsta slatkovodnih riba rijeke Krke i pritoka na području NP Krka, Zagreb

Kottelat M., Freyhof J. (2007). *Handbook of European freshwater fishes*. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland

Marguš D., Božičević S, Zaninović K., Habdija I., Primec-Habdija B., Plenković-Moraj A., Jalžić B., Benko, M., Marković Lj., Hršak V., Mrakovčić M., Franković M., Kučinić M., Lukač G., 2006., Nacionalni park 'Krka' Prirodoslovni vodič, Šibenik

Marguš D., *Biološka raznolikost rijeke Krke – Knjiga VI., Slatkovodne ribe Nacionalnog parka 'Krka'*, 2011. Šibenik

Michael R. Matthews, In defense of modest goals when teaching about the nature of science, 1998, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199802\)35:2<161::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199802)35:2<161::AID-TEA6>3.0.CO;2-Q)

Miller P.J., Loates M.J. (1997). *Fish of Britain & Europe*. Harper Collins Publishers, London

Mrakovčić, M., Brigić, A., Buj, I., Čaleta, M., Mustafić, P., Zanella, D. (2006). *Red Book of Freshwater Fish of Croatia*. Ministry of Culture, State Directorate for Environmental Protection, Zagreb, Croatia.

Mrakovčić i sur., *Ihtiološka istraživanja na rijeci Krki s ciljem očuvanja ihtiofaune rijeke*, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb

Mühlenberg, M. (1993): *Freilandökologie*. – UTB für Wissenschaft. Uni-Taschenbücher; 595. 3. Aufl. – QUELLE & MEYER Verlag, Heidelberg u. Wiesbaden. 512 Seiten. 12 × 18,5 cm, kt. Preis: DM 44,-. ISBN 3-494-02186-4

McNeely, J.A., Money, H.A., Neville, L.E., Scchei, P., Waage, J.K. (2001): *A global strategy on invasive alien species*. IUCN Gland, Switzerland, and Cambridge, UK., in collaboration with the Global Invasive Species Programme. Cambridge, UK.

Povž M., Sket B. (1990). *Naše sladkovodne ribe*. Založba Mladinska knjiga, Ljubljana

Ricciardi, A. and MacIsaac, Hugh J., "Impacts of Biological Invasions on Freshwater Ecosystems" (2010). *Fifty Years of Invasion Ecol.: The Legacy of Charles Elton*, 211-224.

Rodriguez, L.F., (2006): *Can Invasive Species Facilitate Native Species? Evidence of How, When, and Why These Impacts Occur*. *Biological invasions*, Vol. 8, No.4: 927-939.

Sala, O.E., Chapin, F.S., Armesto, J.J., et al. (2000) *Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100*. *Science*, 287, 1770-1774.

Schlaepfer, M.A., Sherman, P.W., Blossey, B., Runge, M.C. (2005): *Introduced species as evolutionary traps*. *Ecology Letters* 8: 241-246.

Strauss, S.Y., Lau, J.A., Carroll, S.P. (2006): *Evolutionary responses of native to introduced species: what do introductions tell us about natural communities?* *Ecology Letters* 9: 357-374.

Vuković T., Ivanović B. (1971). *Slatkovodne ribe Jugoslavije*. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo