

**Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za ribe u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Panonske i Dinaridske ekoregije; Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće**



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI  
FAKULTET  
Horvatovac 102a, Zagreb



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
Horvatovac 102a, Zagreb



**ANALIZA BIOLOŠKIH METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U  
EUROPSKIM INTERKALIBRACIJSKIM TIPOVIMA RIJEKA PANONSKE I DINARIDSKE  
EKOREGIJE; ANALIZA UTJECAJA OKOLIŠNIH ČIMBENIKA I ANTROPOGENIH  
OPTEREĆENJA NA BIOLOŠKE ELEMENTE KAKVOĆE**

**Izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić,**  
Voditelj projekta

**Prof. dr. sc. Mirko Planinić,**  
Dekan Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

**Voditelj projekta:**  
Izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić

**Autori:**  
Doc. dr. sc. Ivana Buj  
Izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić

**Glavni stručnjak za razvoj metodologije:**  
Doc. dr. sc. Ivana Buj

Doc. dr. sc. Zoran Marčić  
Izv. prof. dr. sc. Marko Čaleta  
Prof. dr. sc. Davor Zanella

**Glavni stručnjak za terenska istraživanja:**  
Doc. dr. sc. Zoran Marčić

Lucija Ivić, mag. prot. nat. et mag. biol. exp.  
Lucija Raguž, mag. edu. biol. et chem.  
Sven Horvatić, mag. biol. exp.

**Suradnici:**  
Siniša Vajdić  
Roman Karlović, mag. biol. exp.

ZAGREB, 2019 i 2020.

## Sadržaj

1.0.	UVOD.....	6
1.1.	PROPOZICIJE UGOVORA I PROGRAM ISTRAŽIVANJA .....	6
1.2.	CILJEVI PROJEKTA.....	6
1.3.	PODRUČJE ISTRAŽIVANJA .....	6
2.0.	PREGLED NACIONALNIH METODA KORIŠTENIH U ZEMLJAMA ČLANICAMA, SUDIONICAMA INTERKALIBRACIJSKOG PROCESA CROSS GIG .....	10
2.1.	BUGARSKA (srpanj 2016).....	10
2.2.	LATVIJA (studenj 2016).....	12
2.3.	GRČKA (prosinac 2016).....	13
2.4.	ITALIJA (prosinac 2016) .....	14
2.5.	MAĐARSKA (studenj 2018).....	15
3.	PREGLED OPTEREĆENJA KOJA SU UZROKOM NEPOSTIZANJA DOBROG STANJA U CROSS GIG .....	18
4.0.	PREGLED REZULTATA PROVEDENIH INTERKALIBRACIJSKIH PROCESA I POST-INTERKALIBRACIJSKIH POSTUPAKA (POSTUPAKA USKLAĐENJA) U CROSS GIG .....	22
4.1.	AUSTRIJA .....	24
4.2.	FLANDRIJA .....	24
4.3.	VALONIJA.....	24
4.4.	ČEŠKA .....	24
4.5.	NJEMAČKA .....	25
4.6.	ŠPANJOLSKA.....	25
4.7.	FINSKA .....	25
4.8.	FRANCUSKA .....	25
4.9.	IRSKA .....	26
4.10.	LITVA .....	26
4.11.	NIZOZEMSKA .....	26
4.12.	PORTUGAL.....	27
4.13.	RUMUNJSKA .....	27
4.14.	ŠKOTSKA .....	27
4.15.	ŠVEDSKA .....	27
4.16.	SLOVENIJA .....	28
4.17.	SLOVAČKA.....	28
5.0.	PREGLED HRVATSKIH BIOLOŠKIH METODA KOJE SE KORISTE ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA U HRVATSKIM RIJEKAMA PREMA RIBAMA .....	29
6.0.	PREGLED OKOLIŠNIH ČIMBENIKA I ANTROPOGENIH OPTEREĆENJA U HRVATSKIM RIJEKAMA .....	31
6.1.	OKOLIŠNI ČIMBENICI I NJIHOV UTJECAJ NA RIBLJU ZAJEDNICU.....	31
6.2.	ANTROPOGENA OPTEREĆENJA U HRVATSKIM RIJEKAMA .....	31

6.3.	EKOLOŠKE GRUPE .....	33
7.0.	RAZVOJ NOVE NACIONALNE METODE.....	36
7.1.	UZORKOVANJE.....	36
7.1.1.	Vrijeme uzorkovanja.....	36
7.1.2.	Odabir i veličina mjesta uzorkovanja.....	37
7.1.3.	Način uzorkovanja .....	37
7.1.4.	Determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije njihovog ponovnog puštanja u rijeku 38	
7.2.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA .....	39
7.3.	IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA.....	39
7.3.1.	Pokazatelji za ocjenu ekološkog stanja.....	39
7.3.2.	Nacionalni referentni uvjeti za izračune omjera ekološke kakvoće .....	69
7.3.3.	Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK) .....	73
7.3.4.	Generiranje Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama (HRIR) .....	74
7.3.5.	Utvrđivanje granica klasa.....	74
8.0.	PRIKAZ REZULTATA INTERKALIBRACIJE.....	76
8.1.	REZULTATI INTERKALIBRACIJE ZA DUNAVSKU GRUPU .....	76
8.1.1.	Odgovori na pritiske .....	76
8.1.2.	Sukladnost sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama.....	80
8.1.3.	Provedivost interkalibracijskog procesa.....	81
8.1.4.	Usklađenost sa završenim interkalibracijskim procesom.....	84
8.1.5.	Opisi bioloških zajednica .....	88
8.2.	REZULTATI INTERKALIBRACIJE ZA MEDITERANSKU GRUPU .....	89
8.2.1.	Odgovori na pritiske .....	89
8.2.2.	Sukladnost sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama.....	95
8.2.3.	Provedivost interkalibracijskog procesa.....	96
8.2.4.	Usklađenost sa završenim interkalibracijskim procesom.....	99
8.2.5.	Opisi bioloških zajednica .....	103
9.0.	PRIKAZ REVIDIRANIH BIOLOŠKIH METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA .....	104
9.1.	UZORKOVANJE.....	104
9.1.1.	Vrijeme uzorkovanja.....	104
9.1.2.	Odabir i veličina mjesta uzorkovanja.....	104
9.1.3.	Način uzorkovanja .....	104
9.1.4.	Determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije njihovog ponovnog puštanja u rijeku 104	
9.2.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA .....	105
9.3.	IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA.....	105

9.3.1.	Pokazatelji za ocjenu ekološkog stanja.....	105
9.3.2.	Referentne zajednice i opis bioloških zajednica u vrlo dobrom, dobrom i umjerenom stanju .....	109
9.3.3.	Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja ekološkog stanja.....	110
9.3.4.	Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK).....	113
9.3.5.	Generiranje Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama (HRIR).....	113
9.3.6.	Granice klasa.....	116
10.	PROJENA EKOLOŠKOG STANJA U HRVATSKIM TEKUĆICAMA NA TEMELJU RIBA KAO BIOLOŠKOG ELEMENTA.....	117
11.	KORIŠTENA LITERATURA.....	132

## 1.0. UVOD

### 1.1. PROPOZICIJE UGOVORA I PROGRAM ISTRAŽIVANJA

Ugovorom sklopljenim 30. 10. 2017. godine (KLASA: 641-04/17-01/15, URBROJ:251-58-10208-17-3) između "HRVATSKIH VODA", pravne osobe za upravljanje vodama iz Zagreba i PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA Sveučilišta u Zagrebu ugovorene su usluge analize bioloških metoda ocjene ekološkog stanja prema ribama u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Panonske i Dinaridske ekoregije - analize utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće.

Ovaj se projekt provodi kako bi se nacionalna klasifikacija ekološkog stanja razradila i uskladila s normativnim definicijama (kroz interkalibracijski postupak), kao što to zahtjeva Okvirna direktiva o vodama Europske unije 2000/60/EK (ODV).

### 1.2. CILJEVI PROJEKTA

Prema Ugovoru, cilj ovog projekta je provedba istraživanja riba u tekućicama Hrvatske te analiza prikupljenih podataka radi utvrđivanja biološke metode ocjene ekološkog stanja prema ribama, kao i uklapanje metode u harmoniziranu definiciju dobrog ekološkog stanja uspostavljenu kroz interkalibracijski proces. Na temelju prikupljenih podataka, utvrđene metode te uklapanja metode, izrađeno je Izvješće za ribe, kao biološki element kakvoće u rijekama Hrvatske.

### 1.3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Temeljem Ugovora o uslugama uzorkovanja i ispitivanja riba u kopnenim površinskim vodama u 2018. i 2019. godini definirane su postaje uzorkovanja ihtiofaune u skladu sa zahtjevima projekta (Tablica 1).

Tablica 1. Postaje uzorkovanje ihtiofaune.

Mjerna postaja	KOD	X HTRS	Y HTRS
Baćinska jezera, jezero Oćuša	HV-40523	574972	4771389
Baranjska Karašica, Batina	HV-21000	681655	5082248
Biđ, most na cesti Velika Kopanica- Vrpolje	HV-12300	650025	5006777
Bijela rijeka, cesta Gaj - Parmakovac	HV-15250	543201	5037404
Blatnica, most na cesti	HV-16109	439268	5041705
Bosut, na cesti Slakovci-Otok	HV-12005	690461	5008187
Brusovača, Siladžije	HV-16340	441738	5014067
Crna rijeka, prije ušća u Maticu	HV-16850	428965	4967433
Čarna (G.D.K. za C.S. Zlatna Greda)	HV-21022	682235	5067423
Česma, Narta	HV-15353	525002	5077717
Česma, Obedišće	HV-15351	504550	5054072
Česma, Pavlovac	HV-15355	541912	5064754
Česma, Siščani	HV-15354	510900	5076317
Česma, Stara Ploščica	HV-15349	530418	5070856
Črnc, kanal prije Rugvice, na cesti Dugo Selo - Rugvica	HV-51173	479267	5069431
Dobra, Gornje Pokupje	HV-16571	423345	5046789
Dobra, Luke	HV-16581	390782	5025156
Drava, Botovo	HV-29130	533799	5122489
Drava, Novo Virje	HV-25056	550442	5108034
Dunjara, Ivančan	HV-15356	509693	5078558
Glavni dovodni kanal Tikveš	HV-21023	682750	5061964
Glina, Donja Brusovača, nizvodno od Brusovače	HV-16219	442654	5008051
Glina, Glina	HV-16221	467296	5021876
Glogovnica, Koritna	HV-15374	498842	5080622
Glogovnica, prije utoka u Česmu	HV-15371	499190	5070988
Gornja Dobra, most kod Puškarića	HV-16583	398014	5015084
Jošava, uzvodno od Đakova - most prema Đurđancima	HV-12512	655485	5018605
kanal Botonega, 200 m od utoka u Mirnu	HV-31031	293134	5027579
Kanal Crnac, prije Crpne stanice Davor	HV-13011	554068	5050445
Karašica, Popovac	HV-21025	668708	5075481
Korana, selo Korana	HV-16338	430423	4976588
Korana, Slunj	HV-16334	428429	4998292
Korana, Velemerić	HV-16331	429153	5028370
Korana, Veljun	HV-16333	425098	5012949
Kotoripski kanal, most Donja Dubrava – utok kanala Senečnjak	HV-21046	523774	5131782
Krapina, Bedekovčina	HV-17004	460878	5099822
Krapina, Kupljenovo	HV-17008	447116	5088518
Krapina, prije željezničkog mosta, Zaprešić	HV-17001	447392	5077436
Križ, Novoselec	HV-15451	499850	5052118
Kupa, Bubnjarci	HV-16008	410861	5056788
Kupa, Donja Mekušje	HV-16010	429470	5038981
Kupa, Jamnička Kiselica	HV-16004	449858	5045490
Kupa, Mala Gorica	HV-16202	479748	5037509
Kupa, Ozalj	HV-16017	420180	5053313
Kupa, Pribanjci	HV-16009	402180	5035850
Kupa, Šišinec	HV-16003	466999	5034260
Kupa, Vodostaj	HV-16016	427799	5040953
Kupčina, Donja Kupčina	HV-16225	444466	5043830

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

Kupčina, Lazina	HV-16224	431217	5052080
Lateralni kanal Adžamovka – Orljava, Lužani	HV-13008	594571	5004269
Lateralni kanal Adžamovka – Orljava, na cesti od Vrbove prema autocesti	HV-13009	584802	5007398
Lateralni kanal Deanovac, cesta Ivanić Grad - Crna Humka	HV-15594	494110	5058987
Lika, Kosinj most	HV-30053	402898	4955750
Lonja, nizvodno od Ivanić Grada, blizu autoceste A3	HV-15481	491701	5060617
Luka, Vrbovec	HV-15359	498842	5080622
Medpotoki, prije utoka u Savu	HV-51139	451065	5073485
Mrežnica, Juzbašići	HV-16453	416018	5006689
Mrežnica, Mostanje	HV-16451	426482	5036651
Obuhvatni kanal Krapanj, most u naselju Raša	HV-31025	309821	4996195
Obuhvatni kanal Srednja Mirna, Ponte Porton	HV-31016	283687	5027943
Odra, Čička Poljana	HV-51133	474858	5059371
Odra, Sisak	HV-16220	488376	5039867
OK Lonja-Strug, ustava Trebež	HV-15483	519728	5025172
Orljava, Dragovci	HV-13101	595455	5008570
Orljava, Kuzmica	HV-13007	598415	5022007
Orljava, most u Pleternici	HV-13002	602381	5017081
Orljava, uzvodno od Požege	HV-13004	590317	5022183
Pakra, Jagma	HV-15109	547435	5031266
Pazinčica, ponor	HV-31071	298205	5014344
Petrinjčica, Miočinovići	HV-16050	483352	5014783
Radonja, Tušilović	HV-16342	430246	5027233
Rakovica, Strmec	HV-51132	444662	5076059
Rešetarnica, Vrbje	HV-10502	573410	5005739
Ribnjača, Pobjenik	HV-15385	508763	5062425
Ribnjak, prije utoka u Dobru	HV-16584	391219	5023312
Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec	HV-10011	503044	5029060
Sava, nizvodno od Županje	HV-10001	673002	4991292
Sava, Račinovci	HV-10100	694409	4970869
Sifonski kanal, Podunavlje	HV-21037	684793	5058428
Sijaset-Kolan, Sv. Križ	HV-30045	378496	4982423
Skočinovac, Resnik	HV-13240	604349	5018167
Sloboština, Okučani	HV-15488	554683	5013690
Slunjčica, Slunjčica-izvorište	HV-16341	428447	4996461
Spojni kanal (vt749), Domagović	HV-16241	433992	5054430
Spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma, crp. st. Poljanski Lug	HV-15592	493331	5074872
Stara Drava, prema jezeru Sakadaš, ustava Kopačevo	HV-21018	679310	5054635
Strug, Plesmo	HV-15495	526470	5018680
Sunja, Stremen	HV-16100	515232	5021644
Sušica, na cesti Vrbovsko – Moravice	HV-16585	383230	5032679
Sutla, Harmica	HV-18001	436684	5083915
Sutla, Zelenjak	HV-18002	439257	5102465
Šovarnica, V. Zdenci	HV-15254	544879	5056738
Štefanovec, preko puta KBC Dubrava	HV-51146	463715	5077141
Toplica, nizvodno od Daruvara	HV-15231	554068	5050445
Toplica, Sokolovac	HV-15232	542041	5048833
Toplica, uzvodno od Daruvara	HV-15230	557500	5052094
Trepča, Trepča	HV-16110	455138	5037126
Vrapčak, nakon utoka potoka Črnomerca	HV-51140	456344	5071502



BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

Zelina, Božjakovina	HV-15591	483260	5075436
Zlenin, Vrbovec	HV-15358	491855	5080042
Žumberački potok, cesta za Japetić	HV-16560	428896	5066279

## 2.0. PREGLED NACIONALNIH METODA KORIŠTENIH U ZEMLJAMA ČLANICAMA, SUDIONICAMA INTERKALIBRACIJSKOG PROCESA CROSS GIG

Nacionalne metode za ocjene ekološkog stanja prema ribama kao biološkom elementu kakvoće u tekućicama razvijene su i opisane u sljedećim državama članicama EU, sudionicama interkalibracijskog procesa: Bugarska, Latvija, Grčka, Italija, Mađarska te u nastavku donosimo opise njihovih nacionalnih metoda za procjenu.

### 2.1. BUGARSKA (srpanj 2016)

Multimetrički Indeks za ribe (BRI) slijedi klasični pristup po Karr (1981, 1986), a prvi izvještaj bio je podnesen od strane Mihov (2010). Kasnije verzije izvještaja nastale su kao rezultat grupnog rada, opisanog u Belkinova et al. (2013). Više od dvije godine nadopunjavanja kalibracijskog procesa sa podacima o bentičkim beskralješnjacima i osjetljivim vrstama je rezultiralo završnom verzijom Bugarskog Ribljeg Indeksa (BRI), potvrđenog od strane Ministarstva okoliša krajem 2012. godine. Za trenutnu interkalibracijsku (IC) vježbu metode su prilagođene na temelju novih podataka (harmonizirana metoda uzorkovanja), novim referencama te novim granicama za razrede. BRI je također kalibriran za procjenu riba u zoni pastreve kao i malih rijekama širine manje od 6 m. Nova verzija je preimenovana u Type Specific Bulgarian Fish Index (TsBRI), kako bi se nova verzija mogla razlikovati od prijašnje. Prema novoj metodologiji potrebna su više od dva leđna uređaja za elektroribolov (ako dubina rijeke prijeđe 0,7 m) ili brod sa agregatom za elektroribolov. Tijekom posljednja dva uzorkovanja (2014. i 2015. godine) brod sa elektroagregatom nije bio dostupan. Izračuni su ukazali kako bi procjena mogla dati nepouzdana i neautentične rezultate ako je broj jedinki i vrsta riba premalen. Stoga su predložene sljedeće mjere:

- U rijekama nacionalnog tipa R4, R7 i R8, broj jedinki u uzorku trebao bi biti barem 30. Za R2 rijeke nema restrikcija.
- U rijekama nacionalnog tipa R4, R7 i R8, bogatstvo vrsta po uzorku trebalo bi biti barem 4 (R4 i R8) ili 5 (R7). Za R2 rijeke nema restrikcija.

Metoda procjene je prilagođena za uzorkovanje riba električnom strujom, s obzirom na Europski standard EN 14011(1) kao i sljedeće napomene:

- uzorci skupljeni tijekom sušne sezone;
- odabir mjesta uzorkovanja: uzorkovanje više staništa.

Uzorkovanje se provodi jednom godišnje u istom vremenskom periodu svake godine (ljetno ili rano jesen kada su hidrološki uvjeti stabilni). S obzirom na vodotok, obično se u manjim vodotocima uzorkuje hodanjem obzirom na Europski standard EN 14011 (Kvaliteta vode: uzorkovanje riba strujom Water Quality: Sampling of Fish with Electricity). Plan je usredotočiti se na sva pristupačna staništa po mjestu (lokaciji) uzorkovanja. Obrada uzorka: svim jedinkama po vrsti se mjere totalna dužina (TL) i ukupna biomasa/po vrsti *in situ*; nakon obrade ribe se vraćaju natrag u rijeku. Laboratorijska obrada uzoraka uključuje izračun ukupne i individualne brojnosti vrsta (jed./ha) i biomasa (kg) po hektaru. Bilježi se status vrsta (osjetljivost, strana, predatorska, migratorna, itd.) kao i njihova dominantnost u uzorku. Uzrasne kategorije su definirane kao loša, prosječna i dobra s obzirom na određene dužinske razrede.

Imajući na umu uvjete definirane po CIS Guidance No 7 –Monitoring (WG 2.7), sljedeći indikativni parametri trebaju biti uključeni za ribe u rijekama:

- Taksonomski sastav
- Brojnost
- Ugrožavanje osjetljivih vrsta
- Starosna struktura

The Type Specific Bulgarian Fish Index (TsBRI) je multimetrički indeks koji uzima u obzir osam parametara za izračun. Svi WFD obavezni kriteriji indikativni za BQE su pokriveni.

Indeks se računa kao ukupna suma svih rezultata uzorkovanja/ukupna suma svih referentnih rezultata. Za konačnu procjenu, EQR se izračunava na temelju specifičnih referentnih vrijednosti za TsBRI. Na kraju, EQR se prebacuje u normalizirani EQR (nEQR) kako bi se postigle vrijednosti granica klasa od 0.2, 0.4, 0.6 i 0.8.

Type Specific Bulgarian Fish Index (TsBRI) procjenjuje razliku između stvarne riblje zajednice i referentnih vrijednosti. U Bugarskim rijekama referentne vrijednosti ukazuju na veliku raznolikost vrsta. Osjetljive vrste dominiraju u brojnosti i biomasi, dok su tolerantne vrste manje zastupljene iako i dalje formiraju dio riblje zajednice. Migratorne vrste mogu neometano dosegnuti područja mrijesta i hranjenja. Sve ekološke niše su zauzete, postigavši dinamički ekvilibrijum, što ukazuje kako su invazivne vrste manje uspješne u narušavanju ravnoteže ekosustava. U rijekama dovoljno velikim da podrže velik broj ekoloških niša, trofička struktura ribljih zajednica sastoji se od vrsta svih trofičkih razina; predatorske vrste su također prisutne sa dobrom starosnom strukturom. Sve vrste pronalaze zadovoljavajuće uvjete za hranjenje i reprodukciju te ukazuju na dobru starosnu strukturu. Hibridi, jedinke u lošem fizičkom stanju ili parazitima zaražene jedinke rijetko se uzrokuju.

Koncept TsBRI se fokusira na različite karakteristike ribljih zajednica. Metode procjene koriste strukturalne (ukupan broj vrsta, brojnost, biomasa) kao i funkcionalne (osjetljivost, migracije, dominantnost, predacija, strane vrste) parametre. Stoga su rezultati usporedivi sa metodama konačne IC procjene. Sve metode procjene uključene u završni IC kao i Bugarsku nacionalnu metodu uzorkovanja zahtijevaju podatke vezane uz riblje zajednice slijedeći Europske standarde. Strategija uzorkovanja je slična, a bazira se na EN 14011 protokolu uzorkovanja više staništa. Ulovljena riba determinira se do najniže taksonomske jedinice (vrsta), grupiranih u ekološke klastere te procijenjene s obzirom na relativnu zastupljenost u uzorku. Stoga, Bugarska metoda može se prihvatiti dok se IC procjena smatra izvodljivom s obzirom na glavne ideje i koncept procjene.

## 2.2. LATVIJA (studeni 2016)

Kada se cross-GIG (Lowland-Midland) interkalibracija (IC) za ribe u rijekama provodila, Latvija nije imala do kraja razvijenu nacionalnu metodu za procjenu ekološke kvalitete riba s obzirom na karakteristike ribljih zajednica. Također, Latvija nije participirala u izvedbenom projektu FAME Europskog Ribljeg Indeksa (EFI) koji je započeo izradu indeksa za ribe. Metoda koja se opisuje dalje u tekstu razvijena je i potvrđena za provedbu na svim rijekama opisanima u Latvijskoj tipologiji rijeka sa površinom manjom od 10000 km<sup>2</sup>. Navedena metoda je značajno povezana sa Litvanskim nacionalnim ribljim indeksom, kao i s EFI i EFI+ indeksima, te se zaključuje kako se Latvijska metoda može koristiti za interkalibraciju. Prva IC metode provedena je u svibnju 2016, ali je izvještaj naišao na oštru kritiku (revizor S. Birk) s obzirom na strukturu, matematičke metode, IC opcije te generalne greške. U studenom 2016. revidirana je i ispravljena (nadopunjena) baza podataka, sastavljena od opisa ribljih zajednica i ekoloških varijabli, poslana je koordinatoru IC grupe za ribe. Ovaj nadopunjeni izvještaj, izrađen u suradnji sa dr. Pontom, uzeo je u obzir sve preporuke.

Latvijska metoda izvedena je iz kombinacije Litavskog i Europskog indeksa za ribe. Latvijski indeks za ribe (LVFI) je razvijen kao skup multimetričkih indeksa ovisnih o tipu rijeka na mjestu uzorkovanja. Indeksi za mjesta uzorkovanja klasificiraju se kao salmonidni ili ciprinidni te slijede:

***LVFishinde*** (za salmonidne lokalitete) =  $(N100m2INTOLO2 + LITHsp\% + STspecies) / 3$

***LVFishindex*** (za ciprinidne lokalitete) =  $(N100m2LITH + Rheopars) / 2$

Salmonidni i ciprinidni lokaliteti karakteriziraju se na temelju različitih sastava vrsta. Parametri se računaju na temelju jednog uzorkovanja elektroagregatom, normalizirane površine 100 m<sup>2</sup>. Kako bi se izračunao indeks, parametri se pretvaraju u omjere ekološke kvalitete EQR:

***EQR = R/RC,***

gdje je R zapažena vrijednost, RC – referentna vrijednost izračunata modelom. Metoda klasificira ekološki status na temelju jednog od pet stanja (visoko, dobro, umjereno, loše, najgore).

Postoje dvije baze podataka: Nacionalna i IC, koje se razlikuju na temelju ekoloških varijabli (Latvijska koristi manji skup informacija). Inicijalni set podataka sadrži podatke za 42 vrste, ulovljene prvim elektroribolovom. Mjere se odnose na broj riba po vrsti na 100 m<sup>2</sup>. Svaki red baze podataka sadrži nacionalni kod, vrijeme uzorkovanja, mjere i opise prikupljene tijekom uzorkovanja. Podaci o ribama transformirani su u pet parametara. Podaci o naporu uzorkovanja su također dodani, u rasponu od 1 (mali napor) do 5 (veliki napor). Mjesta uzorkovanja podijeljena su na dva tipa: ciprinidni (potamal) i salmonidni (ritral). Baza podataka temeljena na 1224 uzorkovanja sa pet parametara o ribama i šest podataka o naporu uzorkovanja korištena je za statistički obradu. Kao što je navedeno, Latvija nije sudjelovala u CROSS GIG Midland-Lowland Groupi, ali za IC svrhe podaci na 52 Latvijske rijeke su predložene i uključene u izračun zajedničkih metrika. Godine 2016. Latvija je završila izradu svojega nacionalnog indeksa za ribe, omogućivši stoga završetak IC procesa.

### 2.3. GRČKA (prosinac 2016)

Grčki indeks za ribe (Hellenic Fish Indeks; HeFI) predstavlja interregionalni indeks za ribe utemeljen na modelu, prilagođen kako bi se mogao primijeniti na širokom spektru riječnih tipova južnog Balkana. Reference se temelje na standardnim ekološkim parametrima sa mjesta uzorkovanja na rijeci (pet ekoloških parametara zadržani su u modelu). Indeks je razvijen na način da su prvo određena najmanje narušena mjesta uzorkovanja na rijekama formirajući “kalibrirani referentni set podataka” te naknadno kvantificirajući i analizirajući razlike u ribljim parametrima između referentnih mjesta i narušenih mjesta. Od nekoliko testiranih parametara (mjera), četiri riblje mjere su pokazale najbolju sposobnost objašnjavanja varijance ribljih zajednica ili objašnjavanja udaljenosti između referentnih i narušenih mjesta. Zbog semi-kvantitativnog tipa uzorkovanja samo je relativna gustoća i relativni broj vrsta uzet u obzir. Svi parametri (mjere) su dodatno izračunate za male (<100 mm ili <150 mm ukupne dužine) ili velike ribe (>100 mm ili >150 mm ukupne dužine).

HeFI je razvijen koristeći podatke o ribama i relevantne ekološke parametre skupljene tijekom standardnih procedura, tijekom nacionalnih programa monitoringa rijeka te projekata koji su koristili jednake metode uzorkovanja iz prijašnjih godina (2002. i 2014. godina). Metode za razvijanje referentnih stanja, identifikacija primijenjenih parametara (mjera) kao i postavljanje granica klasa upotpunjuju normativne zahtjeve Okvirne direktive o vodama. RIBE skupljene tijekom uzorkovanja uglavnom su određene do razine vrste te su svrstane u odgovarajuće ekološke skupine. Upotreba parametara utemeljenih na skupinama omogućuje jednostavnije rješavanje problema povezanih s velikom

taksonomskom raznolikošću te velikim razlikama između ekoregija. Četiri parametara su pokazala veliki kapacitet diskriminacije između nenarušenih i narušenih mjesta te je konačni EQR izračunat kao aritmetički prosjek pojedinačnih EQR-ov za četiri parametra.

Svi indikativni parametri za ribe u rijekama (sastav, brojnost, uzrasne kategorije) uključene su u indeks. Indeks je postigao dobre rezultate u diskriminaciji antropogenih pritisaka na riblje zajednice, pokazujući negativan linearni odgovor na stupanj degradacije. Navedeni pristup pokazao se prihvatljivim za velike i male rijeke u svih šest ekoregija.

## 2.4. ITALIJA (prosinac 2016)

U Italiji metoda ekološke procjene za riblju faunu predstavlja NISECI indeks (New Index of Ecological Status of Fish Communities; Macchio i sur. 2016), osmišljen kako bi bio usklađen s Direktivom 1000/60/CE. Navedena metoda temelji se na taksonomskom sastavu, brojnosti i uzrasnoj strukturi riba. IC je provedena kroz dvije različite procedure:

- NISECI primijenjen za Alspke vodotoke je interkalibriran po principu BRINC te koristeći Austrijski indeks (FIA),
- NESIC metoda korištena za Mediteranske vodotoke je interkalibrirana s najčešćim parametrima korištenim tijekom IC radionice (EFI+ u usporedbi s portugalskim i španjolskim metodama).

Svi gore navedeni indikativni parametri za ribe u rijekama (taksonomski sastav, brojnost i uzrasna struktura) su uključeni u indeks te se mogu koristiti za tipologiju rijeka različitih regija: alpskih i mediteranskih. Indeks se pokazao dobrim u diskriminaciji različitih razreda pritisaka, većinom zbog hidromorfoloških promjena, ali i menadžmenta ribljih zajednica za sportski ribolov, ukazujući na pozitivnu korelaciju sa stupnjem degradacije.

Uzorkovanje vodotoka dovoljno malih kako bi se mogli prohodati obavljeno je korištenjem metode elektroribolova. Svaka lokacija uzorkovana je dva puta (dva transekta), prvi kvalitativnim pristupom, a drugi kvantitativnim. Dužina transekta trebala bi iznositi 10 širina rijeke. Za potoke širine do 5 m, svaki od dva transekta treba iznositi barem 50 m. Nadalje, za potoke širine od 5 do 20 m, dužina transekta mora iznositi barem 100 m. Svaki transekt (kvalitativni i kvantitativni) je podijeljen na podtransekte od 25 m. U sklopu kvantitativnog transekta, uzorci bi trebali garantirati reprezentativni izgled zajednice s obzirom na brojnost i strukturu. Za tu svrhu potrebna su dva uzorkovanja. Ako u zadnjem uzorkovanju ukupan broj ulovljenih riba nije manji od polovice ukupnog broja riba ulovljenih ranije, trebalo bi se nastaviti dalje istim metodama, s ukupnim brojem pokušaja do četiri. RIBE ulovljene u kvantitativnom transektu trebaju se privremeno zadržati u posudama kako bi im se izmjerila dužina tijela. Kvalitativni transekt mora biti uzorkovan samo jednom, a trebao bi postići reprezentativni uvid u sastav

vrsta i njihovu raznolikost. Ako se u tri povezana transekta duljine 25 m ne ulovi nova vrsta ribe, kvalitativno uzorkovanje može se prekinuti. RIBE ulovljene za vrijeme kvalitativnog transekta trebale bi se odmah vratiti u vodu iz koje su ulovljene.

Na kraju elektroribolova, ulovljene ribe determiniraju se i mjere. Za svaku ulovljenu jedinku bilježe se podaci o vrsti, ukupnoj duljini, masi te vanjskim abnormalnostima repa, peraja, tijela, glave, očiju, nosnica, usana, operkuluma i brkova.

## 2.5. MAĐARSKA (studen 2018)

Mađarski multimetrički indeks za ribe (Hungarian Multimetric Fish Index; HMMFI) sadrži šest jedinstvenih tipskih indeksa koji odgovaraju nacionalnim riječnim tipovima Mađarske (prema WFD B tipološkom sustavu), kao što su subplaninski potoci (SMS), brdski potoci (HLS), brdske rijeke (HLR), nizinski potoci (LLS), nizinske rijeke (LLR) te mađarski dio Dunava. Indeksi sadrže skupine karakteristika (metrika) za ribe koje opisuju raznolikost te taksonomsku i funkcionalnu strukturu riblje zajednice s obzirom na potrebe Okvirne direktive o vodama. Ukupno je korišten 31 parametar za metrike riba, koje se ubrajaju u sljedeće grupe: hranidbena skupina, stanište u kojem se ribe hrane, reproduktivne karakteristike, preferencije brzine, stanišni specijalisti, tolerancija na uznemiravanje, biogeografski status i karakteristične vrste. Karakteristične vrste su one koje pokazuju izrazitu preferenciju ka određenom tipu vodotoka, a identificirane su indikatorskom analizom vrsta.

Skupine riba po mjestu uzorkovanja karakterizirane su sa 1) bogatstvom (broj vrsta) svake varijable parametra, 2) relativnim bogatstvom svakog parametra (postotak bogatstva svakog parametra u određenoj grupaciji parametara) i 3) relativnom brojnošću svakog parametra (postotak brojnosti svakog parametra u određenoj grupaciji parametara), koristeći samo native vrste za karakterizaciju.

Svaki uzorak je karakteriziran pomoću relativne brojnosti stranih vrsta i relativnog bogatstva karakternih vrsta. Kako bi se smanjio broj metrika za ribe i izabrale metrike relevantne za procjenu povezanosti pritiska, one metrike koje su ukazale na značajnu međusobnu korelaciju su izostavljene iz izračuna

Generalna formula HMMFI slijedi:

$$HMMFI_{sample} = \sum_{i=1}^m w_i \times s(M_i)$$

U navedenoj formuli  $HMMFI_{sample}$  predstavlja specifičnu tipsku HMMFI vrijednost mjesta uzorkovanja,  $m$  je broj metrika u određenom tipskom indeksu,  $w_i$  je težina metričke  $i$ ,  $s(M_i)$  je uspjeh metričke  $i$ ,  $M_i$  je vrijednost metričke  $i$  u uzorku. Ako tijekom uzorkovanja nije ulovljena niti jedna vrsta,

vrijednost HMMFI indeksa ne može se izračunati. U slučaju da EQR vrijednosti iznosi 0, EQC također teži lošijem rezultatu.

Specifična tipska HMMFI vrijednost mjesta uzorkovanja ( $HMMFI_{sample}$ ) predstavlja sumu težinskih uspjeha svake individualne vrijednosti metrike. Stoga, ekološki status pojedine rijeke može indirektno biti uspoređen samo uzimajući u obzir indeksnu vrijednost. Za usporedbu mjesta uzorkovanja sa različitim tipovima rijeka trebalo bi koristiti EQR vrijednosti.

Ekološki omjer kvalitete (Ecological Quality Ratio; EQR) se kvantificira kako normalizirana formulacija omjera stvarnog ekološkog statusa i referentnog statusa (maksimalne vrijednosti indeksa) kako slijedi:

$$EQR_{sample} = \frac{HMMFI_{sample} - HMMFI_{min}}{HMMFI_{max} - HMMFI_{min}}$$

Gdje  $EQR_{sample}$  predstavlja EQR vrijednost uzorka,  $HMMFI_{sample}$  je specifična tipska HMMFI vrijednost uzorka,  $HMMFI_{min}$  je minimalna vrijednost HMMFI indeksa u određenom tipu staništa,  $HMMFI_{max}$  je maksimalna vrijednost HMMFI indeksa u određenom stanišnom tipu (referentno stanje). EQR vrijednosti kvantificiraju ekološki status sa (0,1) intervalima, gdje 0 predstavlja loše, a 1 reflektira odlično ekološko stanje, ukazujući na loš i odličan ekološki status. Ekološki statusni razredi definirani su pretvarajući EQR vrijednosti u pet razreda na semikvantitativnoj skali s obzirom na Okvirnu direktivu o vodama.

HMMFI predstavlja specifičan tipski, multimetrički indeks za ribe za šest mađarskih riječnih tipova. Indeks se temelji na različitim ribljim metrikama sa najboljom korelacijom prikazanom u odnosu na različite stupnjeve stresora. Svi kriteriji usklađenosti indeksa su ispunjeni, osim dobne strukture. Dužinske mjere mogu se koristiti za procjenu dobnih razreda (0+ i odrasli), te ako ne postoji 0+ dobna struktura vrsta zabilježenih na mjestu uzorkovanja, navedeno stanje trebalo bi se naznačiti u procesu procjene naznačivši umjereni status. Šest nacionalnih tipova rijeka u Mađarskoj (prema WFD B tipološkom sustavu) su korišteni u procjeni: subplaninski potoci (SMS), brdski potoci (HLS), brdske rijeke (HLR), nizinski potoci (LLS), nizinske rijeke (LLR) te Mađarski dio Dunava.

Pokušaji interkalibracije Mađarskog indeksa za ribe u sklopu Dunavskog GIG do sada su već poduzeti, a prvo je Mađarska koristila slučaj A1: IC Opciju 2 (kao i druge zemlje koje pripadaju Dunavskom GIG-u) bazirajući se na referentnim mjestima uzorkovanja. Korelacija između učestalih metrika I HU indeksa bila je vrlo niska i procjena nije uspjela. U drugom pokušaju, slučaj B1: IC Opcija 3, kao podloga korišten je slovački indeks za ribe. Korelacija nije postignuta ni između mađarskog EQR i slovačkog indeksa. Niska korelacija između mađarskog indeksa za ribe sa učestalim metrikama slovačkog indeksa najvjerojatnije proizlazi iz riblje zajednice mađarskih rijeka i ukazuje na drugačiju strukturu u odnosu na okolne zemlje. Stoga, mađarski indeks za ribe nije se mogao interkalibrirati.



Tri glavna abiotička pritiska (tj. grupe pritisaka) primijećena su prilikom izrade mađarskog indeksa za ribe: 1) hidromorfološki status, 2) korištenje zemljišta (dovodi do promjena razine vode) i 3) fizikalno-kemijski status.

Razredi ekološkog statusa definirani su pretvaranjem WQR vrijednosti u pet semikvantitativnih skala: EQR 0.80 - 1.0 = visoko; 0.60 - 0.80 = dobro; 0.40 - 0.60 = umjereno; 0.20 - 0.40 = loše; 0,0 - 0.20 = vrlo loše.

### 3. PREGLED OPTEREĆENJA KOJA SU UZROKOM NEPOSTIZANJA DOBROG STANJA U CROSS GIG

U posljednjih nekoliko stotina godina ljudski utjecaj na vodene ekosustave je vrlo intenzivan. Uslijed ekonomskih aktivnosti pojavila su se opterećenja ili pritisci koji djeluju na status i otpornost prirodnih ekosustava. U osnovi postoje dva tipa opterećenja: prirodni, koji uključuje geološke i klimatske promjene (globalno zatopljenje) i antropogeni (ljudski). Ponekad su prirodni pritisci dodatno pojačani ljudskim djelovanjem što negativni utjecaj čini složenijim i otežava procjenu statusa i eventualne mjere ublažavanja ili uklanjanja negativnih djelovanja. Međutim, najčešće se ne radi samo o jednom opterećenju na vodnom tijelu već nekoliko njih istovremeno pri čemu katkad imaju kumulativni utjecaj ili čak jedan pritisak uzrokuje i povlači za sobom jedan ili više drugih pritisaka.

Ponekad su pritisci i opterećenja takvi da u rijekama i drugim tekućicama ima snažan utjecaj na sastav zajednica pojedinih organizama i smanjenje tj. gubitak biološke raznolikosti odnosno na ukupan ekološki status vodotoka kao i na njegove usluge ekosustava. Zdravlje vodenog (riječnog) ekosustava pokazatelj je zdravlja čitavog porječja ili slijevnog područja.

Opterećenja i pritisci na rijeke mogu se podijeliti u nekoliko osnovnih tipova:

- onečišćenje
- morfološke promjene vodotoka
- hidrološke promjene
- utjecaj na riparijsku (priobalnu) zonu
- iskorištavanje vode
- biološki pritisci
- ostali pritisci

#### **Onečišćenje**

Onečišćenje vodotoka je jedan o većih negativnih utjecaja čovjeka pri čemu se može govoriti o kemijskom onečišćenju, organskom i mikrobiološkom onečišćenju te prevelikoj količini nutrijenata. Pritom izvori onečišćenja mogu biti točkasti i difuzni. Uglavnom je veće onečišćenje u blizini većih naselja (komunalne vode) ili industrijskih postrojenja (industrijsko onečišćenje) odnosno nizvodno od njih. Intenzivna poljoprivredna proizvodnja je jedan od većih razloga onečišćenja riječnih staništa, posebice ukoliko se površine nalaze u blizini ili uz samu rijeku. Pokazatelji koji ukazuju na onečišćenje voda su

količina kisika, BOD5, količina dušika (nitrata, nitrita), količina fosfata, prisutnost teških metala, zakiseljavanje i dr.

Osim navedenog jedan oblik onečišćenja je i zagrijavanje vode rijeka koja se koristi za hlađenje termoelektretrana ili nuklearnih elektrana što dovodi do promjene temperaturnog režima i smanjene količine otopljenog kisika. Katkad se u vodi za hlađenje nalaze tvari koje su otrovne radi uklanjanja bilo kakvih organizama što također završava u otvorenim vodama rijeka. Također, ribnjaci i ribnjačarstva također mijenjaju kvalitetu vode nizvodno od njih zbog unošenja organske tvari putem hrane, ali i tretiranjem lijekovima. Vađenje sedimenta iz rijeka bilo zbog održavanja plovnih puteva bilo zbog iskorištavanja pijeska i šljunka također je isto oblik onečišćenja riječnih staništa.

### **Morfološke promjene**

Morfološke promjene na rijekama povezane su s uređenjem i utvrđivanjem obala, izgradnjom nasipa, pregradnjom rijeka i kanaliziranjem vodotoka. Razlozi mogu biti različiti, od proizvodnje električne energije, iskorištavanja vode za piće i navodnjavanje, obrane od poplave, ublažavanjem erozije, intenzivna poljoprivreda, industrija, riječni transport (navigacija) i dr. Pokazatelji koji ukazuju na morfološke promjene su ukopavanje riječnog korita, gubitak močvarnih i poplavnih područja, prekid riječnog kontinuiteta (uzdužno i lateralnog), smanjenje i gubitak vučenog nanosa, zamuljivanje riječnih staništa, promjene riječnog profila, degradacija staništa (pridnenih, priobalnih, obala, riparijske zone), stvaranje umjetnih vodnih tijela. Vađenje sedimenta iz rijeka osim kroz onečišćenje utječe i na degradaciju i promjene pridnenih staništa, a posredno i na gubitak kontakta s okolnim poplavnim područjima što dovodi do gubitka vlažnih i močvarnih staništa.

### **Hidrološke promjene**

Hidrološke promjene su vrlo često povezane s morfološkim promjenama jer su također posljedica izgradnje brana, pregradnje vodotoka, regulacije toka zbog istih onih razloga koji su navedeni u prethodnom odjeljku. Osnovni pokazatelji hidroloških promjena su promjene brzine prirodnog toka, količine protoka, poplave, hydropeaking, neprirodne oscilacije vodostaja, smanjenje razine podzemnih voda, degradacije riječnih staništa kao i riparijske zone i sl. Pregradnjom rijeka javljaju se nova umjetna vodena tijela poput akumulacija u kojim se formira zaseban ekosustav koji je više ili manje povezan s ekosustavom rijeke iznad i ispod pregrade. Katkad se zbog tehničkih razloga vrlo naglo ispušta velika količina vode iz takvih akumulacija što dovodi do snažnih hidroloških promjena na odsječku rijeke ispod pregrade, ali i u samoj akumulaciji. I u ribnjacima se katkad događaju slične situacije.

**Riparijska zona**

Priobalna zona ili područje riječnih obala je vrlo važno stanište koje je u neraskidivoj vezi sa vodenim staništima i organizmima. Oblik vegetacije i tip tla riparijske zone mogu biti vrlo različiti te su vrlo važni za očuvanje riječnih sustava, ublažavanje zagrijavanja vode rijeke i sprječavanje erozivnih procesa. Pokazatelji koji ukazuju na promjene ove zone su prirodnost odnosno oblik iskorištavanja obala i priobalnih staništa, sastav vegetacije, zasjenjenost kao i uzdužna i lateralna povezanost tj. kontinuitet.

**Iskorištavanje vode**

Vode rijeka i tekućica se vrlo često koriste za različite svrhe poput osiguravanja pitke vode, navodnjavanja, industrijskih voda ili voda za hlađenje. Ovisno o hidrološkim značajkama vodotoka poput protoka i volumena tijekom pojedinih mjeseci ili čitave godine može doći do pretjeranog iskorištavanja vode pri čemu količina vode može pasti ispod neke kritične razine. Izgradnja brana također može dovesti do smanjene količine vode u pojedinim odsječcima rijeke gdje se ispušta tzv. ekološki minimum koji je katkad manji od potrebnog za održavanje normalnih ekoloških uvjeta.

**Biološki pritisci**

Biološki pritisci najčešće se povezuju s unosom stranih i invazivnih vrsta, a katkad i sa prijenosom raznih virusnih i bakterijskih bolesti. Do prijenosa stranih organizama dolazi namjerno ili slučajno prilikom djelatnosti kao što su ribarstvo i akvakultura kada se radi boljeg iskorištavanja kapaciteta staništa unose novi organizmi pri čemu dolazi do navedenih problema. Strane i invazivne vrste su jedan od najozbiljnijih problema i najsnažnijih negativnih pritisaka na zavičajne organizme bilo zbog kompeticije, predacije ili degradacije staništa. Katkad se unošenjem već postojećih vrsta u ekosustav javlja genetsko onečišćenje prirodnih populacija.

**Ostali pritisci**

Kao ostali pritisci ponekad se navode rekreativne aktivnosti ljudi kao što je npr. ribolov, uslijed kojih također dolazi do negativnih utjecaja na vodene ekosustave.

Pojedinačni pritisci koji su zabilježeni u pojedinim državama članicama EU te su razlogom nepostizanja dobrog stanja prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Pregled opterećenja u pojedinim državama članicama EU.

Država	Opterećenja
Austrija	zakiseljavanje, promjene protoka, općenita degradacija, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, utjecaj stranih vrsta, promjene riparijskih staništa
Belgija (Flanders)	eutrofikacija, promjene protoka, općenita degradacija, uništavanje staništa, teški metali, hidromorfološka degradacija, utjecaj stranih vrsta
Belgija (Wallonia)	općenita degradacija
Češka	općenita degradacija, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, organsko onečišćenje; pregradnja vodotoka
Estonija	organsko onečišćenje, hidromorfološka degradacija, općenita degradacija, promjene protoka, eutrofikacija, promjene korištenja okolnog prostora, uništavanje staništa
Finska	promjene korištenja okolnog prostora, eutrofikacija (kvaliteta vode), općenita degradacija, uništavanje staništa, morfološke promjene riječnog toka
Francuska	promjene korištenja okolnog prostora, eutrofikacija, općenita degradacija, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, organsko onečišćenje
Njemačka	zakiseljavanje, eutrofikacija, promjene protoka, općenita degradacija, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, utjecaj stranih vrsta, organsko onečišćenje, organsko onečišćenje
Mađarska	općenita degradacija
Irska	eutrofikacija, pregrade na vodotocima, promjene staništa
Italija	općenita degradacija, hidromorfološka degradacija, utjecaj stranih vrsta
Litva	općenita degradacija, smanjenje kvalitete vode, morfološke promjene riječnog toka, hidrološke promjene, pregradnja vodotoka
Luksemburg	promjene korištenja okolnog prostora, eutrofikacija, općenita degradacija, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, organsko onečišćenje
Nizozemska	zakiseljavanje, eutrofikacija, općenita degradacija, hidromorfološka degradacija, promjene riparijskih staništa
Portugal	zakiseljavanje, promjene korištenja okolnog prostora, eutrofikacija, promjene protoka, općenita degradacija, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, utjecaj stranih vrsta, organsko onečišćenje, promjene riparijskih staništa
Rumunjska	općenita degradacija, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, organsko onečišćenje, promjene riparijskih staništa
Slovačka	zakiseljavanje, promjene protoka, općenita degradacija, utjecaj stranih vrsta
Slovenija	promjene korištenja okolnog prostora, hidromorfološke promjene
Španjolska	promjene protoka, uništavanje staništa, hidromorfološka degradacija, promjene riparijskih staništa
Španjolska (Katalonija)	promjene korištenja okolnog prostora, eutrofikacija, promjene protoka, teški metali, hidromorfološka degradacija, utjecaj stranih vrsta, organsko onečišćenje, promjene riparijskih staništa
Švedska	zakiseljavanje, eutrofikacija, općenita degradacija, hidromorfološka degradacija
Škotska	smanjenje kvalitete vode, promjene kvalitete staništa

## 4.0. PREGLED REZULTATA PROVEDENIH INTERKALIBRACIJSKIH PROCESA I POST-INTERKALIBRACIJSKIH POSTUPAKA (POSTUPAKA USKLAĐENJA) U CROSS GIG

Sljedeće države sudjelovale su u interkalibracijskom procesu (Tablica 3): Austrija, Belgija (odvojeno Flandrija i Valonija), Češka, Danska, Estonija, Finska, Francuska, Grčka, Irska, Latvija, Litva, Luksemburg, Nizozemska, Norveška, Njemačka, Portugal, Rumunjska, Slovačka, Slovenija, Španjolska, Švedska, Velika Britanija (odvojeno Sjeverna Irska, Škotska te Engleska i Wales), a određeno je pet Geografskih interkalibracijskih grupa (kratica GIG):

- Nordijska grupa
- Nizinska grupa
- Grupa planinskog područja alpskog tipa
- Mediteranska južno-atlantska grupa
- Dunavska grupa.

Tablica 3. Pregled nacionalnih metoda uključenih u proces interkalibracije.

DRŽAVA	METODA	NAZIV METODE PREMA ODLUCI INTERKALIBRACIJI	STATUS
Austrija	FIA	FIA	Finalizirana nacionalna metoda
Belgija, Flandrija	Uzvodni i nizinski IBI	Upstream and Lowland IBI	Finalizirana nacionalna metoda
Belgija, Valonija	IBIP	IBIP (Arrêté du Gouvernement wallon du 13 septembre 2012 relatif à l'identification, à la caractérisation et à la fixation des seuils d'état écologique applicables aux masses d'eau de surface et modifiant le Livre II du Code de l'Environnement, contenant le Code de l'Eau. Moniteur belge 12.10.2012)	Metoda u postupku razvoja
Češka	Češka multimetrijska metoda CZI	Czech multimetric method CZI	Finalizirana nacionalna metoda
Engleska i Wales	FCS2		Finalizirana nacionalna metoda
Finska	Finski Riblji indeks (FiFi)	Finnish FishIndex (FiFi)	Finalizirana nacionalna metoda

**BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA**

Francuska	FBI	Classification française DCE Indice Poissons Rivière (IPR). AFNOR NF-T-90-344. Arrêté du 25 janvier 2010 modifié relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique {...} des eaux de surface	Finalizirana nacionalna metoda
Irska – Sjeverna Irska	FCS2 Irska	IR_FCS2	Finalizirana nacionalna metoda
Nizozemska	NLFISR	NLFISR	Finalizirana nacionalna metoda
Njemačka	FIBS	FIBS – fischbasiertes Bewertungssystem für Fließgewässer zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Deutschland	Finalizirana nacionalna metoda
Litva	LZI	LZI	Finalizirana nacionalna metoda
Portugal	FIBIP	F_IBIP	Finalizirana nacionalna metoda
Rumunjska	EFI+ Europski indeks prema ribama	EFI+ European Fish index	Finalizirana nacionalna metoda
Slovačka	Riblji indeks Slovačke FIS	Fish indeks of Slovakia FIS	Finalizirana nacionalna metoda
Slovenija	SIFAIR	SIFAIR	Finalizirana nacionalna metoda
Škotska	FCS2 Škotska	FCS2 Škotska	Finalizirana nacionalna metoda
Španjolska	IBIMED	IBIMED	Finalizirana nacionalna metoda
Švedska	Švedska metoda VIX	Swedish method VIX	Finalizirana nacionalna metoda

Za potrebe interkalibracijskog postupka pripremljen je jedinstveni set podataka, koji je obuhvaćao 4515 lokaliteta, koji se nalaze u 24 država i 5 regionalnih grupa, a na svakom je lokalitetu provedeno jedno uzorkovanje. Referentna mjesta odabrana su na temelju dva kriterija: minimalne promjene na lokalnoj razini i proglašenje lokaliteta referentnim na nacionalnoj razini. Prva verzija zajedničkih metrika riblje zajednice koje su odabrane za interkalibraciju razvijena je 2009. godine te se po njoj razlikuju metrike za salmonidne (gustoća vrsta osjetljivih na smanjenje koncentracije kisika u vodi te gustoća vrsta osjetljivih na degradaciju staništa) i ciprinidne vodotoke (bogatstvo vrsta kojima su za mrijest potrebna reofilna staništa te gustoća vrsta koje su litofili s obzirom na supstrat na kojem mrijeste). Druga verzija zajedničkih metrika razvijena je 2010. godine te ne podrazumijeva razlike između dviju riječnih zona, a obuhvaća gustoću vrsta koje su osjetljive na smanjenje koncentracije kisika u vodi i bogatstvo vrsta kojima su za mrijest potrebna reofilna staništa. Druga je verzija zajedničkih metrika primjenjiva za nordijsku, nizinsku i

dunavsku grupu, ali ne i za mediteransku zato što su sudionici interkalibracijskog procesa zaključili kako su u mediteranskim vodotocima rijetko prisutne vrste osjetljive na smanjenje koncentracije kisika.

#### 4.1. AUSTRIJA

Austrijski riblji indeks, razvijen za procjenu ekološkog stanja prema ribljim zajednicama, temelji se na devet metrika koje opisuju riblje zajednice, a koje su pokazale odgovore na različite antropogene pritiske. Tih je devet metrika u skladu s interkalibracijskim kriterijima te se odnose na sastav vrsta, gustoću i starosne kategorije. Granice klasa za većinu su metrika utvrđene prema lokalitetima određenima na temelju stručne procjene. Na većini austrijskih lokaliteta utvrđena je kombinacija više pritisaka koji istovremeno djeluju, a austrijski indeks pokazuje značajan odgovor na takve, kombinirane pritiske.

#### 4.2. FLANDRIJA

Za potrebe procjene ekološkog stanja tekućica prema ribama u Flandriji razlikuju dva tipa vodotoka – područje deverike i područje mreine, a unutar svakog područja odabrani su vodotoci koji predstavljaju referentna područja. Metrike ribljih zajednica korištene za flandrijsku metodu priadaju trima kategorijama: raznolikost vrsta, trofička struktura te biomasa i stanje vrsta, a svakoj su metrici na pojedinom lokalitetu dodijeljivani bodovi 1-5. Za razvoj indeksa odabrane su metrike koje odražavaju uzvodno-nizvodni gradijent utjecaja. Provjera indeksa provedena je usporedbom s kvantitativnim stanjem staništa, a također je provedena neovisna validacija lokaliteta iz porječja koje se proteže u Belgiji i Francuskoj, međutim nije potvrđena značajna korelacija između flandrijskog indeksa i zajedničkih pritisaka.

#### 4.3. VALONIJA

Između 12 određivanih metrika, izabrano je šest metrika koje su pokazivale odgovore na pritiske, a pripadaju u tri kategorije (pokazatelji bogatstva vrsta, pokazatelji kvalitete vode i pokazatelji kvalitete staništa). Izabranih šest metrika zadovoljavaju zahtjeve interkalibracijskih smjernica. Maksimalne bodove za navedenih šest metrika odredili su kao najveće utvrđene vrijednosti metrika na najboljim lokalitetima. Utvrđena je značajna korelacija valonskog indeksa na zajedničke pritiske.

#### 4.4. ČEŠKA

S obzirom na intenzivno poribljavanje čeških rijeka, zaključeno je kako bi uzorkovanje odraslih jedinki moglo dovesti do velikih pogrešaka u određivanju ekološkog statusa vodotoka pa se u obzir uzimaju samo mlade jedinke izmriještene u godini uzorkovanja. Utvrđuju se četiri metrike ribljih zajednica, a za



koje je pokazano kako omogućuju razlikovanje referentnih i promijenjenih lokaliteta. S obzirom da je gustoća klena (*Squalius cephalus*), kao reofilne vrste, podizala ekološko stanje vodotoka, iako je klen otporniji na pritiske od mnogih drugih reofilnih vrsta, napravljena je korekcija za slučajeve kada je klen jedina reofilna vrsta u uzorku (omjer ekološke kakvoće reofilnih vrsta u tim se slučajevima smatra da je 0). Granice klasa utvrđene su tako da je granica između najbolje i druge najbolje klase postavljena na prvu kvartil (25 %) distribucije na referentnim lokalitetima. Ovaj je indeks pokazao značajan odgovor na kvalitetu vode i fizičke modifikacije vodotoka.

#### 4.5. NJEMAČKA

Utvrđena je snažna korelacija između njemačkog indeksa i višestrukog indeksa pritisaka, kao i 14 pojedinačnih pritisaka.

#### 4.6. ŠPANJOLSKA

Španjolski indeks, IBIMED, smatra se prikladnom metodom za procjenu ekološkog stanja mediteranskih rijeka. Radi se o tip-specifičnoj metodi te je poznavanje tipologije preduvjet određivanja ekološkog stanja, a tipologija tekućica temeljena je na osam okolišnih varijabli (nadmorska visina, nagib, red vodotoka, prosječna godišnja temperatura zraka, rosječna srpanjska temperatura zraka, prosječna godišnja količina oborina, prosječna srpanjska količina oborina, udaljenost od ušća). Indeks se računa sa specifičnim metrikama za svaki tip tekućica, a odgovor na pritiske utvrđen je na interkalibracijskom setu podataka.

#### 4.7. FINSKA

I finska je metoda tip-specifična, a temelji se na referentnim uvjetima koji su određeni kao uvjeti na mjestima gdje ima vrlo malo antropogenih pritisaka ili ih uopće nema. Odabir referentnih mjesta temeljio se na stručnoj procjeni, a slijedio je smjernice (REFCOND 2003). Tipologija finskih vodotoka bazirana je na veličini porječja i geološkim značajkama. Rijeke koje se nalaze sjevernije od granice drveća čine zaseban tip. Finski indeks uključuje pet metrika riblje zajednice koje najbolje odgovaraju na pritiske, a također predstavljaju tri biološka elementa definirana Okvirnom direktivom o vodama: gustoću, sastav vrsta i starosnu strukturu. Finski indeks pokazuje značajan odgovor na globalni indeks pritisaka, kao i na pojedinačne pritiske (promjene kvalitete vode, morfološke promjene i regulacije vodnog režima).

#### 4.8. FRANCUSKA

Prilikom razvoja indeksa temeljenog na ribama za procjenu ekološkog stanja rijeka Francuske najprije je izabran set referentnih lokaliteta koji predstavljaju glavne tipove rijeka i regija Francuske. Ukupno je odabrano 650 lokaliteta na temelju procjena stručnjaka, podataka o kvaliteti vode i terenskim spoznajama. Referenta mjesta su odabrana kao ona koja su, unutar neke regije, najmanje utjecana antropogenim aktivnostima, iako se tu ne radi o posve nepromijenjenim lokalitetima. Devijacija između primijećenih i teoretskih (referentnih) uvjeta određena je rezidualnim modelima, a osjetljivost metrika na antropogeno uvjetovane poremećaje korištenjem neovisnog seta podataka. Na kraju je odabrano osam metrika koje opisuju riblje zajednice, a odgovor konačnog indeksa na pritiske provjeren je korištenjem zajedničke interkalibracijske baze podataka. Usporedbom francuskog indeksa sa zajedničkim multivarijantnim indeksom pritiska, utvrđeno je znatno povećanje francuskog indeksa s povećanjem razine pritiska.

#### 4.9. IRSKA

Irski indeks (FCS2) je geostatistički model temeljen na Bayesovim vjerojatnostima, koji uspoređuje utvrđene vrijednosti gustoća ribljih vrsta s onima predviđenima pod referentnim uvjetima. Granice klasa utvrđene su pomoću imaginarnih setova podataka koji se očekuju unutar vodotoka određenog ekološkog stanja. Iako je utvrđena veza između irskog indeksa i pritiska, korelacija sa zajedničkim indeksom pritiska nije mogla biti potvrđena, što se objašnjava nedostatkom lokaliteta umjerenog i lošeg/vrlo lošeg stanja.

#### 4.10. LITVA

Za potrebe stvaranja indeksa primijenjen je prostorno utemeljen pristup, klasificirane su riblje zajednice na gotovo neizmijenjenim lokalitetima, a identificirane fiziološke značajke pojedinih riječnih tipova. Indeks uključuje 6-8 metrika, ovisno o tipu vodotoka. Metoda je testirana s obzirom na pritiske na svim zajedničkim lokalitetima uključenima u interkalibracijski set podataka te je utvrđeno kako odgovara na ukupan stupanj degradacije, kao i na većinu pojedinačnih pritiska (12 od 17) koji opisuju kvalitetu vode, poremećaje hidrolškog režima, riječnog kontinuiteta i morfologije toka.

#### 4.11. NIZOZEMSKA

Nizozemska metoda procjenjuje kvalitetu čitavih vodotokova na temelju sastava i relativne gustoće vrsta, dok starosna struktura nije uključena. Pristup se temelji na ekološkim značajkama pojedinih ribljih vrsta u kombinaciji s unaprijed definiranim tipovima rijeka. Utvrđeno je kako metoda odgovara na većinu važnih pritiska.

## 4.12. PORTUGAL

Portugalski indeks (F-IBIP) je tip-specifičan multimetrijski indeks, koji se temelji na referentnim uvjetima. Odabir referentnih uvjeta temelji se na postojećim, gotovo prirodnim lokalitetima, stručnom znanju i uvjetima najmanjih modifikacija. Varijable koje opisuju pritiske prikupljane su na tri razine – porječje, odsječak i lokalitet. Za utvrđivanje tipologije lokaliteta provedena je hijerarhijska klsterska analiza temeljena na 91 referentnom lokalitetu i 10 funkcionalnih grupa. Granice klasa određene su tako da je granica vrlo dobro/dobro stanje definirana kao medijan omjera ekološke kakvoće na referentnim lokalitetima. Usporedbom portugalskog indeksa i nekoliko varijabli pritisaka utvrđen je visok stupanj korelacije.

## 4.13. RUMUNJSKA

Dva su indeksa razvijena u sklopu rumunjske metode (EFI+) – po jedan za riblje zajednice u kojima dominiraju salmonidne i ciprinidne vrste, a svaki uključuje po dvije metrike. Utvrđeno je kako EFI+ indeks odgovara na nekoliko zajedničkih pritisaka.

## 4.14. ŠKOTSKA

Škotska metoda, FCS2, omogućuje klasifikaciju ribljih zajednica od vrlo dobrih do loših, u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama. Radi se o statističkom modelu koji koristi odgovarajuće statističke distribucije broja ulovljenih riba s gustoćom i sastavom vrsta na lokalitetu, kao i području istraživanja, a uz to određuje se i parametar koji opisuje oblik statističke distribucije. Omjeri ekološke kvalitete zatim se računaju usporedbom ulova riba s ulovima očekivanim pod referentnim uvjetima. Omjeri ekološke kakvoće uspoređeni su s podacima o pritiscima u zajedničkim bazama podataka te je utvrđeno kako model odgovara na pritiske, uključujući kvalitetu vode i fizikalne promjene staništa.

## 4.15. ŠVEDSKA

Indeks razvijen za klasifikaciju ekološkog statusa tekućica na temelju podataka o ribama u Švedskoj (VIX) obuhvaća pristup temeljen na lokalitetima (lokalitet-specifičan pristup). Referentne vrijednosti određene su za svaki lokalitet na temelju grupe odabranih referentnih mjesta, koja uključuju i utjecane i prirodne lokalitete. Granice klasa određene su na temelju švedskog seta podataka, s posebnim fokusom na granici između dobrog i umjerenog stanja. U konačan je indeks uključeno ukupno šest metrika ribljih zajednica, koje omogućuju razlikovanje stupnja ljudskog utjecaja, a koje se odnose na sastav, gustoću i starosnu strukturu ribljih zajednica, u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama. Utvrđena je značajna pozitivna korelacija između Europskog indeksa temeljenog na ribama (EFI) i Švedskog indeksa

(VIX). Međutim, EFI je češće procijenjivao više razrede kakvoće, osobito u malim vodotocima, u kojima obitavaju pastrve koje migriraju u more.

#### 4.16. SLOVENIJA

Tipovi ribljih zajednica za slovenski indeks (SIFAR) određeni su prisutnošću karakterističnih vrsta na najmanje promijenjenim lokalitetima, dok je gradijent pritisaka definiran kao kombinacija korištenja zemljišta i hidromorfoloških promjena. Nakon testiranja odgovora ribljih metrika na pritiske, odabrano je pet metrika, od kojih su četiri korištene za izračun SIFAR-a. Slovenski indeks također se smatra tip-specifičnim. Granice klasa određene su kao distribucije SIFAR vrijednosti oko pet ekvidistantnih razreda gradijenata pritisaka.

#### 4.17. SLOVAČKA

Slovačka metoda (SKM) određivanja ekološke kakvoće vodotoka prema ribama temelji se na multimetrijskom indeksu, tzv. Ribljem indeksu Slovačke (FIS) te koristi tipologiju slovačkih vodotoka baziranu upravo na ribljim zajednicama. Ti su tipovi vodotoka kompatibilni i moguće ih je pretvoriti u zajedničke interkalibracijske grupe. Za svaki tip vodotoka određena je hipotetska referentna riblja zajednica (na temelju analize povijesnih podataka), prema kojoj su određene očekivane vrijednosti metrika, s obzirom da je za izračun FIS-a potrebno utvrđene vrijednosti usporediti s očekivanima. FIS je dizajniran tako da odražava svu složenost pritisaka, međutim omogućuje i razmatranje pojedinačnih pritisaka.

## 5.0. PREGLED HRVATSKIH BIOLOŠKIH METODA KOJE SE KORISTE ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA U HRVATSKIM RIJEKAMA PREMA RIBAMA

Postojeća klasifikacijska metoda za procjenu ekološkog stanja tekućica prema ribama kao biološkom elementu temelji se na multimetrijskom Hrvatskom Kvantitativnom Indeksu Biotičkog Integriteta (IBI<sub>HR</sub>). Ta je metoda izvedena iz originalnog IBI indeksa, razvijenog za sjevernoameričke vodtoke. Kao i u originalnom IBI indeksu, u IBI<sub>HR</sub> indeksu riblja se zajednica opisuje pomoću mjera koje pripadaju u četiri kategorije (Kestemont i Goffaux 2002): raznolikost i struktura ribljih zajednica, trofička struktura, gustoća riba te razmnožavanje i stanje zajednica. IBI<sub>HR</sub> se temelji na osam parametara:

- Relativna zastupljenost vrsta insektivora/invertivora
- Relativna zastupljenost fitofilnih vrsta
- Relativna zastupljenost litofilnih vrsta
- Relativna zastupljenost reofilnih vrsta
- Relativna zastupljenost bentičkih vrsta
- Relativna zastupljenost stranih vrsta
- Simpsonov indeks raznolikosti
- Ujednačenost Simpsonovog recipročnog indeksa raznolikosti

Za utvrđivanje svakog od navedenih parametara pretpostavljena je tipska ihtiocenoza, koja se sastoji od određenog broja ribljih vrsta s poznatim ekološkim značajkama. Na temelju tipskih zajednica određene su referentne vrijednosti IBI<sub>HR</sub> indeksa, a zatim su vrijednosti dobivene istraživanjem na pojedinim lokalitetima korelirane s referentnim vrijednostima, procijenjenima za tipske zajednice te izražene u odnosu prema referentnim vrijednostima, kao decimalni brojevi na skali 0 do 1. IBI<sub>HR</sub> se računa tako da se vrijednosti osam parametara utvrđenih za pojedini lokalitet zbroje i podijele s 8.

Način prikupljanja uzoraka korišten za IBI<sub>HR</sub> isti je kao i za novo predloženi indeks HRIR, a odnosi se na terenska uzorkovanja na vodotocima elektroagregatom i mrežama, pri čemu intenzitet uzorkovanja ovisi o veličini vodotoka.

Za razliku od  $IBI_{HR}$ , u novo predloženoj metodologiji parametri koji se koriste za izračun ekoloških omjera kakvoće utvrđeno su zasebno za svaki nacionalni tip odnosno skupinu tipova tekućica, kao metrike riblje zajednice koje daju statistički značajak i jak odgovor na pojedine pritiske te, uz to, nisu međusobno korelirane i zadovoljavaju uvjete normalnosti. Zbog toga HRIR za pojedine tipove/skupine tipova uključuje manji broj omjera ekološke kakvoće (2-4), koji se temelje na metrikama koje opisuju riblje zajednice, iako se u razvoju metodologije krenulo od znatno većeg broja metrika (ukupno 88).

## 6.0. PREGLED OKOLIŠNIH ČIMBENIKA I ANTROPOGENIH OPTEREĆENJA U HRVATSKIM RIJEKAMA

### 6.1. OKOLIŠNI ČIMBENICI I NJIHOV UTJECAJ NA RIBLJU ZAJEDNICU

Voda je specifičan medij u kojem vladaju određeni okolišni čimbenici koji utječu na sastav i rasprostranjenost vrsta kao i na izgled zajednice organizama, između ostalog i riba. Ihtiocenoze su složene zajednice organizama, vrlo promjenjive u vremenu (godišnja doba) i prostoru (longitudinalno, lateralno), i pod stalnim utjecajem okolišnih čimbenika i ljudskih pritisaka. Zajednice riba u rijekama su najraznolikija skupina riba i upravo veličina (duljina) rijeke i njenog slijevnog područja utječe na njihovu brojnost i raznolikost. Poznato je i da se raznolikost povećava od izvora prema ušću, pri čemu se mijenja sastav i struktura zajednice riba, a očuvanost poplavnih područja i staništa snažno utječe na bogatstvo ihtiocenoza u rijekama.

Među najvažnijim čimbenicima koji određuju sastav i strukturu zajednice riba su fizikalno-kemijski čimbenici koji uvelike određuju ekološke uvjete u rijekama, a za ribe su najvažniji: količina otopljenog kisika, temperatura i stupanj kiselosti (pH). Čimbenici koji također utječu na ihtiocenoze su količina dušika (nitrata) i fosfora (fosfata), količina otopljenih soli, tvrdoća vode i prozirnost.

Vrlo važan čimbenik je nadmorska visina jer ona definira ostale čimbenike poput izgleda obala, sastava vodene vegetacije, strukture dna i supstrata, brzine toka, dubine i veličine vodotoka. Na višim nadmorskim visinama vodotoci su uglavnom manji, plići, bržeg toka, kamenih i stjenovitih obala i dna. Kako se vodotok spušta prema nizinama mijenjaju se navedene značajke pri čemu se brzina toka smanjuje, postaje dublji i širi, a obale i dno postaju više šljunkoviti. U nizinama rijeke teku sporo, imaju veću količinu vode, dublje su i šire, vrlo često krivudaju zbog malog pada, obale su zemljane, dno pjeskovito. S nadmorskom visinom se mijenja i sastav riparijske vegetacije, zasjenjenost te izgled okolnog prostora. Sve navedeno je povezano i s količinom hranjivih tvari odnosno resursa čija se količina i dostupnost također povećava sa smanjenjem nadmorske visine.

Kako hrvatske rijeke pripadaju dvama velikim slijevovima, tako su i okolišni čimbenici u njima pod dodatnim utjecajem klimatskih obilježja, biogeografskih odnosa te geološke prošlosti i podloge.

### 6.2. ANTROPOGENA OPTEREĆENJA U HRVATSKIM RIJEKAMA

Antropogena opterećenja u hrvatskim rijeka prate istu podjelu koja vrijedi za sve europske vodotoke.

### **Onečišćenje**

S obzirom da je nakon Domovinskog rata došlo do gašenja i smanjenja industrijske proizvodnje ovaj izvor onečišćenja je ipak manji nego što je to bilo bio ranije. Najveća onečišćenje dolaze od ljudskih naselja (komunalne vode) jer mnogi gradovi još uvijek riješeno pročišćavanje svojih otpadnih voda. To je posebno problematično tijekom nižih vodostaja i u ljetnim mjesecima. Poljoprivredno onečišćenje je također jedan od razloga onečišćenja riječnih staništa, bilo direktno, bilo putem kanala za navodnjavanje. Treći izvor onečišćenja su ribnjačarstva i ribogojilišta koja utječu na kvalitetu vode i količinu organskih tvari u vodotocima nizvodno od njih što je također znatno jače izraženo tijekom nižih vodostaja i u ljetnim mjesecima.

### **Hidro-morfološke promjene**

Na većini hrvatskih rijeka izvršene su određene morfološke promjene poput uređenja i utvrđivanja obala, izgradnje nasipa, regulacije, melioracije, pregradnje i kanaliziranja. Zbog toga su rijeke izgubile svoju longitudinalnu i transverzalnu povezanost, došlo je do skraćivanja njihovog toka, ukopavanja i snižavanja podzemnih voda, snažnijih oscilacija vodostaja, promjena brzine toka i količine protoka, hydropeaking-a, i općenito degradacija riječnih staništa. Pregradnjom rijeka došlo je do stvaranja umjetnih vodnih tijela poput akumulacija i rezervoara u kojim se formira zaseban ekosustav sa znatno izmijenjenim ekološkim uvjetima. Pregradnja rijeka vrlo je izražena u Hrvatskoj i dovela je do devastacije pojedinih rijeka u ekološkom i hidromorfološkom smislu.

### **Riparijska zona**

Osim utjecaja na same rijeke u Hrvatskoj postoji stalni pritisak i na staništa uz same vodotoke. Ta tzv. riparijska ili priobalna zona predstavlja važno rubno i prijelazno stanište koje je u snažnoj vezi s riječnim staništima. Postojanje prirodne vegetacije i njezin oblik imaju vrlo važnu ulogu u očuvanju riječnih sustava u smislu ublažavanje negativnih utjecaja, zasjenjivanja i sprječavanje erozivnih procesa. Kako su uz mnoge rijeke izgrađeni nasipi koji se održavaju i kose, riparijska vegetacija je u velikoj mjeri uklonjena i neprirodna.

### **Iskorištavanje vode**



Rijeke su jedan od izvora vode za piće, navodnjavanje, hlađenje ili kao tehnička voda. Zbog urbanizacije i turističkog rasta postoje sve veće potrebe na pojedinim područjima za slatkom vodom. To je posebno izraženo oko velikih naselja i u krškom području gdje su vodni resursi i inače prilično ograničeni, posebno tijekom ljetnih mjeseci. Klimatske promjene također uzrokuju sve češća poplavna i sušna razdoblja u potpuno nepravilnim razmacima.

### **Biološki pritisci**

Strane i invazivne vrste riba su jedan od najsnažnijih negativnih utjecaja na prirodne ihtiocenoze. Strane vrste su unesene slučajno ili namjerno u same rijeke ili susjedne stajaće vode te su se zatim raširile bilo samostalno bilo opet pomoću čovjeka. Nekoliko vrsta riba iz skupine glavoča se raširilo samostalno uzvodno Dunavom, a zatim Dravom i Savom prema zapadu. Na taj način su rijeke postale koridori širenja stranih vrsta. Točkaste izvore "onečišćenja" stranim vrstama katkad predstavljaju i ribnjaci i ribogojišta iz kojih se onda strane vrste šire u prirodne vodotoke. Zavičajne vrste su pod stalnim pritiskom takvih unesenih vrsta zbog kompeticije, predacije ili degradacije staništa. Strane vrste katkad prenose razne virusne i bakterijske bolesti ili uzrokuju genetsko onečišćenje ukoliko se radi o nezavičajnim haplotipovima. Kad govorimo o stranim vrstama, potrebno je istaknuti kako vrlo velik problem predstavljaju ribe dunavskog slijeva koje su prenesene u jadranske rijeke u kojima uzrokuju sve negativne učinke kao i strane i invazivne vrste. Iako se tu radi o prenašanju unutar Hrvatske, te su vrste jednako strane i invazivne za vodotoke jadranskog slijeva kao da su unesene iz drugih država te uzrokuju izrazite negativne posljedice po autohtonu ihtiofaunu.

### **Ostali pritisci**

Privredni i sportski ribolov uglavnom nemaju prevelik utjecaj na ihtiofaunu rijeka. Međutim, u pojedinim područjima Hrvatske riba je važan prehrambeni resurs ili je važan dio gastronomske ponude. Zbog toga je mjestimično prisutan prekomjeren krivolov koji može uzrokovati promjene u strukturi riblje zajednice i narušiti njenu prirodnu ravnotežu. Nadalje, s obzirom da je populacija mnogih slatkovodnih vrsta riba narušena, a njihove gustoće smanjene uslijed navedenih pritisaka, čak i mali intenzitet ribolova može još dodatno smanjiti njihove populacije i dovesti u pitanje njihov opstanak.

## **6.3. EKOLOŠKE GRUPE**

Ekološke grupe (engl. *ecological guilds*) su skupine vrsta koje koriste jednaku skupinu resursa iz okoliša na sličan način. Dakle, njima se označava funkcionalni položaj vrsta u zajednici. Podjela riba u

ekološke grupe koristi se kako bi se pojednostavnila analiza i shvaćanje složenih ekosustava i njegovih značajki odnosno kako bi se opisao strukturni i funkcionalni sastav zajednice riba.

### **Prehrambene grupe**

Temeljem podjela vrsta na hranidbene (prehrambene) grupe dobiva se 7 grupa i to: planktivori, herbivori, detritivori, omnivori, insektivori/invertivori, bentivori i piscivori.

### **Reproduktivne grupe**

Prilikom podjele vrsta prema reproduktivnim grupama govori se etološkoj podjeli: čuvaju ili ne čuvaju mrijest tj. jaja; te ekološkoj podjeli: mrijeste na otvorenom supstratu, skrivaju mrijest u supstrat, grade gnijezdo. Temeljem navedenog postoje sljedeće grupe kao i njihove kombinacije: pelagofili, litopelagofili, litofili, fitolitofili, fitofili, ostrakofili, polifili, ariadnofili i speleofili. Osim toga vrste se mogu podijeliti u grupe i prema fekunditetu ovisno o broju jaja koji izbacuju tijekom mrijesta.

### **Stanišne grupe**

Temeljem podjele riba prema stanišnim grupama postoje: reofili A, reofili B, euritopi i limnofili.

Jedna od podjela koja je vezana za hidrološke zahtjeve riba uključuje: reofilne, oligoreofilne, indiferentne i limnofilne.

Jedna od mogućnosti podjele je i ona prema preferirajućem staništu gdje žive i gdje se hrane. Pritom su vrste podijeljene na vrste stupca vode i pridnene vrste.

### **Temperaturne grupe**

Temperaturne grupe uključuju tri kategorije, a uzimaju u obzir temperaturu pri kojoj pojedine vrste započinju mrijest i postaju reproduktivno aktivne. Prema toj podjeli vrste se dijele na hladnovodne, srednje toplovodne vrste i toplovodne vrste

### **Grupe dugovječnosti**

Ribe se dijele i prema duljini života, tj. dugovječnosti i to na: kratkoživuće vrste, srednje živuće i dugo živuće vrste.

### **Veličinske grupe**

Vrlo često su veličine pojedinih vrsta povezane s njihovom dugovječnošću, ali ne mora nužno biti tako. Temeljem ove kategorizacije koriste se: male, srednje i velike ribe.

### **Grupe tolerantnosti**

Osjetljivost vrsta na specifične pritiske je vrlo složena u prirodnim uvjetima. Zato je prilično teško definirati osjetljivost riba i zahtjeva opsežne podatke o biologiji i ekologiji pojedine vrste. Na temelju tolerancije prema kvaliteti staništa i kvaliteti vode, ribe se dijele na: tolerantne, srednje tolerantne i netolerantne.

## 7.0. RAZVOJ NOVE NACIONALNE METODE

### 7.1. UZORKOVANJE

Uzorkovanje riba na rijekama za potrebe izračunavanja Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama (HRIR) provedeno je s ciljem procjene:

- sastava vrsta i raznolikosti,
- trofičkih odnosa,
- zastupljenosti vrsta pojedinih reprodukcijskih, prehrambenih i drugih ekoloških značajki.

U sklopu Europske okvirne direktive o vodama (EU Water Framework Directive ili ODV, 2000) propisan je standardni postupak izbora metode uzorkovanja riba (CEN 14962, 2004). Sve preporuke za uzorkovanje predloženih od FAME konzorcija striktno su poštovane kako bi na svakoj postaji sakupljeni uzorak bio reprezentativan, odnosno vjerno prikazivao zajednicu riba. Dužina uzorkovanog dijela lokaliteta bila je dovoljno velika i uključivala je životni prostor dominantnih vrsta te obuhvaćala sva karakteristična staništa (brži i sporiji dijelovi, rukavci...) prisutna na zadanoj postaji pa svaki uzorak vjerno predstavlja riblju zajednicu te omogućuje kvalitetnu procjenu njene gustoće i dobne strukture populacija različitih vrsta. Uz obuhvaćanje što većeg broja staništa prilikom izbora postaje uzorkovanja, vodilo se računa i o pristupu samom mjestu uzorkovanja što je uvelike olakšano prethodnim poznavanjem postaja. Sva su uzorkovanja obavljena u skladu sa Zakonom o slatkovodnom ribarstvu te je, uz pribavljenu dozvolu za znanstveno uzorkovanje riba, prije izlaska na teren, svako uzorkovanje najavljeno policiji, ribarskim inspektorima i lokalnim ovlaštenicima ribolovnog prava. Lokaliteti koji se nalaze unutar zaštićenih područja uzorkovani su u skladu sa Zakonom o zaštiti prirode te je pribavljena dozvola za uzorkovanje unutar zaštićenih područja, a prije svakog uzorkovanja obaviještena je i javna ustanova koja upravlja zaštićenim područjem. Pribavljene su i dozvole za namjerno hvatanje i uznemiravanje strogo zaštićenih vrsta riba.

#### 7.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje za potrebe ovog istraživanja provedeno je tijekom 2018. i 2019. godine. 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 treba obaviti u isto ili što sličnije doba godine. Svi datumi uzorkovanja pojedinog lokaliteta navedeni su u Excel tablici koja je sastavni dio

ovog izvješća. Svako uzorkovanje u ciprinidnim vodama obavljeno u toplijem dijelu godine kada je temperatura vode bila iznad 15°C, a izbjegnut je period mrijesta većine vrsta. U salmonidnim vodama uzorkovanje je moguće tokom cijele godine, a također je izbjegnut period mrijesta.

## 7.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Lokaliteti (postaje) uzorkovanja propisani su projektnim zadatkom, a svaki je lokalitet uzorkovan tako da se maksimalno obuhvati raznolikost svih tipova staništa pojedinog lokaliteta, kako prirodnih, tako i staništa pod antropogenim utjecajem. Na vodotocima čija je širina manja od 5 m uzorkovana je cijela širina vodotoka u dužini od minimalno 80 m. Na vodotocima širine od 5 do 15 m uzorkovana je cijela širina vodotoka u dužini od minimalno 150 m, a na vodotocima širim od 15 metara uzorkovano je samo uz obalu (lijevu, desnu ili obje) u dužini od minimalno 300 m.

## 7.1.3. Način uzorkovanja

Sve tekućice iz projektnog zadatka uzorkovane su metodom elektroribolova (CEN 14011, 2003), a stajaćice metodom mreža stajaćica (CEN 14757, 2005). Na samom mjestu uzorkovanja izmjerene su geografske koordinate (pomoću GPS-a), fotografirano je mjesto uzorkovanja i određen je naziv postaje (prema kodnom sustavu Hrvatskih voda) u skladu s projektnim zadatkom i tipologijom vodotoka Hrvatske.

Pri uzorkovanju elektroribolovom koristili smo za male rijeke (porječje < 100 km<sup>2</sup>) elektroribolovni agregat Hans-Grassl IG200-1B izlazne snage 5 kW, za rijeke srednje veličine (100 – 1000 km<sup>2</sup>) elektroribolovni agregat Hans-Grassl EL63 II izlazne snage 5 kW, a za velike rijeke (porječje > 1000 km<sup>2</sup>) elektroribolovni agregat Hans-Grassl EL65 II izlazne snage 11 kW. Ova metoda uzorkovanja omogućuje najbolju procjenu gustoće populacija, bogatstva vrsta i međusobnih odnosa zabilježenih vrsta riba, a predstavlja ujedno i najmanje štetan način ribolova u usporedbi s drugim metodama. Za potrebe ove studije elektroagregatom je lovljeno iz vode hodajući ili iz čamca. Čamac je korišten na lokalitetima dubine veće od 70 cm. U dubljim vodama elektroribolov nije toliko efikasna metoda jer ribe imaju veću mogućnost izbjegavanja električnog polja. Lovljeno je jednom anodom promjera obruča od 50 cm na dršku od stakloplastike dužine 2,5 m iz gumenog čamca prilagođenog za elektroribolov ili hodajući ako je dubina vodotoka bila manja od 70 cm. Uzorkovanjem su u najvećoj mjeri pokrivena sva postojeća staništa na svakom pojedinom lokalitetu, a posebno mjesta gdje se ribe mogu sakriti.

Minimalna duljina uzorkovanja razlikuje se među različitim vodotocima i područjima pri čemu je poštovan standardni postupak za normu. Prilikom svakog uzorkovanja mjereno je vrijeme i ugrubo GPS-

om određena udaljenost koja je pređena. Na osnovu tih podataka moguće je izračunati lovni napor (CPUE) i površinu obuhvaćenu uzorkovanjem.

Vrlo je teško napraviti apsolutnu procjenu ribljih populacija u većim rijekama pomoću elektroribolova. Moguće su jedino kvalitativne procjene ili procjene brojnosti rubnih dijelova i pojedinih ograničenih staništa. Veća efikasnost ulova moguća je povećanjem električnog polja i to najčešće povećanjem broja elektroda kojima se lovi. Pomoću čamca za elektroribolov može se loviti do određene dubine koja ovisi o snazi elektroagregata i jačini električnog polja.

Procjena bogatstva vrsta na temelju ulova mrežama obično je manja od polovice vrijednosti dobivene uzorkovanjem elektroagregatom (Simon i Sanders 1999).

Iako mnogi naglašavaju da se višestrukim uzorkovanjem na jednom te istom odsječku rijeke povećava broj vrsta i mijenja vrijednost indeksa, Didier (1997) i Kestemont sa suradnicima (2000) u Belgijskoj Valoniji, na temelju istraživanja, zaključuju da se u 50% slučajeva vrijednost IBI-a uopće ne razlikuje, u 42% minimalno, a samo u 8% značajno razlikuje s obzirom na ribolov u jednom ili dva navrata. Obzirom na tako malen udio značajnih razlika u oba istraživanja, zaključeno je da nema potrebe za višestrukim uzorkovanjem, već je bitna površina, odnosno vrijeme uzorkovanja.

## 7.1.4. Determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije njihovog ponovnog puštanja u rijeku

Sve su ribe determinirane odmah po ulovu, na temelju vanjskih morfoloških značajki uz pomoć determinacijskih ključeva (Vuković i Ivanović 1971, 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 precizne determinacije. Riba se konzervira u 4%-tnoj otopini formaldehida. Sve konzervirane jedinke s različitih postaja odvojene su u zasebne posude koje su obilježene izvana i iznutra.

Svim ribama je, prilikom determinacije, izmjerena totalna duljina tijela (TL). Totalna duljina tijela mjerena je ihtiomrom od početka glave do vrha repne peraje, a izražena je u mm. Na temelju tog podatka, a u usporedbi s literaturnim podacima, procijenjena je na licu mjesta kvaliteta uzorka, jer povećana prisutnost bilo malih ili jako velikih jedinki upućuje na prisutnost stresa u zajednici. Suvremene norme nalažu da se jedinke nakon determinacije samo procijeni totalna duljina tijela (TL) bez preciznog mjerenja ihtiomrom do najbližeg centimetra. Duljinu jedinke procjenjuje osoba koja obavlja determinaciju kako bi se riba što prije živa vratila u vodu i kako bi se dodatno manipuliranje jedinkom svelo na najmanju moguću mjeru, čega smo prilikom obrade i pridržavali koliko god je bilo moguće.

Prilikom mjerenja riba utvrđivana je prisutnost vanjskih anomalija. Vanjskim anomalijama smatraju se vidljiva vanjska kožna ili potkožna oštećenja ili nametnici. Ovdje se ubrajaju deformacije, oštećene peraje, lezije, tumori i bolesti. Ako je broj jedinki s vanjskim anomalijama izrazito veći od uobičajenog, tada se radi o stresu u zajednici, te takva zajednica ne predstavlja prirodno stanje populacije. Smrtnost uzorkovanih jedinki metodom elektroribolova bila je manja od 1%.

## 7.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

Sve su ribe uspješno određene do vrste na terenu i nije bilo potrebe za laboratorijskom obradom podataka. Više od 99% riba bez posljedica je preživjelo uzorkovanje te su vraćene u prirodu. Izuzetak su invazivne i strane vrste koje su izuzete iz prirode.

## 7.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

### 7.3.1. Pokazatelji za ocjenu ekološkog stanja

#### Opis ribljih metrika korištenih za opisivanje ribljih zajednica hrvatskih tekućica

Sve uzorkovane vrste riba grupirane su prema supstratu na kojem mrijeste (litofili, fitofili, fitolitofili, pelagofili, psamofili, speleofili, ostakofili, vrste koje se mrijeste u moru), prema tipu prehrane (herbivori, planktivori, invertivori, piscivori, omnivori) te prema dijelu vodenog stupca gdje se hrane (bentoplegičke i bentičke) (Tablica 4).

Tablica 4. Ekološke značajke ribljih vrsta hrvatskih tekućica.

Latinski naziv vrste	Stupac vode	Supstrat za mrijest	Prehrambena strategija	Ekološki zahtjevi
<i>Abramis brama</i>	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Alburnus alburnus</i>	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Ameiurus melas</i>	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Babka gymnotrachelus</i>	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Barbatula barbatula</i>	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Barbus balcanicus</i>	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Barbus barbus</i>	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Blicca bjoerkna</i>	Bentos	Fito	Omnivor	Euritopna
<i>Carassius carassius</i>	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna

BILOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

<i>Carassius gibelio</i>	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Chondrostoma nasus</i>	Bentos	Litofil	Herbivor	Reofilna
<i>Cobitis elongata</i>	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Cobitis elongatoides</i>	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Vodeni stupac	Pelagofil	Herbivor	Euritopna
<i>Cyprinus carpio</i>	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Esox lucius</i>	Vodeni stupac	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Eudontomyzon vladykovi</i>	Bentos	Litofil	Detritivor	Reofilna
<i>Gobio obtusirostris</i>	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Gymnocephalus baloni</i>	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Euritopna
<i>Gymnocephalus cernua</i>	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Euritopna
<i>Lepomis gibbosus</i>	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Leuciscus aspius</i>	Vodeni stupac	Litofil	Piscivor	Reofilna
<i>Leuciscus idus</i>	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Reofilna
<i>Leuciscus leuciscus</i>	Vodeni stupac	Litofil	Omnivor	Reofilna
<i>Misgurnus fossilis</i>	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Neogobius fluviatilis</i>	Bentos	Speleofil	Invertivor	Euritopna
<i>Neogobius melanostomus</i>	Bentos	Litofil	Invertivor	Euritopna
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/Piscivor	Reofilna
<i>Perca fluviatilis</i>	Vodeni stupac	Fitolitofil	Invertivor/Piscivor	Euritopna
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Ponticola kessleri</i>	Bentos	Litofil	Invertivor	Euritopna
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	Bentos	Speleofil	Invertivor/Piscivor	Euritopna
<i>Pseudorasbora parva</i>	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Rhodeus amarus</i>	Vodeni stupac	Ostrakofil	Omnivor	Euritopna
<i>Romanogobio kesslerii</i>	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Romanogobio vladykovi</i>	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Rutilus rutilus</i>	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Rutilus virgo</i>	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Sabanejewia balcanica</i>	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Salmo trutta</i>	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/Piscivor	Reofilna
<i>Sander lucioperca</i>	Vodeni stupac	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Vodeni stupac	Fitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Silurus glanis</i>	Bentos	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Squalius cephalus</i>	Vodeni stupac	Litofil	Omnivor	Reofilna



**BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA**

<i>Tinca tinca</i>	Bentos	Fitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Umbra krameri</i>	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Vimba vimba</i>	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna

Nakon uzorkovanja, determinacije i mjerenja vrsta, pripremili smo ukupno 88 metrika koje opisuju riblje zajednice (Tablica 5). Metrike su grupirane tako da opisuju četiri karakteristična tipa (prema Furse i sur. 2006), osim toga uključene su i dodatne metrike, slično kao što je rađeno u prijašnjim procjenama indeksa temeljenih na ribljim zajednicama (npr. Petriki i sur. 2017).

Važno je napomenuti, razmještanje pojedinih ribljih metrika unutar jednog tipa (kako je definirano u Furse i sur. 2006) ponekad je proizvoljno, zato što se neke metrike mogu svrstati pod više tipova. Primjerice, udio jedinki i biomase vrsta koje spadaju u određeni hranidbeni i stanišni tip mogu se smatrati funkcionalnim metrikama zato što one odgovaraju ekološkim funkcijama svojte, ali uz to one su osjetljive/tolerantne metrike jer se mijenjaju kao odgovor na pojedini pritisak. Svi su tipovi dobro zastupljeni u metrikama koje opisuju riblju zajednicu hrvatskih tekućica.

Tablica 5. Pregled metrika koje opisuju riblju zajednicu (kratice su u zagradama pored naziva) te koje su uključene u statističke analize.

Metrike sastava zajednice	Metrike bogatstva/ raznolikosti	Metrike osjetljivosti/ tolerancije	Funkcionalne metrike	Ostale metrike
Udio nativnih vrsta (pSn)	Ukupan broj vrsta (S)	Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	Broj litofilnih vrsta (LITH)	Ukupna biomasa (B)
Udio stranih vrsta (pSa)	Broj nativnih vrsta (Sn)	Udio jedinki stranih vrsta (uSa)	Broj fitofilnih vrsta (PHYT)	Biomasa jedinki nativnih vrsta (Bnat)
Udio fitofilnih vrsta (pPHYT)	Broj stranih vrsta (Sa)	Udio jedinki litofilnih vrsta (uLITH)	Broj fitolitofilnih vrsta (PHLI)	Biomasa jedinki stranih vrsta (Balo)
Udio fitolitofilnih vrsta (pPHLI)	Udio vrsta iz reda Salmoniformes (pSALM)	Udio jedinki fitofilnih vrsta (uPHYT)	Broj pelagofilnih vrsta (PEL)	Ukupna duljina vrste s najvećom gustoćom s obzirom na broj jedinki (TLmaxn)
Udio pelagofilnih vrsta (pPEL)	Udio vrsta iz reda Cypriniformes (pCYPR)	Udio jedinki fitolitofilnih vrsta (uPHLI)	Broj psamofilnih vrsta (PSAM)	Ukupna duljina vrste koja zauzima najveći udio u biomasi (TLmaxb)
Udio psamofilnih vrsta (pPSAM)	pSALM/pCYPR	Udio jedinki pelagofilnih vrsta (uPEL)	Broj vrsta koje mrijeste u moru (SEA)	
Udio vrsta koje mrijeste u moru (pSEA)	pPERC (udio vrsta iz reda Perciformes)/pCYPR	Udio jedinki psamofilnih vrsta (uPSAM)	Broj invertivornih vrsta (INV)	
Udio invertivornih vrsta (pINV)	Shannonov indeks (H)	Udio jedinki vrsta koje mrijeste u moru (uSEA)	Broj omnivornih vrsta (OMNI)	
Udio omnivornih vrsta (pOMNI)	Recipročni Simpsonov indeks (1/S)	Udio jedinki invertivora (uINV)	Broj piscivornih vrsta (PISC)	
Udio piscivornih vrsta (pPISC)	Margalefov indeks (MI)	Udio jedinki omnivora (uOMNI)	Broj bentopelagičkih vrsta (WCOL)	
pPISC/pINV	Alpha indeks (A)	Udio jedinki piscivora (uPISC)	Broj bentičkih vrsta (BENT)	
Udio bentopelagičkih vrsta (pWCOL)	Berger-Parkerov indeks (d)		Udio biomase fitofilnih vrsta (bPHYT)	
	Shannonov		Udio biomase fitolitofilnih vrsta (bPHLI)	
			Udio biomase pelagofilnih vrsta (bPEL)	
			Udio biomase psamofilnih vrsta (bPSAM)	

Metrike sastava zajednice	Metrike bogatstva/ raznolikosti	Metrike osjetljivosti/ tolerancije	Funkcionalne metrike	Ostale metrike
Udio bentičkih vrsta (pBENT)	Indeks temeljen na nativnim vrstama (Hnat) Recipročni Simpsonov indeks temeljen na nativnim vrstama (1/S) Margalefov indeks temeljen na nativnim vrstama (Mlnat) Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama (Anat) Berger-Parkerov indeks temeljen na nativnim vrstama (dnat) Hnat-H (Hdif) 1/Snat-1/S (1/Sdif) Mlnat-MI (Mldif) Anat-A (Adif) dnat-d (ddif) Hnat/H (Hrat) 1/Snat/1/S (1/Srat) Mlnat/MI (Mlrat) Anat/A (Arat) dnat/d (drat)	uPISC/uINV Udio jedinki bentopelagičkih vrsta (uWCOL) Udio jedinki bentičkih vrsta (uBENT) Udio jedinki vrsta iz reda Salmoniformes (uSALM) Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes (uCYPR) uSALM/uCYPR uPERC (udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes)/uCYPR Udio biomase jedinki nativnih vrsta (bnat) Udio biomase jedinki stranih vrsta (balo)	Udio biomase vrsta koje mrijeste u moru (bSEA) Udio biomase invertivornih vrsta (bINV) Udio biomase omnivornih vrsta (bOMNI) Udio biomase piscivornih vrsta (bPISC) bPISC/bINV Udio biomase bentopelagičkih vrsta (bWCOL) Udio biomase bentičkih vrsta (bBENT) Udio biomase vrsta reda Salmoniformes (bSALM) Udio biomase vrsta reda Cypriniformes (bCYPR) bSALM/bCYPR	

### **Opis okolišnih parametara i indikatora**

Ukupno je 21 okolišni parametar uključen u statističke analize. Ti parametri opisuju stanišne uvjete i antropogene pritiske, uključujući fizikalno-kemijske, morfološke i hidrološke uvjete (alkalinitet, električna vodljivost, pH, koncentracija suspendiranih tvari, temperatura, tvrdoća, ukupna koncentracija organskog ugljika, koncentracija iona amonija, nitrata, nitrita, ukupnog dušika, fosfora, otopljenih ortofosfata, biološka potrošnja kisika, kemijska potrošnja kisika, koncentracija otopljenog kisika i zasićenje kisikom; zastupljenost neprimarne, modificirane obale slivnog područja (NNLC, procijenjeno pomoću računalnog programa ArcGIS 10); hidrološki režim, uzdužni kontinuitet, morfološki uvjeti). U analizu su uključene prosječne vrijednosti svih fizikalno-kemijskih parametara mjerene u toplijem dijelu godine (od travnja do rujna).

### **Opis statističkih analiza uključenih u selekciju metrika**

Pripremljena su dva seta parametara, jedan koji opisuje riblje zajednice te drugi koji objedinjuje okolišne parametre i pritiske. Oni su odabrani tako da nema interkoreliranih parametara, a uključeni su samo parametri koji imaju normalnu distribuciju što će omogućiti jasnu poveznicu pritisaka i odgovora.

Nakon standardizacije izračunat je Pearsonov korelacijski koeficijent za sve metrike unutar pojedinog seta podataka, u slučajevima gdje je on bio iznad 0,7 jedna ili više metrika je isključena tj. ona s boljom ekološkom interpretacijom je zadržana. U slučajevima gdje ekološka interpretacija nije bila jasna, obje varijable uključene su u sljedeći korak, a ona koja je dala niži odgovor na pritisak (ili uopće nije pokazala odgovor) isključena je u tom koraku.

Odgovori ribljih metrika na sve okolišne parametre i pritiske su analizirani linearnom regresijom. Metrike koje su pokazale značajnu, srednje jaku ili jaku korelaciju s barem jednim pritiskom ( $R^2 > 0,2$ , a najčešće  $> 0,4$ ,  $p < 0,05$ ) su provjerene u skladu s pretpostavkama linearne regresije (normalna distribucija, linearnost i izostanak multikolinearnosti). Metrike za koje su oba uvjeta bila zadovoljena (značajna korelacija s barem jednim pritiskom i linearnost), uključene su u razradu indeksa. Nadalje, korelacijski koeficijenti su izračunati između metrika za oba seta podataka, u slučajevima kada su pokazali značajnu korelaciju, one metrike za koje su dobiveni bolji odgovori na pritiske su na koncu uključene u izračun indeksa.

#### **Odnosi pritisak-odgovor i metrike odabrane za izračune indeksa**

U Tablici 6. navedene su metrike riblje zajednice koje su pokazale jasan odgovor na određeni pritisak, a uz to imaju normalnu distribuciju i zadovoljavaju pretpostavke linearnosti. Tablica, kao i opisi utvrđenih odnosa pritisak-odgovor, prikazani su prema ekološkim regijama i tipovima vodnih tijela unutar svake pojedine regije.

Tablica 6. Metrike riblje zajednice koje su pokazale odgovore na pojedine pritiske.

EKOREGIJA	TIPOVI VODNIH TIJELA	NAZIVI TIPOVA VODNIH TIJELA	ODNOS PRITISAK-ODGOVOR	R <sup>2</sup>	p
PANONSKA	HR-R_1, HR-R_2A i HR-R_2B	Gorske i prigorske male tekućice i Nizinske male tekućice	Broj nativnih vrsta (Sn) pokazuje odgovor na koncentraciju fosfora (P)	0,25	0,00024
			Udio psamofilnih vrsta (pPSAM) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika (O <sub>2</sub> )	0,264	0,0001
			Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa	0,22	0,00051

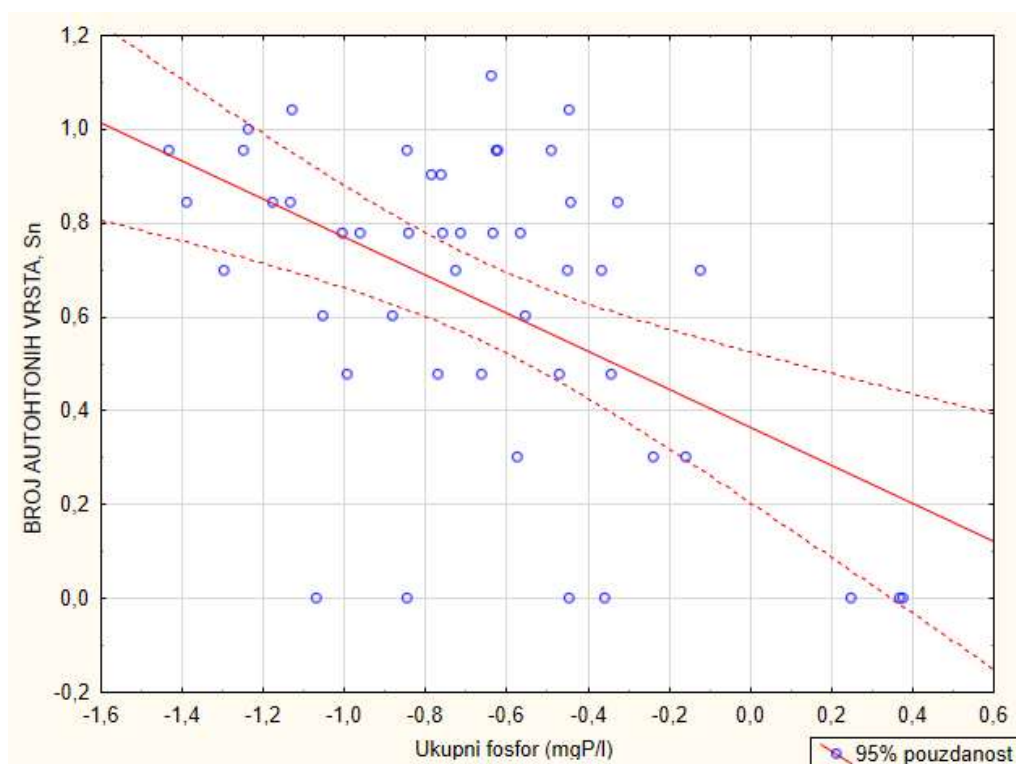
			temeljenog na čitavoj zajednici (Hdif) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog dušika (N)		
	HR-R_3A, HR-R_3B, HR-R_3C, HR-R_3D, HR-R_4A, HR-R_4B i HR-R_4C	Nizinske aluvijalne tekućice i Nizinske srednje velike i velike tekućice	Broj stranih vrsta (Sa) pokazuje odgovor na temperaturu vode (temp)	0,545	0,00000
			Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na čitavoj zajednici (Hrat) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika	0,256	0,00098
DINARIDSKA KONTINENTALNA	HR-R_6, HR-R_7, HR-R_8A i HR-R_8B	Gorske i prigorske male tekućice, Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice, i Nizinske srednje velike i velike tekućice	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV) pokazuje odgovor na otopljene amonijeve ione	0,53	0,00011
			Udio jedinki omnivornih vrsta (uOMNI) pokazuje odgovor na otopljene amonijeve ione	0,503	0,00019
			Udio bentopelagičkih vrsta (pWCOL) pokazuje odgovor na koncentraciju suspendiranih tvari u vodi	0,361	0,00237
			Udio stranih vrsta (pSa) pokazuje odgovor na temperaturu vode	0,584	0,04737
DINARIDSKA PRIMORSKA	HR-R_9, HR-R_10A i HR-R_10B	Gorske i prigorske tekućice krških polja i Povremene tekućice	Udio jedinki nativnih vrsta (uSn) pokazuje odgovor na koncentraciju nitrata u vodi	0,6136	0,04033
			Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika (O <sub>2</sub> )	0,593	0,04515
			Udio omnivornih vrsta (pOMNI) pokazuje odgovor na	0,62	0,0122

HR-R_14B i HR-R_14C	Nizinske tekućice kratkih tokova s padom većim od 5 ‰	koncentraciju otopljenog kisika (O <sub>2</sub> )		
		Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki (uPISC/uINV) pokazuje odgovor na kemijsku potrošnju kisika (KPK)	0,506	0,0289
		Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC) pokazuje odgovor na koncentraciju amonijevih iona	0,477	0,0349
		Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama (Hnat) pokazuje odgovor na koncentraciju nitrata	0,606	0,014
HR-R_12, HR-R_13, HR-R_13A, HR-R_15A i HR-R_15B	Prigorske srednje velike i velike tekućice, Nizinske srednje velike i velike tekućice, i Male i srednje velike tekućice krških polja	Udio litofilnih vrsta (pLITH) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog fosfora (P)	0,472	0,0014
		Udio fitofilnih vrsta (pFITO) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog fosfora	0,640	0,0000
		Udio jedinki nativnih vrsta (uSn) pokazuje odgovor na udio stranih vrsta (pSa)	0,392	0,00425
		Broj vrsta invertivora (INV) pokazuje odgovor na električnu vodljivost	0,493	0,001
HR-R_16A i HR-R_16B	Povremene tekućice	Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes (uCYPR) pokazuje odgovor na koncentraciju suspendiranih tvari u vodi	0,429	0,04651
		Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC) pokazuje odgovor na koncentraciju amonijevih iona	0,458	0,039
		Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na	0,465	0,03737

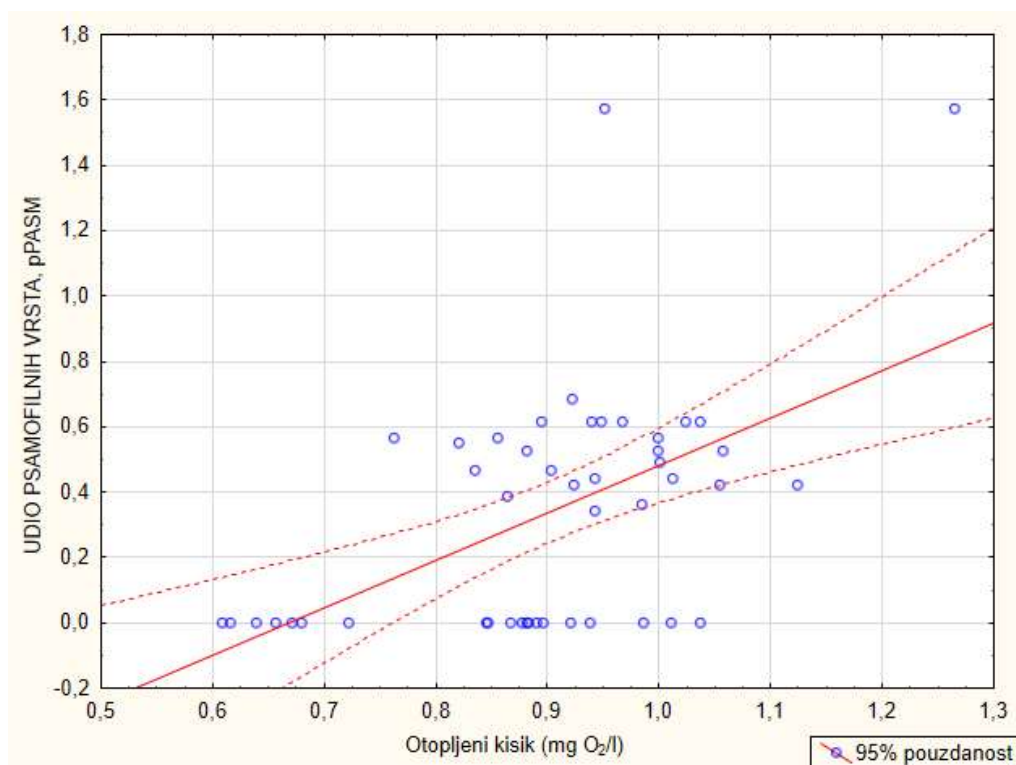
			nativnim vrstama i istog indeksa koji uključuje sve vrste (Hrat) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenih nitrata		
HR-R_17, HR-R_18 i HR-R_19	Nizinske i prigrorske male tekućice Istre, Nizinske srednje velike tekućice Istre i Povremene tekućice Istre	Udio fitofilnih vrsta (pFITO) pokazuje odgovor na koncentraciju fosfora (P)	0,489	0,01	
		Udio invertivornih vrsta (pINV) pokazuje odgovor na alkalinitet	0,419	0,0186	
		Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama (Anat) pokazuje odgovor na vodljivost	0,678	0,00113	
		Odnos između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na čitavoj zajednici (Hrat)	0,378	0,026	

**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u malim vodotocima Panonske ekoregije (tipovi HR-R 1, HR-R 2A i HR-R 2B):**

- Broj nativnih vrsta ( $S_n$ ) pokazuje statistički značajan odgovor na koncentraciju fosfora ( $R^2=0,25$ ,  $p=0,00024$ ; Slika 1). Fosfor se u vodotocima pojavljuje kao posljedica onečišćenja i eutrofikacije te se smatra jednim od najboljih indikatora, ali i najjačih uzroka eutrofikacije (Correll 1998, Yang i sur. 2008). To osobito vrijedi za male vodotoke, u kojima je u prirodnom stanju voda vrlo čista te je koncentracija otopljenog fosfora izuzetno niska. Kako je prirodna riblja zajednica malih vodotoka prilagođena na takve uvjete te u većoj mjeri sastavljena od stenovalentnih, osjetljivih vrsta, čak i malo promijenjeni uvjeti dovode do promjena u zajednici te se broj nativnih vrsta smanjuje.
- Udio psamofilnih vrsta (pPSAM) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika ( $R^2=0,264$ ,  $p=0,0001$ ; Slika 2). Smanjenje koncentracije kisika, osobito u malim vodotocima, indikator je onečišćenja vodotoka i njihove eutrofikacije, odnosno pojačanje mikrobiološke razgradnje. Psamofilne vrste, dakle vrste koje mrijeste na pješčanim podlogama, očito predstavljaju osjetljivu komponentu riblje zajednice te prve reagiraju na smanjenje kisika u vodotocima.
- Razlika u Shannonovom indeksu temeljenom na nativnim vrstama i svim vrstama na nekom lokalitetu ( $H_{dif}$ ) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog dušika ( $R^2=0,22$ ,  $p=0,00051$ ; Slika 3). Slično kao i fosfor, dušik se smatra važnim uzrokom i indikatorom eutrofikacije, a u vodotoke često dolazi ispiranjem s poljoprivrednih površina. Naime, za fertilizaciju poljoprivrednih površina često se koriste gnojiva bogata upravo dušikom koji zatim, ispiranjem, završava u vodotocima gdje potiče eutrofikacije i pogoršava kvalitetu vode. Koncentracija dušika u vodotocima može biti povećana i iz drugih onečišćivača. Metrika riblje zajednice koja daje značajan odgovor na povećanje koncentracije dušika u vodi ( $H_{dif}$ ) ukazuje na to da su strane vrste vjerojatno tolerantnije na povišene koncentracije ovog elementa, što je u skladu s njihovom biologijom te će u vodotocima u kojima je koncentracija dušika povišena biti veća vjerojatnost da strane vrste uspostave stabilne populacije.

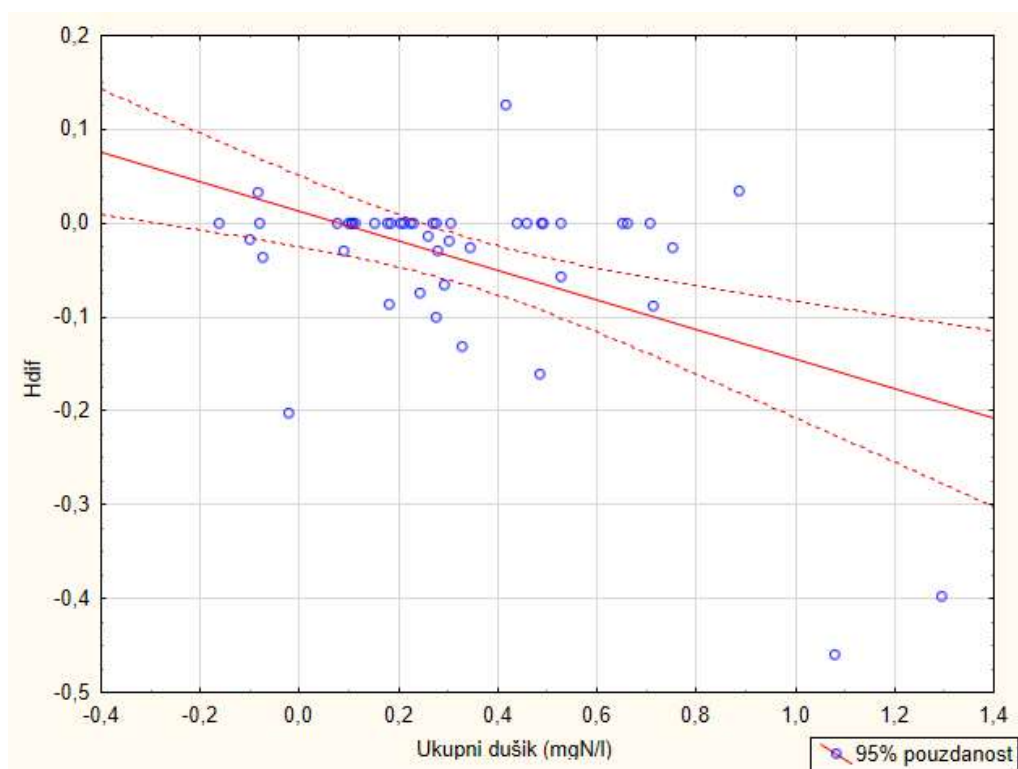


Slika 1. Grafički prikaz linearne regresije između broja nativnih vrsta (Sn) i koncentracije fosfora, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 2. Grafički prikaz linearne regresije između udjela psamofilnih vrsta (pPSAM) i koncentracije otopljenog kisika, na temelju standardiziranih mjera.

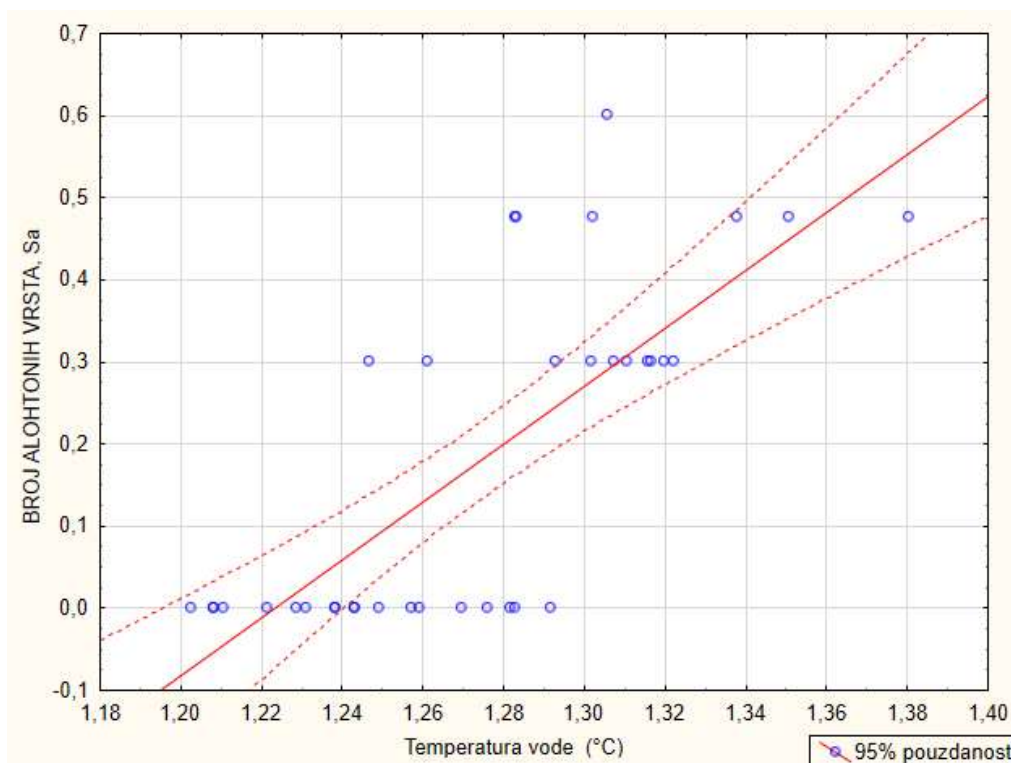




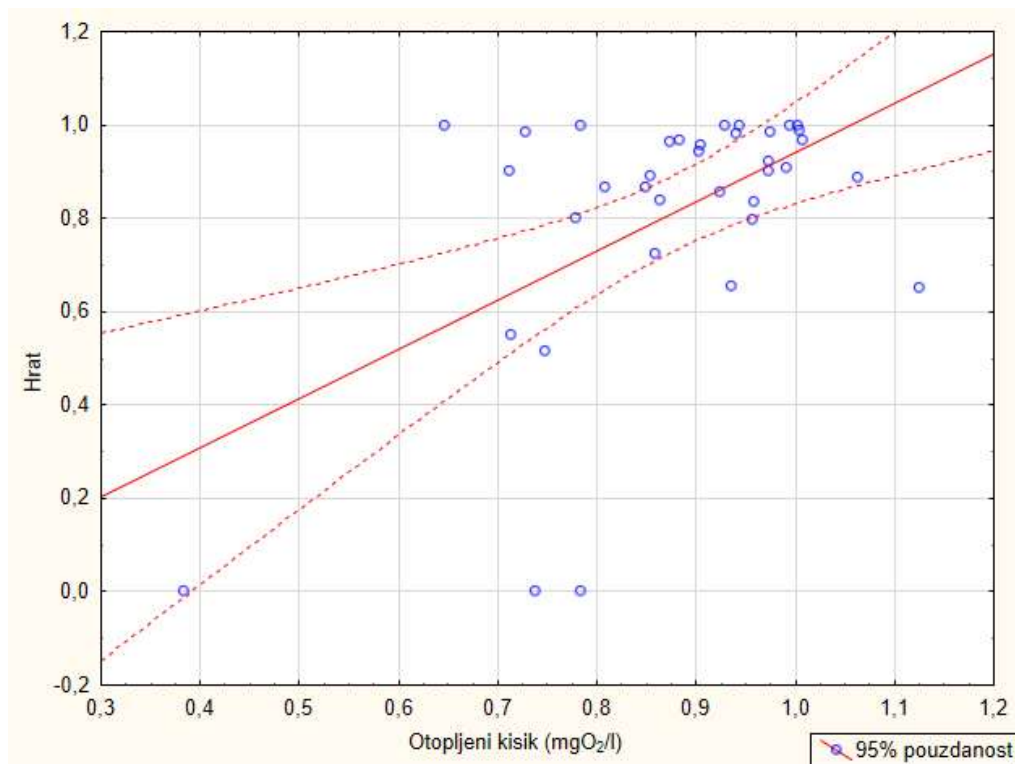
Slika 3. Grafički prikaz linearne regresije između razlike Shannonovih indeksa temeljenih samo na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hdif) i ukupne koncentracije otopljenog dušika, na temelju standardiziranih mjera.

**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u nizinskim aluvijalnim, srednje velikim i velikim vodotocima Panonske ekoregije (tipovi HR-R 3A, HR-R 3B, HR-R 3C, HR-R 3D, HR-R 4A, HR-R 4B i HR-R 4C):**

- Broj stranih vrsta pokazuje odgovor na temperaturu ( $R^2=0,545$ ,  $p=0,000$ ; Slika 4). Porast temperature vode česta je posljedica hidroloških i morfoloških promjena na vodotocima. Na primjer, usporavanje toka pragovima i pregradama, ujezerenja itd. redovito su praćena povišenjem temperature vode. Promjene temperature mogu imati i druge uzorke i često dolaze u kombinaciji s eutrofikacijom. Klimatske promjene također su važan čimbenik koji dovodi do porasta temperature vodotoka. Povišena temperatura vode često je suboptimalna ili posve nepogodna za native vrste, osobito osjetljive, dok invazivne vrste redovito imaju širu ekološku valenciju i dobro podnose temperaturne fluktuacije i povišenje temperature.
- Odnos između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim zabilježenim vrstama (Hrat) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika ( $R^2=0,256$ ,  $p=0,00098$ ; Slika 5). Kao i u prethodnom tipu, smanjenje koncentracije kisika, koje je česta posljedica onečišćenja, eutrofikacije i mikrobne razgradnje, bolje podnose strane invazivne vrste te na takvim mjestima lakše uspostavljaju stabilne populacije.



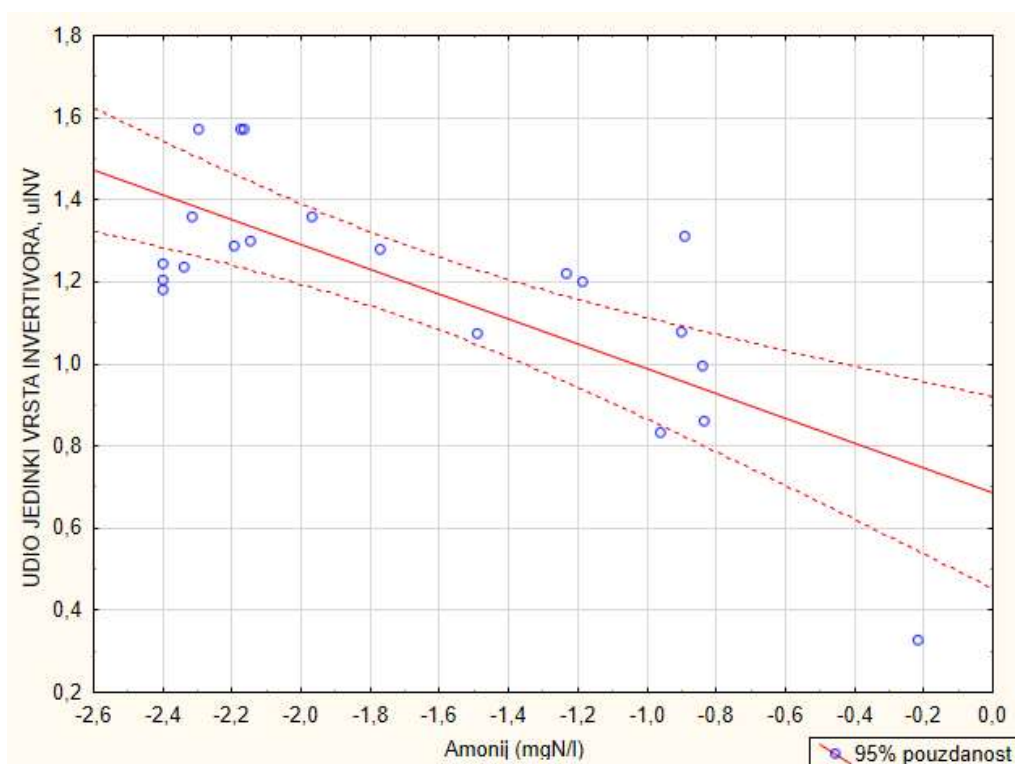
Slika 4. Grafički prikaz linearne regresije između broja alohtonih vrsta (Sa) i temperature vode, na temelju standardiziranih mjera.



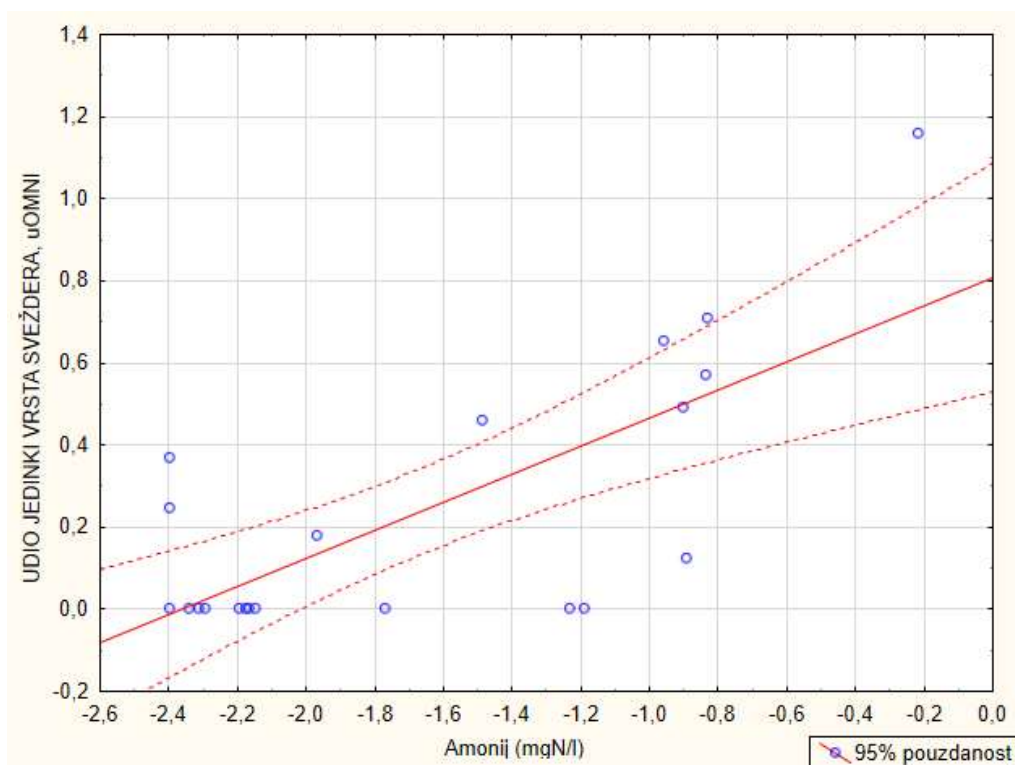
Slika 5. Grafički prikaz linearne regresije između odnosa Shannonovih indeksa temeljenih samo na nativnim i na svim vrstama (Hrat) i koncentracije otopljenog kisika, na temelju standardiziranih mjera.

**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u gorskim i prigorskim malim, srednje velikim i velikim tekućicama te nizinskim srednje velikim i velikim tekućicama Dinaridske kontinentalne ekoregije (tipovi HR-R 6, HR-R 7, HR-R 8A i HR-R 8B):**

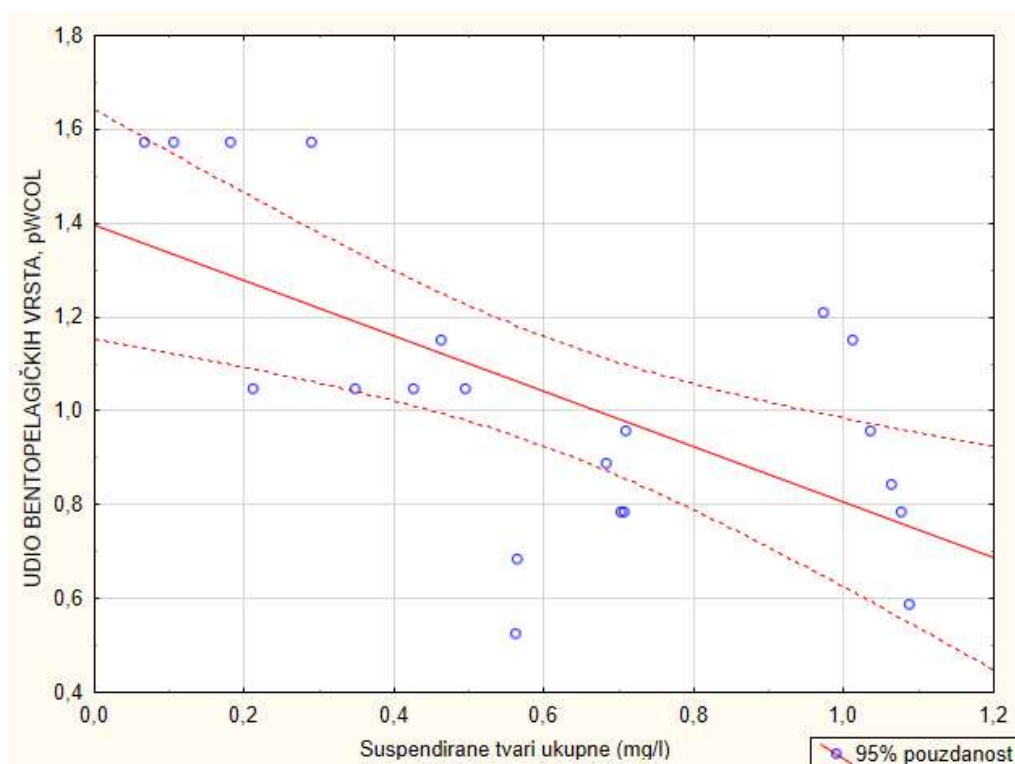
- Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV) pokazuje odgovor na koncentraciju amonija u vodi ( $R^2=0,53$ ,  $p=0,00011$ ; Slika 6). Također na amonij odgovor pokazuje i udio omnivornih vrsta (uOMNI) u uzorku ( $R^2=0,503$ ,  $p=0,00019$ ; Slika 7). Povišene koncentracije amonijaka i amonijevih iona u vodotocima česta su posljedica intenzivne upotrebe umjetnih gnojiva i ispiranja s poljoprivrednih površina, životinjskog otpada, industrijskih i urbanih otpadnih voda te bakterijske aktivnosti (Bouwman 1990, Jana 1994). Očito je kako i velika koncentracija stranih vrsta u vodotoku može dovesti do povišenja koncentracije amonijaka i amonijevih iona, zbog izlučivanja produkata metabolizma i mikrobne razgradnje uginulih riba. S druge strane, amonijak je toksičan za mnoge vrste riba, a posebno su osjetljive salmonidne vrste riba. Iako je osobito toksična molekularna forma amonijaka, i ionski oblik također je štetan za ribe jer dovodi do ionske neravnoteže u krvi riba (Eddy 1999). Osim toga, molekularni oblik amonijaka koji lakše ulazi u tijelo ribe, u tjelesnim tekućinama često prelazi u ionski oblik koji je znatno toksičniji unutar tijela i uzrokuje oštećenja stanica (Levit 2010). Dvije metrike riblje zajednice koje pokazuju odgovor na koncentraciju amonija prirodno se mijenjaju u stupcu vode jer je broj invertivornih vrsta viši u gornjim dijelovima vodotoka, dok u donjim dijelovima ima više omnivora. Kako su u ovim tipovima obuhvaćeni lokaliteti u gornjim i donjim dijelovima vodotoka, u izračun su uključene obje ove mjere jer bi inače razrađena metodologija pokazivala lošije stanje u nekom dijelu vodotoka. Nadalje, omjer ekološke kakvoće za udio jedinki omnivornih vrsta na lokalitetima u gornjim dijelovima vodotoka ponekad je i viši od jedan (što se onda računa kao 1), kako bi mogao odgovarati staništima u različitim dijelovima vodotoka.
- Broj vrsta koje se hrane u stupcu vode, tzv. bentopelagičke vrste (pWCOL) pokazuje odgovor na koncentraciju suspendiranih tvari ( $R^2=0,361$ ,  $p=0,00237$ ; Slika 8). Jasno je da koncentracija suspendiranih tvari u stupcu vode može imati utjecaja na vrste koje se tamo hrane. Ti utjecaji mogu biti različiti ovisno o tipu i koncentraciji čestica no kao najvažnije negativne posljedice možemo istaknuti smanjenu vidljivost koja dovodi do smanjenja hranjenja, abrazije na koži koje mogu dovesti do infekcija pa čak i začepjenja škrge i krvnih žila riba. Porast koncentracije suspendiranih tvari u vodi povezuje se s različitim tipovima onečišćenja vode.



Slika 6. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki invertivornih vrsta (uINV) i koncentracije amonija u vodi, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 7. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki omnivornih vrsta (uOMNI) i koncentracije amonija u vodi, na temelju standardiziranih mjera.

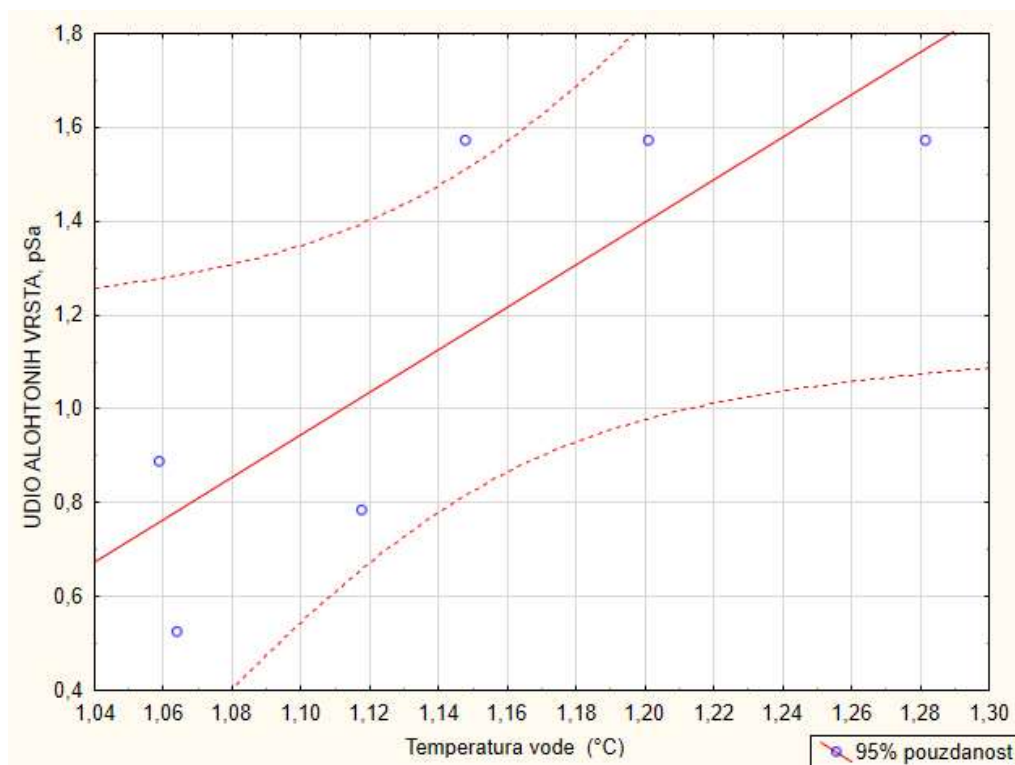


Slika 8. Grafički prikaz linearne regresije između udjela bentopelagičkih vrsta (pWCOL) i koncentracije suspendiranih tvari u vodi, na temelju standardiziranih mjera.

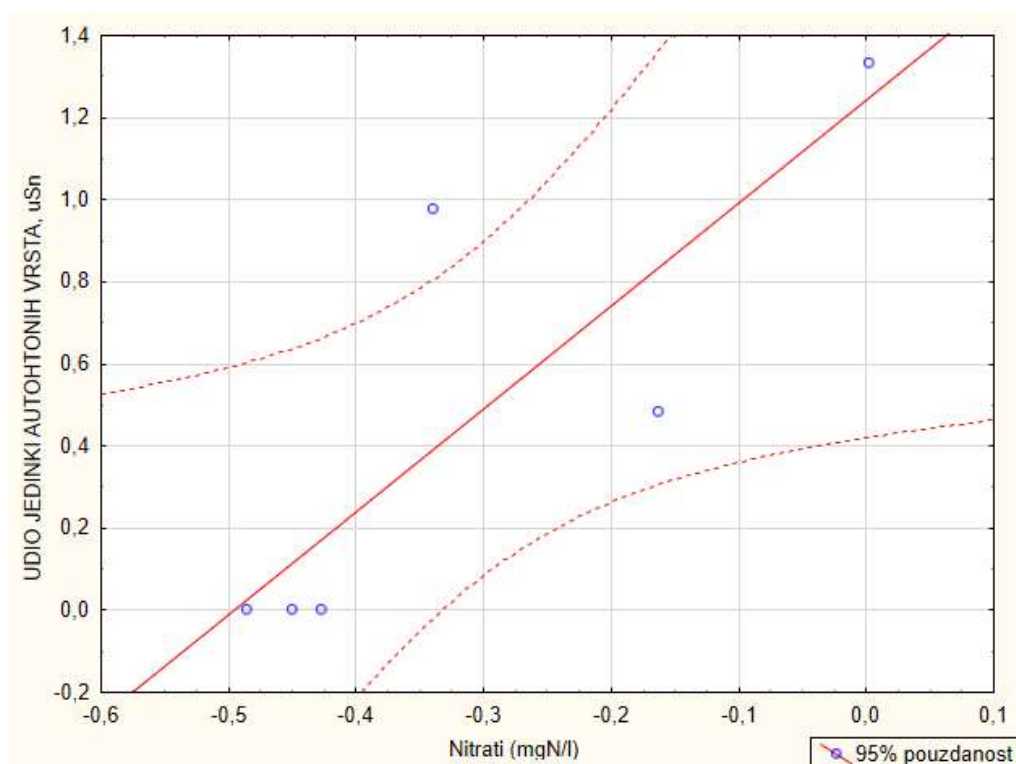
**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u tekućicama krških polja i povremenim tekućicama Dinaridske kontinentalne ekoregije (tipovi HR-R 9, HR-R 10A i HR-R 10B):**

- Udio stranih vrsta (pSa) pokazuje odgovor na temperaturu vode ( $R^2=0,584$ ,  $p=0,04737$ ; Slika 9). Kao što je već spomenuto, native vrste riba (osobito ako su prilagođene na specifične uvjete, a takav je slučaj s tekućicama krških polja i dinaridskim povremenim tekućicama) često ne mogu podnijeti znatnije promjene temperature. S druge strane, invazivne vrste (koje su po značajkama svoje biologije generalisti i oportunisti) često iskorištavaju upravo uvjete nepovoljne za autohtonu zajednicu i stvaraju stabilne populacije.
- Udio jedinki nativnih vrsta (uSn) pokazuje odgovor na nitratre ( $R^2=0,614$ ,  $p=0,04033$ ; Slika 10). Nitrati su, uz fosfor, jedan od bitnih pokazatelja i pokretača eutrofikacije, iako ju oni uzrokuju indirektnim mehanizmom. Njihov porast u tekućicama posljedica je ispiranja s poljoprivrednih površina te raznih oblika onečišćenja.
- Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika u vodi ( $R^2=0,593$ ,  $p=0,04515$ ; Slika 11). Smanjenje koncentracije kisika u vodi obično se javlja uslijed pojačane mikrobne razgradnje, što je česta posljedica eutrofikacije i onečišćenja. Također može

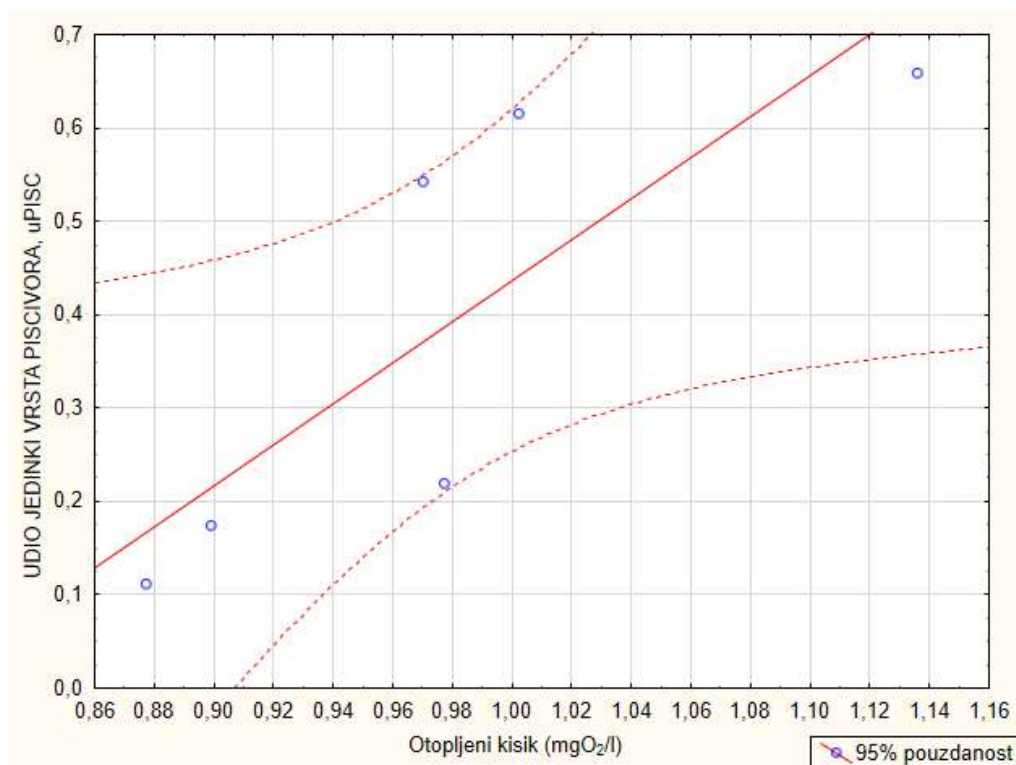
biti povezano i s porastom temperature vode, s obzirom da je pri višim temperaturama topivost kisika u vodi manja.



Slika 9. Grafički prikaz linearne regresije između udjela alohtonih vrsta (pSa) i temperature vode, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 10. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki autohtonih vrsta (uSn) i koncentracije nitrata u vodi, na temelju standardiziranih mjera.

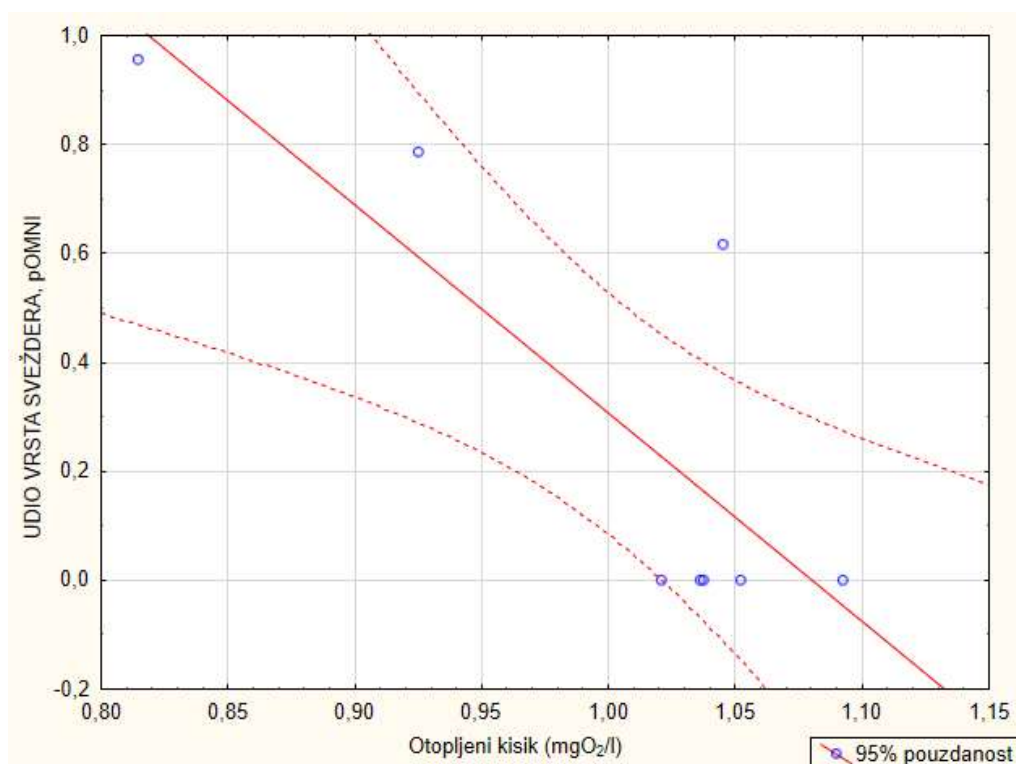


Slika 11. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki vrsta piscivora (uPISC) i koncentracije otopljenog kisika u vodi, na temelju standardiziranih mjera.

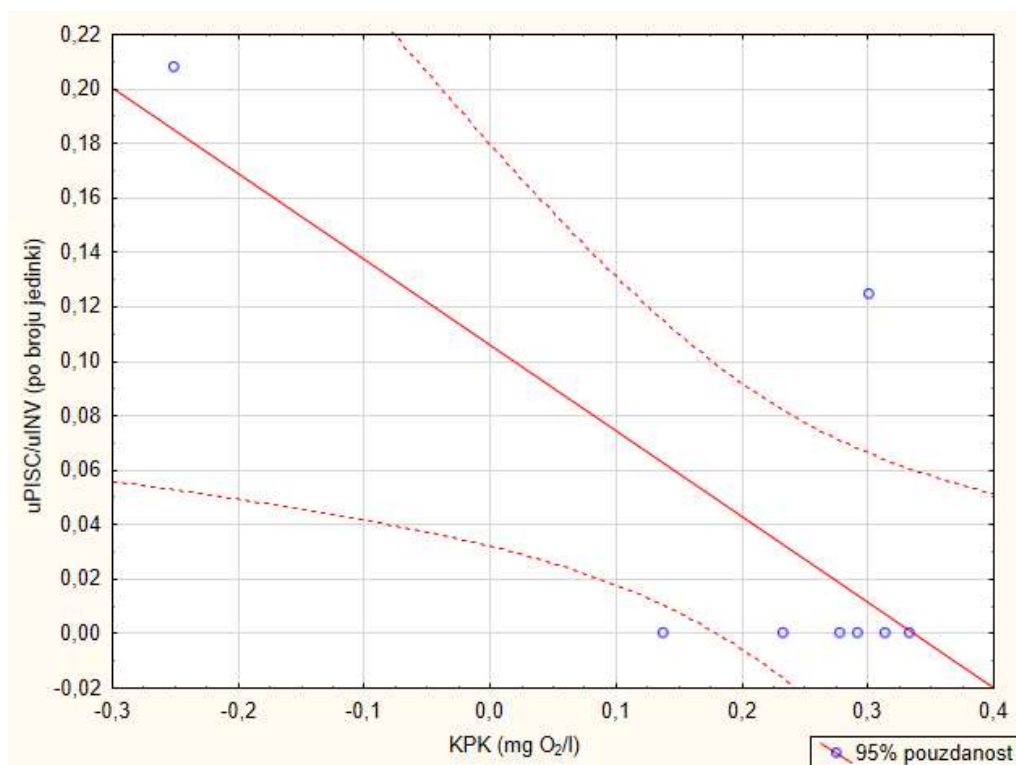


**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u prigorskim i nizinskim malim tekućicama te nizinskim kratkim tekućicama s padom većim od 5 ‰ u Dinaridskoj primorskoj ekoregiji (tipovi HR-R 11A, HR-R 11B, HR-R 14A, HR-R 14B i HR-R 14C):**

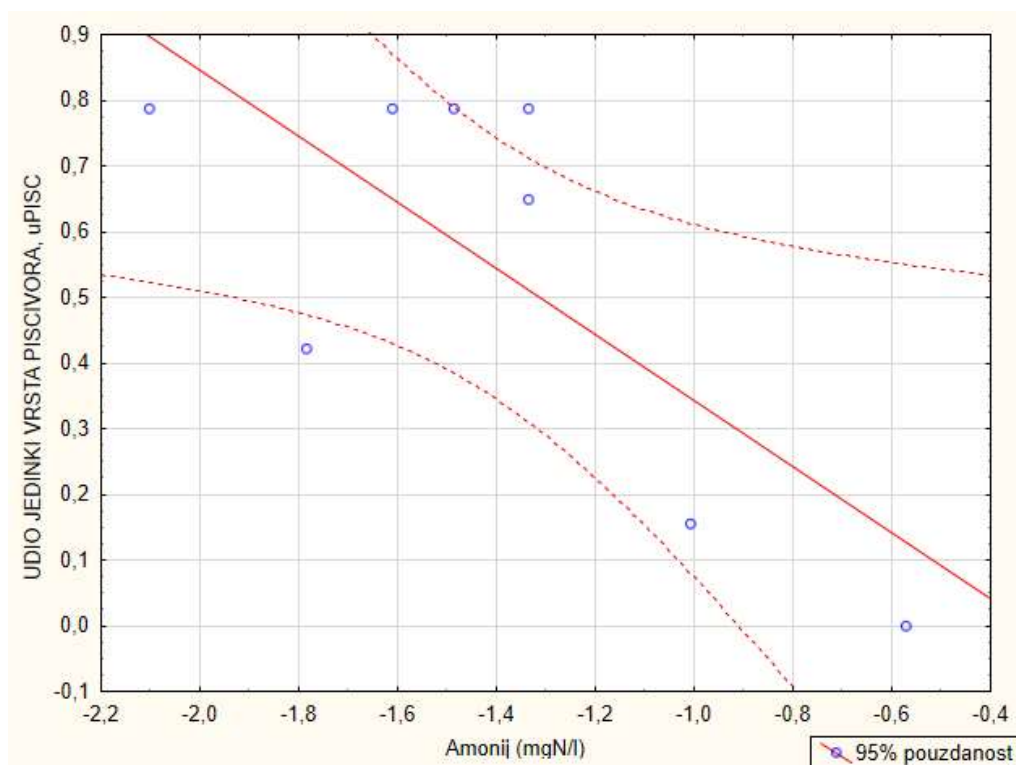
- Udio omnivornih vrsta (pOMNI) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika ( $R^2=0,62$ ,  $p=0,0122$ ; Slika 12). Odgovor osjetljivih komponenti riblje zajednice na promjene koncentracije kisika prisutan je i u malim vodotocima Panonske ekoregije te možemo potvrditi kako je odgovarajuća i stalna koncentracija kisika presudna za očuvanje native ihtiofaune u malim vodotocima.
- Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki (uPISC/uINV) pokazuje odgovor na kemijsku potrošnju kisika (KPK) ( $R^2=0,506$ ,  $p=0,0289$ ; Slika 13). Potrošnja kisika indikator je eutrofikacije, a važnost kisika za održanje stabilnih odnosa u ihtiocenozama malim vodotoka već je opisana.
- Udio jedinki piscivornih vrsta pokazuje odgovor na koncentraciju amonija u vodi ( $R^2=0,477$ ,  $p=0,0349$ ; Slika 14). Prisutnost amonijaka i amonijevih iona u vodi može biti direktna posljedica onečišćenja vodotoka uslijed neriješenih kanalizacijskih sustava i/ili industrijskim otpadnim vodama, ispiranja poljoprivrednih površina, kao i metabolizma i mikrobne razgradnje. Amonijevi ioni, a osobito molekularni amonijak toksični su za ribe te, uslijed povišenja njihove koncentracije, najprije dolazi do nestanka osjetljivijih vrsta i poremećaja u ihtiocenozama, što su potvrdile i metode primijenjene u ovom istraživanju. Nadalje, možemo zaključiti kako su upravo piscivorne vrste koje su native za ove tipove vodotoka osobito osjetljive na povišenje koncentracije amonijevih iona te se njihov udio u zajednicama smanjuje. Važno je istaknuti kako je osobito visoka koncentracija amonija prisutna na lokalitetu Orašnica prije utoka u Krku, što je vodotok na kojem se učestalo događaju onečišćenja industrijskim vodama. Ovo je istraživanje dokazalo kako je riblja zajednica tog dijela Orašnice izrazito narušena.
- Shannonov indeks raznolikosti temeljen na nativnim vrstama (Hnat) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenih nitrata u vodi ( $R^2=0,606$ ,  $p=0,014$ ; Slika 15). Do povišenja koncentracije nitrata u vodotocima često dolazi uslijed ispiranja s poljoprivrednih površina, a nitrati također mogu izazvati snažnu eutrofikaciju u vodotocima, iako neizravnim kemijskim mehanizmom (Smolders i sur. 2010).



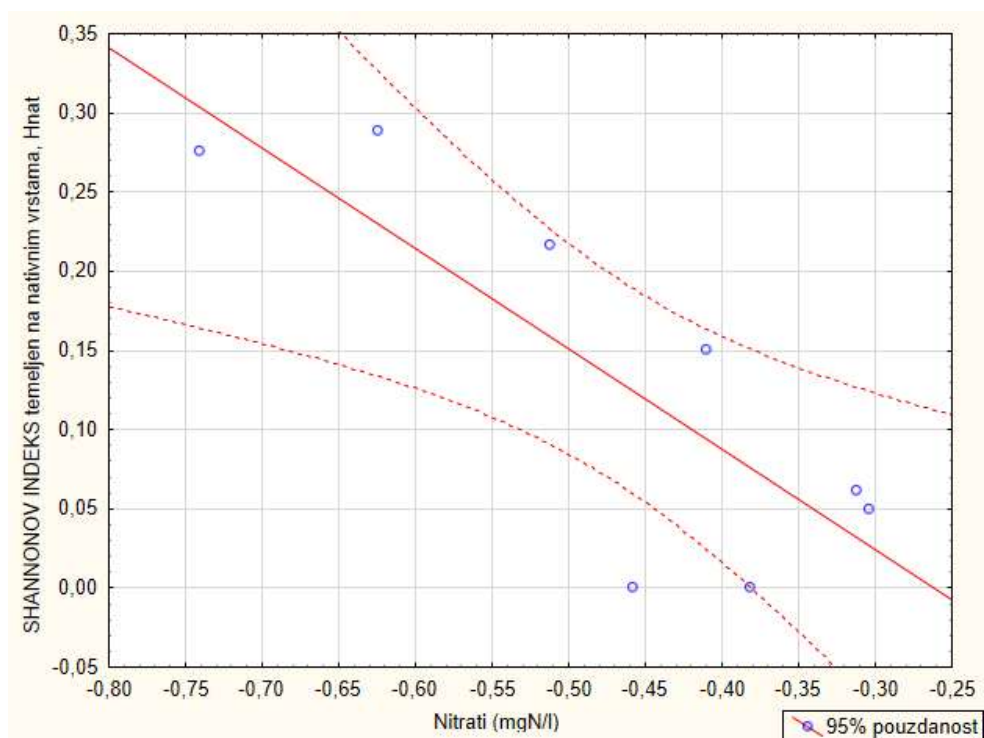
Slika 12. Grafički prikaz linearne regresije između udjela omnivornih vrsta (pOMNI) i koncentracije otopljenog kisika, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 13. Grafički prikaz linearne regresije između odnosa piscivornih i invertivornih jedinki (uPISC/uINV) i kemijske potrošnje kisika, na temelju standardiziranih mjera.



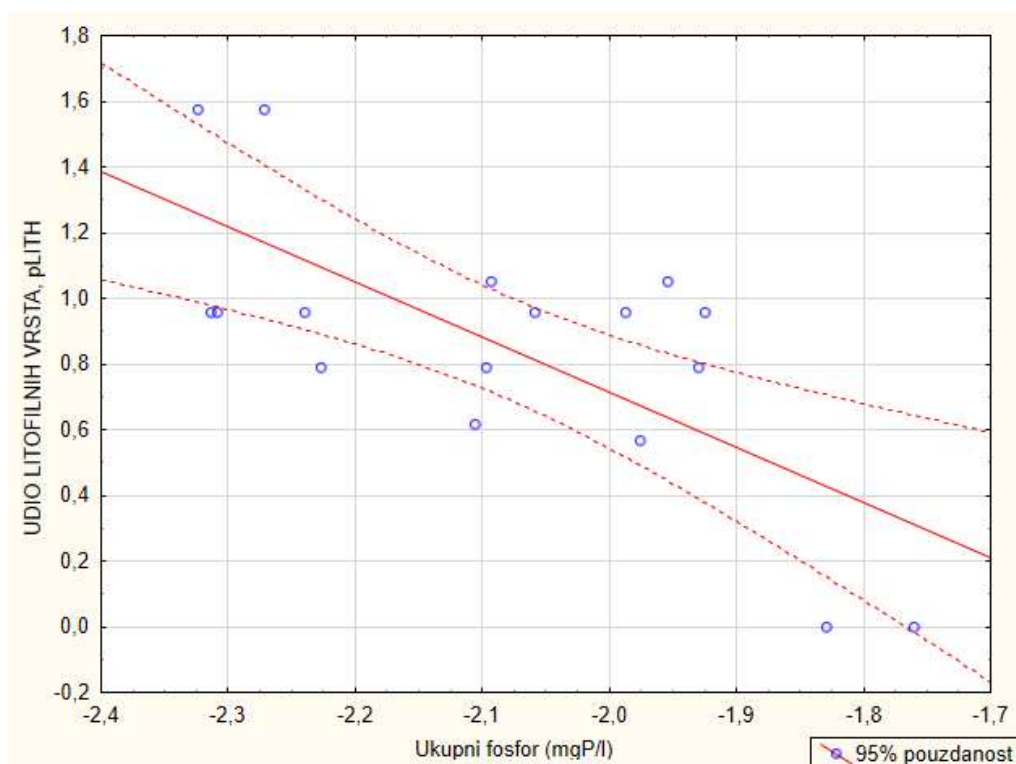
Slika 14. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki piscivornih vrsta (uPISC) i koncentracije amonija, na temelju standardiziranih mjera.



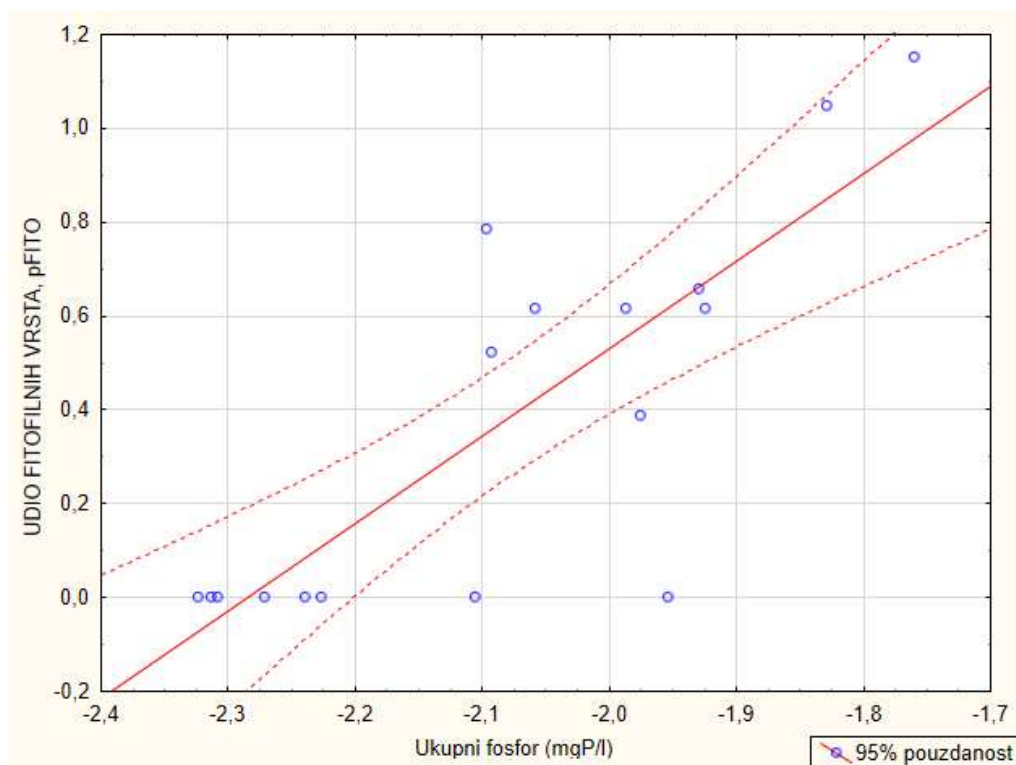
Slika 15. Grafički prikaz linearne regresije između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i koncentracije nitrata, na temelju standardiziranih mjera.

**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u prigorskim i nizinskim srednje velikim i velikim tekućicama te tekućicama te tekućicama krških polja Dinaridske primorske ekoregije (tipovi HR-R 12, HR-R 13, HR-R 13A, HR-R 15A i HR-R 15B):**

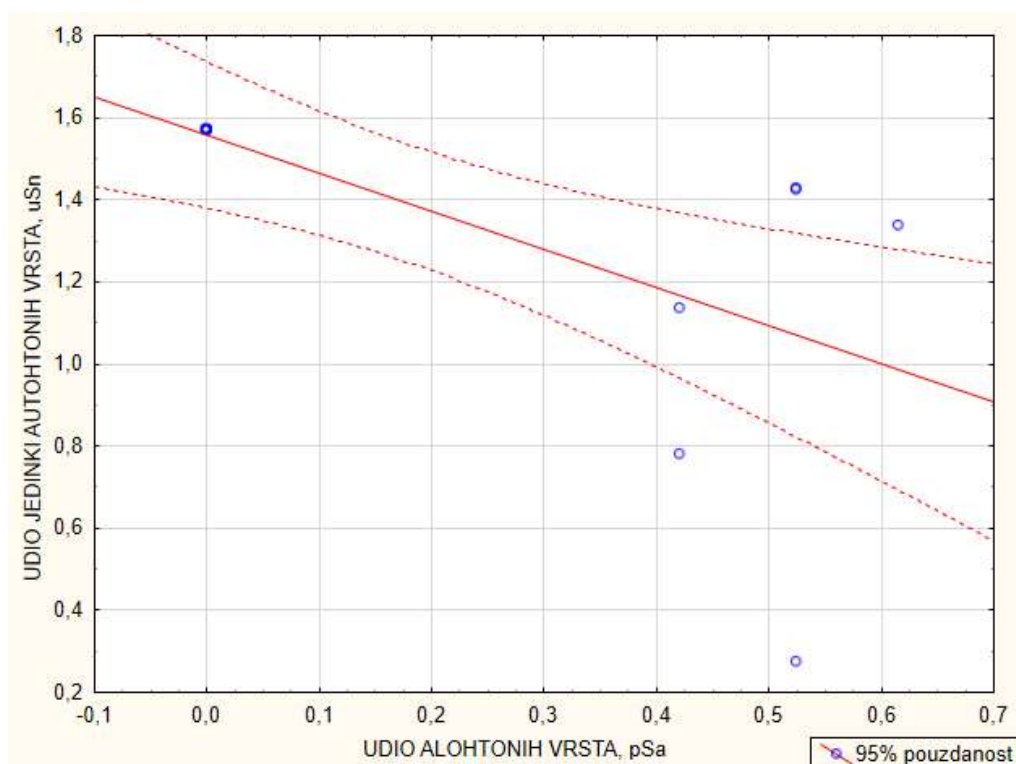
- Udio litofilnih vrsta pokazuje odgovor na koncentraciju fosfora ( $R^2=0,472$ ,  $p=0,0014$ ; Slika 16). Kao što je već rečeno i dobro poznato, fosfor je jedan od najznačajnijih uzroka i najboljih indikatora eutrofikacije u vodotocima. Dvije metrike riblje zajednice pokazuju značajnu korelaciju s koncentracijom fosfora u vodotocima, odnosno značajan odgovor na taj pritisak – udio litofilnih vrsta snažno je negativno koreliran s koncentracijom fosfora, dok je faktor korelacije između udjela fitofilnih vrsta i koncentracije fosfora pozitivnog predznaka. Očito je kako eutrofikacija dovodi do izraženih promjena u tekućicama te se smanjuje udio litofilnih vrsta, a povećava udio fitofilnih vrsta.
- Udio fitofilnih vrsta (pFITO) pokazuje odgovor na koncentraciju fosfora ( $R^2=0,640$ ,  $p=0,0000$ ; Slika 17). Kao što je već spomenuto, udio fitofilnih vrsta povećava se s povećanjem koncentracije fosfora, odnosno s pojačanom eutrofikacijom.
- Udio jedinki nativnih vrsta (uSn) pokazuje odgovor na udio stranih vrsta (pSa) ( $R^2=0,392$ ,  $p=0,00425$ ; Slika 18). S obzirom da su sve strane vrste riba u tekućice mediteranske dinaridske subekoregije unesene antropogenim prijenosom, odnosno nisu se proširile kao posljedica nekog drugog pritiska, i same strane vrste tretirane su kao pritisak na autohtonu ihtiofaunu. Naime, njihov negativan utjecaj po native vrste jednak je, ako ne i izraženiji, od pritiska koji uzrokuju fizikalno-kemijske, morfološke ili hidrološke promjene. Očekivano, udio jedinki nativnih vrsta pokazao je značajan odgovor na udio stranih vrsta u uzorku.
- Broj vrsta invertivora (INV) pokazuje odgovor na električnu vodljivost ( $R^2=0,493$ ,  $p=0,001$ ; Slika 19). Električna vodljivost povećava se u slučajevima dotoka nepročišćenih otpadnih voda (iz industrija, ali i iz gradova i sela) u vodotoke, s obzirom da otpadne vode imaju visoku provodljivost. Vodljivost ovisi i o temperaturi vode te raste s povišenjem temperature (Horne i Goldman 1994, Bhateria i Jain 2016). RIBE i drugi slatkovodni organizmi uglavnom ne podnose dobro promjene električne vodljivosti, koje zapravo odražavaju promjene u koncentraciji soli u vodi, s obzirom da povišenje saliniteta utječe na njihovu osmoregulaciju te troše znatno više energije za osmoregulaciju ili ju uopće ne mogu vršiti na zadovoljavajuć način.



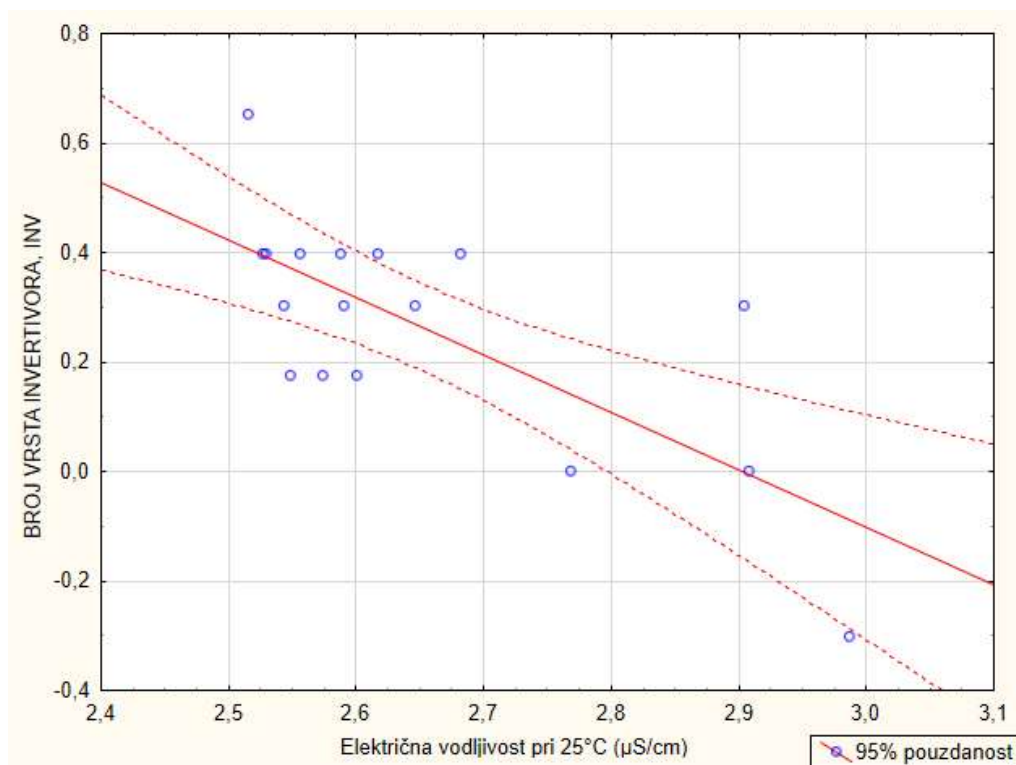
Slika 16. Grafički prikaz linearne regresije između udjela litoofilnih vrsta u ribljim zajednicama (pLITH) i koncentracije fosfora, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 17. Grafički prikaz linearne regresije između udjela fitofilnih vrsta u ribljim zajednicama (pFITO) i koncentracije fosfora, na temelju standardiziranih mjera.



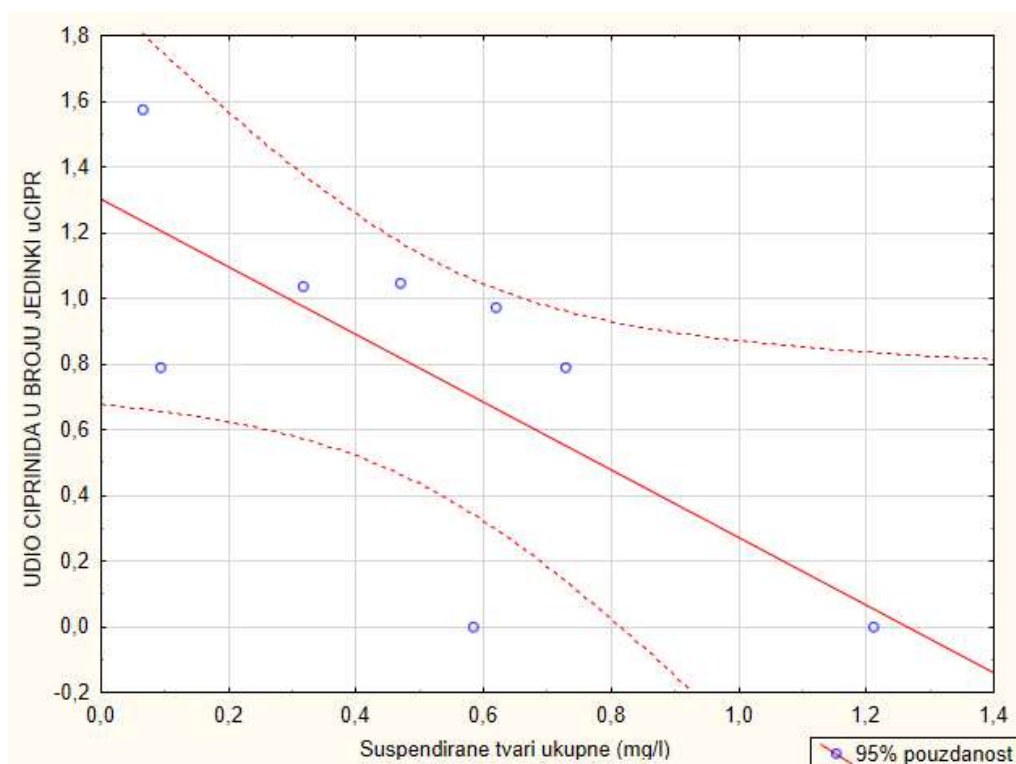
Slika 18. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki autohtonih vrsta (uSn) i udjela alohtonih vrsta, na temelju standardiziranih mjera.



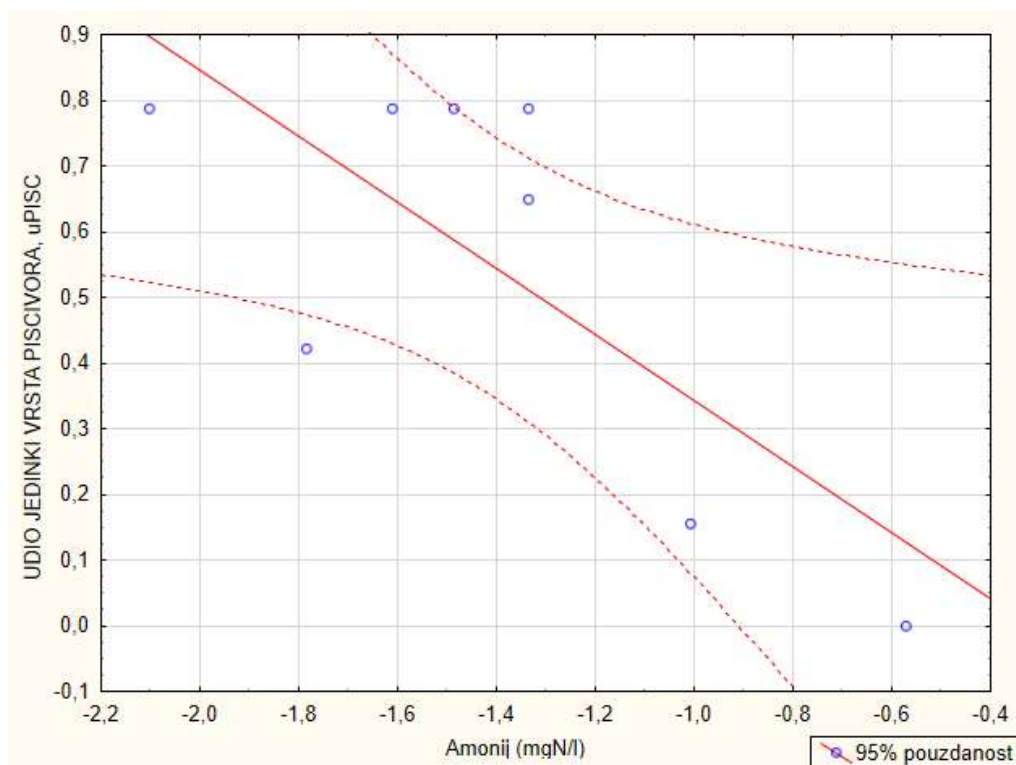
Slika 19. Grafički prikaz linearne regresije između broja vrsta invertivora (INV) i električne vodljivosti, na temelju standardiziranih mjera.

**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u povremenim tekućicama Dinaridske primorske ekoregije (tip HR-R 16A i HR-R 16B):**

- Udio jedinki vrsta koje pripadaju redu Cypriniformes (uCYPR) pokazuje značajan odgovor na koncentraciju suspendiranih tvari u vodi ( $R^2=0,429$ ,  $p=0,04651$ ; Slika 20). Suspendirane tvari organskog i anorganskog porijekla u vodu dopijevaju iz različitih izvora onečišćenja – otpadnih voda kućanstava, divljih odlagališta smeća u blizini ili u vodotocima, industrijskih otpadnih voda, ispiranja obala s kojih je uklonjena prirodna vegetacija itd. S druge strane, povećana koncentracija suspendiranih čestica u vodi negativno djeluje na ribe. Neovisno o kojem se tipu čestica radi, suspendirane čestice smanjuju vidljivost, a time i efikasnost hranjenja riba u nekom vodotoku. Prisutnost organskih čestica dovode do pojačane mikrobiološke razgradnje, što uvjetuje veću potrošnju kisika i smanjenje koncentracije otopljenog kisika u vodi. Anorganske čestice izazivaju još i veće probleme – često dovode do začepjenja škrva ili krvnih žila te do ugibanja riba.
- Udio jedinki piscivornih vrsta pokazuje značajan odgovor na koncentraciju amonija u vodi ( $R^2=0,458$ ,  $p=0,039$ ; Slika 21). Slična je situacija već zabilježena u prigorskim i nizinskim malim te nizinskim kratkim tekućicama s padom u ovoj ekoregiji, dok je u kontinentalnoj dinaridskoj ekoregiji primijećen odgovor invertivornih i omnivornih vrsta na amonij. Kao što je već objašnjeno, molekularni amonijak najtoksičniji je za ribe, ali toksični su i amonijevi ioni. Koncentracija pojedine forme ovisi o uvjetima okoline te oni prelaze iz jedne forme u drugu kako u tijelu ribe, tako i u okolišu.
- Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i svim vrstama zabilježenima na nekom lokalitetu (Hrat) pokazuje značajan odgovor na koncentraciju nitrata u vodi ( $R^2=0,465$ ,  $p=0,03737$ ; Slika 22). Kao što je već navedeno, nitrati mogu biti pokretač eutrofikacije, a u vode dopijevaju ispiranjem s poljoprivrednih površina.

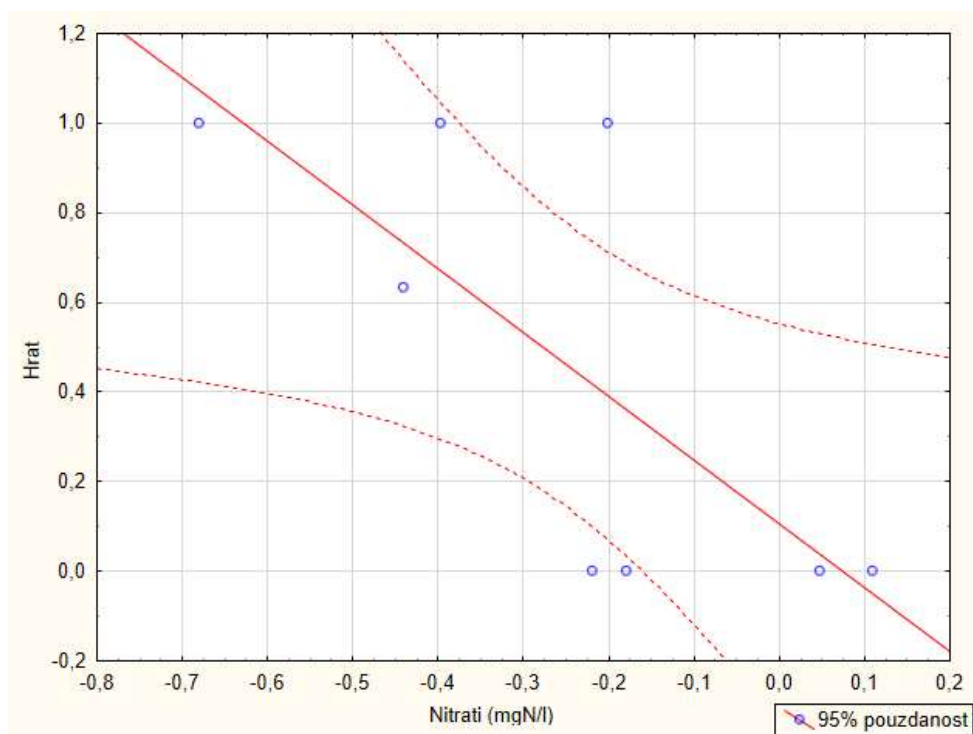


Slika 20. Grafički prikaz linearne regresije između udjela broja jedinki vrsta iz reda Cypriniformes i koncentracije suspendiranih tvari u vodi, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 21. Grafički prikaz linearne regresije između udjela broja jedinki piscivornih vrsta i koncentracije amonija u vodi, na temelju standardiziranih mjera.

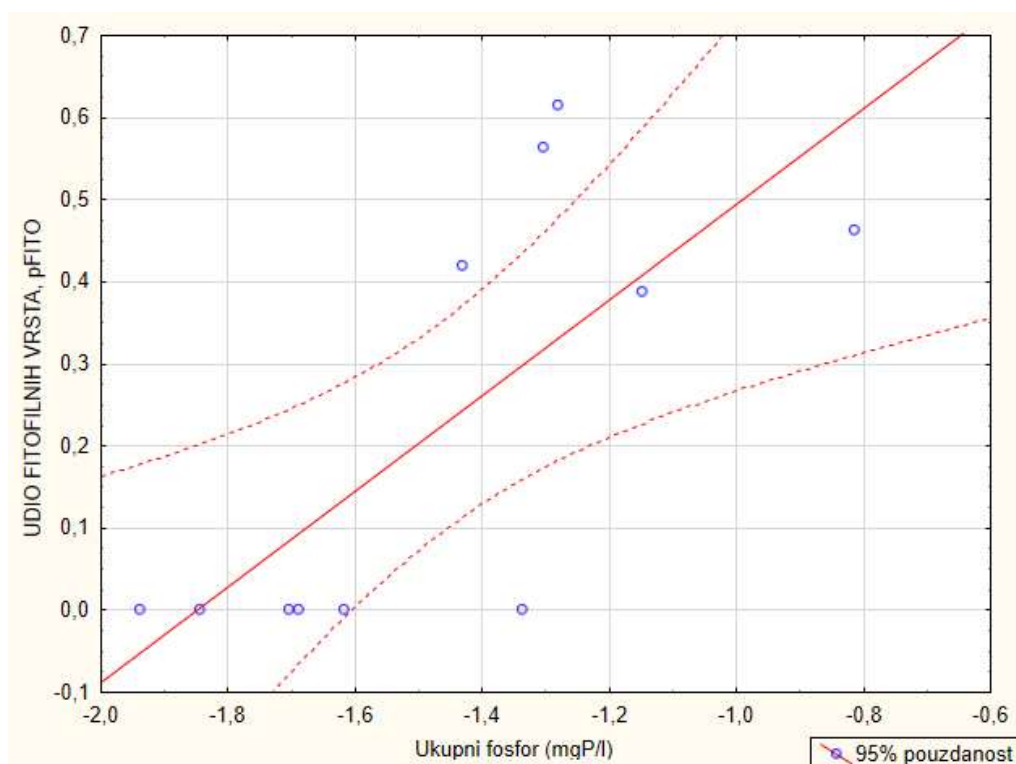




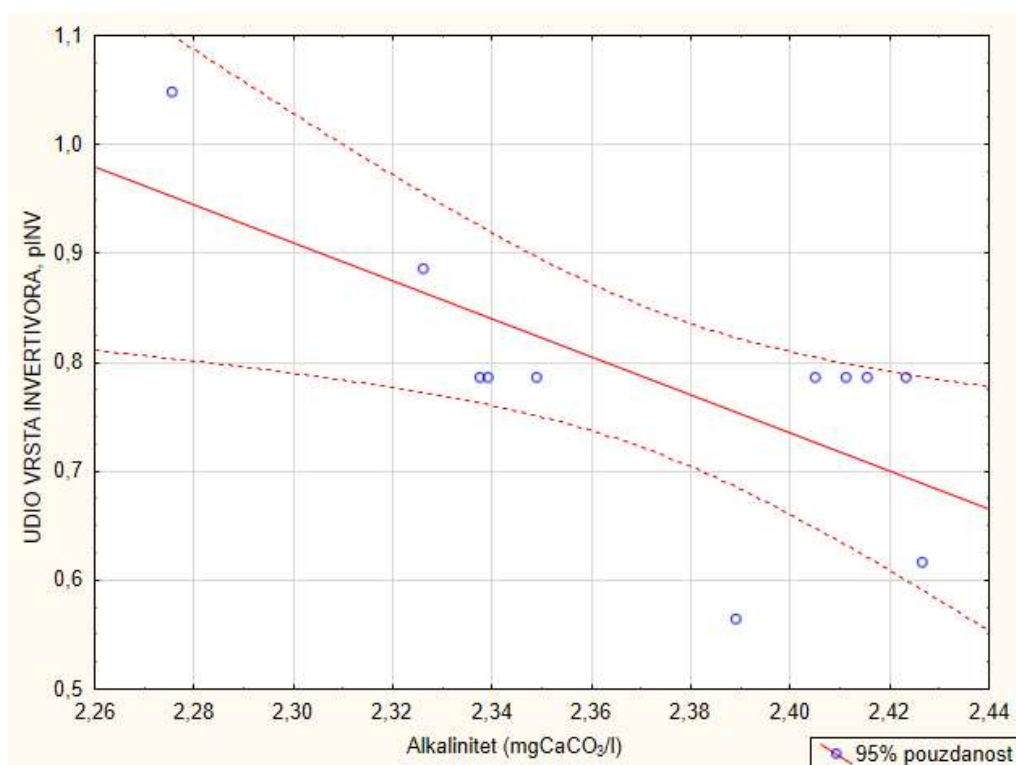
Slika 22. Grafički prikaz linearne regresije između odnosa Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim zabilježenim vrstama (Hrat) i koncentracije nitrata u vodi, na temelju standardiziranih mjera.

**Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u malim, srednje velikim i povremenim tekućicama Istre (tipovi HR-R 17, HR-R 18 i HR-R 19):**

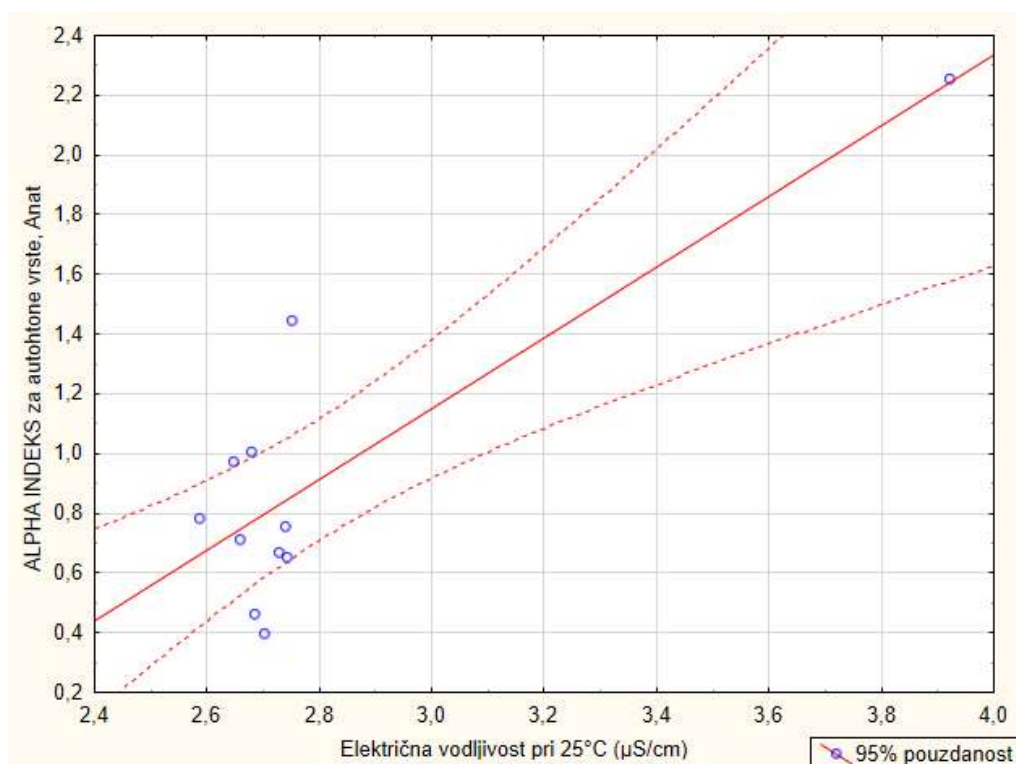
- Udio fitofilnih vrsta (pFITO) pokazuje značajan odgovor na koncentraciju fosfora u vodi ( $R^2=0,489$ ,  $p=0,01$ ; Slika 23). Važnost fosfora za eutrofikaciju te kao pokazatelja eutrofikacije već je objašnjena, a i odgovor fitofilnih vrsta na promjene koncentracije fosfora u vodi bio je primijećen i u drugim tipovima.
- Udio vrsta invertivora (pINV) pokazuje odgovor na alkalinitet ( $R^2=0,419$ ,  $p=0,0186$ ; Slika 24). Iako se obično ne navodi kao indikator eutrofikacije, povišeni alkalinitet ju također može potaknuti jer povećava dostupnost nutrijenata i ugljikovog dioksida za biljke te tako potiče fotosintezu (William i Wurts Durborow 1992). Nadalje, povišeni alkalinitet povećava biodostupnost metala i sedimenta u tekućicama, a promjene alkaliniteta utječu i na toksičnost mnogih metala za vodene organizme (Andrew i sur. 1977, Riethmuller i sur. 2000). Promjene alkaliniteta u vodotocima mogu biti posljedica promjena hidrološkog režima, ali i kemijskih procesa koji se događaju unutar samog vodotoka (npr. redukcija nitrata ili sumpornog dioksida) (Smolders i sur. 2006).
- Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama (Anat) pokazuje odgovor na električnu vodljivost ( $R^2=0,678$ ,  $p=0,00113$ ; Slika 25). Kao što je već navedeno, do povećanja električne vodljivosti dolazi uslijed onečišćenja nepročišćenim industrijskim i komunalnim otpadnim vodama, ali i uslijed povišenja temperature, a ribe su zapravo osjetljive na promjene koncentracije soli (koje uvjetuju i promjene vodljivosti) te imaju problema s osmoregulacijom.
- Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim vrstama zabilježenima na nekom lokalitetu (Hrat) pokazuje značajni odgovor na koncentraciju nitrata u vodi, slično kao što je utvrđeno i za prethodni tip ( $R^2=0,378$ ,  $p=0,026$ ; Slika 26).



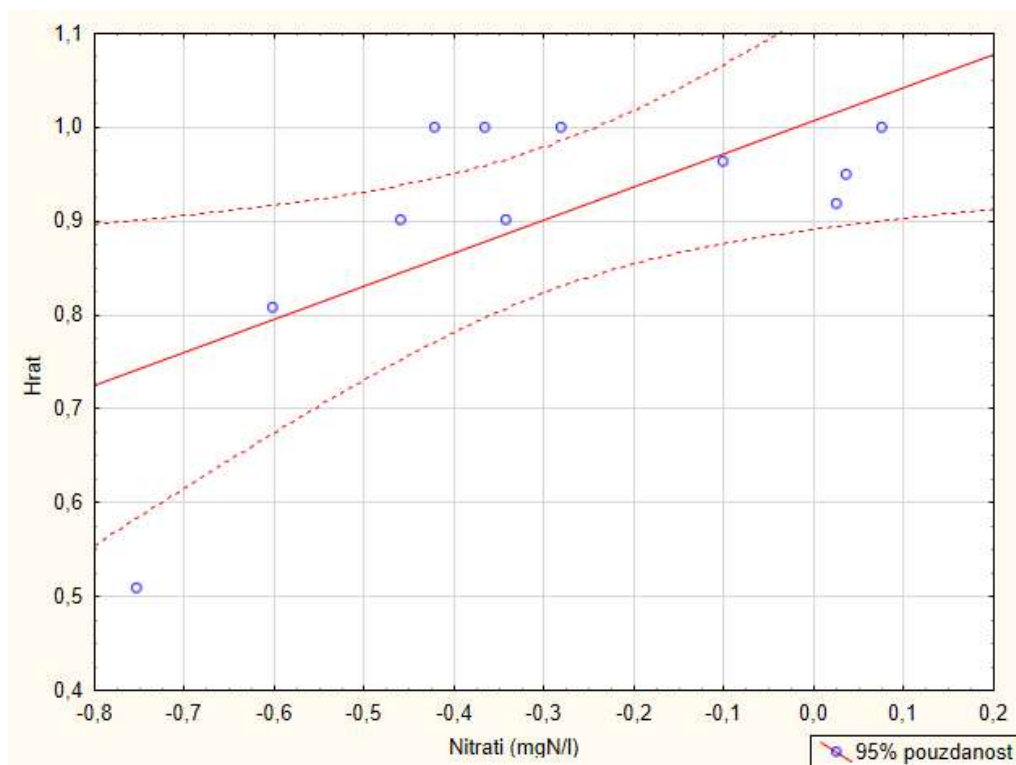
Slika 23. Grafički prikaz linearne regresije između udjela fitofilnih vrsta (pFITO) i koncentracije fosfora u vodi, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 24. Grafički prikaz linearne regresije između udjela vrsta invertivora (pINV) i alkaliniteta, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 25. Grafički prikaz linearne regresije između Alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama (Anat) i električne vodljivosti, na temelju standardiziranih mjera.



Slika 26. Grafički prikaz linearne regresije između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na čitavoj zajednici (Hrat) i koncentracije nitrata u vodi., na temelju standardiziranih mjera.

## 7.3.2. Nacionalni referentni uvjeti za izračune omjera ekološke kakvoće

Referentni uvjeti određeni su za svaki pojedini tip/skupinu tipova tekućica za koje su utvrđeni odgovori na određene pritiske. Zbog malog broja tekućica u nekim tipovima, prisutnosti određenih pritisaka gotovo na svim lokalitetima te neodređenih referentnih uvjeta za fizikalno-kemijske značajke unutar pojedinih tipova/skupine tipova, nije bilo moguće unutar svakog tipa/tipova identificirati zadovoljavajući broj vodotoka u kojima je zajednica riba u optimalnom stanju, kako bi na temelju takve zajednice bili određeni referentni uvjeti pojedinih metrika riblje zajednice. Stoga smo za određivanje Omjera ekološke kakvoće primijenili pristup predložen od strane Furse i sur. (2006) za slučajeve kada nije moguće odrediti referentne postaje – utvrdili smo gornje i donje moguće granice pojedinih metrika ribljih zajednica (koje su pokazale odgovore na pritiske), definirane kao vrijednost određene metrike kod prirodne, stabilne (referentne) zajednice koja odgovara određenom tipu/tipovima utvrđene ili procijenjene na temelju literaturnih podataka i stručnog iskustva (najbolja granica) i najgora moguća vrijednost određene metrike (najlošija granica), što je bila ili najgora zabilježena vrijednost u slučaju izrazito promijenjenih zajednica ili stručna procjena najgore moguće vrijednosti (npr. ako se radi o metrikama koje opisuju udio stranih vrsta, onda je najgore moguće stanje da su na nekom lokalitetu zabilježene isključivo strane vrste). Unutar nekih tipova postoje i lokaliteti na kojima su zajednice nepromijenjene, odnosno gotovo nepromijenjene te one odražavaju referentno stanje, odnosno te zajednice možemo smatrati referentnima na nacionalnoj razini (Tablica 7). U takvim zajednicama odabrane metrike riblje zajednice imaju najbolje moguće ili gotovo najbolje moguće vrijednosti, zbog čega će i omjeri ekološke kakvoće za takve zajednice iznositi 1 ili gotovo 1.

Vrlo je važno naglasiti kako su referentne zajednice referentne s obzirom na svoju strukturu, odnosno s obzirom na upravo one metrike riblje zajednice koje su opisanom procedurom odabrane za uključivanje u indeks. To, međutim, ne znači da sve zajednice određenog tipa/skupine tipova trebaju imati ili su u prirodnom stanju imale isti broj ili sastav vrsta kao referentne zajednice. Naime, zajednice utvrđene na lokalitetima koji pripadaju pojedinim tipovima međusobno su raznolike s obzirom na bogatstvo i sastav vrsta riba koje ih sačinjavaju i to je prirodno stanje, posljedica različitih ekoloških uvjeta na staništima, ali i složenih evolucijskih povijesti slatkovodnih riba Hrvatske. Stoga sastav vrsta na lokalitetima utvrđenima kao referentni na nacionalnoj razini ne može biti neki predložak prirodnog stanja za sve lokalitete u nekom tipu/skupini tipova, već struktura te zajednice, a osobito vrijednosti metrika riblje zajednice na kojima se temelji HRIR, pokazuju referentno stanje i zaista mogu biti predložak za te metrike u prirodnim uvjetima.

Tablica 7. Referentni lokaliteti na nacionalnoj razini za ribe kao biološki element unutar pojedinih tipova/skupina tipova tekućica.

TIPOVI	KOD	LOKALITET	SASTAV ZAJEDNICE
HR-R_1	21114	Ivanečka Železnica, utok	Zajednica je posve prirodna i vrlo bogata, sastoji se od 9 autohtonih vrsta riba.
HR-R_2A i HR-R_2B			Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju (sve su znatnije promijenjene), stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu).
HR-R_3A, HR-R_3B, HR-R_3C i HR-R_3D	21052	Boščak II	Zajednica je posve prirodna, sastavljena od 6 tipičnih, autohtonih vrsta.
	21049	Bistrec – Rakovnica I	Prirodna zajednica, sastavljena od 5 tipičnih, autohtonih vrsta.
	21050	Bistrec – Rakovnica II	Prirodna i bogata zajednica sastavljena od 9 autohtonih vrsta.
HR-R_4A, HR-R_4B i HR-R_4C	18005	Sutla, Luke Poljanske	Zajednica posve prirodnog sastava, prisutno 7 autohtonih vrsta tipičnih za područje.
HR-R_6	30018	Curak most prije utoka u Kupicu	Zajednica prirodnog sastava, prisutne su 4 autohtone vrste, tipične za područje.
HR-R_7			Niti jedan lokalitet nije moguće smatrati referentnim, premda nekoliko zajednica ima vrlo visoke ili maksimalne omjere ekološke kakvoće za sve metrike uključene u indeks. Naime, radi se ili o vrlo specifičnim lokalitetima, gdje su zajednice prirodno siromašne vrstama (to je njihovo prirodno stanje i to odražava indeks, ali nisu referentne za tip) ili su prisutne strane vrste koje po svojim ekološkim značajkama nalikuju autohtonim vrstama pa nije došlo do znatnijeg smanjenja omjera ekološke kakvoće, no te zajednice ne možemo smatrati nepromijenjenima.
HR-R_8A i HR-R_8B			Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju (sve su znatnije promijenjene), stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu). Ovi tipovi obuhvaćaju izuzetno malen broj lokaliteta koji su mogli biti uključeni u analize, samo dva.
HR-R_9			Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju (sve su znatnije promijenjene), stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu). Ovi tipovi obuhvaćaju izuzetno malen broj lokaliteta koji su mogli biti uključeni u analize, samo dva.
HR-R_10A i HR-R_10B			Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju (sve su znatnije promijenjene), stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu).
HR-R_11A i HR-R_11B			Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju (sve su znatnije promijenjene), stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu).
HR-R_12	14006	Una, kod izvorišta Loskun	Zajednica posve prirodna, sastoji se od 4 autohtone vrste.
HR-R_13 i HR-R_13A	40204	Zrmanja, Berberov buk	Zajednica posve prirodna, sastoji se od 4 autohtone vrste.

HR-R_14A, HR-R_14B i HR-R_14C	Niti jedan lokalitet nije moguće smatrati referentnim – u analize je uključen vrlo mali broj lokaliteta iz ovog tipa (samo tri), koji su k tome međusobno vrlo različiti s obzirom na ihtiocenoze.
HR-R_15A i HR-R_15B	Od ovih tipova u analize je uključen samo jedan lokalitet na kojem je riblja zajednica djelomično narušena.
HR-R_16A i HR-R_16B	Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju, stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu).
HR-R_17	Od ovih tipova u analize je uključen samo jedan lokalitet na kojem je riblja zajednica djelomično narušena.
HR-R_18	Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju, stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu).
HR-R_19	Niti jedna zajednica nije u prirodnom ili neznatno promijenjenom stanju, stoga nije moguće identificirati referentne lokalitete, već su referentni uvjeti određeni na temelju stručne procjene (procedura opisana u tekstu).

Kao što je opisano ranije, referentni uvjeti određeni su kao gornje (eng. *upper anchor*) i donje (eng. *lower anchor*) granice za svaku pojedinu metriku riblje zajednice odabranu za uključanje u konačan indeks (Tablica 8). U slučajevima kada neka riblja zajednica pokaže vrijednost pojedine metrike veću od gornje granice (postoje i takvi slučajevi zbog izuzetne raznolikosti zajednica), omjer ekološke kakvoće (OEK) se postavlja na 1 (u skladu s Furse i sur. 2006). Slično, ukoliko se negdje ipak pokažu gori uvjeti od najlošijih zabilježenih/predviđenih, OEK se postavlja na 0. Kao što je vidljivo iz Tablice 8, najbolje vrijednosti nisu nužno i najviše moguće vrijednosti pojedine metrike, već mogu biti i najniže, što ovisi o načinu na koji pojedina metrika odgovara na pritisak (raste li ili pada s povećanjem intenziteta pritiska). Zbog toga će i omjeri ekološke kakvoće biti računati prema dvije formule, ovisno o tome da li se odnose na metriku koja pada s povećanjem intenziteta pritiska ili onu koja s pojačanjem pritiska također poprima veće vrijednosti.

Tablica 8. Gornje i donje granice odabranih metrika ribljih zajednica za pojedine tipove/skupine tipova tekućica.

TIP TEKUĆICA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	NAJBOLJA VRIJEDNOST (referentna vrijednost u posve prirodnim zajednicama tipične strukture)	NAJGORA VRIJEDNOST (vrijednost u najgorim mogućim uvjetima)	GORNJA GRANICA ZA IZRAČUN OEK	DONJA GRANICA ZA IZRAČUN OEK	ODGOVOR METRIKE RIBLJE ZAJEDNICE NA PRITISAK
HR-R_1	Broj nativnih vrsta (Sn)	9	0	9	0	PADA
	Udio psamofilnih vrsta (pPSAM)	0,33	0	0,33	0	PADA

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

	Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hdif)	0	0,5	0,5	0	RASTE
HR-R_2A i HR-R_2B	Broj nativnih vrsta (Sn)	13	0	13	0	PADA
	Udio samofilnih vrsta (pPSAM)	0,33	0	0,33	0	PADA
	Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hdif)	0	0,5	0,5	0	RASTE
HR-R_3A, HR-R_3B, HR-R_3C, HR-R_3D, HR-R_4A, HR-R_4B i HR-R_4C	Broj stranih vrsta (Sa)	0	5	5	0	RASTE
	Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hrat)	1	0	1	0	PADA
HR-R_6, HR-R_7, HR-R_8A i HR-R_8B	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV)	1	0	1	0	PADA
	Udio jedinki omnivornih vrsta (uOMNI)	0,7 (moguće i niže, ali se OEK postavlja kao 1)	1	1	0,7	RASTE
	Udio bentopelagičkih vrsta (pWCOL)	0,75	0	0,75	0	PADA
HR-R_9, HR-R_10A i HR-R_10B	Udio stranih vrsta (pSa)	0	1	1	0	RASTE
	Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	1	0	1	0	PADA
	Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC)	0,3 (moguće i više, ali se OEK postavlja kao 1)	0	0,3	0	PADA
HR-R_11A, HR-R_11B, HR-R_14A, HR-R_14B i HR-R_14C	Udio omnivornih vrsta (pOMNI)	0	1	1	0	RASTE
	Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki (uPISC/uINV)	1	0	1	0	PADA
	Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC)	0,5	0	0,5	0	PADA
	Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama (Hnat)	0,3	0	0,3	0	PADA
HR-R_12, HR-R_13, HR-R_13A,	Udio litofilnih vrsta (pLITH)	0,75	0	0,75	0	PADA
	Udio fitofilnih vrsta (pFITO)	0,25	1	1	0,25	RASTE



HR-R_15A i HR- R_15B	Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	1	0	1	0	PADA
	Broj vrsta invertivora (INV)	3	0	3	0	PADA
HR-R_16A i HR- R_16B	Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes (uCYPR)	0,75	0	0,75	0	PADA
	Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC)	0,25	0	0,25	0	PADA
	Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hrat)	1	0	1	0	PADA
HR-R_17, HR-R_18 i HR-R_19	Udio fitofilnih vrsta (pFITO)	0	0,5	0,5	0	RASTE
	Udio invertivornih vrsta (pINV)	0,75	0	0,75	0	PADA
	Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama (Anat)	2,3	0	2,3	0	PADA
	Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hrat)	1	0	1	0	PADA

### 7.3.3. Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

Omjeri ekološke kakvoće (OEK) izračunati su zasebno za sve odabrane metrike ribljih zajednica (metrike koje pokazuju značajan odgovor na neki pritisak, nisu međusobno korelirane i zadovoljavaju uvjete normalnosti i linearnosti te su statistički značajno korelirane s pritiskom) unutar pojedinog tipa/skupine tipova tekućica. U tu je svrhu korištena formula iz Furse i sur. (2006):

$OEK_{\text{metrika}} = (\text{Vrijednost metrike} - \text{Donja granica}) / (\text{Gornja granica} - \text{Donja granica})$ , za metrike čija vrijednost pada s porastom vrijednosti pritiska,

odnosno

$OEK_{\text{metrika}} = 1 - (\text{Vrijednost metrike} - \text{Donja granica}) / (\text{Gornja granica} - \text{Donja granica})$ , za metrike čija vrijednost raste s porastom vrijednosti pritiska.

Gornje i donje granice za svaku su pojedinu metriku riblje zajednice određene kao najbolje moguće (vrijednosti kakve bi bile da je zajednica posve prirodna i stabilna), odnosno najlošije moguće, kao što je objašnjeno u prethodnom odlomku.

### 7.3.4. Generiranje Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama (HRIR)

Kao što je već opisano, u prethodnim koracima izdvojili smo riblje metrike koje su se pokazale pogodne za uključenje u multimetrijski indeks jer su pokazale značajan odgovor na pojedini pritisak, značajno su korelirane s pritiscima, ali nisu u međusobnoj interkoleraciji. Konačni indeks kakvoće za rijeke temeljen na ribama (HRIR) izračunat je zasebno za svaki tip/skupinu tipova, na način da su zbrojeni svi omjeri ekološke kakvoće određeni za određeni tip/skupinu tipova i podijeljeni s brojem omjera ekološke kakvoće:

$$HRIR = \frac{OEK1 + OEK2 + \dots + OEKn}{n}$$

HRIR je multimetrijski indeks, koji integrira više metrika i pojednostavljuje odlučivanje jer jedna vrijednost može biti upotrijebljena za procjenu i monitoring kakvoće tekućica (Furse i sur. 2006). Budući da indeks kombinira efekte različitih ribljih metrika, objedinjuje odgovore na više pritisaka.

### 7.3.5. Utvrđivanje granica klasa

Vrijednost HRIR-a, kao multimetrijskog indeksa, zapravo je prosječna vrijednost svih omjera ekološke kakvoće utvrđenih za određeni tip/tipove vodotoka. Stoga HRIR pokazuje odnos primijećenih metrika riblje zajednice i metrika referentne zajednice (prirodne i stabilne zajednice unutar određenog tipa), a ekološko stanje vodotoka moguće je uvrstiti u jedan od pet razreda (klasa), u skladu sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama. Vrijednosti indeksa koje su blizu 1 odnose se na nepromijenjene ili malo promijenjene zajednice. S druge strane, ako su vrijednosti indeksa bliže 0, znači da su riblje zajednice izrazito promijenjene uslijed antropogenih pritisaka. S obzirom da su Omjeri ekološke kakvoće, a onda i cjelokupan indeks rađeni u odnosu na referentno stanje, odnosno referentne uvjete u posve prirodnim, nepromijenjenim zajednicama, slijedili smo preporuku (Furse i sur. 2006) i ekvidistalno uređenje granica klasa kako bismo dobili jednake raspone širina vrijednosti (po 0,2 širina svake klase) za pet redom nanizanih klasa za procjenu odstupanja od referentnih uvjeta, u skladu sa zahtjevima ODV (Tablica 9).

Tablica 9. Klasifikacija Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama – granice klasa za ribe kao biološki element kakvoće.

<b>EKOLOŠKO STANJE</b>	<b>GRANICE KLASA HRIR-a</b>
VRLO DOBRO	<b>0,80-1,00</b>
DOBRO	<b>0,60-0,79</b>
UMJERENO	<b>0,40-0,59</b>
LOŠE	<b>0,21-0,39</b>
VRLO LOŠE	<b>0,00-0,20</b>

## 8.0. PRIKAZ REZULTATA INTERKALIBRACIJE

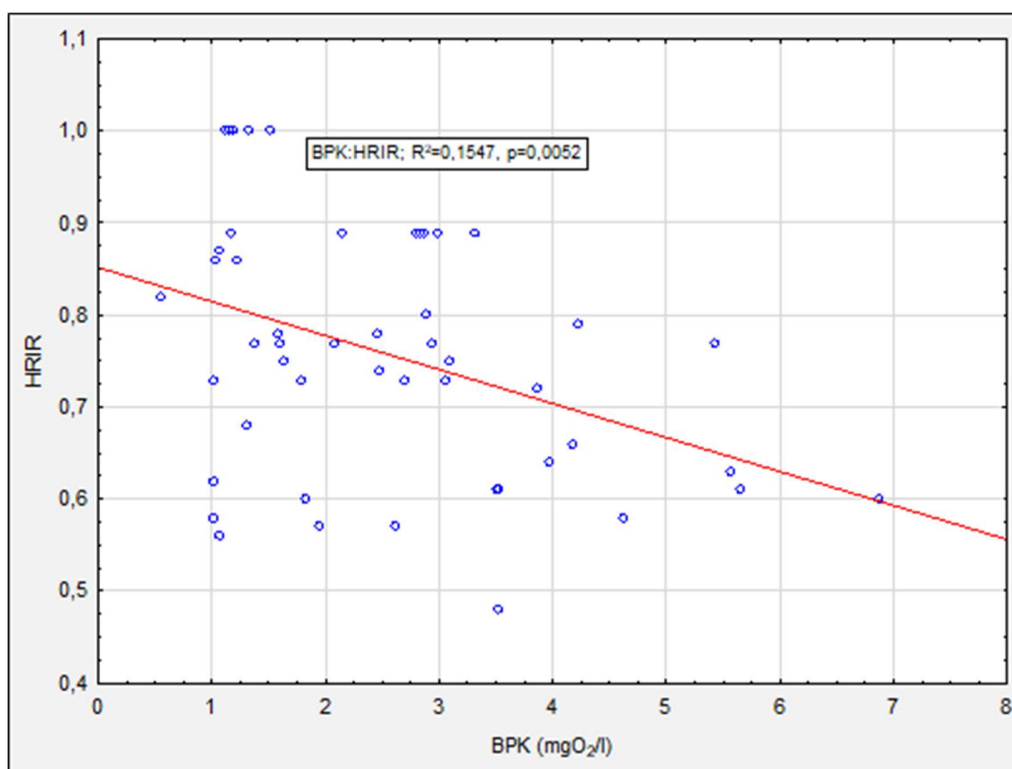
### 8.1. REZULTATI INTERKALIBRACIJE ZA DUNAVSKU GRUPU

#### 8.1.1. Odgovori na pritiske

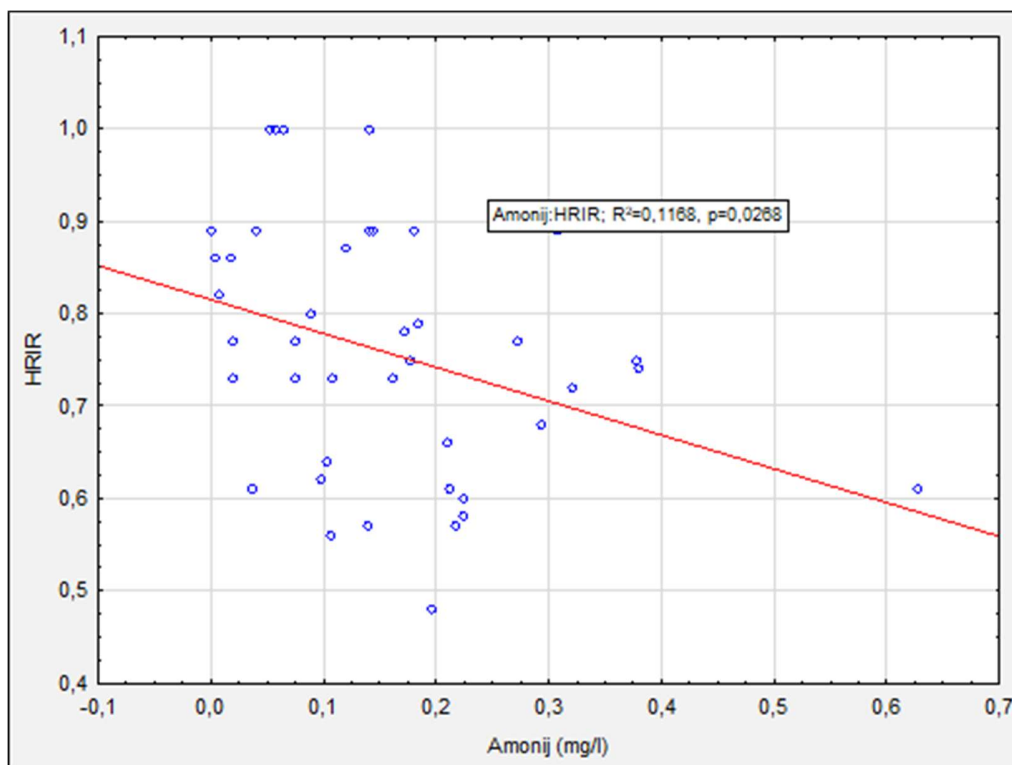
U svrhu određivanja utjecaja antropogenih pritisaka na zajednicu riba u vodotocima Dunavske grupe analizirano je 55 postaja s pripadajućim biološkim i abiotičkim podacima. Analizom korelacije između pritisaka i odgovora (HRIR indeksa) utvrđena je značajna korelacija za tri tipa pritisaka (organsko opterećenje, kemijske značajke i hidromorfološke promjene). Linernom regresijom vrijednosti novorazvijenog Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama (HRIR) te biološke potrošnje kisika, kao pokazatelja organskog opterećenja, utvrđen je značajan stupanj korelacije (Slika 28). Od kemijskih značajki utvrđena je značajna korelacija između koncentracije amonija, nitrata te ortofosfata i HRIR-a (Slike 29-31). Značajna je korelacija također utvrđena između HRIR-a i hidrološkog stanja te kontinuiteta protoka, kao hidromorfoloških parametara (Slike 32 i 33). Iako HRIR pokazuje jasan trend kad se napravi linearna regresija s korištenjem zemljišta, za taj parametar nije utvrđena statistički značajna korelacija. Možemo zaključiti kako novorazvijeni nacionalni indeks temeljen na ribama (HRIR) jasno odgovara na antropogene pritiske (utvrđen je odgovor na biološku potrošnju kisika, koncentraciju amonija, koncentraciju nitrata, koncentraciju ortofosfata, hidrološki status i kontinuitet toka) te može biti korišten za procjenu ekološkog stanja tekućica. Gradijenti pojedinih pritisaka vidljivi su na grafičkim prikazima u nastavku (Slike 28-33), kao i u Tablici 10.

Tablica 10. Raspon analiziranih kemijskih značajki.

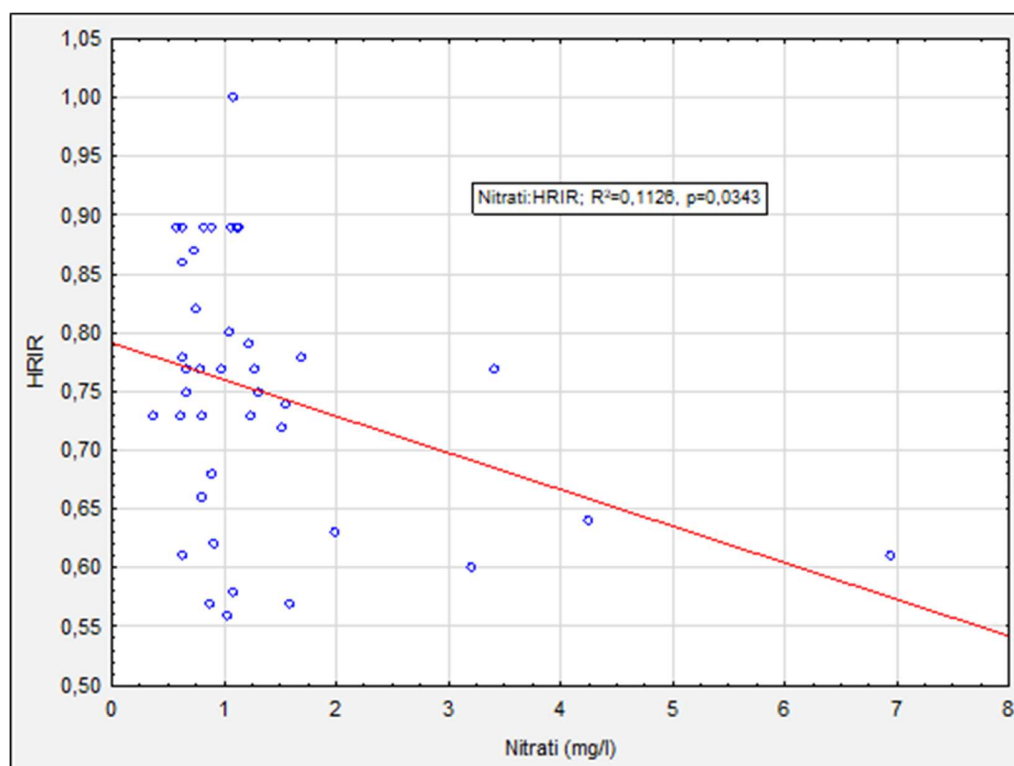
Kemijski parametar	Oznaka i mjerna jedinica kemijskog parametra	Raspon vrijednosti
Biološka potrošnja kisika	BPK [mg/l]	0,55 – 7,244
Kemijska potrošnja kisika	KPK [mg/l]	0,731 – 15,42
Koncentracija ortofosfata	PO <sub>4</sub> P [mg/l]	0,0 – 0,959
Koncentracija nitrata	NO <sub>3</sub> N [mg/l]	0,0004 – 4,494
Koncentracija amonijevih iona i amonijaka	NH <sub>4</sub> N [mg/l]	0,0 – 4,917
Koncentracija fosfora	Ukupni P [mg/l]	0,002 – 1,614



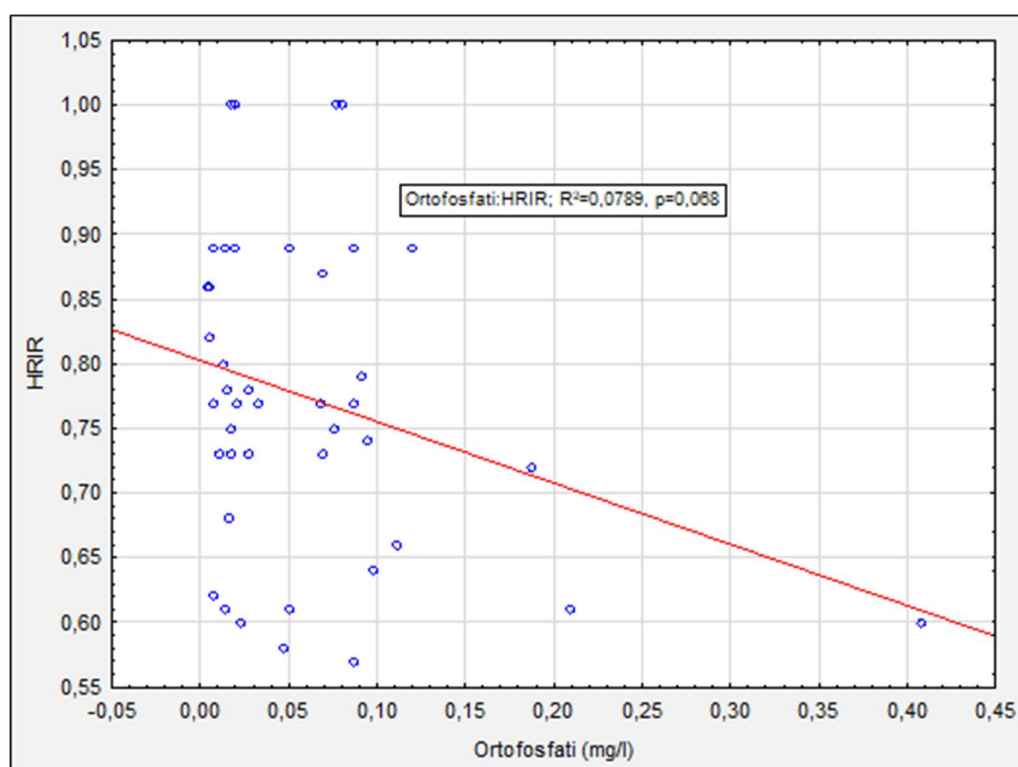
Slika 28. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i biološke potrošnje kisika, kao pokazatelja organskog opterećenja.



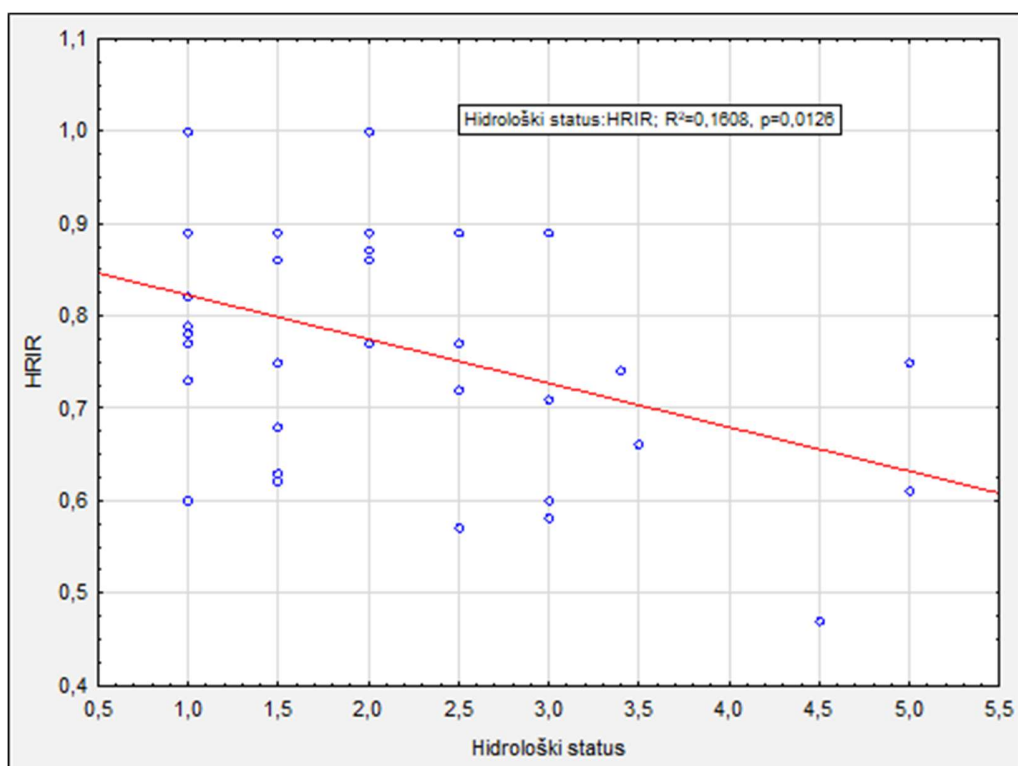
Slika 29. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i koncentracije amonija u vodi.



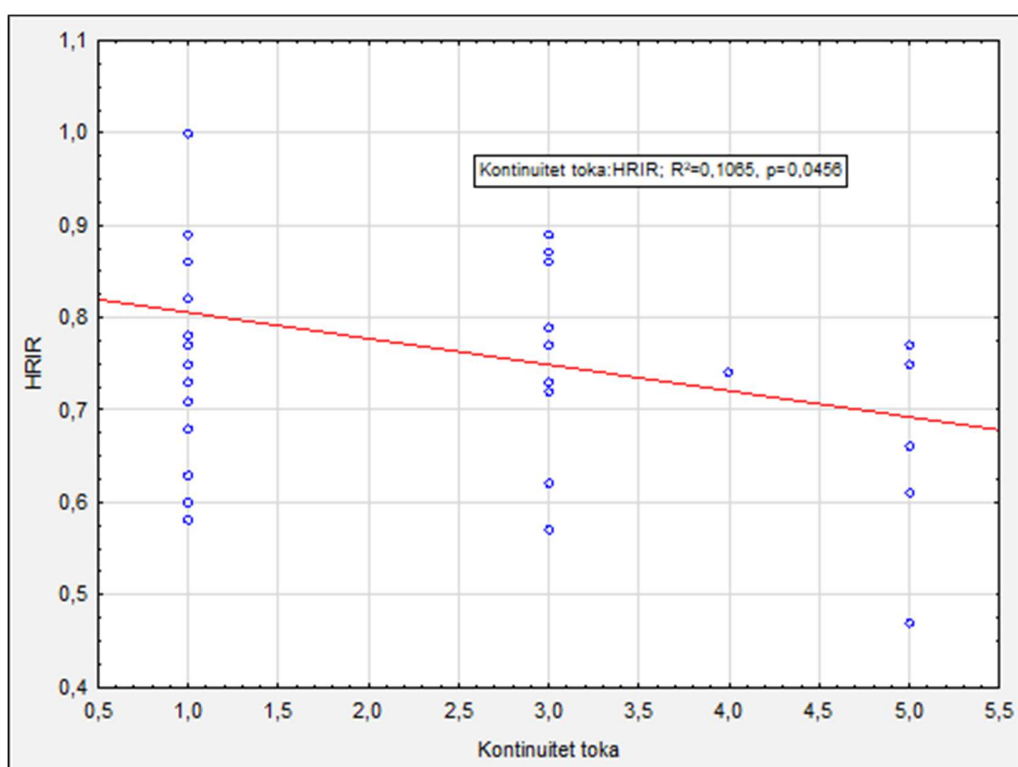
Slika 30. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i koncentracije nitrata u vodi.



Slika 31. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i koncentracije ortofosfata u vodi.



Slika 32. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i hidrološkog statusa vodotoka.



Slika 33. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i kontinuiteta toka.

## 8.1.2. Sukladnost sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama

Procjena ekološkog stanja tekućica prema ribama pomoću HRIR indeksa u skladu je sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama (ODV) te zadovoljava devet kriterija:

- Ekološko stanje pojedinog vodotoka klasificira se jednim od pet razreda (vrlo dobro, dobro, umjereno, loše i vrlo loše)
- Vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje određeni su u skladu s normativnim definicijama prema ODV
- Svi relevantni parametri koji opisuju biološki element kakvoće su uključeni, osim precizno određene starosne strukture populacija
- Procjena je prilagođena interkalibracijskim zajedničkim tipovima, u skladu sa zahtjevima tipologije Dodatka II ODV-a
- Procjena je napravljena u odnosu na tip-specifične referentne uvjete
- Rezultati procjene izraženi su u obliku omjera ekološke kakvoće (OEK)
- Procedura uzorkovanja omogućuje prikupljanje reprezentativnih podataka o ekološkom stanju vodotoka u vremenu i prostoru
- Procedura uzorkovanja omogućuje prikupljanje svih relevantnih podataka za utvrđivanje bioloških parametara u skladu s normativnim definicijama ODV-a
- Određivanje je provedeno do razine vrste te, kao takvo, omogućuje pouzdanu i preciznu klasifikaciju.



## 8.1.3. Provedivost interkalibracijskog procesa

### TIPOLOGIJA

Interkalibracija s obzirom na ribe ne slijedi zajedničku interkalibracijsku tipologiju utvrđenu za ostale biološke elemente kakvoće, već su dogovorene regionalne grupe (Nordijska, Nizinska, Planinska alpskog tipa, Mediteranska južno-atlanska i Dunavska). Hrvatske rijeke ubrajaju se u dvije grupe – rijeke dunavskog slijeva pripadaju Dunavskoj grupi, dok su rijeke jadranskog slijeva uključene u Mediteransku južno-atlantsku grupu.

Hrvatska nije sudjelovala u interkalibracijskom postupku u vrijeme njegove provedbe, te se uklapa u njegove rezultate i to u Dunavskoj grupi, u kojoj su sudjelovale Češka, Slovačka, Mađarska, Bugarska i Rumunjska. Zajednički interkalibracijski tipovi nisu korišteni, a svi su lokaliteti zajedno uključeni u interkalibracijski proces, odnosno nisu podijeljeni s obzirom na tipološke značajke. Ukupno 14 tipova tekućica prema Hrvatskoj nacionalnoj tipologiji uključeno je u zajedničke baze *Cross GIG* Dunavske grupe. S obzirom na abiotičke značajke porječja, nadmorsku visinu, geološke značajke i supstrat, nacionalni tipovi u skladu su s Istočnim kontinentalnim interkalibracijskim (IC) zajedničkim tipovima rijeka (Tablica 11).

Tablica 11. Hrvatski tipovi tekućica i odgovarajući Istočno kontinentalni IC tipovi rijeka, uključeni u Dunavsku grupu.

EKOREGIJA	SUBEKOREGIJA	NAZIV NACIONALNOG TIPRA	KOD NACIONALNOG TIPRA	IC TIP
PANONSKA EKOREGIJA (11 MAĐARSKE NIZINE)		Gorske i prigorske male tekućice	HR-R_1	EX6
	Nizinske male tekućice	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	HR-R_2A	EX5
		Nizinske male tekućice s šljunkovito-valutičastom podlogom	HR-R_2B	
	Nizinske aluvijalne tekućice	Male nizinske aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom	HR-R_3A	EX5
		Male nizinske aluvijalne tekućice s pjeskovitom podlogom	HR-R_3B	
		Srednje velike nizinske aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom	HR-R_3C	E2
		Velike nizinske aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom	HR-R_3D	E3

EKOREGIJA	SUBEKOREGIJA	NAZIV NACIONALNOG TIPRA	KOD NACIONALNOG TIPRA	IC TIP	
		Nizinske srednje velike i velike tekućice	Nizinske srednje velike tekućice	HR-R_4A	E2
			Nizinske velike tekućice	HR-R_4B	E3
			Nizinske velike tekućice čije je izvorište u Dinaridskoj ekoregiji	HR-R_4C	
DINARIDSKA EKOREGIJA (5 DINARSKI ZAPADNI BALKAN)	DINARIDSKA KONTINENTALNA	Gorske i prigorske male tekućice		HR-R_6	EX7
		Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice		HR-R_7	EX8
		Nizinske srednje velike i velike tekućice		HR-R_8A	EX8
		Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi		HR-R_8B	EX8
		Gorske i prigorske tekućice krških polja		HR-R_9	EX8

## OPTEREĆENJA

Najvažniji zajednički pritisci razmatrani su za interkalibraciju: promjene kvalitete vode, promjene hidromorfologije, poremećaji riječnog kontinuiteta. Hidromorfološke izmjene ocjenjuju se pomoću skale od 1 (nema promjena) do 5 (vrlo velike promjene), a temelje se na nekoliko manjih indeksa. Tri glavna indeksa (hidrološki režim, morfologija i kontinuitet toka) imaju raspon 1-5, dok se srednja vrijednost hidromorfološkog indeksa kreće između 1 i 4,53. U tablici 10. prikazan je raspon pojedinih kemijskih varijabli.

U provedenom interkalibracijskom postupku, u metodama različitih država bili su adresirani različiti pritisci. Većina država istaknula je opću degradaciju, hidromorfološku degradaciju i onečišćenje organskom tvari kao primijećene pritiske, što je slično kao što je utvrđeno i prilikom razvoja nove hrvatske metode (eutrofikacija, hidromorfološka degradacija i organsko onečišćenje).

## KONCEPT OCJENE STANJA

Hrvatska nacionalna metoda za procjenu ekološkog stanja na temelju riba je Hrvatski indeks za rijeke prema ribama (HRIR). To je multimetrijski indeks koji daje odnos metrika riblje zajednice na

određenom lokalitetu i istih metrika unutar tip-specifičnih referentne zajednice. S obzirom da svi odabrani lokaliteti u interkalibracijskom postupku pripadaju Dunavskoj interkalibracijskoj grupi, za interkalibraciju su svi lokaliteti razmatrani zajedno. Stoga hrvatska nacionalna metoda slijedi isti koncept ocjene stanja kao i druge metode u interkalibracijskoj grupi.

## **ZAKLJUČAK O PROVEDIVOSTI INTERKALIBRACIJSKOG POSTUPKA**

Možemo zaključiti kako je broj lokaliteta koji u potpunosti zadovoljavaju tipske kriterije dovoljno visok za provođenje interkalibracije.

## 8.1.4. Usklađenost sa završenim interkalibracijskim procesom

### OPIS IC OPCIJE I STANDARDIZACIJE REFERENTNIH TOČAKA

Usporedba referentnih uvjeta između različitih država već je provedena, a mi smo koristili referentne, odnosno "benchmark" lokalitete definirane na temelju zajedničkih kriterija na razini Europe (Pont i Delaigue 2012, Tablica 12).

Tablica 12. Zajednički kriteriji za utvrđivanje referentnih lokaliteta na razini Europe (Pont i Delaigue 2012).

Pritisak	Vrijednost
Hidromorfologija: kontinuitet toka (razredi 1 – 5)	≤ 3
Hidromorfologija: ukupna ocjena (razredi 1 – 5)	≤ 1,6
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/L)	≤0,3
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	≤1,1
BOD <sub>5</sub> (mg/L)	≤3
P-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mg/L)	≤0,1

Za vodotoke Dunavske IC grupe koristi se druga verzija zajedničkih metrika, pa je interkalibracija za hrvatske vodotoke dunavskog slijeva provedena prema drugoj verziji. Ta je verzija razvijena 2010. godine (ODV, Druga faza: Milestone report – listopad 2011), a, za razliku od prve verzije, ne podrazumijeva podijelu tekućica u dvije zone, već se za sve lokalitete koristi isti indeks, temeljen na dvjema metrikama:

$$\text{Fish.Index} = (\text{Ni.O2.Intol} + \text{Ric.RHt.Par})/2,$$

gdje je:

Fish.Index – indeks temeljen na ribama

Ni.O2.intol - gustoća (broj jedinki po 100 m<sup>2</sup> uhvaćenih tijekom jednog uzorkovanja na lokalitetu) vrsta koje su **netolerantne na smanjenje koncentracije kisika u vodi** te im je uvijek potrebna koncentracija veća od 6 mg/l O<sub>2</sub> u vodi

Ric.RHt.Par - bogatstvo (broj vrsta ulovljenih u jednom uzorkovanju na lokalitetu) vrsta kojima je potrebno **reofilno** stanište za razmnožavanje, odnosno koje se mrijeste u tekućoj vodi.

## ODABIR PROCEDURE ZA INTERKALIBRACIJU NOVE METODE

Za interkalibraciju nove hrvatske nacionalne metode odabrana je IC opcija 2, bez transformacije po dijelovima. Ukupan broj referentnih mjesta za Hrvatsku je 6, što je dovoljno za utvrđivanje referentnih uvjeta, odnosno metrika, prema Smjernicama br. 30 (Europska Unija 2015).

## INTERKALIBRACIJSKI SET PODATAKA

Set podataka korišten za interkalibraciju sastojao se od 55 lokaliteta na kojima je provedeno uzorkovanje standardiziranom metodom tijekom 2015., 2016. i 2017. godine. Ti lokaliteti predstavljaju sve riječne tipove koji su uključeni u nacionalnu procjenu ekološkog stanja te je u njima prisutan gradijent pritiska. Ukupno je u razmatranje uzeto 80 lokaliteta, no za odabranih 55 imali smo zadovoljavajuće podatke o pritiscima, koji su nužni za nastavak analize. Šest postaja zadovoljavalo je uvjete postavljenje za tzv. "benchmark" postaje u interkalibracijskom postupku (Tablica 13).

Tablica 13. Referentne postaje za interkalibracijski postupak i utvrđene vrijednosti pritiska.

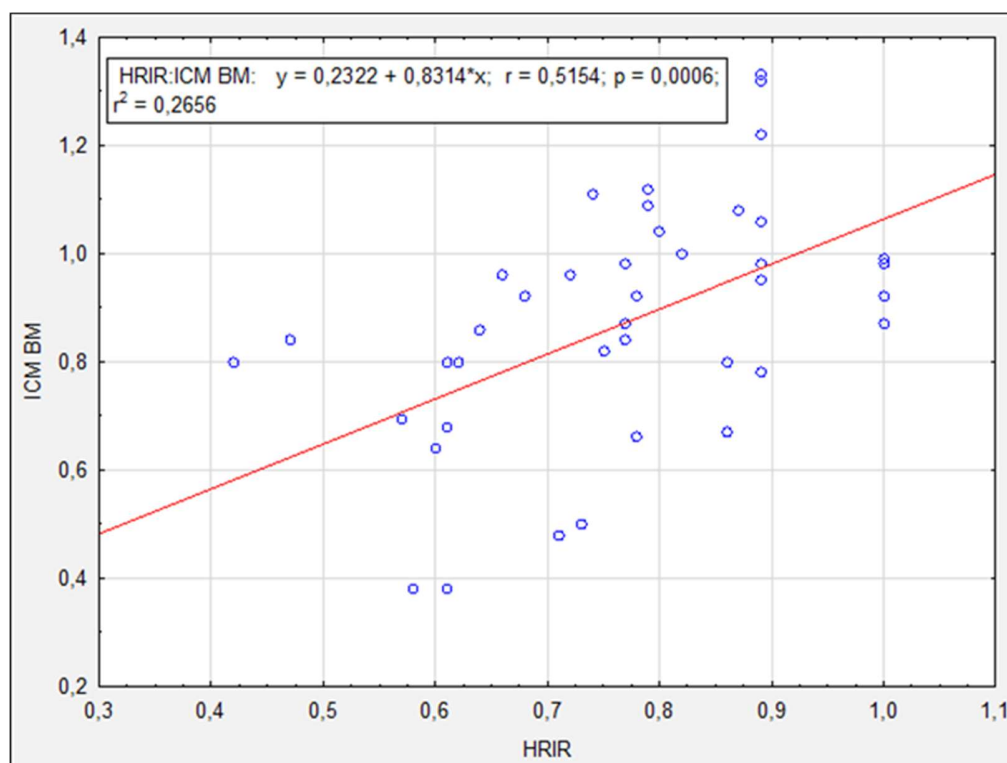
LOKALITET	Utinja, Sl. Moravci	Lonja, Japčevo polje	Curak, prije u utoka Kupicu	Kupa, izvorište Kupari	Tounjčica, ušće	Sutla, Prišlin
KOD	16747	15475	30018	30011	16754	18003
HRIR	0,99	0,97	0,90	0,88	0,85	0,81
Amonij (mgN/l)	0,29	0,14	0,00	0,01	0,14	0,18
Nitrati (mgN/l)	0,88	0,88	0,62	0,74	0,86	1,07
Ortofosfati (mgP/l)	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,05
Ukupni fosfor (mgP/l)	0,06	0,05	0,02	0,00	0,06	0,00
BPK <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	1,31	2,86	1,22	0,55	1,94	2,80
KPK-Mn (mgO <sub>2</sub> /l)	4,51	5,26	0,73	1,26	1,82	5,80
Hidrološki režim	1,50	1,50	1,50	1,00	2,50	1,00
Morfološki uvjeti	1,42	1,50	1,58	1,17	1,08	1,25
Kontinuitet toka	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	1,00
Ukupni HyMo	1,40	1,47	1,53	1,13	1,40	1,20

## INTERKALIBRACIJSKI POSTUPAK

Standardizacija referentnih točaka provedena je prema shemi korištenoj u završenom IC procesu (ODV Interkalibracija faza 2: Milestone report, 2011) te drugim smjernicama. Ovaj postupak uključivao je standardizaciju metrike:

$$\text{Fish.Index} = (\text{Ni.O2.Intol} + \text{Ric.RHt.Par}) / 2$$

Standardizacija ove metrike napravljena je tako što se svaka pojedinačna vrijenost metrike podijelila sa medijanom vrijednosti referentnih, odnosno „benchmark“ postaja. Zajedničke interkalibracijske metrike izračunate su za sve lokalitete u Hrvatskoj pomoću EFI+ računarnog programa, a konačna vrijednost zajedničkih metrika određena je pomoću već opisane, druge verzije jednadžbe. Usporedba zajedničkih metrika i nacionalnih omjera ekološke kakvoće provedena je metodom linearne regresije. Rezultati (Slika 34) su pokazali visoku, statistički značajnu korelaciju ( $R=0,5154$ ,  $p<0,001$ ). Koeficijent regresije veći je od 0,5 pa možemo zaključiti da je u rasponu vrijednosti utvrđenih i za druge države iz Dunavske grupe, koje su bile uključene u provedeni interkalibracijski postupak.



Slika 34. Grafički prikaz linearne regresije između standardiziranih vrijednosti interkalibracijskih zajedničkih metrika i HRIR-a.

Tablica 14. Prikaz postupak izračuna odmaka od granica u interkalibracijskom postupku.

Metoda_zemlja Tip	VD/D sirove vrijednosti	D/U sirove vrijednosti	VD/D prema regresiji s ICM	VD/D donja granica	VD/D gornja granica	Odmak	D/U prema regresiji s ICM	D/U donja granica	D/U gornja granica	Odmak
CZ_index	0,78	0,585	0,928	0,894	0,967		0,791	0,757	0,826	
RO_EFI_cyprinid	0,939	0,655	0,937	0,874	0,951		0,684	0,636	0,748	
RO_EFI_salmonid	0,911	0,755	0,895	0,861	0,914		0,759	0,704	0,793	
SK_FIS_index	0,71	0,7	0,943	0,91	1,012		0,811	0,778	0,844	
Mean			0,92575				0,76125			
Median			0,9325				0,775			
HRIR	0,8	0,6	0,89732	0,85575	0,93889	0,02843	0,73104	0,68947	0,77261	0,0302
					Udio odmaka/ HRIR Vrlo dobro stanje	0,17			Udio odmaka/ HRIR Dobro stanje	0,18168

Granice klasa hrvatske nacionalne metode su 0,8/0,6/0,4/0,2 za vrlo dobro-dobro/dobro-umjereno/umjereno-loše/loše-vrlo loše stanje. Te su granice regresijom prevedene u skalu interkalibracijskih zajedničkih metrika te je izračunato odstupanje, kao omjer širina klasa. Dobiveni podaci uspoređeni su s vrijednostima Dunavske grupe (država koje su sudjelovale u provedenom interkalibracijskom procesu). Odmak u granicama izračunat je oduzimanjem srednje vrijednosti granica dobro-umjereno ili vrlo dobro-dobro stanje na skali standardiziranih interkalibracijskih zajedničkih metrika od nacionalnih granica klasa prevedenih na skalu linearnom regresijom (Tablica 14 prikazuje postupak izračuna). Granica dobro-umjereno imala je odmak od 0,18, a vrlo dobro-dobro odmak od 0,17 u odnosu na srednje vrijednosti. Taj odmak nije značajan prema Smjernicama br. 30 (Europska Unija 2015) – radi se o 0,18, odnosno 0,17 širina klasa, što je znatno niže od prihvatljivih 0,25. Stoga harmoniziranje granica klasa nije potrebno te granice klasa hrvatskih nacionalnih omjera ekološke kakvoće za izračun HRIR-a u Dunavskoj regiji ostaju kao što su pretpostavljene (Tablica 15).

Tablica 15. Granice klasa HRIR-a za Panonsku ekoregiju Hrvatske

Vrlo dobro	>0,8
Dobro	0,6-0,79
Umjereno	0,4-0,59
Loše	0,21-0,39
Vrlo loše	<0,2

## 8.1.5. Opisi bioloških zajednica

U pravilu, u ribljim zajednicama za koje je utvrđeno vrlo dobro stanje prevladavaju vrste karakteristične za prirodnu zajednicu određenog tipa tekućica. Udio stranih (nezavičajnih, alohtonih) vrsta i jedinki koje pripadaju stranim vrstama vrlo je mali ili ih ni nema. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće bitnih za pojedini tip vodotoka uglavnom su iznad 0,8, što ukazuje na manje ili nikakve antropogene promjene.

Zajednice koje ukazuju na dobro ekološko stanje vodotoka sadrže visok udio karakterističnih, nativnih (zavičajnih, autohtonih) vrsta, ali strane su vrste često prisutne s nižim ili umjerenim udjelom vrsta i/ili jedinki. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće malo do umjerenom (0,2-0,4) su smanjene u odnosu na vrlo dobro stanje te se primjećuju manje negativne posljedice antropogenih pritisaka.

Umjerenom ekološko stanje utvrđuje se prema zajednicama u kojima je udio nativnih vrsta značajnije smanjen, strane vrste ponekad i dominiraju te je narušen prirodni sastav ribljih zajednica. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće kreću su oko polovice (0,4-0,6) tih vrijednosti u prirodnim zajednicama karakterističnima za određeni tip vodotoka. Negativni utjecaji antropogenih pritisaka doveli su do značajnih poremećaja u sastavu i strukturi ribljih zajednica.



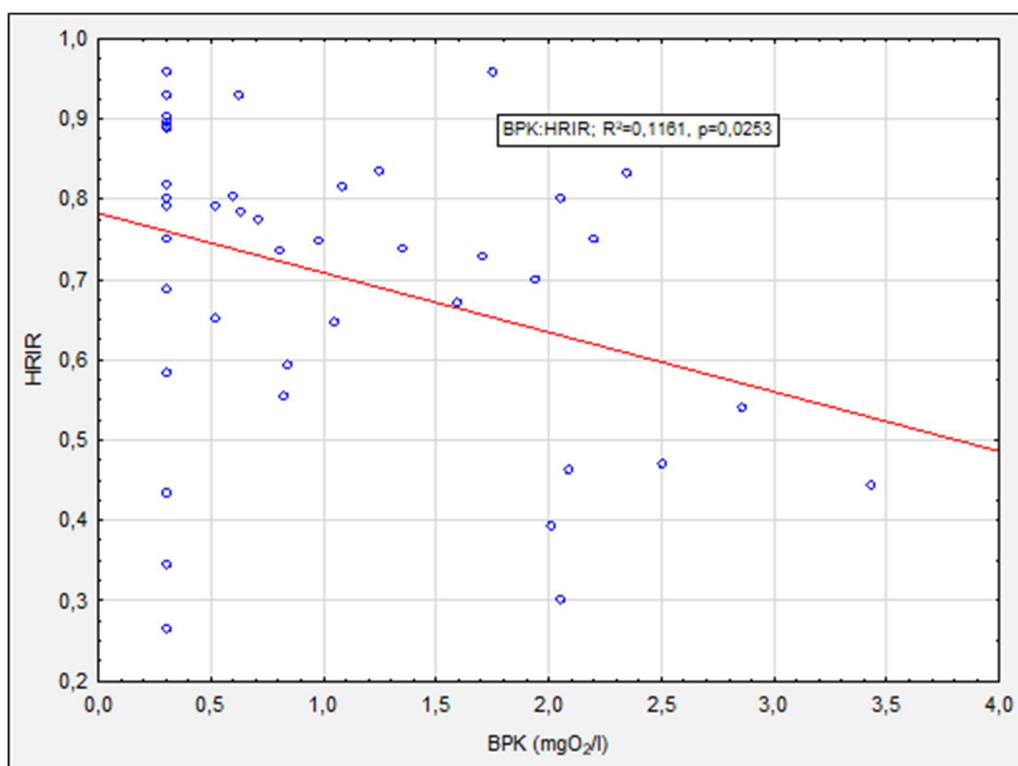
## 8.2. REZULTATI INTERKALIBRACIJE ZA MEDITERANSKU GRUPU

### 8.2.1. Odgovori na pritiske

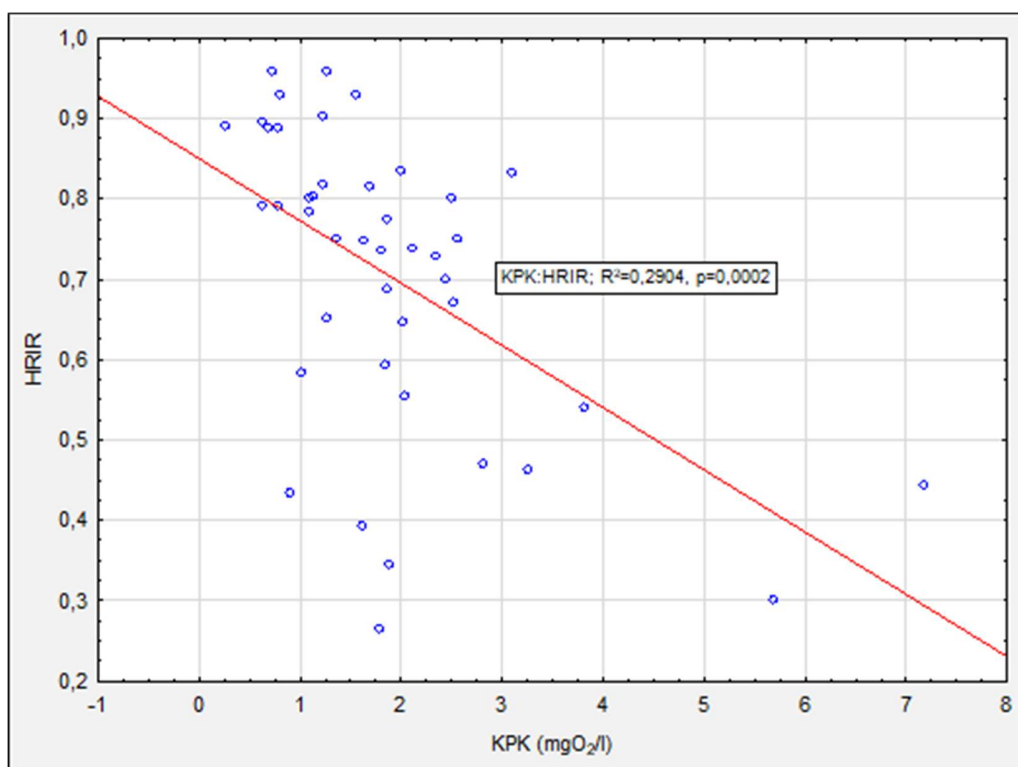
U svrhu određivanja utjecaja antropogenih pritisaka na zajednice riba u vodotocima Mediteranske grupe analizirane su 43 postaje, s pripadajućim biotičkim i abiotičkim podacima. Analizom korelacija između pritisaka i odgovora (HRIR indeksa) utvrđena je značajna korelacija za četiri tipa pritisaka (organsko opterećenje, kemijske značajke, korištenje zemljišta i hidromorfološke promjene) u jadranskim vodotocima. Utvrđena je značajna regresija između HRIR-a i biološke, kao i kemijske potrošnje kisika (Slike 35 i 36), koje su obje pokazatelji organskog opterećenja. Od kemijskih značajki, slično kao što je to bio slučaj i u Dunavskoj grupi, utvrđena je značajna korelacija između koncentracije amonija, nitrata te ukupnog fosfora i HRIR-a (Slike 37-39). Usporedbom novorazvijenog nacionalnog indeksa i parametara korištenja zemljišta utvrđena je značajna regresija između HRIR-a i pokrivenosti područja intenzivnim agrigulturalnim zemljištima te indeksom korištenja zemljišta (Slike 40 i 41). Značajna je korelacija također utvrđena između HRIR-a i morfologije vodotoka te hidromorfološke ocjene (Slike 42 i 43), kao hidromorfoloških parametara. Možemo zaključiti kako novorazvijeni nacionalni indeks temeljen na ribama (HRIR) jasno odgovara na antropogene pritiske (utvrđen je odgovor na biološku potrošnju kisika, kemijsku potrošnju kisika, koncentracije amonija, nitrata i fosfora, intenzivnu poljoprivredu, indeks korištenja zemljišta, morfološku ocjenu vodotoka i srednju ukupnu hidromorfološku ocjenu) te može biti korišten za procjenu ekološkog stanja tekućica jadranskog slijeva. Gradijenti pojedinih pritisaka vidljivi su na grafičkim prikazima u nastavku (Slike 35-43), kao i u Tablici 16.

Tablica 16. Raspon analiziranih kemijskih značajki.

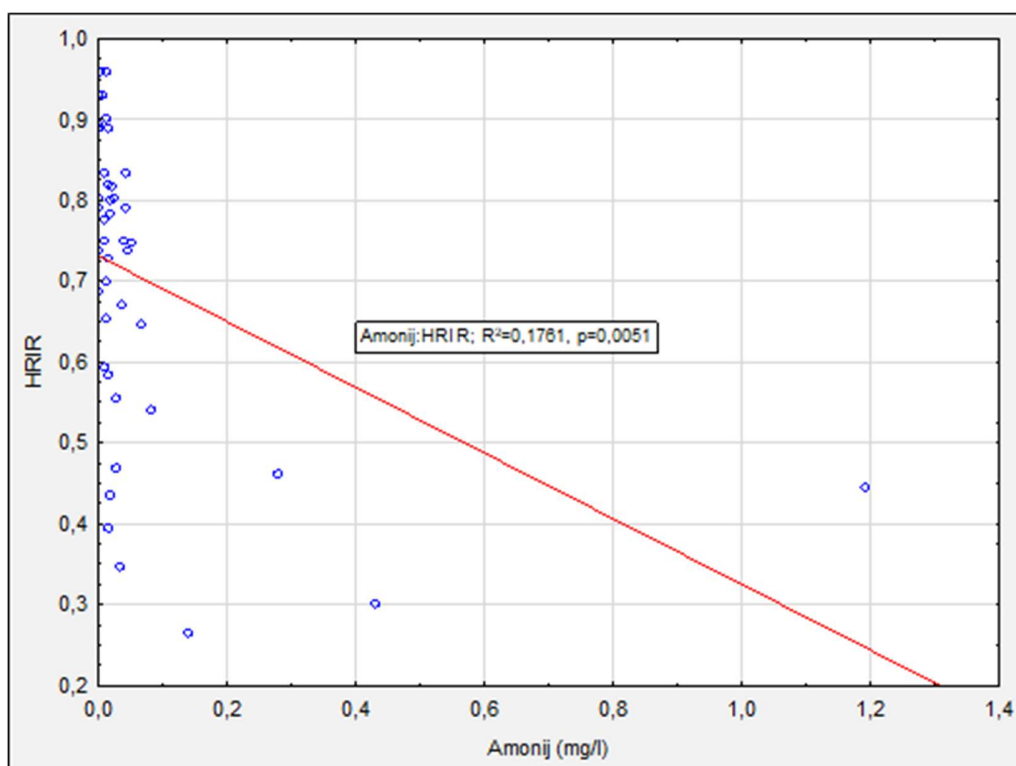
Kemijski parametar	Oznaka i mjerna jedinica kemijskog parametra	Raspon vrijednosti
Biološka potrošnja kisika	BPK [mg/l]	0,52 – 3,5
Kemijska potrošnja kisika	KPK [mg/l]	0,5 – 3,241
Koncentracija fosfora	PO <sub>4</sub> -P [mg/l]	0,002 – 0,092
Koncentracija nitrata	NO <sub>3</sub> -N [mg/l]	0,215 – 1,306
Koncentracija amonijevih iona i amonijaka	NH <sub>4</sub> -N [mg/l]	0,0 – 0,632
Koncentracija fosfora	Ukupni P [mg/l]	0,008 – 0,138



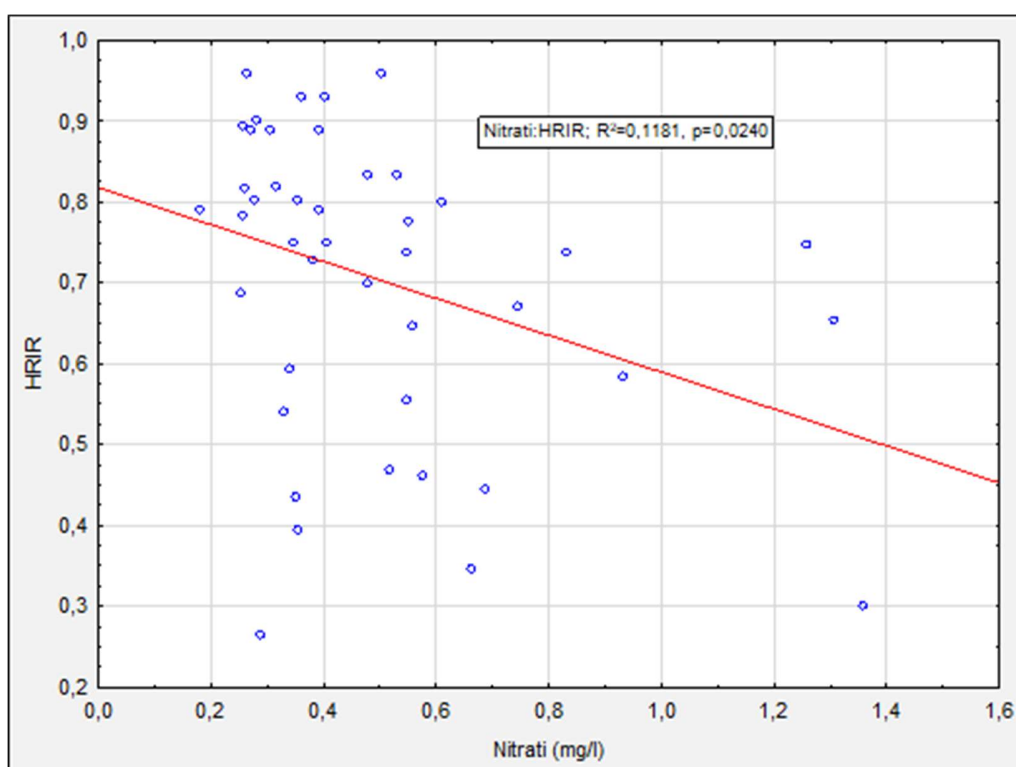
Slika 35. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i biološke potrošnje kisika, kao pokazatelja organskog opterećenja.



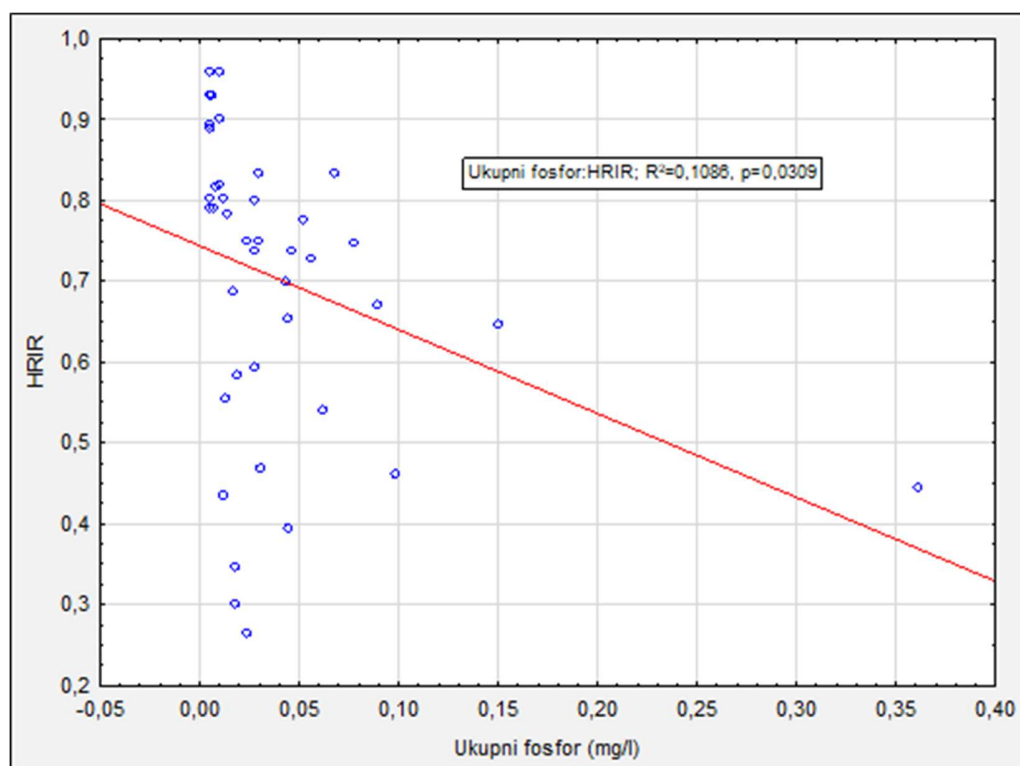
Slika 36. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i kemijske potrošnje kisika.



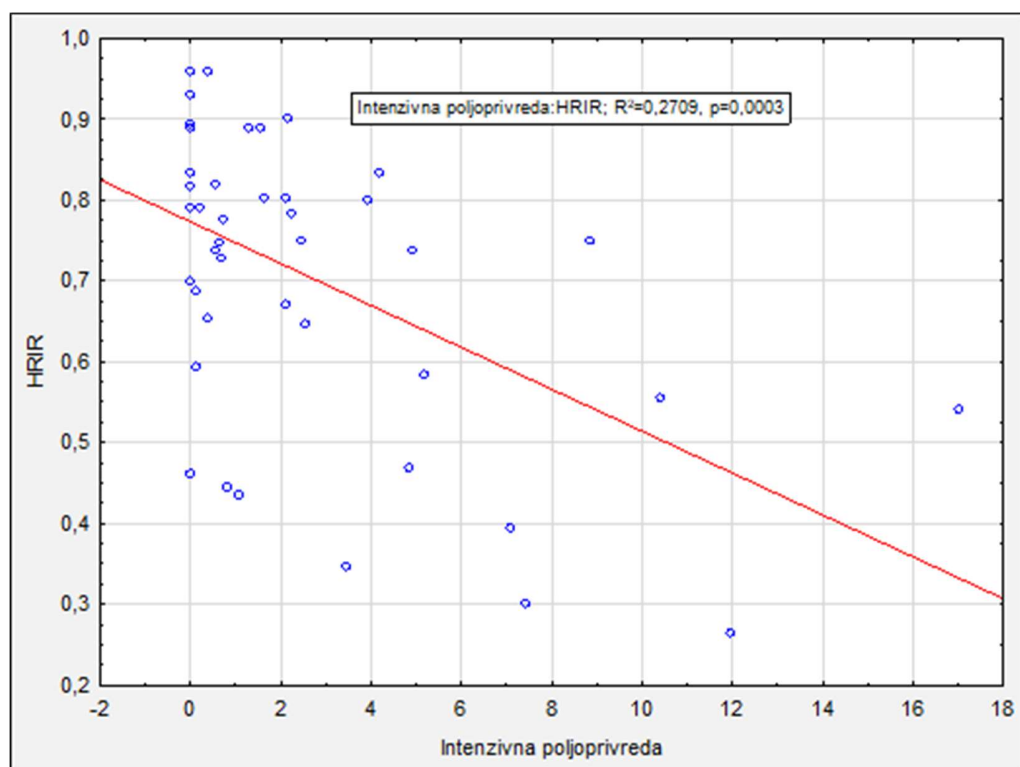
Slika 37. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i koncentracije amonija u vodi.



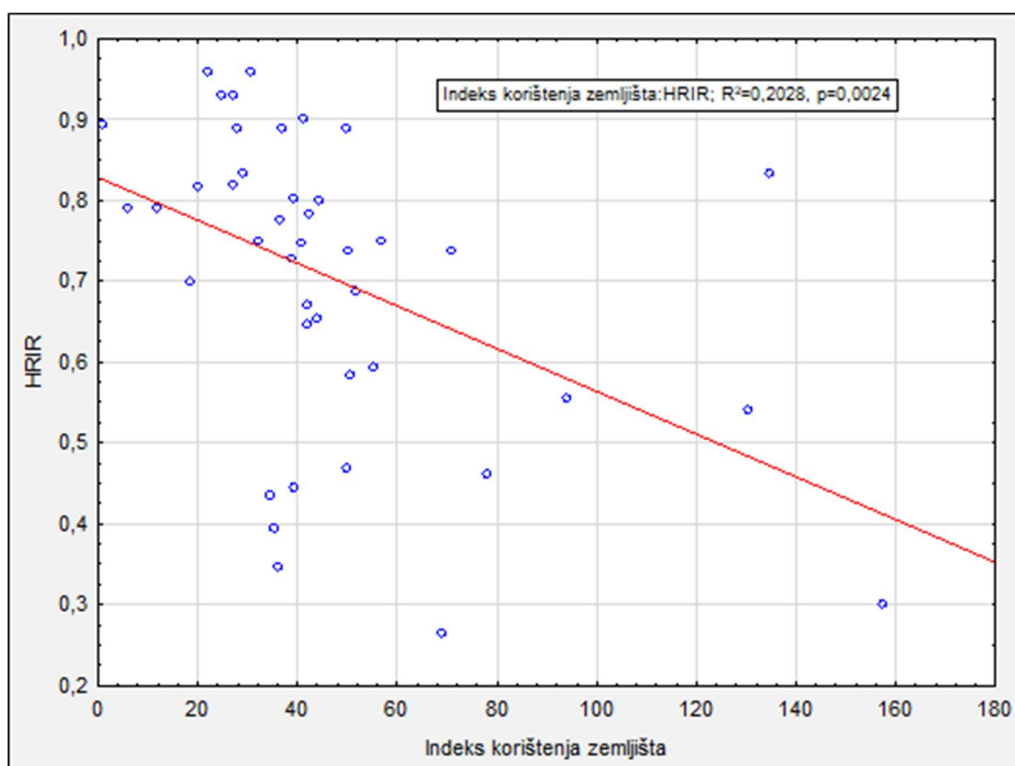
Slika 38. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i koncentracije nitrata u vodi.



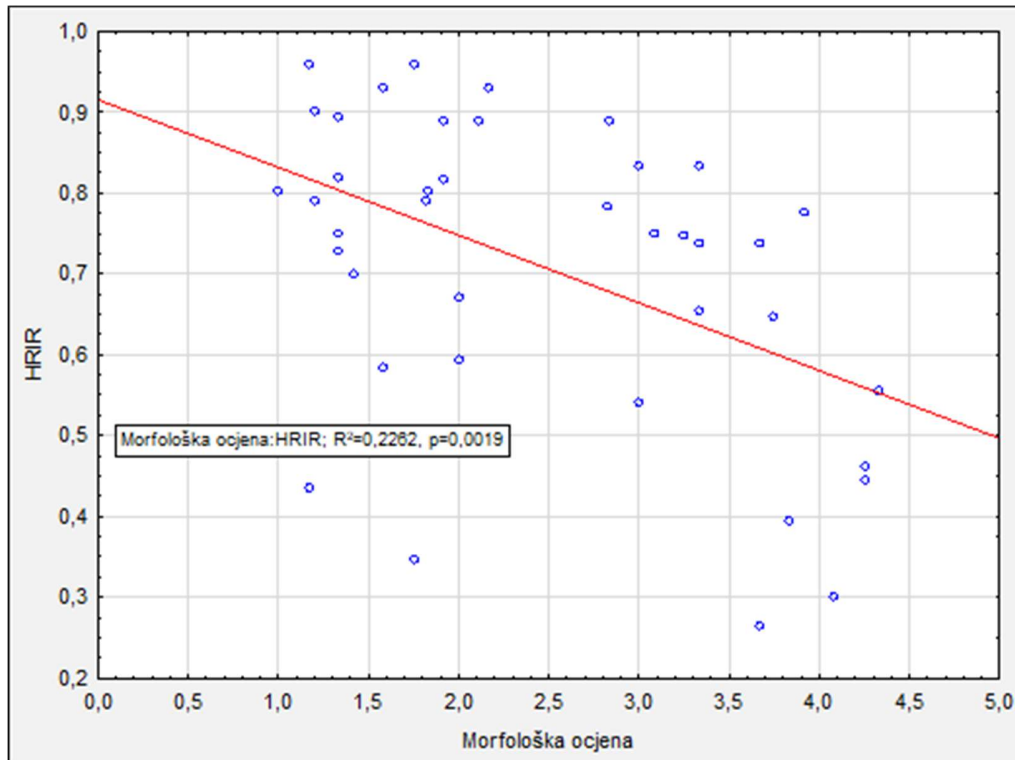
Slika 39. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i koncentracije fosfora u vodi.



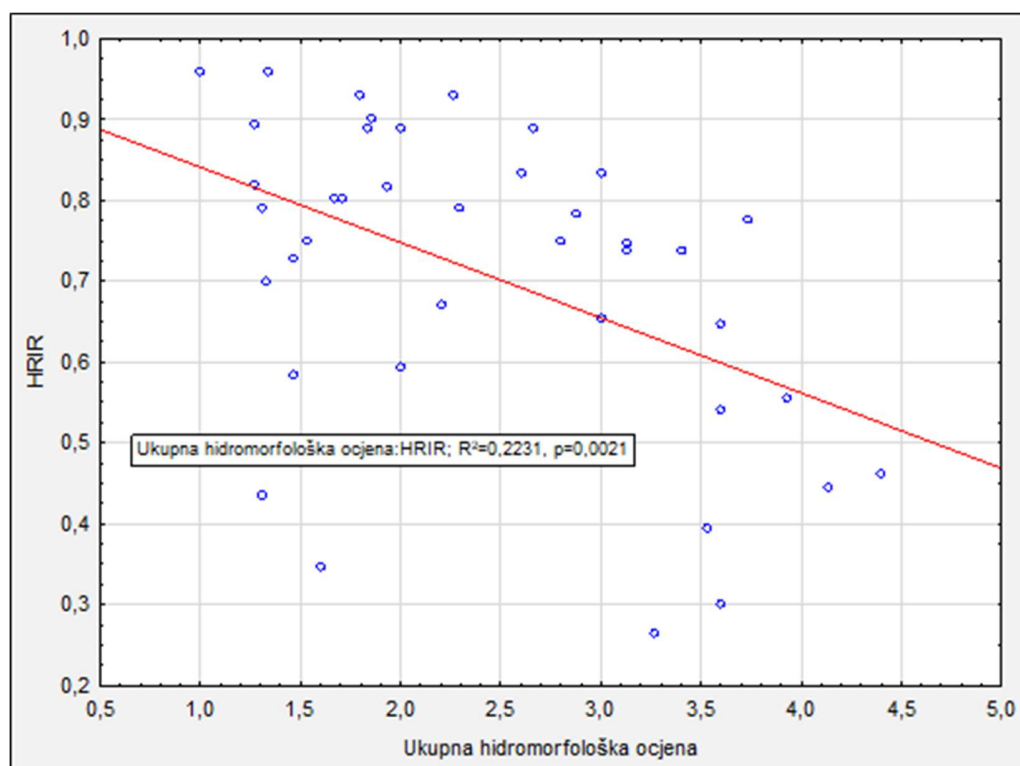
Slika 40. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i intenzivne poljoprivrede (prema Corine korištenju zemljišta).



Slika 41. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i indeksa korištenja zemljišta.



Slika 42. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i morfološke ocjene vodotoka.



Slika 43. Grafički prikaz linearne regresije između HRIR-a i srednje ukupne hidromorfološke ocjene.

## 8.2.2. Sukladnost sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama

Procjena ekološkog stanja tekućica prema ribama pomoću HRIR indeksa u skladu je sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama (ODV) te zadovoljava devet kriterija:

- Ekološko stanje pojedinog vodotoka klasificira se jednim od pet razreda (vrlo dobro, dobro, umjereno, loše i vrlo loše)
- Vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje određeni su u skladu s normativnim definicijama prema ODV
- Svi relevantni parametri koji opisuju biološki element kakvoće su uključeni, osim precizno određene starosne strukture populacija
- Procjena je prilagođena interkalibracijskim zajedničkim tipovima, u skladu sa zahtjevima tipologije Dodatka II ODV-a
- Procjena je napravljena u odnosu na tip-specifične referentne uvjete
- Rezultati procjene izraženi su u obliku omjera ekološke kakvoće (OEK)
- Procedura uzorkovanja omogućuje prikupljanje reprezentativnih podataka o ekološkom stanju vodotoka u vremenu i prostoru
- Procedura uzorkovanja omogućuje prikupljanje svih relevantnih podataka za utvrđivanje bioloških parametara u skladu s normativnim definicijama ODV-a
- Određivanje je provedeno do razine vrste te, kao takvo, omogućuje pouzdanu i preciznu klasifikaciju.

## 8.2.3. Provedivost interkalibracijskog procesa

### TIPOLOGIJA

Hrvatska sudjeluje u Mediteranskoj grupi zajedno sa Španjolskom, Portugalom i Grčkom. Zajednički interkalibracijski tipovi nisu korišteni, a svi su lokaliteti zajedno uključeni u interkalibracijski proces, odnosno nisu podijeljeni s obzirom na tipološke značajke. Ukupno 13 tipova tekućica prema Hrvatskoj nacionalnoj tipologiji uključeno je u zajedničke baze *Cross GIG* Mediteranske grupe. S obzirom na abiotske značajke porječja, nadmorsku visinu, geološke značajke i supstrat, nacionalni tipovi u skladu su s Mediteranskim interkalibracijskim (IC) zajedničkim tipovima rijeka (Tablica 17).

Tablica 17. Hrvatski tipovi tekućica i odgovarajući IC tipovi rijeka, uključeni u Mediteransku grupu.

EKOREGIJA	SUBEKOREGIJA	NAZIV NACIONALNOG TIPA	KOD NACIONALNOG TIPA	IC TIP
DINARIDSKA EKOREGIJA (5 DINARSKI ZAPADNI BALKAN)	DINARIDSKA PRIMORSKA	Gorske i prigorske male povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	HR-R_10A	R-M5
		Gorske srednje velike povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	HR-R_10B	R-M5
		Nizinske i prigorske male tekućice na vapnenačkoj podlozi	HR-R_11A	R-M1
		Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	HR-R_11B	R-M1
		Prigorske srednje velike i velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	HR-R_12	R-M2
		Nizinske srednje velike i velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	HR-R_13	R-M2
		Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi s baražnim ujezerenjem	HR-R_13A	R-M2
		Male nizinske tekućice u vapnenačkoj podlozi, kratkih tokova s padom >5 ‰	HR-R_14A	R-M1
		Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi s padom >5 ‰	HR-R_14B	R-M2
		Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi s padom >5 ‰	HR-R_14C	R-M2



EKOREGIJA	SUBEKOREGIJA	NAZIV NACIONALNOG TIP A	KOD NACIONALNOG TIP A	IC TIP
		Male tekućice krških polja	HR-R_15A	R-M1
		Srednje velike tekućice krških polja	HR-R_15B	R-M2
		Prigorske male i srednje velike povremene tekućice u vapnenačkoj i vapnenačko-silikatnoj podlozi	HR-R_16A	R-M5
		Nizinske male povremene tekućice u vapnenačkoj i vapnenačko-silikatnoj podlozi	HR-R_16B	R-M5
	DINARIDSKA PRIMORSKA - ISTRA	Nizinske i prigorske male tekućice u vapnenačko-flišnoj podlozi Istre	HR-R_17	R-M1
		Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-flišnoj podlozi Istre	HR-R_18	R-M2
		Povremene male nizinske tekućice u vapnenačko-flišnoj podlozi Istre	HR-R_19	R-M5

## OPTEREĆENJA

Najvažniji zajednički pritisci razmatrani su za interkalibraciju: promjene kvalitete vode, promjene hidromorfologije, poremećaji riječnog kontinuiteta. Hidromorfološke izmjene ocjenjuju se pomoću skale od 1 (nema promjena) do 5 (vrlo velike promjene), a temelje se na nekoliko manjih indeksa. Tri glavna indeksa (hidrološki režim, morfologija i kontinuitet toka) imaju raspon 1-5, dok se srednja vrijednost hidromorfološkog indeksa kreće između 1 i 4,4. U Tablici 16 prikazan je raspon vrijednosti pojedinih kemijskih varijabli.

U provedenom interkalibracijskom procesu, u metodama različitih država bili su adresirani različiti pritisci, no najčešće se ističu degradacija, hidromorfološke promjene i onečišćenje, a slična je situacija i u Hrvatskoj.

## KONCEPT OCJENE STANJA

Hrvatska nacionalna metoda za procjenu ekološkog stanja na temelju riba je Hrvatski indeks za rijeke prema ribama (HRIR). To je multimetrijski indeks koji daje odnos metrika riblje zajednice na određenom lokalitetu i istih metrika unutar tip-specifične referentne zajednice. S obzirom da svi odabrani lokaliteti u interkalibracijskom postupku pripadaju Mediteranskoj interkalibracijskoj grupi, za

interkalibraciju su svi lokaliteti razmatrani zajedno. Stoga hrvatska nacionalna metoda slijedi isti koncept ocjene stanja kao i druge metode u interkalibracijskoj grupi.

## **ZAKLJUČAK O PROVEDIVOSTI INTERKALIBRACIJSKOG POSTUPKA**

Možemo zaključiti kako je broj lokaliteta koji u potpunosti zadovoljavaju tipske kriterije dovoljno visok za provođenje interkalibracije.

## 8.2.4. Usklađenost sa završenim interkalibracijskim procesom

### OPIS IC OPCIJE I STANDARDIZACIJE REFERENTNIH TOČAKA

Usporedba referentnih uvjeta između različitih država već je provedena, a mi smo koristili referentne, odnosno "benchmark" lokalitete definirane na temelju zajedničkih kriterija na razini Europe (Pont i Delaigue 2012, Tablica 12). Zajedničke metrike korištene za interkalibraciju (Tablica 18) odnose se na biološke značajke ribljih zajednica, a standardizirane su s obzirom na prirodne stanišne uvjete, što znači da na njih ne utječu biogeografski uvjeti ni okolišni gradijenti. Interkalibracija se za Mediteransku grupu provodi prema prvoj verziji zajedničkih metrika (Tablica 18), po kojoj se različite metrike koriste za salmonidnu i ciprinidnu zonu vodotoka.

Tablica 18. Metrike korištene za određivanje salmonidnog i ciprinidnog ribljeg indeksa

Zona/ indeks	Oznaka Metrike	Objašnjenje metrike
Salmonidna (Salm.Fish.Index)	Ni.O2.Intol	Gustoća (broj jedinki po 100 m <sup>2</sup> uhvaćenih tijekom jednog uzorkovanja na lokalitetu) vrsta koje su <b>netolerantne na smanjenje koncentracije kisika u vodi</b> te im uvijek potrebna koncentracija veća od 6 mg/l O <sub>2</sub> u vodi.
	Ni.Hab.Intol.150	Gustoća (broj jedinki po 100 m <sup>2</sup> uhvaćenih tijekom jednog uzorkovanja na lokalitetu) jedinki većih ili jednakih 150 mm (totalna duljina) vrsta <b>netolerantnih na degradaciju staništa</b> .
Ciprinidna (Cypr.Fish.Index)	Ric.RHt.Par	Bogatstvo (broj vrsta ulovljenih u jednom uzorkovanju na lokalitetu) vrsta kojima je potrebno <b>reofilno</b> stanište za razmnožavanje, odnosno koje se mrijeste u tekućoj vodi.
	Ni.LITHO	Gustoća (broj jedinki po 100 m <sup>2</sup> ulovljenih tijekom jednog uzorkovanja na lokalitetu) vrsta kojima je potrebno <b>litofilno</b> stanište za razmnožavanje, odnosno isključivo mrijeste na stijenama, kamenju i šljunku, a njihove su ličinke fotofobne.

Indeks se za svaku zonu računa kao srednja vrijednost zbroja dviju metrika:

$$\text{Salm.Fish.Index} = (\text{Ni.Hab.150} + \text{Ni.O2.Intol}) / 2$$

$$\text{Cypr.Fish.Index} = (\text{Ric.RH.Par} + \text{Ni.LITHO}) / 2$$

## ODABIR PROCEDURE ZA INTERKALIBRACIJU NOVE METODE

Za interkalibraciju nove hrvatske nacionalne metode odabrana je IC opcija 2, bez transformacije po dijelovima. Ukupan broj referentnih mjesta za Hrvatsku je 7, što je dovoljno za utvrđivanje referentnih točaka prema Smjernicama br. 30 (Europska Unija 2015).

## INTERKALIBRACIJSKI SET PODATAKA

Set podataka korišten za interkalibraciju sastojao se od 43 lokaliteta. Ti lokaliteti predstavljaju sve riječne tipove koji su uključeni u nacionalnu procjenu ekološkog stanja (osim tipa M-5, koji se odnosi na vodotoke koji presušuju) te je u njima prisutan gradijent pritiska. Ukupno je u razmatranje uzeto preko 60 lokaliteta, no za odabranih 43 imali smo podatke o pritiscima, koji su nužni za nastavak analize. Ukupno 7 postaja zadovoljavalo je uvjete postavljene za tzv. "benchmark" postaje u interkalibracijskom postupku (Tablica 19).

Tablica 19. Referentne postaje za interkalibracijski postupak i utvrđene vrijednosti pritiska.

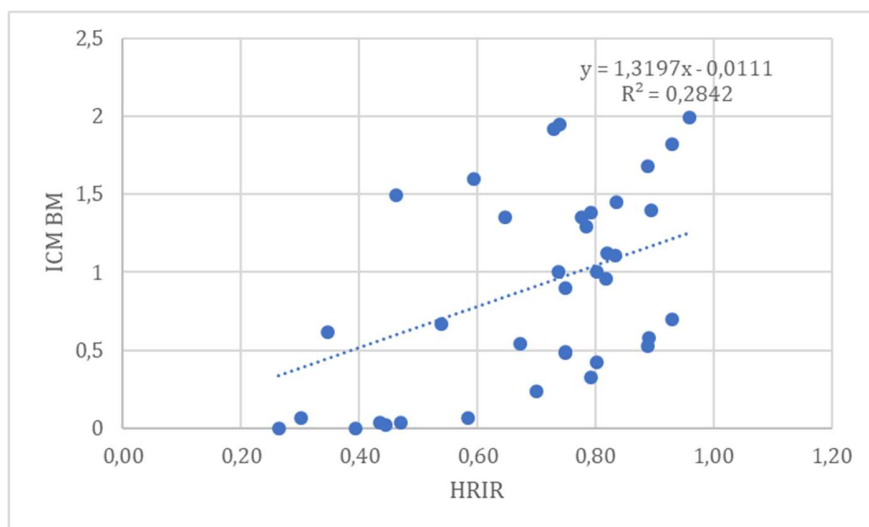
LOKALITET	Una, Loskun	Kupa, Gašparci	Kupica	Delnički potok	Čabranka	Cetina, Čikotina lađa	Zrmanja, Berberov buk
KOD	14006	30009	30016	30019	30020	40135	40204
HRIR	0,96					0,90	0,96
Amonij (mgN/l)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Nitrati (mgN/l)	0,50	0,66	0,71	0,99	0,61	0,28	0,26
Ortofosfati (mgP/l)	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01
Ukupni fosfor (mgP/l)	0,01			0,05		0,01	0,01
BPK <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /l)	1,75	0,61	0,15	1,06	0,72	0,60	0,60
KPK-Mn (mgO <sub>2</sub> /l)	1,27	1,48	1,15	0,71	1,69	1,22	0,73
Hidrološki režim	1,50	1,00	1,50		1,50	3,70	2,50
Morfološki uvjeti	1,75	1,08	1,75		1,25	1,20	1,17
Kontinuitet toka	1,00	1,00	3,00		3,00	3,00	1,00
Ukupni HyMo	1	1,07	1,80		1,40	1,86	1,33

Tablica 20. Prikaz postupka izračuna odmaka od granica u interkalibracijskom postupku.

Metoda_država-tip	VD/D sirove vrijednosti	D/U sirove vrijednosti	VD/D prema regresiji s ICM	VD/D donja granica	VD/D gornja granica	Odmak	D/U prema regresiji s ICM	D/U donja granica	D/U gornja granica	Odmak
ES_IBIMED_T2	10,580	9,300	0,9990	0,9750	1,0070		0,8900	0,8770	0,9260	
ES_IBIMED_T3	16,930	13,340	0,9080	0,8530	0,9200		0,7560	0,7110	0,7790	
ES_IBIMED_T4	11,230	9,850	0,9470	0,9240	0,9730		0,8540	0,8010	0,8780	
ES_IBIMED_T5	7,470	5,610	0,9990	0,9490	1,0520		0,7990	0,7490	0,8490	
ES_IBIMED_T6	11,900	9,920	0,9580	0,9260	0,9660		0,8310	0,8120	0,8620	
PT_F_IBIP_indexno	0,900	0,675	1,0030	0,9620	1,0220		0,8360	0,7940	0,8780	
HeFI_index	0,800	0,600	1,0700	1,0320	1,1070		0,9180	0,7940	0,8690	
Mean			0,9834				0,8406			
Median			0,9990				0,8360			
HRIR	0,800	0,600	1,04466	0,978675	1,110645	0,0612	0,78072	0,714735	0,846705	-0,0599
					Udio odmaka/HRIR Vrlo dobro stanje	0,2320			Udio odmaka/HRIR Dobro stanje	- 0,22676

## INTERKALIBRACIJSKI POSTUPAK

Standardizacija referentnih točaka provedena je prema shemi korištenoj u završenom IC procesu (ODV Interkalibracija faza 2: Milestone report, 2011) te drugim smjernicama. Zajedničke interkalibracijske metrike izračunate su za sve lokalitete u Hrvatskoj pomoću EFI+ računarnog programa, a konačna vrijednost zajedničkih metrika određena je pomoću već opisane, prve verzije jednadžbe. Linearnom regresijom zajedničkih metrika i nacionalnih omjera ekološke kakvoće utvrđena je statistički značajna korelaciju ( $R=0,5333$ ,  $p<0,01$ ; Slika 44). Koeficijent regresije treba biti veći od 0,5, a nagib pravca korelacije između 0,5 i 1,5. Koeficijent regresije veći je od 0,5, a i nagib je unutar zadanih granica (1,3197) pa možemo zaključiti da je u rasponu vrijednosti utvrđenih i za druge države iz Mediteranske grupe, koje su bile uključene u provedeni interkalibracijski postupak.



Slika 44. Grafički prikaz linearne regresije između standardiziranih vrijednosti interkalibracijskih zajedničkih metrika i HRIR-a.

Granice klasa hrvatske nacionalne metode su 0,8/0,6/0,4/0,2 za vrlo dobro-dobro/dobro-umjereno/umjereno-loše/loše-vrlo loše stanje. Te su granice regresijom prevedene u skalu interkalibracijskih zajedničkih metrika (ICMbm) te je izračunato odstupanje, kao udio širine klasa. Dobiveni podaci uspoređeni su s vrijednostima Mediteranske grupe (država koje su sudjelovale u provedenom interkalibracijskom procesu) i Završnim tehničkim izvješćem Grčke (Tachos i sur. 2017). Odmak u granicama izračunat je oduzimanjem srednje vrijednosti granica dobro-umjereno ili vrlo dobro-dobro stanje na skali standardiziranih interkalibracijskih zajedničkih metrika od nacionalnih granica klasa prevedenih na skalu linearnom regresijom (Tablica 20 prikazuje postupak izračuna). Granica dobro-umjereno imala je odmak od -0,2268, a vrlo dobro-dobro odmak od 0,2320 u odnosu na srednje vrijednosti. Taj odmak nije statistički značajan prema Smjernicama br. 30 (Europska Unija 2015) jer se radi o manje od četvrtine širine klasa te harmoniziranje granica klasa nije bilo potrebno, već granice klasa ostaju kao što su pretpostavljene (Tablica 21).

Tablica 21. Granice klasa HRIR-a za Dinaridsku ekoregiju Hrvatske

Vrlo dobro	>0,8
Dobro	0,6-0,79
Umjereno	0,4-0,59
Loše	0,21-0,39
Vrlo loše	<0,2

## 8.2.5. Opisi bioloških zajednica

U pravilu, u ribljim zajednicama za koje je utvrđeno vrlo dobro stanje prevladavaju vrste karakteristične za prirodnu zajednicu određenog tipa tekućica. Udio stranih (nezavičajnih, alohtonih) vrsta i jedinki koje pripadaju stranim vrstama vrlo je mali ili ih ni nema. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće bitnih za pojedini tip vodotoka uglavnom su iznad 0,8, što ukazuje na manje ili nikakve antropogene promjene.

Zajednice koje ukazuju na dobro ekološko stanje vodotoka sadrže visok udio karakterističnih, nativnih (zavičajnih, autohtonih) vrsta, ali strane su vrste često prisutne s nižim ili umjerenim udjelom vrsta i/ili jedinki. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće malo do umjerenom (0,2-0,4) su smanjene u odnosu na vrlo dobro stanje te se primjećuju manje negativne posljedice antropogenih pritisaka.

Umjerenom ekološko stanje utvrđuje se prema zajednicama u kojima je udio nativnih vrsta značajnije smanjen, strane vrste ponekad i dominiraju te je narušen prirodni sastav ribljih zajednica. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće kreću su oko polovice (0,4-0,6) tih vrijednosti u prirodnim zajednicama karakterističnima za određeni tip vodotoka. Negativni utjecaji antropogenih pritisaka doveli su do značajnih poremećaja u sastavu i strukturi ribljih zajednica.

## 9.0. PRIKAZ REVIDIRANIH BIOLOŠKIH METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA

### 9.1. UZORKOVANJE

#### 9.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje u ciprinidnim vodama potrebno je obavljati u toplijem dijelu godine, kada je temperatura vode iznad 15°C. U salmonidnim vodama uzorkovanje je moguće tokom cijele godine. Uzorkovanje ne smije biti provođeno tijekom razdoblja mrijesta.

#### 9.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Uzorkovanje je potrebno provoditi tako da se maksimalno obuhvati raznolikost svih tipova staništa pojedinog lokaliteta, kako prirodnih, tako i staništa pod antropogenim utjecajem. Na vodotocima čija je širina manja od 5 m potrebno je uzorkovati čitavu širinu vodotoka u dužini od minimalno 80 m. Na vodotocima širine od 5 do 15 m potrebno je uzorkovati čitavu širinu vodotoka u dužini od minimalno 150 m, a na vodotocima širim od 15 metara uzorkovanje se provodi uz obalu (lijevu, desnu ili obje) u dužini od minimalno 300 m.

#### 9.1.3. Način uzorkovanja

Uzorkovanje na tekućicama vrši se metodom elektroribolova (CEN 14011, 2003), iz vode hodajući ili iz čamca. Čamac je potrebno koristiti na lokalitetima dubine veće od 70 cm. Lov se obavlja jednom anodom promjera obruča od 50 cm na dršku od stakloplastike dužine 2,5 m iz gumenog čamca prilagođenog za elektroribolov ili hodajući ako je dubina vodotoka manja od 70 cm. Uzorkovanjem je potrebno pokriti sva postojeća staništa na svakom pojedinom lokalitetu, a posebno mjesta gdje se ribe mogu sakriti.

#### 9.1.4. Determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije njihovog ponovnog puštanja u rijeku

Determinacija riba vrši se odmah po ulovu, na temelju vanjskih morfoloških značajki uz pomoć determinacijskih ključeva (Vuković i Ivanović 1971, Povž i Sket 1990, Miller i Loates 1997, Kottelat i Freyhof 2007). Determinaciju je potrebno provesti do razine vrste. U slučaju sumnje u točnost određivanja (hibridi,



vrlo bliske vrste, mlade jedinke), takve jedinke potrebno je konzervirati i odnijeti u laboratorij radi precizne determinacije. Za konzervaciju se koristi 4%-tna otopina formaldehida. Konzervirane jedinke s različitih postaja potrebno je odvajati u zasebne, dobro obilježene posude. Većinu jedinki (osim onih nesigurnog taksonomskog statusa) potrebno je odmah nakon determinacije pustiti nazad u vodotok. Na terenu se bilježe vrste prisutne na nekom lokalitetu te njihov broj.

## 9.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

Laboratorijska obrada potrebna je samo u slučajevima nesigurnog taksonomskog statusa nekih jedinki i odnosi se na determinaciju jedinki u laboratoriju.

## 9.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

### 9.3.1. Pokazatelji za ocjenu ekološkog stanja

Pokazatelji za izračun ekološkog stanja vodotoka na temelju riba prikazani su u Tablici 22. za svaki pojedini tip vodotoka prema nacionalnoj klasifikaciji.

Tablica 22. Metrike riblje zajednice koje predstavljaju pokazatelje za ocjenu ekološkog stanja vodotoka u pojedinim tipovima tekućica.

EKOREGIJA	TIP VODNOG TIJELA	NAZIV TIPA VODNOG TIJELA	POKAZATELJ ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA (METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE)	KRATICA POKAZATELJA	
PANONSKA	HR-R_1	Gorske i prigrorske male tekućice	Broj nativnih vrsta	Sn	
			Udio psamofilnih vrsta	pPSAM	
			Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Hdif	
	HR-R_2A	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	Broj nativnih vrsta	Sn	
			Udio psamofilnih vrsta	pPSAM	
			Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Hdif	
	HR-R_2B	Nizinske male tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom	Broj nativnih vrsta	Sn	
			Udio psamofilnih vrsta	pPSAM	
			Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Hdif	
	HR-R_3A			Broj stranih vrsta	Sa

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

		Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastm podlogom	Odnos Shannonovog indeksa temeljnog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Hrat
	HR-R_3B	Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatnoj, vapnenačkoj, organogenoj i silikatno-organogenoj podlozi	Broj stranih vrsta Odnos Shannonovog indeksa temeljnog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Sa Hrat
	HR-R_3C	Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u silikatnoj, organogenoj i silikatno-organogenoj podlozi	Broj stranih vrsta Odnos Shannonovog indeksa temeljnog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Sa Hrat
	HR-R_3D	Nizinske velike aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	Broj stranih vrsta Odnos Shannonovog indeksa temeljnog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Sa Hrat
	HR-R_4A	Nizinske srednje velike tekućice u silikatnoj, vapnenačkoj i silikatno-vapnenačkoj podlozi	Broj stranih vrsta Odnos Shannonovog indeksa temeljnog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Sa Hrat
	HR-R_4B	Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi	Broj stranih vrsta Odnos Shannonovog indeksa temeljnog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Sa Hrat
	HR-R_4C	Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi čije je izvorište locirano u Dinaridskoj ekoregiji	Broj stranih vrsta Odnos Shannonovog indeksa temeljnog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Sa Hrat
DINARIDSKA KONTINENTALNA	HR-R_6	Gorske i prigorske male tekućice	Udio jedinki invertivornih vrsta	uINV
			Udio jedinki omnivornih vrsta	uOMNI
			Udio bentopelagičkih vrsta	pWCOL
	HR-R_7	Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice	Udio jedinki invertivornih vrsta	uINV
			Udio jedinki omnivornih vrsta	uOMNI
			Udio bentopelagičkih vrsta	pWCOL
	HR-R_8A	Nizinske srednje velike i velike tekućice u vapnenačkoj i vapnenačko-silikatnoj podlozi	Udio jedinki invertivornih vrsta	uINV
			Udio jedinki omnivornih vrsta	uOMNI
			Udio bentopelagičkih vrsta	pWCOL
	HR-R_8B	Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	Udio jedinki invertivornih vrsta	uINV
Udio jedinki omnivornih vrsta			uOMNI	
Udio bentopelagičkih vrsta			pWCOL	
HR-R_9		Udio stranih vrsta	pSa	

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

		Gorske i prigorske srednje velike tekućice krških polja	Udio jedinki nativnih vrsta	uSn	
			Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC	
	HR-R_10A	Gorske i prigorske male povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	Udio stranih vrsta	pSa	
			Udio jedinki nativnih vrsta	uSn	
			Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC	
			Udio stranih vrsta	pSa	
	HR-R_10B	Gorske srednje velike povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	Udio jedinki nativnih vrsta	uSn	
			Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC	
	DINARIDSKA PRIMORSKA	HR-R_11A	Prigorske i nizinske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	Udio omnivornih vrsta	pOMNI
				Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki	uPISC/uINV
				Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC
				Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama	Hnat
HR-R_11B		Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	Udio omnivornih vrsta	pOMNI	
			Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki	uPISC/uINV	
			Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC	
			Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama	Hnat	
HR-R_12		Prigorske srednje velike i velike tekućice	Udio litofilnih vrsta	pLITH	
			Udio fitofilnih vrsta	pFITO	
			Udio jedinki nativnih vrsta	uSn	
			Broj vrsta invertivora	INV	
HR-R_13		Nizinske srednje velike i velike tekućice	Udio litofilnih vrsta	pLITH	
			Udio fitofilnih vrsta	pFITO	
			Udio jedinki nativnih vrsta	uSn	
			Broj vrsta invertivora	INV	
HR-R_13A		Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi s baražnim ujezerenjem	Udio litofilnih vrsta	pLITH	
			Udio fitofilnih vrsta	pFITO	
			Udio jedinki nativnih vrsta	uSn	
			Broj vrsta invertivora	INV	
HR-R_14A		Nizinske male tekućice u vapnenačkoj podlozi s padom > 5 %	Udio omnivornih vrsta	pOMNI	
			Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki	uPISC/uINV	
			Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC	
			Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama	Hnat	
HR-R_14B	Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi s padom > 5 %	Udio omnivornih vrsta	pOMNI		
		Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki	uPISC/uINV		
		Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC		
		Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama	Hnat		
HR-R_14C	Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-	Udio omnivornih vrsta	pOMNI		
		Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki	uPISC/uINV		
		Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC		

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

		silikatnoj podlozi s padom > 5 ‰	Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama	Hnat
HR-R_15A	Prigorske i nizinske male tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi		Udio litofilnih vrsta	pLITH
			Udio fitofilnih vrsta	pFITO
			Udio jedinki nativnih vrsta	uSn
			Broj vrsta invertivora	INV
HR-R_15B	Prigorske i nizinske srednje i velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi		Udio litofilnih vrsta	pLITH
			Udio fitofilnih vrsta	pFITO
			Udio jedinki nativnih vrsta	uSn
			Broj vrsta invertivora	INV
HR-R_16A	Prigorske male i srednje i velike tekućice u vapnenačkoj i vapnenačko-silikatnoj podlozi		Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes	uCYPR
			Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC
			Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i svim zabilježenim vrstama	Hrat
HR-R_16B	Nizinske male i srednje i velike tekućice u vapnenačkoj i vapnenačko-silikatnoj podlozi		Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes	uCYPR
			Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC
			Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i svim zabilježenim vrstama	Hrat
HR-R_17	Nizinske i prigorske male tekućice Istre		Udio fitofilnih vrsta	pFITO
			Udio invertivornih vrsta	pINV
			Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama	Anat
			Odnos između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježnim vrstama	Hrat
HR-R_18	Nizinske srednje i velike tekućice Istre		Udio fitofilnih vrsta	pFITO
			Udio invertivornih vrsta	pINV
			Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama	Anat
			Odnos između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježnim vrstama	Hrat
HR-R_19	Povremene tekućice Istre		Udio fitofilnih vrsta	pFITO
			Udio invertivornih vrsta	pINV
			Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama	Anat
			Odnos između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježnim vrstama	Hrat

## 9.3.2. Referentne zajednice i opis bioloških zajednica u vrlo dobrom, dobrom i umjerenom stanju

Referentni uvjeti pojedinih metrika riblje zajednice utvrđeni su kao vrijednosti tih metrika u nepromijenjenim ili vrlo malo promijenjenim referentnim zajednicama u onim tipovima gdje su takve zajednice prisutne, odnosno najbolje moguće vrijednosti određene metrike koje bi bile prisutne u posve prirodnim zajednicama, u slučajevima kada unutar nekog tipa ne postoje nepromijenjene ihtiocnoze. Zajednice koje možemo smatrati referentnima na nacionalnoj razini jer imaju prirodno ili gotovo prirodno stanje navedene su u Tablici 23. Važno je naglasiti kako navedene referentne zajednice ne odražavaju sastav i bogatstvo svih zajednica nekog tipa, već su referentne s obzirom na svoju strukturu, odnosno s obzirom na upravo one metrike na temelju kojih se računa Hrvatski indeks za rijeke prema ribama (HRIR). To, međutim, ne znači da sve zajednice određenog tipa/skupine tipova trebaju imati ili su u prirodnom stanju imale isti broj ili sastav vrsta kao referentne zajednice. Naime, zajednice utvrđene na lokalitetima koji pripadaju pojedinim tipovima međusobno su raznolike s obzirom na bogatstvo i sastav vrsta riba koje ih sačinjavaju i to je prirodno stanje, posljedica različitih ekoloških uvjeta na staništima, ali i složenih evolucijskih povijesti slatkovodnih riba Hrvatske.

Tablica 23. Referentni lokaliteti na nacionalnoj razini za ribe kao biološki element te sastav zajednica na referentnim lokalitetima. Za tipove HR-R\_2A, HR-R\_2B, HR-R\_7, HR-R\_8A, HR-R\_8B, HR-R\_9, HR-R\_10A, HR-R\_10B, HR-R\_11A, HR-R\_11B, HR-R\_14A, HR-R\_14B, HR-R\_14C, HR-R\_15A, HR-R\_15B, HR-R\_16A, HR-R\_16B, HR-R\_17, HR-R\_18, HR-R\_19 nije bilo moguće identificirati referentne lokalitete jer su na svima riblje zajednice značajnije izmijenjene ili se radi o vrlo specifičnim zajednicama.

TIPOVI	KOD	LOKALITET	SASTAV ZAJEDNICE
HR-R_1	21114	Ivanečka Železnica, utok	<i>Alburnoides bipunctatus</i> , <i>Barbatula barbatula</i> , <i>Barbus balcanicus</i> , <i>Cottus gobio</i> , <i>Eudontomyzon vladykovi</i> , <i>Gobio obtusirostris</i> , <i>Leuciscus leuciscus</i> , <i>Romanogobio vladykovi</i> , <i>Squalius cephalus</i>
HR-R_3A, HR-R_3B, HR-R_3C i HR-R_3D	21052	Boščak II	<i>Cobitis elongatoides</i> , <i>Esox lucius</i> , <i>Gobio obtusirostris</i> , <i>Perca fluviatilis</i> , <i>Rutilus rutilus</i> , <i>Squalius cephalus</i>
	21049	Bistrec – Rakovnica I	<i>Barbatula barbatula</i> , <i>Cobitis elongatoides</i> , <i>Gobio obtusirostris</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Squalius cephalus</i>
	21050	Bistrec – Rakovnica II	<i>Alburnoides bipunctatus</i> , <i>Barbatula barbatula</i> , <i>Cobitis elongatoides</i> , <i>Gobio obtusirostris</i> , <i>Misgurnus fossilis</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Romanogobio vladykovi</i> , <i>Squalius cephalus</i> , <i>Umbra krameri</i>
HR-R_4A, HR-R_4B i HR-R_4C	18005	Sutla, Luke Poljanske	<i>Alburnoides bipunctatus</i> , <i>Cobitis elongatoides</i> , <i>Leuciscus aspius</i> , <i>Rhodus amarus</i> , <i>Romagobio vladykovi</i> , <i>Rutilus virgo</i> , <i>Vimba vimba</i>

HR-R_6	30018	Curak most prije utoka u Kupicu	<i>Cottus gobio</i> , <i>Thymallus thymallus</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Salmo labrax</i>
HR-R_12	14006	Una, kod izvorišta Loskun	<i>Cottus gobio</i> , <i>Hucho hucho</i> , <i>Phoxinus phoxinus</i> , <i>Salmo labrax</i>
HR-R_13 i HR-R_13A	40204	Zrmanja, Berberov buk	<i>Barbus plebejus</i> , <i>Phoxinus lumaireul</i> , <i>Salmo farioides</i> , <i>Squalius zrmanjae</i>

VRLO DOBRO EKOLOŠKO STANJE utvrđuje se na temelju ribljih zajednica u kojima prevladavaju vrste karakteristične za prirodnu zajednicu određenog tipa tekućica. Udio stranih (nezavičajnih, alohtonih) vrsta i jedinki koje pripadaju stranim vrstama vrlo je mali ili ih ni nema. Vrijednosti omjera ekološke u takvim su zajednicama uglavnom iznad 0,8, što ukazuje na manje ili nikakve antropogene promjene.

DOBRO EKOLOŠKO STANJE utvrđuje se na temelju zajednica koje sadrže visok udio karakterističnih, nativnih (zavičajnih, autohtonih) vrsta, ali strane su vrste često prisutne s nižim ili umjerenim udjelom vrsta i/ili jedinki. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće malo do umjereno (0,2-0,4) su smanjene u odnosu na vrlo dobro stanje te se primjećuju manje negativne posljedice antropogenih pritisaka.

UMJERENO EKOLOŠKO STANJE utvrđuje se prema zajednicama u kojima je udio nativnih vrsta značajnije smanjen, strane vrste ponekad i dominiraju te je narušen prirodni sastav ribljih zajednica. Vrijednosti omjera ekološke kakvoće kreću su oko polovice (0,4-0,6) tih vrijednosti u prirodnim zajednicama karakterističnima za određeni tip vodotoka. Negativni utjecaji antropogenih pritisaka doveli su do značajnih poremećaja u sastavu i strukturi ribljih zajednica.

### 9.3.3. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja ekološkog stanja

Najbolje i najgore vrijednosti onih metrika riblje zajednice koje su odabrane za uključivanje u izračun indeksa za vodotoke pojedinog tipa navedene su u Tablici 24. Pomoću navedenih vrijednosti računaju se Omjeri ekološke kakvoće na pojedinom lokalitetu, koji zapravo pokazuju koliko određena metrika zabilježena u nekoj ihtiocenozi odstupa od referentnih vrijednosti kakve ta metrika pokazuje u posve prirodnim zajednicama, karakterističnima za određeni tip tekućica. U slučajevima kada neka riblja zajednica pokaže vrijednost pojedine metrike veću od gornje granice, omjer ekološke kakvoće (OEK) se postavlja na 1 (u skladu s Furse i sur. 2006). Slično, ukoliko se negdje ipak pokažu gori uvjeti od najlošijih zabilježenih/predviđenih, OEK se postavlja na 0. Kao što je vidljivo iz Tablice 24, najbolje vrijednosti nisu nužno i najviše moguće vrijednosti pojedine metrike, već mogu biti i najniže, što ovisi o načinu na koji

pojedina metrika odgovara na pritisak (raste li ili pada s povećanjem intenziteta pritiska). Zbog toga će i omjeri ekološke kakvoće biti računati prema dvije formule, ovisno o tome da li se odnose na metriku koja pada s povećanjem intenziteta pritiska ili onu koja s pojačanjem pritiska također poprima veće vrijednosti.

Tablica 24. Gornje i donje granice odabranih metrika ribljih zajednica za pojedine tipove/skupine tipova tekućica.

TIP TEKUĆICA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	NAJBOLJA VRIJEDNOST (referentna vrijednost u posve prirodnim zajednicama tipične strukture)	NAJGORA VRIJEDNOST (vrijednost u najgorim mogućim uvjetima)	GORNJA GRANICA ZA IZRAČUN OEK	DONJA GRANICA ZA IZRAČUN OEK	ODGOVOR METRIKE RIBLJE ZAJEDNICE NA PRITISAK
HR-R_1	Broj nativnih vrsta (Sn)	9	0	9	0	PADA
	Udio psamofilnih vrsta (pPSAM)	0,33	0	0,33	0	PADA
	Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hdif)	0	0,5	0,5	0	RASTE
HR-R_2A i HR-R_2B	Broj nativnih vrsta (Sn)	13	0	13	0	PADA
	Udio samofilnih vrsta (pPSAM)	0,33	0	0,33	0	PADA
	Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hdif)	0	0,5	0,5	0	RASTE
HR-R_3A, HR-R_3B, HR-R_3C, HR-R_3D, HR-R_4A, HR-R_4B i HR-R_4C	Broj stranih vrsta (Sa)	0	5	5	0	RASTE
	Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hrat)	1	0	1	0	PADA
HR-R_6, H-R_7, HR-R_8A i HR-R_8B	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV)	1	0	1	0	PADA
	Udio jedinki omnivornih vrsta (uOMNI)	0,7 (moguće i niže, ali se OEK postavlja kao 1)	1	1	0,7	RASTE
	Udio bentopelagičkih vrsta (pWCOL)	0,75	0	0,75	0	PADA

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

HR-R_9, HR-R_10A i HR- R_10B	Udio stranih vrsta (pSa)	0	1	1	0	RASTE
	Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	1	0	1	0	PADA
	Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC)	0,3 (moguće i više, ali se OEK postavlja kao 1)	0	0,3	0	PADA
HR-R_11A, HR-R_11B. HR-R_14A. HR-R_14B i HR- R_14C	Udio omnivornih vrsta (pOMNI)	0	1	1	0	RASTE
	Odnos udjela piscivornih i invertivornih jedinki (uPISC/uINV)	1	0	1	0	PADA
	Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC)	0,5	0	0,5	0	PADA
	Shannonov indeks temeljen na nativnim vrstama (Hnat)	0,3	0	0,3	0	PADA
HR-R_12, HR-R_13, HR-R_13A, HR-R_15A i HR- R_15B	Udio litofilnih vrsta (pLITH)	0,75	0	0,75	0	PADA
	Udio fitofilnih vrsta (pFITO)	0,25	1	1	0,25	RASTE
	Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	1	0	1	0	PADA
	Broj vrsta invertivora (INV)	3	0	3	0	PADA
HR-R_16A i HR- R_16B	Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes (uCYPR)	0,75	0	0,75	0	PADA
	Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC)	0,25	0	0,25	0	PADA
	Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hrat)	1	0	1	0	PADA
HR-R_17, HR-R_18 i HR-R_19	Udio fitofilnih vrsta (pFITO)	0	0,5	0,5	0	RASTE
	Udio invertivornih vrsta (pINV)	0,75	0	0,75	0	PADA
	Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama (Anat)	2,3	0	2,3	0	PADA
	Odnos Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Hrat)	1	0	1	0	PADA



### 9.3.4. Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

Omjeri ekološke kakvoće (OEK) računaju se zasebno za svaku metriku ribljih zajednica koja se uključuje u izračun indeksa za pojedini tip/skupinu tipova tekućica. Metrike riblje zajednice za koje je potrebno odrediti omjere ekološke kakvoće za vodotoke pojedinog tipa navedene su u Tablicama 22. i 24, s tim da su u Tablici 24 navedene gornje i donje granice za pojedinu metriku, što su vrijednosti potrebne za izračun omjera ekološke kakvoće.

Za metrike ribljih zajednica čija vrijednost **pada** s porastom intenziteta pritiska, omjeri ekološke kakvoće računaju se prema sljedećoj formuli:

$$OEK_{\text{metrika}} = (\text{Vrijednost metrike} - \text{Donja granica}) / (\text{Gornja granica} - \text{Donja granica})$$

Za metrike ribljih zajednica čija vrijednost **raste** s porastom intenziteta pritiska, omjeri ekološke kakvoće računaju se prema sljedećoj formuli:

$$OEK_{\text{metrika}} = 1 - (\text{Vrijednost metrike} - \text{Donja granica}) / (\text{Gornja granica} - \text{Donja granica})$$

### 9.3.5. Generiranje Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama (HRIR)

Hrvatski indeks kakvoće za rijeke temeljen na ribama (HRIR) računa se tako da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće određeni za određeni tip/skupinu tipova i podijele s brojem omjera ekološke kakvoće:

$$HRIR = \frac{OEK1 + OEK2 + \dots + OEKn}{n}$$

HRIR je multimetrijski indeks, koji integrira više metrika te objedinjuje odgovore na više pritisaka. Tablica 25. daje prikaze izračuna HRIR-a za vodotoke koji pripadaju svakom pojedinom tipu tekućica u Hrvatskoj.

Tablica 25. Formule za izračun Hrvatskog indeksa kakvoće temeljenog na ribama (HRIR) za tekućice pojedinih tipova.

EKOREGIJA	TIP VODNOG TIJELA	NAZIV TIPA VODNOG TIJELA	FORMULA ZA IZRAČUN HRIR-a

PANONSKA	HR-R_1	Gorske i prigorske male tekućice	$HRIR = \frac{OEK(Sn) + OEK(pPSAM) + OEK(Hdif)}{3}$
	HR-R_2A	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	$HRIR = \frac{OEK(Sn) + OEK(pPSAM) + OEK(Hdif)}{3}$
	HR-R_2B	Nizinske male tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom	$HRIR = \frac{OEK(Sn) + OEK(pPSAM) + OEK(Hdif)}{3}$
	HR-R_3A	Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom	$HRIR = \frac{OEK(Sa) + OEK(Hrat)}{2}$
	HR-R_3B	Nizinske male aluvijalne tekućice u slikatnoj, vapnenačkoj, organogenoj i silikatno-organogenoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(Sa) + OEK(Hrat)}{2}$
	HR-R_3C	Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u silikatnoj, organogenoj i silikatno-organogenoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(Sa) + OEK(Hrat)}{2}$
	HR-R_3D	Nizinske velike aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(Sa) + OEK(Hrat)}{2}$
	HR-R_4A	Nizinske srednje velike tekućice u silikatnoj, vapnenačkoj i silikatno-vapnenačkoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(Sa) + OEK(Hrat)}{2}$
	HR-R_4B	Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(Sa) + OEK(Hrat)}{2}$
	HR-R_4C	Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi čije je izvorište locirano u Dinaridskoj ekoregiji	$HRIR = \frac{OEK(Sa) + OEK(Hrat)}{2}$
DINARIDSKA KONTINENTALNA	HR-R_6	Gorske i prigorske male tekućice	$HRIR = \frac{OEK(uINV) + OEK(uOMNI) + OEK(pWCOL)}{3}$
	HR-R_7	Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice	$HRIR = \frac{OEK(uINV) + OEK(uOMNI) + OEK(pWCOL)}{3}$
	HR-R_8A	Nizinske srednje velike i velike tekućice u vapnenačkoj i vapnenačko-silikatnoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(uINV) + OEK(uOMNI) + OEK(pWCOL)}{3}$

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

	HR-R_8B	Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(uINV) + OEK(uOMNI) + OEK(pWCOL)}{3}$
	HR-R_9	Gorske i prigorske srednje velike tekućice krških polja	$HRIR = \frac{OEK(pSa) + OEK(uSn) + OEK(uPISC)}{3}$
	HR-R_10A	Gorske i prigorske male povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(pSa) + OEK(uSn) + OEK(uPISC)}{3}$
	HR-R_10B	Gorske srednje velike povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(pSa) + OEK(uSn) + OEK(uPISC)}{3}$
DINARIDSKA PRIMORSKA	HR-R_11A	Prigorske i nizinske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(pOMNI) + OEK(uPISC/uINV) + OEK(uPISC) + OEK(Hnat)}{4}$
	HR-R_11B	Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(pOMNI) + OEK(uPISC/uINV) + OEK(uPISC) + OEK(Hnat)}{4}$
	HR-R_12	Prigorske srednje velike i velike tekućice	$HRIR = \frac{OEK(pLITH) + OEK(pFITO) + OEK(pSa) + OEK(INV)}{4}$
	HR-R_13	Nizinske srednje velike i velike tekućice	$HRIR = \frac{OEK(pLITH) + OEK(pFITO) + OEK(pSa) + OEK(INV)}{4}$
	HR-R_13A	Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi s baražnim ujezerenjem	$HRIR = \frac{OEK(pLITH) + OEK(pFITO) + OEK(pSa) + OEK(INV)}{4}$
	HR-R_14A	Nizinske male tekućice u vapnenačkoj podlozi s padom > 5 ‰	$HRIR = \frac{OEK(pOMNI) + OEK(uPISC/uINV) + OEK(uPISC) + OEK(Hnat)}{4}$
	HR-R_14B	Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi s padom > 5 ‰	$HRIR = \frac{OEK(pOMNI) + OEK(uPISC/uINV) + OEK(uPISC) + OEK(Hnat)}{4}$
	HR-R_14C	Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi s padom > 5 ‰	$HRIR = \frac{OEK(pOMNI) + OEK(uPISC/uINV) + OEK(uPISC) + OEK(Hnat)}{4}$
	HR-R_15A	Prigorske i nizinske male tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(pLITH) + OEK(pFITO) + OEK(pSa) + OEK(INV)}{4}$
	HR-R_15B	Prigorske i nizinske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(pLITH) + OEK(pFITO) + OEK(pSa) + OEK(INV)}{4}$
	HR-R_16A	Prigorske male i srednje velike tekućice u vapnenačkoj i vapnenačko-silikatnoj podlozi	$HRIR = \frac{OEK(uCYPR) + OEK(uPISC) + OEK(Hrat)}{3}$
	HR-R_16B	Nizinske male tekućice u vapnenačkoj i	$HRIR = \frac{OEK(uCYPR) + OEK(uPISC) + OEK(Hrat)}{3}$

		vapnenačko-silikatnoj podlozi	
HR-R_17	Nizinske i prigorske male tekućice Istre		$HRIR = \frac{OEK(pFITO) + OEK(pINV) + OEK(Anat) + OEK(Hrat)}{4}$
HR-R_18	Nizinske srednje velike tekućice Istre		$HRIR = \frac{OEK(pFITO) + OEK(pINV) + OEK(Anat) + OEK(Hrat)}{4}$
HR-R_19	Povremene tekućice Istre		$HRIR = \frac{OEK(pFITO) + OEK(pINV) + OEK(Anat) + OEK(Hrat)}{4}$

### 9.3.6. Granice klasa

Vrijednosti HRIR-a veće od 0,8 ukazuju na vrlo dobro stanje vodotoka. Ako HRIR na nekom lokalitetu ima vrijednost između 0,6 i 0,79, ekološko stanje na tom lokalitetu je dobro, dok vrijednosti HRIR-a između 0,4 i 0,59 označavaju umjereno ekološko stanje prema ribama kao biološkom elementu. Loše ekološko stanje imaju vodotoci za koje HRIR ima vrijednosti 0,21-0,39, dok vrijednosti HRIR-a manje od 0,20 ukazuju na vrlo loše ekološko stanje (Tablica 26).

**Tablica 26.** Klasifikacija Hrvatskog indeksa za rijeke prema ribama – granice klasa za ribe kao biološki element kakvoće.

EKOLOŠKO STANJE	GRANICE KLASA HRIR-a
VRLO DOBRO	0,80-1,00
DOBRO	0,60-0,79
UMJERENO	0,40-0,59
LOŠE	0,21-0,39
VRLO LOŠE	0,00-0,20

## 10. PROCJENA EKOLOŠKOG STANJA U HRVATSKIM TEKUĆICAMA NA TEMELJU RIBA KAO BIOLOŠKOG ELEMENTA

Sljedeći opisanu metodologiju za svaki je lokalitet uključen u ovaj projekt (Tablica 1), a na kojem su ulovljene ribe, procijenjeno ekološko stanje. U sljedećim poglavljima prikazujemo Omjere ekološke kvalitete i Hrvatske indekse za rijeke prema ribama za sve lokalitete na kojima ih je bilo moguće odrediti, poredane prema tipovima za koje je utvrđena jedinstvena metodologija.

### **Procjena ekološkog stanja u malim tekućicama Panonske ekoregije (tipovi HR-R 1, HR-R 2A i HR-R 2B):**

Tablica 27. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u malim vodotocima Panonske ekoregije (tipovi HR-R\_1, HR-R\_2A i HR-R\_2B).

LOKALITET	TIP	OEK(Sn)	OEK(pPSAM)	OEK(Hdif)	HRIR	EKOLOŠKO STANJE
13235, Velika rijeka, Kutjevo (Rikino vrelo)	HR-R_1	0,11	0,00	1,00	<b>0,37</b>	<b>LOŠE</b>
21083, Bednja, Stažnjevec	HR-R_1	0,89	0,00	0,94	<b>0,61</b>	<b>DOBRO</b>
21114, Ivanečka Železnica, na utoku	HR-R_1	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
10434, Šumetlica, uzvodno od vodozahvata, Šibnjak	HR-R_1	0,22	0,00	1,00	<b>0,41</b>	<b>UMJERENO</b>
51163, Kašina, Kašina	HR-R_1	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
15475, Lonja, prije utoka Topličice, Japčevo polje	HR-R_1	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
17114, Kosteljina, Vrh Pregradski	HR-R_1	0,44	0,76	1,00	<b>0,73</b>	<b>DOBRO</b>
17553, Krapinica, Đurmanec - most ispod viadukta	HR-R_1	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
18003, Sutla, Prišlin	HR-R_1	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
21115, Kanal C, Kelemen	HR-R_2A	0,54	0,87	1,00	<b>0,80</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
13504, Vučjak	HR-R_2A	0,08	1,00	1,00	<b>0,69</b>	<b>DOBRO</b>
15236, Garešnica, Garešnica	HR-R_2A	0,23	0,00	0,96	<b>0,40</b>	<b>UMJERENO</b>
15391, Plavnica, prije utoka u Česmu	HR-R_2A	0,38	0,00	0,74	<b>0,37</b>	<b>LOŠE</b>
15113, Raminac, prije utoka u Pakru	HR-R_2A	0,38	0,61	1,00	<b>0,66</b>	<b>DOBRO</b>

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

15237, Garešnica, uzvodno od Garešnice	HR-R_2A	0,69	0,83	0,80	<b>0,77</b>	<b>DOBRO</b>
16745, Utinja, prije utoka u Kupu	HR-R_2A	0,77	0,55	0,94	<b>0,75</b>	<b>DOBRO</b>
16747, Utinja, Slunjski Moravci	HR-R_2A	0,69	0,34	1,00	<b>0,68</b>	<b>DOBRO</b>
17012, Luka, Luka	HR-R_2A	0,62	0,76	1,00	<b>0,79</b>	<b>DOBRO</b>
51157, potok Kašina	HR-R_2A	0,46	0,38	0,87	<b>0,57</b>	<b>UMJERENO</b>
15360, Bjelovacka, cesta Veliko i Malo Korenovo	HR-R_2A	0,08	0,00	0,08	<b>0,05</b>	<b>VRLO LOŠE</b>
15383, Kamešnica, Gregorevac	HR-R_2A	0,38	1,00	1,00	<b>0,79</b>	<b>DOBRO</b>
16746, Utinja, Vratečko (prije utoka u Kupu)	HR-R_2A	0,85	0,00	0,96	<b>0,60</b>	<b>DOBRO</b>
51172, potok Črnec V, uz autocestu	HR-R_2A	0,08	0,00	0,20	<b>0,09</b>	<b>VRLO LOŠE</b>
51136, potok Lužnica	HR-R_2A	0,69	0,55	0,97	<b>0,74</b>	<b>DOBRO</b>
21211, Topoljski Dunavac, Topolje	HR-R_2A	0,54	0,00	0,60	<b>0,38</b>	<b>LOŠE</b>
13200, Londža, most u Pleternici	HR-R_2A	0,69	0,67	1,00	<b>0,79</b>	<b>DOBRO</b>
21020, Vučica, Marjančaci	HR-R_2A	0,31	0,61	1,00	<b>0,64</b>	<b>DOBRO</b>
21036, Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave	HR-R_2A	0,23	0,00	0,88	<b>0,37</b>	<b>LOŠE</b>
21038, Bistra, jugozapadno od Darde	HR-R_2A	0,31	0,00	0,93	<b>0,41</b>	<b>UMJERENO</b>
21042, Lateralni kanal, most na cesti Čakovec - Mihovljan	HR-R_2A	0,15	0,00	0,68	<b>0,28</b>	<b>LOŠE</b>
21044, Gornji potok, most na cesti Selnica - Praporčan	HR-R_2A	0,54	0,87	0,75	<b>0,72</b>	<b>DOBRO</b>
21054, Brodec, Peklenica, uz cestu kod osn. škole	HR-R_2A	0,08	1,00	1,00	<b>0,69</b>	<b>DOBRO</b>
21123, Mozdanski jarak (kanal Bistra), M. Hlebine	HR-R_2A	0,08	0,00	1,00	<b>0,36</b>	<b>LOŠE</b>
21206, Kanal Halasica, prije utoka u Barbara kanal	HR-R_2A	0,23	0,00	1,00	<b>0,41</b>	<b>UMJERENO</b>
21208, Kanal VI., Zornice	HR-R_2A	0,08	0,00	1,00	<b>0,36</b>	<b>LOŠE</b>
21314, Vučica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj	HR-R_2A	0,69	0,51	1,00	<b>0,73</b>	<b>DOBRO</b>
21315, Vučica, Beničanci	HR-R_2A	0,23	0,00	0,85	<b>0,36</b>	<b>LOŠE</b>

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

21031, Vuka, Vukovar	HR-R_2B	0,46	0,00	1,00	<b>0,49</b>	<b>UMJERENO</b>
21092, Plitvica, most kod Kućana Gornjeg	HR-R_2B	0,38	0,51	0,93	<b>0,61</b>	<b>DOBRO</b>
21117, Ljuba voda, Ljubešćica	HR-R_2B	0,54	0,87	0,93	<b>0,78</b>	<b>DOBRO</b>
21119, Pošalitva, Lovrečan selo	HR-R_2B	0,23	1,00	1,00	<b>0,74</b>	<b>DOBRO</b>
21061, Vuka, na cesti Krndija - Poganovci	HR-R_2B	0,38	0,43	1,00	<b>0,61</b>	<b>DOBRO</b>
21212, Velika Osatina, Koritna	HR-R_2B	0,15	0,00	0,82	<b>0,33</b>	<b>LOŠE</b>
12211, Vrbova, Pleternica	HR-R_2B	0,46	0,51	0,95	<b>0,64</b>	<b>DOBRO</b>
13400, Kaptolka, Eminovci	HR-R_2B	0,54	0,76	1,00	<b>0,77</b>	<b>DOBRO</b>
21027, Vuka, Tordinci	HR-R_2B	0,85	0,00	0,95	<b>0,60</b>	<b>DOBRO</b>
21028, Vuka, Ada	HR-R_2B	1,00	0,00	0,83	<b>0,61</b>	<b>DOBRO</b>

**Ekološko stanje gorskih i prigorskih tekućica u Panonskoj ekoregiji (tip HR-R\_1)** uglavnom je vrlo dobro. Problematici su lokaliteti Velika Rijeka (Kutjevo) i Šumetlica. Na ta dva lokaliteta zabilježena je najveća koncentracija fosfora u vodi, a ujedno i najmanji broj vrsta (jedna, odnosno dvije vrste, u odnosu na 4-9 vrsta prisutnih na ostalim lokalitetima). Kako je fosfor jedan od najznačajnijih pokretača i pokazatelja eutrofikacije, možemo pretpostaviti kako se na ta dva lokaliteta događa eutrofikacija, zbog čega je broj vrsta smanjen. Naime prirodna ihtiocenoza malih gorskih i prigorskih vodotoka prilagođena je na vrlo čistu vodu, bogatu kisikom i bez značajnijih fluktuacija fizikalno-kemijskih čimbenika. Uslijed eutrofikacije dolazi do promjene i kolebanja fizikalno-kemijskih čimbenika, što osjetljivije vrste ne mogu podnijeti. Kako je i razina dušika povišena na ta dva lokaliteta, možemo očekivati daljnje pogoršanje kvalitete vode za nativnu zajednicu i daljnje pogoršanje indeksa kakvoće, ukoliko se ne poduzmu mjere sprječavanja onečišćenja. Na dva lokaliteta iz ovog tipa primijećene su strane vrste (Bednja, Stažnjevec i Kosteljina, Vrh Pregradski), što su ujedno i jedina dva lokaliteta na kojima je prema ribama utvrđeno dobro ekološko stanje. Uklanjanje stranih vrsta iz tih vodotoka mjera je koja će pomoći očuvanju native riblje zajednice, ali i podizanju kakvoće vode. To je osobito važno primijeniti za Bednju, s obzirom da je njen indeks kakvoće prema ribama 0,61, odnosno na samoj granici umjerenog i dobrog stanja te, ukoliko se ne poduzmu konzervacijske aktivnosti, može se očekivati smanjenje kakvoće vode u sljedećim godinama. U Bednji je također problematična i niska količina kisika, vjerojatno posljedica znatne hidromorfološke izmijenjenosti te rijeke te promjena na obalama i koritu, a možda i posljedica određenog stupnja eutrofikacije i onečišćenja

S druge strane, **ekološko stanje određeno prema ribljoj zajednici u nizinskim malim tekućicama (HR-R\_2A i HR-R\_2B)** ipak je lošije, što je i očekivano s obzirom da su pritisci na nizinske tekućice veći nego na gorske i prigorske, a mjere koje bi te pritiske uklonile ili ublažile malo gdje su prisutne. Štoviše, ako usporedimo sve tipove tekućica u Hrvatskoj, ovi tipovi ubrajaju se među one najlošijeg ekološkog stanja. Od ukupno 38 lokaliteta koji su uključeni u određivanje ekološkog stanja na temelju riba kao biološkog elementa, samo za jedan lokalitet utvrđeno je vrlo dobro ekološko stanje (Kanal, C Kelemen), ali i ovdje je vrijednost HRIR-a na samoj donjoj granici vrlo dobrog ekološkog stanja. Iako ne smatramo da je dobro stanje što se tiče riblje zajednice zadovoljavajuće te da svakako treba težiti vrlo dobrom stanju u svim prirodnim vodotocima, ipak je pozitivno da su 22 lokaliteta iz ovog tipa ocijenjena kao dobra, s obzirom da je na njima nativna ihtiocenoza barem djelomično očuvana. Svakako je preporučljivo provesti hitne mjere stabilizacije i očuvanja ihtiofaune na sedam lokaliteta koji iako su trenutno procijenjeni kao dobrog ekološkog stanja s obzirom na ribe, njihov indeks prema ribama je ispod 0,65 te postoji opasnost daljnjeg pogoršanja kvalitete vode, destabilizacije ihtiocenoza i nestanka još nekih autohtonih vrsta. To su sljedeći vodotoci: Utinja Vratečko, Vučica, Plitvica, Vrbova te Vuka (isti je slučaj sa sva tri lokaliteta na Vuki). Na većini od tih lokaliteta prisutne su strane vrste i smanjena je koncentracija kisika. Na Plitvici i Vrbovoj koncentracija kisika nije značajno smanjena, ali je koncentracija nitrata u vodi znatno povišena, vjerojatno ukazujući na izraženu eutrofikaciju i negativno djelujući na autohtonu ihtiofaunu. Još je veći problem s pet lokaliteta na kojima je utvrđeno umjereno ekološko stanje s obzirom na ribe, 8 lokaliteta lošeg stanja, a osobito s dva lokaliteta na kojima je utvrđeno vrlo loše ekološko stanje. Na lokalitetima lošijeg ekološkog stanja (umjereno, loše i vrlo loše) redovito se može primijetiti kako je autohtona zajednica siromašnija, a prisutne su strane vrste, koje ponegdje čak i dominiraju u broju vrsta ili brojnosti jedinki. Osim prisustva stranih vrsta, veliki problem za riblju zajednicu na nekoliko lokaliteta predstavlja i vrlo niska koncentracija kisika u vodi (na lokalitetima Plavnica, Bjelovacka, Črnec, Moždanski jarak, kanal VI Zornice i Velika Osatina, prosječna koncentracija otopljenog kisika iznosi manje od 5 mg/l). Ako dodamo da je na dva lokaliteta gdje je utvrđeno vrlo loše ekološko stanje s obzirom na ribe (Bjelovacka i potok Črnec), uz nisku koncentraciju kisika utvrđena i izuzetno visoka koncentracija dušika u vodi (12,04 i 19,73 mg/l), očito je kako je na tim lokalitetima prisutno veliko onečišćenje i hipoksija, što je, očekivano, uništilo nativnu riblju zajednicu.



**Procjena ekološkog stanja u nizinskim aluvijalnim, srednje velikim i velikim tekućicama Panonske ekoregije (tipovi HR-R 3A, HR-R 3B, HR-R 3C, HR-R 3D, HR-R 4A, HR-R 4B i HR-R 4C):**

Tablica 28. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u nizinskim aluvijalnim, srednje velikim i velikim vodotocima Panonske ekoregije (tipovi HR-R\_3 i HR-R\_4).

LOKALITET	TIP	OEK(Sa)	OEK(Hrat)	HRIR	EKOLOŠKO STANJE
21052, Boščak II, most na cesti Domašinec - Kvitrovec	HR-R_3A	1,00	1,00	1,00	VRLO DOBRO
21053, Jalšovnica, most u Ferketincu na cesti M. Središće - Dekanovec	HR-R_3A	0,80	0,92	0,86	VRLO DOBRO
12002, Bosut, Apševci	HR-R_3C	0,60	0,83	0,72	DOBRO
12511, Jošava, nizvodno od Đakova	HR-R_3C	1,00	1,00	1,00	VRLO DOBRO
21041, Trnava III, most na cesti Čakovec-GP Goričan	HR-R_3C	0,80	0,52	0,66	DOBRO
21045, Murščak, most na cesti Domašinec - St. Straža	HR-R_3C	0,80	0,00	0,40	UMJERENO
21049, Bistrec-Rakovnica I, most na cesti Hemuševac – Goričan	HR-R_3C	1,00	1,00	1,00	VRLO DOBRO
21050, Bistrec-Rakovnica II, most na putu polj.dobra D.Dubrava-Kotoriba	HR-R_3C	1,00	1,00	1,00	VRLO DOBRO
21078, Lendava, most u Brestiću	HR-R_3B	1,00	1,00	1,00	VRLO DOBRO
12001, Bosut, nizvodno od Vinkovaca	HR-R_3C	0,40	0,89	0,64	DOBRO
12100, Spačva, Lipovac	HR-R_3C	0,40	0,65	0,53	UMJERENO
12106, Kanal Savak, Berak	HR-R_3B	0,80	0,90	0,85	VRLO DOBRO
21012, Karašica, Črnkovci	HR-R_4A	0,60	0,89	0,75	DOBRO
21021, Karašica, nizvodno od Valpova	HR-R_4A	0,60	0,90	0,75	DOBRO
18005, Sutla, Luke Poljanske	HR-R_4A	1,00	1,00	1,00	VRLO DOBRO
21026, Županijski kanal, Vaška	HR-R_4A	0,80	0,99	0,89	VRLO DOBRO
21039, Čađavica, most na ulazu u Gornji Miholjac	HR-R_4A	0,80	0,80	0,80	VRLO DOBRO
21077, Rogstrug, Podravske Sesvete	HR-R_4A	1,00	0,97	0,98	VRLO DOBRO
21079, Bistra Koprivnička, most kod Molvi	HR-R_4A	0,80	0,00	0,40	UMJERENO
21082, Gliboki II, most kod Sigeteca	HR-R_4A	0,80	0,97	0,88	VRLO DOBRO
21085, Bednja, Mali Bukovec	HR-R_4A	0,80	0,98	0,89	VRLO DOBRO
21202, Breznica, cesta Koška-Lacići	HR-R_4A	0,60	0,87	0,73	DOBRO
21214, Poganovačko - Kravički kanal, Josipovac	HR-R_4A	0,40	0,72	0,56	UMJERENO
21223, Županijski kanal, Budrovac Lukački	HR-R_4A	1,00	1,00	1,00	VRLO DOBRO

BIOLOŠKE METODE OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA RIBE U TEKUĆICAMA

15221, Ilova, Veliko Vukovje	HR-R_4B	0,60	0,55	<b>0,58</b>	<b>UMJERENO</b>
13001, Orljava, ispod autoceste	HR-R_4B	0,60	0,91	<b>0,75</b>	<b>DOBRO</b>
14001, Una, most na utoku	HR-R_4B	0,60	0,86	<b>0,73</b>	<b>DOBRO</b>
14002, Una, Hrvatska Kostajnica	HR-R_4B	0,20	0,97	<b>0,58</b>	<b>UMJERENO</b>
14005, Una, granica Bosanski Novi	HR-R_4B	0,80	0,99	<b>0,89</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
15110, Trebež, (Stari Trebež (Pakra)) Trebež, na cesti prije ušća u Savu	HR-R_4B	0,40	0,87	<b>0,63</b>	<b>DOBRO</b>
15220, Ilova, nizvodno od utoka Kutinice	HR-R_4B	0,40	0,80	<b>0,60</b>	<b>DOBRO</b>
15223, Ilova, most na cesti Tomašica - Sokolovac	HR-R_4B	0,40	0,65	<b>0,53</b>	<b>UMJERENO</b>
15226, Ilova, Maslenjača	HR-R_4B	0,80	0,98	<b>0,89</b>	<b>VRLO DOBRO</b>
15352, Česma, Čazma	HR-R_4B	0,60	0,84	<b>0,72</b>	<b>DOBRO</b>
16223, Glina, Slana	HR-R_4B	0,60	0,96	<b>0,78</b>	<b>DOBRO</b>
16229, Glina, Skela	HR-R_4B	0,60	0,94	<b>0,77</b>	<b>DOBRO</b>

Iako se također radi o nizinskim vodotocima, aluvijalne te srednje velike i velike tekućice Panonske ekoregije ipak imaju, generalno gledajući bolje ekološko stanje no što je to slučaj s malim nizinskim tekućicama. Ovakav rezultat nije neobičan, s obzirom da slični pritisci djeluju i na male i na velike nizinske tekućice. Međutim, njihov je utjecaj na malim tekućicama znatno veći jer su populacije manje, vrste prilagođene na manja kolebanja ekoloških čimbenika, ima manje mjesta za bijeg od onečišćenja ili drugih zahvata, s obzirom da je manji volumen vode efekti eutrofikacije i onečišćenja su izraženiji itd.

Određeno je ekološko stanje za ukupno 12 **nizinskih, aluvijalnih tekućica (tipovi HR-R\_3A, HR-R\_3B, HR-R\_3C i HR-R\_3D)**, od čega njih 7 ima vrlo dobro stanje s obzirom na ribe, tri imaju dobro stanje, dok je za dva lokaliteta utvrđeno umjereno ekološko stanje. Zanimljivo je da čak pet lokaliteta (Boščak II, Jošava, Bistrec Rakovnica I, Bistrec Rakovnica II, Lendava) ima utvrđen maksimalni indeks, a kada se pogledaju riblje zajednice na tim lokalitetima – one su prirodne i stabilne, bez prisustva stranih vrsta, iako ne uvijek osobito bogate. S obzirom da se ovdje radi o vodotocima u kojima prirodno dolazi do većih fluktuacija fizikalno-kemijskih čimbenika, riblje zajednice također su tome prilagođene te su manje osjetljive. Uglavnom problem predstavljaju invazivne vrste koje se većinom pojavljuju na mjestima gdje dolazi do osobito izraženih fluktuacija fizikalno-kemijskih čimbenika, u ovom slučaju je to utvrđeno za značajniji porast temperature i pad koncentracije kisika.

Od 24 srednje **nizinska velika i velika vodotoka Panonske ekoregije (tipovi HR-R\_4A, HR-R\_4B i HR-R\_4C)**, na njih devet utvrđeno je vrlo dobro ekološko stanje, a na još 10 lokaliteta dobro ekološko stanje. Pet lokaliteta (Bistra Koprivnička, Poganovačko - Kravički kanal, Ilova – Veliko Vukovje i Tomašica te Una – Hrvatska Kostajnica) imaju umjereno ekološko stanje prema ribama. Generalno gledajući, u vodotocima ovog tipa prisutno je veliko bogatstvo vrsta slatkovodnih riba (čak do 17 vrsta), ali su, nažalost

na većini lokaliteta prisutne i strane vrste. Uklanjanje stranih vrsta svakako bi trebalo biti osnovni preduvjet za obnovu i očuvanje autohtonih populacija. Lokalitet s najlošijim ekološkim stanjem prema ribama unutar ovog tipa tekućica je Bistra Koprivnička, čije se ekološko stanje nalazi na granici lošeg i umjerenog. Na tom su lokalitetu utvrđene samo dvije vrste riba, od kojih je jedna strana te niska koncentracija otopljenog kiska. I ostale lokalitete na kojima je utvrđeno umjereno ekološko stanje karakterizira veća zastupljenost stranih vrsta, a na većini je i koncentracija kisika snižena. Od lokaliteta na kojima je trenutno određeno dobro ekološko stanje posebnu pažnju treba usmjeriti lokalitetima Trebež i Ilova nizvodno od Kutinice, s obzirom da su indeksi utvrđeni za ta dva lokaliteta na samoj granici umjerenog i dobrog ekološkog stanja te postoji mogućnost pogoršanja ekološkog stanja ukoliko se ne provedu mjere za stabilizaciju i očuvanje native ihtiofaune. I na tim je lokalitetima temperatura povišena, a koncentracija kisika snižena, što su uvjeti koji nisu optimalni za native vrste, a dobro ih iskorištavaju invazivne vrste koje dodatno negativno djeluju na autohtonu ihtiofaunu.

**Procjena ekološkog stanja u gorskim i prigorskim malim, srednje velikim i velikim tekućicama te nizinskim srednje velikim i velikim tekućicama Dinaridske kontinentalne ekoregije (tipovi HR-R\_6, HR-R\_7, HR-R\_8A i HR-R\_8B):**

Tablica 29. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u gorskim i prigorskim malim, srednje velikim i velikim tekućicama te nizinskim srednje velikim i velikim vodotocima Dinaridske kontinentalne ekoregije (tipovi HR-R\_6, HR-R\_7, HR-R\_8A i HR-R\_8B).

LOKALITET	TIP	OEK(uINV)	OEK (uOMNI)	OEK (pWCOL)	HRIR	EKOLOŠKO STANJE
51155, potok Gradna I	HR-R_6	0,93	1,00	0,89	<b>0,94</b>	VRLO DOBRO
30018, Curak, most prije utoka u Kupicu	HR-R_6	0,92	1,00	1,00	<b>0,97</b>	VRLO DOBRO
40224, Otuča, nizvodno od Gračaca	HR-R_6	0,10	0,53	1,00	<b>0,54</b>	UMJERENO
11075, Bregana, Divlje vode	HR-R_6	0,88	1,00	0,67	<b>0,85</b>	VRLO DOBRO
11076 Bregana, Bregana	HR-R_6	0,93	1,00	0,67	<b>0,87</b>	VRLO DOBRO
16580, Bistrica, gornji tok, Tuk	HR-R_6	0,77	1,00	0,80	<b>0,86</b>	VRLO DOBRO
16822, Tomašnica, Tomašnica	HR-R_6	0,70	1,00	0,41	<b>0,70</b>	DOBRO
40201, Ričica, Josetin most	HR-R_7	0,96	1,00	1,00	<b>0,99</b>	VRLO DOBRO
30011, Kupa, izvorište, Kupari	HR-R_7	0,87	1,00	1,00	<b>0,96</b>	VRLO DOBRO
16339, Slunjčica, kod crpilišta Slunj	HR-R_7	0,87	1,00	0,89	<b>0,92</b>	VRLO DOBRO
16662, Dretulja, izvorište, Plaški	HR-R_7	0,92	1,00	0,67	<b>0,86</b>	VRLO DOBRO
16753, Tounjčica, Tounj	HR-R_7	0,55	1,00	1,00	<b>0,85</b>	VRO DOBRO
16754, Tounjčica, nizvodno od Tounja	HR-R_7	0,78	1,00	1,00	<b>0,93</b>	VRLO DOBRO
30061, Rječina, Drastin	HR-R_7	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>	VRLO DOBRO
30063, Rječina, Kukuljani	HR-R_7	0,95	1,00	1,00	<b>0,98</b>	VRLO DOBRO
30064, Rječina, uzvodno od Pašca	HR-R_7	1,00	1,00	1,00	<b>1,00</b>	VRLO DOBRO
30009, Kupa, nakon utoka Čabranke kod mjesta Gašparci	HR-R_7	0,90	1,00	1,00	<b>0,97</b>	VRLO DOBRO
30016, Kupica, most prije utoka u Kupu	HR-R_7	0,89	1,00	0,53	<b>0,81</b>	VRLO DOBRO
30020, Čabranka, utok u Kupu - most	HR-R_7	0,86	1,00	1,00	<b>0,95</b>	VRLO DOBRO
16591, Globornica, most na cesti Škrtići-Goričice Dobranske	HR-R_8A	0,57	1,00	0,74	<b>0,77</b>	DOBRO
30008, Kupa, Zapeć (Blaževci)	HR-R_8B	1,00	1,00	0,33	<b>0,78</b>	DOBRO

Na lokalitetima koji pripadaju **tipovima HR-R\_6, HR-R\_7, HR-R\_8A i HR-R\_8B**, a odnose se na **gorske i prigorske male, srednje velike i velike tekućice te nizinske srednje velike i velike tekućice Dinaridske kontinentalne ekoregije** uglavnom je zabilježeno vrlo dobro ekološko stanje te su riblje zajednice najvećim dijelom sastavljene od nativnih vrsta, a strane vrste, ako su negdje i prisutne, ne prevladavaju u zajednicama. Ihtiocenoze su, nadalje, pretežno uravnoteženog sastava i stabilne, iako uglavnom nisu bogate vrstama (najčešće imaju 2-5 vrsta). Međutim, strane su vrste prisutne na nekim lokalitetima te se može očekivati da će njihov negativan utjecaj na autohtonu ihtiocenozu dovesti do pogoršanja ekološkog stanja u sljedećim godinama. Umjereno ekološko stanje procijenjeno je samo za Otuču nizvodno od Gračaca, gdje su zabilježene dvije nativne i jedna strana vrsta, s time da u porijeklo krkušne ne možemo biti sigurni. Na tom je lokalitetu utvrđena izrazito visoka koncentracija amonija u vodi, znatno viša nego na svim ostalim lokalitetima iz ovih tipova, što vjerojatno negativno utječe na ihtiocenozu, osobito na najosjetljivije komponente.

Vrlo je važno naglasiti kako je procjena za vodotoke unutar tipova HR-R\_6, HR-R\_7, HR-R\_8A i HR-R\_8B napravljena za lokalitete koji se pretežno nalaze u uzvodnim dijelovima gorskih i prigorskih malih, srednje velikih i velikih tekućica te nizinskih srednje velikih i velikih tekućica Dinaridske kontinentalne ekoregije, u kojima obitavaju očuvanije riblje zajednice no što je to slučaj u donjim dijelovima pa se tamo očekuju i niže procjene ekološkog stanja.

**Procjena ekološkog stanja u tekućicama krških polja i povremenim tekućicama Dinaridske kontinentalne ekoregije (tipovi HR-R\_9, HR-R\_10A i HR-R\_10B):**

Tablica 30. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u tekućicama krških polja i povremenim tekućicama Dinaridske kontinentalne ekoregije (tipovi HR-R\_9, HR-R\_10A i HR-R\_10B).

LOKALITET	TIP	OEK(pSa)	OEK(uSn)	OEK(uPISC)	HRIR	EKOLOŠKO STANJE
30053, Lika, Kosinj most	HR-R_9	0,00	0,00	1,00	<b>0,33</b>	LOŠE
30033, Gacka, Vrbanov most	HR-R_9	0,50	0,69	0,89	<b>0,69</b>	DOBRO
30019, Delnički potok, most prije utoka u Kupicu	HR-R_10A	0,75	0,94	1,00	<b>0,90</b>	VRLO DOBRO
30072, Potkoš, uzvodno od retencije Potkoš	HR-R_10A	0,60	0,65	0,16	<b>0,47</b>	UMJERENO
30074, Ličanka, most na cesti prema retenciji Potkoš	HR-R_10A	0,00	0,00	0,04	<b>0,01</b>	VRLO LOŠE
30052, Lika, Bilaj	HR-R_10B	0,00	0,00	0,10	<b>0,03</b>	VRLO LOŠE

Ekološko stanje u tekućicama krških polja i povremenim tekućicama Dinaridske kontinentalne regije vrlo je različito između lokaliteta, i najviše uvjetovano promjenama native ihtiocenoze koje su posljedica unašanja stranih vrsta i promjena stanišnih uvjeta. Indeks ekološkog stanja na temelju riba procijenjen je za dvije **tekućice krških polja (tip HR-R\_9)** – u Lici (lokalitet Kosinj most) stanje je loše, što je i očekivano s obzirom da su baš sve zabilježene vrste alohtone; dok je za Gacku procijenjeno dobro ekološko stanje, a tamo se zajednica sastoji od dvije native i dvije strane vrste (native vrste predstavljene su s gotovo dvije trećine jedinki).

Među **povremenim tekućicama Dinaridske kontinentalne ekoregije (tipovi HR-R\_10A i HR-R\_10B)**, ekološko stanje određeno na temelju riba vrlo je dobro u Delničkom potoku, gdje je, uz tri native vrste koje predstavljaju prirodnu zajednicu tog područja, ulovljena samo jedna jedinka strane vrste tako da zajednica nije znatnije promijenjena. Ekološko stanje Potkoša je umjereno. Na tom je lokalitetu i koncentracija kisika snižena, a prisutne su i tri strane vrste (uz dvije native). Situacija na lokalitetima Ličanka i Lika Bilaj izuzetno je loša – na oba je lokaliteta procijenjeno vrlo loše ekološko stanje na temelju riba, uz ekstremno niske indekse. Iako zabrinjavajući, takvi su rezultati posve u skladu sa zabilježenim stanjem na tim lokalitetima, naime na tim je lokalitetima koncentracija kisika snižena, a temperatura povišena te se riblja zajednica sastoji isključivo od stranih vrsta, koje po svojim ekološkim značajkama čak nisu niti slične native vrstama ovog područja.

**Procjena ekološkog stanja u prigorskim i nizinskim malim tekućicama te nizinskim kratkim tekućicama s padom većim od 5 % u Dinaridskoj primorskoj ekoregiji (tipovi HR-R\_11A, HR-R\_11B, HR-R\_14A, HR-R\_14B i HR-R\_14C):**

Tablica 31. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u prigorskim i nizinskim malim tekućicama te nizinskim kratkim tekućicama s padom većim od 5 % u Dinaridskoj kontinentalnoj ekoregiji (tipovi HR-R\_11A, HR-R\_11B, HR-R\_14A, HR-R\_14B i HR-R\_14C).

LOKALITET	TIP	EQR (pOMNI)	EQR(uPISC /uINV)	EQR (uPISC)	EQR (Hnat)	INDEKS	EKOLOŠKO STANJE
40430, Orašnica, prije utoka u Krku	HR-R_11A	0,33	0,00	0,00	0,72	<b>0,26</b>	LOŠE
40431, Orašnica, Kninsko polje	HR-R_11A	1,00	1,00	1,00	0,00	<b>0,75</b>	DOBRO
40215, Kosovčica, kod Lopuske Glavice	HR-R_11B	0,50	1,00	0,33	0,92	<b>0,69</b>	DOBRO
40108, Vojskova, (pritok Cetine)	HR-R_11A	1,00	1,00	1,00	0,00	<b>0,75</b>	DOBRO
40106, Potok Rumin (pritok Cetine)	HR-R_11A	1,00	0,57	0,73	0,50	<b>0,70</b>	DOBRO
40119, Jadro, donji tok	HR-R_14C	0,67	1,00	0,05	0,17	<b>0,47</b>	UMJERENO
40125, Žrnovnica, Korešnica	HR-R_14C	1,00	1,00	1,00	0,21	<b>0,80</b>	VRLO DOBRO
40218, Krupa, u selu Mandići, 300 m nizvodno od izvorišta	HR-R_14A	1,00	0,62	1,00	0,96	<b>0,90</b>	VRLO DOBRO

Među vodotocima koji pripadaju tipovima HR-R\_11A i HR-R\_11B (prigorske i nizinske male tekućice) najlošije ekološko stanje zabilježeno je u Orašnici prije utoka u Krku. Vrlo niska koncentracija kisika, povišena kemijska potrošnja kisika te izuzetno visoka koncentracija amonija odraz su i pokazatelj eutrofikacije i onečišćenja koje je očito prisutno na tom lokalitetu i odgovorno za izražene promjene u ribljoj zajednici. Iako je i na tom lokalitetu zabilježena jedna strana vrsta, ovdje čak ni strane vrste nisu najveći problem, već upravo onečišćenje. Već u uzvodnijem dijelu Orašnice situacija je znatno bolja – prisutna je samo jedna nativna vrsta, ali s velikim brojem jedinki, što je vjerojatno i prirodno stanje uzvodnog dijela Orašnice, dok se u nizvodnijim dijelovima očekuje prisutnost većeg broja vrsta.

Što se tiče nizinskih kratkih tekućica s većim padom (tipovi HR-R\_14A, HR-R\_14B i HR-R\_14C), u Žrnovnici i Krupi je utvrđeno vrlo dobro ekološko stanje te su u njima prisutne uglavnom prirodne zajednice, iako nije prisutan veliki broj vrsta, ali to je prirodno stanje tih vodotoka. U donjem toku Jadra ekološko stanje s obzirom na ribe je umjereno, a povišena koncentracija nitrata ukazuje na eutrofikaciju.

**Procjena ekološkog stanja u prigrorskim i nizinskim srednje velikim i velikim tekućicama te tekućicama krških polja Dinaridske primorske ekoregije (tipovi HR-R 12, HR-R 13, HR-R 13A, HR-R 15A i HR-R 15B):**

Tablica 32. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u prigrorskim i nizinskim srednje velikim i velikim tekućicama te tekućicama krških polja Dinaridske primorske ekoregije (tipovi HR-R\_12, HR-R\_13, HR-R\_13A, HR-R\_15A i HR-R\_15B).

LOKALITET	TIP	EQR(pLITH)	EQR(pFITO)	EQR(uSn)	EQR(INV)	INDEKS	EKOLOŠKO STANJE
40453, Butižnica, HE Golubić	HR-R_12	1,00	1,00	1,00	0,17	<b>0,79</b>	DOBRO
40205, Zrmanja, Palanka	HR-R_12	0,89	1,00	1,00	0,83	<b>0,93</b>	VRLO DOBRO
40102, Cetina, Vinalić	HR-R_12	0,89	0,89	1,00	0,50	<b>0,82</b>	VRLO DOBRO
40416, Krka, nizvodno od Knina	HR-R_12	1,00	1,00	0,71	0,50	<b>0,80</b>	VRLO DOBRO
14006, Una, kod izvorišta Loskun	HR-R_12	1,00	1,00	1,00	0,83	<b>0,96</b>	VRLO DOBRO
14004, Una, izvorište Donja Suvaja	HR-R_12	0,67	1,00	1,00	0,50	<b>0,79</b>	DOBRO
40135, Cetina, Čikotina Lađa	HR-R_12	0,89	0,89	1,00	0,83	<b>0,90</b>	VRLO DOBRO
40105, Cetina, Trilj	HR-R_12	0,67	0,83	0,97	0,67	<b>0,78</b>	DOBRO
40111, Cetina, Radmanove mlinice	HR-R_13	0,38	1,00	1,00	0,83	<b>0,80</b>	VRLO DOBRO
40199, Zrmanja, most na cesti Kostići-Vukmirice	HR-R_13	0,89	1,00	1,00	0,83	<b>0,93</b>	VRLO DOBRO
40203, Zrmanja, ispod brane Muškovci	HR-R_13	0,44	1,00	0,82	1,00	<b>0,82</b>	VRLO DOBRO
40204, Zrmanja, Berberov Buk	HR-R_13	1,00	1,00	1,00	0,83	<b>0,96</b>	VRLO DOBRO
40208, Zrmanja, Žegar	HR-R_13	0,89	1,00	1,00	0,67	<b>0,89</b>	VRLO DOBRO
40515, Norin, Vid	HR-R_13	0,00	0,33	1,00	1,00	<b>0,58</b>	UMJERENO*
40516, Norin, utok Kula Norinska	HR-R_13	0,00	0,22	0,49	0,67	<b>0,35</b>	LOŠE*
40422, Krka, Manastir	HR-R_13A	0,67	0,67	0,07	0,33	<b>0,44</b>	UMJERENO*
40502, Vrljika, Kamen Most	HR-R_15B	0,89	0,89	0,95	0,83	<b>0,89</b>	VRLO DOBRO



Ekološko stanje **prigorskih i nizinskih srednje velikih i velikih tekućica, kao i tekućica krških polja Dinaridske primorske ekoregije (tipovi HR-R\_12, HR-R\_13, HR-R\_13A, HR-R\_15A i HR-R\_15B)** uglavnom je dobro i vrlo dobro, a na većini lokaliteta zajednica je sastavljeno pretežno ili isključivo od nativnih vrsta. Međutim, prisutnost stranih vrsta (na lokalitetima Krka nizvodno od Knina, Cetina u Trilju, Zrmanja ispod brane Muškovci i Vrljika) nikako ne smije biti zanemarena. Trenutno su indeksi kakvoće s obzirom na ribe na tim lokalitetima relativno visoki, zato što strane vrste, čak i kada ih ima veći broj, još uvijek nisu predstavljene sa znatnijim udjelom jedinki, a uz to po ekološkim značajkama oponašaju prirodnu zajednicu. U slučaju porasta broja jedinki stranih vrsta, što se može očekivati u sljedećim godinama ako se ne poduzmu mjere uklanjanja stranih vrsta te one uspostave stabilne populacije, doći će do znatnijih negativnih utjecaja po autohtone ihtiocenoze i sniženja indeksa.

Poseban osvrt je potreban za lokalitete Norin Vid, Norin utok Kula Norinska i Krka manastir, s obzirom da za te lokalitete smatramo da utvrđeni indeks kakvoće na temelju riba ne odgovara stvarnom stanju riblje zajednice na tim lokalitetima, i to iz razloga što je njihova prirodna riblja zajednica vrlo različita u odnosu na ostale vodotoke u ovim tipovima. Prema ribljoj zajednici, ta tri lokaliteta zapravo ne odgovaraju ovim tipovima, odnosno nisu u skladu s ostalim lokalitetima u ovim tipovima, zbog čega ni metodologija razvijena za ove tipove ne omogućuje realnu procjenu stanja za te lokalitete. Za razliku od ostalih lokaliteta koji pripadaju ovim tipovima, Norin i Krka manastir su lokaliteti gdje je na dnu veći udio sitnog sedimenta te je značajnije razvijena vegetacija. Zbog toga je i riblja zajednica drugačija – u njoj prirodno ima više fitofilnih vrsta, dok litofili izostaju ili ih je manje. Takav prirodan sastav zajednice za Norin i dijelove Krke, na ostalim je lokalitetima iz ovih tipova odraz i posljedica antropogenih pritisaka.

**Procjena ekološkog stanja u povremenim tekućicama Dinaridske primorske ekoregije (tipovi HR-R 16A i HR-R 16B):**

Tablica 33. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u povremenim tekućicama Dinaridske primorske ekoregije (tipovi HR-R\_16A i HR-R\_16B).

LOKALITET	TIP	OEK(uCIPR)	OEK(uPISC)	OEK(Hrat)	INDEKS	EKOLOŠKO STANJE
40142, Gornji kanal, pritok Cetine kod Trilja	HR-R_16A	0,99	0,00	0,63	<b>0,54</b>	UMJERENO
40141, Zduški potok, prije utoka u Cetinu	HR-R_16A	0,99	0,51	1,00	<b>0,83</b>	VRLO DOBRO
40507, Jaruga, Jelavića most	HR-R_16A	0,67	1,00	0,00	<b>0,56</b>	UMJERENO
40140, Pritok Cetine uzvodno od Vinalića	HR-R_16A	0,67	1,00	1,00	<b>0,89</b>	VRLO DOBRO
40143, Donji kanal, pritok Cetine kod Trilja	HR-R_16A	1,33	0,00	0,00	<b>0,44</b>	UMJERENO
40314, Kotarka, utok u Vransko jezero	HR-R_16B	0,91	0,00	0,00	<b>0,30</b>	LOŠE
40317, Lateralni kanal prije utoka u Vransko jezero	HR-R_16B	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	VRLO LOŠE
30082, Suha Novljanska Ričina, 1 km uzvodno od ušća	HR-R_16B	0,00	0,18	1,00	<b>0,39</b>	LOŠE

Slična situacija kakva je utvrđena za povremene tekućice Dinaridske kontinentalne regije, zabilježena je i **privremenim tekućicama Dinaridske primorske ekoregije (tipovi HR-R\_16A i HR-R\_16B)** – indeksi kakvoće temeljeni na ribama vrlo se razlikuju između lokaliteta, a veći broj lokaliteta nema zadovoljavajuće stanje. Promjene u sastavu zajednice najizraženije su u prisustvu stranih vrsta, koje na nekim lokalitetima iz ovog tipa i dominiraju. Samo na dva lokaliteta prisutne su isključivo native vrste i prirodna zajednica, a to su ujedno i jedina dva lokaliteta iz ovih tipova za koja je prema ribama utvrđeno vrlo dobro ekološko stanje (Zduški potok i pritok Cetine uzvodno od Vinalića). Za tri vodotoka (Gornji kanal, Donji kanal i Jaruga) utvrđeno je umjereno ekološko stanje. Na svim tim lokalitetima native zajednica je siromašnija, a prisutne su strane vrste. Još je gore stanje ribljih zajednica na utocima Vranskog jezera te na lokalitetu Suha Novljanska Ričina, gdje je utvrđeno loše i vrlo loše ekološko stanje. Na sva ta tri lokaliteta izrazito je promijenjena zajednica riba, iako razlozi tomu nisu isti. Tako je na Suhoj Novljanskoj Ričini izrazito povišena koncentracija suspendiranih tvari i zapravo niti nije prisutna slatkovodna ihtiofauna (osim jegulje, zabilježena je samo jedna morska vrsta). Na dva lokaliteta koji predstavljaju pritoke Vranskog jezera također je povišena koncentracija suspendiranih tvari, ali je izrazito povišena koncentracija nitrata na oba lokaliteta, a na Kotarci također i amonija. Strane vrste dominiraju u zajednicama ili su jedine prisutne.

**Procjena ekološkog stanja u malim, srednje velikim i povremenim tekućicama Istre (tipovi HR-R 17, HR-R 18 i HR-R 19):**

Tablica 34. Omjeri ekološke kvalitete i utvrđeni indeksi ekološke kakvoće prema ribama u malim, srednje velikim i povremenim tekućicama Istre (tipovi HR-R\_17, HR-R\_18 i HR-R\_19).

LOKALITET	TIP	OEK(pFITO)	OEK(pINV)	OEK(Anat)	OEK(Hrat)	INDEKS	EKOLOŠKO STANJE
31070, Pazinčica, Dubravica	HR-R_17	1,00	0,80	0,31	0,81	<b>0,73</b>	DOBRO
31024, Raša, most Mutvica	HR-R_18	0,67	0,67	0,33	0,95	<b>0,65</b>	DOBRO
31011, Mirna, Kamenita vrata	HR-R_18	0,60	0,67	0,42	0,90	<b>0,65</b>	DOBRO
31010, Mirna, Portonski most	HR-R_18	1,00	0,67	0,44	1,00	<b>0,78</b>	DOBRO
31017, Stara Mirna, Gradinje	HR-R_18	0,43	0,67	0,63	0,96	<b>0,67</b>	DOBRO
31023, Mirna, Dionizijev most	HR-R_18	0,71	0,38	0,98	0,92	<b>0,75</b>	DOBRO
31085, Boljunčica, Kožljak	HR-R_18	0,33	0,44	0,17	0,90	<b>0,46</b>	UMJERENO
31040, Dragonja, ušće, kod Kaštela	HR-R_19	1,00	0,67	0,20	0,51	<b>0,59</b>	UMJERENO
31013, Bračana, uzvodno od ceste Buzet - Motovun	HR-R_19	1,00	1,00	0,34	1,00	<b>0,84</b>	VRLO DOBRO
31014, Mala Huba, most na cesti Buzet - Motovun	HR-R_19	1,00	0,67	0,29	1,00	<b>0,74</b>	DOBRO
31021, Raša, most Potpićan	HR-R_19	1,00	0,67	0,28	1,00	<b>0,74</b>	DOBRO

U tekućicama Istre (tipovi HR-R\_17, HR-R\_18 i HR-R\_19) stanje je na većini lokaliteta dobro. U većini istraživanih tekućica prevladavaju autohtone vrste. Međutim, na većem broju lokaliteta zabilježene su i strane vrste (Pazinčica, Raša, Mirna, Stara Mirna, Boljunčica i Dragonja), koje trenutno ne dominiraju u zajednicama, ali zasigurno negativno utječu na native populacije i u budućnosti bi mogle postati još brojnije te dovesti do nestanka autohtonih vrsta. Veći udio alohtonih vrsta zabilježen je na lokalitetima Dragonja ušće i Bojunčica Kožljak, što su ujedno i dva lokaliteta na kojima je na temelju riba procijenjeno umjereno ekološko stanje.

## 11. KORIŠTENA LITERATURA

- Anonymous (1910) Jegulje u Vranskom jezeru na otoku Cresu. *Lovačko-ribarski vjesnik*, 19, 72.
- Anonymous (1945) Ribe i raci u Plitvičkim jezerima. *Priroda*, 32 (9–10), 151–155.
- Anonymous (1964) Ispitivanje Vranskog jezera. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 81.
- Anonymous (2015) Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021. (Nacrt). *Hrvatske vode*, str. 401.
- Argillier, C., Caussé, S., Gevrey, M., Pédrón, S., De Bortoli, J., Brucet, S., Emmrich, M., Jeppesen, E., Lauridsen, T., Mehner, T., Olin, M., Rask, M., Volta, P., Winfield, I.J., Kelly, F., Krause, T., Palm, A. & Holmgren, K. (2013) Development of a fish-based index to assess the eutrophication status of European lakes. *Hydrobiologia*, 704, 193-211.
- Basioli, J. (1957) Ribarstvo otoka Cresa. *Morsko ribarstvo*, 3, 81–84.
- Basioli, J. (1957a) Ribarstvo rijeke Neretve. *Ribarstvo Jugoslavije*, 3, 43–46.
- Basioli, J. (1958) Ribarstvo u području Donje Neretve. *Morsko ribarstvo*, 12, 263–265.
- Basioli, J. (1960) Ribolov na Vranskom jezeru. *Ribarstvo Jugoslavije*, 5, 131–132.
- Basioli, J. (1971) Jegulje (Anguillidae). *Morsko ribarstvo*, 4, 157–168.
- Bašić, Đ. (2005) Ribarstvo Dalmacije u XIX. i XX. stoljeću. *Pomorski zbornik*, 43(1), 261–283.
- Belkinova, D., Mladenov, R., Dimitrova-Dyulgerova, I., Teneva, I., Stoyanov, P., Cheshmedjiev, S. (2012) Phytoplankton of the Stouden Kladenets Reservoir (Eastern Rhodope Mountains, Bulgaria). *University of Plovdiv "Paisii Hilendarski"*, 42-61.
- Belkinova, D., Mladenov, R., Cheshmedjiev, S. (2013) Phyto-plankton. U: Belkinova D. and Gecheva G. (Ur.): *Biological analysis and ecological status assessment of Bulgarian surface water ecosystems*. Plovdiv (Plovdiv University Press), str. 55-95.
- Bogdanović, I. (1954) O vodama plitvičkog sliva. *Ribarstvo Jugoslavije*, 2, 35–37.
- Bogdanović, I. (1959) Problemi oko poribljavanja Plitvičkih jezera. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 94–95.
- Bogdanović, I. (1961) Prvi ozbiljni koraci u poribljavanju Plitvičkih jezera. *Ribarstvo Jugoslavije*, 2, 44–46.
- Buj, I., Marčić, Z., Čaleta, M., Duplić, A., Raguž, L., Zanella, D., Mustafić, P. & Mrakovčić, M. (2018) Očuvanje prirodne baštine Nacionalnog parka Plitvička jezera Program istraživanja, obnove i zaštite autohtone potočne pastrve. *HID*, Zagreb.
- Bužanić, M., Ninčević Gladan, Ž., Marasović, I., Kušpilić, G. & Grbec, B. (2016) Eutrophication influence on phytoplankton community composition in three bays on the eastern Adriatic coast. *Oceanologia*, 58, 302-316.
- CEN document (2003) Water quality – Sampling of fish with electricity. CEN/TC 230, Ref. No. EN 14011: 2003 E.

- CEN document (2004) Water quality – Guidance on the scope and selection of fish sampling methods. CEN/TC 230, Ref. No. EN 14962: 2004 E.
- CEN document (2005) Water quality – Sampling of fish with of fish sampling methods. CEN/TC 230, Ref. No. EN 14757: 2005 E.
- Chislock, M., F., Doster, E., Zitomer, R., A. & Wilson, A., E. (2013) Eutrophication: Causes, Consequences, and Controls in Aquatic Ecosystems. *Nature Education Knowledge*, 4, 10.
- Conley, D., J., Schelske C., L., Stoermer E., F. (1993) Modification of the Biogeochemical Cycle of Silica with Eutrophication. *Marine Ecology Progress series*, 101, 179-192.
- Correll, D. L. (1998) The role of phosphorus in the eutrophication of receiving waters: a review. *Journal of Environmental Quality*, 27, 261-266.
- Didier, J. (1997) Indice biotique d'intégrité piscicole pour évaluer la qualité écologique des écosystèmes lotiques. PhD thesis, Presses Universitaires de Namur, Belgium.
- Donohue, I., Jackson, A.L., Pusch, M.T., Irvine, K. (2009) Nutrient enrichment homogenizes lake benthic assemblages at local and regional scales. *Ecology*, 90(12), 3470-3477.
- EU Water Framework Directive (2000) Directive of the European parliament and of the council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities* 22.12.2000 L 327/1.
- FAME Consortium (2004) Manual for the application of the European Fish Index – EFI. A fish-based method to assess the ecological status of European rivers in support of the Water Framework Directive. Version 1.1, January 2005.
- Fašaić, K., Mrakovčić, M. & Mišetić, S. (1990) Kemizam vode i ihtioprodukcija Visovačkog jezera. U: Kerovec, M. (Ur.): Stanje istraženosti i problemi zaštite ekosistema, Knjiga 2, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, str. 365–375.
- Fijan, N. (1948a) Prevoz i nasađivanje šarana u Vransko jezero. *Ribarstvo Jugoslavije*, 6, 45–46.
- Fijan, N. (1948b) Prelaz jezera Vrana pod nadležnost Ministarstva ribarstva NRH. *Ribarstvo Jugoslavije*, 6, 61.
- Fijan, N. (1949) Godišnjica nasađivanja šarana u Vransko jezero. *Ribarstvo Jugoslavije*, 5, 45–46.
- Fijan, N. (1951) Tri godine uzgoja šarana u Vranskom jezeru. *Slatkovodno ribarstvo Jugoslavije*, 3, 46–52.
- Fijan, N. (1953) Ulov ribe na Vranskom jezeru u 1952. godini. *Ribarstvo Jugoslavije*, 1, 23.
- Fijan, N. (1956) Kako je teklo naseljavanje slatkovodne ribe u Vransko jezero. *Morsko ribarstvo*, 2, 54–56.
- Fijan, N. (1975) Uspomene s jednog službenog putovanja na Vransko jezero. *Ribarstvo Jugoslavije*, 6, 140–141.

- Fortis, A. (1771) Saggio d'osservazioni sopra l'isola di Cherso ed Osero. Società Imperiale, e Reale di Siena, ec., Venezia, str. 132.
- Franić, D. (1910b) Plitvička Jezera i njihova okolica. Kraljevska zemaljska tiskara, Zagreb, str. 439.
- Furse, M.T., Hering, D., Brabec, K., Buffagni, A., Sandin, L., Verdonschot, P.F.M. (2006) The ecological status of European rivers, Evaluation and intercalibration of assessment methods. *Hydrobiologia*, 566, 3-29.
- Gonzales, E.J., Roldan, G. (2019) Eutrophication and Phytoplankton: Some Generalities from Lakes and Reservoirs of the Americas. U: Vitova, M. (Ur): *Microalgae - From Physiology to Application*. IntechOpen, str. 1-13.
- Grce, Z. (1956) Ribarstvo Vranskog jezera. *Morsko ribarstvo*, 7, 217–218.
- Grce, Z. (1957) O rezultatima ribara iz Kopačeva u Vranskom jezeru. *Morsko ribarstvo*, 10, 266–267.
- Grce, Z. (1959) Vrste riba u Vranskom jezeru. *Morsko ribarstvo*, 1, 9.
- Grubišić, F. (1957) Izlovljavanje šarana u Vranskom jezeru. *Morsko ribarstvo*, 5, 144–145.
- Habeković, D. (1967) Eksterijer šarana Vranskog jezera. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 96–104.
- Hafner, R. (1935) Ljetovanje u listopadu ispod slapova Krke. *Ribarski vjesnik*, 9–10, 275–280.
- Hafner-Lahorski, R. (1947a) Jezerska pastrva u našim vodama. *Ribarstvo Jugoslavije*, 5, 79.
- Hafner-Lahorski, R. (1947b) Naši pastrvski orijaši. *Ribarstvo Jugoslavije*, 5, 79–80.
- Heckel, J.J., Kner, R. (1858) *Die Süßwasserfische der Österreichischen Monarchie, mit Rücksicht auf die angrenzenden Länder*. Leipzig, str 388.
- Hering, D., Feld, C.K., Moog, O., Ofenböck T. (2006) Cook book for the development of a multimetric index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia*, 566, 311-324.
- Hirc, D. (1900b) Lika i Plitvička jezera: putne uspomene. Hartman, Zagreb, str. 163.
- Host J. (1802) Botanički put po Istri, Kvarnerskim otocima i Dalmaciji, započet 14. kolovoza 1801, a dovršen 6. kolovoza 1802. (*Viaggio botanico nell'Istria, Isole del Quarnero, e nella Dalmazia, incominciato il dì 14 d'Agosto 1801. e terminato il dì 6 d'Agosto 1802.*), (Transkripcija i prijevod: Krešimir Čvrljak), Matica hrvatska, Rijeka/(Fiume), 1993., str. (78)-79.
- Hrženjak, T., Ehrlich, I. (1981) Lipidi u salmonida u vodama Nacionalnog parka Plitvička jezera. *Ekologija*, 2, 133–140.
- Ittekkot, V., Humborg, C., Schafer, P. (2000) Hydrological Alteration and Marine Biogeochemistry: A Silicate Issue. *BioScience*, 50, 9.

- Jeppesen, E., Jensen, J.P., Søndergaard, M. (2002) Response of phytoplankton, zooplankton, and fish to re-oligotrophication: An 11 year study of 23 Danish lakes. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, 5(1), 31-43.
- Jevtić, J. (1991) Izbor koregonusa - ozimica za nasađivanje u otvorene i zatvorene vode. *Ribarstvo Jugoslavije*, 1–2, 14–26.
- Karr, J.R. (1981) Assessment of Biotic Integrity Using Fish Communities. *Fisheries*, 6, 21–27.
- Karr, J.R., Fausch, K.D., Angermeier, P.L., Yant, P.R., Schlosser, I.J. (1986) Assessing Biological Integrity in Running Waters: A Method and its Rationale. Illinois Natural History Survey, Champaign, IL.
- Kestemont, P., Didier, J., Depiereux, E., Micha, J.C. (2000) Selecting ichthyological metrics to assess river basin ecological quality. *Archiv für Hydrobiologie, Supplementband Monographic Studies*, 121, 321-348.
- Kestemont, P., Goffaux, D. (2002) Metric Selection and Sampling procedures for FAME (D 4-6). *Facultés Universitaires N.D. de la Paix – Namur*, B.
- Kosmat, N. (2003) Morfometrijske značajke vrste *Scardinius erythrophthalmus* L. (Pisces) iz Vranskog jezera kod Biograda. *Diplomski rad, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb*, str. 53.
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007) *Handbook of European Freshwater Fishes*. Kottelat Cornol, Switzerland. Freyhof Berlin, Germany, str. 646.
- Krebs, C.J. (1999) *Ecological Methodology, Second Edition*. Benjamin Cummings, Menlo Park, CA.
- Kunstek, A. (1998) Taksonomske osobitosti vrste roda *Leuciscus* u Vranskom jezeru na otoku Cresu. *Diplomski rad, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb*, str. 51.
- Launois, L., Veslot, J., Irz, P., Argillier, C. (2011) Selecting fish-based metrics responding to human pressures in French natural lakes and reservoirs: towards the development of a fish-based index (FBI) for French lakes. *Ecology of Freshwater Fish*, 20, 120-132.
- Leiner, S. (1998b) Ribe hrvatskog slijevnog područja rijeke Neretve. *Časopis za književnost i znanost*, 9(4), 245–252.
- Leiner, S. (1999) Gospodarenje i ihtiološka istraživanja akvatorija Nacionalnog parka „Plitvička jezera“. *Priroda*, 861, 37–39.
- Lind, L., Schuler, M.S., Hintz, W.D., Stoler, A.B., Jones, D.K., Mattes, B.M., Relyea, R.A. (2018) Salty fertiles: how salinization and eutrophication alter the structure of freshwater communities. *Ecosphere*, 9, e02383.10.1002/ecs2.2383.
- Liu, Y., Chen, J. (2014) *Encyclopedia of Ecology, Second Edition*. Elsevier.

- Livojević, Z. (1962a) Vransko jezero i oko njega. *Morsko ribarstvo*, 11–12, 13–15.
- Livojević, Z. (1962b) Vransko jezero - i oko njega. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 101–103.
- Macchio, S., Rossi, G. L., Rossi, G., De Bonis, S. (2016) Revisione dell'Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche - in preparazione (Zerunian et al., 2009)
- Meštrov, M., Kerovec, M., Habdija, I., Stilinović, B., Mrakovčić, M., Mihaljević, Z., Bukvić, I., Gottstein, S., Schneider, D. & Mustafić, P. (1998) Biološko-ekološka obilježja Vranskog jezera na Cresu (projekt MZT br. 119104).
- Mihov, S. (2010) Development of fish based index for assessing ecological status of Bulgarian rivers (BRI). *Biotechnology and Biotechnology Equipments EQ*. 24/2010/SE, 247-258.
- Miller, P.J., Loates, M.J. (1997) *Fish of Britain & Europe*. Harper Collins Publishers, London.
- Miller, P.J. (2004c) *Knipowitschia croatica* Mrakovčić, Kerovec, Misetic and Schneider, 1994. U: Miller, P.J. (Ur.): *The freshwater fishes of Europe. Gobiidae 2. Vol 8/II*. AULA-Verlag, Wiebelsheim, str. 365–369.
- Morović, D. (1955) Nekoja opažanja o duljini i težini jegulja iz Neretve. *Ribarstvo Jugoslavije*, 2, 28–30.
- Morović, D. (1956) Jadranski mugilidi (cipli, skočci). *Ribarstvo Jugoslavije*, 6, 111–114.
- Morović, D. (1962) Još jedan prilog poznavanju problematike Vranskog jezera. *Morsko ribarstvo*, 7–8, 22–24.
- Morović, D. (1963) Rasprostranjenost Mugilida na istočnoj Jadranskoj obali. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 96–102.
- Morović, D. (1964a) Vransko jezero. *Priroda*, 7, 208–213.
- Morović, D. (1964b) Ribarstveno biološki problemi Vranskog jezera. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 94–101.
- Morović, D. (1967) Godišnje kretanje ulova cipla i jegulje u Vranskom jezeru. *Morsko ribarstvo*, 7–8, 127–130.
- Morović, D. (1970) Quelques observations sur l'anguille, *Anguilla anguilla* L., de la côte orientale de l'Adriatique. *Acta Adriatica*, 27, 1–4.
- Morović, D. (1972) Sve manje jegulja u području donje Neretve. *Morsko ribarstvo*, 3, 111–113.
- Mrakovčić, M. & Mišetić, S. (1990a) Značaj i karakteristike ihtiofaune rijeke Krke. U: Kerovec, M. (Ur.): *Problemi zaštite Nacionalnog parka Krka, Knjiga 2*. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, str. 271–282.
- Mrakovčić, M. (1998) Životinjski svijet u dolini rijeke Neretve s prikazom ribarstva. *Časopis za književnost i znanost*, 9(4) 253–259.
- Mrakovčić, M., Čaleta, M., Mustafić, P., Brigić, A., Zanella, D., Buj, I. (2005) Prikaz životinjskog svijeta šireg područja delte Neretve. *Sektorska studija*, PMF, Zagreb.



- Mrakovčić, M., Kerovec, M., Mihaljević, Z., Ternjej, I., Mustafić, P., Zanella, D., Čaleta, M., Marčić, Z., Buj, I., Brigić, A., Mihinjač, T. (2011) Ihtiološka istraživanja na rijeci Krki s ciljem očuvanja ihtiofaune rijeke. PMF, Zagreb.
- Mrakovčić, M., Mišetić, S. & Povž, M. (1995) Status of freshwater fish in Croatian Adriatic river systems. *Biological conservation*, 72(2), 179–185.
- Mrakovčić, M., Mišetić, S., Plenković-Moraj, A., Razlog-Grlica, J., Mihaljević, Z., Čaleta, M., Mustafić, P., Kerovec, M., Pavlinić, I., Zanella, D., Buj, I., Brigić, A., Gligora, M., Kralj, K. (2004) Kategorizacija i inventarizacija florističkih i faunističkih vrijednosti Parka priode "Vransko jezero". PMF, Zagreb.
- Mrakovčić, M., Mustafić, P., Čaleta, M., Zanella, D., Buj, I., Brigić, A. (2003) Studija i procjene stanja (monitoring) ribljeg fonda područja dijelova rijeka Drave, Save, Krapine, Mirne, Cetine i Matice te Baćinskih jezera u 2002. godini. PMF, Zagreb
- Mrakovčić, M., Mustafić, P., Čaleta, M., Zanella, D., Buj, I., Brigić, A. (2004) Studija i procjene stanja (monitoring) ribljeg fonda područja dijelova rijeka Drave, Save, Krapine, Mirne, Cetine i Matice te Baćinskih jezera u 2003. godini. PMF, Zagreb.
- Mrakovčić, M., Mustafić, P., Kerovec, M., Mišetić, S., Radović, D., Razlog-Grlica, J., Mihaljević, Z., Ternjej, I., Hafner, D., Čaleta, M., Zanella, D., Buj, I. (2002) Dio studije utjecaja na okoliš odvodnje viška vode iz Vrgorskog polja. PMF, Zagreb.
- Mrakovčić, M., Schneider, D., Mišetić, S. & Šurmanović, D. (2000a) Ihtiofauna Baćinskih jezera. U: Kerovec, M. & Durbešić, P. (Ur.): *Prirodoslovna istraživanja biokovskog područja*. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, str. 203–212.
- Mustafić, P., Mrakovčić, M., Zanella, D., Marčić, Z., Čaleta, M. (2016) Istraživački monitoring riba u stajaćicama i u vodama na područjima obuhvaćenima projektom navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištima i vodama (NAPNAV). PMF, Zagreb.
- Ocvirk, J. (1992) Dinamika rasti ščuke *Esox lucius* (Linnaeus 1758) v jezeru Vrana, otok Cres. U: Sokolić, J. (Ur.) *Biologija Cresa i Lošinja*. Fond za kulturu Cres-Lošinj, Katedra Čakavskog sabora Cres-Lošinj, Mali Lošinj-Rijeka, str. 192–199.
- Pažur, K. (1970) Mogućnosti razvoja ribarskog turizma na području nacionalnog parka „Plitvička jezera“. *Ribarstvo Jugoslavije*, 3, 66–69.
- Petriki, O., Lazaridou, M., Bobori, D., (2017) A fish-based index for the assessment of the ecological quality of temperate lakes. *Ecological Indicators*, 78, 556-565.
- Plančić, J. (1948) Privredni značaj Vranskog jezera. *Ribarstvo Jugoslavije*, 5, 35–38.
- Plančić, J. (1952) Ugibanje jegulja u Vranskom jezeru. *Ribarstvo Jugoslavije*, 1–2, 16–17.
- Plančić, J. (1953) Važnost cipla u našim boćatnim i slatkim vodama. *Morsko ribarstvo*, 1–2, 21–22.

- Plančić, J. (1955) Problem ribarstva na Vranskom jezeru. *Morsko ribarstvo*, 12, 331–334.
- Plančić, J. (1956) Tko je kriv za loše stanje na Vranskom jezeru. *Morsko ribarstvo*, 5, 150.
- Pont, D., Hugueny, B., Beier, U., Goffaux, D., Melcher, A., Noble, R., Rogers, C., Roset, N., Schmutz, S. (2006) Assessing river biotic condition at a continental scale: a European approach using functional metrics and fish assemblages. *Journal of Applied Ecology*, 43, 70-80.
- [Pont, D., Delaigue, O. \(2012\) WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report - October 2011 \(version June 2012\)](#)
- Povž, M., Sket, B. (1990) Naše sladkovodne ribe. Založba Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Quignard, J.P. & Douchement, C. (2003) *Alosa fallax nilotica* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808). U: Miller, J.P. (Ur.) The freshwater fishes of Europe. Clupeidae, Anguillidae. Vol 2. AULA-Verlag, Wiesbaden, str. 265–273.
- Roset, N., Grenouillet, G., Goffaux, D., Kestemont, P. (2007) A review of existing fish assemblage indicators and methodologies. *Fisheries Management and Ecology*, 14, 393–405.
- Rowan, J.S., Carwardine, J., Duck, R.W., Bragg, O.M., Black, A.R., Cutler, M.E.J., Soutar, I., Boon, P. (2006) Development of a technique for Lake Habitat Survey (LHS) with applications for the European Union Water Framework Directive. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16, 637-657.
- Runac, M. (1965) Mogućnosti i perspektive ribarskog iskorištavanja Plitvičkih jezera. Diplomski rad, Veterinarski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 55.
- Ržaničanin, B., Safner, R. & Treer, T. (1984a) Utjecaj vanjskih faktora na rast šarana (*Cyprinus carpio* L.) u kaveznom uzgoju. *Ribarstvo Jugoslavije*, 2–3, 49–51.
- Ržaničanin, B., Safner, R. & Treer, T. (1984b) Rezultati prvog kaveznog uzgoja šarana (*Cyprinus carpio* L.) u Vranskom jezeru kod Biograda n/m. *Ribarstvo Jugoslavije*, 2, 29–31.
- Ržaničanin, B., Treer, T. & Safner, R. (1984c) Rezultati prvog kaveznog uzgoja soma (*Silurus glanis* L.) u Vranskom jezeru kod Biograda n/m. *Ribarstvo Jugoslavije*, 32–35.
- Sabioncello, I., Marko, S. & Habeković, D. (1964) Ribarsko-biološka ispitivanja Vranskog jezera. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 82–94.
- Schelske, C, L, Stoermer, E., F. (1971) Eutrophication, Silica Depletion, and Predicted Changes in Algal Quality in Lake Michigan. *Science*, 173, 423-424.
- Schneider, D. (1998) Taksonomske i biološke značajke populacije vijuna *Cobitis taenia* (Pisces, Cobitidae) delte Neretve. Magistarski rad, Biološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 113.

- Schneider, D., Mustafić, P., Mrakovčić, M. & Mihaljević, Z. (2000a) Some aspects of the biology of the Neretvan spined loach. *Folia Zoologica*, 49(1), 159–165.
- Simon, T.P., Sanders, R.E. (1999) Applying an Index of Biotic Integrity Based on Great- River Fish Communities: Considerations in Sampling and Interpretation. U: Simon, T.P. (Ur.): Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities. CRC Press, Boca Raton, FL, str. 475-506
- Smith, V., H., (2003) Eutrophication of freshwater and marine ecosystems: a global problem. *Environ Sci Pollut Res*, 10, 126–139.
- Smolders, A.J.P., Lucassen, E.C.H.E.T., Bobbink, R., Roelofs, J.G.M., Lamers, L.P.M. (2010) How nitrate leaching from agricultural lands provokes phosphate eutrophication in groundwater fed wetlands: the sulphur bridge. *Biogeochemistry*, 98 (1-3), 1–7.
- Šmejkal, M., Ricard, D., Prchalová, M., Říha, M., Muška, M., Blabolil, P., Čech, M., Vašek, M., Jůza, T., Herreras, A.M., Encinad, L., Peterka, J., Kubečka, J. (2015) Biomass and abundance biases in European standard gillnet sampling. *PLOS ONE*, 10, 1-15.
- Šoljan, T. (1931) Osebujući lov jegulja iz Vranskog jezera. *Ribarski list*, 1–4, 16–18.
- Šprem, N., Matulić, D., Treer, T. & Aničić, I. (2005c) A new maximum length and weight for *Scardinius erythrophthalmus*. *Journal of Applied Ichthyology*, 26, 618–619.
- Taipale, S., J., Vuorio, K., Aalto, S., L., Peltomaa, E., Tiirolab M. (2019) Eutrophication reduces the nutritional value of phytoplankton in boreal lakes. *Environmental Research*, 179, Part B.
- Taler, Z. (1950) Visovačka jezerska pastrva (*Salmo visovacensis* n. sp.). *Glasnik Hrvatskoga Prirodoslovnoga društva*, 3, 118–158.
- Taler, Z. (1951) Mekousne. *Slatkovodno ribarstvo Jugoslavije*, 3, 62–64.
- Taler, Z. (1952) Pastrve Plitvičkih jezera i njihova zaštita. *Ribarstvo Jugoslavije*, 4, 25–27.
- Taler, Z. (1954) Krka i problem njezine zaštite. *Ribarstvo Jugoslavije*, 1, 23–24.
- Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Piria, M. & Odak, T. (2002) The introduction of the fish from the Danube area into the Mediterranean Vransko lake, Croatia. Symposium on Inland fisheries management and the aquatic environment. The effects of fisheries management on freshwater ecosystems. Book of abstracts. Windermere, England, str. 43.
- Vukosav, P., Mlakar, M., Cukrov, N., Kwokal, Ž., Pižeta, I., Pavlus, N., Špoljarić, I., Vurnek, M., Brozinčević, A. & Omanović, D. (2014) Heavy metal contents in water, sediment and fish in a karst aquatic ecosystem of the Plitvice Lakes National Park (Croatia). *Environmental Science and Pollution Research*, 21(5), 3826–3839.
- Vuković, T., Ivanović, B. (1971) Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo

Wallace, R., B., Baumann, H., Grear, J., S., Aller, R., C., Gobler, C., J. (2014) Coastal ocean acidification: The other eutrophication problem. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 148, 1-13.

Yang, X., Wu, X., Hao, H.-I., He, Z.-I. (2008) Mechanisms and assessment of water eutrophication. *Journal of Zhejiang University*, 9, 197-209.