

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

SUSTAVNO ISPITIVANJE RIBA U POVRŠINSKIM KOPENENIM VODAMA U 2019. GODINI



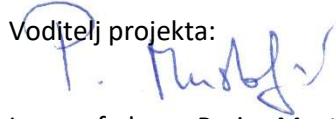
Zagreb, kolovoz 2020.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Biološki odsjek
Horvatovac 102a, Zagreb



SUSTAVNO ISPITIVANJE RIBA U POVRŠINSKIM KOPENENIM VODAMA U 2019. GODINI

Voditelj projekta:


Izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić

Autori:

Izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić

Prof. dr. sc. Davor Zanella

Doc dr. sc. Zoran Marčić

Izv. Prof. dr. sc. Marko Čaleta

Doc. dr. sc. Ivana Buj

Lucija Ivić, mag. prot. nat. et mag. biol. exp.

Lucija Raguž, mag. edu. biol. et chem.

Sven Horvatić, mag. biol. exp.

Roman Karlović, mag. biol. exp.

Suradnik:

Siniša Vajdić

ZAGREB, kolovoz 2020.

1.0. UVOD

1.1. PROPOZICIJE UGOVORA I PROGRAM ISTRAŽIVANJA

Temeljem Ugovora o uslugama „Sustavno ispitivanje riba u površinskim kopnenim vodama u 2019. godini“ (Evid. broj ugovora: 10-045/19) od 20. kolovoza 2019. godine između HRVATSKIH VODA pravne osobe za upravljanje vodama iz Zagreba i PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA Sveučilišta u Zagrebu. Ugovorene su usluge uzorkovanja i ispitivanja riba u kopnenim površinskim vodama u 2019. godini, na 49 različitih mjernih postaja Operativnog, Nadzornog i Istraživačkog monitoringa.

1.2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Prema odredbama Zakona o vodama (NN 153/09, 63/11, 130/11, 56/13, 14/14, 46/18 i 66/19), Hrvatske vode su nadležne za praćenje stanja voda. Plan monitoringa površinskih i podzemnih voda izrađuju Hrvatske vode, u okviru kojega je planirana provedba monitoringa biološkog elementa kakvoće – riba, radi utvrđivanja ekološkog stanja voda, kako je opisano Uredbom o standardu kakvoće voda (NN 73/13, 151/14, 78/15, 61/16, 80/18 i 96/19). Na temelju članka 21. stavka 3. iste Uredbe Hrvatske vode donose Metodologiju monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja i ista se objavljuje na mrežnim stranicama ministarstva nadležnog za vodno gospodarstvo i Hrvatskih voda.

Cilj istraživanja bio je sakupljanje ihtiološkog materijala na tekućicama uz obradu sukladno metodologiji opisanoj u EU normi: Kakvoća vode - Uzorkovanje riba električnom strujom (EN 14011:2003), dok je na stajaćicama ihtiološki materijal bio sakupljan i obrađen sukladno EU normi: Kvaliteta vode - Uzorkovanje riba mrežama različitih veličina oka (EN 14757:2015). Obrađeni materijal iznijet je u formi popisa jedinki pojedinih vrsta riba zabilježenih na svakoj lokaciji, te na temelju brojnosti pojedine vrste u zajednici trebalo je donijeti ocjenu stanja kakvoće vode prema protokolu opisanom u Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće (<http://www.voda.hr>).

1.3. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Temeljem Ugovora o uslugama „Sustavno ispitivanje riba u površinskim kopnenim vodama u 2019. godini“ definirane su slijedeće postaje uzorkovanja ihtiofaune u skladu sa zahtjevima projekta:

Mjerna postaja	Tip površinske vode	KOD	X HTRS	Y HTRS	Učestalost
Sava, nizvodno od utoka Bosne	HR-R_5C	HV-10003	657883	4993086	1
Sava, uzvodno od utoka Bosne	HR-R_5C	HV-10004	655375	4993621	1
Sava, Jankomir	HR-R_5B	HV-10016	450190	5072319	1
Sava, Drenje-Jesenice	HR-R_5B	HV-10017	436955	5080610	1
Sava, Rugvica	HR-R_5B	HV-10019	478969	5067424	1
Sava, nizvodno od utoka Vrbasa, Pričac	HR-R_5C	HV-10021	592255	5000010	1
Kamešnica, Kamešnica	HR-R_1	HV-15389	501195	5110364	1
Lonja, most na cesti N.S. Palanječko-Stručec	HR-R_4	HV-15476	502459	5042200	1
Zelina, Biškupec Zelinski	HR-R_1	HV-15589	479141	5091575	1
Kupčina, Žamarija	HR-R_6	HV-16243	418349	5065171	1
Furjašnica, Donji Furjan	HR-R_6	HV-16346	436785	4992525	1
Vrnjika, most na cesti Kunić-Sabljaki Modruški	HR-R_6	HV-16459	405103	4998772	1
Vrnjika, most na cesti od Plaškog prema n. Bunčić	HR-R_6	HV-16460	410759	4995044	1
Munjava, Čakovac Oštarijski	HR-R_6	HV-16462	405490	5007783	1
Munjava, Josipdol	HR-R_6	HV-16463	404578	5005968	1
Slapnica, prije utoka u Kupčinu	HR-R_6	HV-16561	422229	5061411	1
Vitunjčica, most na cesti Turovići Ogulinski-Brestovac	HR-R_6	HV-16587	395136	5016826	1
Globornica, Medići (Generalski Stol)	HR-R_8	HV-16590	410043	5021593	1
Dretulja, Jakšići	HR-R_7	HV-16663	415255	4992324	1
Bistra, Krainje, Kraljev vrh	HR-R_1	HV-17014	454858	5089065	1
Reka, Lobar	HR-R_1	HV-17403	466406	5112211	1
Plitvička jezera, Proščansko jezero	HR-J_1B	HV-19000	428909	4969468	2
Plitvička jezera, jezero Kozjak	HR-J_1A	HV-19001	429547	4972304	2
Stara Drava, Čingi Lingi - lijeva strana ustave	HR-R_2A	HV-21001	674509	5052552	1
Jezero Sakadaš	HR-R_4	HV-21005	679611	5054818	1
Vuka, Vukovar	HR-R_2B	HV-21031	695994	5026514	1
Bednja, Mali Bukovec	HR-R_4	HV-21085	518363	5127947	1
Plitvica, most kod Kućana Gornjeg	HR-R_2B	HV-21092	490826	5125398	1
Ždalica, Ždala	HR-R_1	HV-21107	549861	5114742	1
Vučica, Beničanci	HR-R_2A	HV-21315	628089	5053841	1
Ormoško jezero	HR-R_5B	HV-22000	475017	5139171	1
Akumulacija HE Čakovec	HR-R_5B	HV-22001	494864	5129956	1
Akumulacija HE Dubrava	HR-R_5B	HV-22002	515241	5131472	1
Dunav, Aljmaš	HR-R_5D	HV-29030	691737	5046407	1
Mura, Mursko Središće	HR-R_5B	HV-29220	495436	5152770	1
Jezero Vrana, Cres, oko 250 m od obale	HR-J_2	HV-30120	333460	4970496	2
Joševica, most na cesti D. Suvaja-Brotnja	HR-R_6	HV-30224	468891	4919747	1
Cetina, Barišići	HR-R_12	HV-40104	494233	4869952	1
Cetina, Radmanove mlinice	HR-R_13	HV-40111	520914	4810797	1
Kobilica, (pritok Zrmanje), Kusac	HR-R_11	HV-40198	466673	4887362	1
Zrmanja, Butiga	HR-R_13	HV-40200	455172	4885443	1
Vransko jezero, motel	HR-J_4	HV-40311	423307	4865526	2
Visovačko jezero, Visovac	HR-J_5	HV-40420	457863	4857816	2
Baćinska jezera, jezero Crniševo	HR-J_3	HV-40520	574000	4770891	2
Baćinska jezera, Jezero Oćuša	HR-J_3	HV-40523	574972	4771389	2
Lipovečka gradna, Smerovišće	HR-R_6	HV-51156	433549	5072233	1
Čučerska reka, Čučerje, Jalševac	HR-R_1	HV-51164	465568	5082436	1
Rudarska gradna, Milinje	HR-R_6	HV-51165	435201	5069540	1
Rudarska gradna, prije utoka u Gradnu	HR-R_6	HV-51166	437611	5073658	1

2. METODOLOGIJA UZORKOVANJA

Uzorkovanje riba na rijekama za potrebe izračunavanja hrvatskog indeksa biotičkog integriteta (IBI-HR) provedeno je s ciljem procjene:

- sastava vrsta i raznolikosti,
- trofičkih odnosa,
- zastupljenosti pojedinih vrsta i
- reprodukcijских navika.

U sklopu europske okvirne direktive o vodama (EU Water Framework Directive ili WFD, 2000) propisan je standardni postupak izbora metode uzorkovanja riba (CEN 14962, 2004). Svih preporuka za uzorkovanje predloženih od FAME konzorcija smo se striktno pridržavali, kako bi na svakoj postaji sakupili reprezentativan uzorak zajednice riba. Dužina uzorkovanog lokaliteta morala je biti dovoljna velika da uključuje životni prostor dominantnih vrsta i obuhvati sva karakteristična staništa (brži i sporiji dijelovi, rukavci...) kako bi uzorak kvalitetno predstavljao riblju zajednicu. Uzorak mora biti dovoljan velik da omogući kvalitetnu procjenu strukture, gustoće i dobne strukture populacija unutar zajednice riba. Uz obuhvaćanje što većeg broja staništa prilikom izbora postaje uzorkovanja treba uzeti u obzir što lakši pristup samom mjestu uzorkovanja i prethodno poznavanje određene postaje.

2.1.1. Odabir lokaliteta

Lokaliteti (postaje) uzorkovanja propisani su projektnim zadatkom, a svaki je lokalitet uzorkovan tako da se maksimalno obuhvati raznolikost svih tipova, prirodnih i staništa pod antropogenim utjecajem, pojedinog lokaliteta.

2.1.2 Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje za potrebe ovog istraživanja provedeno je u tijekom 2018. i 2019. godine, te su rezultati uzorkovanja uzeti u razmatranje za izračun IBI-HR-a. 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 doba godine. Svi datumi uzorkovanja pojedinog lokaliteta navedeni su u Excell tablici koja je sastavni dio ovog izvješća.

2.1.3 Obilježavanje postaje uzorkovanja

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 projektnom zadaćom i tipologijom vodotokova Hrvatske. Mjesta uzorkovanja zadana su projektnim zadatkom.

2.1.4 Način uzorkovanja

Gotovo sve lokalitete iz projektnog zadatka uzorkovali smo metodom elektroribolova (CEN 14011, 2003), osim jednog kojeg smo uzorkovali metodom mreža stajaćica (CEN 14757, 2005). Pri uzorkovanju elektroribolovom koristili smo za male rijeke (porječje < 100 km²) elektroribolovni agregat Hans-Grassl IG200-1B izlazne snage 5 kW, za rijeke srednje veličine (100 – 1000 km²) elektroribolovni agregat Hans-Grassl EL63 II izlazne snage 5 kW, a za velike rijeke (porječje > 1000 km²) 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 0,7 m. 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 uz obalu ako je dubina vodotoka bila manja od 70 cm. Na vrlo velikim rijekama (Savi i Dunavu) korišten je sistem od četiri anode koje vise s vrha izbočene konstrukcije i zatvaraju električno polje širine 2 m, a dva istraživača su sakupljala ošamućenu ribu i dostavljali ju dijelu tima na brojanje i determinaciju. Uzorkovanjem su u najvećoj mjeri pokrivena sva postojeća staništa na svakom pojedinom lokalitetu, a posebno mjesta gdje se ribe mogu sakriti. Noćni je elektroribolov ponekad efikasniji i bolji od onoga danju. Zato se na većim rijekama preporuča noćni ribolov za sakupljanje referentnog uzorka strukture populacija ribe, no za potrebe izračuna indeksa to nije potrebno.

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 zahvaćenu 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 IBI-a, 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.

Za uzorkovanje ihtiološkog materijala na jezerima striktno smo se pridržavali EU norme: Kvaliteta vode - Uzorkovanje riba mrežama različitih veličina oka (EN 14757:2005), kako bismo mogli dobiti standardni kvantificirani uzorak koji će kasnije biti moguće uspoređivati s uzorcima dobivenim korištenjem jednakog ribolovnog napora s istih lokaliteta.

2.1.5 Obrada uzorkovanog materijala

Sve ribe determinirane su, 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 daljnje determinacije. Riba je konzervirana u 4%-tnoj otopini formaldehida. Sve konzervirane jedinke s različitih postaja odvojene su u zasebne posude koje su obilježene izvana i iznutra.

2.1.6 Mjerenje riba

Svim ribama je, prilikom determinacije, izmjerena totalna duljina tijela (TL) – mjeri se ihtiomrom od početka glave do vrha repne peraje; izražava se 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. Ako je bilo prilike, mjerene su i standardna duljina tijela (SL) – od početka glave do početka repne peraje (u mm) i masa ribe – izražava se u gramima. 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 se uglavnom i pridržavali prilikom obrade. 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.

2.2 Izračun IBI-HR indeksa

Da bi se izračunalo indeks, ihtiofauna je uzorkovana na standardni način. Tako je dobiven reprezentativan uzorak koji se može usporediti s tipskom ihtiofaunom i na temelju usporedbe donesen je zaključak o biološkoj kakvoći. U slučajevima kada je na terenu zabilježena samo jedna do tri vrste u ulovu potrebno je procijeniti biološku kakvoću u usporedbi s tipskom zajednicom, ali ne kvantitativno nego kvalitativno. Naime, takav je slučaj najčešće sa salmonidnim vodama u kojima se lovi potočna pastrva. Ako do sada nije zabilježena prisutnost i drugih vrsta koje su značajne za takvu zajednicu (pijor, peš...) tada pojava takve vrste ne narušava kakvoću vode, već se mora raditi korekcija u tipskoj zajednici. Ukoliko se na takvom mjestu pojavi neka vrsta koju je namjerno ubacio čovjek (npr. kalifornijska pastrva) tada se biološki integritet vodotoka narušava, ali opet nije moguće načiniti skalu u kojoj je moguće izračunati teoretske odnose u zajednici za svih 5 stupnjeva kakvoće. Naša je preporuka da se za tako siromašne zajednice vrstama koriste, kao mjerodavni, ostali indeksi biološke kakvoće (makrozoobentos, fitobentos, makrofita) te da se izostavi indeks riblje zajednice iz ocjene ukupne biološke kakvoće vode.

Za ostale slučajeve korisšten je kvantitativni hrvatski indeks biotičkog integriteta IBI-HR temeljem riblje zajednice koji se izračunava uzimajući u obzir sljedeće parametre:

- Relativnu zastupljenost insektivornih/invertivornih vrsta
- Relativnu zastupljenost fitofilnih vrsta
- Relativna zastupljenost litofilnih vrsta
- Relativna zastupljenost reofilnih vrsta
- Relativna zastupljenost bentičkih vrsta
- Relativna zastupljenost invazivnih i unesenih vrsta
- Simpsonov indeks raznolikosti
- Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti

Sve vrijednosti se stavljaju u odnos s vrijednostima referentnog uzorka i izražavaju u decimalnom obliku na skali od 0 do 1 i to tako da se relativna vrijednost pojedinog parametra stavlja u brojnik, a relativna vrijednost istog parametra referentnog uzorka u nazivnik omjera. Jedino se parametar relativna zastupljenost fitofilnih vrsta stavlja u omjer tako da vrijednosti referentnog uzorka idu u brojnik, a vrijednosti s pojedine postaje u nazivnik, jer je to jedini parametar koji svojim povećanim vrijednostima oslabljuje konačne vrijednosti indeksa. Ukoliko su vrijednosti omjera pojedinih parametara veće od 1, tada se kao vrijednost parametra za daljnji izračun koristi vrijednost 1. Isto tako, za izračun relativne zastupljenosti invazivnih i unesenih vrsta koriste se samo dvije vrijednosti - 0 (kada su prisutne u uzorku, bez obzira na broj vrsta) i 1 - kada nema unesenih i invazivnih vrsta u uzorku. Srednja vrijednost svih parametara označava ukupnu vrijednost indeksa.

Granične vrijednosti IBI-HR indeksa temeljem BEK riblje zajednice prikazane su u slijedećoj tablici:

Usklađenost s referentnim uzorkom	
Vrlo dobro stanje	> 0,90
Dobro stanje	> 0,70
Umjereno stanje	> 0,45
Loše stanje	> 0,30
Vrlo loše stanje	

Simpsonov indeks, kao neparametrijska mjera vrlo je jednostavan i koristi se kao alternativa ostalim indeksima koji se teško izračunavaju. Osobito je to bilo važno u prošlosti, prije pojave računala. Ideja indeksa jest da se raznolikost objasni vjerojatnošću da dvije slučajno sakupljene jedinice pripadaju istoj vrsti. Izračunava se po formuli (Krebs, 1999):

$$D = \sum p_i^2$$

gdje je: **D** Simpsonov indeks

p je udio i-te vrste u zajednici

Većina autora koristi ga kao **recipročni Simpsonov indeks** u obliku:

$$1 - D = 1 - \sum (p_i)^2$$

Simpsonov indeks veću težinu polaže na česte vrste u uzorku. Simpsonov indeks se kreće u rasponu od 0 do 1, a recipročni Simpsonov indeks od 0 do S (ukupan broj vrsta).

Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti može se izračunati formulom:

$$E_{1/D} = \frac{1}{s}$$

gdje je $E_{1/D}$ Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks,

D Simpsonov indeks,

s broj vrsta u uzorku.

Ta mjera varira u rasponu od 0 do 1 i nije pod značajnim utjecajem rijetkih vrsta u uzorku.

Tablica 2.1: Ekološke značajke riba obuhvaćenih indeksom

Latinski naziv	Prehrambena strategija	Suspstrat za mrijest	Ekološki zahtjevi	Stupac vode	Invazivna
<i>Abramis brama</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	bentička	
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Alburnus alburnus</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Alburnus arborella</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Alburnus sarmaticus</i>	PLANKT	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Ameiurus melas</i>	OMNI	FITO/LITO	LI	bentička	Invazivna
<i>Anguilla anguilla</i>	INV/PISC	more	EU	bentička	
<i>Leuciscus aspius</i>	PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Atherina boyeri</i>	INS/INV	FITO/LITO	LI	vodeni stupac	
<i>Aulopyge huegeli</i>	INS/INV	LITO	EU	bentička	
<i>Ballerus sapa</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Barbatula barbatula</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Barbus balcanicus</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Barbus barbus</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Barbus plebejus</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Blicca bjoerkna</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	
<i>Carassius gibelio</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	Invazivna
<i>Carassius carassius</i>	OMNI	FITO	LI	bentička	
<i>Chondrostoma knerii</i>	HERB	LITO	RE	bentička	
<i>Chondrostoma nasus</i>	HERB	LITO	RE	bentička	
<i>Chondrostoma phoxinus</i>	HERB	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis dalmatina</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis elongata</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis elongatoides</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Cobitis illyrica</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis narentana</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	

nastavak Tablice 2.1

Latinski naziv	Prehrambena strategija	Suspstrat za mrijest	Ekološki zahtjevi	Stupac vode	Invazivna
<i>Cottus gobio</i>	INS/INV	SPEL	RE	bentička	
<i>Cyprinus carpio</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	
<i>Delminichthys adspersus</i>	INS/INV	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Esox lucius</i>	PISC	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Eudontomyzon danfordi</i>	DET	LITO	RE	bentička	
<i>Eudontomyzon vladykovi</i>	DET	LITO	RE	bentička	
<i>Gambusia holbrooki</i>	INS/INV	OSTR	LI	vodeni stupac	Invazivna
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	
<i>Gobio obtusirostris</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Gymnocephalus baloni</i>	INS/INV	FITO/LITO	EU	bentička	
<i>Gymnocephalus cernua</i>	INS/INV	FITO/LITO	EU	bentička	
<i>Gymnocephalus schraetser</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Knipowitschia croatica</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Knipowitschia mrakovcici</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Lepomis gibbosus</i>	INS/INV	POLI	LI	vodeni stupac	Invazivna
<i>Lethenteron zanandreaei</i>	DET	LITO	RE	bentička	
<i>Leuciscus idus</i>	OMNI	FITO/LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Leuciscus leuciscus</i>	OMNI	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Liza aurata</i>	OMNI	PEL	LI	vodeni stupac	
<i>Liza saliens</i>	HERB/DET	PEL	LI	bentička	
<i>Lota lota</i>	INV/PISC	LITO/PEL	EU	bentička	
<i>Misgurnus fossilis</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Neogobius fluviatilis</i>	INS/INV	SPEL	EU	bentička	Invazivna
<i>Ponticola kessleri</i>	INS/INV	LITO	EU	bentička	Invazivna
<i>Neogobius melanostomus</i>	INS/INV	LITO	EU	bentička	Invazivna
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Padogobius bonelli</i>	INS/INV	FITO/LITO	EU	bentička	
<i>Perca fluviatilis</i>	INV/PISC	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Phoxinellus dalmaticus</i>	INV/PISC	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Phoxinus lumaireul</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	INV/PISC	SPEL	EU	bentička	
<i>Proterorhinus semilunaris</i>	INV/PISC	SPEL	EU	bentička	
<i>Pseudorasbora parva</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	Invazivna
<i>Rhodeus amarus</i>	OMNI	OSTR	EU	vodeni stupac	
<i>Romanogobio kessleri</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Romanogobio vladykovi</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Rutilus aula</i>	INS/INV	FITO	LI	vodeni stupac	
<i>Rutilus basak</i>	INS/INV	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Rutilus rutilus</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Rutilus virgo</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Sabanejewia balcanica</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Salaria fluviatilis</i>	INS/INV	SPEL	EU	bentička	
<i>Salmo farioides</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Salmo obtusirostris</i>	INV/PISC	LITO	RE	bentička	
<i>Salmo trutta</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Sander lucioperca</i>	PISC	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Scardinius dergle</i>	OMNI	FITO	LI	vodeni stupac	
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	OMNI	FITO	LI	vodeni stupac	

nastavak Tablice 2.1

Latinski naziv	Prehrambena strategija	Suspstrat za mrijest	Ekološki zahtjevi	Stupac vode	Invazivna
<i>Silurus glanis</i>	PISC	FITO	EU	bentička	
<i>Squalius cephalus</i>	OMNI	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Squalius illyricus</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius microlepis</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius squalus</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius tenellus</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius zrmanjæ</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Telestes turskyi</i>	INS/INV	FITO	RE	vodeni stupac	
<i>Telestes ukliva</i>	INS/INV	FITO	RE	vodeni stupac	
<i>Thymallus thymallus</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Tinca tinca</i>	OMNI	FITO	LI	bentička	
<i>Umbra krameri</i>	INS/INV	FITO/LITO	LI	bentička	
<i>Vimba vimba</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Zingel streber</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Zingel zingel</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	

Objašnjenje kratica: OMNI - omnivor; INS - insektivor; INV - invertivor; PLANK - planktivor; PISC - piscivor; HERB - herbivor; DET - detritivor; FITO - fitofil; LITO - litofil; PSAM - psamofil; SPEL - speleofil; OSTR - ostrakofil; PEL - pelagofil; EU - euritopska; RE - reofilna; LI - limnofilna;

2.3 Ocjena biološke kakvoće vode istraživanih postaja temeljem zajednice riba

Vrijednost **IBI-HR** dobivena je kvantitativno usporedbom mjerenih parametara s vrijednostima referentnog uzorka. Kada je broj vrsta u uzorku bio manji od 3, tada se vrijednost procjenjuje kvalitativno usporedbom s referentnim uzorkom te se vrijednost indeksa izražava rimskim brojem u tablici. Kako se u većini takvih slučajeva radi o pastrvskim vodama koje nastanjuje samo potočna pastrva, tako je i zajednica uglavnom istovjetna izvornoj, no matematički izračun nije u cijelosti moguć jer za izračun indeksa raznolikosti u zajednici su potrebna najmanje tri člana. U tim slučajevima ocjenjuje se stanje kao vrlo dobro i to ocjenom 1, ali da se razlikuje od kvantitativne metode koristi se rimski broj jedan (I). Kada zbog poribljavanja gotovo da nema izvorne zajednice, ni u tom slučaju nije moguće izračunati vrijednost indeksa, nego se daje ocjena stanja kao vrlo loše, a vrijednost se označava zvjezdicom. Vrijednost indeksa i ocjena stanja vode na pojedinoj postaji prikazani su u rezultatima, dok se izračuni nalaze u Excel tablici u prilogu.

Primjer izračuna indeksa na postaji HV-15495 Strug, Plesmo

		Šifra	HV-15495
	Tip	Strug, Plesmo	
Parametar	4.	Vrijednosti	Usporedba
Relativna zastupljenost insektivornih/invertivornih vrsta	0,5135	0,2000	0,3895
Relativna zastupljenost fitofilnih vrsta	0,4324	0,8667	0,4989
Relativna zastupljenost litofilnih vrsta	0,5405	0,4000	0,7401
Relativna zastupljenost reofilnih vrsta	0,5946	0,0667	0,1121
Relativna zastupljenost bentičkih vrsta	0,6486	0,4000	0,6167
Relativna zastupljenost invazivnih i unesenih vrsta	0	0,3333	0,0000
Simpsonov indeks raznolikosti	0,883	0,7880	0,8924
Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti	0,907	0,8410	0,9272
			0,522118

Princip izračuna indeksa - tipska ili referentna zajednica sastoji se od znanog broja vrsta kojima su pridružene ekološke značajke iz tablice 2.1. bez unesenih vrsta. Za vrijednost čitave zajednice izračunat je Simpsonov indeks i ujednačenost s teoretskim maksimumom tog indeksa. Vrijednosti značajne za pojedini tip uspoređuju se s vrijednostima zabilježenim na staništu. U ovom slučaju na postaji HV-15495 Strug, Plesmo zabilježili smo 15 vrsta riba: 3 insektivorne, 2 piscivorne, 10 omnivornih, 7 fitofilna, 5 fitolitofilna, 1 reofilna, 6 bentičkih i 4 invazivne vrste. Za izračun se uzimaju relativne vrijednosti (npr. $2/5=0,4$, $2/4=0,5$). Za usporedbu se sve zabilježene vrijednosti stavljaju u omjer s tipskom zajednicom, tako da vrijednost na postaji ide u brojnik, a tipska vrijednost u nazivnik, osim za parametar relativna zastupljenost fitofilnih vrsta koji se stavlja u omjer tako da vrijednosti referentnog uzorka idu u brojnik, a vrijednosti s pojedine postaje u nazivnik, jer je to jedini parametar koji svojim povećanim vrijednostima oslabljuje konačne vrijednosti indeksa. Vrijednosti omjera veće od 1 zaokružuju se na vrijednost 1, te se srednja vrijednost svih omjera u usporedbi proglašava vrijednošću indeksa i na temelju te vrijednosti se ocjenjuje stanje na istraživanoj postaji prema danoj tablici vrijednosti ocjene stanja.

Ocjena biološke kakvoće tekućica temeljem riblje zajednice moguća je usporedbom s tipskim (referentnim) vrijednostima kako je to dano u primjeru. Sam indeks je jednostavan za primjenu, a svaki slijedeći uzorak na odabranim postajama treba iskoristiti za proširenje same baze i finiju kalibraciju indeksa. Osnovni je problem nedostatak prethodnih podataka ili neuzorkovanje na standardni način. Informacija o izvornoj zajednici ponekad postoji, ali nije kvantitativna i pomaže za formiranje referentnog uzorka, ali same vrijednosti tipskih uzoraka još nisu do kraja definirane. Iako je indeks u potpunosti funkcionalan i koristi se prema smjernicama iznesenim u Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće (<http://www.voda.hr>), tijekom narednih godina treba nastaviti s nadogradnjom baze, a tako nadograđena i revidirana baza treba, zbog sada već velikog broja kvantitativnih uzoraka, poslužiti kao referentna baza u slijedećem četverogodišnjem razdoblju. Revizija referentnih uzoraka bit će provedena kontinuirano, a kada se uoči značajnije odstupanje od trenutno važeće baze referentnih uzoraka, tada će izmjene biti javno objavljene i dostupne za korištenje svim zainteresiranim korisnicima kao tada važeća Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

2.4 Hrvatski indeks za rijeke prema ribama (HRIR)

Za vrijeme provođenja ovog istraživanja paralelno se završavao projekt između Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatskih voda pod nazivom „Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za ribe u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Panonske i Dinaridske ekoregije - analize utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće“ u sklopu kojeg je razvijen i Hrvatski indeks za rijeke prema ribama (HRIR). Indeks HRIR koncipiran je kao tip-specifičan, a za svaki tip su utvrđene metrike riblje zajednice koje daju jasan odgovor na određeni pritisak, kako je navedeno u sljedećoj tablici:

Tablica 2.4.1: Metrike riblje zajednice koje su pokazale odgovore na pojedine pritiske

EKOREGIJA	TIPOVI VODNIH TIJELA	NAZIVI TIPOVA VODNIH TIJELA	ODNOS PRITISAK-ODGOVOR	R ²	p
PANONSKA	HR-R_1 i HR-R_2	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 ₂)	0,264	0,0001
			Razlika između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na čitavoj zajednici (Hdif) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog dušika (N)	0,22	0,00051
	HR-R_3 i HR-R_4	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 i HR-R_8	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	0,361	0,00237

			odgovor na koncentraciju suspendiranih tvari u vodi		
	HR-R_9 i HR-R_10	Gorske i prigorske tekućice krških polja i Povremene tekućice	Udio stranih vrsta (pSa) pokazuje odgovor na temperaturu vode	0,584	0,04737
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 ₂)			0,593	0,04515	
DINARIDSKA PRIMORSKA	HR-R_11 i HR-R_14	Nizinske i prigorske male tekućice i Nizinske tekućice kratkih tokova s padom većim od 5 ‰	Udio omnivornih vrsta (pOMNI) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika (O ₂)	0,62	0,0122
			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 i HR-R_15	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 pokazuje odgovor na električnu vodljivost	0,493	0,001
	HR-R_16	Povremene tekućice	Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes (uCYP) 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 nativnim vrstama i istog indeksa koji uključuje sve vrste (Hrat) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenih nitrata	0,465	0,03737
	HR-R_17, HR-R_18 i HR-R_19	Nizinske i prigorske 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 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	

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

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.

Vrijednost HRIR-a, kao multimetrijskog indeksa 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.

Tablica 2.4.2: 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	0-0.20

2.5 Prikaz revidirane biološke metode ocjene ekološkog stanja na temelju riba u prirodnim jezerima (HRIJ)

2.5.1 UZORKOVANJE

2.5.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje je potrebno provoditi u toplijem dijelu godine, u razdoblja od travnja do studenog, što je razdoblje kada su ribe aktivne u jezerima.

2.5.1.2 Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Uzorkuje se na način da se osigura prikupljanje reprezentativnog uzorka za određenu ihtiocenuzu. Broj mreža koje je potrebno postaviti ovisi o površini jezera (Tablica 2.5.1), a raspoređuju se jednoliko na svim dubinama. U oligotrofnim jezerima postavlja se do osam mreža tijekom jedne noći, dok je u jezerima većeg stupnja produktivnosti potrebno postaviti manji broj mreža.

Tablica 2.5.1. Minimalan lovni napor (izražen kao broj mreža koje je potrebno postaviti tijekom jedne noći) u ovisnosti o površini jezera.

Površina jezera (ha)	Broj mreža različite veličine oka / noć		
	Ukupno	U epi- i metalimnionu	U hipolimnionu
≤ 50	4	2	2
51-300	8	4	4
301-2000	16	8	8
> 2000	24	12	12

2.5.1.3. Način uzorkovanja

Uzorkovanje je potrebno provoditi u skladu sa standardom HRN EN 14757:2015, odnosno upotrebom mreža različite veličine oka (EN 14757:2015), a mjesto postavljanja mreža ovisi o površini i dubini jezera. Koriste se standardne jednostruke najlonske mreže nordijskog tipa, a broj mreža koje je potrebno postaviti ovisi o površini i dubini jezera (Tablica 1). Postavljaju se mreže duljine 30 m, a visine 1,5 m. Svaka mreža nordijskog tipa sastoji se od 12 polja s veličinom oka 5-55 mm i duljine 2,5 m. Mreže je u jezerima potrebno ostaviti 12 sati (preko noći).

2.5.1.4. Determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama

Ribu je potrebno što je moguće brže izvaditi iz mreže te provesti determinaciju ulovljenih jedinki. Determinacija riba vrši se 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. Na terenu se bilježe vrste prisutne na nekom lokalitetu te njihov broj.

2.5.2 LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

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

2.5.3 IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

2.5.3.1 Pokazatelji za ocjenu ekološkog stanja

Pokazatelji za izračun ekološkog stanja jezera na temelju riba su sljedeći:

- Udio jedinki litofilnih vrsta u ukupnom broju jedinki (uLITH)
- Udio piscivornih vrsta u ukupnom broju vrsta (pPISC)
- Razlika između Alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim zabilježenim vrstama (Adif)
- Odnos između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim zabilježenim vrstama (Hrat)
- Udio jedinki nativnih vrsta u ukupnom broju jedinki (uSn)

Navedenih pet metrika ribljih zajednica odabrane su za uključenje u izračun Hrvatskog ribljeg indeksa za jezera (HRIJ) jer su u statističkoj proceduri pokazale značajan odgovor na određene antropogene pritiske.

2.5.3.2 Referentne zajednice i opis bioloških zajednica u vrlo dobrom, dobrom i umjerenom stanju

S obzirom na mali broj jezera na kojima su svima prisutni određeni pritisci, nije moguće izdvojiti referentne zajednice, odnosno referentne lokalitete već je za izračun Omjera ekološke kakvoće potrebno primijeniti pristup najboljih i najlošijih vrijednosti, odnosno gornjih i donjih granica. Najbolje moguće vrijednosti određene metrike (gornje granice, odnosno referentne vrijednosti) definirane su kao vrijednosti neke metrike koje bi bile prisutne u posve prirodnim, nepromijenjenim zajednicama, dok su najgore moguće vrijednosti (donje granice) definirane kao najlošije primijećene ili vrijednosti neke metrike u najgorim mogućim uvjetima (najveći intenzitet pritiska).

VRLO DOBRO EKOLOŠKO STANJE utvrđuje se na temelju ribljih zajednica u jezerima čiji su sastav i struktura u skladu s prirodnim, nepromijenjenim ili malo promijenjenim zajednicama. U uzorku su prisutne i vrste osjetljive na promjene stanišnih uvjeta. Većina jedinki (više od 80 % od ukupnog broja jedinki) pripada nativnim (zavičajnim, autohtonim) vrstama. Piscivorne vrste čine barem četvrtinu svih vrsta u uzorku, dok jedinke koje pripadaju litofilnim vrstama čine barem 10 % svih jedinki u uzorku.

DOBRO EKOLOŠKO STANJE utvrđuje se na temelju zajednica u kojima gustoća vrsta osjetljivih na promjene stanišnih uvjeta pokazuje manje promjene od referentnih uvjeta kao posljedica antropogenih utjecaja na fizikalno-kemijske i/ili hidro-morfološke uvjete. Između 60 i 79 % od ukupnog

broja jedinki pripada nativnim (zavičajnim, autohtonim) vrstama, ali je udio stranih (nezavičajnih, alohtonih) vrsta veći nego u zajednicama vrlo dobrog ekološkog stanja. Udio piscivornih vrsta također je niži, one čine oko 18-24 % ukupnog broja vrsta. Litoofilne vrste su prisutne u zajednici, ali s manje od 10 % jedinki. Ako su neke od komponenata indeksa nešto veće (na primjer zadovoljavajući sastav riblje zajednice), druge metrike su još i niže no što je očekivano za zajednice dobrog ekološkog stanja (na primjer, broj jedinki koje pripadaju nativnim vrstama može biti i manji od 60 %).

U ribljim zajednicama koje odražavaju UMJERENO EKOLOŠKO STANJE prevladavaju strane vrste, nativnih piscivornih vrsta ima vrlo malo ili ih ni nema, a udio jedinki koje pripadaju litoofilnim vrstama također je nizak.

2.5.3.3 Najbolje 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 2.5.2. 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, karakterističnih za posve prirodne, nepromijenjene zajednice. 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 et al. 2006). Slično, ukoliko se negdje ipak pokažu gori uvjeti od najlošijih zabilježenih/predviđenih, OEK se postavlja na 0. Kao što je vidljivo iz Tablice 2.5.2., najbolje vrijednosti nisu nužno i najviše moguće vrijednosti pojedine metrike – za metriku Adif najbolje vrijednosti su najniže, s obzirom da vrijednost te metrike raste s porastom intenziteta pritiska. Vrijednosti svih ostalih metrika (uLITH, pPISC, Hrat, uSn) uključenih u izračun indeksa padaju s porastom intenziteta pritiska te su najgore moguće vrijednosti za te metrike 0. 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 2.5.2. Gornje i donje granice odabranih metrika ribljih zajednica za pojedine tipove/skupine tipova tekućica.

METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	NAJBOLJA VRIJEDNOST (referentna vrijednost u posve prirodnim zajednicama)	NAJGORA VRIJEDNOST (vrijednost u najgorim mogućim uvjetima)	GORNJA GRANICA za izračun OEK	DONJA GRANICA za izračun OEK
Udio jedinki litofilnih vrsta (uLITH)	0,87	0	0,87	0
Udio piscivornih vrsta (pPISC)	0,3	0	0,3	0
Razlika između Alpha indeksa temeljenog na nativnim i na svim zabilježenim vrstama (Adif)	0	3	3	0
Odnos između Shannonovog indeksa temeljenog na nativnim i na svim zabilježenim vrstama (Hrat)	1	0	1	0
Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	1	0	1	0

2.5.3.4 Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

Omjeri ekološke kakvoće (OEK) računaju se zasebno za svaku metriku ribljih zajednica koja se uključuje u izračun indeksa za jezera.

Za metrike ribljih zajednica čija vrijednost pada s porastom intenziteta pritiska (uLITH, pPISC, Hrat, uSn) omjeri ekološke kakvoće računaju se prema sljedećoj formuli:

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

Za metriku ribljih zajednica čija vrijednost raste s porastom intenziteta pritiska (Adif), omjer ekološke kakvoće računaju se prema sljedećoj formuli:

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

Gornje i donje granice za svaku pojedinu metriku navedene su u Tablici 2.5.2.

2.5.3.5 Generiranje Hrvatskog indeksa za jezera prema ribama (HRIJ)

Hrvatski indeks kakvoće za jezera temeljen na ribama (HRIJ) računa se tako da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće i podijele s brojem omjera ekološke kakvoće:

$$HRIJ = \frac{OEK(uLITH) + OEK(pPISC) + OEK(Adif) + OEK(Hrat) + OEK(uSn)}{5}$$

HRIJ je multimetrijski indeks, koji integrira više metrika te objedinjuje odgovore na više pritisaka.

2.5.3.6 Granice klasa

Vrijednosti HRIJ-a veće od 0,8 ukazuju na vrlo dobro stanje vodotoka. Ako HRIJ na nekom lokalitetu ima vrijednost između 0,6 i 0,79, ekološko stanje na tom lokalitetu je dobro, dok vrijednosti HRIJ-a između 0,4 i 0,59 označavaju umjereno ekološko stanje prema ribama kao biološkom elementu. Loše ekološko stanje imaju vodotoci za koje HRIJ ima vrijednosti 0,21-0,39, dok vrijednosti HRIJ-a manje od 0,20 ukazuju na vrlo loše ekološko stanje (Tablica 2.4.2).

3.0 REZULTATI

R. broj	Šifra	Naziv	Površ. voda	Tip površinske vode	Ocjena stanja – IBI-HR	Ocjena stanja - HRIR
1	10003	Sava, nizvodno od utoka Bosne	Tekućica	HR-R_5C	0,76	tip 5
2	10004	Sava, uzvodno od utoka Bosne	Tekućica	HR-R_5C	0,71	tip 5
3	10016	Sava, Jankomir	Tekućica	HR-R_5B	0,97	tip 5
4	10017	Sava, Drenje-Jesenice	Tekućica	HR-R_5B	0,83	tip 5
5	10019	Sava, Rugvica	Tekućica	HR-R_5B	0,82	tip 5
6	10021	Sava, nizvodno od utoka Vrbasa, Pričac	Tekućica	HR-R_5C	0,82	tip 5
7	15389	Kamešnica, Kamešnica	Tekućica	HR-R_1	0,86	0,81
8	15476	Lonja, most na cesti N.S. Palanječko-Stružec	Tekućica	HR-R_4	0,41	0,7
9	15589	Zelina, Biškupec Zelinski	Tekućica	HR-R_1	nema ribe	nema ribe
10	16243	Kupčina, Žamarija	Tekućica	HR-R_6	0,76	0,92
11	16346	Furjašnica, Donji Furjan	Tekućica	HR-R_6	0,74	0,79
12	16459	Vrnjika, most na cesti Kunić-Sabljaki Modruški	Tekućica	HR-R_6	nije moguć izračun	0,94
13	16460	Vrnjika, most na cesti od Plaškog prema n. Bunčić	Tekućica	HR-R_6	0,84	0,96
14	16462	Munjava, Čakovac Oštarijski	Tekućica	HR-R_6	nije moguć izračun	0,24
15	16463	Munjava, Josipdol	Tekućica	HR-R_6	0,74	0,57
16	16561	Slapnica, prije utoka u Kupčinu	Tekućica	HR-R_6	0,98	0,95
17	16587	Vitunjčica, most na cesti Turovići Ogulinski-Brestovac	Tekućica	HR-R_6	0,81	0,92
18	16590	Globornica, Medići (Generalski Stol)	Tekućica	HR-R_8	0,90	0,78
19	16663	Dretulja, Jakšići	Tekućica	HR-R_7	nije moguć izračun	0,94
20	17014	Bistra, Krainje, Kraljev vrh	Tekućica	HR-R_1	0,85	0,72
21	17403	Reka, Lobor	Tekućica	HR-R_1	nije moguć izračun	0,37
22	19000	Plitvička jezera, Proščansko jezero	Stajaćica	HR-J_1B		0,61
23	19001	Plitvička jezera, jezero Kozjak	Stajaćica	HR-J_1A		0,77

R. broj	Šifra	Naziv	Površ. voda	Tip površinske vode	Ocjena stanja – IBI-HR	Ocjena stanja - HRIR
24	21001	Stara Drava, Čingi Lingi - lijeva strana ustave	Stajaćica	HR-R_2A	0,53	0,49
25	21005	Jezero Sakadaš	Stajaćica	HR-R_4	0,58	0,65
26	21031	Vuka, Vukovar	Tekućica	HR-R_2B	0,51	0,49
27	21085	Bednja, Mali Bukovec	Tekućica	HR-R_4	0,75	0,89
28	21092	Plitvica, most kod Kućana Gornjeg	Tekućica	HR-R_2B	0,71	0,61
29	21107	Ždralica, Ždrala	Tekućica	HR-R_1	nema ribe	nema ribe
30	21315	Vučica, Beničanci	Tekućica	HR-R_2A	0,62	0,36
31	22000	Ormoško jezero	Stajaćica	HR-R_5B	0,76	tip 5
32	22001	Akumulacija HE Čakovec	Stajaćica	HR-R_5B	0,94	tip 5
33	22002	Akumulacija HE Dubrava	Stajaćica	HR-R_5B	0,91	tip 5
34	29030	Dunav, Aljmaš	Tekućica	HR-R_5D	0,70	tip 5
35	29220	Mura, Mursko Središće	Tekućica	HR-R_5B	0,86	tip 5
36	30120	Jezero Vrana, Cres, oko 250 m od obale	Stajaćica	HR-J_2		0,83
37	30224	Joševica, most na cesti D. Suvaja-Brotnja	Tekućica	HR-R_6	nije moguć izračun	0,94
38	40104	Cetina, Barišići	Tekućica	HR-R_12	nije moguć izračun	0,79
39	40111	Cetina, Radmanove mlinice	Tekućica	HR-R_13	0,79	0,85
40	40198	Kobilica, (pritok Zrmanje), Kusac	Tekućica	HR-R_11	nije moguć izračun	0,76
41	40200	Zrmanja, Butiga	Tekućica	HR-R_13	nema ribe	nema ribe
42	40311	Vransko jezero, motel	Stajaćica	HR-J_4		0,52
43	40420	Visovačko jezero, Visovac	Stajaćica	HR-J_5		0,84
44	40520	Baćinska jezera, jezero Crniševo	Stajaćica	HR-J_3		0,73
45	40523	Baćinska jezera, Jezero Oćuša	Stajaćica	HR-J_3		0,73
46	51156	Lipovečka gradna, Smerovišće	Tekućica	HR-R_6	nije moguć izračun	0,94
47	51164	Čučerska reka, Čučerje, Jalševac	Tekućica	HR-R_1	0,88	0,78
48	51165	Rudarska gradna, Milinje	Tekućica	HR-R_6	nije moguć izračun	0,67
49	51166	Rudarska gradna, prije utoka u Gradnu	Tekućica	HR-R_6	0,87	0,87

Obavljena su sva terenska istraživanja u Panonskoj i Dinarskoj ekoregiji. Ukupno je posjećeno 49 postaja (37 tekućica i 12 stajaćica).

Rezultati analize ihtiofaune sa svih postaja prikazani su u prilogu. Na 3 postaje nije moguće napraviti analizu zajednice riba jer su postaje ili bile suhe, ili nije utvrđena niti jedna jedinka. IBI-HR nije mogao biti izračunat na još dodatnih 9 postaja na tekućicama, zbog manjeg broja vrsta od tri, te na stajaćicama za koje nije razrađen ocjenski sustav, dok je 11 postaja pripadalo Tipu 5 (vrlo velike rijeke) za koje nije mogao biti izračunat HRIR indeks, jer za taj tip još nije razrađen ocjenski sustav. Prilikom našeg uzorkovanja, nigdje nismo naišli na odstupanja veća od uobičajenih.

4.0 ZAKLJUČAK

Provedenim istraživanjem ihtiofaune na temelju indeksa **IBI-HR** utvrđeno je da je većina postaja koje se mogu ocijeniti prema biološkom elementu kakvoće – ribe, mogla biti ocijenjena kao postaje **dobrog ekološkog stanja** (20), 5 postaja ocijenjeno je kao postaje **umjerenog ekološkog stanja**, 4 postaje **vrlo dobrog ekološkog stanja** (15) i jedna postaja **lošeg ekološkog stanja**. Na temelju novoformiranog **HRIR** indeksa većina postaja ocijenjena je kao postaje **vrlo dobrog ekološkog stanja** (14) i **dobrog ekološkog stanja** (14) što je u skladu sa smjernicama Okvirne direktive o vodama. Ipak, 4 postaje ocijenjene su kao postaje **umjerenog ekološkog stanja**, a tri postaje kao postaje **lošeg ekološkog stanja** te u budućnosti treba tražiti mogućnost korektivnih zahvata u ovoj skupini postaja kako bi se digla ekološka kakvoća i zadovoljili zahtjevi ODV. Zbog potpunog izostanka zajednice riba u uzorku 3 postaje su ocijenjene kao postaje **lošeg ekološkog stanja** prema oba indeksa.

U budućnosti treba razmotriti neke alternativne postaje za uzorkovanje ihtiofaune umjesto postaja na kojima nije zabilježena prisutnost riba. To su najčešće vode koje presušuju ili su pod velikim organskim opterećenjem, pa nije za vjerovati da će u skorijoj budućnosti doći do značajnijih promjena uvjeta na staništu koji bi bili razlog daljnjem istraživanju riba na tim postajama s ciljem ocjenjivanja ekološke kakvoće.

5.0 LITERATURA

- Anonymous (2015) Plan upravljanja vodnim područjima 2016. – 2021. (Nacrt). Hrvatske vode, 401 pp
- 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
- Didier J (1997) Indice biotique d'intégrité piscicole pour évaluer la qualité écologique des écosystèmes lotiques. PhD thesis, Presses Universitaires de Namur, Belgium
- 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
- Kestemont P, Didier J, Depiereux E, Micha JC (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
- Kottelat M, Freyhof J (2007) Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Switzerland.
- Krebs, CJ (1999) Ecological Methodology, Second Edition. Benjamin Cummings, Menlo Park, CA
- Miller PJ, Loates MJ (1997) Fish of Britain & Europe. Harper Collins Publishers, London
- Povž M, Sket B (1990) Naše sladkovodne ribe. Založba Mladinska knjiga, Ljubljana
- Simon TP, Sanders RE (1999) Applying an Index of Biotic Integrity Based on Great- River Fish Communities: Considerations in Sampling and Interpretation. U Simon TP (ed.): Assessing the sustainability and biological integrity of water resources using fish communities. CRC Press, Boca Raton, FL: 475-506
- Vuković T, Ivanović B (1971) Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo

Prilog 1: Izračun ocjene stanja IBI-HR po tipovima vodotoka

Parametar	Tip	Šifra	HV-15389	Šifra	HV-17014	Šifra	HV-51164
		Kamešnica	Kamešnica	Bistra	Kraljev vrh	Čučerska reka	Čučerje, Jalševac
	1a.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,6000	0,7500	1,0000	0,8000	1,0000	0,6667	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000
Rel. zast. litofilnih vrsta	1	0,5000	0,5000	0,8000	0,8000	0,6667	0,6667
Rel. zast. reofilnih vrsta	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,2000	0,5000	1,0000	0,4000	1,0000	0,6667	1,0000
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,5900	0,3180	0,5390	0,6990	1,0000	0,2950	0,5000
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,4850	0,4220	0,8701	0,8670	1,0000	0,4410	0,9093
Vrijednost indeksa			0,86		0,85		0,88

Parametar	Tip	Šifra	HV-21001	Šifra	HV-21031	Šifra	HV-21092	Šifra	HV-21315
		Stara Drava	Čingi Lingi	Vuka	Vukovar	Plitvica	most kod Kućana Gornjeg	Vučica	Beničanci
	2.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,55	0,3077	0,5594	0,2308	0,4196	0,3333	0,6061	0,2727	0,4959
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0,35	0,8462	0,4136	0,7692	0,4550	0,5000	0,7000	0,5455	0,6417
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,6	0,3077	0,5128	0,4615	0,7692	0,5000	0,8333	0,6364	1,0000
Rel. zast. reofilnih vrsta	0,75	0,0000	0,0000	0,1538	0,2051	0,5000	0,6667	0,1818	0,2424
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,5	0,4615	0,9231	0,3077	0,6154	0,3333	0,6667	0,3636	0,7273
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,3846	0,0000	0,2308	0,0000	0,0000	1,0000	0,3636	0,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,895	0,7770	0,8682	0,5200	0,5810	0,3300	0,3687	0,7640	0,8536
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,466	0,8370	1,0000	0,5620	1,0000	0,3940	0,8455	0,8370	1,0000
Vrijednost indeksa			0,53		0,51		0,71		0,62

Parametar	Tip	Šifra	HV-15476	Šifra	HV-21005	Šifra	HV-21085
		Lonja	most N.S. Palanječko- Stružec	Jezero	Sakadaš	Bednja	Mali Bukovec
	4.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,5135	0,1000	0,1947	0,2308	0,4494	0,5333	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0,4324	0,9000	0,4804	0,8462	0,5110	0,4000	1,0000
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,5405	0,7000	1,0000	0,4615	0,8539	0,0667	0,1233
Rel. zast. reofilnih vrsta	0,5946	0,2000	0,3364	0,2308	0,3881	0,6667	1,0000
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,6486	0,3000	0,4625	0,3077	0,4744	0,6000	0,9251
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,3000	0,0000	0,2308	0,0000	0,0667	0,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,883	0,2560	0,2899	0,8320	0,9422	0,8690	0,9841
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,907	0,2850	0,3142	0,9070	1,0000	0,9250	1,0000
Vrijednost indeksa			0,41		0,58		0,75

Parametar	Tip	Šifra	HV-10003	Šifra	HV-10004	Šifra	HV-10016	Šifra	HV-10017
		Sava	nizvodno od utoka Bosne	Sava	uzvodno od utoka Bosne	Sava	Jankomir	Sava	Drenje
	5.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,4118	0,3125	0,7589	0,2500	0,6071	0,5455	1,0000	0,4615	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0,4706	0,6250	0,7530	0,6667	0,7059	0,4545	1,0000	0,4615	1,0000
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,5588	0,5625	1,0000	0,5833	1,0000	0,4545	0,8134	0,6154	1,0000
Rel. zast. reofilnih vrsta	0,5588	0,3750	0,6711	0,4167	0,7456	0,7273	1,0000	0,6154	1,0000
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,6176	0,5625	0,9108	0,5000	0,8096	0,6364	1,0000	0,4615	0,7473
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,1250	0,0000	0,1667	0,0000	0,0000	1,0000	0,0769	0,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,751	0,7210	0,9601	0,5820	0,7750	0,7090	0,9441	0,6820	0,9081
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,118	0,7670	1,0000	0,6320	1,0000	0,7790	1,0000	0,7370	1,0000
Vrijednost indeksa			0,76		0,71		0,97		0,83

Parametar	Tip	Šifra	HV-10019	Šifra	HV-10021	Šifra	HV-22000	Šifra	HV-22001
		Sava	Rugvica	Sava	Pričac	Drava	Ormoško jezero	Drava	Akumulacija HE Čakovec
	5.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,4118	0,4667	1,0000	0,4375	1,0000	0,3333	0,8095	0,5556	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0,4706	0,5333	0,8824	0,6250	0,7530	0,5000	0,9412	0,5556	0,8471
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,5588	0,6000	1,0000	0,5625	1,0000	0,5000	0,8948	0,6667	1,0000
Rel. zast. reofilnih vrsta	0,5588	0,4667	0,8351	0,4375	0,7829	0,2500	0,4474	0,4444	0,7954
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,6176	0,5333	0,8636	0,7500	1,0000	0,8333	1,0000	0,8889	1,0000
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,0667	0,0000	0,2500	0,0000	0,1667	0,0000	0,0000	1,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,751	0,8700	1,0000	0,8870	1,0000	0,8330	1,0000	0,6470	0,8615
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,118	0,9310	1,0000	0,9400	1,0000	0,9030	1,0000	0,7220	1,0000
Vrijednost indeksa			0,82		0,82		0,76		0,94

Parametar	Tip	Šifra	HV-22002	Šifra	HV-29030	Šifra	HV-29220
		Drava	Akumulacija HE Dubrava	Drava	Aljmaš	Mura	Mursko Središće
	5.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,4118	0,8889	1,0000	0,3889	0,9444	0,7059	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0,4706	0,6667	0,7059	0,7222	0,6516	0,2353	1,0000
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,5588	0,5556	0,9942	0,5556	0,9942	0,6471	1,0000
Rel. zast. reofilnih vrsta	0,5588	0,3333	0,5965	0,1667	0,2983	0,6471	1,0000
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,6176	0,6667	1,0000	0,5556	0,8995	0,5882	0,9525
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,0000	1,0000	0,2222	0,0000	0,0588	0,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,751	0,7820	1,0000	0,6230	0,8296	0,6930	0,9228
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,118	0,8760	1,0000	0,6580	1,0000	0,7360	1,0000
Vrijednost indeksa			0,91		0,70		0,86

Parametar	Tip	Šifra	HV-16243	Šifra	HV-16246	Šifra	HV-16460	Šifra	HV-16463
		Kupčina	Žamarija	Furjašnica	Donji Furjan	Vrnjika	most Plaški	Munjava	Josipdol
	6.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,7500	1,0000	1,0000	0,9000	1,0000	0,6667	0,8889	0,5000	0,6667
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0	0,0000	1,0000	0,2000	0,2000	0,0000	1,0000	0,2500	0,2500
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,7500	0,6667	0,8889	0,6000	0,8000	1,0000	1,0000	0,7500	1,0000
Rel. zast. reofilnih vrsta	1	1,0000	1,0000	0,9000	0,9000	1,0000	1,0000	0,7500	0,7500
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,5000	0,3333	0,6667	0,5000	1,0000	0,0000	0,0000	0,2500	0,5000
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,3333	0,0000	0,1000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,7330	0,3850	0,5252	0,7880	1,0000	0,5950	0,8117	0,5490	0,7490
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,4650	0,5740	1,0000	0,8710	1,0000	0,8680	1,0000	0,7020	1,0000
Vrijednost indeksa			0,76		0,74		0,84		0,74

Parametar	Tip	Šifra	HV-16561	Šifra	HV-16587	Šifra	HV-51166
		Slapnica	pr. utoka u Kupčinu	Vitunjčica	most Turovići	Rudarska gradna	prije utoka u Gradnu
	6.	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,7500	0,8571	1,0000	1,0000	1,0000	0,7500	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000	0,0000	1,0000
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,7500	0,7143	0,9524	0,7500	1,0000	0,7500	1,0000
Rel. zast. reofilnih vrsta	1	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,5000	0,4286	0,8571	0,2500	0,5000	0,5000	1,0000
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,0000	1,0000	0,2500	0,0000	0,0000	1,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,7330	0,7490	1,0000	0,7320	0,9986	0,2340	0,3192
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,4650	0,8530	1,0000	0,9530	1,0000	0,3080	0,6624
Vrijednost indeksa			0,98		0,81		0,87

Parametar	Tip	Šifra	HV-16590
		Globornica	Medići
	8.	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,5	0,7500	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0,3462	0,1250	1,0000
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,6154	0,3750	0,6094
Rel. zast. reofilnih vrsta	0,6538	0,8750	1,0000
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,5769	0,6250	1,0000
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,0000	1,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,804	0,4510	0,5609
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,196	0,5140	1,0000
Vrijednost indeksa			0,90

Parametar	Tip	Šifra	HV-40111
		Cetina	Radmanove mlinice
	13.	Vrijednosti	Usporedba
Rel. zast. insektivornih/invertivornih vrsta	0,4118	1,0000	1,0000
Rel. zast. fitofilnih vrsta	0,2941	0,3333	0,8824
Rel. zast. litofilnih vrsta	0,4706	0,3333	0,7083
Rel. zast. reofilnih vrsta	0,2941	0,3333	1,0000
Rel. zast. bentičkih vrsta	0,5882	0,6667	1,0000
Rel.tivna zast. invazivnih i unesenih vrsta	0	0,0000	1,0000
Simpsonov i. raznolikosti	0,8720	0,1630	0,1869
Ujednačenost za recip. Simps. ind.	0,4560	0,2390	0,5241
Vrijednost indeksa			0,79

Prilog 2: Izračun ocjene stanja **HRIR** po tipovima vodotoka

ŠIFRA	MJERNA POSTAJA	TIP	Sn	OEK(Sn)	pPSAM	OEK(pPSAM)	H	Hnat	Hdif	OEK(Hdif)	HRIR
16560	Žumberačka reka, uz cestu prema Japetiću	1	1,00	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1	0,37
15356	Dunjara, Ivančan - nizvodno	2A	1,00	0,11	0,00	0,00	0,56	0,92	0,36	0,28	0,13
15358	Zlenin, Vrbovec	2A									
15359	Luka, Vrbovec	2A	3,00	0,33	0,00	0,00	0,60	0,55	0,05	0,9	0,41
15451	Križ, Novoselec	2A	10,00	1,00	0,07	0,21	0,55	0,49	0,06	0,88	0,70
16109	Blatnica, Blatnica	2A	9,00	1,00	0,09	0,28	0,81	0,80	0,01	0,98	0,75
16241	Spojni kanal (vt749), Jastrebarsko-Domagović	2A	12,00	1,00	0,13	0,40	0,75	0,74	0,01	0,98	0,79
16340	Brusovača, selo Sagradžije	2A	5,00	0,56	0,40	1,21	0,60	0,60	0,00	1	0,92
16584	Ribnjak, prije utoka u Dobru	2A	3,00	0,33	0,00	0,00	0,83	0,83	0,00	1	0,44
21046	Kotoripski kanal, most Donja Dubrava – utok kanala Senečnjak	2A									
51132	potok Rakovica, Strmec	2A	4,00	0,44	0,14	0,43	0,62	0,68	0,06	0,88	0,59
51139	potok Medpotoki, prije utoka u Savu	2A	6,00	0,67	0,00	0,00	0,80	0,76	0,04	0,92	0,53
51173	Črnc kanal prije Rugvice, na cesti Dugo Selo - Rugvica	2A	1,00	0,11	0,00	0,00	0,12	0,12	0,00	1	0,37
16050	Petrinjšica, gornji tok, Miočinovići	2B	7,00	0,78	0,29	0,87	0,82	0,82	0,00	1	0,88
17004	Krapina, Bedekovčina	2B	11,00	1,00	0,15	0,47	0,61	0,62	0,01	0,98	0,82
51146	potok Štefanovec	2B	3,00	0,33	0,33	1,01	0,57	0,57	0,00	1	0,78

ŠIFRA	MJERNA POSTAJA	TIP	Sa	OEK(Sa)	H	Hnat	Hrat	OEK(Hrat)	HRIR
51133	Odra II, Čička poljana	3B	3	0,40	0,67	0,67	1,00	1,00	0,70
15374	Glogovnica, Koritna	4	1	0,80	0,71	0,71	1,00	1,00	0,90
15591	Zelina, Božjakovina	4	1	0,80	0,67	0,69	1,03	1,00	0,90
16110	Trepča, Trepča	4	1	0,80	0,87	0,91	1,05	1,00	0,90
16219	Glina, nizvodno od Brusovače	4	1	0,80	0,20	0,2	1,00	1,00	0,90
16221	Glina, Glina	4	2	0,60	0,59	0,62	1,05	1,00	0,80
16342	Radonja, Tušilović	4	1	0,80	0,82	0,82	1,00	1,00	0,90
18001	Sutla, Harmica	4	0	1,00	0,68	0,68	1,00	1,00	1,00
18002	Sutla, Zelenjak	4	0	1,00	0,56	0,51	0,91	0,91	0,96
16003	Kupa, Šišinec	4	3	0,40	0,54	0,43	0,79	0,79	0,60
16004	Kupa, Jamnička Kiselica	4	3	0,40	0,19	0,14	0,73	0,73	0,56
16010	Kupa, Donje Mekušje	4	3	0,40	0,72	0,66	0,92	0,92	0,66
16202	Kupa, Mala Gorica	4	4	0,20	0,13	0,13	1,00	1,00	0,60

ŠIFRA	MJERNA POSTAJA	TIP	uINV	OEK(uINV)	uOMNI	OEK(uOMNI)	pWCOL	OEK(pWCOL)	HRIR
16850	Crna Rijeka, prije utoka u Maticu	6	0,57	0,57	0	1,00	1,00	1,00	0,86
16334	Korana, Slunj	7	0,10	0,10	0,89	0,37	0,78	1,00	0,49
16341	Slunjčica, Slušnica-izvorište	7	0,87	0,87	0,00	1,00	0,67	0,89	0,92
16453	Mrežnica, Juzbašići	7	0,99	0,99	0,00	1,00	0,67	0,89	0,96
16581	Dobra, Luke	7	0,92	0,92	0,00	1,00	0,75	1,00	0,97
16583	Gornja Dobra, most kod Puškarića	7	0,84	0,84	0,15	1,00	0,60	0,80	0,88
16008	Kupa, Bubnjarci	8	0,20	0,20	0,79	0,70	0,40	0,53	0,48
16009	Kupa, Pribanjci	8	0,56	0,56	0,40	1,00	0,27	0,36	0,64
16016	Kupa, Vodostaj	8	0,04	0,04	0,96	0,13	0,50	0,67	0,28
16331	Korana, Velemerić	8	0,47	0,47	0,51	1,00	0,36	0,48	0,65
16333	Korana, Veljun	8	0,61	0,61	0,39	1,00	0,43	0,57	0,73
16451	Mrežnica, Mostanje	8	0,06	0,06	0,94	0,20	0,45	0,60	0,29
16571	Dobra, Gornje Pokupje	8	0,75	0,75	0,22	1,00	0,40	0,53	0,76

ŠIFRA	MJERNA POSTAJA	TIP	pSa	OEK(pSa)	uSn	OEK(uSn)	pINV	OEK(pINV9)	uPISC	OEK(uPISC)	HRIR
16585	Sušica, na cesti Vrbovsko – Moravice	10A	0	1	1	1	0,75	0,28	0,48	1	0,82

			pFITO	OEK(pFITO)	pINV	OEK(pINV)	Anat	OEK(Anat)	Hrat	OEK(Hrat)	HRIR
31071	Pazinčica, ponor	17	0		0		-				
31016	Obuhvatni kanal Srednja Mirna	18	0	1	0,33	0,44		1	2,5	1	0,86

Jezera

	OEK(uLITH)	OEK(pPISC)	OEK(Adif)	OEK(Hrat)	OEK(uSn)	HRUJ	Ekološko stanje
Plitvice-Kozjak	1,00	0,83	0,82	1,00	0,2	0,77	Dobro
Plitvice-Prošćansko jezero	1,00	1,00	0,77	0,10	0,16	0,61	Dobro
Vrana (Cres)	0,84	1,00	0,90	0,52	0,89	0,83	Vrlo dobro
Baćinska	0,81	0,33	0,68	0,88	0,93	0,73	Dobro
Vransko (Biograd)	0,78	0,57	0,36	0,27	0,6	0,52	Umjereno
Visovačko	0,95	0,42	0,93	0,92	0,97	0,84	Vrlo dobro

Prilog 3: Sastav ihtiofaune istraživanih postaja

HV-10003 (Sava, nizvodno od utoka Bosne)	Broj jedinki
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	305
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	67
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	23
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	23
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	30
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	20
<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	85
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	30
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	1
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	30
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	1

HV-10004 (Sava, uzvodno od utoka Bosne)	Broj jedinki
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	150
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	7
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	22
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	14
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	2
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	3
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	12
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	11
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	10
<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	1

HV-10016 (Sava, Jankomir)	Broj jedinki
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	211
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	50
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	73
<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	7
<i>Romanogobio vladkovi</i> (Fang, 1943)	3
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	200
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	1
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	5
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	2

HV-10017 (Sava, Drenje-Jesenice)	Broj jedinki
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	181
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	19
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	16
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	19
<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	75
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	1
<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	5
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	6
<i>Sabanejewia balcanica</i> (Karaman, 1922)	3
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	21

HV-10019 (Sava, Rugvica)	Broj jedinki
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	49
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	305
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	47
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	15
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	102
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	54
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	10
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	121
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	89
<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	134
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	114
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	89
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	10

HV-10021 (Sava, nizvodno od utoka Vrbasa, Pričac)	Broj jedinki
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	22
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	17
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	33
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	16
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	2
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	7
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	12
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	3
<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	2
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	1

HV-15389 Kamešnica, Kamešnica	Broj jedinki
<i>Phoxinus lumaireul</i> Schinz, 1840	190
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	21
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	15
HV-15476 Lonja, most na cesti N.S. Palanječko-Stručec	Broj jedinki
<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	100
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	30
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	2
<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	1
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	1
HV-16243 (Kupčina, Žamarija)	Broj jedinki
<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	123
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	41
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	1
HV-16346 (Furjašnica, Donji Furjan)	Broj jedinki
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	51
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	25
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	9
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	7
<i>Phoxinus lumaireul</i> Schinz, 1840	50
<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	4
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	23
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	1
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	1
HV-16459 (Vrnjika, most na cesti Kunić-Sabljaki Modruški)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	25
HV-16460 (Vrnjika, most na cesti od Plaškog prema n. Bunčić)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	20
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Phoxinus lumaireul</i> Schinz, 1840	9
HV-16462 (Munjava, Čakovac Oštarijski)	Broj jedinki
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	70
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	1

HV-16463 (Munjava, Josipdol)	Broj jedinki
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	15
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	4
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	3
HV-16561 (Slapnica, prije utoka u Kupčinu)	Broj jedinki
<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	19
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	7
<i>Phoxinus lumaireul</i> Schinz, 1840	3
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	5
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	5
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	1
HV-16587 (Vitunjčica, most na cesti Turovići Ogulinski-Brestovac)	Broj jedinki
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	8
<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	14
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	6
<i>Phoxinus lumaireul</i> Schinz, 1840	16
HV-16590 (Globornica, Medići (Generalski Stol))	Broj jedinki
<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	21
<i>Phoxinus lumaireul</i> Schinz, 1840	282
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	10
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	29
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	17
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	5
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	3
HV-16663 (Dretulja, Jakšići)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	5
HV-17014 (Bistra, Krainje, Kraljev vrh)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	42
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	12
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	57
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	26
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	1
HV-17403 (Reka, Lobar)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	29

HV-19000 (Plitvička jezera, Prošćansko jezero)	Broj jedinki
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Phoxinus phoxinus</i> Schinz, 1840	1
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	22

HV-19001 (Plitvička jezera, jezero Kozjak)	Broj jedinki
<i>Phoxinus phoxinus</i> Schinz, 1840	8
<i>Sabanejewia larvata</i> (De Filippi, 1859)	10
<i>Cobitis bilineata</i> Canestrini, 1865	15
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	14
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	1

HV-21001 (Stara Drava, Čingi Lingi - lijeva strana ustave)	Broj jedinki
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	47
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	10
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	9
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	63
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	4
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Ameiurus melas</i> (Rafinesque, 1820)	21
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	2
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède 1802)	1

HV-21005 (Jezero Sakadaš)	Broj jedinki
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	18
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	4
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	21
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	67
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	64
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	92
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	20
<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	12
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	19
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	11
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	1

HV-21031 Vuka, Vukovar	Broj jedinki
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	167
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	22
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	460
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	26
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Leuciscus aspilus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i> (Valenciennes, 1844)	1
<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	1

HV-21085 (Bednja, Mali Bukovec)	Broj jedinki
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	41
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	15
<i>Romanogobio kesslerii</i> (Dybowski, 1862)	1
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	4
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	17
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	31
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	6
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	1
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	1

HV-21092 (Plitvica, most kod Kućana Gornjeg)	Broj jedinki
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	1
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	120
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	14
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	11
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	1
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	1

HV-21315 (Vučica, Beničanci)	Broj jedinki
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	9
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	57
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	40
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	29
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	122
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	14
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	22
<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	2
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	1

HV-22000 (Ormoško jezero)	Broj jedinki
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	9
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	11
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcík & Hensel, 1974	1
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	27
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Romanogobio vladykovi</i> (Fang, 1943)	38
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	36
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	30

HV-22001 (Akumulacija HE Čakovec)	Broj jedinki
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Romanogobio vladykovi</i> (Fang, 1943)	14
<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	11
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	70
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcík & Hensel, 1974	1
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	1

HV-22002 (Akumulacija HE Dubrava)	Broj jedinki
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	76
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	19
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	11
<i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1789)	12
<i>Romanogobio vladykovi</i> (Fang, 1943)	32
<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcík & Hensel, 1974	86
<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	18
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	7
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	1

HV-29030 (Dunav, Aljmaš)	Broj jedinki
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	280
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Leuciscus aspius</i> (Linnaeus, 1758)	11
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	70
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	34
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	4
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	28
<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	9
<i>Gymnocephalus baloni</i> Holcík & Hensel, 1974	1
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	5
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	11
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1839)	1

HV-29220 (Mura, Mursko Središće)	Broj jedinki
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	146
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	284
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	109
<i>Lota lota</i> (Linnaeus, 1758)	17
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Romanogobio kesslerii</i> (Dybowski, 1862)	4
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	8
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	5
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	8
<i>Zingel zingel</i> (Linnaeus, 1766)	7
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	2
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Romanogobio vladkovi</i> (Fang, 1943)	12
<i>Zingel streber</i> (Siebold, 1863)	1
<i>Eudontomyzon vladkovi</i> Oliva & Zanandrea, 1959	1

HV-30120 (Jezero Vrana, Cres, oko 250 m od obale)	Broj jedinki
<i>Scardinius dergle</i> Heckel & Kner, 1858	32
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	3

HV-30224 (Joševica, most na cesti D. Suvaja-Brotnja)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	60

HV-40104 (Cetina, Barišići)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	6

HV-40111 (Cetina, Radmanove mlinice)	Broj jedinki
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	43
<i>Knipowitschia caucasica</i> (Berg, 1916)	2
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	2

HV-40198 (Kobilica, (pritok Zrmanje), Kusac)	Broj jedinki
<i>Phoxinus phoxinus</i> Schinz, 1840	8
<i>Salmo farioides</i> Karaman, 1938	12

HV-40311 (Vransko jezero, motel)	Broj jedinki
<i>Scardinius dergle</i> Heckel & Kner, 1858	55
<i>Rutilus rutilus</i> (Bonaparte, 1841)	14
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	42
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	38
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	30
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	3
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	1
<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859	10

HV-40420 (Visovačko jezero, Visovac)	Broj jedinki
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859	300
<i>Salaria fluviatilis</i> (Asso y del Rio, 1801)	30
<i>Knipowitschia mrakovcici</i> Miller, 2009	10
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	20
<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Squalius illyricus</i> Heckel & Kner, 1858	8
<i>Scardinius dergle</i> Heckel & Kner, 1858	248
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	1

HV-40520 (Baćinska jezera, jezero Crniševo)	Broj jedinki
<i>Rutilus basak</i> (Heckel, 1843)	18
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède 1802)	10
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	11
<i>Scardinius plotizza</i> Heckel & Kner, 1858	3
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	2

HV-40523 (Baćinska jezera, Jezero Oćuša)	Broj jedinki
<i>Rutilus basak</i> (Heckel, 1843)	3
<i>Alburnus neretvae</i> Buj, Sanda & Perea, 2010	5
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Gambusia holbrooki</i> Girard, 1859	150
<i>Alosa fallax</i> (Lacepède, 1803)	4

HV-40523 (Baćinska jezera, Jezero Oćuša)	Broj jedinki
<i>Rutilus basak</i> (Heckel, 1843)	23
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	14
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepède 1802)	51
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	1
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	47

HV-51156 (Lipovečka gradna, Smerovišće)	Broj jedinki
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	10

HV-51164 (Čučerska reka, Čučerje, Jalševac)	Broj jedinki
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	320
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	10
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	57

HV-51165 (Rudarska gradna, Milinje)	Broj jedinki
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	71

HV-51166 (Rudarska gradna, prije utoka u Gradnu)	Broj jedinki
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	69
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	2
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	5
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	3

Report on the Croatian assessment method for fish in natural lakes in the case where the Intercalibration exercise is not possible (Gap 3)

Working Group:

Perica Mustafić, Ivana Buj, Davor Zanella, Zoran Marčić, Marko Čaleta

Division of Zoology, Department of Biology, Faculty of Science, University of Zagreb

Status of the document: Draft-version 3.0

Hrvatske vode

Zagreb, 24 February 2020

Report on the Croatian assessment method for fish in natural lakes in the case where the Intercalibration exercise is not possible (Gap 3)

1. INTRODUCTION

- Member state: Croatia;
- BQE: Fish;
- Water body category (type): Lakes.

Croatia has abundant water resources; however, it has only six natural lakes, which are divided into five types according to abiotic factors: high deep small calcareous lakes (Kozjak and Prošćansko Lakes in the Plitvice Lakes system), lowland deep medium sized calcareous lakes, with cryptodepression (Vrana Lake on the Cres Island), lowland deep small calcareous lakes, with cryptodepression (Baćinska Lakes), lowland shallow large calcareous lakes, with cryptodepression (Vransko Lake near Biograd) and lowland medium deep and medium sized calcareous lakes (Visovac Lake).

Kozjak and Prošćansko Lakes, which are parts of the Plitvice Lakes system, and Visovac Lake are lake-forming river sections. Vransko Lake near Biograd and Baćinska Lakes (Crniševo and Oćuša) are connected to the sea, through permeable karstic terrain and a man-made connections. There are no similar water systems in a conserved state to serve for comparison as sources of reference values for the assessment of their ecological status. Considering the biological element fish, there is marked human impact on all lake systems. Intentionally or not, species from the Danube River basin or other river basins outside Croatia have been introduced to the Adriatic River basin and non-native (introduced) species often significantly influence the present composition of the ichthyofauna in the lakes.

2. DESCRIPTION OF NATIONAL ASSESSMENT METHODS

For the assessment of the ecological quality of six natural lakes present in Croatia, a fish-based index was developed, as required by the Water Framework Directive (WFD) 2000/60/EC. The development of the **Croatian fish index for natural lakes (CFIL)** included procedures previously identified as the best practices (Hering et al. 2006, Argillier et al. 2013, Petriki et al. 2017), but also takes into account peculiarities of Croatian karstic lakes and exceptionally rich ichthyodiversity, with high portion of endemic species. The methodology for CFIL development included steps and methods described in Hering et al. (2006), but also implemented in Petriki et al. (2017) and other papers describing fish-based indices for the assessment of the ecological quality of lakes. Thereafter, the following procedures were implemented:

- Field sampling of fish in Croatian lakes
- Obtaining of all relevant environmental parameters
- Calculating fish fauna metrics
- Selection of relevant environmental parameters and pressure proxies, as well as fish fauna metrics that respond to at least one pressure proxy

- Ecological Quality Ratios calculations
- Multimetric index generation
- Ecological quality class boundaries implementation

The Croatian fish index for natural lakes documents the relationships between fish and pressures in their habitats, as requested by the WFD.

2.1. FISH FAUNA SAMPLING

Description of sampling and data processing

- Sampling time and frequency:

Sampling is carried out once in three years, from April to November, when fish is active in water bodies.

- Sampling method:

Sampling is carried out according to the standard HRN EN 14757:2015 Water quality – Fish sampling with nets of different mesh sizes (EN 14757:2015), in which the system of random placement of net sets depending on the lake surface and depth are elaborated in detail.

According to the above standard, depending on the lake surface and depth, an exact number (Table 1) of standard nylon nets of different mesh sizes of the “Nordic” type is used for collecting a quantitative fish sample of all age categories. In small, shallow lakes (≤ 10 ha), even 8 nets could be sufficient for overfishing, thus it should be adapted to habitat conditions, although fishing efforts should not include less than 4 nets within a fishing period of 12 hours during one night.

Table 1. Number of efforts with benthic gillnets required to allow detection of 50% changes between sampling occasions in relation to lake area and maximum depth

Depth (m)	≤ 20	21- 50	51 - 100	101 - 250	251 - 1000	1000 - 5000
0 - 5,9	8	8	16	16	24	24
6 - 11,9	8	16	24	24	32	32
12 - 19,9	16	16	24	32	40	40
20 - 34,9	16	24	32	40	48	56
35 - 49,9	16	32	32	40	48	56
50 - 74,9			40	40	56	64
≥ 75					56	64

Fishing in lakes is performed with single nylon nets of the Nordic type that have a length of 30 m and height of 1.5 m. Each such net consists of 12 different fields with mesh sizes from 5 to 55 mm and length of 2.5 m in the following order: 43; 19.5; 6.25; 10; 55; 8; 12.5; 24; 15.5; 5; 35 and 29 mm. Considering the lake hydromorphology and ichthyofauna, it is not necessary to use pelagic nets; benthos nets suffice for obtaining an insight of satisfactory quality into the community for the status assessment.

The guidelines stated in Table 2 are applied to fishing for inventory purposes with nets.

Table 2. Minimum effort benthic gillnets (# of gillnet-nights) used in an inventory sampling in relation to lake area

Lake surface (ha)	Number of nets with different mesh sizes / night		
	Total	In epi- /metalimnion	In hypolimnion
≤ 50	4	2	2
51 – 300	8	4	4
301 – 2000	16	8	8
> 2000	24	12	12

Each net is individually cast as an independent sample at a random angle with respect to the bank, while taking into account the lake depth and a proportional representation of individual depths, i.e. more nets are cast into a depth covering a larger surface. Nets are always cast above the thermocline layer.

Prior to sampling, it is necessary to obtain a map of the lake's hydromorphology to distribute nets evenly at all depths, depending on the representation of an individual depth. If it is a large lake with an uneven bottom, then it is necessary to cast the nets randomly at all depths, provided that two experienced ichthyologists are involved on a maximum of 8 nets per night in oligo- to mesotrophic lakes and that the nets do not remain placed in the water after 8:00 a.m. Generally, nets are cast into a lake between 18:00 and 20:00, and removed from water between 06:00 and 08:00. In more productive lakes, the number of nets must be definitely reduced. Each used net is treated as a separate sample. If the recorded mass of fish caught in a single net is larger than 6 kg, the results are not considered perfect, thus the number of hours the net is in water has to be shortened during the next sampling.

- Data processing:

Fish must be removed from the net as soon as possible, determined to the species and its standard length in mm and mass in grams measured. If a large fish quantity is caught in the net, it is important to transfer the fish into a cool area to prevent the drying of the caught fish, and thus also mistakes in the mass measurement.

Laboratories perform only the analyses of questionable samples, i.e. determination of fish samples whose taxonomic status is questionable (a species with an unusual combination of morphological characteristics, a hybrid, a new species, etc.). It is expected that a large majority of samples will have standard determining characteristics.

- Identification level:

Determination to the species level is conducted.

2.2. FISH FAUNA METRICS

Description of fish fauna metrics used to describe fish communities in Croatian lakes

All sampled fish species were classified in groups according to their feeding preferences (omnivores, OMNI; invertivores, INV; and piscivores, PISC), preferences for reproductive substrate (lithophilic, LITH; phytophilic, PHYT; phyto-lithophilic, PHLI; pelagophilic, PEL; species that spawn in the sea, SEA; polyphilic, POLI) and habitat preferences (benthopelagic, WCOL and benthic, BENT) (Table 3).

Table 3. Ecological characteristics of fish species found in the Croatian lakes. As non-native species we consider all species that were introduced to a certain lake, even though they might be native to other water bodies in Croatia.

Species	Family	Feeding strategy	Spawning substrate	Habitat preferences	Native/ Non-native
<i>Alburnus neretvae</i>	Cyprinidae	OMNI	PHLI	WCOL	native
<i>Alosa fallax</i>	Clupeidae	OMNI	LITH	WCOL	non-native
<i>Anguilla anguilla</i>	Anguillidae	INV/PISC	SEA	WCOL	native
<i>Atherina boyeri</i>	Atherinidae	INV	PHLI	WCOL	non-native
<i>Aulopyge huegelii</i>	Cyprinidae	INV	LITH	WCOL	native
<i>Carassius gibelio</i>	Cyprinidae	OMNI	PHYT	WCOL	non-native
<i>Chelon auratus</i>	Mugilidae	OMNI	PEL	WCOL	non-native
<i>Chelon labrosus</i>	Mugilidae	OMNI	PEL	WCOL	non-native
<i>Cobitis bilineata</i>	Cobitidae	INV	PHYT	BENT	native
<i>Cobitis illyrica</i>	Cobitidae	INV	PHYT	BENT	native
<i>Cyprinus carpio</i>	Cyprinidae	OMNI	PHYT	WCOL	non-native
<i>Delminichthys adspersus</i>	Cyprinidae	INV	PHYT	WCOL	native
<i>Esox lucius</i>	Esocidae	PISC	PHYT	WCOL	non-native
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Gasterosteidae	OMNI	PHYT	WCOL	native
<i>Knipowitschia croatica</i>	Gobiidae	INV	PHYT	WCOL	native
<i>Knipowitschia mrakovcici</i>	Gobiidae	INV	PHYT	WCOL	native
<i>Lepomis gibbosus</i>	Centrarchidae	INV	POLI	WCOL	non-native
<i>Liza ramada</i>	Mugilidae	OMNI	PEL	BENTH	non-native
<i>Phoxinus phoxinus</i>	Cyprinidae	INV	LITH	WCOL	native
<i>Pseudorasbora parva</i>	Cyprinidae	OMNI	PHLI	WCOL	non-native
<i>Rutilus basak</i>	Cyprinidae	INV	PHYT	WCOL	native
<i>Sabanejewia larvata</i>	Cobitidae	INV	PHYT	BENT	native
<i>Salaria fluviatilis</i>	Blenniidae	INV	LITH	WCOL	native
<i>Salmo labrax</i>	Salmonidae	INV/PISC	LITH	WCOL	native
<i>Salmo trutta</i>	Salmonidae	INV/PISC	LITH	WCOL	non-native
<i>Scardinius dergle</i>	Cyprinidae	OMNI	PHYT	WCOL	native
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	Cyprinidae	OMNI	PHYT	WCOL	non-native
<i>Silurus glanis</i>	Siluridae	PISC	PHYT	WCOL	non-native
<i>Squalius cephalus</i>	Cyprinidae	OMNI	LITH	WCOL	non-native
<i>Squalius squalus</i>	Cyprinidae	OMNI/PISC	LITH	WCOL	native
<i>Tinca tinca</i>	Cyprinidae	OMNI	PHYT	WCOL	non-native

After field investigation, determination and measurement of all individuals, we have prepared a total of 84 metrics that describe fish assemblages. Metrics belonging to four metric types have been prepared (following Furse et al. 2006), but also several additional metrics, similarly as conducted in previous fish-based indices assessments (for example Petriki et al. 2017). Noteworthy, collocation of certain fish metrics under metric types (as defined by Furse et al. 2006) is sometimes arbitrary, because the same metric can sometimes be collocated under more than one metric type. For example, proportion of

individuals and biomass of species belonging to certain feeding or habitat preferences type can be addressed as functional metrics, because they correspond with ecological functions of taxa, but also as sensitivity/tolerance metrics, since they will be changed as a response to certain stressors. Nevertheless, all metric types are well represented in the metrics that describe fish communities of Croatian lakes and pertinence of certain metric to metric type is less important, because response in all of them to all environmental parameters and pressure proxies has been investigated, as will be described later.

Of the indicative parameters from the IC Guidance, the age structure of the community was not taken as a parameter that, together with the selected parameters, could additionally contribute to the total assessment of the ecological quality of the lakes. Considering the conducted investigations in Central Europe (Šmejkal et al, 2015), which focused on larger specimens that could not be caught by nets according to the EU standard, it was concluded that the share of common bream specimens older than five years in the sample was significantly underestimated. The case was similar with other long-living species. This inadequately shows the actual status regarding the age of the population without a modification of the standard method of net fishing, and the age structure was omitted from the parameters used for the calculation for the Croatian fish index for natural lakes (CFIL).

Table 4. Overview of the metrics included in the analyses with their abbreviations in brackets. Metrics uLITH, pPISC, Adif, Hrat and uSn were eventually chosen for index generation (marked with bold letters).

Composition/ abundance metrics	Richness/ diversity metrics	Sensitivity/ tolerance metrics	Functional metrics	Other metrics
Proportion of native species (pSn) Proportion of non-native species (pSa) Proportion of phytophilic species (pPHYT) Proportion of phyto-lithophilic species (pPHLI) Proportion of pelagophilic species (pPEL) Proportion of species spawning in the sea (pSEA) Proportion of invertivorous species (pINV) Proportion of omnivorous species p(OMNI) Proportion of piscivorous species (pPISC) pPISC/pINV Proportion of benthopelagic species (pWCOL) Proportion of benthic species (pBENT)	Total number of species (S) Number of native species (Sn) Number of non-native species (Sa) Proportion of Salmoniform species (pSALM) Proportion of Cypriniform species (pCYPR) pSALM/pCYPR pPERC (proportion of Perciform species)/pCYPR Shannon index (H) Reciprocal Simpson index (1/S) Margalef index (MI) Alpha index (A) Berger-Parker index (d) Shannon index based on native species (Hnat) Reciprocal Simpson index for native species (1/S) Margalef index for native species (Mlnat) Alpha index for native species (Anat) Berger-Parker index for native species (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)	Proportion of native individuals (uSn) Proportion of non-native individuals (uSa) Proportion of lithophilic individuals (uLITH) Proportion of phytophilic individuals (uPHYT) Proportion of phyto-lithophilic individuals (uPHLI) Proportion of pelagophilic individuals (uPEL) Proportion of individuals spawning in the sea (uSEA) Proportion of invertivorous individuals (uINV) Proportion of omnivorous individuals (uOMNI) Proportion of piscivorous individuals (uPISC) uPISC/uINV Proportion of benthopelagic individuals (uWCOL) Proportion of benthic individuals (uBENT) Proportion of Salmoniform individuals (uSALM) Proportion of Cypriniform individuals (uCYPR) uSALM/uCYPR uPERC (proportion of Perciform individuals)/uCYPR Proportion of native individuals biomass (bnat) Proportion of non-native individuals biomass (balo)	Number of lithophilic species (LITH) Number of phytophilic species, (PHYT) Number of phyto-lithophilic species (PHLI) Number of pelagophilic species (PEL) Number of species spawning in the sea (SEA) Number of invertivorous species (INV) Number of omnivorous species (OMNI) Number of piscivorous species (PISC) Number of benthopelagic species (WCOL) Number of benthic species (BENT) Proportion of phytophilic species biomass (bPHYT) Proportion of phyto-lithophilic species biomass (bPHLI) Proportion of pelagophilic species biomass (bPEL) Proportion of biomass of species spawning in the sea (bSEA) Proportion of invertivorous species biomass (bINV) Proportion of omnivorous species biomass (bOMNI) Proportion of piscivorous species biomass (bPISC) bPISC/bINV Proportion of benthopelagic species biomass (bWCOL) Proportion of benthic species biomass (bBENT) Proportion of Salmoniform species biomass (bSALM) Proportion of Cypriniform species biomass (bCYPR) bSALM/bCYPR	Total biomass (B) Biomass of native individuals (Bnat) Biomass of non-native individuals (Balo) Total length of the most abundant species based on the number of individuals (TLmaxn) Total length of the most abundant species based on the biomass (TLmaxb)

2.3. ENVIRONMENTAL PARAMETERS AND PRESSURE PROXIES

Description of all environmental parameters and indicators of anthropogenic pressures investigated in Croatian lakes

Altogether 28 parameters describing habitat conditions and anthropogenic pressures were assessed, including the hydrological, morphological and physico-chemical components (alkalinity, conductivity, pH, transparency, temperature, concentrations of ammonia ions, molecular ammonium, nitrates, nitrogen, phosphorous, total organic carbon, dissolved organic carbon, fluorides, calcium, potassium, chlorides, magnesium, sodium, dissolved silicates, sulphates, dissolved oxygen, oxygen saturation, biological oxygen consumption and chemical oxygen consumption, chlorophyll alpha, total biomass of phytoplankton, as well as the percentage coverage of each lakes' drainage area by non-natural land use (NNLC, estimated by ArcGIS 10) and Lake Habitat Modification Score (LHMS). Average values of all physico-chemical parameters in the warmer part of the year (from April to September) were included into further analyses. The LHMS was calculated for each lake (following procedure of Rowan et al. 2006) as a proxy of the general degradation of the lake. The NNLC and concentration of total phosphorus in the water are usually considered as the most important indicators of eutrophication (Launois et al. 2011, Argillier et al. 2013, Petriki et al. 2017). However, other parameters can also indicate eutrophication, particularly dissolved silicates concentration, dissolved oxygen concentration etc., but also point to other human pressures in the lakes. LHMS can also represent a proxy of the morphological alterations and human pressures on lakes (Petriki et al. 2017). Besides all already mentioned parameters, we have also considered proportion of non-native fish species in each lake as a pressure. Namely, non-native species did not enter any of the Croatian lakes by their invasive colonization and then established stable population because some environmental parameters were changed so that they suit them, yet they were intentionally introduced in lake by humans or have entered lakes through man-made channels. Non-native species have been recognized as one of the most dangerous threats to native fish species. Thereafter, they should be considered as a pressure provoking certain negative responses in native fish communities, rather than a response to some other pressures.

2.4. STATISTIC ANALYSES FOR METRIC SELECTION

Detailed description of statistical analyses employed for metric selection and pressure-response relationships

Upon preparation of two sets of parameters (one describing fish communities and the second one concerning environmental parameters and pressure proxies), metrics in both of them were subjected to similar procedures in order to choose the ones that are not correlated with each other, that have normal distribution and for which a clear pressure-response relationship can be confirmed.

Parameters were first standardized by log-transformation (used for count measures) or logistic model (used for proportions), whereas diversity indices and measures derived from them were not transformed, because they are standardized *per se*.

After standardization, Pearson's correlation coefficient was calculated among all metrics inside each data set and in cases where coefficient was higher than 0.7, one or more metrics were excluded and the one with better ecological interpretation was retained. In cases where ecological interpretation was not

clear, both variables were included in the next step and the one with no or lower pressure-response relationship was excluded later.

Responses of fish fauna metrics on all environmental parameters and pressure proxies were analyzed by stepwise linear regression. Metrics that were significantly correlated with at least one pressure ($R^2 > 0.4$ and significance level, $p < 0.05$) were checked for complying with linear regression assumptions (normal distribution, linearity and absence of multi-collinearity). If both conditions were met (significant correlation with at least one pressure and linear assumptions), those metrics were considered for the index development. Again, correlation coefficients were calculated among metrics of both data sets and, finally, in cases of significant correlation, metrics for which better pressure-response relationships were obtained, were included in the index calculation.

2.5. PRESSURE-RESPONSE RELATIONSHIPS AND SELECTED METRICS

Description of the pressure-response relationships

Clear pressure-response relationship has been established in the following cases, in which metrics also have normal distribution and comply with linear regression assumptions:

- Proportion of individuals belonging to lithophilic species (uLITH) shows response to dissolved silicates ($R^2 = 0.797$, $p = 0.01$; Figure 1) and total biomass of phytoplankton ($R^2 = 0.655$, $p = 0.032$; Figure 2), both being proxies of anthropogenic pressure and eutrophication. Several investigations have already found higher total biomasses of phytoplankton on localities that are under stronger anthropogenic impact (Bužanić et al. 2016), particularly localities where eutrophication has been noticed (Smith 2003, Chislock et al. 2013, Gonzales & Roldan 2019, Taipale et al. 2019). On the other hand, even though total biomass of phytoplankton is elevated in cases of eutrophication, there are evidences that its nutritional value for fish is reduced (Taipale et al. 2019). Silicates in the water are also often connected with eutrophication (Schelske & Stoermer 1971, Conley et al. 1993, Ittekkot et al. 2000). Noteworthy, those two parameters are not significantly correlated in Croatian lakes, but both of them invoked response of fish community, particularly its lithophilic component.
- Proportion of piscivorous species (pPISC) shows response to pH ($R^2 = 0.682$, $p = 0.027$; Figure 3) in Croatian lakes. Changes in water pH values can be consequence and, thereafter, indicators of eutrophication, even though connection between pH and eutrophication is complex and not well understood yet (Chislock et al. 2013). It has been proposed that the change in pH is connected with eutrophication, because it is related to the availability and absorption of nutrients from solution (Yang et al. 2008). Lowering of pH in the sea water (higher acidity), as a consequence of eutrophication, has already been documented (Wallace et al. 2014).
- Difference between alpha index based on native species and alpha index based on the whole fish community (Adif), including non-native species, is a metric showing significant response to total phosphorous in the water ($R^2 = 0.92$, $p = 0.002$; Figure 4). Elevated concentrations of total phosphorus are considered as one of the most powerful indicators and causes of eutrophication (Correll 1998, Yang et al. 2008) and are often used as an eutrophication proxy.
- Ratio between Shannon index based on native species and the same index based on the whole fish community (Hrat), including non-native species, shows response to concentration of potassium ($R^2 = 0.928$, $p = 0.001$; Figure 5). Even though potassium is necessary for osmoregulation in fish, elevated levels of this element and its salts are toxic and the tolerance of a fish species is determined by its physiological valence. It is possible that invasive fish species,

generally having wider ecological valence, are also more tolerant to elevated levels of this element.

- Finally, as expected, proportion of individuals belonging to native species (uSn) show obvious response to proportion of non-native species in certain fish community in Croatian lakes ($R^2=0.575$, $p=0.049$; Figure 6).

Besides the abovementioned environmental parameters that can be considered as pressures and provoke responses in fish communities in Croatian lakes, changes in several fish fauna parameters as a response to alkalinity have also been established. However, we find differentiations of this parameter in Croatian lakes natural conditions of karstic watersheds and, even though they do affect the fish community, we consider that as a natural condition and not as consequence of anthropogenic pressures.

Thereafter, Croatian fish index for natural lakes (CFIL) , based on fish as biological element, shall be based on the following fish fauna metrics: uLITH, pPISC, Adif, Hrat and uSn, incorporating response of fish communities on dissolved silicates, total mass of phytoplankton, pH, total phosphorus, dissolved potassium and presence of non-native fish species. These metrics have strong correlation with pressures and have ecological interpretation, but are not significantly intercorrelated. Thereafter, all five metrics are eligible to be included in the index.

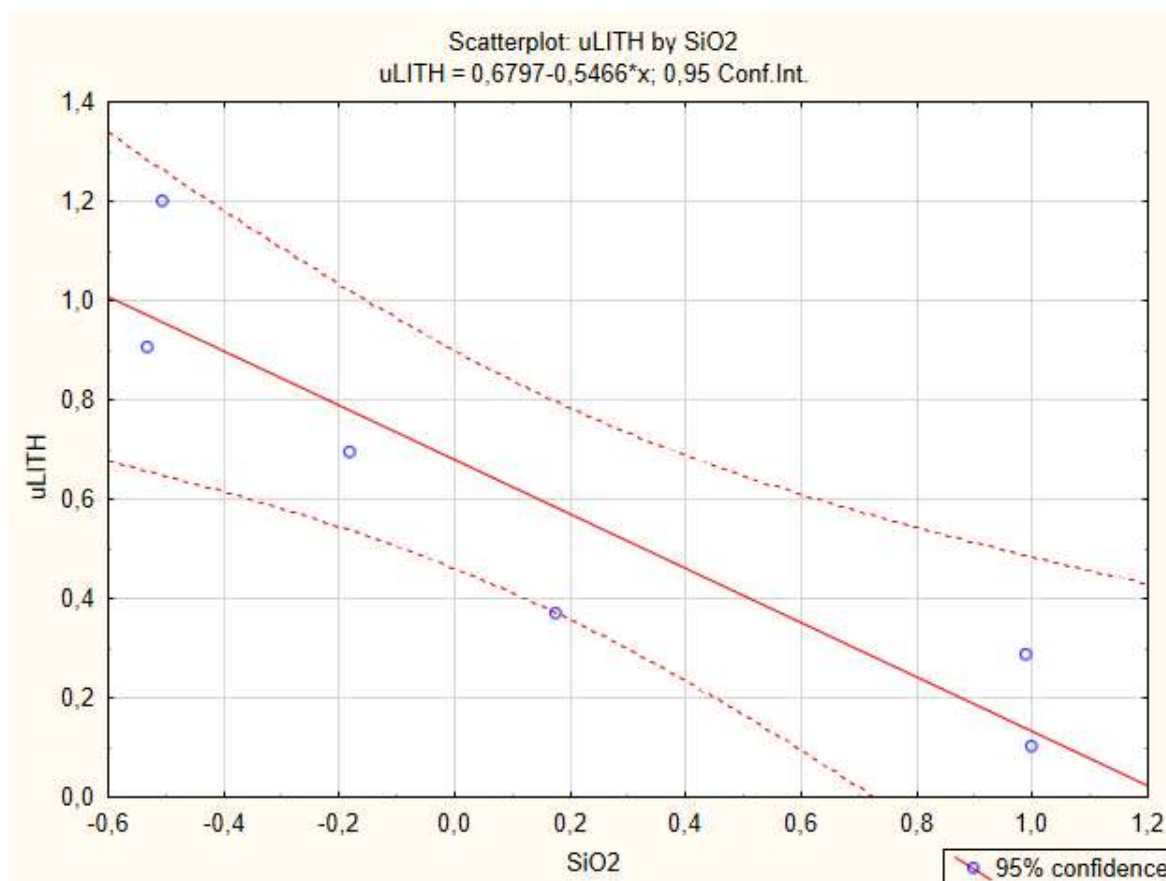


Figure 1. Scatterplot of the linear regression between proportion of individuals belonging to lithophilic species (uLITH) and concentration of dissolved silicates (SiO_2). The scatterplot is based on the standardized values of metrics.

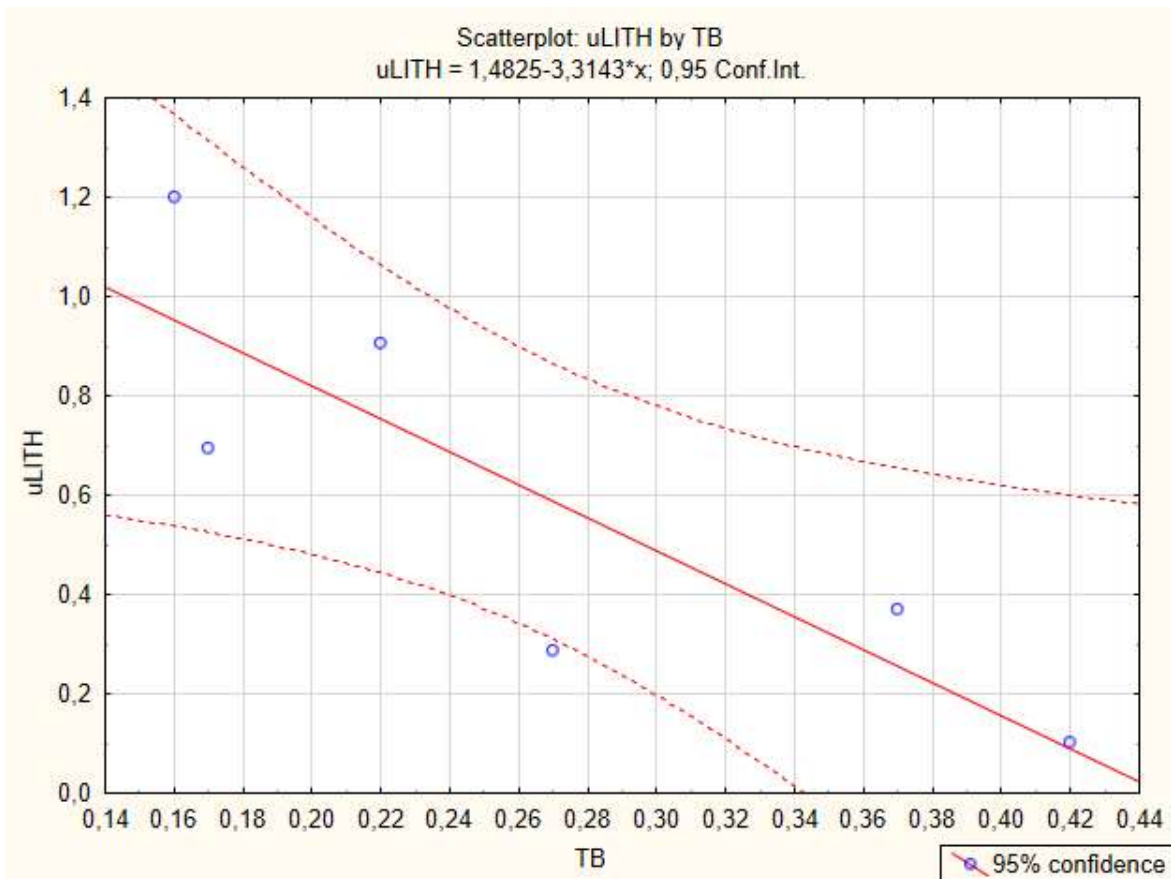


Figure 2. Scatterplot of the linear regression between proportion of individuals belonging to litophilic species (uLITH) and total biomass of phytoplankton (TB). The scatterplot is based on the standardized values of metrics.

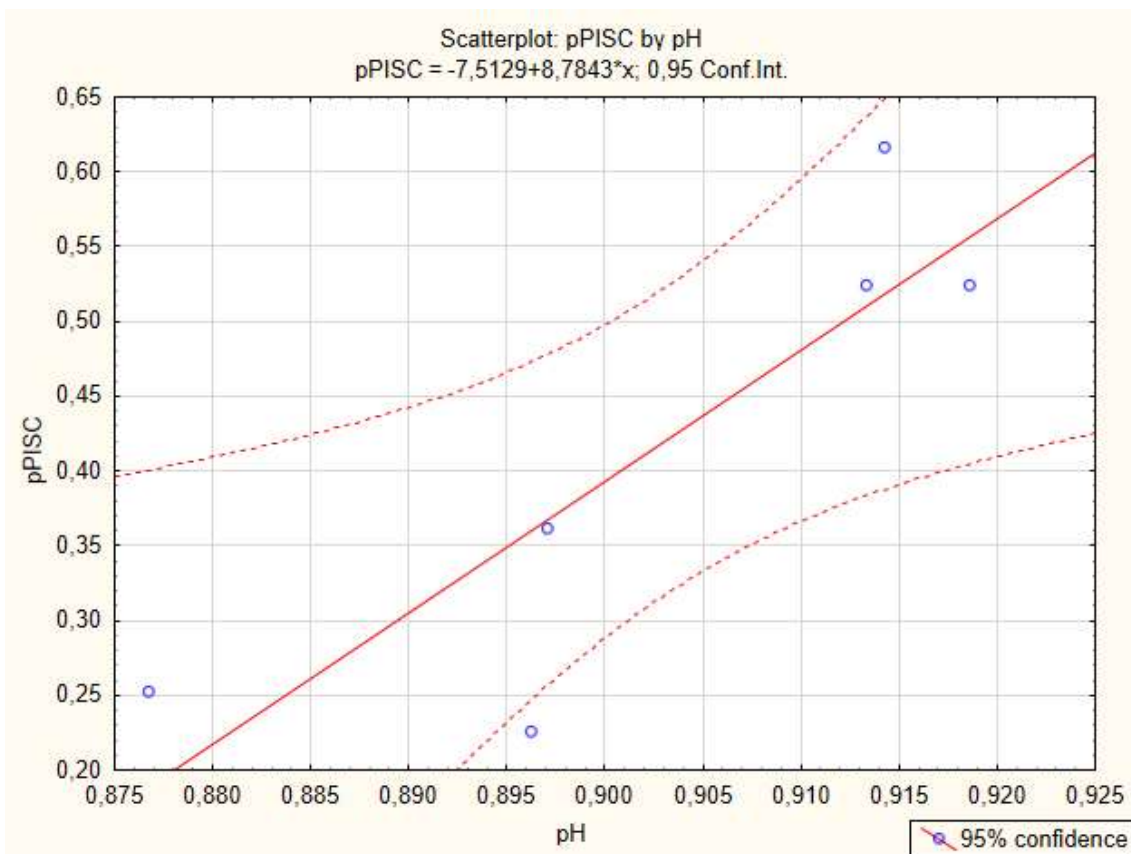


Figure 3. Scatterplot of the linear regression between proportion of piscivorous species (pPISC) and pH values. The scatterplot is based on the standardized values of metrics.

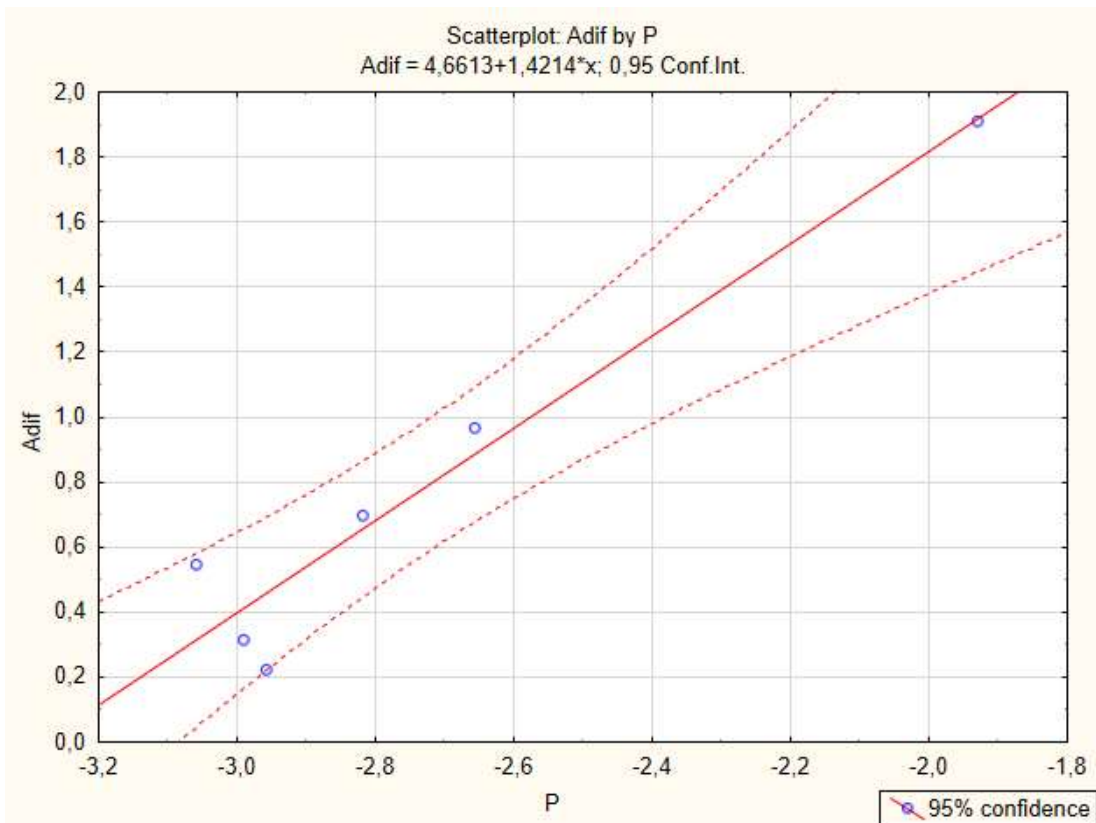


Figure 4. Scatterplot of the linear regression between difference between the alpha index based on the native species and on the whole fish communities (Adif) and concentration of phosphorus (P). The scatterplot is based on the standardized values of metrics.

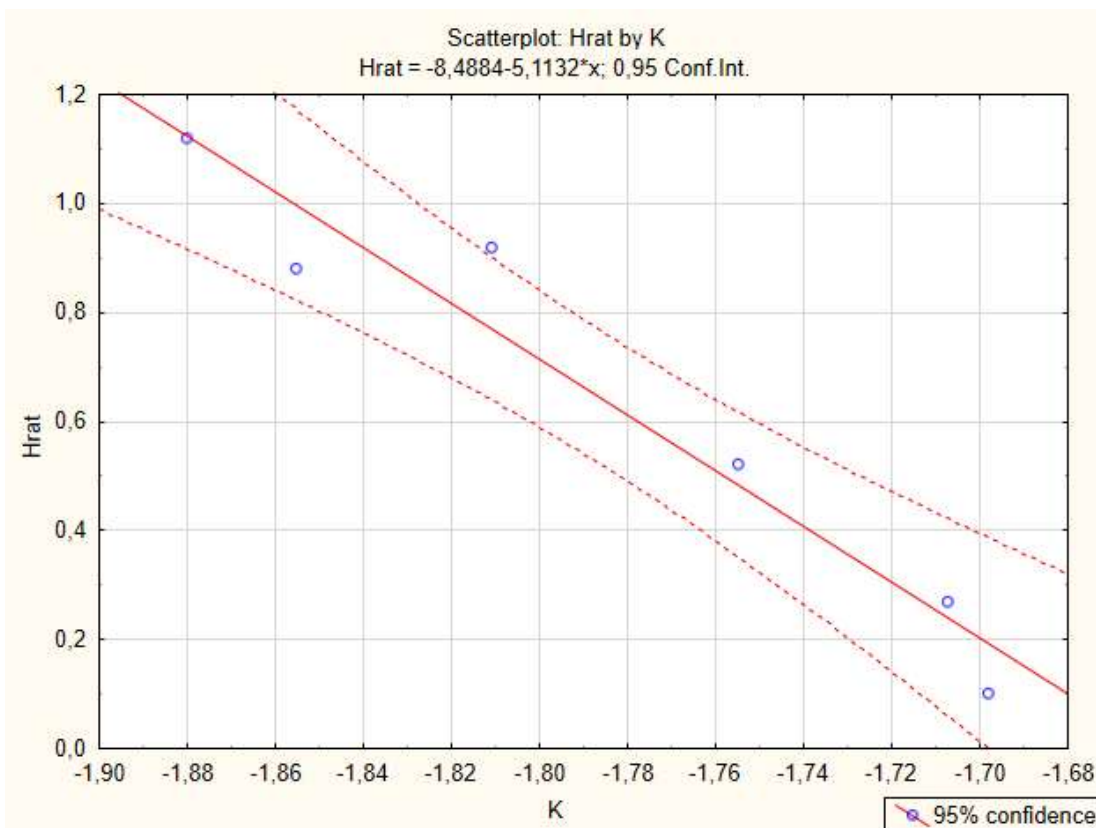


Figure 5. Scatterplot of the linear regression between ratio of the Shannon index based on native species and the same index based on the whole fish community (Hrat) and the concentration of dissolved potassium (K). The scatterplot is based on the standardized values of metrics.

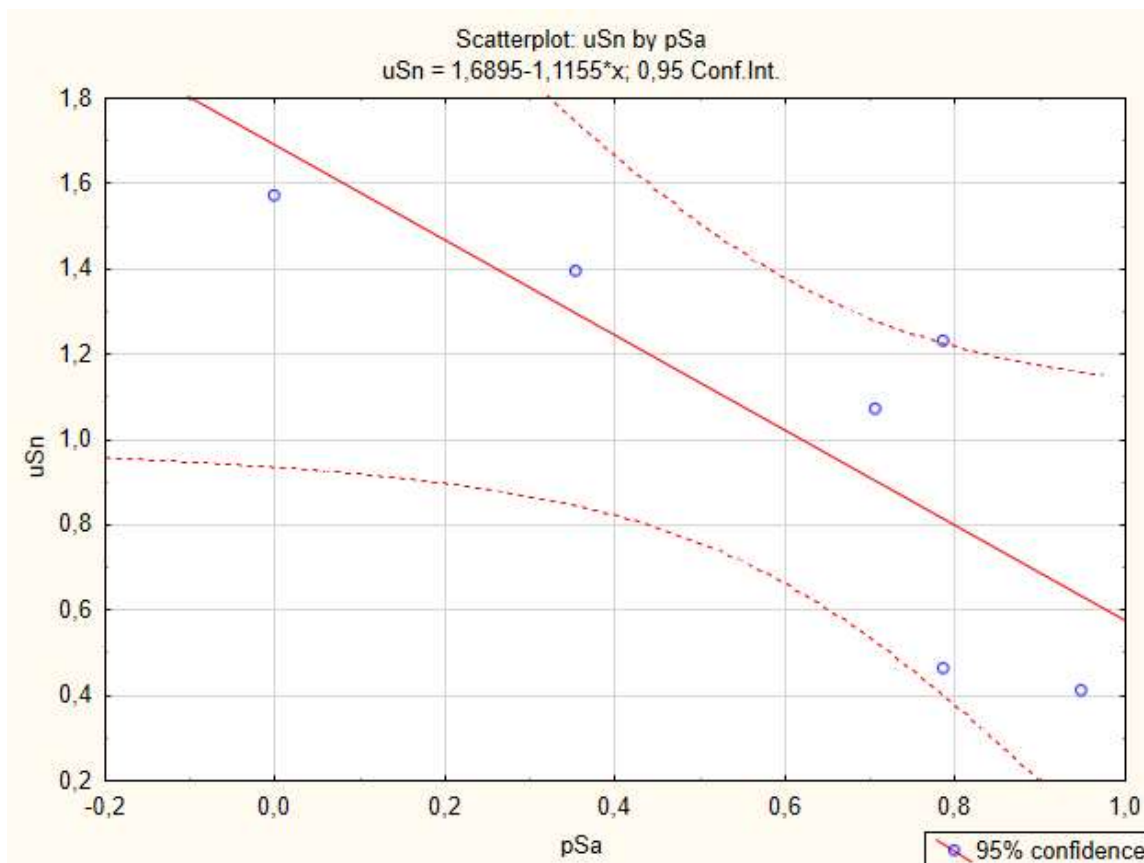


Figure 6. Scatterplot of the linear regression between proportion of individuals belonging to native species (uSn) and proportion of non-native species (pSa). The scatterplot is based on the standardized values of metrics.

2.6. NATIONAL REFERENCE CONDITIONS

Several problems embitter application of usually applied methods when estimating reference conditions in Croatian lakes. Low number of lakes that are all influenced by various anthropogenic threats disables identification of any of the lakes as expressing reference conditions regarding fish community, even though some other parameters (for example some physico-chemical parameters) might express reference conditions. Moreover, there is a lack of estimated reference conditions for some of the physico-chemical parameters, disabling extrapolation of reference conditions for fish metrics in cases where they show significant response to certain environmental parameter. And finally, extrapolations are also problematic because fish metrics do not necessarily follow the same pressure-response pattern, because some are influenced by more than one pressure. Moreover, some are influenced by natural, pronounced differences among fish communities between various lakes. Even though our final index is based on metrics for which a clear pressure-response relationship could be established and metrics connected with natural fluctuations among lakes were excluded, it is possible that pattern of the observed pressure-response relationship is connected with the community structure. Nevertheless, inclusion of five different metrics into the final index calculation enables yielding balanced index that incorporates responses to various pressures. Due to the described limitations, we did not base Ecological Quality Ratios on national reference conditions, but have estimated upper and lower anchors for all metrics, following recommendations of Furse et al. (2006), for assessments with no reference sites.

2.7. ECOLOGICAL QUALITY RATIOS CALCULATION

Detailed description of ecological quality ratios calculation, including anchors estimation

Due to the described limitations and since data on reference sites cannot be applied, we have estimated upper and lower anchors for Ecological Quality Ratios (EQRs) either by extrapolation (in cases where extrapolation was possible, as will be explained later) or as corresponding to metrics' values under the best (for the upper anchor) and the worst (for the lower anchor) attainable conditions, following recommendations of Furse et al. (2006).

Upper and lower anchors for calculations of EQR(uLITH) were obtained by extrapolation. Namely, concentration of dissolved SiO₂ is significantly correlated with the concentration of total phosphorous and anchors for this element are proposed for Croatian lakes (0,005 mgL⁻¹ as the best state, and 0,1 mg L⁻¹ as the worst state). Since uLITH is significantly and linearly correlated with SiO₂ concentration, upper and lower anchor values were estimated by extrapolation. Similarly, extrapolation of upper and lower anchors was conducted for EQR(Arat), that is significantly correlated with total phosphorus concentration.

Extrapolation of the anchors for pPISC was not possible, because reference conditions for pH (nor any of metrics to which pH is significantly correlated) are not established, so we had to apply another approach. From the pressure-response analysis it is obvious that proportion of piscivorous species in fish communities is lower in lakes where pH is also lower (acidification is higher, possibly due to eutrophication). Thereafter, the worst possible case (lower anchor) would be complete absence of piscivorous species. On the other hand, the best possible case would not be dominance of piscivorous species, but their proportion around 1/3 of the fish community (based on the historical data of fish communities in Croatian lakes).

For the metric Hrat, that is based on differences between Shannon index based on native community and the whole community, including non-native species, upper and lower anchors were set to 1 and 0, because those are values under best and worst possible conditions. The similar situation was for the proportion of individuals belonging to native species for which 1 is upper anchor (the best possible condition - case when pressure value is 0) and 0 is the lower anchor (the worst possible condition - case where the pressure value is 1).

Upon estimation of the anchors, EQRs were calculated following formulas of Furse et al. (2006):

$EQR_{metric} = (\text{Metric result} - \text{Lower anchor}) / (\text{Upper anchor} - \text{Lower anchor})$, for metrics decreasing with increasing pressure (uLITH, uPISC, Hrat and uSn)

$EQR_{metric} = 1 - (\text{Metric result} - \text{Lower anchor}) / (\text{Upper anchor} - \text{Lower anchor})$, for metrics increasing with increasing pressure (Adif).

2.8. GENERATION OF CROATIAN FISH INDEX FOR NATURAL LAKES

Detailed description of methodology used to calculate Croatian fish index for natural lakes

As already mentioned, described procedure yielded five fish community metrics (uLITH, pPISC, Adif, Hrat, uSn) that are eligible for inclusion in the multimetric index, because they show significant response to certain pressures, are strongly correlated with pressures, but are not intercorrelated. Ecological

Quality Ratios (EQRs) based on the five metrics were calculated following described procedure and the final index named CFIL (Croatian Fish Index for Natural Lakes) was estimated as the average value of five EQRs:

$$CFIL = \frac{EQR(uLITH) + EQR(pPISC) + EQR(Adif) + EQR(Hrat) + EQR(uSn)}{5}$$

CFIL is a multimetric index, integrating several metric scores and, thereafter, simplifying decision making, because a single value can be used to determine and monitor the quality class of certain lake (Furse et al. 2006). Since it combines effects of different fish fauna metrics, it aggregates responses to several pressures: concentration of dissolved silicates and total biomass of phytoplankton, which both are indicators of eutrophication, lowering of the pH value (higher acidity), higher concentrations of phosphorus and potassium, as well as presence of non-native species. The advantage of CFIL is that, besides the response of fish community to eutrophication, it considers pressures related to non-native species and pollution. Namely, most of fish based indices reflect the eutrophication status of the lakes (reviewed in Petriki et al. 2017) and the response of fish to eutrophication has been well documented (e.g. Jeppesen et al. 2002, Donohue et al. 2009). On the other hand, based on previous reports and expert judgements, non-native species are the most problematic threat for fish communities in Croatian lakes, but also elsewhere. Inclusion of responses to eutrophication, but also to non-native species and pollution, enables CFIL to be a balanced index, integrating effects of all pressures acting on fish communities. Moreover, by integrating all pressures in CFIL, conservational measures acting on any of the pressures and lowering pressure effect will result in improvement of CFIL. The index is site-specific.

2.9. NATIONAL BOUNDARY SETTING

Since CFIL provides a score that represents the average value of EQRs, which present the relationship between values of fish metrics in certain lake and values of those parameters under reference conditions, the ecological status of lakes can be classified into five classes for assessment of impairment in accordance with the demands of the WFD.

Table 5. CFIL classification - class boundaries setting for biological quality element fish

ECOLOGICAL STATUS CATEGORY	CFIL CLASS BOUNDARIES
HIGH / VERY GOOD	0.80-1.00
GOOD	0.60-0.79
MODERATE	0.40-0.59
POOR	0.21-0.39
BAD	0-0.20

2.10. ASSESSMENT OF ECOLOGICAL STATUS OF CROATIAN NATURAL LAKES

Using described protocol, the ecological status of six natural lakes in Croatia is assessed (Table 6).

Table 6. Assessment of ecological status of Croatian natural lakes, based on fish as biotic element.

	EQR(uLITH)	EQR(pPISC)	EQR(Adif)	EQR(Hrat)	EQR(uSn)	CFIL	Ecological status
Plitvice-Kozjak	1,00	0,83	0,82	1,00	0,2	0,77	GOOD
Plitvice-Prošćansko Lake	1,00	1,00	0,77	0,10	0,16	0,61	GOOD
Vrana (Cres)	0,84	1,00	0,90	0,52	0,89	0,83	VERY GOOD
Baćinska	0,81	0,33	0,68	0,88	0,93	0,73	GOOD
Vransko (Biograd)	0,78	0,57	0,36	0,27	0,6	0,52	MODERATE
Visovac	0,95	0,42	0,93	0,92	0,97	0,84	VERY GOOD

Even though anthropogenically induced pressures are present on the Croatian natural lakes, results of our assessment corroborate that they are still mostly in good and very good status, based on fish as biotic element. Two lakes, **Vrana** (on the Cres Island) and **Visovac lake** express very good (high) ecological status. Introductions of non-native species, pollution and eutrophication should be prevented in order to preserve such status.

Three Croatian lakes express good ecological status. The greatest problems in two lakes belonging to the Plitvice Lakes system (**Kozjak** and **Prošćansko Lakes**) is a high portion of non-native species in fish communities (EQR(uSn) for these two lakes are only 0.2 and 0.16). Employment of effective measures for non-native fish removal should enable raising of the ecological status for these two lakes, but also will help recovery and survival of the native fish community. Even though proportion of individuals belonging to non-native species is lower in the **Baćinska Lakes**, those species changed composition of fish community and have the strongest effect on the Adif metric. Those species entered Baćinska lakes mostly through an artificial channel that connects Baćinska lakes with sea and they present a problem for native fish community.

The proportion of individuals belonging to non-native species in the **Vransko Lake** (near Biograd) should also be lowered in order to improve its ecological status. However, environmental parameters in that lake are not optimal for native fish community and should be recovered first. Artificial passage enables sea water coming into the Vransko Lake, provoking its salinization, but also allowing several non-native species to invade into the Vransko Lake. Furthermore, we believe that significant pollution from the nearby agricultural areas is also a cause of the impairment of the habitat conditions in the Vransko Lake. This lake is the only Croatian natural lake whose ecological status, based on the fish as biotic element, is moderate so actions aimed at enhancing environmental conditions (closing the connection with the sea water and diminishing pollution) are necessary. Once conditions in the lake are satisfactory, a native fish community should be restored, which will enable improvement of the ecological status of this lake.

Nevertheless, maximal efforts should be conducted (specified in the above text) not only to conserve, but to improve ecological status of Kozjak, Proščansko and Baćinska Lakes, even though good ecological status is minimal requirement posed by WDF. Achieving very good status of those lakes is possible and will be very beneficial for the native fish communities. Particularly, efficient and urgent actions are required for the Proščansko Lake, because it is currently near moderate/good status borderline and additional deterioration of the native fish community (due to either eutrophication or non-native species) could make its ecological status becomes moderate very fast.

3. WFD COMPLIANCE CHECKING

The first step in the Intercalibration process requires the checking of national methods considering the WFD compliance criteria (Table 7).

Table 7. List of the WFD compliance criteria and the WFD compliance checking process and results

Compliance criteria	Compliance checking
Ecological status is classified by one of five classes (very good, good, moderate, poor and bad).	YES
Very good, good and moderate ecological status are set in line with the WFD's normative definitions	YES
All relevant parameters indicative of the biological quality element are covered (see Table 1 in the IC Guidance). A combination rule to combine parameter assessment into BQE assessment has to be defined. If parameters are missing, Member States need to demonstrate that the method is sufficiently indicative of the status of the QE as a whole	YES for abundance and taxonomic composition but age structure is not reflected The multimetric Index results from the mean of the selected metrics
Assessment is adapted to intercalibration common types that are defined in line with the typological requirements of the Annex II WFD and approved by WG ECOSTAT	NO because of lack of the common intercalibration types
The water body is assessed against type-specific near-natural reference conditions	NO because of the lack of near-natural reference conditions. Hence, EQRs were calculated using upper and lower anchors following Furse et al. (2006) recommendations.
Assessment results are expressed as EQRs	YES
Sampling procedure allows for representative information about water body quality/ecological status in space and time	YES
All data relevant for assessing the biological parameters specified in the WFD's normative definitions are covered by the sampling procedure	YES
Selected taxonomic level achieves adequate confidence and precision in classification	YES

4. IC FEASIBILITY CHECKING

The intercalibration process ideally covers all national assessment methods within a GIG. However, the comparison of dissimilar methods (“apples and oranges”) has clearly to be avoided. Intercalibration exercise is focused on specific type / biological quality element / pressure combinations. The second step of the process introduces an “IC feasibility check” to restrict the actual intercalibration analysis to methods that address the same common type(s) and anthropogenic pressure(s), and follow a similar assessment concept.

4.1. TYPOLOGY

There are six natural lakes in Croatia with a surface area larger than 0.5 km². All of them are located in the Dinaric ecoregion (5. Dinaric Western Balkans): two (Plitvice Lakes: Lake Kozjak and Prošćansko Lake) in the Dinaric Continental sub-ecoregion (EC-GIG) and four in the Dinaric Littoral sub-ecoregion (MED-GIG). According to abiotic factors, the lakes are divided into five types, showed in Table 8. All lake types have average annual alkalinity greater than 1 meq/l. Eastern Continental lake type HR-J_1 are deep mountain lakes, while common intercalibration type L-EC1 is shallow lowland. Mediterranean lake types HR-J_3, HR-J_4 and HR-J_5 have mean depth less than 15 m, hence they are not comparable with common intercalibration types L-M5/7 and L-M8 (Table 9). Only the Vrana Lake on Cres Island (HR-J_2) is deeper than 15 m, and could be classified to IC type L-M8.

Table 8. Lake typology in Croatia.

Type name	Type code	Lake	Lake surface area (km ²)	Geology	Altitude (m)	Mean depth (m)	Trophic status	Thermal stratification	Dissolved oxygen stratification	Lake origin
DINARIC ECOREGION (5. DINARIC WESTERN BALKAN)										
DINARIC CONTINENTAL SUB-ECOREGION										
Mountain, deep, small lakes; carbonate bed; oligotrophic	HR-J_1A	Plitvice Lakes, Kozjak	0.5 - 1	carbonate	> 500	> 15	oligotrophic	dimictic	clinograde	carstic, barrage
Mountain, deep, small lakes; carbonate bed; oligotrophic - mesotrophic	HR-J_1B	Plitvice Lakes, Prošće	0.5 - 1	carbonate	> 500	> 15	oligotrophic	dimictic	clinograde	carstic, barrage
DINARIC MEDITERRANEAN SUB-ECOREGION										
Lowland, deep, medium lakes; cryptodepression, carbonate bed	HR-J_2	Vrana Lake, Cres Island	1 - 10	carbonate	< 200	> 15	oligotrophic	monomictic	orthograde to clinograde	cryptodepression
Lowland, medium deep, small lakes; cryptodepression, carbonate bed	HR-J_3	Baćinska Lakes (Crniševo & Oćuša)	0.5 - 1	carbonate	< 200	3 - 15	oligotrophic-mesotrophic	monomictic	clinograde	cryptodepression
Lowland, shallow, big lakes; cryptodepression, carbonate bed	HR-J_4	Vransko Lake, Biograd	10 - 100	carbonate	< 200	< 3	mesotrophic	polimictic	-	cryptodepression
Lowland, medium deep, medium lakes; carbonate bed	HR-J_5	Visovac Lake	1 - 10	carbonate	< 200	3 - 15	oligotrophic	monomictic	orthograde to clinograde	carstic, barrage

Table 9. Common intercalibration types in Eastern Continental and Mediterranean

Type	Lake characterisation	Annual mean precipitation (mm) and T (°C)	Altitude (m above sea level)	Mean depth (m)	Area (km ²)	Catchment (km ²)	Alkalinity (meq/l)	Conductivity (µS/cm)
L-EC1	Lowland very shallow hard-water		< 200	< 6			1 - 4	300 - 1 000
L-M5/7	Reservoirs, deep, large, siliceous, 'wet' areas	> 800 and/or < 15	< 1 000	> 15	0.5 - 50	< 20 000	<1	
L-M8	Reservoirs, deep, large, calcareous		< 1 000	> 15	0.5 - 50	< 20 000	>1	

French natural lakes do not belong to any Mediterranean intercalibration type. The Italian assessment method is site specific and not type specific, so no common types are addressed. Also due to the small number of lakes of the same type, the IC would not be possible. However, two "lake categories" based on fish fauna composition (shallow and deep lakes, respectively) are similar to the following intercalibration types: Mediterranean, small-large, calcareous/mixed. The Greek assessment method is site specific and not type specific as well. Greek deep lakes are mostly mesotrophic to eutrophic, dominated by cyprinids, while shallow lakes are characterized by high endemism and differences in fish fauna among lakes. Bulgarian methodology mainly focuses on the lake type L5 (riparian lakes). Spain does not use fish as BQE in natural lakes. In Portugal and Malta there are no natural lakes. Our closest neighbouring country Slovenia has only two deep lakes in alpine and subalpine region, which were compared with Italian lakes of the similar origin to pass the IC exercise.

4.2. PRESSURES ADDRESSED

Does the national method address the same pressure(s) as other methods in the Intercalibration group? Provide evaluation if IC feasibility regarding pressures addressed.

Italy, France, Bulgaria and Greece have developed their own assessment methods. The Greek method responds to pressure with respect to eutrophication and hydromorphological changes, while the French method responds only to eutrophication. The Italian assessment method addresses catchment land use and eutrophication, hydrology, water level, shoreline degradation, connectivity, fisheries exploitation. Spain does not use fish as BQE in natural lakes. In Portugal and Malta, there are no natural lakes.

The Croatian national assessment method incorporates pressures provoked by eutrophication, non-native species and pollution. Thereafter, some of the pressures addressed are the same or similar (eutrophication), but some pressures considered in other national assessment methods (hydromorphological changes, shoreline degradation, fisheries exploitation) are not integrated into Croatian assessment method. Namely, those pressures are not significantly affecting fish communities in Croatian lakes, as demonstrated also by LHMS, that are very low for all Croatian lakes. On the other hand, non-native species are significant threat for fish communities in Croatian natural lakes, so they

are included into Croatian assessment methods, even though it is not considered by some other national assessment methods.

4.3. ASSESSMENT CONCEPT

Does the national method follow the same assessment concept as other methods in the Intercalibration group? Provide evaluation if IC feasibility regarding assessment concept of the intercalibrated methods.

No, due to the lack of common intercalibration types, both for EC-GIG (Dinaric Western Balkans) and MED-GIG natural lakes.

4.4. CONCLUSION ON THE INTERCALIBRATION FEASIBILITY

Provide conclusions on the IC feasibility.

Intercalibration is not possible due to the lack of common intercalibration types, both for EC-GIG (Dinaric Western Balkans) and MED-GIG natural lakes, as well as different pressures addressed.

5. DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT HIGH STATUS

High/very good status is the status of lake fish community, whose composition and abundance of species is in line with natural or near natural status. The species sensitive to disturbances are present in the sample. The greatest portion of individuals belong to native fish species (at least 80% of all individuals). Piscivorous species comprise at least about quarter of all fish species in the community. Individuals belonging to lithophilic species comprise at least 10% of all individuals.

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT GOOD STATUS

The abundance of the disturbance-sensitive species shows slight signs of distortion from type specific conditions attributable to anthropogenic impacts on physicochemical or hydromorphological or fish community quality elements. Between 60 - 79% of individuals belong to native species, but the proportion of non-native individuals is higher than in communities at moderate ecological status. Proportion of piscivorous species is also lower, they comprise around 18 - 24% of the total number of species. Lithophilic species are present in the community, but with less than 10% of individuals. If some of the index components are higher (for example satisfactory composition of fish community), others might be lower (for example, number of individuals belonging to native species might be lower than 60%).

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT MODERATE STATUS

Non-native species dominate at expense of the native species, there is a lack of native piscivorous species, and the proportion of individuals belonging to lithophilic species is also low.

6. REFERENCES

- 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
- 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
- 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
- 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., Stoeermer 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
- 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.
- Fašaić, K., Mrakovčić, M. & Mišetić, S. (1990) Kemizam vode i ihtioprodukcija Visovačkog jezera. In: Kerovec, M. (Ed.) *Stanje istraženi i problemi zaštite ekosistema*, Knjiga 2, Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, 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, 132 pp
- Franić, D. (1910b) *Plitvička Jezera i njihova okolica*. Kraljevska zemaljska tiskara, Zagreb, 439 pp

- 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. *Microalgae - From Physiology to Application*
- 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 angränzenden Länder. Leipzig, 388 pp
- 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, 163 pp
- Host J. (1802) Botanički put po Istri, Kvarnerskim otocima i Dalmaciji, započeo 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 Čvrlić), 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
- Jevtić, J. (1991) Izbor koregonusa - ozimica za nasađivanje u otvorene i zatvorene vode. *Ribarstvo Jugoslavije*, 1–2, 14–26
- 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.
- 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, 53 pp
- Kottelat, M. & Freyhof, J. (2007) Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat Cornol, Switzerland. Freyhof Berlin, Germany, 646 pp
- 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, 51 pp
- 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
- 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

- 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)
- Miller, P.J. (2004c) *Knipowitschia croatica* Mrakovčić, Kerovec, Misetic and Schneider, 1994. In: Miller, P.J. (Ed.) The freshwater fishes of Europe. Gobiidae 2. Vol 8/II. AULA-Verlag, Wiebelsheim, pp 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. In: Kerovec, M. (Ed.) Problemi zaštite Nacionalnog parka Krka, Knjiga 2. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, pp. 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., Mišetić, S. & Povž, M. (1995) Status of freshwater fish in Croatian Adriatic river systems. *Biological conservation*, 72(2), 179–185
- Mrakovčić, M., Schneider, D., Mišetić, S. & Šurmanović, D. (2000a) Ihtiofauna Baćinskih jezera. In: Kerovec, M. & Durbešić, P. (Eds.) *Prirodoslovna istraživanja biokovskog područja*. Hrvatsko ekološko društvo, Zagreb, pp. 203–212
- Mrakovčić, M., Čaleta, M., Mustafić, P., Brigić, A., Zanella, D., Buj, I. Prikaz životinjskog svijeta šireg područja delte Neretve. *Sektorska studija*, 2005. PMF, Zagreb.
- Mrakovčić, Milorad; Kerovec, Mladen; Mihaljević, Zlatko; Ternjej, Ivančica; Mustafić, Perica; Zanella, Davor; Čaleta, Marko; Marčić, Zoran; Buj, Ivana; Brigić, Andreja; Mihinjač, Tanja. *Ihtioološka istraživanja na rijeci Krki s ciljem očuvanja ihtiofaune rijeke*, 2011. PMF, Zagreb.
- Mrakovčić, Milorad; Mišetić, Stjepan; Plenković-Moraj, Anđelka; Razlog-Grlica, Jasna; Mihaljević, Zlatko; Čaleta, Marko; Mustafić, Perica; Kerovec, Mladen; Pavlinić, Igor; Zanella, Davor; Buj, Ivana; Brigić, Andreja; Gligora, Marija; Kralj, Koraljka. *Kategorizacija i inventarizacija florističkih i faunističkih vrijednosti Parka priode "Vransko jezero"*, 2004. PMF, Zagreb.
- Mrakovčić, Milorad; Mustafić, Perica; Čaleta, Marko; Zanella, Davor; Buj, Ivana; Brigić, Andreja. *Studija i procjene stanja (monitoring) ribljeg fonda područja dijelova rijeka Drave, Save, Krapine, Mirne, Cetine i Matice te Baćinskih jezera u 2002. godini*, 2003. PMF, Zagreb
- Mrakovčić, Milorad; Mustafić, Perica; Čaleta, Marko; Zanella, Davor; Buj, Ivana; Brigić, Andreja. *Studija i procjene stanja (monitoring) ribljeg fonda područja dijelova rijeka Drave, Save, Krapine, Mirne, Cetine i Matice te Baćinskih jezera u 2003. godini*, 2004.
- Mrakovčić, Milorad; Mustafić, Perica; Kerovec, Mladen; Mišetić, Stjepan; Radović, Dragan; Razlog-Grlica, Jasna; Mihaljević, Zlatko; Ternjej, Ivančica; Hafner, Dubravka; Čaleta, Marko; Zanella, Davor; Buj, Ivana. *Dio studije utjecaja na okoliš odvodnje viška vode iz Vrgorskog polja*, 2002. PMF, Zagreb.
- Mustafić, Perica; Mrakovčić, Milorad; Zanella, Davor; Marčić, Zoran; Čaleta, Marko. *Istraživački monitoring riba u stajaćicama i u vodama na područjima obuhvaćenima projektom navodnjavanja i gospodarenja poljoprivrednim zemljištima i vodama (NAPNAV)*, 2016. PMF, Zagreb.

- Ocvirk, J. (1992) Dinamika rasti ščuke *Esox lucius* (Linnaeus 1758) v jezeru Vrana, otok Cres. In: Sokolić, J. (Ed.) Biologija Cresa i Lošinja. Fond za kulturu Cres-Lošinj, Katedra Čakavskog sabora Cres-Lošinj, Mali Lošinj-Rijeka, pp. 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 bočatnim 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.
- 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.
- Quignard, J.P. & Douchement, C. (2003) *Alosa fallax nilotica* (Geoffroy Saint-Hilaire, 1808). In: Miller, J.P. (Ed.) The freshwater fishes of Europe. Clupeidae, Anguillidae. Vol 2. AULA-Verlag, Wiesbaden, pp. 265–273
- 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, 55 pp
- 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, 113 pp
- 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
- Smith, V., H., (2003) Eutrophication of freshwater and marine ecosystems: a global problem. Environ Sci Pollut Res, 10, 126–139.
- Šoljan, T. (1931) Osebujan lov jegulja iz Vranskog jezera. Ribarski list, 1–4, 16–18
- 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.
- 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., Tirolab 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, pp. 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
- Yang, X., Wu, X., Hao, H.-I., He, Z.-I. (2008) Mechanisms and assessment of water eutrophication. Journal of Zhejiang University, 9, 197-209
- 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