

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

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



**ANALIZA BIOLOŠKIH METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA FITOBENTOS,
MAKROFITA I MAKROZOOBENTOS U EUROPSKIM INTERKALIBRACIJSKIM
TIPOVIMA RIJEKA PANONSKE EKOREGIJE**

**Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke
elemente kakvoće**



Voditelj Projekta:

Prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević _____

Dekan Prirodoslovno-matematičkog fakulteta:

Prof. dr. sc. Mirko Planinić _____

Zagreb, 2019./2020.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

Horvatovac 102a, Zagreb

ANALIZA BIOLOŠKIH METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA ZA FITOBENTOS, MAKROFITA I MAKROZOOBENTOS U EUROPSKIM INTERKALIBRACIJSKIM TIPOVIMA RIJEKA PANONSKE EKOREGIJE

Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće

Projekttni tim:

Prof. dr. sc. Ivančica Ternjej
Prof. dr. sc. Sanja Gottstein
Izv. prof. dr.sc. Marko Miliša
Izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner
Doc. dr. sc. Ana Previšić
Doc. dr. sc. Marija Ivković
Doc. dr. sc. Petar Žutinić
dr. sc. Nina Vuković
dr. sc. Ivana Pozojević
dr. sc. Natalija Vučković
dipl. ing. biol. Vedran Šegota
mag. biol. exp. Anja Rimac
mag. oecl. et prot. nat. Nikola Koletić
Mirjana Dimnjaković
Vladimir Bartovsky

Voditelji pojedinih projekttnih timova:

Makrofita: prof. dr. sc. Antun Alegro
Makrozoobentos: prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević
Fitobentos: izv. prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič

Vanjski suradnici:

Doc. dr.sc. Marina Vilenica,
dr. sc. Vlatka Mičetić Stanković
mag. biol. exp. Valentina Dorić

Suradničke institucije:

Odjel za Biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku:
izv. prof. dr.sc. Dubravka Čerba, mag. biol. Viktorija Ergović, mag. biol. Miran Koh

BOKU - Universität für Bodenkultur, Beč
Assoc. prof. dr. Wolfram Graf, dr. Patrick Leitner, dipl. ing. Thomas Huber

Sadržaj

1. Uvod	1
2. Pregled nacionalnih metoda u zemljama članicama (EC GIG) za ocjenu ekološkog stanja rijeka	16
Biološki element: Makrozoobentos.....	16
Biološki element: Fitobentos	22
Biološki element: Makrofita	25
3. Pregled opterećenja koji su uzrokom nepostizanja dobrog stanja vodnih tijela rijeka u EC GIG	28
4. Pregled rezultata provedenih interkalibracijskih i post-interkalibracijskih postupaka (postupaka usklađenja) u EC GIG-u.....	29
Biološki element: Makrozoobentos.....	30
Biološki element: Fitobentos	31
Biološki element: Makrofita	32
5. Pregled postojećih hrvatskih bioloških metoda koje se koriste za ocjenu ekološkog stanja u interkalibracijskim tipovima rijeka.....	33
Biološki elementi kakvoće	34
Biološki element: Makrozoobentos.....	35
Biološki element: Fitobentos	38
Biološki element: Makrofita	40
6. Pregled okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja u hrvatskim interkalibracijskim tipovima rijeka EC GIG-a	42
Struktura zemljišnog pokrova u slivnom području	42
1.) Fizikalno-kemijske karakteristike vode	45
2.) Hidromorfološke promjene na vodotoku	48
7. Prikaz rezultata interkalibracije za svaki zajednički interkalibracijski tip rijeka i svaki biološki element, s detaljnim prikazom interkalibracijskog postupka i statističkih proračuna	52
Biološki element: Makrozoobentos.....	52
Zajednički interkalibracijski tipovi R-E2 i R-E3.....	52
Biološki element: Makrozoobentos.....	70
Zajednički interkalibracijski tipovi R-E5 i R-E6.....	70
Biološki element: Fitobentos	91
Biološki element: Makrofita	104

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

8. Prikaz metoda ocjene ekološkog stanja za zajedničke interkalibracijske tipove za koje nije završen interkalibracijski postupak	109
Biološki element: Makrozoobentos.....	109
Biološki element: Makrofita	128
9. Prikaz revidiranih bioloških metoda ocjene ekološkog stanja, prema poglavljima definiranim u Metodologiji, ovisno o tome koji dio metode je revidiran	137
Biološki element: Makrozoobentos	137
Biološki element: Fitobentos	210
Biološki element: Makrofita	245
10. Granice klasa za fizikalno-kemijske elemente kakvoće	260
11. Prilozi.....	266
Izvješća s rezultatima interkalibracije u JRC formatu	266
PRILOG 1	267
Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-E2 and R-E3)	267
PRILOG 2	289
Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-EX5 and R-EX6)	289
PRILOG 3	315
Report on fitting of phytobenthos classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8)	315
PRILOG 4	346
Report on fitting of Croatian classification method for macrophytes in rivers to the results of the completed intercalibration of the Eastern-Continental GIG (R-E2 and R-E3)	346

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Temeljem Ugovoru o uslugama (Klasa: 325-01/17-10/16, Urbroj: 374-1-2-17-7, Evid. broj ugovora: 10-030/17) Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofite i makrozoobentos u europskim interkalibracijskih tipovima rijeka Panonske ekoregije; analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće, sklopljenog između Hrvatskih voda i Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta od 18. listopada 2017. godine obavljene su ugovorom propisane usluge.

Temeljni cilj ugovornih istraživanja bio je postizanje dosljednosti i usporedivosti rezultata ocjene sustava monitoringa i ocjene ekološkog stanja sa zemljama članicama Europske unije za biološke elemente kakvoće.

U listopadu 2019. Naručitelju je predana radna verzija elaborata, budući da je valjalo provesti međunarodnu recenziju i prihvaćanje novopredloženih metoda ocjene ekološkog stanja za tekućice. Tijekom listopada i studenog 2020. završeni su recenzijski postupci te su od nadležnog tijela Europske komisije prihvaćene metode ocjene ekološkog stanja za sve biološke elemente kakvoće. Dorađeni elaborat predan je Naručitelju u studenom 2020. Nakon što je elaborat prihvaćen, završna verzija elaborata dostavljena je Naručitelju u prosincu 2020.

1. Uvod

Okvirna direktiva o vodama Europske unije 2000/60/EK (ODV) je prvi međunarodni akt koji propisuje od zemalja članica uspostavu međusobne harmonizacije sustava ocjene ekološkog stanja za slatkovodne ekosustave i priobalno more. Neke zemlje članice Europske unije nisu interkalibrirale nacionalne klasifikacijske sustave zbog nedovoljne razvijenosti metoda u vrijeme interkalibracijskih postupaka. Druge su pak unaprijedile klasifikacijske sustave, zbog čega žele revidirati prethodno interkalibrirane metode ocjene. U oba slučaja potrebno je dokazati da su metode u skladu s normativnim definicijama ODV i da su granice klasa u skladu s rezultatima završenog interkalibracijskog procesa. U svrhu interkalibracije, odnosno ujednačavanja sustava ocjenjivanja ekološkog stanja na razini cijele EU, formirane su geografske interkalibracijske grupe zemalja, tzv. GIG-ovi (engl. Geographical Intercalibration Groups) (Tablica 1.1). GIG-ovi uključuju države (područja) sličnih geoloških i geografskih podneblja s usporedivim tipovima vodnih tijela. Sustav evaluacije i tipizacije GIG-ova temelji se na ODV (2000/60/EC; Water Framework Directive: WFD). Interkalibracija pruža mehanizam usklađivanja i provjere granice ekološkog stanja između zemalja članica GIG-a. Svaki pojedinačni interkalibracijski postupak vođen je u okviru geografskih interkalibracijskih grupa (Geographic Intercalibration Group - GIG) i slijedio je proceduru opisanu u CIS vodiču br. 14 o interkalibracijskom procesu (European Commission, 2011). Za većinu metoda ocjene ekološkog stanja rijeka u Hrvatskoj bilo je potrebno provesti samostalni interkalibracijski postupak, u skladu s postupcima opisanima u CIS vodiču br. 30. (European Commission, 2015), jer Republika Hrvatska u vrijeme kada su interkalibracijski postupci završeni nije bila članica EU.

Cilj interkalibracijskog procesa je postizanje dosljednosti i usporedivosti rezultata ocjene sustava monitoringa i ocjene ekološkog stanja u zemljama članicama Europske unije za biološke elemente kakvoće. Kako bi se to postiglo, svaka zemlja članica mora utvrditi omjere ekološke kakvoće (OEK) za granice između vrlo dobrog (VD) i dobrog (D) stanja te dobrog (D) i umjerenog (U) stanja, koje su u skladu s normativnim definicijama iz ODV.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Ciljevi ovog projekta su:

- provedba bioloških istraživanja i monitoringa fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima EC GIG-a (Eastern Continental Geographic Intercalibration Group),
- sažimanje svih postojećih podataka i podataka prikupljenih u okviru ovog projekta,
- analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofita i makrozoobentos,
- uklapanje metoda u harmoniziranu definiciju dobrog ekološkog stanja uspostavljenu kroz interkalibracijski proces,
- izrada interkalibracijskih izvješća ili izvješća kada interkalibracija nije provedena, za biološke elemente kakvoće fitobentos, makrofita i makrozoobentos u svim zajedničkim interkalibracijskim tipovima rijeka,
- izrada metodologije uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće te
- izrada prijedloga granica klasa za fizikalno-kemijske elemente kakvoće za tipove rijeka obuhvaćene projektom.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.1. Geografske interkalibracijske grupe (GIG) i zemlje članice (MS)

GIG za kategoriju: tekućice	Zemlje članice
Alpski	Austrija, Francuska, Njemačka, Italija, Slovenija, Španjolska
Istočno-kontinentalni	Hrvatska , Slovenija, Austrija, Bugarska, Mađarska, Rumunjska, Slovačka, Češka
Centralno-baltički	Austrija, Belgija, Češka, Danska, Estonija, Francuska, Njemačka, Irska, Italija, Latvija, Litva, Nizozemska, Poljska, Slovačka, Ujedinjeno Kraljevstvo, Španjolska, Švedska, Luksemburg
Mediterranski	Hrvatska , Cipar, Slovenija, Francuska, Grčka, Italija, Portugal, Rumunjska, Španjolska
Sjeverni	Finska, Irska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

U svakoj od interkalibracijskih grupa formirani su zajednički tipovi tekućica za koje je izvršena harmonizacija nacionalnih sustava ocjene ekološkog stanja (Tablica 1.2).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.2. Interkalibracijski (IC) tipovi po geografskim interkalibracijskim grupama (GIG) i popis zemalja članica koje dijele zajedničke tipove u završenom procesu interkalibracije.

- **Alpski GIG**

IC tip	Karakterizacija vodotoka	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina i geomorfologija	Alkalinitet	Hidrološki režim
R-A1	Male do srednje velike planinske rijeke, karbonatna podloga	10-1000	800-2500 m n.m.v. (slivno područje), valutice	visoki (ali ne ekstremno)	
R-A2	Male do srednje velike planinske rijeke, silikatna podloga	10-1000	500-1000 m.n.v. (maksimalna n.m.v. slivnog područja 3000 m, srednja 1500 m)	Nizak do srednje visok (nekarbonatne podloge)	Nivalno-glacijalni režim (vezan za topljenje snijega, najveći protok ljeti)

Tip R-A1 prisutan u zemljama: Njemačka, Austrija, Francuska, Italija, Slovenija

Tip R-A2 prisutan u zemljama: Austrija, Francuska, Italija, Španjolska, Slovenija

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.2. (nastavak) Interkalibracijski (IC) tipovi po geografskim interkalibracijskim grupama (GIG) i popis zemalja članica koje dijele zajedničke tipove u završenom procesu interkalibracije.

- **Istočno kontinentalni GIG**

IC tip	Karakterizacija vodotoka	Ekoregija Illies (1967)	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina (m)	Geologija	Supstrat
R-E1a	Karpati, male do srednje velike gorske tekućice	10	10-1000	500 - 800	Mješovita podloga	Valutice i šljunak
R-E1b	Karpati, male do srednje velike prigorske tekućice	10	10-1000	200 - 500	Mješovita podloga	
R-E2	Nizinske, srednje velike tekućice	11 i 12	100-1000	<200	Mješovita podloga	pijesak i mulj
R-E3	Nizinske, velike tekućice	11 i 12	>1000	<200	Mješovita podloga	šljunak, pijesak i mulj
R-E4	Prigorske, srednje velike tekućice	11 i 12	100-1000	200 - 500	Mješovita podloga	pijesak i šljunak

Tip R-E1 prisutan u zemljama: Bugarska, Češka, Mađarska, Rumunjska, Slovačka

Tip R-E2 prisutan u zemljama: Bugarska, Češka, Mađarska, Rumunjska, Slovačka

Tip R-E3 prisutan u zemljama: Bugarska, Češka, Mađarska, Rumunjska, Slovačka

Tip R-E4 prisutan u zemljama: Austrija, Slovenija, Češka, Mađarska, Rumunjska, Slovačka

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.2. (nastavak) Interkalibracijski (IC) tipovi po geografskim interkalibracijskim grupama (GIG) i popis zemalja članica koje dijele zajedničke tipove u završenom procesu interkalibracije.

- **Mediterranski GIG**

IC tip	Karakterizacija vodotoka	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina (m)	Geologija	Hidrološki režim
R-M1	Male prigorske tekućice	10-100	200-800	Mješovita podloga	Izražene sezonske oscilacije
R-M2	Male do srednje velike nizinske tekućice	10-1000	<400	Mješovita podloga	Izražene sezonske oscilacije
R-M3	Velike tekućice	1000-10000		Mješovita podloga	Izražene sezonske oscilacije
R-M4	Male do srednje velike gorske tekućice	10-1000	400-1500	Nesilikatna podloga	Izražene sezonske oscilacije
R-M5	Povremene tekućice			Nije definirano	

Tip R-M1 prisutan u zemljama: Francuska, Grčka, Italija, Portugal, Slovenija, Španjolska

Tip R-M2 prisutan u zemljama: Francuska, Grčka, Italija, Portugal, Španjolska

Tip R-M3 prisutan u zemljama: Grčka, Portugal, Španjolska

Tip R-M4 prisutan u zemljama: Cipar, Francuska, Grčka, Italija, Španjolska

Tip R-M5 prisutan u zemljama: Cipar, Italija, Portugal, Slovenija, Španjolska

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.2. (nastavak) Interkalibracijski (IC) tipovi po geografskim interkalibracijskim grupama (GIG) i popis zemalja članica koje dijele zajedničke tipove u završenom procesu interkalibracije.

- **Centralno-Baltički GIG**

IC tip	Karakterizacija vodotoka	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina i geomorfologija	Alkalinitet (meq/L)
R-C1	Male nizinske tekućice na silikatnom pijesku	10-100	nizinske, dominantan pjeskoviti supstrat, 3-8 m širina vodotoka	>0,4
R-C2	Male nizinske tekućice na silikatnom kamenu	10-100	nizinske, kameniti supstrat, 3-8 m širina vodotoka	<0,4
R-C3	Male prigorske tekućice na silikatnoj podlozi	10-100	prigorske, valutice-šljunak, 2-10 m širina vodotoka	<0,4
R-C4	Srednje velike nizinske tekućice na miješanoj podlozi	100-1000	nizinske, pijesak-šljunak, 8-25 m širina vodotoka	>0,4
R-C5	Velike nizinske tekućice na miješanoj podlozi	1000-10000	nizinske, zona mreine, maksimalna nadmorska visina u slivnom području 800 metara, širina vodotoka >25 m	>0,4
R-C6	Male nizinske tekućice na vapnenačkoj podlozi	10-300	nizinske, šljunak (vapnenački), 3-10 m širina vodotoka	>2

Tip R-C1 prisutan u zemljama: Belgija, Njemačka, Danska, Francuska, Italija, Litva, Nizozemska, Poljska, Švedska, UK

Tip R-C2 prisutan u zemljama: Španjolska, Francuska, Irska, Portugal, Švedska, UK

Tip R-C3 prisutan u zemljama: Austrija, Belgija, Češka, Njemačka, Poljska, Portugal, Španjolska, Švedska, Francuska, Latvija, Luksemburg, UK

Tip R-C4 prisutan u zemljama: Belgija, Češka, Njemačka, Danska, Estonija, Španjolska, Francuska, Irska, Italija, Litva, Luksemburg, Nizozemska, Poljska, Švedska, UK

Tip R-C5 prisutan u zemljama: Češka, Estonija, Francuska, Njemačka, Španjolska, Irska, Italija, Latvija, Litva, Luksemburg, Nizozemska, Poljska, Švedska, UK

Tip R-C6 prisutan u zemljama: Danska, Estonija, Španjolska, Francuska, Irska, Italija, Poljska, Litva, Luksemburg, Švedska, UK

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.2. (nastavak) Interkalibracijski (IC) tipovi po geografskim interkalibracijskim grupama (GIG) i popis zemalja članica koje dijele zajedničke tipove u završenom procesu interkalibracije.

- **Sjeverni GIG**

IC tip	Karakterizacija vodotoka	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina i geomorfologija	Alkalinitet (meq/L)	Organski materijal (mg Pt/L)
R-N1	Male nizinske tekućice na silikatnoj podlozi, umjeren alkalinitet	10-100	<200 m n.m.v.	0,2-1	<30 (<150 u Irskoj)
R-N2	Male do srednje velike nizinske tekućice na silikatnoj podlozi, nizak alkalinitet	10-1000	<200 m n.m.v.	<0,2	<30
R-N3	Male do srednje nizinske tekućice na organskoj podlozi	10-1000	<200 m n.m.v.	<0,2	>30
R-N4	Srednje velike nizinske tekućice na silikatnoj podlozi, umjeren alkalinitet	100-1000	<200 m n.m.v.	0,2-1	<30
R-N5	Male prigorske tekućice na silikatnoj podlozi	10-100	Između nizinskih i gorskih predjela	<0,2	<30

Tip R-N1 prisutan u zemljama: Finska, Irska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

Tip R-N2 prisutan u zemljama: Finska, Irska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

Tip R-N3 prisutan u zemljama: Finska, Irska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

Tip R-N4 prisutan u zemljama: Finska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

Tip R-N5 prisutan u zemljama: Finska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

U drugoj fazi interkalibracije u EC GIG utvrđena je potreba za stvaranjem dodatnih IC tipova, te je u ovom GIG-u određeno i pet dodatnih interkalibracijskih tipova (Tablica 1.3).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.3. Dodatni interkalibracijski tipovi u EC GIG-u.

IC tip	Karakterizacija vodotoka	Ekoregija Illies (1967)	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina (m)	Geologija	Supstrat
R-EX4	Prigorske velike tekućice	10, 11 i 12	> 1000	200 - 500	Mješovita podloga	Šljunak i valutice
R-EX5	Nizinske male tekućice	11 i 12	10 - 100	< 200	Mješovita podloga	Pijesak i mulj
R-EX6	Prigorske male tekućice	11 i 12	10 - 100	200 - 500	Mješovita podloga	Šljunak
R-EX7	Balkan, prigorske male, vapnenačke tekućice	5	10 - 100	200 - 500	Vapnenačka podloga	Šljunak
R-EX8	Balkan, male i srednje velike s vapnenačko krškim izvoristem	5	10 - 1000		Vapnenačka podloga	Šljunak pijesak i mulj

Tip R-EX4 prisutan u zemljama: Mađarska, Slovačka

Tip R-EX5 prisutan u zemljama: Bugarska, Mađarska, Rumunjska, Slovenija, Slovačka

Tip R-EX6 prisutan u zemljama: Bugarska, Mađarska, Rumunjska, Slovenija

Tip R-EX7 prisutan u zemljama: Slovenija (IC tip nije interkalibriran)

Tip R-EX8 prisutan u zemljama: Slovenija (IC tip nije interkalibriran)

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Za mnoge biološke elemente kakvoće (BEK) izabranih interkaliracijskih (IC) tipova procedura interkalibracije uspješno je obavljena te je opisana u tehničkim izvješćima (Poikane, 2014; van de Bund, 2014). Biološki sustavi ocjene baziraju se na odazivu akvatičkih zajednica u odnosu na antropogene pritiske/stresore (Hering i sur., 2006). Najčešće je sustav ocjene ekološkog stanja temeljen na nekoliko metrika koje reagiraju na različite oblike pritiska. Metrike predstavljaju određene karakteristike (segmente) zajednice koji se značajno mijenjaju (imaju najjači odgovor) duž gradijenta pritiska. Kod razvoja multimetričkih indeksa, valja obratiti pozornost da odabrane metrike pripadaju u slijedeće kategorije/grupe metrika:

- a) abundancija (brojnost ili biomasa)
- b) bogatstvo i raznolikost zajednice
- c) osjetljivost / tolerantnost pojedinih svojti
- d) funkcionalne / autekološke značajke (trofičke kategorije, preferencije prema pojedinim tipovima supstrata, brzini strujanja, longitudinalnim dijelovima tekućice i sl.)

Prilikom razvoja sustava ocjene (posebice u nizinskim predjelima), najveći problem predstavlja nedostatak referentnih postaja, zbog dugotrajnih ljudskih aktivnosti i utjecaja na vodene ekosustave. Stoga se kod većinerazvijenih bioloških sustava za ocjenu ekološkog stanja tekućica (ali i ostalih vodenih ekosustava), referentne uvjete procjenjuje temeljem gotovo prirodnih referentnih postaja (engl. near-natural reference sites), najboljih raspoloživih postaja (engl. best available sites), modeliranjem iz postaja dobrog ekološkog stanja (engl. benchmarking) ili stručnom procjenom. Razvijeni multimetrički sustavi ocjene ekološkog stanjageneralno odgovaraju na slijedeće pritiske: eutrofikacija, organsko onečišćenje, hidromorfološka degradacija, acidifikacija i ostalo.

U procesu interkalibracije nacionalnih klasifikacijskih metoda Hrvatske sa zajedničkim interkalibracijskim tipovima EC GIG-a, set podataka imao je 130 mjernih postaja na kojima su bili dostupni podaci o zemljišnom pokrovu, fizikalno-kemijskim parametrima vode, hidromorfološke ocjene i dakako, biološki podaci (Tablica 1.4). U interkalibracijskom tipu R-E2 analizirano je 27 postaja (setova podataka), u tipu R-E3 14 postaja (setova podataka), u tipu R-EX5 71 postaja (setova podataka), dok je u tipu R-EX6 analizirano 18 postaja (setova podataka).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.4. Mjerne postaje s dostupnim podacima o zemljišnom pokrovu, fizikalno-kemijskim parametrima, hidromorfološkim ocjenama i biološkim podacima, korištene u procesu interkalibracije hrvatskih nacionalnih metoda s interkalibracijskim tipovima R-E2, R-E3, R-EX5 i R-EX6.

ŠIFRA POSTAJE	Naziv postaje	IC tip
21085	Bednja, Mali Bukovec	R-E2
21079	Bistra Koprivnička, Molve	R-E2
21049	Bistrec, Rakovnica II	R-E2
21050	Bistrec, Rakovnica I	R-E2
15353	Česma, Narta	R-E2
15355	Česma, Pavlovac	R-E2
15374	Glogovnica, Koritna	R-E2
15371	Glogovnica, prije Česme	R-E2
21012	Karašica, Črnkovci	R-E2
16225	Kupčina, Donja Kupčina	R-E2
16224	Kupčina, Lazina	R-E2
16220	Odra, Sisak	R-E2
16342	Radonja, Tušilović	R-E2
21077	Rogostrug, Podravske Sesvete	R-E2
18001	Sutla, Harmica	R-E2
18005	Sutla, Luke Poljanske	R-E2
15232	Toplica, Sokolovac	R-E2
16110	Trepča, Trepča	R-E2
21041	Trnava III, most na cesti Čakovec-GP Goričan	R-E2
15591	Zelina, Božjakovina	R-E2
12003	Bosut, most na cesti Rokovci-Andrijaševci	R-E3
12005	Bosut, na cesti Slakovci-Otok	R-E3
12001	Bosut, nizvodno od Vinkovaca	R-E3
16010	Kupa, Donje Mekušje	R-E3
16004	Kupa, Jamnička Kiselica	R-E3
16202	Kupa, Mala Gorica	R-E3
16003	Kupa, Šišinec	R-E3
15352	Česma, Čazma	R-E3
16229	Glina, Skela	R-E3
16223	Glina, Slana	R-E3
15226	Ilova, Maslenjača	R-E3
15223	Ilova, most na cesti Tomašica - Sokolovac	R-E3
15220	Ilova, nizvodno od utoka Kutinice	R-E3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.4. (nastavak)

ŠIFRA POSTAJE	Naziv postaje	IC tip
15221	Ilova, Veliko Vukovje	R-E3
13001	Orljava, ispod autoceste	R-E3
13012	Orljava, ušće	R-E3
15483	Oteretni kanal Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	R-E3
15110	Trebež, (Stari Trebež (Pakra), na cesti prije ušća u Savu	R-E3
14005	Una, granica Bosanski Novi	R-E3
14002	Una, Hrvatska Kostajnica	R-E3
14001	Una, most na utoku	R-E3
10441	Mačkovac - Lufinja, Dolina	R-EX5
10442	Trnava, Visoka Greda	R-EX5
10443	Starča, D. Bogičevci	R-EX5
12106	Kanal Savak, Berak	R-EX5
12302	Brežnica, prije utoka u Biđ	R-EX5
13009	Lateralni kanal Adžamovka - Orljava, na cesti od Vrbove prema autocesti	R-EX5
13221	Tomačevac (Novak), na cesti Zarišlac-Ašikovci	R-EX5
13504	Vučjak	R-EX5
15113	Raminac, prije utoka u Pakru	R-EX5
15237	Garešnica, uzvodno od Garešnice	R-EX5
15356	Dunjara, Ivančan - nizvodno	R-EX5
15360	Bjelovacka, cesta Veliko i malo Korenovo	R-EX5
15361	Severinska, Severin	R-EX5
15383	Kamešnica, Gregorevac	R-EX5
15388	Vrtlin, nizv. od Križevaca	R-EX5
15391	Plavnica, prije utoka u Česmu	R-EX5
15450	Gračenica, Donja Gračenica	R-EX5
15451	Križ, Novoselec	R-EX5
15486	Oreščak, na cesti Sveti Ivan Zelina - Hrastje	R-EX5
15488	Sloboština, Okučani	R-EX5
15489	Rajić, V. Strug	R-EX5
15496	Subocka, N. Grabovac	R-EX5
15597	Salnik, na cesti Rakovec - Samoborec	R-EX5
16101	Golinja, Slatina Pokupska	R-EX5
16104	Kravaršćica, Dabići	R-EX5
16105	Roženica, Lijevo Štefanki	R-EX5
16106	Skopljak, Gradec Pokupski	R-EX5
16107	Veliki Potok, Bukovci	R-EX5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.4. (nastavak)

ŠIFRA POSTAJE	Naziv postaje	IC tip
16228	Reka, Domagović	R-EX5
16230	Crna rijeka, Vorkapići, prije utoka u Kupu	R-EX5
16233	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta	R-EX5
16234	Svinica, Svinica	R-EX5
16236	Velika Trepča, most kod mjesta Bovići	R-EX5
16239	Brijebovina, prije utoka u Sunju, Umetić	R-EX5
16745	Utinja, prije utoka u Kupu	R-EX5
16746	Utinja, Vratečko (prije utoka u Kupu)	R-EX5
16747	Utinja, Slunjski Moravci	R-EX5
16748	Trebinja, Popović Brdo	R-EX5
17011	Lučelnica, Hruševac Kupljenski - most	R-EX5
17012	Luka, Luka	R-EX5
17305	Velika, uzvodno od Poznanovca	R-EX5
17504	Bistrica, Podgrađe Bistričko	R-EX5
17606	Presečno, Drašković	R-EX5
17701	Ivanec, Veleškovec	R-EX5
17704	Pinja, Selnica	R-EX5
17705	Žitomirka, Špoljari	R-EX5
21020	Vučica, Marjančaci	R-EX5
21033	Slatinska Čađavica, Čađavica	R-EX5
21036	Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave	R-EX5
21038	Bistra, jugozapadno od Darde	R-EX5
21062	Čarna, nakon Crpne stanice Podunavlje - Čarna	R-EX5
21063	Bukvik, prije utoka u Vučicu	R-EX5
21081	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin	R-EX5
21099	Brzava, Delovi	R-EX5
21112	Cuklin, Novo Selo Podravsko	R-EX5
21123	Mozdanski jarak, M. Hlebine	R-EX5
21126	Segovina, Đelekovec	R-EX5
21205	Iskrica, Šaptinovci	R-EX5
21209	Našička rijeka, Jelisavac	R-EX5
21224	Slatinska Čađavica, Slatina	R-EX5
21314	Vučica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj	R-EX5
21315	Vučica, Beničanci	R-EX5
51129	potok Starča, Stupnik	R-EX5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 1.4. (nastavak)

ŠIFRA POSTAJE	Naziv postaje	IC tip
51132	potok Rakovica, Strmec	R-EX5
51136	potok Lužnica	R-EX5
51139	potok Medpotoki, prije utoka u Savu	R-EX5
51140	potok Vrapčak, nakon utoka Črnomerca	R-EX5
51157	potok Kašina	R-EX5
51160	potok Vranić	R-EX5
51172	potok Črnc V, uz autocestu	R-EX5
10434	Šumetlica, uzvodno od vodozahvata, Šibnjak	R-EX6
13235	Velika rijeka, Kutjevo (Rikino vrelo)	R-EX6
15389	Kamešnica, Kamešnica	R-EX6
15475	Lonja, prije utoka Topličice, Japčevo polje	R-EX6
15589	Zelina, Biškupec Zelinski	R-EX6
16232	Ljubina, prema naselju Donja Ljubina	R-EX6
17014	Bistra, Krainje, Kraljev Vrh	R-EX6
17114	Kosteljina, Vrh Pregradski	R-EX6
17553	Krapinica, Đurmanec - most ispod viadukta	R-EX6
18003	Sutla, Prišlin	R-EX6
21114	Ivanečka Železnica, na utoku	R-EX6
21118	Ljubelj, Ljubelj	R-EX6
21120	Voća, Ribić Breg	R-EX6
21121	Žarovnica, Žarovnica	R-EX6
21128	Gliboki potok, V. Poganac	R-EX6
51163	Kašina, Kašina	R-EX6
51164	Čučerska reka, Čučerje, Jalševac	R-EX6

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Literatura

Birk S., Willby N., Kelly M., Bonne W., Borja A., Poikane S. & Van de Bund W. 2013. Intercalibrating classifications of ecological status: Europe's quest for common management objectives for aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment* 454-455: 490-499.

European Commission 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Guidance Document No. 14. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical report-2011-045.

European Commission 2015. Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise. Guidance Document No. 30. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Technical report- 2015-085.

Hering D., Feld C.K., Moog O. & Ofenbock 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.

Poikane S. (ed.) 2014. Water Framework Directive intercalibration technical report. JRC scientific and technical reports. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Van de Bund W. (ed.) 2014. Water Framework Directive River intercalibration technical report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2 Pregled nacionalnih metoda u zemljama članicama (EC GIG) za ocjenu ekološkog stanja rijeka

Biološki element: Makrozoobentos

U tablici 2.1. prikazan je kratak opis nacionalnih interkalibriranih metoda koji koriste makrozoobentos za ocjenu ekološkog stanja tekućica u zemljama članicama EC GIG-a.

Tablica 2.1. Opis interkalibriranih metoda koje koriste makrozoobentos za ocjenu ekološkog stanja tekućica u zemljama članicama EC GIG-a.

IC tipovi	Metoda	Opis	Referentne postaje	Zemlja članica	Referenca
R-E4 R-EX5 R-EX6	Ecological status assessment system for rivers using benthic invertebrates in Slovenia	2 modula: organsko opterećenje i hidromorfološke promjene / opća degradacija	najbolje raspoložive postaje, modeliranje, stručna procjena	Slovenija	Urbaniči sur., 2005
R-E4	Assessment of the biological quality elements - part benthic invertebrates	3 modula: Organsko opterećenje, opća degradacija, acidifikacija.	postoje referentne postaje	Austrija	Ofenboeck i sur., 2008

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 2.1. (nastavak)

IC tipovi	Metoda	Opis	Referentne postaje	Zemlja članica	Referenca
R-E1	Assessment method for ecological status of water bodies based on macroinvertebrates	Srednja vrijednost četiriju metrika: Saprobic index; No. of individuals; EPT; Shannon-Wiener-Diversity	postoje referentne postaje	Rumunjska	Chiriac i sur., 2007
R-E2 R-E3	Hungarian Multimetric Macroinvertebrate Index		ekspertna procjena	Mađarska	
R-E1 R-E2 R-E3 R-E4 R-E6	Slovak assessment of benthic invertebrates in rivers	Multimetrički pristup, konačna vrijednost ekološkog stanja je srednja vrijednost svih metrika	postoje referentne postaje	Slovačka	Šporka i sur., 2007
R-E1 R-E3	Czech system for ecological status assessment of rivers using benthic macroinvertebrates	Multimetrički pristup, konačna vrijednost ekološkog stanja je srednja vrijednost svih metrika (metrike imaju određene koeficijente)	najbolje raspoložive postaje	Češka	Koke i sur., 2006
R-E2 R-E3	Benthic macroinvertebrates - Methodology and standarts for analysis	Biotic Index, Taxa number, Trophic indexes (RETI and PETI)	Ekspertna procjena i najbolje raspoložive postaje	Bugarska	Cheshmedjiev i Varadinova, 2013

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

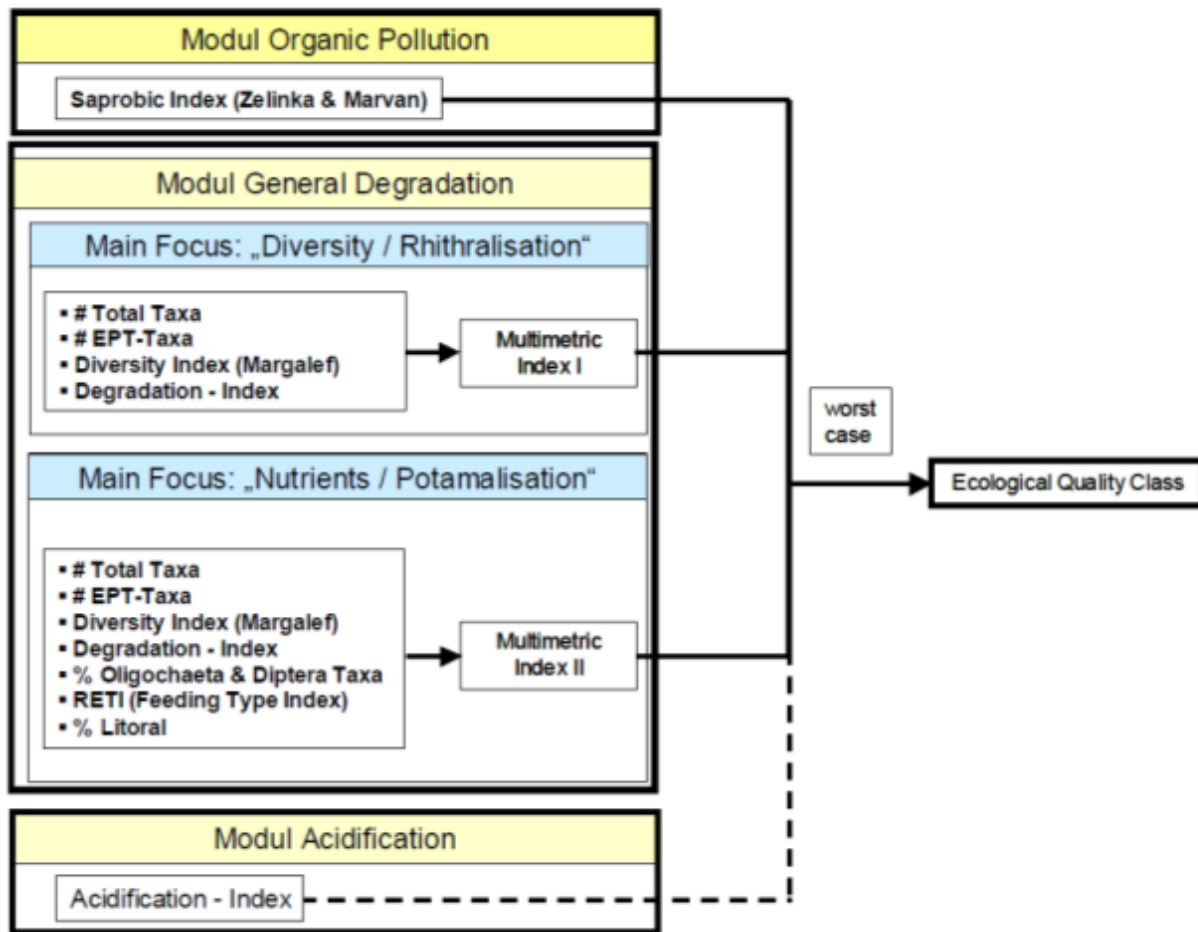
U **Sloveniji** se ekološko stanje na bazi makrozoobentosa određuje temeljem 2 modula: saprobnost i hidromorfološka promijenjenost (opća degradacija). Modul saprobnost ukazuje na opterećenje organskim tvarima, dok modul hidromorfološke promijenjenosti (opće degradacije) uzima u obzir utjecaj hidromorfoloških značajki vodotoka, udio pojedinih kategorija zemljišnog pokrova u slivu i ostala opterećenja. Konačna ocjena ekološkog stanja bazira se na modulu koji pokazuje nižu vrijednost. Modul saprobnost određuje se temeljem Saprobnog indeks (Zelinka & Marvan, 1961), dok se hidromorfološka promijenjenost (opća degradacija) bazira na slovenskom multimetrijskom indeksu hidromorfološke promijenjenosti (SMEIH) koji se sastoji od različitih metrika (3-4 metrike), ovisno o riječnom tipu (Urbanič i sur., 2008). Tako su primjerice u tekućicama Panonske ekoregije u Sloveniji korišteni slijedeći indeksi: RFI (River fauna indeks), EP-Taxa, EPT [%] (abundance classes), Crustacea [%],[%] Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%), [%] hyporhithral (scored taxa =100%), Rheoindex (Banning, with abundance classes) i Index of Biocoenotic Region. U najviše tipova korišteni su RFI i Indeks biocenotičke regije. RFI je razvijen u Sloveniji, a izračunava se temeljem hidromorfoloških indikatorskih vrijednosti i indikatorske težine za pojedine svojte makrozoobentosa u određenom riječnom tipu. Hidromorfološkie indikatorske vrijednosti i indikatorske težine bile su određene za svaki riječni tip na temelju odnosa sa hidromorfološkim indeksima sustava SIHM. U navedenu svrhu korištena je kanonička analiza podudarnosti (CCA analiza). Hidromorfološke ocjene svake postaje na kojoj su prikupljeni uzorci makrozoobentosa provedene su temeljem modificirane RHS metode (engl. River Habitat Survey).

Multimetrički indeks temeljem makrozoobentosa u **Austriji** uključuje tri modula (Slika 2.1):

- Modul „organsko onečišćenje“ (izračunava se Saprobnog indeks (Zelinka & Marvan, 1961) čije referentne vrijednosti variraju ovisno o tipu)
- Modul „opća degradacija“ (sastoji se od dva podmodula, a izračun se bazira na dva multimetrička indeksa).
- Modul „acidifikacija“ (indeks prema Braukmann & Biss, 2004 te se koristi samo u ekoregijama koje su u opasnosti od acidifikacije)

Najniža vrijednost od triju modula određuje krajnju vrijednost ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 2.1. Grafički prikaz ocjene ekološkog stanja rijeka temeljem makrozoobentosa u Austriji.

U **Slovačkoj** se ekološko stanje temeljem makrozoobentosa za zajedničke tipove EC GIG-a određuje temeljem 12 metrika (Tablica 2.2). Konačna vrijednost ekološkog stanja određuje se temeljem srednje vrijednosti svih metrika u pojedinom riječnom tipu.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 2.2. Prikaz metrika za ocjenu ekološkog stanja rijeka zajedničkih EC GIG tipova temeljem makrozoobentosa u Slovačkoj.

	R-E1 (small-sized)	R-E1 (medium-sized)	R-E2	R-E4
SI (Zelinka & Marvan)	x	x	x	x
oligo [%]	x	x	x	x
BMWP	x	x	x	x
Rhithron Type Index	x	x	x	x
Index of Biocoenotic Region	x	x	x	x
Rheoindex	x			
[%] Type Aka+Lit+Psa	x	x	x	x
[%] metarhithral		x	x	x
Diversity (Margalef Index)		x	x	x
[%] Shredders		x	x	x
[%] Gatherers/Collectors		x	x	x
EPT taxa	x	x	x	x
Number of families		x	x	x

U **Bugarskoj** se za sve nacionalne tipove u ocjeni ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa koristi Irski biotički indeks (McGarrigle et al., 1992). Indeks uključuje dvije metrike:

- Ukupan broj svojti
- Bogatstvo svojti indikatorskih grupa (svojte grupirane u četiri grupe: A, B, C i D, gdje je A najosjetljivija skupina svojti, a D najtolerantnija skupina)

Konačnu vrijednost biotičkog indeksa određuje relativni udio tolerantnih grupa. Pojedini riječni tipovi razlikuju se u referentnim i najlošijim vrijednostima odabranih metrika.

U svrhu usporedivosti procjene ekološkog stanja između Geografskih Interkalibracijskih Grupa te u skladu s normativnim definicijama ODV, tijekom interkalibracijskih postupaka utemeljen je interkalibracijski multimetrički indeks - ICMi (Intercalibration Commom Multimetric index) koji je specifičan za svaki GIG. Tako je za EC-GIG formiran zajednički interkalibracijski indeks (ICMi), kojeg čine 4 metrike (Tablica 2.3).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 2.3. Metrike korištene u zajedničkom interkalibracijskom indeksu (ICM) u EC GIG-u.

Tip metrike	Ime	Opis
Sastav/ abundancija	% abundancija EPT svojti	Udio jedinki EPT taksonomskih grupa u ukupnoj brojnosti makrozoobentosa
Bogatstvo svojti/ raznolikost	broj svojti iz EPTCBO skupine	Broj zabilježenih svojti skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata
Osjetljivost/ tolerantnost	ASPT	Indikatorska vrijednost pojedinih porodica iskazana s obzirom na osjetljivost na organsko onečišćenje
Funkcionalna metrika	Indeks biocenotičke regije	Niže vrijednosti ukazuju na veći udio vrsta koje preferiraju područje krenala i ritrala, a više vrijednosti indeksa ukazuju da u zajednici dominiraju indiferentne vrste ili vrste koje preferiraju donje tokove

Razvojem navedenog ICM indeksa vodilo se računa da metrike uključene u indeks pripadaju svim kategorijama metrika (abundancija, bogatstvo i raznolikost zajednice, osjetljivost/ tolerantnost i funkcionalna metrika) (Hering i sur., 2006). Također je važno napomenuti da upotrebom metrika iz različitih grupa odgovaramo na veći set pritisaka. Metrika % brojnosti EPT svojti reagira na organsko onečišćenje te strukturalnu i opću degradaciju, kao i metrika broj EPTCBO svojti. ASPT metrika reagira na pritiske kao što su organsko onečišćenje i opća degradacija, dok indeks biocenotičke regije govori o funkcionalnom odgovoru zajednice: niže vrijednosti indeksa ukazuju na veći udio vrsta koje preferiraju krenal i ritral, a više vrijednosti indeksa ukazuju da u zajednici dominiraju indiferentne vrste ili vrste koje preferiraju donje tokove i područja potamala.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Fitobentos

Službena interkalibracijska vježba procjene ekološkog stanja rijeka unutar EC-GIG-a temeljenih na fitobentosu uspješno je završena 2011. godine (Opatrilova i sur., 2011.). Države članice EC-GIG-a nisu dovršile interkalibraciju fitobentosa u prvoj fazi, stoga rezultati nisu niti uključeni u prvu Odluku Komisije o interkalibraciji (COM DEC 2008/915/EC). U drugoj fazi članice EC-GIG-a su uspješno završile interkalibraciju, slijedeći ažurirane postupke uključene u nove smjernice za izvođenje interkalibracije. Hrvatska (HR) je sudjelovala u drugoj fazi interkalibracijske vježbe, ali budući da je HR metoda za fitobentos još uvijek bila u fazi izrade, podaci HR su isključeni iz daljnje analize.

U svrhu usporedivosti procjene ekološkog stanja između Geografskih Interkalibracijskih Grupa te u skladu s normativnim definicijama ODV, utemeljen je ICMi (Intercalibration Common Multimetric index). ICMi se sastoji od dvaju općekorištenih, statistički provjerenih dijatomejskih metrika (Kelly i sur., 2009.): IPS (indeks osjetljivosti na onečišćenje; Coste u CEMAGREF, 1982.) te TI (trofički indeks; Rott i sur., 1999.). Navedeni je multimetrički indeks uspješno korišten u različitim Geografskim Interkalibracijskim Grupama (pr. MED-GIG grupa).

Različite nacionalne metode država članica u završenoj interkalibracijskoj vježbi usmjerene su prema utvrđivanju sljedećih pritisaka: eutrofikacije i zagađenja putem organskih tvari i opće degradacije (Opatrilova i sur., 2011.). Nacionalne metode korištene u zemljama članicama, sudionicama interkalibracijskih procesa za ocjenu ekološkog stanja rijeka EC-GIG-a za biološki element fitobentos prikazane su u tablici 2.4.

Austrija i Slovenija u svojim interkalibriranim metodama koristile su indekse koji određuju stupnjeve trofije (TI) i saprobnosti (SI).

Bugarska je za svoju metodu kao najprikladniju metriku izabrala IPS indeks, odnosno Indeks stupnja zagađenosti.

Češka je za potrebu interkalibracije razvila novi multimetrijski sustav nazvan Češki saprobnost-trofički Indeks (IFB), koji predstavlja inačicu ICMi indeksa budući da u obzir uzima osjetljivost i relativnu učestalost dijatomeja.

Mađarska je odlučila koristiti set dijatomejskih indeksa iz programa OMNIDIA (Lecoite i sur., 1993.) kao najprikladnije za potrebe interkalibracijske vježbe.

Rumunjska interkalibrirana metoda koristi sustav sa nekoliko indeksa koji uključuju broj svojti i učestalost (brojnost) dijatomeja, Shannon-Wienerov indeks raznolikosti, Biološki indeks dijatomeja (IBD) te Saprobnostni indeks (SI).

Slovačka u svojoj interkalibriranoj metodi također koristi kombinaciju višemodula: IPS indeks, CEE dijatomejski indeks te EPI-D dijatomejski indeks koji su temeljeni na određivanju stupnja zagađenja, osjetljivosti na organsko opterećenje i hranjive tvari te relativnoj učestalosti indikatorskih svojti dijatomeja.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 2.4. Opis interkalibriranih metoda koje koriste fitobentos za ocjenu ekološkog stanja tekućica u zemljama članicama EC GIG-a.

Zemlja članica	Interkalibracijski tip	Indeks	Opis	Referenca
Austrija	R-E4	Trofički indeks (TI); Saprobni indeks (SI)	Trofički indeks temeljen je na vrijednostima za osjetljivost na hranjive tvari i učestalosti indikatorskih svojti dijatomeja; Saprobni indeks temeljen je na vrijednostima saprobnosti (tolerantnosti i osjetljivosti) indikatorskih svojti dijatomeja	Rott i sur., 1999.; Rott i sur., 1997.
Bugarska	R-E1a R-E1b R-E2 R-E3	IPS indeks	Indeks zagađenja, temeljen na vrijednostima osjetljivosti i relativnoj učestalosti indikatorskih svojti	Cemagref, 1982.
Češka	R-E1a R-E1b R-E2 R-E3 R-E4 R-EX4	Češki saprobno-trofički Indeks (IFB)	Multimetrijski indeks temeljen na vrijednostima osjetljivosti i učestalosti indikatorskih svojti	Marvan i sur., 2011.
Mađarska	R-E1b R-E2 R-E3 R-E4 R-EX5 R-EX6	Dijatomejski indeksi iz programa OMNIDIA	Indeksi temeljeni na vrijednostima osjetljivosti na organsko opterećenje i hranjive tvari i relativnoj učestalosti indikatorskih svojti dijatomeja	Lecointe i sur., 1993. (OMNIDIA)

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 2.4. (nastavak)

Zemlja članica	Interkalibracijski tip	Indeks	Opis	Referenca
Rumunjska	R-E1a R-E1b R-E2 R-E3 R-E4 R-EX4 R-EX5 R-EX6	Broj svojti; abundancija dijatomeja; abundancija centričnih (Centric) dijatomeja; Shannon-Wiener indeks raznolikosti; Biološki indeks dijatomeja (IBD); Saprobni indeks (SI)	IBD je multimetrijski indeks temeljen na vrijednostima osjetljivosti i relativnoj učestalosti indikatorskih svojti dijatomeja; Saprobni indeks temeljen je na vrijednostima saprobnosti (tolerantnosti i osjetljivosti) indikatorskih svojti dijatomeja	Shannon i Wiener, 1949.; Coste i sur., 2009.; Pantle i Buck, 1955.; Zelinka i Marvan, 1961.
Slovenija	R-E2 R-E3 R-E4 R-EX5 R-EX6 R-EX7 R-EX8	Trofički indeks (TI); Saprobni indeks (SI)	Trofički indeks temeljen je na vrijednostima za osjetljivost na hranjive tvari i učestalosti indikatorskih svojti dijatomeja; Saprobni indeks temeljen je na vrijednostima saprobnosti (tolerantnosti i osjetljivosti) indikatorskih svojti dijatomeja	Rott i sur., 1999.; Rott i sur., 1997.
Slovačka	R-E1a R-E1b R-E2 R-E3 R-E4 R-EX4 R-EX5	IPS indeks, CEE dijatomejski indeks, EPI-D dijatomejski indeks	IPS je indeks zagađenja, temeljen na vrijednostima osjetljivosti i relativnoj učestalosti indikatorskih svojti; CEE i EP-D indeksi temeljeni na vrijednostima osjetljivosti na organsko opterećenje i hranjive tvari i relativnoj učestalosti indikatorskih svojti dijatomeja	Cemagref, 1982.; Descy i Coste, 1991.; Dell'Uomo, 2004.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrofita

Austrija koristi metodu Austrian Index Macrophytes for Rivers kojom se OEK računa na temelju abundancija vrsta koje pripadaju različitim indikatorskim skupinama s obzirom na tip rijeke. **Slovačka** koristi metodu Slovak assessment of macrophytes in rivers koja OEK računa multimetrički na temelju Shannon-Wienerovog indeksa raznolikosti, referentnog indeksa, IBMR indeksa i količine referentnih vrsta.

Slovenija koristi metodu River Macrophyte Index koja OEK računa na temelju abundancije indikatorskih vrsta koje se dijele u šest kategorija.

Bugarska koristi metodu Reference Indeks for Macrophytes koja OEK računa na temelju abundancije indikatorskih vrsta koje se dijele u tri kategorije, ovisno o tipu rijeke. Ova metoda predstavlja prilagodbu metode inicijalno razvijene za bavorske rijeke.

Mađarska također koristi metodu Reference Indeks for Macrophytes koja OEK računa na temelju abundancije indikatorskih vrsta koje se dijele u tri kategorije, a ovisno o tipu rijeke. Također se radi o prilagodbi bavorske metode.

Češka koristi metodu Mean Trophic Value koja OEK računa na temelju abundancije vrsta i njihovog trofičkog indeksa. Trofički indeks definiran je za svaku vrstu s obzirom na tip rijeke koji se promatra.

Rumunjska koristi metodu Macrophyte-based assessment system for rivers kojom se omjer ekološke kakvoće računa na temelju abundancija vrsta koje pripadaju različitim indikatorskim skupinama s obzirom na tip rijeke. Ta metoda predstavlja prilagodbu austrijske metode.

U tablici 2.5 prikazane su metode i pripadajući indeksi koje se koriste u zemljama članicama EC GIG-a.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 2.5. Opis interkalibriranih metoda koje koriste makrofita za ocjenu ekološkog stanja tekućica u zemljama članicama EC GIG-a.

Država	Nacionalne metode	Metrike
Austrija	Austrian Index Macrophytes for Rivers (AT)	Težinski prosjek indikatorskih vrsta
	Interkalibracijski tipovi: R-E4	
Slovačka	Biological Macrophyte Index for Rivers (IBMR-SK)	Shannon-Wiener indeks, Referentni indeks, IBMR indeks I indikatorske svojte
	Interkalibracijski tipovi: R-E2, R-E3, R-E4	
Slovenija	River Macrophyte Index (SI)	Taksonomski sastav i abundancija
	Interkalibracijski tipovi: R-E2, R-E3, R-E4	
Bugarska	Reference index (BG)	Taksonomski sastav i abundancija
	Interkalibracijski tipovi: R-E2, R-E3, R-E4	
Mađarska	Reference index (HU)	Taksonomski sastav i abundancija
	Interkalibracijski tipovi: R-E2, R-E3	
Češka	Mean Trophic Value Index (MTV-CZ)	Koristi se jedna metrika koja odražava trofiju okoliša i promjene u sastavu vrsta.
	Interkalibracijski tipovi: R-E2, R-E3, R-E4	
Rumunjska	Macrophyte-based assessment system for rivers (MARI)	Težinski prosjek indikatorskih vrsta
	Interkalibracijski tipovi: R-E2, R-E3, R-E4	

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Literatura

Cheshmedjiev S., Varadinova E. 2013. Chapter 5. Demersal macroinvertebrates. In Belkinova D et al. (eds), *Biological analysis and ecological status assessment of Bulgarian surface water ecosystems* [in Bulgarian]. University of Plovdiv, Plovdiv, 147-162.

Chiriac G. et al. 2007. Assessment of the ecological status of various lotic ecosystems from the H.B. Jiu using biotic communities according to the WFD requirements. Oltenia. *Studii si comunicari. Stiintele naturii*, Craiova.

Kokes J. & D. Nemejcova 2006. Metodika odberu a zpracovani vzorku makrozoobentosu tekoucich vod metodou PERLA. Zavazna metodika programu monitoringu MZP. (Methodology for sampling and treatment of benthic macroinvertebrates from running waters using method PERLA. Mandatory method of the Ministry of Environment's monitoring programme.)

Lecoite, C., Coste, M., Prygiel, J. 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.

McGarrigle M., Lucey J., Clabby K.C. 1992. Biological assessment of river water quality in Ireland. In: Newman, P.J., M.A. Piavaux and R.A. Sweeting (eds.): *River Water Quality Ecological Assessment and Control*. Brussels (Commission of the European Community): 371-385.

Ofenboeck T., O. Moog, A. Hartmann & I. Stubauer 2008. Leitfaden zur Erhebung der biologischen Qualitätselemente, Teil A2 - Makrozoobenthos. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 214 p.

Opatrilova, L. 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report – River/EC GIG/Phytobenthos. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability, pp 23.

Šporka F., J. Makovinsk, D. Hlubikova, L. Tothova, V. Muzik, R. Magulova, K. Kucarova, P. Pekarova & L. Mrafkova 2007. Method of the derivation of reference conditions and classification schemes for ecological status assessment. WIR Bratislava, SHMU Bratislava, UZ SAV Bratislava, SAZP Banska Bystrica, 288 pp.

Urbanič G., G. Kosi, M. Germ 2008. Klasifikacija ekološkega stanja vodnih teles rek z biološkimi elementi v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES). *Eko-voda*, Zgornja Ščavnica, 69 str.

Urbanič G., B. Tavzes, M.J. Toman, S. Ambrozic, V. Hodnik, K. Zdesar & M. Sever 2005. Priprava metodologij vzorčenja ter laboratorijske obdelave vzorcev bentoskih nevretencarjev (zoobentosa) nabranih v vodotokih in obdelava 70 vzorcev bentoskih nevretencarjev. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 36 str.

Zelinka M., Marvan P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie*, 57: 389–407.

3 Pregled opterećenja koji su uzrokom nepostizanja dobrog stanja vodnih tijela rijeka u EC GIG

Ekološko stanje vodnih tijela moguće je narušiti nizom različitih tipova onečišćenja i alternacija. S obzirom na tip onečišćenja, razlikujemo i cijeli niz odgovora zajednica i promjena kemijskog sastava vode koji su uzrok nepostizanja dobrog stanja. Lokalno onečišćenje (engl. Point source pollution) može uzrokovati promjene u abundanciji pojedinih svojti, koncentraciji kisika, fosfata i/ili nitrata (dušika). Difuzni tip onečišćenja (Diffuse source pollution) posljedica je poljoprivrednih aktivnosti u slivnom području vodnog tijela, koje utječu na povećanje koncentracija fosfata i/ili nitrata (dušika) u ekosustavu. Narušavanje zone riparijske vegetacije podrazumijeva iskorištavanja i alternacije riječne obale koje uz lokalne posljedice kao što su smanjenje lokalne heterogenosti mikrostaništa, može uzrokovati i hidrološke promijene kao što su smanjenje lateralne i longitudinalne povezanosti vodenog toka. Hidromorfološke promjene su izazvane antropogenim utjecajem na hidrološki režim, odnosno morfologiju rijeka. Uključuju izgradnju brana, ustave, kanaliziranje rijeka i vodotoka, obaloutvrde, hidrotehničke stepenice, regulaciju obala i prekidanje veza s poplavnim nizinama i rukavcima, plovidbu i s njom povezane mjere te izuzimanje vode za potrebe vodoopskrbe, poljoprivrede i dr. Hidromorfološko opterećenja vodnog tijela uzrokuje slijedeće promjene u riječnim i povezanim ekosustavima:

- a) Prekid riječnog i stanišnog kontinuiteta (longitudinalne povezanosti),
- b) Razdvajanje susjednih močvarnih/poplavnih područja,
- c) Hidrološke promjene,
- d) Morfološke promjene.

Pod pojmom bioloških opterećenja podrazumijevao prisustvo invazivnih vrsta, biomanipulaciju te intenzivnu akvakulturu i/ili uzgoj i izlov riba. Mogući pritisak na vodeno tijelo također je intenzivno korištenje istog u rekreacijske svrhe.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

4 Pregled rezultata provedenih interkalibracijskih i post-interkalibracijskih postupaka (postupaka usklađenja) u EC GIG-u

Temeljem izvješća Europske komisije iz travnja 2019. (Poikane i sur., 2019) u (post)interkalibracijskom postupku EC GIG-a dosada je osim Hrvatske, sudjelovalo sedam zemalja. Pregled svih dosad interkalibriranih bioloških elemenata za tekućice EC GIG-a nalazi se u tablici 4.1.

Tablica 4.1. Zemlje članice EC GIG-a i biološki elementi koje su interkalibrirali.

Zemlja članica	Makrofiti	Makrozoobentos	Fitobentos	Ribe
Austrija	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +
Bugarska	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +
Češka	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +
Mađarska	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda za R-E1b interkalibrirana u 2018, ostale metode uspješno interkalibrirane +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana u 2018 +
Rumunjska	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +
Slovenija	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +
Slovačka	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +	metoda uspješno interkalibrirana +

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrozoobentos

Konačna interkalibracija nacionalnih metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa za EC GIG završena je 2011. godine (Opatilova, 2011), nakon što je utvrđena potreba za stvaranjem dodatnih IC tipova te je u ovom GIG-u određeno i pet dodatnih interkalibracijskih tipova. U procesu interkalibracije je sudjelovalo 7 zemlja članica (Tablica 4.2). Hrvatska je u ovoj fazi interkalibracije tek razvijala vlastiti sustav ocjene stanja ekološke kakvoće za pojedine tipove tekućica te nijesudjelovala u interkalibracijskom procesu.

Tablica 4.2. Broj uzoraka s kojima su države članicesudjelovale u interkalibraciji zajedničkih tipova pri finalnoj verziji interkalibracije EC GIG-a.

Zemlja članica/IC TIP	R-E1a	R-E1b	R-E2	R-E3	R-E4	R-EX4	R-EX5	R-EX6	R-EX8	Ukupno uzoraka
Austrija					58					58
Bugarska	21 (12)	14(7)	27(13)	50 (28)	9		2	3	2	128
Češka	16	68	10	20						114
Mađarska		86	129	336	70		15	132		768
Rumunjska	75	39	64	78	29	51	18	30		384
Slovenija					63		7	55		125
Slovačka	158	128	99	226	15	103	5			734
Ukupno uzoraka	270	335	329	710	244	154	47	220	2	2311

Zbog malog broja podataka, nije bilo moguće interkalibrirati tipove R-EX8 u EC-GIG-u za biološki element: makrozoobentos. Za interkalibracijske tipove R-EX1, R-EX2, R-EX3 i R-EX7 nisu bili dostupni podaci, stoga ovi tipovi nisu interkalibrirani (Opatilova, 2011).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Fitobentos

Službeni interkalibracijski postupak ekološkog stanja istočnoeuropskih kontinentalnih tekućica, na temelju biološkog elementa fitobentos, završen je u sklopu EC-GIG interkalibracije u kojoj je sudjelovalo sedam zemalja (Opatrilova, 2011). Tipologija unutar EC-GIG-a, postavljena na temelju makrozoobentosa, usvojena je i za fitobentos. Za interkalibraciju fitobentosa razmatrano je ukupno 6 zajedničkih tipova tekućica (R-E1a, R-E1b, R-E2, R-E3, R-E4, R-E6) te još 9 dodatnih tipova (R-EX1, R-EX2, R-EX3, R-EX4, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8, R-EX9). Četiri dodatna tipa (R-EX1, R-EX2, R-EX3 i R-EX9) definirana su za balkansku ekoregiju (Ekoregija 5 prema Illiesu, 1978), odnosno navedeni su tipovi prisutni samo u Republici Hrvatskoj i. Budući da ih nema niti jedna druga država članica, interkalibraciju za ove podtipove nije bilo moguće provesti.

Svi su tipovi tretirani zajedno slijedeći iste principe tijekom postupka interkalibracije fitobentosa. U postupku je sudjelovalo sedam zemalja članica: Austrija, Bugarska, Češka, Mađarska, Rumunjska, Slovenija i Slovačka.

Na početku interkalibracijskog postupka zaključeno je da sve države članice koriste slične metode za ocjenu ekološkog stanja koje uključuju taksonomski sastav dijatomeja na razini vrsta te relativnu brojnost (učestalost) vrsta, osim Češke koja koristi klase brojnosti, a koje su ekspertnom prosudbom pretvorene u relativnu brojnost vrsta. Sve države članice za interkalibraciju su koristile uzorke epilitske zajednice. Uzorkovanje se u većini država članica provelo jednom godišnje s jednog tipapodloge, osim u slučaju Austrije, Rumunjske i Slovenije koje su uzorkovale tijekom nekoliko sezona godišnjena više tipova staništa. Slijedom navedenog, usvojena je zajednička metrika ICMi (Intercalibration Common Multimetric index), koja se sastoji od indeksa IPS (indeks osjetljivosti na onečišćenje; Coste u CEMAGREF, 1982) te TI (trofički indeks; Rott i sur., 1999). Nadalje, definirani su i prihvaćeni zajednički referentni uvjeti (Opatrilova, 2011). Interkalibracija je provedena kao oblik *Case A for the fit-in procedure: „IC Option 2 using reference/benchmark sites“* (Willby i sur., 2014).

Usklađene vrijednosti granica vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno (zajednički za sve tipove) interkalibrirane su koristeći prosjeke granica za vrste unutar svake države članice, a zatim izračunavanjem zajedničke srednje vrijednosti uzimajući u obzir jednu granicu za svaku državu članicu. Nakon provedenog interkalibracijskog postupka sve zemlje su zadržale postojeće metode uz podešavanje granica klasa s obzirom na dobivene interkalibracijske rezultate, ukoliko je odstupanje bilo veće od 25 %.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrofita

Službeni interkalibracijski postupak ekološkog stanja istočnoeuropskih rijeka, na temelju biološkog elementa makrofita, završen je u sklopu EC-GIG interkalibracije 2011. godine. Pritom su definirana tri zajednička tipa tekućica Istočnokontinentalne geografske grupe (R-E2, R-E3 i R-E4) na kojima je moguće provesti zajednički interkalibracijski postupak u kojem je sudjelovalo pet zemalja članica: Austrija, Slovačka, Slovenija, Bugarska i Mađarska. Naknadno su 2016. godine u postupcima usklađenja interkalibrirane metode za Češku i Rumunjsku.

Na početku interkalibracijskog postupka zaključeno je da ne postoji zajednička metrika kao ni zajednički referentni uvjeti za pet zemalja članica, te je odabrana metoda „continuous benchmarking“ koja se primjenjuje ukoliko zajednički skup podataka ne sadrži dovoljan broj postaja u referentnim uvjetima. Nakon provedenog interkalibracijskog postupka sve zemlje su zadržale svoje dotadašnje metode uz podešavanje granica klasa s obzirom na dobivene interkalibracijske rezultate ukoliko je odstupanje bilo veće od 25%. Mađarska je prihvatila granice klasa koje su proizišle iz interkalibracijskog postupka, a Austrija nije mijenjala granice klasa iako su se pokazale strožim u odnosu na granice proistekle iz interkalibracije. Češka i Rumunjska koje su interkalibrirane naknadno u postupcima usklađenja, također su primijenile metodu „continuous benchmarking“, te podesile granice klasa prema interkalibracijskom postupku iz 2011. u slučaju da su odstupale više od 25%.

Literatura

CEMAGREF 1982. Etude des méthodes biologiques d'appréciation quantitative de la qualité des eaux. Rapport QE Lyon Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

Illies, J. 1978. Limnofauna Europaea. A checklist of the animals inhabiting European Inland Waters, with an account of their distribution and ecology. 2nd Edition. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 552 pp.

Opatrilova, L. 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report – River/EC-GIG/Phytobenthos. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability, pp 23.

Rott E., P. Pfister, H. Van Dam, E. Pipp, K. Pall, N. Binder, K. Ortler 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz, taxonomische und toxikologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 248 pp.

Willby, N., S. Birk, S. Poikane & W. van de Bund 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report, Luxembourg, Ispra.

5 Pregled postojećih hrvatskih bioloških metoda koje se koriste za ocjenu ekološkog stanja u interkalibracijskim tipovima rijeka

Tipologija

Direktiva 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. godine o uspostavi okvira zadjelovanje Zajednice u području vodne politike (Okvirna direktiva o vodama) (SL L 327, 22. 12. 2000.) donijela je novi pristup u ocjenjivanju stanja voda koji se temelji na činjenici da različiti tipovi voda imaju različite ekološke karakteristike. Iz tog razloga uvedena je tipizacija površinskih voda kojoj je glavna svrha definiranje referentnih uvjeta specifičnih za određene tipove površinskih voda i predstavlja temelj klasifikacije ekološkog stanja voda.

U Panonskoj ekoregiji i Dinaridskoj kontinentalnoj sub-ekoregiji određeno je dvanaest postojećih biotičkih tipova te 37 abiotičkih tipova rijeka koji odgovaraju zajedničkim interkalibracijskim tipovima unutar EC GIG-a (R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8). U tablici 5.1 prikazani su hrvatski tipovi rijeka u ekoregijama 11 i 5 (Illies, 1978).

Tablica 5.1. Zajednički interkalibracijski tipovi i hrvatski tipovi rijeka koji pripadaju EC GIG-u.

PANONSKA EKOREGIJA	ABIOTIČKI TIP	BIOTIČKI TIP	NOVI BIOTIČKI TIP	INTERKALIBRACIJSKI TIP
1. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE				
Gorske male tekućice u silikatnoj podlozi	1A	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
Prigorske male tekućice u silikatnoj podlozi	2A	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
Prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	2B	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
Prigorske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	2C	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
2. NIZINSKE MALE TEKUĆICE				
2.a. s glinovito-pjeskovitom podlogom				
Nizinske male tekućice u silikatnoj podlozi	3A1	HR-R_2A	HR-R_2A	R-EX5
Nizinske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	3C1	HR-R_2A	HR-R_2A	R-EX5
Nizinske male tekućice u vapnenačko-organogenoj podlozi	3F1	HR-R_2A	HR-R_2A	R-EX5
2.b. s šljunkovito-valutičastom podlogom				
Nizinske male tekućice u silikatnoj podlozi	3A2	HR-R_2B	HR-R_2B	R-EX5
Nizinske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	3B2	HR-R_2B	HR-R_2B	R-EX5
Nizinske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	3C2	HR-R_2B	HR-R_2B	R-EX5
3. NIZINSKE ALUVIJALNE TEKUĆICE				
3.a. male sa šljunkovito-valutičastom podlogom				
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	3A3-2	HR-R_3A	HR-R_3A	R-EX5
3.b. male s glinovito-pjeskovitom podlogom				
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	3A3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
Nizinske male aluvijalne tekućice u vapnenačkoj podlozi	3B3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
Nizinske male aluvijalne tekućice u organogenoj podlozi	3D3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	3E3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
3.c. srednje velike s glinovito-pjeskovitom podlogom				
Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	4A3-1	HR-R_3B	HR-R_3C	R-E2
Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u organogenoj podlozi	4D3-1	HR-R_3B	HR-R_3C	R-E2
Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	4E3-1	HR-R_3B	HR-R_3C	R-E2
3.d. velike s glinovito-pjeskovitom podlogom				
Nizinske velike aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	5E3-1	HR-R_3B	HR-R_3D	R-E3
4. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE				

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

PANONSKA EKOREGIJA	ABIOTIČKI TIP	BIOTIČKI TIP	NOVI BIOTIČKI TIP	INTERKALIBRACIJSKI TIP
4.a. srednje velike				
Nizinske srednje velike tekućice u silikatnoj podlozi	4A	HR-R_4	HR-R_4A	R-E2
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	4B	HR-R_4	HR-R_4A	R-E2
Nizinske srednje velike tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	4C	HR-R_4	HR-R_4A	R-E2
4.b. velike				
Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi	5A	HR-R_4	HR-R_4B	R-E3
4.c. izvorište locirano u Dinaridskoj ekoregiji				
Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi čije je izvorište locirano u Dinaridskoj ekoregiji	6A	HR-R_5A	HR-R_4C	R-E3
DINARIDSKA KONTINENTALNA EKOREGIJA				
6. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE				
Gorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	9B	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Gorske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	9C	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	11B	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	11C	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
7. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE				
Gorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	10B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Gorske srednje velike tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	10C	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	12B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	13B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	13C	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
8. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE				
8.a. srednje velike				
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	14B	HR-R_8	HR-R_8A	R-EX8
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	14C	HR-R_8	HR-R_8A	R-EX8
8.b. velike				
Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	15B	HR-R_8	HR-R_8B	
9. GORSKE I PRIGORSKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA				
Gorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	10B4	HR-R_9	HR-R_9	R-EX8
Prigorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	12B4	HR-R_9	HR-R_9	R-EX8
10. POVREMENE TEKUĆICE				
10.a. gorske i prigorske male				
Gorske male povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	9B6	HR-R_10A	HR-R_10A	
Prigorske male povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	11B6	HR-R_10A	HR-R_10A	
10.b. gorske srednje velike				
Gorske srednje velike povremene tekućice u vapnenačkoj podlozi	10B6	HR-R_10B	HR-R_10B	

Biološki elementi kakvoće

Vrijeme, mjesto i način uzorkovanja, potrebna oprema, kao i opis postupka laboratorijske obrade uzoraka za sve biološke elemente u tekućicama detaljno su opisani u dokumentu "Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće" (u daljnjem tekstu „Metodologija“), koji je donešen Odlukom Hrvatskih voda sukladno 6. Uredbi o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 73/13, 151/14 i 78/15) prema Zakonu o vodama (Narodne novine, br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrozoobentos

METODOLOGIJA UZORKOVANJA

Vrijeme uzorkovanja

Najpovoljnije vrijeme uzorkovanja za velike i vrlo velike rijeke je ljetno-ranojesensko razdoblje (srpanj-rujan), kada većina hrvatskih rijeka ima nizak vodostaj. Za tekućice koje presušuju najbolje vrijeme uzorkovanja je razdoblje ožujak – svibanj, prije nego presuše. Za sve ostale tipove tekućica najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je u proljetnom razdoblju (ožujak - travanj), tj. prije masovnog izlijetanja odraslih kukaca koje se događa tijekom svibnja i lipnja.

Prije početka uzorkovanja potrebno je da razdoblje stabilnog i niskog vodostaja bude dovoljno dugo kako bi se makrozoobentoska zajednica mogla dobro razviti.

Način uzorkovanja

Uzorkovanje se vrši pomoću ručne bentos mreže ili Surberove mreže, s porama dimenzije 500 µm i veličinom uzorkovane površine od 0,0625 m². Uzorkuju se sva raspoloživa mikrostaništa (eng. „multi-habitat sampling“) na mjernoj postaji, pri čemu se prikuplja 20 poduzoraka raspoređenih razmjerno udjelu mikrostanišnih tipova. Zbroj 20 poduzoraka predstavlja kompozitni uzorak s uzorkovane površine od 1,25 m². Uzorci se fiksiraju 96 %-tnim alkoholom i potom analiziraju i determiniraju u laboratoriju, pomoću lupe i mikroskopa. Kod uzoraka sa velikim brojem jedinki, vrši se poduzorkovanje. Determinacija se provodi do najniže moguće taksonomske razine.

OCJENA EKOLOŠKOG STANJA

Za ocjenu ekološkog stanja, koriste se dva modula: modul opće degradacije i modul saprobnost. Ovisno o biotičkim tipovima rijeka, ovi moduli podrazumijevaju omjere ekološke kakvoće različitih metrika.

Općenito, modul saprobnost ukazuje na opterećenje tekućica organskim tvarima te uzima u obzir sljedeće metrike: Ukupan broj svojti (UBS), Udio oligosaprobnih indikatora (OSI %), BMWP bodovni indeks (BMWP), Prošireni biotički indeks (PBI) te Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}). Hrvatski saprobni indeks je omjer zbroja indikatorskih vrijednosti zabilježenih vrsta sa zbrojem jedinki preračunatih po metru kvadratnom.

Modul opća degradacija ukazuje na ukupne antropogene promjene i uključuje ove metrike: Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H), Ritron indeks (RI), Udio svojti koje preferiraju šljunak, litoral i pjeskoviti tip supstrata Akal+Lit+Psa (ALP%), Udio pobirača/sakupljača (P/S%), Indeks biocenotičkog područja (IBR), Broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT-S), Udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT%), Broj porodica (BP) i Udio Oligochaeta u makrozoobentosu (OLI %).

U nastavku teksta nalaze se formule izračuna po hrvatskog metodologiji za sve biotičke tipove koji su svrstani u zajedničke interkalibracijske tipove.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

EC-GIG:

HR-R_1 (R-EX6)

$$Sapr. = \frac{OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{7}$$

HR-R_2A (R-EX5)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{IBR}}{4}$$

HR-R_2B(R-EX5)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$$

HR-R_3A (R-EX5, R-E2 i R-E3)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{6}$$

HR-R_3B (R-EX5, R-E2 i R-E3)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{ALP\%} + OEK_{P/S\%} + OEK_{IBR}}{4}$$

HR-R_4 (R-E2 i R-E3)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$$

HR-R_5A (R-E3)

$$Sapr. = \frac{OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{3}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{EPT-S}}{2}$$

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

HR-R_6 (R-EX7)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_{P\%} + OEK_{IBR}}{2}$$

HR-R_7 (R-EX8)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_{RI} + OEK_{P\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$$

HR-R_8 (R-EX8)

$$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$$

$$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$$

HR-R_9 (R-EX8)

$$Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{2}$$

$$OpDeg. = OEK_H$$

Za izračunavanje svih korištenih indeksa koristi se računalni program ASTERICS 4.0.4. Računalni program ASTERICS izračunava sve gore navedene indekse, osim Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}), koji se računa zasebno.

Kako se vrijednosti svakog pojedinog indeksa brojčano znatno razlikuju, za ocjenu se njihove vrijednosti transformiraju (normaliziraju) u raspon od 0 (vrlo loše) do 1 (vrlo dobro), kako bi svi indeksi međusobno bili usporedivi. Za ocjenu ekološkog stanja se za svaki korišteni indeks izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

$$OEK = \frac{\text{Vrijednost indeksa} - \text{najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost} - \text{najlošija vrijednost}}$$

Referentne i najlošije vrijednosti svakog od indeksa očitavaju se iz Tablica referentnih i najlošijih vrijednosti za svaki tip vodotoka (DODATAK 5. Metodologije).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Fitobentos

METODOLOGIJA UZORKOVANJA

Prema Metodologiji uzorkovanje fitobentosa sastoji se od dvaju koraka. Prvi je korak uzorkovanje obraštaja za **dijatomejski uzorak**, koje se obavlja po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ („single habitat sampling“), odnosno s 5 kamena uzetih na različitim mjestima uzorkovanog odsječka.

Drugi korak uključuje uzorkovanje obraštaja za **nedijatomejski uzorak**, nakon utvrđivanja da postoji drugačiji tip obraštaja (prema morfologiji, boji i strukturi) na pojedinim mjestima riječnog korita, odnosno utvrđivanje prisutnosti vrsta makroalgi. Morfološki različit obraštaj ili makroskopske nakupine algi sakupljaju se u zasebne bočice i zasebno analiziraju pod mikroskopom. Postupak fiksiranja uzoraka definiran je vremenskim razdobljem na koje se uzorak pohranjuje i vrstom uzorka.

Dijatomejski se uzorci konzerviraju sa 70%-tnim etilnim alkoholom neovisno o vremenu skladištenja. Svježi i nekonzervirani nedijatomejski uzorci se kratkoročno mogu čuvati u hladnjaku na temperaturi od 1 do 5°C, ukoliko je analiza obavljena u roku od 72 sata, a za dugoročno čuvanje uzoraka na sobnoj temperaturi koristi se otopina formaldehida do konačne koncentracije od 4%. Laboratorijska analiza uzoraka dijatomeja uključuje postupke za čišćenje dijatomejskih uzoraka i izradu trajnih preparata, mikroskopiranje, determinaciju i kvantifikaciju dijatomeja koji u potpunosti prate i detaljno su opisani u Savjetodavnoj normi za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih bentoskih dijatomeja (HRN EN 13946:2014), Savjetodavnoj normi za ispitivanje, uzorkovanje i laboratorijsku analizu fitobentosa u plitkim tekućicama (HRN EN 15708:2010) te Savjetodavnoj normi za identifikaciju i brojenje dijatomeja u uzorcima riječnog bentosa te njihovo tumačenje (HRN EN 14407:2014).

Laboratorijska analiza nedijatomejskih uzoraka uključuje mikroskopiranje, determinaciju i kvantifikaciju nedijatomejskih skupina koji su detaljno opisani u normi HRN EN 15708:2010. Određivanje relativne brojnosti algi u mikroskopiranom preparatu obuhvaća pregled triju reprezentativnih poduzoraka iz svih sakupljenih uzoraka s jedne postaje pod mikroskopom na srednjem povećanju od 400x, pri čemu se zabilježe sve utvrđene alge, uključujući i dijatomeje (samo stanice s kloroplastom) te se svim utvrđenim svojstama procijeni brojnost. Za izračun ukupne brojnosti, koja se koristi za računanje nedijatomejskog indeksa, potrebno je uključiti terensku procjenu pokrovnosti (brojnosti) algi čime se dobije jedinstvena lista svojiti utvrđenih na istraživanoj postaji s konačnim ukupnim relativnim brojnostima (mikroskopska + terenska brojnost). Takva lista kasnije služi za računanje nedijatomejskog indeksa (NeD).

OCJENA EKOLOŠKOG STANJA

Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa prema Metodologiji se određuje na temelju dvaju modula uzimajući u obzir:

- a) dijatomejske vrste algi
 - razina opterećenja hranjivim tvarima izražena kao Trofički indeks dijatomeja
 - stupanj organskog opterećenja izražen kao Indeks saprobnosti dijatomeja
- b) nedijatomejske vrste algi
 - razina opterećenja hranjivim tvarima izražena kao Nedijatomejski indeks

Trofički indeks dijatomeja je pokazatelj koji ukazuje na opterećenje vodnog tijela hranjivim tvarima tj. na njegov stupanj trofije na osnovi zastupljenosti dijatomejskih vrsta (Rott i sur., 1999.). Indikatorske veličine za svaku dijatomejsku vrstu definirane su s obzirom na specifičnosti hrvatskih tekućica te je za svaku vrstu izračunata indikatorska vrijednost (tolerantnost) i indikatorska težina (osjetljivost).

Saprobni indeks je pokazatelj opterećenja (saprobnosti) koji ukazuje na količinu organskih tvari u tekućici. Saprobni indeks (Pantle i Buck, 1955.; Zelinka i Marvan, 1961.) izračunava se na temelju saprobnih

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

indikatorskih vrijednosti (tolerantnosti) za svaku dijatomejsku vrstu uz određenu indikatorsku težinu (osjetljivost) svake vrste.

NeD indeks se određuje na temelju odnosa (izraženog u postocima) relativne brojnosti fitobentoskih vrsta na istraživanoj postaji i ukupne brojnosti svake skupine. Temelj za računanje NeD indeksa je popis svojta s ukupnim relativnim brojnostima (relativna brojnost dobivena kombinacijom procjene pokrovnosti na terenu i zastupljenosti u mikroskopskom preparatu). Ukupne relativne brojnosti se kubiraju te se takve vrijednosti zbroje za svaku pojedinu skupinu algi pri čemu se izračuna njihova postotna zastupljenost koja se zaokružuje na jednu decimalu. Za izračunavanje NeD indeksa zbroje se postotne zastupljenosti skupina cijanobakterija (CYAN) i Chlorophyta/Charophyta (CHCH) te se pretvaraju u bodove koji zamjenjuju postotnu zastupljenost navedenih skupina.

Za ocjenu ekološkog stanja se za svaki indeks izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

$$OEK = \frac{\text{Vrijednost indeksa} - \text{najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost} - \text{najlošija vrijednost}}$$

Vrijednost indeksa brojčana je vrijednost dobivena modificiranom jednadžbom po Zelinka-Marvan (1961.), osim za NeD indeks.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće fitobentosa predstavlja lošija od vrijednosti OEK-a modula trofičnosti i vrijednosti OEK-a modula saprobnost. OEK modula saprobnost je OEK Saprobnog indeksa dijatomeja, a OEK modula trofičnosti se izračunava kao srednja vrijednost OEK-a Trofičkog indeksa dijatomete i OEK-a Nedijatomejskog indeksa, odnosno $OEK_{\text{fitobentos-trofičnost}} = (OEK_{\text{TID}} + OEK_{\text{NeD}})/2$. Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 5. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrofita

METODOLOGIJA UZORKOVANJA

Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje makrofita potrebno je obaviti tijekom ljeta i rane jeseni kada su makrofiti optimalno razvijeni, tj. razdoblje od lipnja do rujna (srpanj i kolovoz) je najbolje za uzorkovanje. Prerano uzorkovanje može uzrokovati teškoće jer biljke još nisu optimalno razvijene ili su tek započele s razvojem te će pri tom procijenjene brojnosti biti manje, a neke vrste će i promaći. Određivanje nepotpuno razvijenih biljaka će biti vrlo teško ili čak nemoguće. Zbog prekasnog uzorkovanja, kada vegetativni dijelovi mnogih vrsta nestaju pred zimu, a biljka preživljava u obliku trajnih organa, uzorak također neće biti dobar. Uzorkovanje se obavlja jednokratno u vrijeme vegetacijske sezone. U vrijeme optimalnog razdoblja za uzorkovanje treba izbjegavati vrijeme visokih voda. Pogodan je srednji ili nizak vodostaj kada je vidljivost za određivanje vrsta i njihove gustoće dobra.

Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Potrebno je odabrati reprezentativni odsječak obale duljine 50 - 100 m bez vidljivih vanjskih poremećaja (npr. mostovi i druge gradnje, utoci, poremećena obala i sl.) tj. onaj koji najbolje predstavlja opće prilike vodotoka u istraživanom dijelu. Općenito, uzorkovanje treba započeti u jednoj točki i kretati se u predviđenom smjeru uzvodno duž toka rijeke. Ukoliko na odabranom odsječku od 50 m daljnje kretanje od ishodišta u sljedećih 25 m ne donosi nove vrste, s uzorkovanjem se može prestati.

Prirast broja vrsta kod velikih rijeka može biti vrlo spor tako da se uzorkovani odsječak može protegnuti i do 500 m, a kod vrlo velikih rijeka 1 – 3 km. Također, kod velikih i vrlo velikih rijeka, ako je moguće, treba uzorkovati lijevu i desnu stranu zasebno (osim u slučaju da se rijeka proteže duž granice pa je nemoguće obići drugu obalu). Kada se uzorkuje lijevu i desnu obalu zasebno, u rezultatima se prikazuje srednja vrijednost obje.

Za procjenu pokrovnosti vodenih makrofita koristi se peterostupanjska skala po Kohler-u (detaljnije informacije u Metodologiji). Uzorkovanje makrofita se obavlja na uzdužnim odsječcima.

OCJENA EKOLOŠKOG STANJA

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrofita potrebno je odrediti modul opće degradacije na temelju dva indeksa:

- Stupanj degradacije određen biocenološkom metodom - biocenološki indeks (BM_{HR}) i
- Referentni indeks ($RI-M_{HR}$).

Biocenološka metoda/biocenološki indeks modificirana prema van de Weyer-u (2008) se temelji na određivanju stupnja degradacije pretpostavljene referentne makrofitske zajednice. Stanje zajednice određuje se na temelju njenog sastava, odnosno prisustva karakterističnih vrsta za tu zajednicu, ukupnog broja vrsta i morfoloških tipova te prisustva tzv. „pokazatelja poremećaja“ ili „pokazatelja dobrog stanja“. Pokazatelji poremećaja kompleksna su grupa koja se može raščlaniti na pokazatelje eutrofikacije, pokazatelje potamalizacije (tj. pokazatelje usporenja toka) i pokazatelje ritralizacije (tj. pokazatelje ubrzanja toka). Iz odnosa suma učestalosti pojedinih grupa i ukupnog broja različitih morfoloških tipova određuje se ekološka kategorija.

Za izračun **referentnog indeksa** (Schaumburg i sur., 2006) potreban je popis makrofita s procijenjenim brojnostima izraženima peterostupanjskom skalom po Kohleru (Tablica 3.3.1.-1.).

- Prije računanja referentnog indeksa, brojnosti (A) valja pretvoriti u količine (Q) prema formuli:

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

$$Q = A^3$$

- Sve submerzne vrste razvrstati u tri kategorije:
 - kategoriju A čine vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro stanje vodotoka,
 - kategoriju B čine vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim zajednicama i pri različitim uvjetima, no načelno ne ukazuju na neki poremećaj i
 - kategoriju C čine vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili usporenje vodotoka.

Kategorije A, B i C ovise o zajednici u kojoj se biljka javlja i navedene su u Tablici 3.3.3.-9. Metodologije. Sustav biljnih zajednica korišten pri izračunu referentnog indeksa jednak je onom korištenom u biocenološkom sustavu. Opisi svih zajednica i kratice iz Tablice 3.3.3.-9. nalaze se u Poglavlju 3.3.3.4. Metodologije.

Referentni indeks (RI) računa se prema sljedećoj formuli:

$$RI = \frac{\sum Q_{Ai} - \sum Q_{Ci}}{\sum Q_{gi}} 100$$

gdje su:

Q_{Ai} – količina i-te vrste iz grupe A

Q_{Ci} – količina i-te vrste iz grupe C

Q_{gi} – količina i-te vrste iz svih grupa (A+B+C)

referentni indeks preračuna se u skalu od 0 do 1 prema formuli za izračunavanje omjera ekološke kakvoće:

$$M(OEK) = \frac{(RI + 100) 0,5}{100}$$

Granične vrijednosti indeksa M za pojedine kategorije ekološkog stanja prema tipskim zajednicama makrofita detaljno su opisane u Metodologiji.

6 Pregled okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja u hrvatskim interkalibracijskim tipovima rijeka EC GIG-a

U razmatranju okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja tri su glavne grupe pritisaka koje utječu na zajednice riječnih ekosustava: i) Promjene prirodne strukture zemljišnog pokrova u slivnom području, ii) Promjene fizikalno-kemijskih karakteristika vode, te iii) Hidromorfološke promjene na vodotoku.

Struktura zemljišnog pokrova u slivnom području

Ova grupa stresora procijenjena je prema sustavu Corine Land Cover (CLC 2007; European Environmental Agency; www.eea.europa.eu/). Prikupljeni podatci prvotno su grupirani u pet kategorija zemljišnog pokrova: prirodna i djelomično prirodna područja (CLC kategorije 3, 4 i 5), urbana područja (CLC razred 1), ekstenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.3.1, 2.4.3, 2.4.4) i intenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.1, 2.2, 2.4.1 i 2.4.2).

Prilikom izrade sustava ocjene za BEK korišteni su podatci o udjelu urbanih područja te ekstenzivnoj i intenzivnoj poljoprivredi u slivu. Iz navedenih podataka izračunat je i indeks zemljišnog pokrova (engl. land use indeks) (LUI) (Tablica 6.1):

$$LUI = 4 * CLC \text{ urbana područja} + 2 * CLC \text{ intenzivna poljoprivreda} + CLC \text{ ekstenzivna poljoprivreda}$$

U tablici 6.1. prikazani su rasponi CLC kategorija i LUI u bazi podataka koja je korištena prilikom interkalibracije hrvatskih tipova rijeka koji pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima EC GIG-a.

Tablica 6.1. Rasponi CLC kategorija i LUI u interkalibracijskim tipovima EC-GIG-a.

CLC/LUI	raspon R-E2	raspon R-E3	raspon R-EX5	raspon R-EX6
CLC urbana	0,21 – 9,84	0,41 – 2,93	0 – 47,62	0 – 9,73
CLC intenz. polj.	8,28 – 80,20	10,64 – 47,02	0,87 – 97,69	0 – 37,61
CLC ekstenz. Polj.	6,04 – 32,69	13,79 – 28,19	1,6 – 49,88	0 – 37,35
LUI	47,59 – 201,52	40,63 – 119,42	23,21 – 205,15	0 – 100,60

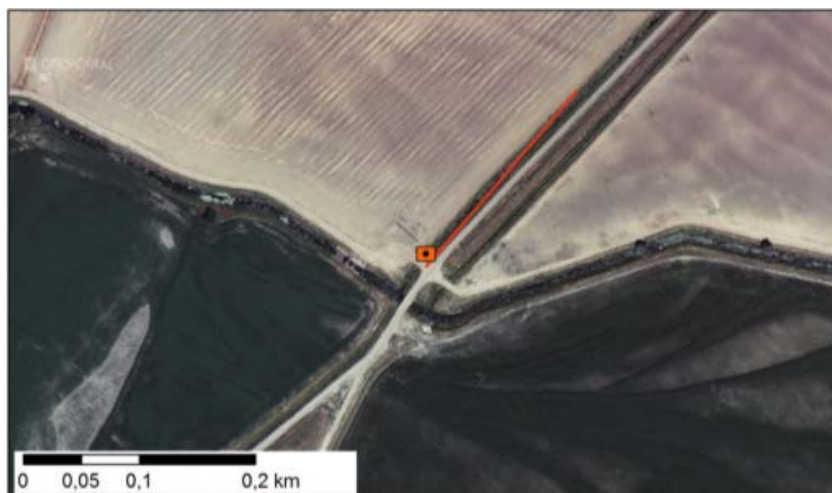
Uzimajući u obzir bazu podataka koja je korištena prilikom procesa interkalibracije hrvatskih tipova rijeka koji pripadaju zajedničkim EC GIG interkalibracijskim tipovima, najviše urbanog zemljišta zabilježeno je unutar slivnog područja postaje potok Vrapčak, nakon utoka Črnomerca (interkalibracijski tip R-EX5) i to 47,62% (Slika 6.1.1), dok urbano područje uopće nije prisutno unutar slivnog područja 19 postaja tipa R-EX5, te 11 postaja tipa R-EX6.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 6.1.1. Položaj postaje *potok Vrapčak, nakon utoka Črnomerca* (R-EX 5 interkalibracijski tip), na kojoj je zabilježen najveći udio urbanih površina u slivnom području (čak 47,62%).

Najveći udio poljoprivrednog zemljišta na kojem se odvija intenzivna proizvodnja, zabilježen je na postaji Bistra, jugozapadno od Darde (interkalibracijski tip R-EX5), i to čak 97,69% (Slika 6.1.2). Područja s intenzivnom poljoprivredom nisu zabilježena u slivu pet postaja interkalibracijskog tipa R-EX6.



Slika 6.1.2. Položaj postaje *Bistra, jugozapadno od Darde* (R-EX5 interkalibracijski tip), na kojoj je zabilježen najveći udio površina s intenzivnom poljoprivredom u slivnom području (97,69%).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Najveći udio poljoprivrednog zemljišta na kojem se odvija ekstenzivna proizvodnja, zabilježen je u slivu postaje Skopljak, Gradec Pokupski (R-EX5 interkalibracijski tip) i to 49,88% (Slika 6.1.3). Područja s ekstenzivnom poljoprivredom nisu zabilježena u slivu četiri postaje interkalibracijskog tipa R-EX6.



Slika 6.1.3. Položaj postaje *Skopljak, Gradec Pokupski* (R-EX5 interkalibracijski tip), na kojoj je zabilježen najveći udio površina s ekstenzivnom poljoprivredom u slivnom području (49,88%).

Čak dvije postaje interkalibracijskog tipa R-EX6 (Šumetlica, uzvodno od vodozahvata i Velika rijeka, Kutjevo - Rikino vrelo) u slivnom području imaju vrijednost LUI jednaku 0, što znači da u slivnom području nema poljoprivredne proizvodnje niti urbanih područja, te je prisutan isključivo prirodan zemljišni pokrov (Slika 6.1.4).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

a)



b)



Slika 6.1.4. Položaj postaje a) *Šumetlica, uzvodno od vodozahvata* i b) *Velika rijeka, Kutjevo (Rikino vrelo)* (R-EX6 interkalibracijski tip), na kojima je zabilježen isključivo prirodni zemljišni pokrov u slivnom području.

1.) Fizikalno-kemijske karakteristike vode

Biološka i kemijska potrošnja kisika, najčešće su korišteni parametri koji ukazuju na organsko onečišćenje voda, dok povećana koncentracija amonijaka indirektno ukazuje na aerobnu razgradnju organskih tvari u vodi. Povećane vrijednosti ovih parametara ukazuju na obogaćenje organskim tvarima u vodenom ekosustavu, koje imaju veliki utjecaj na sve biološke elemente. Veće koncentracije hranjivih soli: ortofosfata i nitrata utječu na povećanje stupanja trofije, dok je električna vodljivost pokazatelj svih otopljenih iona u vodenom mediju, što može biti rezultat utjecaja navedenih parametara i/ili geološke podloge. U tablici 6.2 prikazane su rasponi vrijednosti kemijskih pokazatelja koji ukazuju na količinu organske tvari i hranjivih tvari u vodi, na postajama koje su korištene prilikom procesa interkalibracije zajedničkih tipova EC GIG-a.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 6.2. Rasponi vrijednosti fizikalno-kemijskih parametara na postajama koje su korištene prilikom procesa interkalibracije zajedničkih tipova EC GIG-a.

Kemijski parametar	raspon R-E2	raspon R-E3	raspon R-EX5	raspon R-EX6
BPK ₅ [mgO ₂ /L]	0,98 – 4,94	1,01 – 6,86	1,1 – 55,25	1,17 – 20,88
KPK [mgO ₂ /L]	1,20 – 10,45	1,68 – 10,82	2,84 – 40,92	1,27 – 7,61
PO ₄ -P [mg/L]	0,01 – 0,29	0,01 – 3,94	0,01 – 2,10	0,02 – 0,12
NO ₃ -N [mg/L]	0,35 – 7,22	0,56 – 3,20	0,14 – 3,16	0,34 – 1,56
NH ₄ -N [mg/L]	0,02 – 0,75	0,01 – 7,41	0,04 – 15,51	0,03 – 2,94
El. vodljivost (μS/cm)	218,04 – 792,82	360,17 – 622,0	77,88 – 1045,36	121,67 – 722,88

Na vodotoku Slatinska Čađavica na postaji blizu Slatine (Slika 6.2.1) zabilježene su četiri najlošije vrijednosti od prethodno navedenih šest fizikalno-kemijskih parametara vode, u čitavoj hrvatskoj bazi podatakakoj je korištena prilikom interkalibracije u EC GIG-u. Na ovoj postaji zabilježene su najviše vrijednosti parametara koji ukazuju na povećan stupanj organskog opterećenja: BPK₅ (55,25 mgO₂/L) i KPK (40,92 mgO₂/L), najveća koncentracija amonijaka (15,51 mgNH₄/L) te najviše vrijednosti električne vodljivosti (1045,36μS/cm).



Slika 6.2.1. Vodotok Slatinska Čađavica (blizu Slatine) (R-EX5 interkalibracijski tip), na kojoj su zabilježene najviše vrijednosti BPK₅, KPK, amonijaka te električne vodljivosti.

Najviše vrijednosti koncentracije ortofosfata (3,94 mgPO₄/L) zabilježene su na postaji Trebež, Trebež (cesta prije ušća u Savu) (Slika 6.2.2), koja pripada u interkalibracijski tip R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 6.2.2. Vodotok *Trebež* (cesta prije ušća u Savu) (interkalibracijski tip R-E3), na kojoj su zabilježene najviše vrijednosti koncentracije ortofosfata.

Najviše vrijednosti koncentracije nitrata ($7,22 \text{ mgNO}_3/\text{L}$) zabilježene su na postaji Trnava III (most na cesti Čakovec-GP Goričan) (Slika 6.2.3), koja pripada u interkalibracijski tip R-E2.



Slika 6.2.3. Vodotok Trnava na postaji: *Trnava III* (most na cesti Čakovec-GP Goričan) (interkalibracijski tip R-E2), na kojoj su zabilježene najviše vrijednosti koncentracije nitrata.


Na postaji Radonja, Tušilović (interkalibracijski tip R-E2) zabilježene su najniže vrijednosti parametara koji ukazuju na stupanj organskog opterećenja: BPK_5 ($0,98 \text{ mg O}_2/\text{L}$) i KPK ($1,2 \text{ mg O}_2/\text{L}$), dok su na postaji Trepča, Trepča (interkalibracijski tip R-E3) zabilježene najniže vrijednosti koncentracije amonijaka ($0,01 \text{ mgNH}_4/\text{L}$). Crna rijeka, Vorkapici, prije utoka u Kupu (interkalibracijski tip R-EX5), imala je najnižu zabilježenu vrijednost električne vodljivosti ($77,88 \mu\text{S}/\text{cm}$).

2.) Hidromorfološke promjene na vodotoku

Način monitoringa, bodovanje te ocjena ekološkog stanja na temelju hidromorfoloških elemenata kakvoće propisuju se Metodologijom monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja, sukladno članku 21. stavku 2. Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 73/13, 151/14 i 78/15). Sustav ocjenjivanja hidromorfologije na pojedinoj postaji sastoji se od 17 točaka, gdje procjenitelj hidromorfološkog stanja dodjeljuje vrijednost između 1 i 5 (Slika 6.3.1). Ocjena 1 označava prirodno stanje, dok ocjena 5 označava potpuno degradirano hidrološko ili morfološko stanje na postaji. Tri glavne hidromorfološke karakteristike izračunavaju se kao srednja vrijednost nekoliko točaka: Hidrologija (hidrološki režim, četiri točke), Uzdužna povezanost (jedna točka) i Morfologija (dvanaest točaka). Srednja vrijednost svih točaka hidromorfoloških karakteristika daje konačnu hidromorfološku ocjenu.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

CDRN0009_004_Vucica_Benicanci_21315

				Tip: 2. a. Nizinske male tekućice s glinovito - pjeskovitom podlogom		Šifra mjerene postaje: 21315	
				Odsječak		Vodno tijelo	
Hidromorfološko obilježje koje se ocjenjuje		Ocjena		Obrazloženje		Obrazloženje	
1. Hidrologija (hidrološki režim)		A 1,5		A 1,5			
1.1. Učinci umjetnih građevina u koritu unutar dionice		A 1		Građevine unutar vodnog tijela ne djeluju na obilježja toka ili djeluju tek neznatno		Građevine unutar vodnog tijela ne djeluju na obilježja toka ili djeluju tek neznatno	
1.2. Učinci promjena širom sliva na karakter prirodnog toka		A 2		Protok pada 5% do 15% ili raste 30% do 50%		Protok pada 5% do 15% ili raste 30% do 50%	
1.3. Učinci promjene u dnevnom protoku		A N.O.		Element se ne ocjenjuje jer nema promjena u dnevnom protoku vodnog tijela odnosno nema hidrocentrala		Element se ne ocjenjuje jer nema promjena u dnevnom protoku vodnog tijela odnosno nema hidrocentrala	
1.4. Utjecaj građevina i zahvata na povezanost podzemnih i površinskih voda		DA		Postoji utjecaj na povezanost podzemnih i površinskih voda		Postoji utjecaj na povezanost podzemnih i površinskih voda	
2. Uzdužna povezanost				B 1,0			
2.1. Uzdužna povezanost pod utjecajem umjetnih građevina		B /		/		Nema hidrotehničkih građevina	
3. Morfologija		A 3,36		A 2,92			
3.1. Geometrija korita							
3.1.1. Tlocrtni oblik		A /		/		5 - 15% dužine dionice s promijenjenim tlocrtnim oblikom	
3.1.2. Presjek korita (uzdužni i poprečni presjek)		A 5		>75% dužine dionice s prom. presjekom korita		>75% dužine dionice s prom. presjekom korita	
3.2. Podloge							
3.2.1. Količina umjetnih tvrdih materijala		A 1		0 - 1% tvrdog umjetnog materijala		0 - 1% tvrdog umjetnog materijala	
3.2.2. Prirodnost sedimenta na istraživanom odsječku		B 3		Prirodna mješavina/značajka umjereno izmijenjena		Prirodna mješavina/značajka umjereno izmijenjena	
3.2.3. Struktura sedimenta i promjene na pokosu obale odsječka i vodnog tijela		A 3		Obale pod utjecajem > 15 - 35% teških, ili > 50 - 100% mekih, materijala		Obale pod utjecajem > 15 - 35% teških, ili > 50 - 100% mekih materijala	
3.3. Vegetacija i organski ostaci u koritu							
3.3.1. Uklanjanje/održavanje vodene vegetacije na odsječku i vodnom tijelu		B 1		Vodena vegetacija se ne uklanja iz korita		Vodena vegetacija se ne uklanja iz korita	
3.3.2. Količina drvenih ostataka, na odsječku i vodnom tijelu (ukoliko se isti očekuju)		B 3		Količina i veličina drvenih ostataka je neznatno do umjereno izmijenjena, povremeno aktivno uklanjanje ili dodavanje		Količina i veličina drvenih ostataka je neznatno do umjereno izmijenjena, povremeno aktivno uklanjanje ili dodavanje	
3.3.3. Obilježja erozije/taloženja na odsječku i vodnom tijelu		B 3		umjereno odstupanje od gotovo prirodnog stanja (odsutno 10% do 50% očekivanih elemenata)		umjereno odstupanje od gotovo prirodnog stanja (odsutno 10% do 50% očekivanih elemenata)	
3.3.4. Vrsta/struktura vegetacije na obalama i na okolnom zemljištu unutar zadane buffer zone (10 m) na odsječku i vodnom tijelu		A 4		Drvenasta vegetacija uklonjena, prisutna samo zeljasta		Mozaici drvenaste i zeljaste vegetacije	
3.3.5. Korištenje zemljišta (u prirodnoj poplavnoj zoni) i s time povezana obilježja na odsječku i vodnom tijelu		A 4		35 - 75% neprirodnog zemljišnog pokriva iza obalnog pojasa		15-35% neprirodnog zemljišnog pokriva iza obalnog pojasa	
3.4. Interakcija između korita i poplavnog područja							
3.4.1. Lateralna povezanost rijeke i poplavnog područja (dužinski iznos) na cijelom vodnom tijelu		A 5		> 75% vodnog tijela pod utjecajem nasipa ili ostalih mjera koje sprječavaju plavljenje poplavnog područja (npr. regulacija korita i obale)		> 75% vodnog tijela pod utjecajem nasipa ili ostalih mjera koje sprječavaju plavljenje poplavnog područja (npr. regulacija korita i obale)	
3.4.2. Stupanj lateralnog kretanja riječnog korita		A 5		>75% odsječka ograničeno		35-75% odsječka ograničeno	
UKUPNA OCJENA ODSJEČKA/VODNOGTIJELA		A 3,08		A 2,6			
ODSJEČAK REPREZENTATIVAN ZA HIDROMORFOLOŠKU OCJENU		DA		Istraživani odsječak je reprezentativan			
KATEGORIJA VODNOG TIJELA				PRIRODNO VODNO TIJELO			

Slika 6.3.1. Primjer ispunjenog protokola za ocjenu hidromorfološkog stanja.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Hidromorfološke promjene izazvane antropogenim djelovanjem utječu na hidrološki režim, kontinuitet tokate morfologiju rijeka. Antropogeni utjecaj uključuje izgradnju brana, ustava, kanaliziranje rijeka i vodotoka, obaloutvrde, hidrotehničke stepenice, regulaciju obala i prekidanje veza s poplavnim nizinama i rukavcima, plovidbu i s njom povezane mjere te izuzimanje vode za potrebe vodoopskrbe, poljoprivrede i sl. Regulacijske pregrade su ključni elementi koji uzrokuju prekid kontinuiteta rijeka i staništa. Najčešće korištene regulacijske pregrade su brane i pragovi, a izgrađuju se prije svega radi potreba za hidroenergijom, opskrbe vodom i zaštite od poplava. Kontinuitet rijeke koji uključuje uzdužnu i lateralnu povezanost toka je ključan za optimalno funkcioniranje riječnih ekosustava. Prisutnost poprečnih prepreka i građevina u riječnom koritu ima ozbiljne ekološke posljedice jer je spriječen prirodan tok vode, nanosa, vodenih organizama i drvenih ostataka.

Lateralna povezanost rijeke i poplavnog područja vrlo je važno obilježje relevantno za procjenu morfoloških promjena. Poprečne građevine, nasipi, kanaliziranje, ojačanje i učvršćivanje obale te produbljivanje mijenjaju dužinu i poprečni profil rijeke i često ometaju povezanost s podzemnim vodama. Kao rezultat toga, nestaju specifična riječna staništa. Izgradnja nasipa i drugih hidrotehničkih građevina najvažniji su strukturalni elementi koji ograničavaju poplavljanje prirodnih poplavnih područja.

Hidrološke promjene odnose se na pritiske koji su posljedica formiranja akumulacija, zahvaćanja vode i oscilacija vodnog lica (engl. hydropeaking), odnosno izmijenjenog režima protoka. Formiranje akumulacije dovodi do značajnih promjena/smanjenja brzine strujanja vode i akumuliranja finog sedimenta. Zahvaćanje vode u komunalne, industrijske, poljoprivredne i druge svrhe, dovodi do promjene kakvoće i protoka tekućice.

Ključne pokretačke silnice morfoloških promjena riječnih staništa uključuju zaštitu od poplava, plovidbu, hidroenergetske zahvate i urbanizaciju. Morfološke promjene uključuju promjene riječne geometrije, supstrata, poprečnog i uzdužnog presjeka kanala, strukture obale i lateralne povezanosti rijeke i poplavnog područja. Vodotocima s visokim stupnjem prirodnosti upravljaju dinamički procesi, što dovodi do vremenskih i prostornih varijacija u širini i dubini, ali i u nizu fizičkih obilježja staništa, tipovima podloga, toku, svojstvima taloženja i erozije itd. Ove prirodne varijacije u tlocrtnom obliku često nestaju kao rezultat modifikacije korita i kanaliziranja vodotoka.

U hrvatskoj bazi podataka koja uključuje postaje koje pripadaju interkalibracijskom tipu R-EX5, ukupno pet postaja nisu imale zabilježene hidromorfološke alternacije (Slika 6.3.2) te su im dodijeljene najniže vrijednosti po svim točkama (ukupna ocjena 1).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



a) *Kamešnica, Gregorovac*

b) *Velika Trepča, most kod mjesta Bovići*

Slika 6.3.2. Primjer dviju postaja u interkalibracijskom tipu R-EX5 na kojima nije zabilježena nikakva hidromorfološka alternacija te je izračunata najniža ukupna hidromorfološka ocjena.

Postaja s najvišom zabilježenom ukupnom hidromorfološkom ocjenom također pripada R-EX5 interkalibracijskom tipu: Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave (ukupna ocjena 4,75) (Slika 6.3.3).



Slika 6.3.3. Vodotok *Našička rijeka* (interkalibracijski tip R-EX5), na postaji: *Ribnjak - uzvodno od ustave* na kojoj je izračunata najviša ukupna hidromorfološka ocjena.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

7 Prikaz rezultata interkalibracije za svaki zajednički interkalibracijski tip rijeka i svaki biološki element, s detaljnim prikazom interkalibracijskog postupka i statističkih proračuna

Biolški element: Makrozoobentos

Zajednički interkalibracijski tipovi R-E2 i R-E3

Okvirna direktiva o vodama zahtijeva sveobuhvatnu metodu ocjene ekološkog stanja tekućica temeljem makrozoobentosa, koja uključuje taksonomski sastav, brojnost, odnos osjetljivih svojti prema tolerantnim svojstama te raznolikost. Također je potrebno uskladiti nacionalnu metodu rezultatima završene interkalibracijske vježbe zemalja EC-GIG. Službena interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa dovršena je u okviru interkalibracije EC-GIG 2011. godine (Opatrilova, 2011). Nova metoda ocjene ekološkog stanja rijeka koje pripadaju tipovima IC R-E2 (= HR-R_3C i HR-R_4A) i R-E3 (= HR-R_3D, HR-R_4B i HR-R_4C) temeljena na makrozoobentosu, predstavljena je u ovom izvješću. Oba interkalibracijska tipa tretirani su kao jedna grupa, zbog relativno malih setova podataka (R-E2 tip: n = 19; R-E3 tip: n = 13). Zbog sličnosti između dva tipa (srednje i velike nizinske rijeke), set podataka može se smatrati komplementarnim, s tip-specifičnim referentnim vrijednostima. Metoda je u skladu s normativnim definicijama ODV i njene su klase u skladu s rezultatima završene interkalibracijske vježbe.

Hrvatska metoda ocjene ekološkog stanja, modularnog je tipa s dva modula: saprobnost i opća degradacija, gdje konačnu ocjenu predstavlja niža vrijednost od dvaju modula. Metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa vrlo velikih rijeka Hrvatske temelji se na istom pristupu i uspješno je interkalibrirana (Birk i sur., 2016). Sustav se sastoji od metrika s dokazanim odnosima prema pritiscima.

Granice klase uspoređene su s dogovorenim granicama iz završene interkalibracijske vježbe EC-GIG slijedeći upute CIS-ovog vodiča br. 30: „Postupak uklapanja novih ili ažuriranih klasifikacijskih metoda s rezultatima završene interkalibracijske vježbe“ (Willby i sur. 2014). Tijekom interkalibracije u EC GIG primjenjena je „Opcija 2“ - neizravna usporedba metoda procjene zajedničkih metrika i „kontinuiranog benchmarkinga“, te je hrvatska metoda uspoređena s konačnim rezultatima.

Opis nacionalne metode

Modul saprobnost predstavlja normalizirane vrijednosti Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}), koji se temelji na Pantle-Buckovom indeksu, ali s prilagođenim indikatorskim vrijednostima. Modul opća degradacija $_{MI}$ normalizirani je multimetrijski indeks koji se sastoji od 4 metrike: EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata), ASPT (Prosječna ocjena po svojti), Margalefov indeks raznolikosti i Indeks riječne faune (RFI) koji se temelji na odgovorima indikatora na hidromorfološku degradaciju.

Hrvatski nacionalni sustav ocjene ekološkog stanja prati odrednice ODV te uzima u obzir sve indikativne parametre koji su navedeni u CIS vodiču br. 14 (2011), a to su: taksonomski sastav, abundancija, udio osjetljivih i tolerantnih svojti te raznolikost i odsutnost glavnih taksonomskih skupina (Tablica 7.1).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.1 Pregled parametara uključenih u hrvatsku nacionalnu metodu za ocjenu ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa u zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E2 i R-E3.

MS	Taksonomski sastav	Abundancija	Osjetljive / tolerantne svojte	Raznolikost	Odsutnost glavnih taksonomskih skupina
HR	x	x	x	x	x

Modul saprobnost temelji se isključivo na OEK indeksa SI_{HR} . Modul opća degradacija_{MI} jednak je prosječnom OEK za sve četiri metrike. Konačna ocjena jednaka je nižoj OEK vrijednosti dvaju modula.

Zaključak o poštivanju ODV: uključeni svi indikativni parametri.

Opis uzorkovanja i analiza podataka

- Vrijeme i učestalost uzorkovanja:
Najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je proljeće (ožujak-travanj), tj. prije masovnog izlijetanja odraslih kukaca u svibnju i lipnju. Razdoblje stabilnih i niskih vodostaja trebalo bi trajati dovoljno dugo prije uzorkovanja, tako da se zajednica makrozoobentosa može dobro razviti. Uzorkovanje se ne smije vršiti tijekom visokog vodostaja i do 3 tjedna nakon visokog vodostaja.
- Metode uzorkovanja
Uzorkuju se sva dostupna mikrostaništa (eng. „multi-habitat sampling”) i prikuplja se 20 poduzoraka koji se raspoređuju prema udjelu raspoloživih mikrostaništa. Mikrostaništa koja imaju udio manji od 5% se ne uzorkuju, ali se zabilježe u protokolu. Tip mikrostaništa predstavlja kombinaciju anorganskog i organskog supstrata. Uzorak se uzorkuje podizanjem supstrata sa pratećim životinjama s površine 25 x 25 cm (0,0625 m²). Raspoloživa mikrostaništa klasificirana su prema AQEM protokolu (AQEM Consortium, 2002).
- Analiza podataka
EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata), ASPT (Prosječna ocjena po svojti) i Margalefov indeks raznolikosti su izračunati pomoću ASTERICS 4.04 softvera, dok su Hrvatski saprobnostni indeks i Indeks riječne faune izračunati zasebno. Hrvatski saprobnostni indeks (SI_{HR}) je prilagođeni indeks saprobnosti prema s Pantle-Buck-u (1955):

$$SI_{HR} = \frac{\sum SIu_i}{\sum u_i}$$

gdje je:

SI_{HR} = Hrvatski saprobnostni indeks

SI = indikatorska vrijednost pojedinih vrsta/svojti

u_i = broj jedinki izračunat na 1 m²

Indikatorske vrijednosti svojti (SI) specifične su za Hrvatsku.

Indeks riječne faune izračunat je prema sljedećoj jednadžbi:

$$RFI = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

gdje je:

a_i – razred brojnosti svojte i

Rf_i – indikatorska vrijednost pojedine svojte i

HW_i – hidromorfološka indikatorska težina svojte i

Parametri Indeksa riječne faune (indikatorske vrijednosti i težine; Rf_i i HW_i) tip su specifične za interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3 i izračunavaju se kanoničkom analizom korespondencije svojti s obzirom na hidromorfološki gradijent (Urbanič, 2014).

- Razina determinacije;

Preporučuje se da se determinacija provodi što detaljnije, ako je moguće, do razine vrste. Potrebna razina determinacije makrozoobentosa prikazana je u Tablici 7.2.

Tablica 7.2. Razina determinacije potrebna za hrvatsku nacionalnu metodu.

Sistematska skupina	Razina determinacije	Sistematska skupina	Razina determinacije
Porifera	rod	Ephemeroptera	rod, vrsta
Hydrozoa	rod	Trichoptera	rod, vrsta
Bryozoa	prisutnost	Odonata	rod, vrsta
Turbellaria	rod, vrsta	Megaloptera	rod, vrsta
Oligochaeta	porodica, rod, vrsta	Heteroptera	rod, vrsta
Hirudinea	rod, vrsta	Coleoptera	rod, vrsta
Mollusca	rod, vrsta	Diptera	porodica, rod, vrsta
Crustacea	rod, vrsta	Hydrachnidia	prisutnost
Plecoptera	rod, vrsta		

Nacionalni referentni uvjeti

Nacionalni referentni uvjeti za pojedine fizikalno-kemijske parametre prezentirani su u Uredbi o standardu kakvoće vode (Uredba o standardu kakvoće vode, NN 96/2019), ali ovaj je dokument trenutno u postupku revizije. Stoga granice referentnih vrijednosti za ovaj postupak interkalibracije prate one koji su definirani u EC-GIG-a za interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3 (Opartilova, 2011):

Hidromorfološke promjene: Nisu prisutne ili su neznatne (vrijednosti svih ocjena ≤ 2):

Korištenje zemljišta u slivnom području:

$< 0,8\%$ urbane površine u slivu

< 50 Indeks korištenja zemljišta (LUI; engl. Land Use Index)

Granice fizikalno-kemijskih pokazatelja:

$BPK_5 < 2,4$ mg/l

$P-PO_4 < 0,04$ mg/l

$N-NO_3 < 6$ mg/l

$N-NH_4 < 0,1$ mg/l

Također je važno da na referentnoj postaji nema nikakvih izvora onečišćenja kao što su direktni utjecaj otpadnih voda, izraženo lokalno zagađenje i sl.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitu i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Određivanje granica klasa

Budući da u bazi podataka za E2 i E3 interkalibracijske tipove nisu bila prisutne referentne postaje, prilikom izračunavanja referentnih vrijednosti za indekse (module) primijeni su alternativni pristupi. Referentne vrijednosti odabranih metrika izračunate su dodavanjem 20% ukupnog metričkog raspona granici vrlo dobro/dobro, dok su granice vrlo dobro/dobro određene kao 75^{ti} percentil alternativnih referentnih, odnosno „benchmark“ postaja.

Hrvatski saprobni indeks

Donja granica SI_{HR} predstavlja najnižu teoretsku vrijednost metrike (na temelju operativne liste svojti) i iznosi 3,6 za sve interkalibracije tipove. Vrijednost SI_{HR} u tipu R-E2 kretala se od 1,81 do 2,98, a u tipu R-E3 u rasponu od 1,54 do 3,48. Nakon odabira „benchmark“ postaja iz oba tipa, granica vrlo dobro/dobro izračunata je kao 75^{og} percentil SI_{HR} „benchmark“ vrijednosti (Tablica 7.3). Granica vrlo dobro/dobro za SI_{HR} u R-E2 iznosila je 1,96, a u R-E3 2,30. Ostale su granice raspodijeljene ekvidistalno za svaki interkalibracijski tip. Za svaki tip, 20% od ukupnog raspona (maksimalna vrijednost SI_{HR} je 3,6) oduzeto je od granice vrlo dobro/dobro kako bi se dobile referentne vrijednosti. Za interkalibracijski tip R-E2 referentna vrijednost SI_{HR} iznosi 1,60, a za R-E3 1,89.

Tablica 7.3. Alternativne referentne postaje u interkalibracijskom tipu R-EX2 i R-EX3 (Opartilova 2011).

Šifra	IC Tip	Postaja	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	El. vodljivost	SI _{HR}
21085	E2	Bednja, Mali Bukovec	73,73	0,05	1,07	2,33	0,13	6,22	550	2,17
15591	E2	Zelina, Božjakovina	109,00	0,12	1,49	2,36	0,15	6,19	610	1,96
15355	E2	Česma, Pavlovac	84,71	0,08	0,71	3,78	0,04	5,08	543	2,52
16220	E2	Odra, Sisak	124,44	0,051	0,98	1,99	0,25	5,25	524	2,01
18005	E2	Sutla, Luke Poljanske	101,73	0,087	1,15	1,99	0,19	5,588	616	1,81
15226	E3	Ilova, Maslenjača	50,71	0,041	0,62	2,98	0,1	4,99	360	2,59
14001	E3	Una, most na utoku	55,01	0,038	0,62	1,02	0,02	4,96	432	2,64
15483	E3	Oteretni kanal Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	116,5	0,134	0,7	4,14	0,22	5,33	480	2,45
16229	E3	Glina, Skela	79,77	0,246	0,78	2,08	0,25	6,35	394	1,90

Najmanje četiri od sedam parametara ispisanih niže (kemijski parametri + indeks korištenja zemljišta + ASPT) morali su odgovarati zadanom rasponu. Ostale vrijednosti mogu biti bolje, ali ne i lošije.

BPK ₅	El. vodljivost	LUI	P-PO ₄	N_NO ₃	N_NH ₄	ASPT
2,4 – 4,1	250 - 620	50 - 170	0,04 – 0,25	2,0 – 6,0	0,1-0,25	5,0 – 6,4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Opća degradacija

Modul opća degradacija_{MI} jednak je prosječnom OEK četiriju metrika: Margalefov indeks raznolikosti, Indeks riječne faune (RFI), ASPT (Prosječna ocjena po svojti) i EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata). Referentne vrijednosti za svaku metriku izračunate su dodavanjem 20% raspona metrike na granicu vrlo dobro/dobro (Tablice 7.4 i 7.5). Granice vrlo dobro/dobro izračunate su kao vrijednost 75^{og} percentila odabranih alternativnih referentnih postaja. Najniže vrijednosti u bazi podataka koja uključuje R-E2 i R-E3 tipove postavljene su kao najlošije metričke vrijednosti.

Table 7.4. Granice klasa i rasponi vrijednosti metrika korištenih za izračun modula opća degradacija za interkalibracijski tip R-E2.

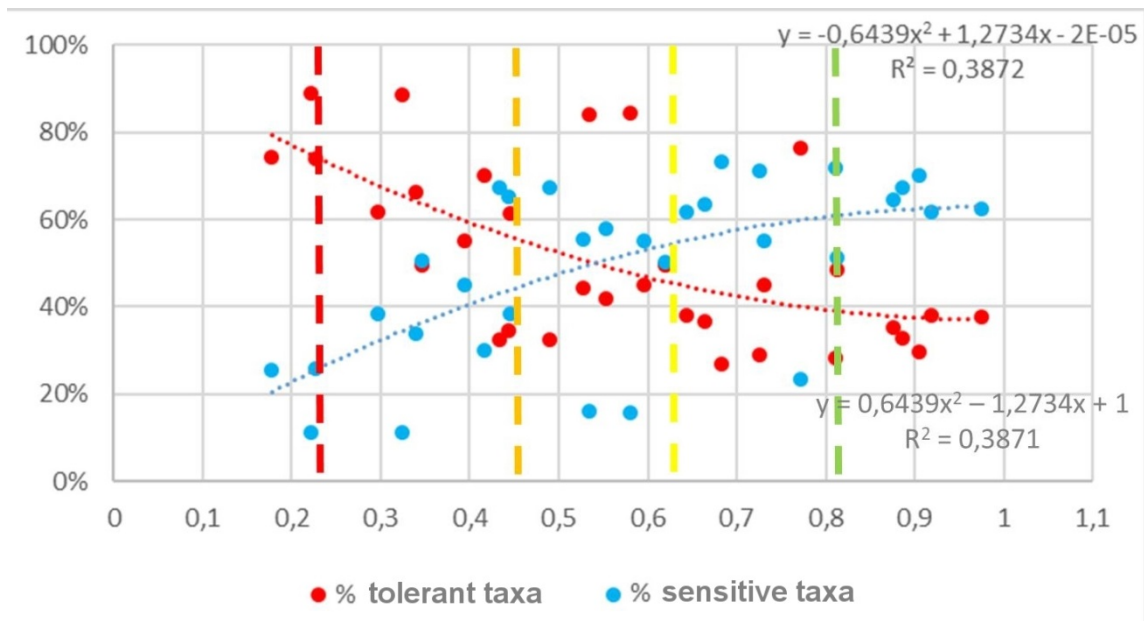
Grupa metrika	Raznolikost	Osjetljivost/tolerantnost Abundancija	Osjetljivost/tolerantnost	Izostanak važnih taksonomskih grupa Taksonomski sastav
Granice metrika za R-E2	Raznolikost (Margalef Indeks)	RFI	ASPT	EPTCBO
Referentna vrijednost	6,13	0,52	6,87	25,2
Najlošija vrijednost	2,37	-0,11	1,82	4
Granica dobro/vrlo dobro	4,83	0,40	6,19	17
Raspon				
Maksimum	9,46	0,52	6,3	46
Minimum	2,98	-0,11	3,4	5

Table 7.5. Granice klasa i rasponi vrijednosti metrika korištenih za izračun modula Opća degradacija za interkalibracijski tip R-E3.

Grupa metrika	Raznolikost	Osjetljivost/tolerantnost Abundancija	Osjetljivost/tolerantnost	Izostanak važnih taksonomskih grupa Taksonomski sastav
Granice metrika za R-E3	Raznolikost (Margalef Indeks)	RFI	ASPT	EPTCBO
Referentna vrijednost	7,34	0,79	6,35	21,8
Najlošija vrijednost	2,37	-0,11	1,82	4
Granica dobro/ vrlo dobro	6,25	0,64	5,59	16
Raspon				
Maksimum	7,82	0,78	6,71	29
Minimum	5,45	0,02	2,90	4

Granične vrijednosti pet kategorija ekološkog stanja definirane su na temelju promjena u udjelu osjetljivih i tolerantnih svojti (Slika 7.1). Osjetljive i tolerantne svojte utvrđene su prilikom izračuna Indeksa riječne faune s obzirom na hidromorfološke promjene. Udio tolerantnih svojti počinje rasti pri OEK = 0,81 (granica vrlo dobro/dobro), dok kod OEK = 0,62 udio tolerantnih svojti doseže udio osjetljivih svojti (granica dobro/umjereno). Regresijske krivulje koje predstavljaju udio tolerantnih i osjetljivih svojti sijeku se približno na OEK= 0,56, a na OEK = 0,45 udio tolerantnih svojti premašuje udio osjetljivih svojti (granica umjereno/loše). Udio tolerantnih svojti započinje dominirati pri OEK= 0,22 (granica loše /vrlo loše).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 7.1. Određivanje granica između kategorija ekološkog stanja na temelju raspodjele osjetljivih i tolerantnih svojti.

Kako bi konačni OEK predstavljale „klasične“ granice (0,8; 0,6; itd.), vrijednosti modula opća degradacija_{MI} za R-E2 i R-E3 tipove transformirane su pomoću sljedećih jednadžbi:

R-E2 i R-E3	
OEK _{GEN DEG R-E2 i R-E3}	OEK _{transform}
≥0,81	$0,8 + 0,2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-E2 i R-E3}} - 0,81) / 0,19$
0,62 - 0,81	$0,6 + 0,2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-E2 i R-E3}} - 0,62) / 0,19$
0,45 - 0,62	$0,4 + 0,2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-E2 i R-E3}} - 0,45) / 0,17$
0,22 - 0,45	$0,2 + 0,2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-E2 i R-E3}} - 0,22) / 0,23$
≤0,22	$0,2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-E2 i R-E3}}) / 0,22$

Detektirani pritisci

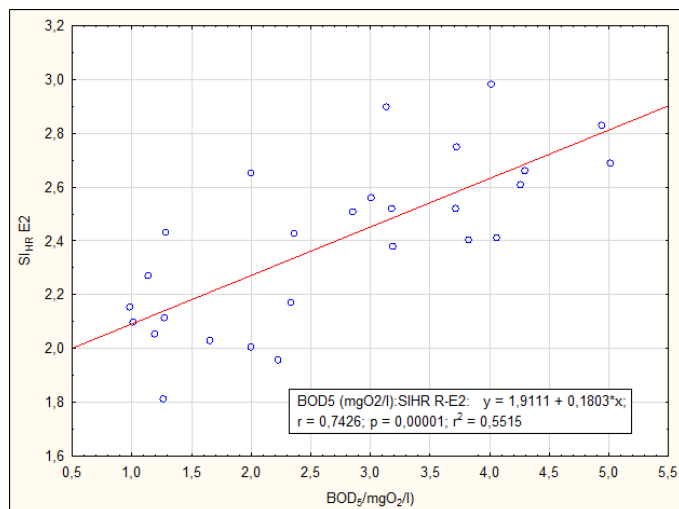
U završnoj interkalibracijskoj vježbi EC GIG, metode zemalja članica ukazuju na opću degradaciju, hidromorfološku degradaciju i onečišćenje organskim tvarima.

Hrvatska nacionalna metoda je usporediva s metodama koje su već uspješno interkalibrirane te pokazuje odziv na korištenje zemljišta u slivnom području, onečišćenje organskim tvarima, eutrofikaciju i degradaciju staništa. Modul saprobnostukazuje na organsko onečišćenje (Slike 7.2 i 7.3), dok su drugi pritisci integrirani u modulu opća degradacija_{MI} (Slike 7.4, 7.5 i 7.6):

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

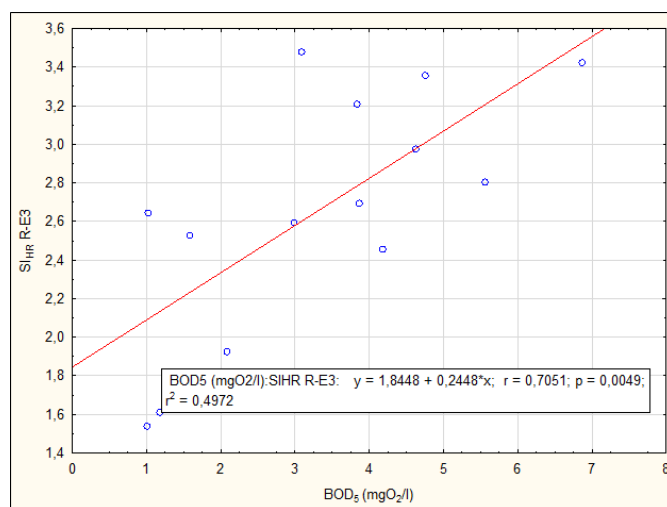
Modul saprobnost

R-E2



Slika 7.2. Odnos između biološke potrošnje kisika (BPK₅) i normaliziranih vrijednosti SI_{HR}HR tipova unutar zajedničkog interkalibracijskog tipa R-E2.

R-E3



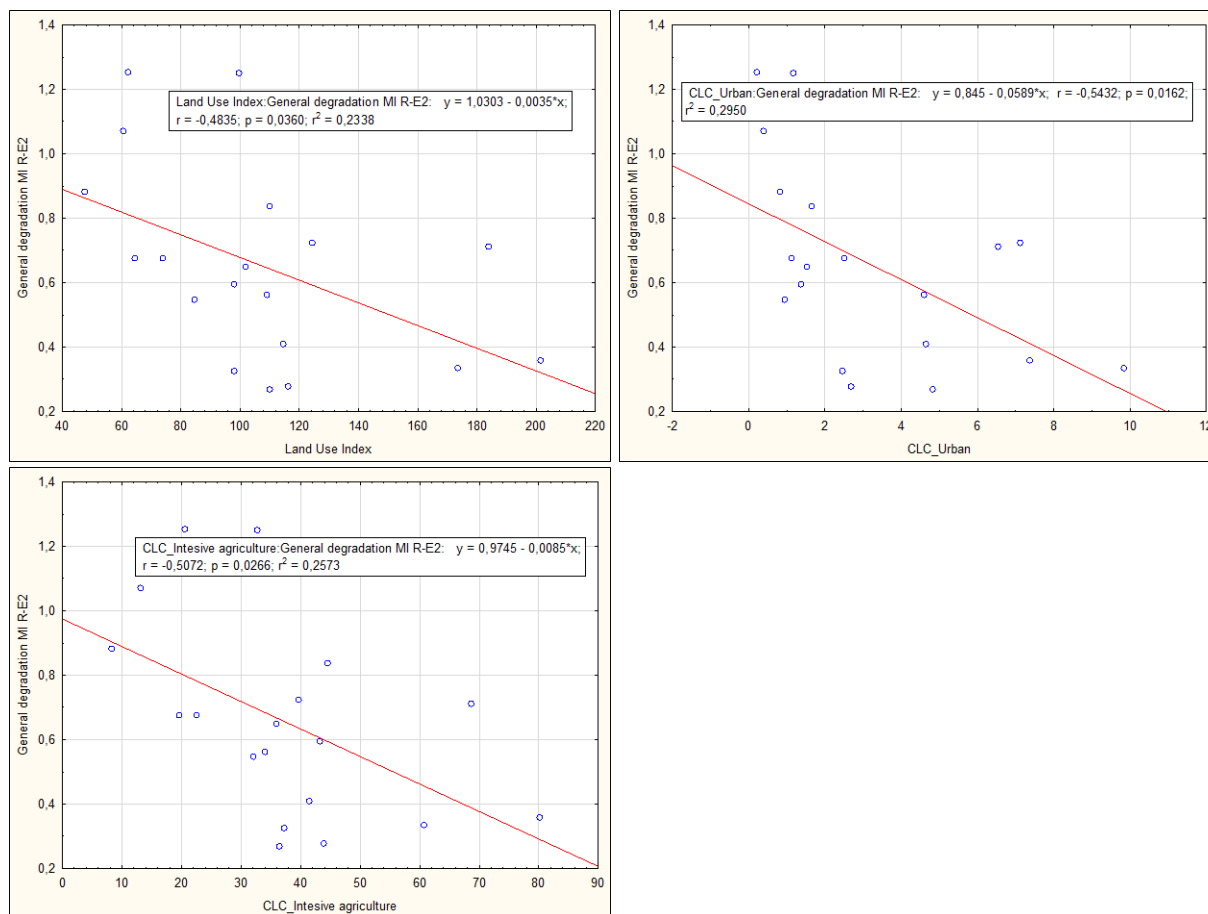
Slika 7.3. Odnos između biološke potrošnje za kisikom (BPK₅) i normaliziranih vrijednosti SI_{HR}HR tipova unutar zajedničkog interkalibracijskog tipa R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Modul opaća degradacija

Korištenje zemljišta

R-E2



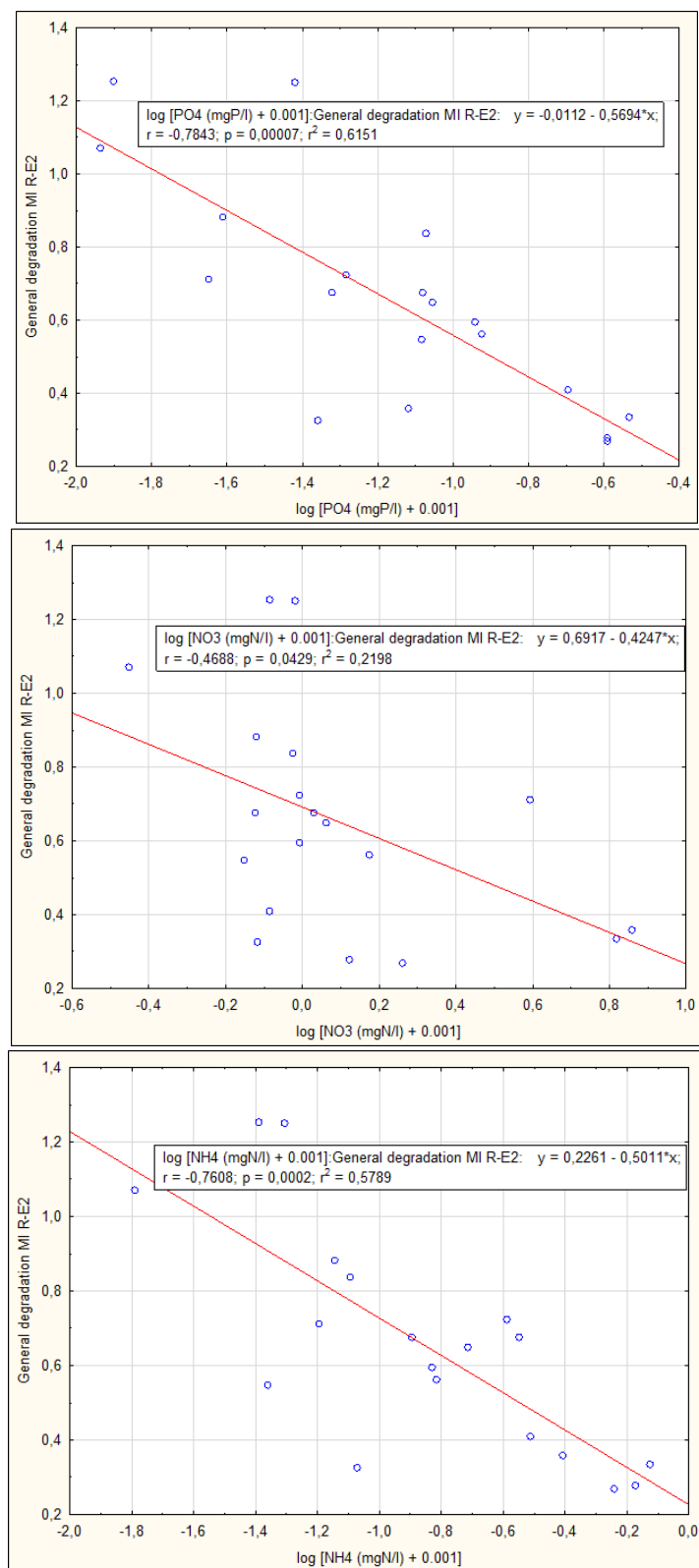
Slika 7.4. Odnos između indeksa korištenja zemljišta (LUI), udjela urbanih područja i intenzivne poljoprivrede u slivu naspram modula opća degradacija_{MI} za postaje koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E2.

Nisu pronađene značajne regresije za parametre zemljišnog pokrova u zajedničkom interkalibracijskom tipu R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Kemijski parametri u vodi

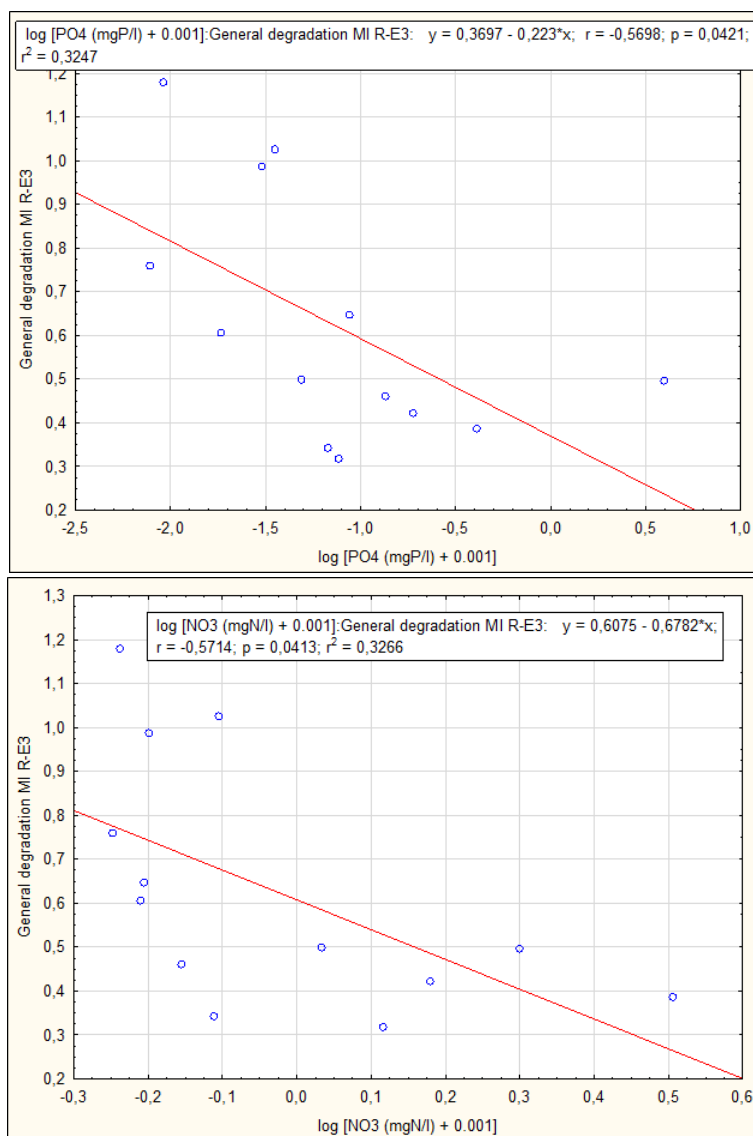
R-E2



Slika 7.5. Odnos kemijskih svojstava vode u odnosu na modul opća degradacija_{MI} za tipove tekućica koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-E2.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

R-E3



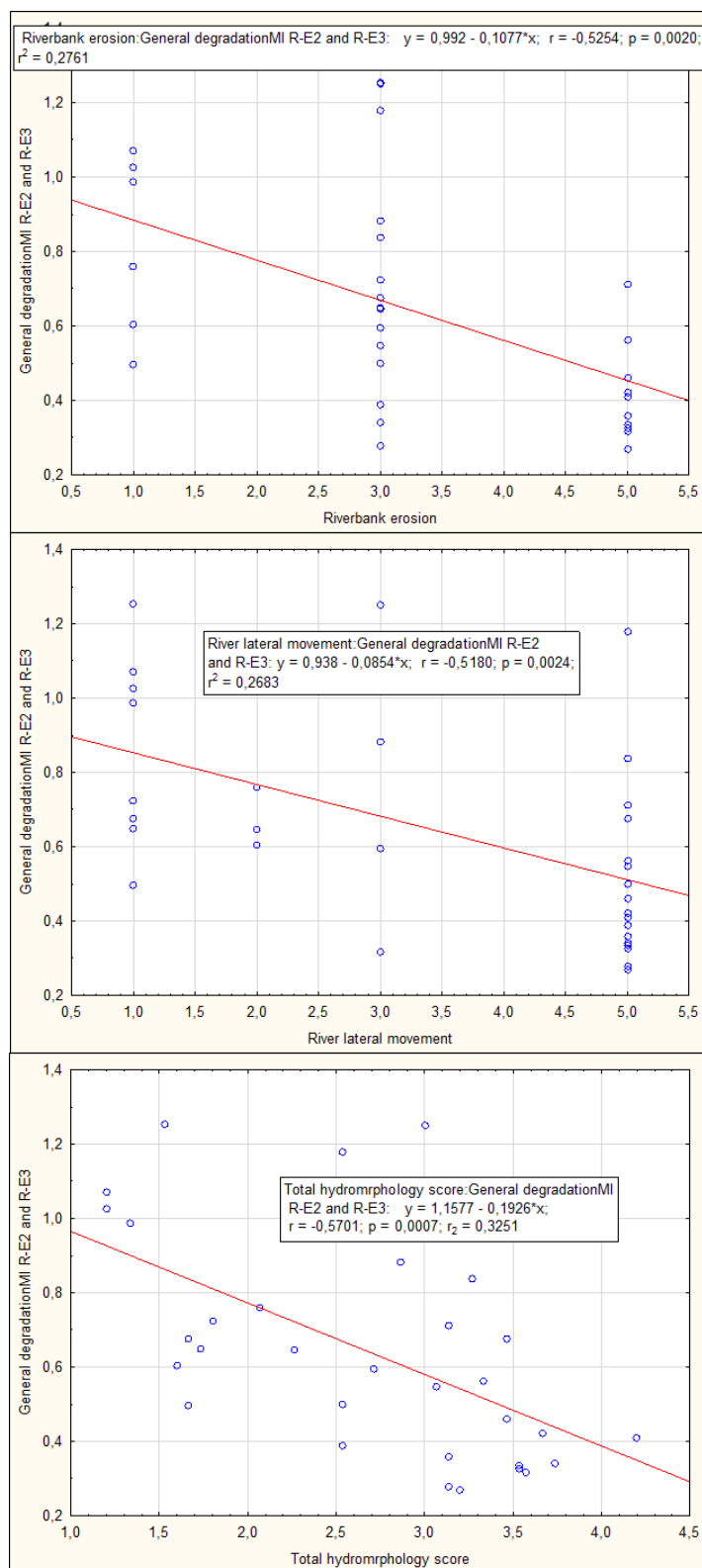
Slika 7.6. Odnos kemijskih svojstava vode u odnosu na modul opća degradacija_{MI} za tipove tekućica koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-E3.

Hidromorfologija

R-E2 i R-E3

Odnos između pojedinih hidromorfoloških parametara i modula opća degradacija_{MI} prikazani su za zajedničke interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3 (Slika 7.7).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitu i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 7.7. Odnos između pojedinih hidromorfoloških parametara i modula opća degradacija_{MI} za tipove tekućica koji pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E2 i R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

S obzirom da SI_{HR} i modul opća degradacija $_{MI}$ pokazuju jasan odnos prema pritiscima (organsko onečišćenje, korištenje zemljišnog pokrova u slivu, kemijski pokazatelji u vodi, hidromorfološka degradacija) mogu se koristiti za ocjenu ekološkog stanja. Modul opće degradacija $_{MI}$ nije pokazao značajne korelacije (regresije) s korištenjem zemljišta za postaje koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-E3, jer nema dostatnog gradijenta (sve postaje imaju veliki udio poljoprivrednih površina u slivu).

Provjera usklađenosti metode s ODV

Prvi korak u procesu interkalibracije zahtijeva provjeru nacionalnih metoda uzimajući u obzir kriterije sukladnosti s ODV. Provjera sukladnosti pokazala je da hrvatska metoda ispunjava zahtjeve ODV (Tablica 7.6).

Tablica 7.6. Popis kriterija i ocjena sukladnosti s ODV.

Kriteriji	Izvršeno
Ekološko stanje razvrstano je u jedan od pet razreda	da
Vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje postavljeno je u skladu s normativnim definicijama ODV-a (postupak postavljanja granica)	da
Obuhvaćeni su svi relevantni parametri za biološki element kakvoće (vidjeti Tablicu 1. u Smjernicama za interkalibraciju)	da
Ocjena je prilagođena interkalibracijskim tipovima koji su definirani u skladu s tipološkim zahtjevima ODV-a, a odobreni od WG ECOSTAT-a	da
Vodeno tijelo se procjenjuje na temelju tipičnih, gotovo prirodnih referentnih uvjeta	da
Rezultati se izražavaju kao OEK	da
Postupak uzorkovanja omogućava reprezentativne informacije o kakvoći vode/ekološkom stanju u prostoru i vremenu	da
Svi podatci relevantni za procjenu bioloških parametara navedenih u normativnim definicijama ODV obuhvaćeni su postupkom uzorkovanja	da
Odabrana taksonomska razina postiže odgovarajuću pouzdanost i preciznost	da

Uklapanje hrvatske metode u rezultate dovršene interkalibracijske vježbe EC GIG za zajedničke interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3

Tipologija

EC-GIG uključuje deset tipova (ne uključuje vrlo velike rijeke), od kojih je šest relevantno za Hrvatsku (Tablica 7.7). U ovom su izvješću obrađena su dva tipa, R-EX2 i R-EX3.

Biotička tipologija tekućica u Hrvatskoj uspostavljena je 2009., a revidirana 2011. godine (Mihaljević i sur., 2011), uglavnom na temelju stručnog mišljenja, radi nedostatka bioloških podataka i podataka o pritiscima. Trenutno su dostupni biološki podaci za većinu definiranih tipova, kao i podaci o pritiscima kao što su kemizam vode i namjena zemljišnog pokrova. Hidromorfološki podatci još uvijek nedostaju na mnogim postajama jer je hidromorfološka ocjena tekućica u Hrvatskoj započela tek nedavno, 2017. Metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa ima jednake referentne vrijednosti za nekoliko hrvatskih tipova, ali u budućnosti, s više podataka za svaki od HR tipova biti će moguće precizno podesiti referentne

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

vrijednosti za svaki tip. Stoga predlažemo da u ovom trenutku biotička tipologija tekućica u Hrvatskoj ostane onakva kakva je prvotno definirana

Tablica 7.7. Interkalibracijski tipovi EC-GIG i pripadajući tipovi tekućica u HR.

Tip	Karakterizacija vodotoka	Ekoregija Illies (1967)	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina (m)	Geologija	Supstrat	HR tipovi
R-E1a	Karpati, male do srednje velike gorske tekućice	10	10-1000	500 - 800	Mješovita podloga	Valutice i šljunak	R-E1a
R-E1b	Karpati, male do srednje velike prigorske tekućice	10	10-1000	200 - 500	Mješovita podloga		R-E1b
R-E2	Nizinske, srednje velike tekućice	11 i 12	100-1000	<200	Mješovita podloga	pijesak i mulj	R-E2
R-E3	Nizinske, velike tekućice	11 i 12	>1000	<200	Mješovita podloga	šljunak, pijesak i mulj	R-E3
R-E4	Prigorske, srednje velike tekućice	11 i 12	100-1000	200 - 500	Mješovita podloga	pijesak i šljunak	R-E4
R-E1b	Karpati, male do srednje velike prigorske tekućice	10	10-1000	200 - 500	Mješovita podloga		R-E1b
R-EX5	Nizinske male tekućice	11. 12	10 -100	< 200	Mješovita podloga	pijesak i mulj	HR-R_2A HR-R_2B HR-R_3A HR-R_3B
R-EX6	Prigorske male tekućice	11. 12	10-100	200-500	Mješovita podloga	šljunak	HR-R_1
R-EX7	Balkan, prigorske male, vapnenačke tekućice	5	10 – 100	200 - 500	vapnenačka podloga	šljunak	HR-R_6
R-EX8	Balkan, male i srednje velike s vapnenačko krškim izvorištem	5	10-1000		vapnenačka podloga	šljunak, pijesak i mulj	HR-R_7 HR-R_8A HR-R_9

Gradijenti razmatranih pritisaka

Indeks korištenja zemljišta (LUI) izveden je iz udjela pojedinih kategorija zemljišnog pokrova u slivu (CLC) i definiran je kao:

$$LUI = 4 * CLC \text{ urbano} + 2 * CLC \text{ intenzivne poljoprivrede} + CLC \text{ ekstenzivne poljoprivrede}$$

Rasponi CLC i LUI u HR tipovima tekućica koji pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E2 i R-E3 su:

CLC/LUI	raspon R-E2	raspon R-E3
CLC urbana pod.	0,21 – 9,84	0,41 – 2,93
CLC inten. poljoprivreda	8,28 – 80,20	10,64 – 47,02
CLC eksten. poljoprivreda	6,04 – 32,69	13,79 – 28,19
LUI	47,59 – 201,52	40,63 – 119,42

Ljestvica hidromorfoloških promjena kreće se od 1 (bez promjena, prirodno) do 5 (velike promjene) i sastoji se od više parametara koji se ocjenjuju. Hidromorfološki parametri grupirani su u 3 glavne skupine: hidrološki režim, morfologija i kontinuitet toka. Srednje vrijednosti hidromorfoloških parametara kretali su se od 1,2 do 4,2 u R-E2 i 1,2 do 3,73 u R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Rasponi za ispitivane kemijske parametare uvodi su:

Kemijski parametri	raspon R-EX2	raspon R-EX3
BOD ₅ [mg/l]	0,98 – 4,94	1,01 – 6,86
COD [mg/l]	1,20 – 10,45	1,68 – 10,82
PO ₄ -P [mg/l]	0,01 – 0,29	0,01 – 3,94
NO ₃ -N [mg/l]	0,35 – 7,22	0,56 – 3,20
NH ₄ -N [mg/l]	0,02 – 0,75	0,01 – 7,41
El. vodljivost(μS/cm)	218,04 – 792,82	360,17 – 622,0

Gradijenti pritisaka obuhvaćeni nacionalnom bazom podataka smatraju se dovoljnim za razvoj nacionalne metode ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa.

Koncept ocjene i izvedivost interkalibracije

Slijedi li nacionalna metoda isti koncept ocjene kao i ostale metode u EC-GIG interkalibracijskoj grupi?

Gradijent pritisaka obuhvaćen nacionalnim bazom podataka smatra se dovoljnim. Korišteni su isti kriteriji prihvaćanja podataka kako su definirani i u EC-GIG izvješću iz 2011. godine.

Kvaliteta podataka smatra se dobrom jer:

- 1) metodologija uzorkovanja i analitike usporediva je s drugim zemljama u EC-GIG (uzorkovanje svih raspoloživih staništa, veličina oka mreže za uzorkovanje: 500 μm).
- 2) razina determinacije koja se koristi za zajedničke interkalibracijske tipove R-EX2 i R-EX3 je dovoljna.
- 3) korištena baza podataka smatra se dovoljno velikom.

S obzirom na sve navedeno zaključeno je da je interkalibracija izvediva za zajedničke interkalibracijske tipove R-EX2 i R-EX3.

Opis postupka interkalibracije

Prilikom interkalibracijskog postupka, prema CIS vodiču br.30 (Willby i sur., 2014), primijenjen je slučaj A1. Preduvjeti za korištenje slučaja A1 su sljedeći:

- i. Svi potrebni podaci moraju biti dostupni za izračun zajedničkog interkalibracijskog indeksa (zadane metrike i sl.).
- ii. Nacionalni set bioloških podataka treba sadržavati postaje s adekvatnim rasponom gradijentom okolišnih parametara i pritisaka kako bi bio moguć izračun nacionalnog OEK i zajedničke interkalibracijske metrike.
- iii. Set podataka o antropogenim pritiscima istog je formata kao i prilikom interkalibracijskog procesa.
- iv. Informacije o graničnim vrijednostima korištenim u prethodnim procesima interkalibracije kao i jasne odrednice referentnih, odnosno alternativnih (engl. benchmark) postaja.
- v. Detaljan opis kriterija korištenih prilikom utvrđivanja „benchmark“ postaja.
- vi. Izračunate vrijednosti granica dobro/vrlo dobro i dobro/umjereno.

Interkalibracijski priručnik Willby *et al.* (2014) navodi sljedeće korake u procesu interkalibracije prema scenariju A1:

1. Izračunati zajedničku interkalibracijsku metriku na temelju nacionalnog seta podataka.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2. Temeljem podataka o pritiscima odrediti referentne i alternativne referentne („benchmark“) postaje.
3. Standardizirati (normalizirati) vrijednosti zajedničke interkalibracijske metrike prema nuputcima interkalibrirane skupine. Ako standardizacija alternativnih referentnih postaja nije potrebna u interkalibracijskoj grupi, potrebno je utvrditi da srednja vrijednost „benchmark“ postaja leži unutar granica srednjih vrijednosti ostalih zemalja članica te interkalibracijske grupe.
4. Linearnom regresijom utvrditi odnos između zajedničke interkalibracijske metrike i nacionalnog OEK.
5. Projicirati pozicije nacionalnih granica (dobro/vrlo dobro; umjereno/dobro; loše/ umjereno i referentno) prema linearnoj regresiji sa zajedničkom interkalibracijskom metrikom.
6. Koristiti kriterij kompatibilnosti prema Poglavlju 6 interkalibracijskog priručnika.

Standardizacija alternativnih referentnih postaja

Postaje definirane kao „benchmark“ postaje određene su temeljem kriterija definiranog unutar EC GIG-a (Opartilova, 2011).

Izračun zajedničke interkalibracijske metrike (ICM)

ICM se računa prema tablici 5 interkalibracijskog izvještaja za EC GIG (Opartilova, 2011). Uključuje četiri metrike: % abundancija EPT (brojnost jedinki), broj EPTCBO svojti (broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata), ASPT (prosječna ocjena po svojti), Indeks biocenotičke regije (funkcionalna metrika, temeljena na vrstama/rodovima).

Korelacije četiriju navedenih metrika sa vrijednostima nacionalnog OEK-a bile su statistički značajne ($p < 0,05$) za R-E2 i R-E3 zajedničke interkalibracijske tipove.

$$\begin{aligned}r_{EPT} &= 0.49, \\r_{EPTCBO} &= 0.82, \\r_{ASPT} &= 0.75, \\r_{IndBiocReg} &= -0.68\end{aligned}$$

U izvještaju za EC GIG „benchmark“ standardizacija je opisana na sljedeći način: „sirove“ vrijednosti metrika su standardizirane (normalizirane) zasebno za svaku zemlju članicu. Vrijednost koja je korištena za normalizaciju bila je medijan vrijednosti pojedine metrike na svim alternativnim referentnim postajama.

S obzirom na postupak, nakon normalizacije, dobivenu vrijednost ne možemo smatrati pravim omjerom ekološke kakvoće (OEK), jer nije izračunat prema pravilima Okvirne direktive o vodama. Posljedica ovog je pojava vrijednosti „OEK“ koje su veće od 1.

Najlošija vrijednost za zajedničke interkalibracijske metrike određena je na sljedeći način:

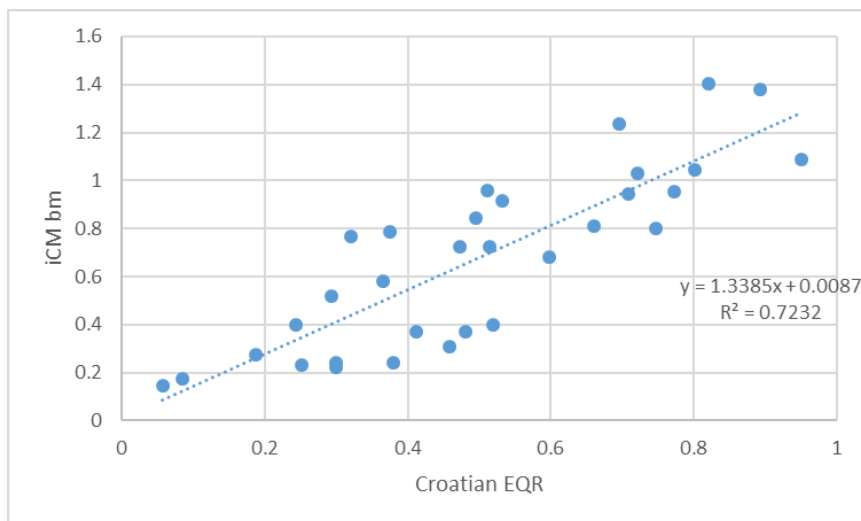
Najlošija vrijednost za metriku Indeks biocenotičke regije (IBR) i ASPT izvučena je iz zajedničkog interkalibracijskog seta podataka za EC GIG i iznose 9, odnosno 1,5. Za ostale metrike najlošija vrijednost bila je određena kao najlošija najniža vrijednost iz nacionalnog seta podataka za tipove R-E2 i R-E3.

$$\begin{aligned}IBR &= 9, \\EPTCBO &= 4, \\EPT\% &= 0, \\ASPT &= 1,5\end{aligned}$$

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Pretvorba nacionalnih granica OEK prema zajedničkom interkalibracijskom indeksu

Zajednički interkalibracijski indeks (normalizirane vrijednosti ICM) i omjeri ekološke kakvoće (OEK) Hrvatskog nacionalnog sustava ocjene za zajedničke interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3 prikazani su u linearnom regresijskom odnosu (Slika 7.8).



Slika 7.8. OLS linearna regresija za utvrđivanje odnosa između normalizirane vrijednosti zajedničkog interkalibracijskog indeksa (iCM bm) i nacionalnog OEK (Croatian EQR)u zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E2 i R-E3.

Pearsonov koeficijent korelacije između iCM i nacionalnog OEK je $r = 0.85$, $p < 0.001$, $n = 32$ ($n = 19$, R-E2; $n = 13$, R-E3).

Izračun i postavljanje granica za zajedničke interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3

Projicirane vrijednosti nacionalnih granica ekološkog stanja s obzirom na regresiju sa zajedničkim interkalibracijskim indeksom prikazane su u tablici 7.8.

Tablica 7.8. Referentne vrijednosti i nacionalne granice kategorija ekološkog stanja u IC tipovima rijeka R-E2 (= HR-R_3C i HR-R_4A) i R-E3 (= HR-R_3D, HR-R_4B i HR-R_4C), te pripadajuće vrijednosti iCM dobivene OLS linearnom regresijom.

	Nacionalni OEK	iCM
Referentne vrijednosti	1	1,3472
Vrlo dobro / Dobro	0,8	1,0795
Dobro / Umjereno	0,6	0,8118
Umjereno / Loše	0,4	0,5441
Loše / Vrlo loše	0,2	0,2764

Srednje vrijednost za granice vrlo dobro/dobro i dobro/umjerenona iCM skali za EC GIG (svi tipovi) iznose:
 Granica vrlo dobro/dobro; srednja vrijednost EC GIG-a: 1,0291
 Granica dobro/umjerenono; srednja vrijednost EC GIG-a: 0,8309

Prilagođavanje granica prati poglavlje šest procedure usklađivanja prema Willby et al. (2014).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Razlika između nacionalne granice dobro/umjereno i srednje vrijednost za EC GIG:

$$0,8309 - 0,8118 = 0,0191$$

Širina razreda:

$$1,0795 - 0,8118 = 0,2677$$

Omjer razlike i širine razreda:

$$0,0191 / 0,2677 = 0,07135$$

U slučaju kada vrijednosti omjerane premašuju vrijednost od 0.25, nisu potrebna dodatna usklađivanja nacionalnih granica ekološkog stanja.

Drugi korak je usporedba granice vrlo dobro/dobro i srednje vrijednosti za EC GIG:

$$1.0795 - 1.0291 = 0.0504$$

Omjer razlike i širine razreda:

$$0.0504 / 0.2677 = 0.18827$$

I ovom slučaju vrijednosti omjera nisu veće od 0.25 te nisu potrebne korekcije nacionalne granice. Nacionalne granice za tipove R-E2 i R-E3 prikazane su u tablici 7.8.

Opis zajednice makrozoobentosa u pojedinim kategorijama ekološkog stanja

Zajednice pri vrlo dobrom ekološkom stanju

U HR tipovima koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-E2, skupine EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) su zastupljene s 20 ili više svojti. Prisutne su svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju poput onih iz porodice Perlodidae (Plecoptera). Svojte osjetljive na organsko onečišćenje također mogu biti prisutne s velikom brojnošću jedinki.

U HR tipovima koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-E3 skupine EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) su predstavljene s 20 ili više svojti. Prisutna je velika lokalna raznolikost (Margalefov indeks oko 6,5 ili više). Prisutne su svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju poput onih iz porodice Polycentropodidae (Trichoptera). Svojte osjetljive na organsko onečišćenje također mogu biti prisutne s velikom brojnošću jedinki.

Zajednice pri dobrom ekološkom stanju

Na postajama s dobrim ekološkim stanjem zajedničkog interkalibracijskog tipa R-E2 skupine EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) zastupljene su s oko 15 svojti. Prisutna je relativno visoka lokalna raznolikost (Margalefov indeks oko 4,5), te svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju poput onih iz porodice Heptageniidae (Ephemeroptera). Nalaze se i svojte osjetljivih na organsko onečišćenje.

Na postajama s dobrim ekološkim stanjem tipa R-E3 skupine EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) predstavljene su s oko 15 svojti. Prisutna je velika lokalna raznolikost (Margalefov indeks oko 6). Prisutne su i svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju (poput onih iz porodice Leptophlebiidae - Ephemeroptera) te svojte osjetljive na organsko onečišćenje.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Zajednice pri umjerenom ekološkom stanju

Na postajama s umjerenim ekološkim stanjem tipa R-E2 skupine EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) predstavljene su s oko 10 svojti. Lokalna raznolikost je umjerena (Margalefov indeks oko 4,5). Svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju i organsko onečišćenje su prisutne ali s manjom brojnošću nego tolerantne svojte.

Na postajama s umjerenim ekološkim stanjem tipa R-E2 skupina EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) zastupljene su s oko 10 svojti. Lokalna raznolikost je umjerena (Margalefov indeks oko 5,5). Svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju i organsko onečišćenje su prisutne ali s manjom brojnošću nego tolerantne svojte.

Literatura

AQEM Consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system, A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive, Version 1, February 2002: 198 pp.

Birk S, Böhmer J, Schöll F, 2016. XGIG Large River Intercalibration Exercise - Milestone 6 Report - Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe – Biological Quality Element: Benthic Invertebrates - Version 2, 228 p.

CIS Guidance Document No, 14, 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011, Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC), European Commission, Technical report, 2011-045.

European Union 2013. Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Mihaljević Z, Kerovec M, Mrakovčić M, Plenković A, Alegro A, Primc-Habdija B, 2011. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije, PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Opatrilova L, (ed) 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 5 report – River/EC GIG/Benthic Invertebrates, European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability.

Urbanič G, 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia, Hydrobiologia 729: 191–207.

Uredba o standardu kakvoće voda, Narodne novine broj 73/2013.

Willby N, Birk S, Poikane S, van de Bund W, 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration, JRC Technical Report, Luxembourg, Ispra.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrozoobentos

Zajednički interkalibracijski tipovi R-E5 i R-E6

Okvirna direktiva o vodama zahtijeva sveobuhvatnu metodu ocjene ekološkog stanja rijeka temeljem makrozoobentosa, koja uključuje taksonomski sastav, brojnost, odnos osjetljivih svojti prema tolerantnim svojstama te raznolikost. Također je potrebno uskladiti nacionalnu metodu s rezultatima završene interkalibracijske vježbe zemalja EC-GIG. Službena interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa dovršena je u okviru interkalibracije EC-GIG 2011. godine (Opatrilova, 2011).

Nova metoda za ocjenu ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa koje pripadaju tipovima IC R-EX5 (= HR-R_2A; HR-R_2B; HR-R_3A i HR-R_3B) i R-EX6 (= HR-R_1) predstavljena je u ovom izvješću. Oba zajednička interkalibracijska tipa tretirani se zajedno zbog relativno malog seta podataka u tipu R-EX6 (n = 24), nedostatka referentnih postaja u R-EX5, te prisustva loših postaja u tipu R-EX6. U setu podataka nedostaju degradirane postaje u R-EX6 tipu, ali radi sličnosti između dva tipa mogu se smatrati komplementarnima degradiranim postajama u tipu R-EX5. Multimetrijski indeks koristi iste metrike za oba tipa rijeka, ali s različitim referentnim vrijednostima za svaki tip. Metoda je u skladu s normativnim definicijama ODV i njene su klase u skladu s rezultatima završene interkalibracijske vježbe. Hrvatska metoda ocjene ekološkog stanja, modularnog je tipa s dva modula: saprobnost i opća degradacija, gdje konačnu ocjenu predstavlja niža vrijednost od dvaju modula. Metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa vrlo velikih rijeka Hrvatske temelji se na istom pristupu i uspješno je interkalibrirana (Birk i sur., 2016). Sustav se sastoji od metrika s dokazanim odnosima prema pritiscima.

Granice klase uspoređene su s dogovorenim granicama iz završene interkalibracijske vježbe EC-GIG slijedeći upute CIS-ovog vodiča br. 30: „Postupak uklapanja novih ili ažuriranih klasifikacijskih metoda s rezultatima završene interkalibracijske vježbe“ (Willby i sur. 2014). Tijekom interkalibracije u EC GIG primjenjena je „Opcija 2“ - neizravna usporedba metoda procjene zajedničkih metrika i „kontinuiranog benchmarkinga“, te je Hrvatska metoda uspoređena s dobivenim rezultatima.

Opis nacionalne metode

Modul saprobnost predstavlja normalizirane vrijednosti Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}), koji se temelji na Pantle-Buck-ovom indeksu, ali s prilagođenim indikatorskim vrijednostima. Modul opća degradacija_{MI} normalizirani je multimetrijski indeks koji se sastoji od 4 metrike: Ritron indeks, EPT [%] (klase abundancije), Margalefov indeks raznolikosti i Indeks riječne faune (RFI) koji se temelji na odgovorima indikatora na hidromorfološku degradaciju.

Modul saprobnost temelji se isključivo na OEK Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}). Modul opća degradacija jednak je OEK četiriju metrika: $0,2 * \text{Ritron indeks} + 0,2 * \text{EPT [\%]} (\text{klase abundancije}) + 0,2 * \text{Margalefov indeks raznolikosti} + 0,4 * \text{Indeks riječne faune (RFI)}$. Konačna ocjena ekološkog stanja jednaka je nižoj OEK vrijednosti dvaju modula.

Hrvatski nacionalni sustav ocjene ekološkog stanja prati odrednice ODV budući da uzima u obzir sve indikativne parametre koji su navedeni u dokumentu CIS vodiču br. 14 (2011), a to su: taksonomski sastav, abundancija, udio osjetljivih i tolerantnih svojti te raznolikost (Tablica 7.9).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.9. Pregled parametara uključenih u hrvatsku nacionalnu metodu za ocjenu ekološkog stanja u zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E5 i R-E6.

Zemlja članica	Taksonomski sastav	Abundancija	Osjetljive / tolerantne svojte	Raznolikost
HR	x	x	x	x

Opis uzorkovanja i analiza podataka

- Vrijeme i učestalost uzorkovanja:
Najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je proljeće (ožujak-travanj), tj. prije masovnog izlijetanja odraslih kukaca u svibnju i lipnju. Razdoblje stabilnih i niskih vodostaja trebalo bi trajati dovoljno dugo prije uzorkovanja, tako da se zajednica makrozoobentosa može dobro razviti. Uzorkovanje se ne smije vršiti tijekom visokog vodostaja i do 3 tjedna nakon visokog vodostaja.
- Metode uzorkovanja
Uzorkuju se sva dostupna mikrostaništa (eng. „multi-habitat sampling”) i prikuplja se 20 poduzoraka koji se raspoređuju prema udjelu raspoloživih mikrostaništa. Mikrostaništa koja imaju udio manji od 5% se ne uzorkuju, ali se zabilježe u protokolu. Tip mikrostaništa predstavlja kombinaciju anorganskog i organskog supstrata. Uzorak se uzorkuje podizanjem supstrata sa pratećim životinjama s površine 25 x 25 cm (0,0625 m²). Raspoloživa mikrostaništa klasificirana su prema AQEM protokolu (AQEM Consortium, 2002).
- Analiza podataka
Ritron indeks, EPT [%] (klasa abundancije) i Margalefov indeks raznolikosti su izračunati pomoću ASTERICS 4.04 softvera, dok su Hrvatski saprobni indeks i Indeks riječne faune izračunati zasebno. Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}) je prilagođeni indeks saprobnosti prema Pantle-Buck-u (1955):

$$SI_{HR} = \frac{\sum SIu_i}{\sum u_i}$$

gdje je:

SI_{HR} = Hrvatski saprobni indeks

SI = indikatorska vrijednost pojedinih vrsta/svojti

u_i = broj jedinki izračunat na 1 m²

Indikatorske vrijednosti svojti (SI) specifične su za Hrvatsku.

Indeks riječne faune izračunat je prema sljedećoj jednadžbi:

$$RFI = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

gdje je:

ac_i – razred brojnosti svojte *i*

Rf_i – indikatorska vrijednost pojedine svojte *i*

HW_i – hidromorfološka indikatorska težina svojte *i*

Parametri Indeksa riječne faune (indikatorske vrijednosti *i* i težine; Rf_i i HW_i) tip su specifične za interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6 i izračunavaju se kanoničkom analizom korespondencije svojti s obzirom na hidromorfološki gradijent (Urbanič, 2014).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- Razina determinacije;

Preporučuje se da se determinacija provodi što detaljnije, ako je moguće, do razine vrste. Potrebna razina determinacije makrozoobentosa prikazana je u Tablici 7.10.

Tablica 7.10. Razina determinacijepotrebna za hrvatsku nacionalnu metodu.

Sistematska skupina	Razina determinacije	Sistematska skupina	Razina determinacije
Porifera	rod	Ephemeroptera	rod, vrsta
Hydrozoa	rod	Trichoptera	rod, vrsta
Bryozoa	prisutnost	Odonata	rod, vrsta
Turbellaria	rod, vrsta	Megaloptera	rod, vrsta
Oligochaeta	porodica, rod, vrsta	Heteroptera	rod, vrsta
Hirudinea	rod, vrsta	Coleoptera	rod, vrsta
Mollusca	rod, vrsta	Diptera	porodica, rod, vrsta
Crustacea	rod, vrsta	Hydrachnidia	prisutnost
Plecoptera	rod, vrsta		

Nacionalni referentni uvjeti

Nacionalni referentni uvjeti za pojedine fizikalno-kemijske parametre prezentirani su u Uredbi o standardu kakvoće vode (Uredba o standardu kakvoće vode, NN 96/2019), ali ovaj je dokument trenutno u postupku revizije. Stoga granice referentnih vrijednosti za ovaj postupak interkalibracije prate one koji su definirani u EC-GIG-a za interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3 (Opartilova, 2011):

Hidromorfološke promjene:

Nisu prisutne ili su neznatne (vrijednosti svih ocjena ≤ 2)

Korištenje zemljišta u slivnom području:

<0,8% urbane površine u slivu

< 50 Indeks korištenja zemljišta (LUI; engl. Land Use Index)

Granice fizikalno-kemijskih pokazatelja:

BPK₅ < 2,4 mg/l

P-PO₄ < 0,04 mg/l

N-NO₃ < 6 mg/l

N-NH₄ < 0,1 mg/l

Također je važno da na referentnoj postaji nema nikakvih izvora onečišćenja kao što su direktni utjecaj otpadnih voda, izraženo lokalno zagađenje i sl.

Određivanje granica klasa

U HR tipovima tekućica koji pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6 transformirane su vrijednosti granica klasa za modulopća degradacija kao i granice saprobnog modula za tip R-EX6. To znači da OEK čine "klasične" granice (0,8; 0,6; itd.), a konačna OEK vrijednost predstavlja nižu vrijednost transformiranih OEK vrijednosti dvaju modula. Iako nacionalna klasifikacija prepoznaje četiri biotička tipa tekućica (H-R-2A, H-R-2B, H-R-3A i H-R-3B) unutar zajedničkog interkalibracijskog tipa R-EX5, referentne vrijednosti postavljene su jednako za sva četiri HR tipa, budući da je trenutačna baza podataka nedostatna za provođenje adekvatnih statističkih analiza. U skoroj budućnosti, kada se prikupi dostatna baza

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

podatakaza svaki od HR tipova, biti će moguće precizno podesiti referentne vrijednosti za svaki tip, te dodatno testirati odziv zajednice makrozoobentosa na pritiske.

Hrvatski saprobni indeks

R-EX5 tip

Većina hrvatskih rijeka koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5 su pod antropogenim utjecajem (neke čak i pod znatnim), zbog relativno visokog udjela urbanih područja i poljoprivrednih površina prisutnih u njihovom slivu. Korito većina tekućica je morfološki izmijenjeno te je često ograničeno bočno kretanje tekućica radi izgrađenih nasipa koji štite urbana područja i naselja. U tekućicama koje pripadaju R-EX5 tipu nisu bile prisutne referentne postaje, te su prilikom izračunavanja referentnih vrijednosti indeksa u oba modula, poduzeti alternativni pristupi. Referentne vrijednosti metrika određena su projekcijom iz tzv. „benchmark“ postaja i to na način da je medijanu vrijednosti alternativnih referentnih postaja (granica dobro/vrlo dobro) dodano 20% vrijednosti raspona metrika (Tablica 7.11).

Donja granica SI_{HR} predstavlja najnižu teoretsku vrijednost metrike (na temelju operativne liste svojti) i iznosi 3,6 za sve interkalibracije tipove.

Vrijednost SI_{HR} -a u tipu R-EX5 kretala se od 1,80 do 3,54. 20% ukupnog raspona (maksimalna vrijednost SI_{HR} je 3,6) oduzeto je od granice vrlo dobro/dobro kako bi se dobila referentna vrijednost. Referentna vrijednost za R-EX5 tip iznosi 1,90 ($SI_{HR-ref} = 1,90$). Granica vrlo dobro/dobro iznosi 2,26, a ostale su granice podijeljene ekvidistalno.

Tablica 7.11. Alternativne referentne postaje u interkalibracijskom tipu R-EX5.

Šifra	Postaja	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	Provod. (μS/cm)	SI _{HR}
15383	Kamešnica, Gregorevac	100,6	0,069	0,752	1,1	0,12	5,75	549	2,33
16101	Golinja, Slatina Pokupska	83,2	0,018	0,147	2,202	0,163	6,34	421	2,00
16107	Veliki Potok, Bukovci	34,7	0,019	0,262	2,269	0,196	6,24	438	1,95
16234	Svinica, Svinica	76,8	0,025	0,269	1,661	0,226	5,67	435	2,15
16239	Brijebovina, prije utoka u Sunju, Umetić	49,2	0,021	0,235	2,091	0,218	6,32	486	2,79
16746	Utinja, Vratečko (prije utoka u Kupu)	91,0	0,026	0,300	1,826	0,225	6,10	466	2,20
17606	Presečno, Drašković	104,5	0,029	0,62	3,1	0,200	5,24	607	2,33
21205	Iskrica, Šaptinovci	89,6	0,084	0,771	3,36	0,113	5,36	475	1,95

Barem četiri od sedam kriterija ispisanih niže moraju biti zadovoljeni. Ostale vrijednosti mogu biti bolje, ali ne i lošije.

BPK ₅ (mgO ₂ /l)	El. vodljivost (μS/cm)	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT
2,4 – 4,1	250 - 620	50 - 170	0,04 – 0,25	2,0 – 6,0	0,1-0,25	5,0 – 6,4

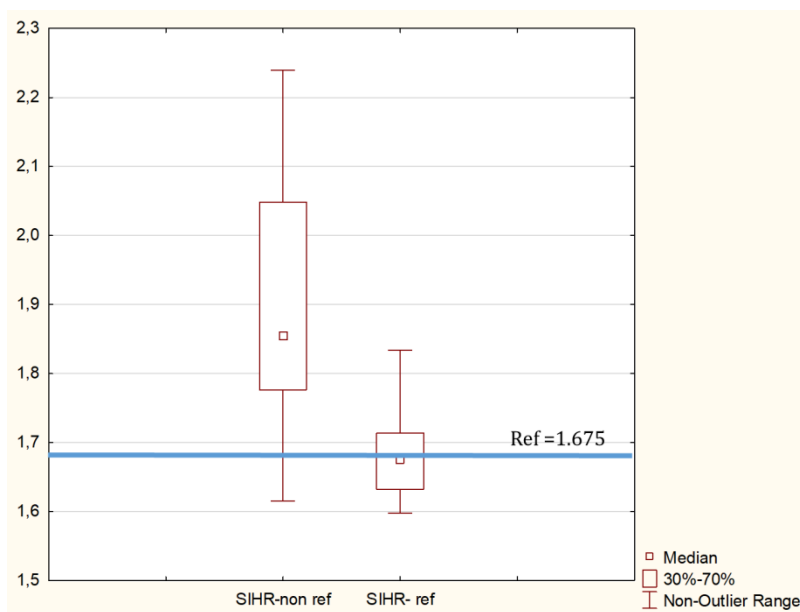
Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

R-EX6 tip

Referentna vrijednost saprobnog indeksa za HR tekućice koje pripadaju interkalibracijskom tipu R-EX6 određena je kaomedijan vrijednosti indeksa sa sedam referentnih postaja te iznosi 1,68 (Tablica 7.12, Slika 7.9).

Tablica 7.12. Referentne postaje u zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX6.

Ime postaje	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	Provod.	HYMO	SI _{HR}
Sivornica, izvorište Psunj	0	0,02	0,54	1,4	0,02	7	80	1	1,6
Stipnica kod mjesta G. Stupnica (H.Kostajnica)	13,8	0,01	0,15	0,7	0,03	7	413	1,1	1,7
Izvor Duboke rijeke	0,5	0,021	0,22	1,2	0,004	6,56	108	1	1,7
Izvor potoka Dubočanka	0	0,029	0,31	0,7	0,017	6,1	311	1,1	1,7
Sutla, Lupinjak	1	0,012	0,44	0,9	0,039	7	281	1,2	1,9
Kamešnica, Kamešnica	0,02	0,022	0,558	1,75	0,036	6,92	458	1	1,8
Bistra, Krainje, Kraljev vrh	9,5	0,019	1,007	1,196	0,04	6,85	224	1,4	1,6



Slika 7.9. Usporedba vrijednosti SI_{HR} indeksa između referentnih i ostalih postaja u interkalibracijskom tipu R-EX6.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Granica dobro/vrlo dobro izračunata je kao medijan alternativnih referentnih postaja u tipu R-EX6 (Tablica 7.13) i iznosi 1,85. Ostale granice raspoređene su ekvidistalno do najlošije vrijednosti SI_{HR} (3,6).

Tablica 7.13. Alternativne referentne postaje u interkalibracijskom tipu R-EX6 prema Opartilova (2011).

Šifra	Ime	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	El. vodljivost (μS/cm)
17553	Sutla, Prišlin	79,73	0,05	1,07	2,8	0,18	6,13	657
21120	Žarovnica (Sutinska), Žarovnica	70,1	0,03	1,29	1,63	0,1	6,4	566
21128	Kašina, Kašina	29,25	0,12	0,39	3,32	0,18	6,4	559

Barem četiri od sedam kriterija ispisanih niže moraju biti zadovoljeni. Ostale vrijednosti mogu biti bolje, ali ne i lošije.

BPK ₅ (mgO ₂ /l)	El. vodljivost (μS/cm)	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT
2,4 – 4,1	250 - 620	50 - 170	0,04 – 0,25	2,0 – 6,0	0,1-0,25	5,0 – 6,4

Transformacija vrijednosti OEK za SI_{HR} načinjena je prema slijedećim jednadžbama:

R-EX6	Ref = 1,68	Najniža vrijednost = 3,6
OEK _{SIHR R-EX6}	OEK _{transform}	
≥0,91	$0,8 + 0,2 * (OEK_{SIHR R-EX6} - 0,91) / 0,09$	
0,68 – 0,91	$0,6 + 0,2 * (OEK_{SIHR R-EX6} - 0,68) / 0,24$	
0,45 – 0,68	$0,4 + 0,2 * (OEK_{SIHR R-EX6} - 0,45) / 0,23$	
0,23 – 0,45	$0,2 + 0,2 * (OEK_{SIHR R-EX6} - 0,23) / 0,23$	
≤0,23	$0,2 + 0,2 * (OEK_{SIHR R-EX6}) / 0,23$	

Opća degradacija

R-EX5

U tipu R-EX5 nisu bile prisutne referentne postaje. Modul opća degradacija jednak je OEK četiriju metrika: $0,2 * \text{Ritron indeks} + 0,2 * \text{EPT [\%]} (\text{klase abundancije}) + 0,2 * \text{Margalefov indeks raznolikosti} + 0,4 * \text{Indeks riječne faune (RFI)}$. Za svaku od četiri metrike, referentna vrijednost izračunata je dodavanjem 20% raspona metrike na granicu vrlo dobro/dobro (Tablica 7.14). Granica vrlo dobro/dobro izračunata je kao medijan vrijednosti svih alternativnih referentnih postaja. Donje granice metrika za R-EX5 i R-EX6 su jednake i predstavljaju najlošiju vrijednost metrika u bazi koja obuhvaća oba zajednička interkalibracijska tipa.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.14. Granice klasa i rasponi vrijednosti metrika korištenih za izračun modula opća degradacija za interkalibracijski tip R-E5.

Grupa metrika	Funkcionalna	Taksonomski sastav/abundancija	Raznolikost	Osjetljivost/tolerantnost
Granice metrika za R-E5	Ritron indeks	EPT [%] (klasa abundancije)	Margalefov indeks raznolikosti	RFI
Referentna vrijednost	7,99	32,75	9,55	0,178
Najlošija vrijednost	1,22	0	0,99	-0,511
Granica dobro/vrlo dobro	5,97	23,61	7,51	0,105
Raspon				
Maksimum	11,32	45,69	11,23	0,368
Minimum	1,22	0	0,99	-0,511

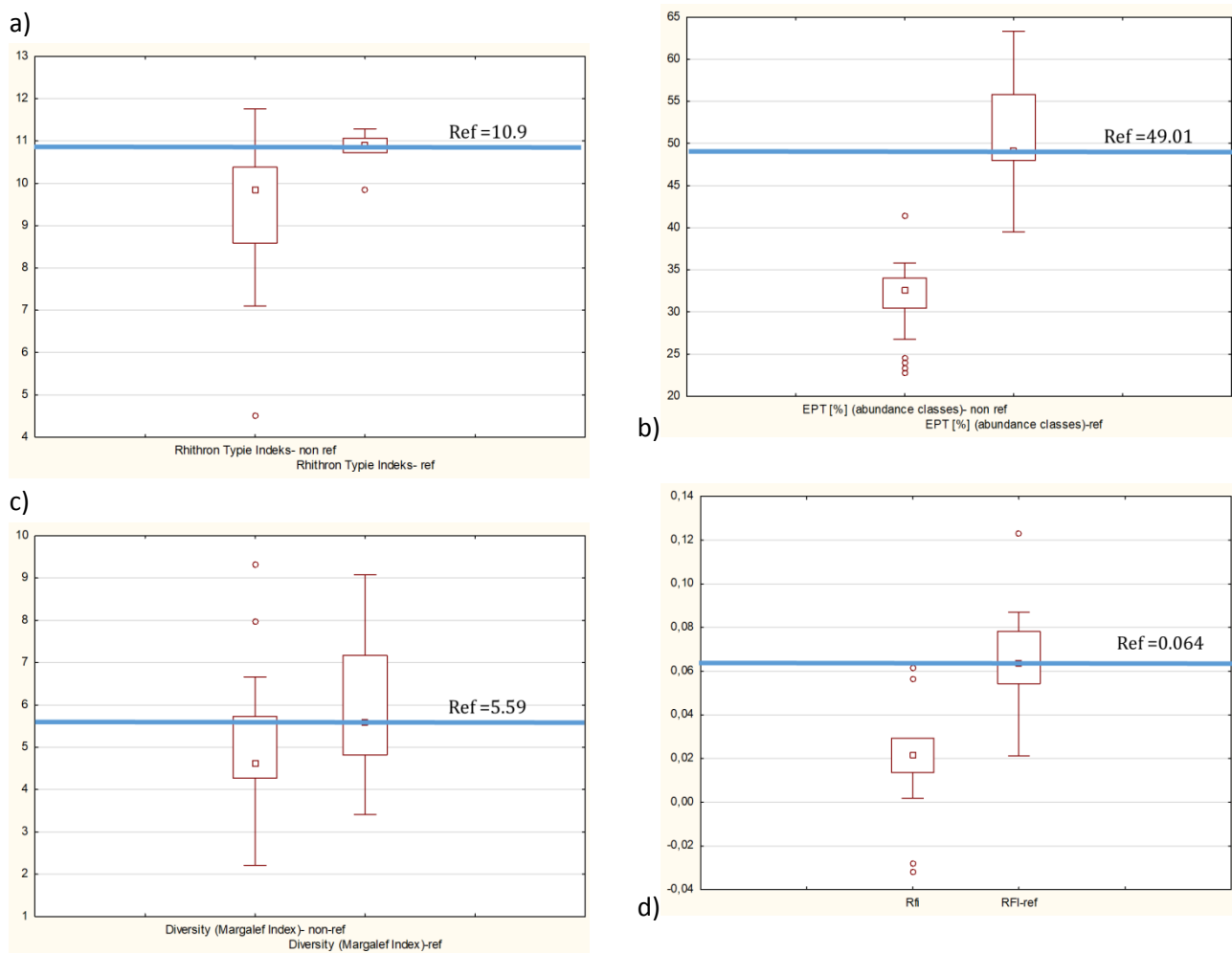
R-EX6

U interkalibracijskom tipu R-EX6 referentne vrijednosti za modul opća degradacija određene su kao medijan vrijednosti pojedinih metrika na referentnim postajama (Tablica 7.15; Slika 7.10).

Tablica 7.15. Granice klasa i rasponi vrijednosti metrika korištenih za izračun modula opća degradacija za interkalibracijski tip R-EX6.

Grupa metrika	Funkcionalna	Taksonomski sastav/abundancija	Raznolikost	Osjetljivost/tolerantnost
Granice metrika za R-EX6	Ritron indeks	EPT [%] (klasa abundancije)	Margalefov indeks raznolikosti	RFI
Referentna vrijednost	10,9	49,01	5,59	0,054
Najlošija vrijednost	1,22	0	0,99	-0,511
Raspon				
Maksimum	13,2	55,81	9,32	0,177
Minimum	4,5	17,09	2,21	-0,147

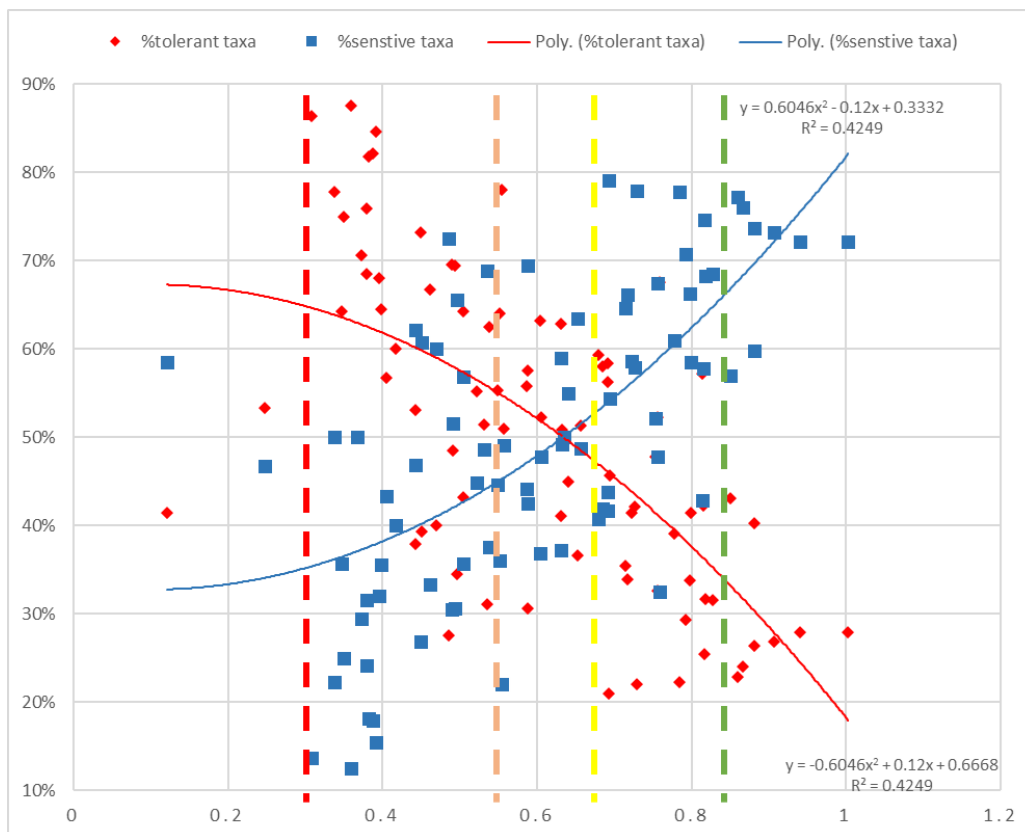
Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 7.10. Usporedba vrijednosti četiri metrike: a) Ritron indeks; b) EPT % (klasa abundancije); c) Maraglefov indeksraznolikosti i d) Indeks riječne faune (RFI) referentnih i ne-referentnih postaja tipa R-EX6. Okomite crte predstavljaju referentnu vrijednost za svaku metriku.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Granične vrijednosti pet kategorija ekološkog stanja definirane su na temelju promjena u udjelu osjetljivih i tolerantnih svojti (Slika 7.11). Osjetljive i tolerantne svojte utvrđene su pri izračunu indeksa riječne faune s obzirom na hidromorfološke promjene. Odnos tolerantnih svojti počinje rasti pri OEK = 0,82 (granica vrlo dobro/dobro), dok kod OEK = 0,68 udio tolerantnih svojti doseže udio osjetljivih svojti (granica dobro/umjereno). Sjecište regresijskih krivulja koje predstavljaju udio tolerantnih i osjetljivih svojti nalazi se približno pri OEK = 0,62, a pri OEK = 0,55 udio tolerantnih svojti premašuje udio osjetljivih svojti (granica umjereno/loše). Udio tolerantnih svojti počinje dominirati na OEK = 0,30 (granica loše/vrlo loše).



Slika 7.11. Određivanje granica između kategorija ekološkog stanja na temelju raspodjele osjetljivih i tolerantnih svojti.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Kako bi konačni OEK predstavljale „klasične“ granice (0,8; 0,6; itd.), vrijednosti modula opća degradacija_{MI} za R-EX5 i R-EX6 tipove transformirane su pomoću sljedećih jednadžbi:

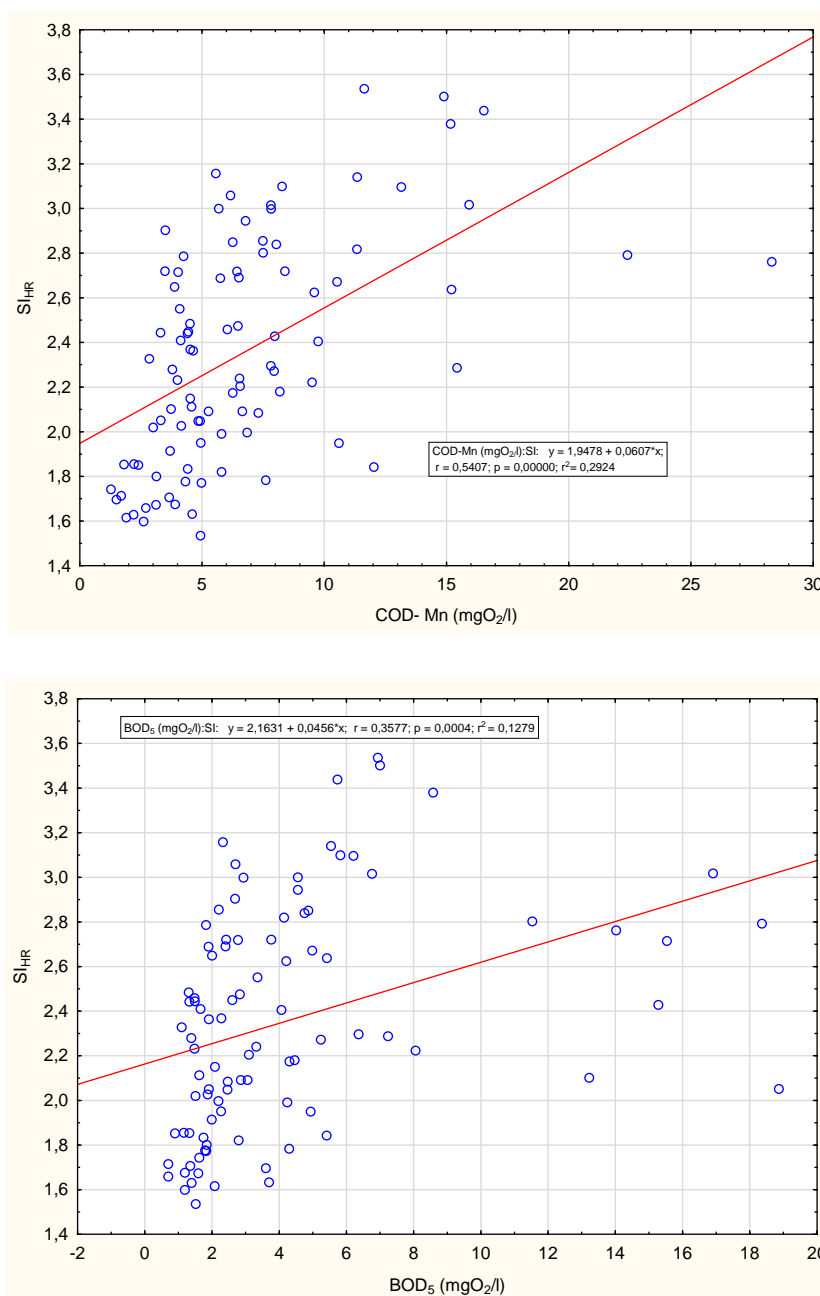
R-EX5 and R-EX 6	
OEK _{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}	OEK _{transform}
≥0.82	$0.8 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.82) / 0.18$
0.68 – 0.82	$0.6 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.68) / 0.14$
0.55- 0.68	$0.4 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.55) / 0.13$
0.30 – 0.55	$0.2 + 0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}} - 0.30) / 0.25$
≤0.30	$0.2 * (\text{OEK}_{\text{GEN DEG R-EX5 and R-EX6}}) / 0.30$

Detektirani pritisci

U završnoj interkalibracijskoj vježbi EC GIG, metode zemalja članica ukazuju na opću degradaciju, hidromorfološku degradaciju i onečišćenje organskim tvarima.

Hrvatska nacionalna metoda je usporediva s metodama koje su već uspješno interkalibrirane te pokazuje odziv na korištenje zemljišta u slivnom području, onečišćenje organskim tvarima, eutrofikaciju i degradaciju staništa. Modul saprobnost ukazuje na organsko onečišćenje (Slika 7.12), dok su drugi stresori integrirani u modulu opća degradacija_{MI} (Slike 7.13, 7.14 i 7.15). Udio intenzivne poljoprivrede u odnosu na vrijednosti modula opća degradacija prikazan je samo za tip R-EX5, jer je u tipu R-EX6 bilo malo postaja s intenzivnom poljoprivredom u slivu (Slika 7.13).

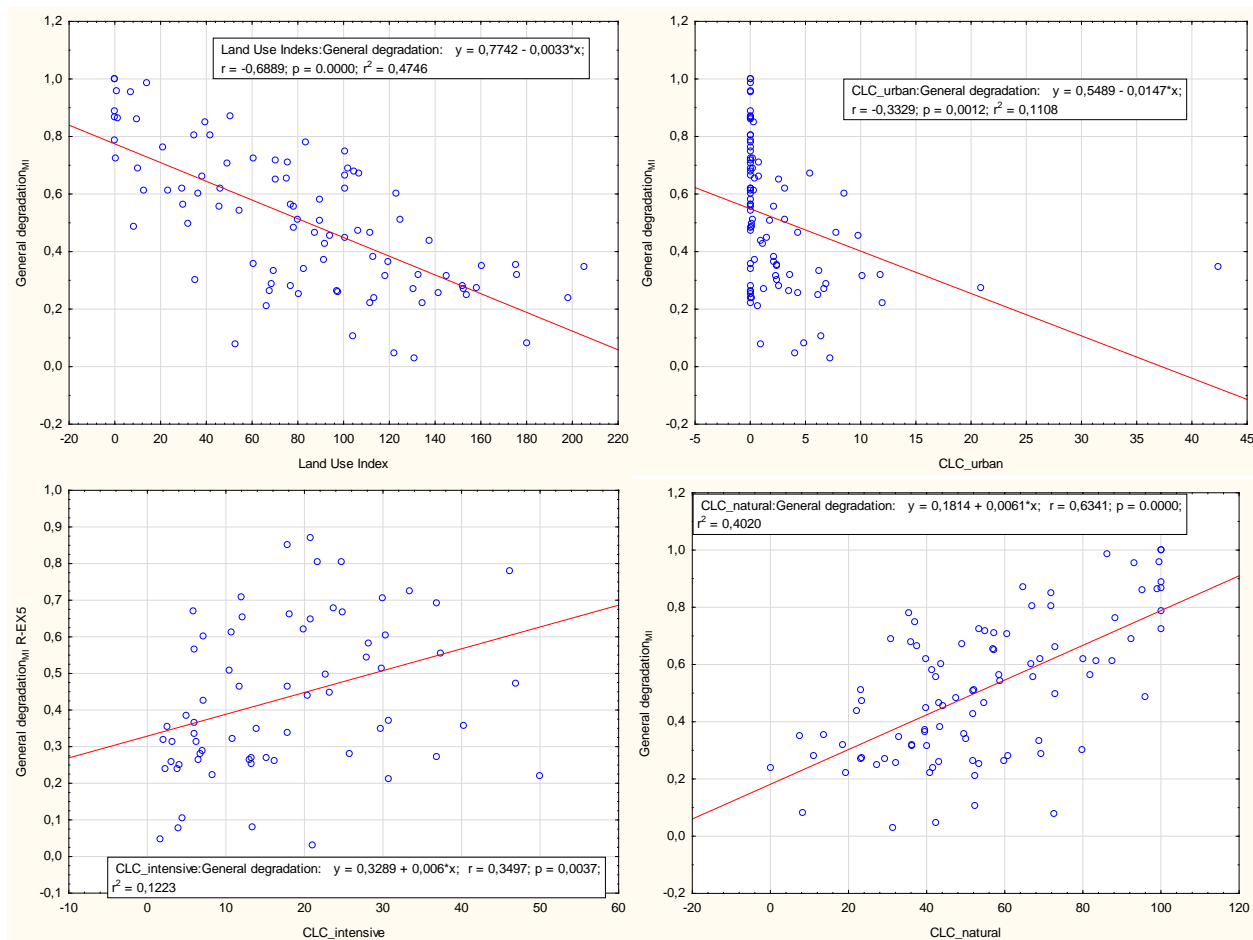
Modul saprobnost



Slika 7.12. Odnos između kemijske potrošnje kisika (COD) i biološke potrošnje kisika (BOD₅) te vrijednosti SI_{HR} riječnih tipova unutar zajedničkih interkalibracijskih tipova R-EX5 i R-EX6.

Modul opća degradacija

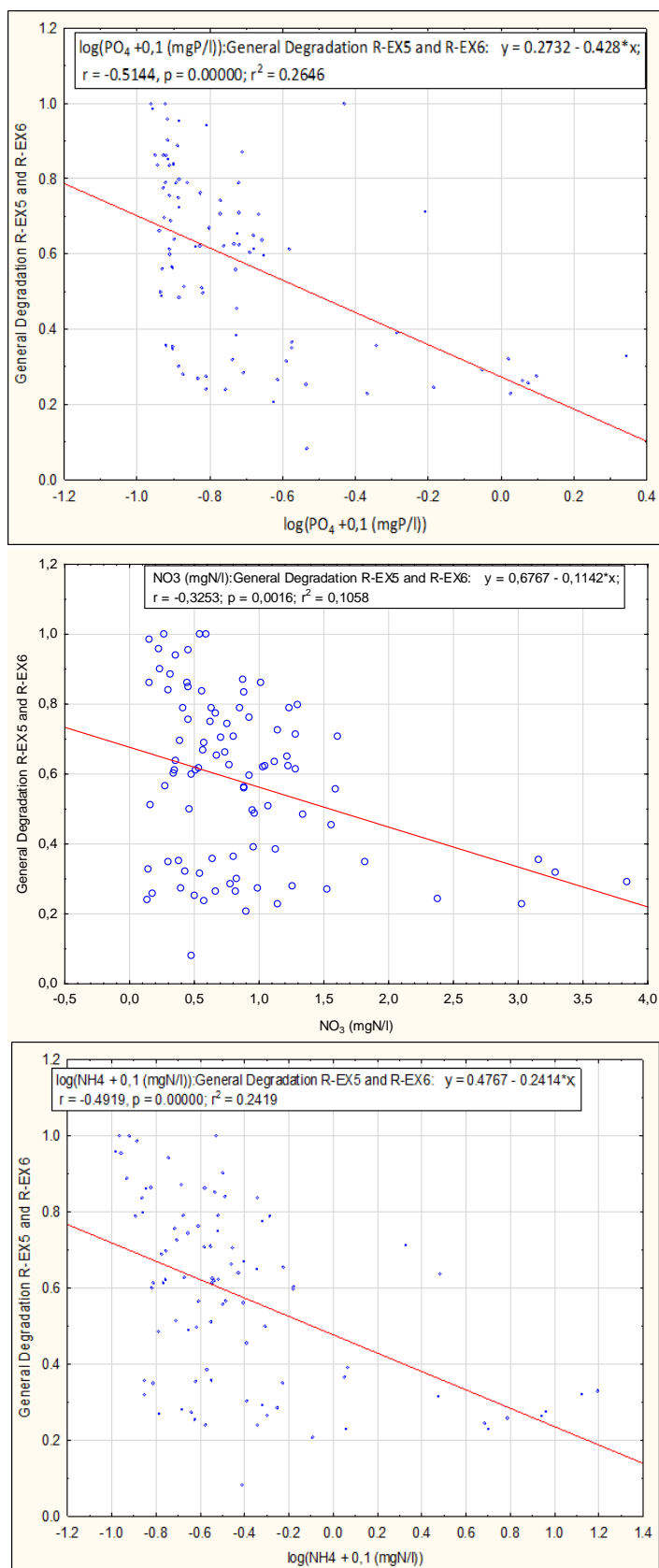
A. Korištenje zemljišnog pokrova



Slika 7.13. Odnos između indeksa korištenja zemljišta (Land Use Index) i udjela urbanih područja, intenzivne poljoprivrede i prirodnih područja u slivu naspram modula opća degradacija_{MI} za postaje koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6.

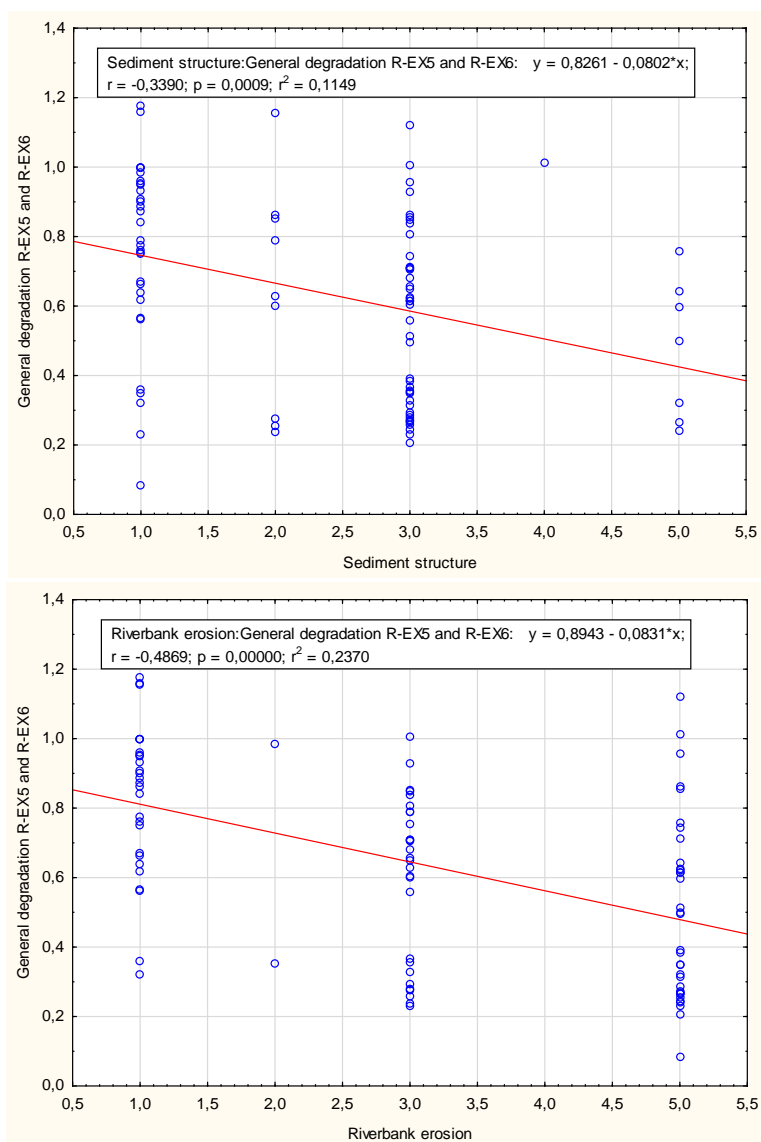
Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

B. Kemijski parametri u vodi



Slika 7.14. Odnos kemijskih svojstava vode u odnosu na modul opća degradacijaMI za tipove tekućica koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6.

C.Hidromorfologija



Slika 7.15. Odnos između pojedinih hidromorfoloških parametara i modula opća degradacija za tipove tekućica koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6.

S obzirom da SI_{HR} i modul opća degradacija MI pokazuju jasan odnos prema pritiscima (organsko onečišćenje, korištenje zemljišnog pokrova u slivu, kemijski pokazatelji u vodi, hidromorfološka degradacija) mogu se koristiti za ocjenu ekološkog stanja.

Provjera usklađenosti metode s ODV

Prvi korak u procesu interkalibracije zahtijeva provjeru nacionalnih metoda uzimajući u obzir kriterije sukladnosti s ODV. Provjera sukladnosti pokazala je da hrvatska metoda ispunjava zahtjeve ODV (Tablica 7.16).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.16. Popis kriterija i ocjena sukladnosti s ODV.

Kriteriji	Izvršeno
Ekološko stanje razvrstano je u jedan od pet razreda	da
Vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje postavljeno je u skladu s normativnim definicijama ODV-a (postupak postavljanja granica)	da
Obuhvaćeni su svi relevantni parametri za biološki element kakvoće (vidjeti Tablicu 1. u Smjernicama za interkalibraciju)	da
Ocjena je prilagođena interkalibracijskim tipovima koji su definirani u skladu s tipološkim zahtjevima ODV-a, a odobreni od WG ECOSTAT-a	da
Vodeno tijelo se procjenjuje na temelju tipičnih, gotovo prirodnih referentnih uvjeta	da
Rezultati se izražavaju kao OEK	da
Postupak uzorkovanja omogućava reprezentativne informacije o kakvoći vode/ekološkom stanju u prostoru i vremenu	da
Svi podatci relevantni za procjenu bioloških parametara navedenih u normativnim definicijama ODV obuhvaćeni su postupkom uzorkovanja	da
Odabrana taksonomska razina postiže odgovarajuću pouzdanost i preciznost	da

Uklapanje hrvatske metode u rezultate dovršene interkalibracijske vježbe EC GIG za zajedničke interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6

Tipologija

EC-GIG uključuje deset tipova (ne uključuje vrlo velike rijeke), od kojih je šest relevantno za Hrvatsku (Tablica 7.17). U ovom su izvješću obrađena su dva tipa, R-EX5 i R-EX6.

Biotička tipologija tekućica u Hrvatskoj uspostavljena je 2009., a revidirana 2011. godine (Mihaljević i sur., 2011), uglavnom na temelju stručnog mišljenja, radi nedostatka bioloških podataka i podataka o pritiscima. Trenutno su dostupni biološki podaci za većinu definiranih tipova, kao i podaci o pritiscima kao što su kemizam vode i namjena zemljišnog pokrova. Hidromorfološki podaci još uvijek nedostaju na mnogim postajama jer je hidromorfološka ocjena tekućica u Hrvatskoj započela tek nedavno, 2017. Trenutna metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa ima jednake referentne vrijednosti za nekoliko hrvatskih tipova, ali u budućnosti, s dostatnom bazom podataka za svaki od HR tipova biti će moguće precizno podesiti referentne vrijednosti za svaki tip. Stoga predlažemo da u ovom trenutku biotička tipologija tekućica u Hrvatskoj ostane onakva kakva je prvotno definirana.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.17. Interkalibracijski tipovi EC-GIG i pripadajući tipovi rijeka u HR.

Tip	Karakterizacija vodotoka	Ekoregija Illies (1967)	Slivno područje (km ²)	Nadmorska visina (m)	Geologija	Supstrat	HR tipovi
R-E1a	Karpati, male do srednje velike gorske tekućice	10	10-1000	500 - 800	Mješovita podloga	Valutice i šljunak	R-E1a
R-E1b	Karpati, male do srednje velike prigorske tekućice	10	10-1000	200 - 500	Mješovita podloga		R-E1b
R-E2	Nizinske, srednje velike tekućice	11 i 12	100-1000	<200	Mješovita podloga	pijesak i mulj	R-E2
R-E3	Nizinske, velike tekućice	11 i 12	>1000	<200	Mješovita podloga	šljunak, pijesak i mulj	R-E3
R-E4	Prigorske, srednje velike tekućice	11 i 12	100-1000	200 - 500	Mješovita podloga	pijesak i šljunak	R-E4
R-E1b	Karpati, male do srednje velike prigorske tekućice	10	10-1000	200 - 500	Mješovita podloga		R-E1b
R-EX5	Nizinske male tekućice	11. 12	10 -100	< 200	Mješovita podloga	pijesak i mulj	HR-R_2A HR-R_2B HR-R_3A HR-R_3B
R-EX6	Prigorske male tekućice	11. 12	10-100	200-500	Mješovita podloga	šljunak	HR-R_1
R-EX7	Balkan, prigorske male, vapnenačke tekućice	5	10 – 100	200 - 500	vapnenačka podloga	šljunak	HR-R_6
R-EX8	Balkan, male i srednje velike s vapnenačko krškim izvorištem	5	10-1000		vapnenačka podloga	šljunak, pijesak i mulj	HR-R_7 HR-R_8A HR-R_9

Broj postaja koje su korištene za postinterkalibracijski process, a pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6 su:

R-EX5 (= HR-R_2A; HR-R_2B; HR-R_3A; HR-R_3B): 67

R-EX6 (= HR-R_1): 24

Gradijenti razmatranih pritisaka

Indeks korištenja zemljišta (LUI) izveden je iz udjela pojedinih kategorija zemljišnog pokrova u slivu (CLC) i definiran je kao:

$LUI = 4 * CLC_{urbano} + 2 * CLC_{intenzivne\ poljoprivrede} + CLC_{ekstenzivne\ poljoprivrede}$

Rasponi CLC i LUI u HR tipovima tekućica koji pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6 su:

CLC/LUI	raspon R-EX5	raspon R-EX6
CLC urbano	0 – 47,62	0 – 9,73
CLC int.poljop.	0,87 – 97,69	0 – 37,61
CLC ekst.poljop.	1,6 – 49,88	0 – 37,35
LUI	23,21 – 205,15	0 – 100,60

Ljestvica hidromorfoloških promjena kreće se od 1 (bez promjena, prirodno) do 5 (velike promjene) i sastoji se od više parametara koji se ocjenjuju. Vrijednosti ocjena za tri glavne skupine parametara (hidrološki režim, morfologija i kontinuitet toka) kretale su se od 1 do 5 za oba tipa tekućica, dok su se srednje hidromorfološke ocjene kretale od 1 do 4,74 u R-EX5 i 1 do 4,69 u R-EX6.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Rasponi za ispitivane kemijske parametare uvodi su:

Kemijski parametar	raspon R-EX5	raspon R-EX6
BPK ₅ [mg L ⁻¹]	1,1 – 55,25	1,17 – 20,88
KPK [mg L ⁻¹]	2,84 – 40,92	1,27 – 7,61
PO ₄ -P [mg L ⁻¹]	0,01 – 2,10	0,02 – 0,12
NO ₃ -N [mg L ⁻¹]	0,14 – 31,58	0,34 – 1,56
NH ₄ -N [mg L ⁻¹]	0,04 – 15,51	0,03 – 2,94
El. vodljivost (μS/cm)	77,88 – 1045,36	121,67 – 722,88

Gradijenti pritiska obuhvaćeni nacionalnom bazom podataka smatraju se dostatnim za razvoj nacionalne metode ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa.

Koncept ocjene i izvedivost interkalibracije

Slijedi li nacionalna metoda isti koncept ocjene kao i ostale metode u EC-GIG interkalibracijskoj grupi? Gradijent pritiska obuhvaćen nacionalnim bazom podataka smatra se dovoljnim. Korišteni su isti kriteriji prihvaćanja podataka kako su definirani i u EC-GIG izvješću iz 2011. godine.

Kvaliteta podataka smatra se dobrom jer:

- 1) metodologija uzorkovanja i analitike usporediva je s drugim zemljama u EC-GIG (uzorkovanje svih raspoloživih staništa, veličina oka mreže za uzorkovanje: 500 μm).
- 2) razina determinacije koja se koristi za zajedničke interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6 je dovoljna.
- 3) korištena baza podataka smatra se dovoljno velikom.

S obzirom na sve navedeno zaključeno je da je interkalibracija izvediva za zajedničke interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6.

Opis postupka interkalibracije

Prilikom interkalibracijskog postupka, prema CIS vodiču br. 30 (Willby i sur., 2014), primijenjen je slučaj A1. Preduvjeti za korištenje slučaja A1 su sljedeći:

- i. Svi potrebni podaci moraju biti dostupni za izračun zajedničkog interkalibracijskog indeksa (zadane metrike i sl.).
- ii. Nacionalni set bioloških podataka treba sadržavati postaje s adekvatnim rasponom i gradijentom okolišnih parametara i pritiska kako bi bio moguć izračun nacionalnog OEK i zajedničke interkalibracijske metrike.
- iii. Set podatka o antropogenim pritiscima istog je formata kao i prilikom interkalibracijskog procesa.
- iv. Informacije o graničnim vrijednostima korištenim u prethodnim procesima interkalibracije kao i jasne odrednice referentnih, odnosno alternativnih (engl. benchmark) postaja.
- v. Detaljan opis kriterija korištenih prilikom utvrđivanja „benchmark“ postaja.
- vi. Izračunate vrijednosti granica dobro/vrlo dobro i dobro/umjereno.

Interkalibracijski priručnik Willby *et al.* (2014) navodi sljedeće korake u procesu interkalibracije prema scenariju A1:

1. Izračunati zajedničku interkalibracijsku metriku na temelju nacionalnog seta podataka.
2. Temeljem podataka o pritiscima odrediti referentne i alternativne referentne („benchmark“) postaje.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

3. Standardizirati (normalizirati) vrijednosti zajedničke interkalibracijske metrike prema naputcima interkalibrirane skupine. Ako standardizacija alternativnih referentnih postaja nije potrebna u interkalibracijskoj grupi, potrebno je utvrditi da srednja vrijednost „benchmark“ postaja leži unutar granica srednjih vrijednosti ostalih zemalja članica te interkalibracijske grupe.
4. Linearnom regresijom utvrditi odnos između zajedničke interkalibracijske metrike i nacionalnog OEK.
5. Projicirati pozicije nacionalnih granica (dobro/vrlo dobro; umjereno/dobro; loše/ umjereno i referentno) prema linearnoj regresiji sa zajedničkom interkalibracijskom metrikom.
6. Koristiti kriterij kompatibilnosti prema Poglavlju 6 interkalibracijskog priručnika.

Standardizacija alternativnih referentnih postaja

Postaje definirane kao „benchmark“ postaje određene su temeljem kriterija definiranog unutar EC GIG-a (Opartilova, 2011).

Izračun zajedničke interkalibracijske metrike (ICM)

ICM se računa prema tablici 5 interkalibracijskog izvještaja za EC GIG (Opartilova, 2011). Uključuje četiri metrike: % abundancija EPT (brojnost jedinki), broj EPTCBO svojti (broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata), ASPT (prosječna ocjena po svojti), Indeks biocenotičke regije (funkcionalna metrika, temeljena na vrstama/rodovima).

Korelacije četiriju navedenih metrika sa vrijednostima nacionalnog OEK-a bile su statistički značajne ($p < 0,05$) za R-EX5 i R-EX6 zajedničke interkalibracijske tipove:

$$\begin{aligned}r_{EPT} &= 0,70, \\r_{EPTCBO} &= 0,81, \\r_{ASPT} &= 0,84, \\r_{IndBiocReg} &= 0,71\end{aligned}$$

U izvještaju za EC GIG „benchmark“ standardizacija je opisana na sljedeći način: „sirove“ vrijednosti metrika su standardizirane (normalizirane) zasebno za svaku zemlju članicu. Vrijednost koja je korištena za normalizaciju bila je medijan vrijednosti pojedine metrike na svim alternativnim referentnim postajama.

Najlošija vrijednost za zajedničke interkalibracijske metrike određena je na sljedeći način:

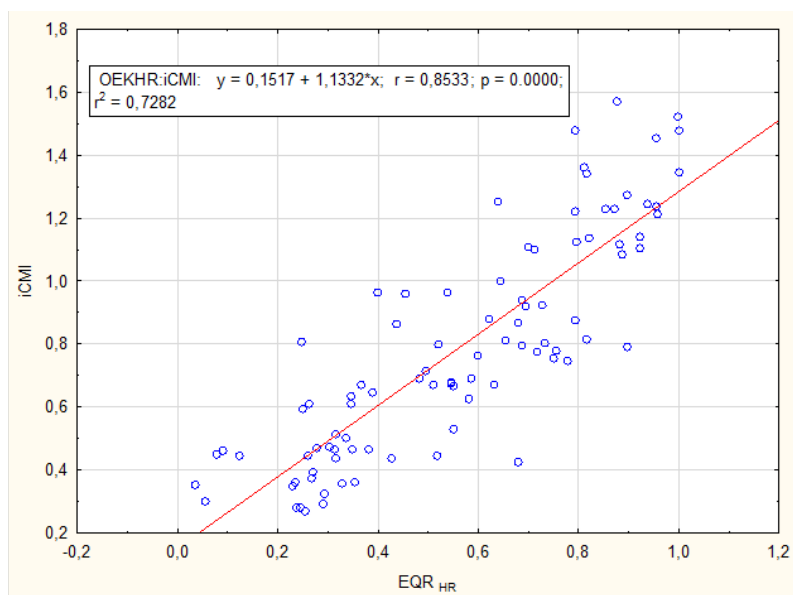
Najlošije vrijednosti za metrike Indeks biocenotičke regije (IBR) i ASPT izvučene su iz zajedničkog interkalibracijskog seta podataka za EC GIG i iznose 9, odnosno 1,5. Za ostale metrike najlošija vrijednost bila je određena kao najniža vrijednost iz nacionalnog seta podataka za tipove R-EX5 i R-EX6:

$$\begin{aligned}IBR &= 9, \\EPTCBO &= 0, \\EPT\% &= 0, \\ASPT &= 1,5\end{aligned}$$

Pretvorba nacionalnih granica OEK prema zajedničkom interkalibracijskom indeksu

Zajednički interkalibracijski indeks (normalizirane vrijednosti ICM) i vrijednosti nacionalnog OEK (EQR_{HR}) za zajedničke interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6 prikazani su u linearnom regresijskom odnosu (Slika 7.16).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 7.16. OLS linearna regresija za utvrđivanje odnosa između normalizirane vrijednosti zajedničkog interkalibracijskog indeksa (iCMI) i nacionalnog OEK (EQR_{HR}) u zajedničkim IC tipovima R-EX5 i R-EX6. Pearsonov koeficijent korelacije između iCM i nacionalnog OEK je $r = 0,856$, $p < 0,001$, $n = 85$ ($N = 67$, R-EX5; $N = 18$, R-EX6).

Izračun i postavljanje granica za R-EX5 i R-EX6

Projicirane vrijednosti nacionalnih granica ekološkog stanja s obzirom na regresiju sa zajedničkim interkalibracijskim indeksom prikazane su u tablici 7.18.

Tablica 7.18. Referentne vrijednosti i granice klasa nacionalnog OEK- a u interkalibracijskim tipovima R-EX5 (HR-R-2) i R-EX6 (HR-R-1), te pripadajuće vrijednosti iCM dobivene OLS linearnom regresijom.

	Nacionalni OEK	iCM
Referentne vrijednosti	1	1,2849
Vrlo dobro/dobro	0,8	1,0583
Dobro/umjereno	0,6	0,8316
Umjereno/loše	0,4	0,605
Loše/vrlo loše	0,2	0,3783

Srednje vrijednosti za granice vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno na iCM skali za EC GIG (svi tipovi) iznose:

Granica vrlo dobro/dobro; srednja vrijednost EC GIG-a: 1,0291

Granica dobro/umjereno granica; srednja vrijednost EC GIG-a: 0,8309

Prilagođavanje granica prati poglavlje šest procedure usklađivanja Willby et al. (2014).

Razlika između izračunate granice dobro/umjereno i srednje vrijednost EC GIG-a:

$$0,8309 - 0,83162 = 0,00072$$

Širina razreda:

$$1,05826 - 0,8316 = 0,22664$$

Omjer razlike i širine razreda:

$$0,00072 / 0,22664 = 0,003177$$

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Budući da vrijednosti omjera ne odstupaju za više od 0,25, nisu potrebna dodatna usklađivanja nacionalnih granica.

Drugi korak je usporedba granice vrlo dobro/dobro sa srednjom vrijednosti EC GIG:

$$1,05826 - 1,0291 = 0,02916$$

Omjer razlike i širine razreda:

$$0,02916 / 0,22664 = 0,128662$$

I u ovom slučaju vrijednosti omjera nisu veće od 0,25 te nisu potrebne korekcija nacionalnih granica. Nacionalne granice za tipove R-EX5 i R-EX6 prikazane su u tablici 7.18.

Opis zajednice makrozoobentosa u pojedinim kategorijama ekološkog stanja

Zajednice pri vrlo dobrom ekološkom stanju

Na postajama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5 predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera čine oko 25% (ili više) od ukupne brojnosti makrozoobentosa. Prisutna je velika lokalna raznolikost. Nalazimo svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju, poput predstavnika vodencvjetova *Electrogena affinis* (Ephemeroptera). Svojte koje su vrlo osjetljive na organsko onečišćenje također su prisutne s velikom abundancijom.

Na postajama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX6 predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera čine oko 45% (ili više) od ukupne brojnosti makrozoobentosa. Prisutna je velika lokalna raznolikost. Nalazimo svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju, poput vrste *Eukiefferiella devonica* (Diptera-Chironomidae). Svojte vrlo osjetljive na organsko onečišćenje također su prisutne s velikom abundancijom.

Zajednice pri dobrom ekološkom stanju

Na postajama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5 predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera čine oko 20% od ukupne brojnosti makrozoobentosa. Prisutna je velika lokalna raznolikost. Prisutne su i svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju te organsko onečišćenje.

Na postajama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX6 predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera čine oko 35% od ukupne brojnosti makrozoobentosa. Prisutna je velika lokalna raznolikost. Prisutne su i svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju te organsko onečišćenje.

Zajednice pri umjerenom ekološkom stanju

Na postajama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5 predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera predstavljaju oko 15% od ukupne brojnosti makrozoobentosa. Lokalna raznolikost je umjerena. Svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju i organsko onečišćenje također su prisutne, ali s manjom brojnošću nego tolerantne svojte.

Na postajama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX6 predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera predstavljaju oko 25% od ukupne brojnosti makrozoobentosa. Lokalna raznolikost je umjerena. Svojte osjetljive na hidromorfološku degradaciju i organsko onečišćenje također su prisutne, ali s manjom brojnošću nego tolerantne svojte.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Literatura

AQEM Consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates. developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1. February 2002, 198 pp.

Birk S. Böhmer J. Schöll F. 2016. XGIG Large River Intercalibration Exercise - Milestone 6 Report - Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe – Biological Quality Element: Benthic Invertebrates - Version 2, 228 p.

CIS Guidance Document No. 14. 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission. Technical report-2011-045.

European Union 2013. Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Mihaljević Z. Kerovec M. Mrakovčić M. Plenković A. Alegro A. Primc-Habdija B. 2011. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije. PMF. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. [Testing of biological methods for ecological status assessment (Water framework directive 2000/60/EC) in representative river basins of the Pannonian and Dinaric ecoregions].

Opatrilova L. (ed) 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 5 report – River/EC GIG/Benthic Invertebrates. European Commission Directorate General. JRC. Institute of Environment and Sustainability.

Urbanič G. 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. *Hydrobiologia* 729: 191–207.

Uredba o standardu kakvoće voda, Narodne novine broj 73/2013.

Willby N. Birk S. Poikane S. van de Bund W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report. Luxembourg. Ispra.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Fitobentos

Hrvatske tekućice uključene u EC-GIG interkalibracijski postupak svrstane su sljedeće nacionalne tipove: HR-R_1, HR-R_2A, HR-R_2B, HR-R_3A, HR-R_3B, HR-R_3C, HR-R_3D, HR-R_4A, HR-R_4B, HR-R_4C, HR-R_6, HR-R_7, HR-R_8A i HR-R_9, kao dio Panonske (ER11; Illies, 1978) i Dinaridske zapadnobalkanske ekoregije (ER5; Illies, 1978), a grupirani su u 6 zajedničkih interkalibracijskih EC-GIG tipova: R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 i R-EX8.

U postupku interkalibracije tekućica EC-GIG-a Hrvatske, svi tipovi tretirani su kao jedna interkalibracijska grupa. Postupak interkalibracije bio je jednak za sve tipove, uz zasebne setove podataka po nacionalnim grupama i svojstvene referentne vrijednosti za pojedine metrike. Prilikom interkalibracijskog postupka, prema CIS vodiču br. 30 (Willby i sur., 2014), primijenjen je slučaj A1. Preduvjeti za korištenje slučaja A1 su sljedeći:

- i. Svi potrebni podaci moraju biti dostupni za izračun zajedničkog interkalibracijskog indeksa (zadane metrike i sl.).
- ii. Nacionalni set bioloških podataka treba sadržavati postaje s adekvatnim rasponom i gradijentom okolišnih parametara i pritiska kako bi bio moguć izračun nacionalnog OEK i zajedničke interkalibracijske metrike.
- iii. Set podataka o antropogenim pritiscima istog formata kao i prilikom interkalibracijskog procesa.
- iv. Informacije o graničnim vrijednostima korištenim u prethodnim procesima interkalibracije kao i jasne odrednice referentnih, odnosno alternativnih referentnih (engl. benchmark) postaja.
- v. Detaljan opis kriterija korištenih prilikom utvrđivanja alternativnih referentnih postaja.
- vi. Izračunate vrijednosti granica dobro/vrlo dobro i dobro/umjereno.

Interkalibracijski priručnik Willby i sur. (2014) navodi sljedeće korake u procesu interkalibracije prema scenariju A1:

1. Izračunati zajedničku interkalibracijsku metriku na temelju nacionalnog seta podataka.
2. Temeljem podataka o pritiscima odrediti referentne i „benchmark“ postaje.
3. Standardizirati (normalizirati) vrijednosti zajedničke interkalibracijske metrike prema naputcima interkalibracijske grupe. Ako standardizacija alternativnih referentnih nije potrebna u interkalibracijskoj grupi, potrebno je utvrditi da srednja vrijednost alternativnih referentnih postaja leži unutar granica srednjih vrijednosti ostalih zemalja članica te interkalibracijske grupe.
4. Linearnom regresijom utvrditi odnos između zajedničke interkalibracijske metrike i nacionalnog OEK-a.
5. Projicirati pozicije nacionalnih granica (dobro/vrlo dobro; umjereno/dobro; loše/ umjereno i referentno) prema linearnoj regresiji sa zajedničkom interkalibracijskom metrikom.
6. Koristiti kriterij kompatibilnosti prema Poglavlju 6 interkalibracijskog priručnika.

U daljnjem tekstu prikazan je postupak usklađenja koji uključuje prikaz odnosa pritiska i OEK-a dobivenih nacionalnom metodom, kontrolu suglasnosti metode sa zahtjevima Okvirne direktive o vodama i postupak usklađenja granica klasa prema završenom interkalibracijskom postupku.

Nacionalni referentni uvjeti

Referentni uvjeti određeni su za svaki nacionalni biotički tip tekućica na temelju zajedničkih referentnih kriterija EC-GIG grupe za tekućice prema Opatilova, 2011.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Definiranje referentnih postaja

Alternativne referentne, odnosno „benchmark“ postaje određene su temeljem kriterija definiranog unutar EC GIG-a (Opatrilova, 2011). Navedene postaje trebaju zadovoljavati uvjete koji uključuju abiotičke (kemizam vode i karakteristike zemljišnog pokrova) i biotičke čimbenike (TDI_{HR}), kako bi se osiguralo da je intenzitet ljudskih aktivnosti na odabranim postajama nizak i da ima mali utjecaj na zajednice dijatomeja. U prvom koraku odabira alternativnih referentnih postaja uključenesu samo postaje koje su zadovoljile kriterije zemljišnog pokrova i fizikalno-kemijske kriterije. Idući korak obuhvaćao je provjeru zadovoljavaju li alternativne referentne postaje biotički kriterij (nacionalnu vrijednost OEK-a), odnosno jesu li u zadovoljavajućem ekološkom stanju (vrlo dobro i dobro).

Postavljanje novih referentnih i najlošijih vrijednosti

Referentne vrijednosti nacionalnih tipova uključene u interkalibracijski proces morale su biti prilagođene za daljnji postupak interkalibracije. Naime, budući da neki nacionalni tipovi nisu sadržavali dovoljno postaja koje ispunjavaju uvjete za odabir alternativnih referentnih postaja, tj. najmanje tri postaje prema CIS smjernicama br. 30 (Willby i sur., 2014), nacionalni su tipovi grupirani na temelju hidrogeomorfoloških sličnosti u četiri skupine. Ovo grupiranje omogućilo je postavljanje relevantnih referentnih vrijednosti, istovremeno zadržavajući nacionalnu tipologiju i ugrađujući je u odgovarajuću EC-GIG interkalibracijsku tipologiju tekućica. Za svaku od četiri skupine izračunat je 10.-i percentil indeksa TDI_{HR} alternativnih referentnih postaja, koji je zatim uzet kao referentna vrijednost svake skupine. Najniža vrijednost TDI_{HR} svih 8 nacionalnih tipova tekućica uzeta je kao najniža vrijednost TDI_{HR} od svih postaja uključenih u interkalibraciju prema EC-GIG tipu (Tablica 7.19).

Tablica 7.19. Grupiranje nacionalnih tipova radi određivanja referentnih i najlošijih vrijednosti indeksa TDI_{HR} .

Nacionalni tip	Grupa	Referentna vrijednost TDI_{HR}	Najniža vrijednost TDI_{HR}	Broj referentnih postaja po grupi
HR-R_1	1	1,97	4,30	4
HR-R_2A HR-R_2B	2	2,00	4,30	22
HR-R_3A HR-R_3B HR-R_3C HR-R_3D HR-R_4A HR-R_4B HR-R_4C	3	1,74	4,30	25
HR-R_6 HR-R_7 HR-R_8A HR-R_9	4	1,85	4,30	34

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Postavljanje granica OEK-a

Granica vrlo dobro/dobro izvedena je iz raznolikosti OEK-a na svim raspoloživim alternativnim referentnim postajama. Preostali razredi granica razdijeljeni su u četiri razreda jednake širine.

Granica vrlo dobro/dobro = medijan alternativnih referentnih postaja

Granica dobro/umjereno = $V / D * 0,75$

Granica umjereno/loše = $V / D * 0,50$

Granica loše/vrlo loše = $V / D * 0,25$

Detektirani pritisci

Pritisci koje detektira metoda ocjene ekološkog stanja na temelju fitobentosa su eutrofikacija i opća degradacija. Na temelju rezultata analiza korelacije (Tablica 7.20) zaključeno je da metoda detektira okolišne pritiske.

Tablica 7.20. Korelacijski koeficijenti između vrijednosti indeksa TDI_{HR} i odabranih fizikalno-kemijskih čimbenika vode i mjera opće degradacije (indeks korištenja zemljišta - LUI) testirani neparametrijskom Spearman korelacijom. Korelacije označene crvenom bojom značajne su pri $p < 0,05$.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
	TDI_{HR}
Ukupni fosfor	0,5074 $p=0,5858*10^{-13}$
Ukupni dušik	0,3841 $p=0,4485*10^{-8}$
N- NO_2^-	0,5050 $p=0,1647*10^{-14}$
N- NH_4^+	0,36888 $p=0,1972*10^{-7}$
P- PO_4^{3-}	0,5851 $p=0,2049*10^{-20}$
N- NO_3^-	0,1640 $p=0,0153$
BPK ₅	0,4828 $p=0,1031*10^{-16}$
Električna vodljivost	0,4897 $p=0,1515*10^{-13}$
LUI [%]	0,5021 $p=0,23515*10^{-14}$

Izračun zajedničke interkalibracijske metrike (ICM)

ICM primijenjen u EC-GIG interkalibracijskoj vježbi sastoji se od dvije dijatomejske metrike (prema Kelly i sur., 2009):

- IPS (Coste u CEMAGREF-u, 1982): indeks koji mjeri 'opću kakvoću vode', s visokim razinama pritiska koji daju niske vrijednosti indeksa, a time i niske vrijednosti OEK-a:

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

$EQR-IPS = \text{Promatrana vrijednost} / \text{referentna vrijednost}$

- TI (Rott i sur., 1999): trofički indeks; više razine eutrofikacije daju visoke vrijednosti indeksa. Indeks treba prilagoditi tako da visoke vrijednosti predstavljaju visoke vrijednosti OEK-a:

$EQR-TI = (4 - \text{promatrana vrijednost}) / (4 - \text{referentna vrijednost})$

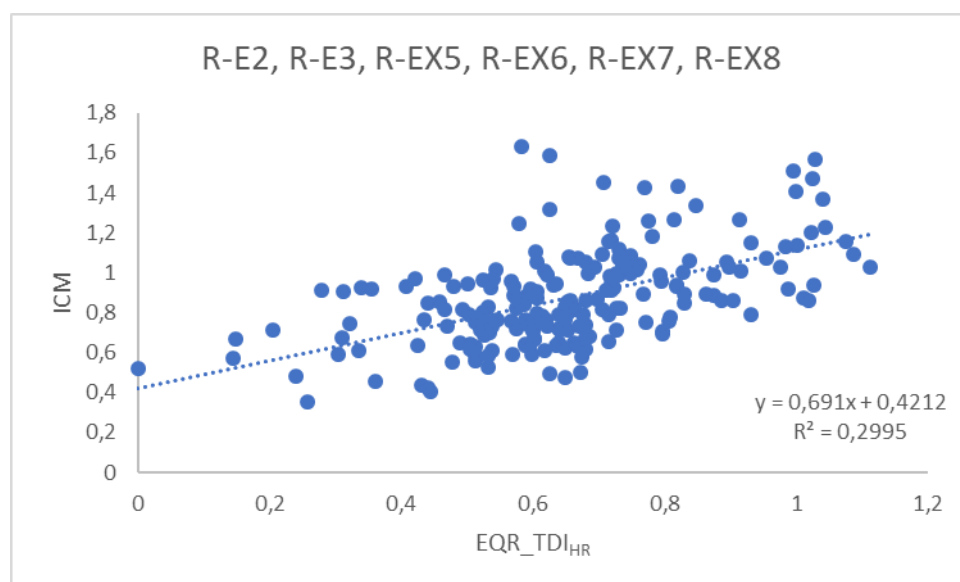
$ICM = (EQR-IPS + EQR-TI) / 2$

Izračun i postavljanje granica

Zajednička metrika izračunata je za alternativne referentne postaje u nacionalnom setu podataka. Za tekućice u tipovima R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 i R-EX8 medijan je bio ICM_E2, E3, EX5, EX6, EX7, EX8 = 1.008. Navedena vrijednost je bile unutar raspona medijana vrijednosti država članica koje su sudjelovale u interkalibracijskoj vježbi. Zajednički interkalibracijski indeks (ICM) i vrijednosti nacionalnog OEK-a (EQR_TDI_{HR}) za zajedničke interkalibracijske tipove R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 i R-EX8 prikazani su u linearnom regresijskom (OLS) odnosu (Tablica 7.21, Slika 7.17).

Tablica 7.21. OLS linearna regresija za utvrđivanje odnosa između vrijednosti zajedničkog interkalibracijskog indeksa (ICM) i nacionalnog OEK (EQR_TDI_{HR}) u IC tipovima R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8.

Interkalibracijskitip	Broj uzoraka	Jednadžba linearne regresije	R ²
R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	218	$ICM = 0,691 EQR_TDI_{HR} + 0,4212$	0,2995



Slika 7.17. OLS linearna regresija za utvrđivanje odnosa između vrijednosti zajedničkog interkalibracijskog indeksa (ICM) i nacionalnog OEK (EQR_TDI_{HR}) u IC tipovima R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8.

Na temelju OLS linearne regresije između nacionalne i zajedničke (ICM) metrike utvrđene su granice razreda na ICM ljestvici (Tablice 7.21, 7.22 i 7.23).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.21. Prijevod referentnih vrijednosti i vrijednosti granica nacionalne metode na zajedničku ICM metriku na osnovu OLS regresije.

Interkalibracijski tip	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	
	Nacionalni OEK	Granica prema metrici ICM
Referentna vrijednost	1,00	1,112
Najviša vrijednost	1,11	1,189
Vrlo dobro/dobro	0,74	0,932
Dobro/umjereno	0,55	0,804
Umjereno/loše	0,37	0,677
Loše/vrlo loše	0,18	0,549

Tablica 7.22. Referentne vrijednosti i granica razreda vrlo dobro/dobro prema ICM metricina osnovu OLS regresije za EC-GIG tipove tekućica u Hrvatskoj.

R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	
Najviša vrijednost (maksimum nacionalnog OEK-a)	1,189
Vrlo dobro/Dobro granica + 0.25	0,996
Vrlo dobro/Dobro granica (za države članice)	0,932
Vrlo dobro/Dobro granica - 0.25	0,900
Vrlo dobro/Dobrosrednja vrijednost EC-GIG	1,059
Vrlo dobro/Dobro četvrtina (+)	0,064
Vrlo dobro/Dobro četvrtina(-)	0,032

Tablica 7.23. Granica razreda dobro/umjereno; četvrtina prema ICM metrici na osnovu OLS regresije za EC-GIG tipove tekućica u Hrvatskoj.

R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	
Dobro/Umjereno najviša vrijednost	0,932
Dobro/Umjereno granica +0.25H	0,836
Dobro/Umjereno granica (za države članice)	0,804
Dobro/Umjereno granica - 0.25H	0,773
Umjereno/Lošenajniža vrijednost	0,677
Dobro/Umjereno srednja vrijednost EC-GIG	0,873
Dobro/Umjereno četvrtina (+)	0,032
Dobro/Umjereno četvrtina (-)	0,032

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilagođavanje granica rađeno je prema smjernicama poglavlja 6 (Willby i sur., 2014.). Glavno načelo prilagođavanja granica je da statistika granica vrlo dobro/dobro ili dobro/umjereno ne smije biti > |0,25|. Vrijednosti obaju granica u hrvatskim tipovima tekućica R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 i R-EX8 EC premašivale su > |0,25|, pa su granice prilagođene dodavanjem do odgovarajućih vrijednosti granica (tablice 7.24 – 7.27). Konačne granice usvojene nakon usklađivanja prikazane su u tablici 7.28.

Tablica 7.24. Statističke vrijednosti granica razreda vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno za EC-GIG tipove tekućica u Hrvatskoj. Crvena boja predstavlja statistički odmak > |0.25|.

Granica	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Vrlo dobro/Dobro	-0,493
Dobro/Umjereno	-0,540

Tablica 7.25. Prilagođene vrijednosti granica razreda vrlo dobro/dobro za EC-GIG tipove tekućica u Hrvatskoj.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Najviša vrijednost (maksimum nacionalnog OEK-a)	1,189
Vrlo dobro/Dobro granica + 0.25	1,060
Vrlo dobro/Dobro granica (za države članice)	1,017
Vrlo dobro/Dobro granica - 0.25	0,972
Vrlo dobro/Dobro srednja vrijednost EC-GIG	1,059
Vrlo dobro/Dobro četvrtina (+)	0,043
Vrlo dobro/Dobro četvrtina(-)	0,045

Tablica 7.26. Prilagođene vrijednosti granica razreda dobro/umjereno za EC-GIG tipove tekućica u Hrvatskoj.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Dobro/Umjereno najviša vrijednost	1,017
Dobro/Umjereno granica + 0.25H	0,881
Dobro/Umjereno granica (za države članice)	0,836
Dobro/Umjereno granica - 0.25H	0,796
Umjereno/Loše najniža vrijednost	0,677
Dobro/Umjereno srednja vrijednost EC-GIG	0,873
Dobro/Umjereno četvrtina (+)	0,045
Dobro/Umjereno četvrtina (-)	0,040

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.27. Konačne statističke vrijednosti granica razreda vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno za EC-GIG tipove tekućica u Hrvatskoj.

Granica	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Vrlo dobro/Dobro	-0,244
Dobro/Umjereno	-0,208

Tablica 7.28. Konačne granične vrijednosti razreda vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno za nacionalnu tipologiju i ICM metrik.

	Razred	Prvotna ICM granica	Prilagođena ICM granica	Prvotna nacionalna granica	Prilagođena nacionalna granica
R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	Vrlo dobro/Dobro	0,932	1,017	0,739	0,862
	Dobro/Umjereno	0,804	0,836	0,555	0,600

Opis zajednica fitobentosa u tekućicama Panonske ekoregije

Usporedba zajednica dijatomeja u tekućicama Panonske ekoregije s različitim uvjetima ekološkog stanja analizirana je pomoću SIMPER analize, pri čemu su korišteni logaritamski transformirani podatci o relativnoj učestalosti vrsta u statističkom programu Primer v7 (Clarke, K. R. i Gorley, R. N. 2015). Uspredba na temelju sličnosti prema Bray-Curtisu korištena je za utvrđivanje vrsta dijatomeja koje najviše doprinose (sa do 90% kumulativnog doprinosa) u prosječnoj različitosti postaja klasificiranih sljedećim ekološkim stanjima: vrlo dobro, dobro, umjereno i loše, te prosječnoj sličnosti različitih klasa grupa.

Uočenoj sličnosti najviše doprinose jedna do dvije vrste, dok su ostale vrste sa značajnim doprinosom u relativnoj učestalosti imale mali doprinos u sličnosti (Tablica 7.29). Sličnosti između različitih klasa ekološkog stanja bile su relativno niske, što ukazuje na visoku varijabilnost unutar pojedinih klasa ekološkog stanja. Vrste *Achnanthydium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Cocconeis placentula* Ehrenberg i *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow odgovorne su za sličnost unutar klasa za visoko, dobro i umjereno ekološko stanje.

Različitost između pojedinih grupa ekološkog stanja prikazana je u tablici 7.30. Grupe Vrlo dobro i Dobro ekološko stanje razlikovale su se prema doprinosu vrsta *Achnanthydium pyrenaicum* (Hustedt) H.Kobayasi, *Achnanthydium* spp. Kützing i *Gomphonema* sp. Ehrenberg koje pridonose grupi Vrlo dobro, odnosno vrstama *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg i *Navicula gregaria* Donkin koje pridonose grupi Dobro ekološko stanje. Značajan doprinos vrste *A. minutissimum* također je zabilježen u ostalim državama članicama tijekom interkalibracijske vježbe. Skupine Vrlo dobro i Umjereno ekološko stanje razlikovale su se u najvećoj mjeri prema doprinosu roda *Achnanthydium* (*A. minutissimum*, *A. pyrenaicum* i *Achnanthydium* spp.) u grupi Vrlo dobro ekološko stanje, te vrstama *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Navicula gregaria* i *Planorhynchium frequissimum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot u grupi Umjereno ekološko stanje. Doprinos vrsta roda *Achnanthydium* (*A. minutissimum*, *A. pyrenaicum* i *Achnanthydium* spp.) u grupi Vrlo dobro ekološko stanje također je predstavljao glavni uzrok različitosti između skupina Vrlo dobro i Loše ekološko stanje, dok su *Eolimna subminuscula* (Manguin) Gerd Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin, *Nitzschia palea* i *Naviculagregaria* zauzvrat pridonijeli grupi Loše ekološko stanje. Veći doprinos

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

vrsta *Amphora pediculus*, *Nitzschia palea*, *Cyclotella meneghiniana* i *Planorbulina mediterranensis* grupi Umjereno ekološko stanje glavni je uzrok različitosti između Dobro i Umjereno ekološko stanje. Grupe Dobro i Loše ekološko stanje razlikovale su se doprinosom vrsta *Achnanthes pyrenaicum*, *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot i *Navicula tripunctata* (O.F. Müller) Bory u grupi Dobro ekološko stanje te *Eolimna subminuscula* i *Nitzschia palea* grupi Loše ekološko stanje. Grupe Umjereno i Loše ekološko stanje razlikovale su se po doprinosu vrsta *Amphora pediculus*, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst i *Navicula cryptotenella* koji imaju veći doprinos u grupi Umjereno, te *Eolimna subminuscula*, *Navicula veneta* Kützing i *Mayamaea permitis* (Hustedt) K.Bruder & Medlin s većim doprinosom u grupi Loše ekološko stanje.

Tablica 7.29. Doprinos vrsta prema sličnosti i različitosti između klasa različitih ekoloških stanja. Prikazano je 6 vrsta s najvećim postotkom doprinosa.

Grupa Vrlo dobro ekološko stanje			
Prosječna sličnost: 32.07			
Vrsta	Prosječna učestalost	Contribution %	Cjelokupni doprinos %
<i>Achnanthes minutissimum</i>	4.11	21.96	21.96
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	8.68	30.64
<i>Gomphonema</i> sp.	2.10	8.01	38.65
<i>Achnanthes pyrenaicum</i>	2.33	7.01	45.66
<i>Achnanthes</i> spp.	2.28	6.53	52.19
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	6.49	58.68

Grupa Dobro ekološko stanje			
Prosječna sličnost: 27.13			
Vrsta	Prosječna učestalost	Doprinos %	Cjelokupni doprinos %
<i>Achnanthes minutissimum</i>	3.81	20.33	20.33
<i>Cocconeis placentula</i>	2.03	7.53	27.86
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	7.00	34.84
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.60	5.15	40.01
<i>Navicula tripunctata</i>	1.51	4.84	44.85
<i>Nitzschia dissipata</i>	1.38	3.86	48.71

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Grupa Umjereno ekološko stanje			
Prosječna sličnost: 27.61			
Vrsta	Prosječna učestalost	Doprinos %	Cjelokupni doprinos %
<i>Amphora pediculus</i>	2.70	9.10	9.10
<i>Nitzschia palea</i>	2.14	7.28	16.37
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	2.14	7.19	23.56
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.60	5.28	28.84
<i>Nitzschia dissipata</i>	1.58	5.03	33.87
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	4.56	38.43

Grupa Loše ekološko stanje			
Prosječna sličnost: 27.57			
Vrsta	Prosječna učestalost	Doprinos %	Cjelokupni doprinos %
<i>Eolimna subminuscula</i>	4.00	30.45	30.45
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	1.81	9.98	40.44
<i>Nitzschia palea</i>	2.49	9.62	50.05
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1.72	6.59	56.64
<i>Gomphonema parvulum</i>	1.74	5.80	62.45
<i>Planorhynchium frequentissimum</i>	0.96	4.70	67.14

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.30. Doprinos vrsta u različitosti između grupa različitih ekoloških stanja. Prikazano je 15 vrsta s najvećim postotkom doprinosa.

Grupe Vrlo dobro i Dobro ekološko stanje Prosječna različitost = 75.32				
Vrsta	Grupa dobro Prosječna učestalost	Vrlo Prosječna učestalost	Grupa Dobro Doprinos %	Cjelokupni doprinos %
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2.33	0.14	3.06	3.06
<i>Achnanthydium spp.</i>	2.28	0.39	2.79	5.84
<i>Gomphonema sp.</i>	2.10	0.83	2.34	8.18
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4.11	3.81	2.05	10.23
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	2.02	1.92	12.16
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	2.03	1.90	14.06
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.23	1.60	1.76	15.82
<i>Nitzschia sp.</i>	1.34	0.92	1.70	17.52
<i>Gomphonema pumilum</i>	1.20	0.79	1.60	19.11
<i>Navicula tripunctata</i>	0.89	1.51	1.59	20.70
<i>Denticula tenuis</i>	1.08	0.40	1.54	22.24
<i>Nitzschia dissipata</i>	0.89	1.38	1.52	23.75
<i>Nitzschia palea</i>	0.51	1.34	1.48	25.24
<i>Cocconeis pediculus</i>	0.52	1.11	1.43	26.67
<i>Navicula gregaria</i>	0.47	1.22	1.40	28.07

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Grupe Vrlo dobro i Umjereno ekološko stanje					
Prosječna različitost = 79.40					
Vrsta	Grupa dobro Prosječna učestalost	Vrlo	Grupa Umjereno Prosječna učestalost	Doprinos %	Cjelokupni doprinos %
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4.11		2.14	2.79	2.79
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2.33		0.10	2.78	5.57
<i>Achnanthydium</i> spp.	2.28		0.13	2.55	8.13
<i>Nitzschia palea</i>	0.51		2.14	2.22	10.34
<i>Amphora pediculus</i>	2.02		2.70	2.20	12.54
<i>Gomphonema</i> sp.	2.10		0.65	2.19	14.73
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.03		1.49	1.79	16.52
<i>Navicula gregaria</i>	0.47		1.64	1.68	18.20
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60		1.60	1.63	19.84
<i>Nitzschia</i> sp.	1.34		0.92	1.57	21.40
<i>Planothydium frequentissimum</i>	0.35		1.49	1.57	22.97
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.23		1.60	1.53	24.50
<i>Nitzschia dissipata</i>	0.89		1.58	1.49	25.99
<i>Gomphonema parvulum</i>	0.47		1.25	1.43	27.42
<i>Gomphonema pumilum</i>	1.20		0.53	1.40	28.83

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Grupe Vrlo dobro i Loše ekološko stanje Prosječna različitost = 75.32				
Vrsta	Grupa dobro	Vrlo	Grupa Loše	Cjelokupni doprinos %
	Prosječna učestalost		Prosječna učestalost	
<i>Eolimna subminuscula</i>	0.11		4.00	5.13
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4.11		1.81	3.39
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2.33		0.00	3.26
<i>Navicula gregaria</i>	0.47		1.98	3.12
<i>Achnanthydium</i> spp.	2.28		0.00	2.94
<i>Nitzschia palea</i>	0.51		2.49	2.90
<i>Amphora pediculus</i>	2.02		1.36	2.47
<i>Gomphonema</i> sp.	2.10		0.64	2.44
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.03		1.72	2.27
<i>Gomphonema parvulum</i>	0.47		1.74	2.04
<i>Navicula minima</i> var. <i>minima</i>	0.45		1.67	2.03

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Literatura

Clarke, K. R., Gorley, R. N. 2015. PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Plymouth.

European Commission 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011.

Guidance Document No. 14. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC).

European Commission, Technical report-2011-045.

European Committee for Standardization 2014a. EN 13946: 2014. Water quality – Guidance standard for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes.

European Committee for Standardization 2014b. EN 14407: 2014. Water quality – Guidance standard for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes.

European Union 2013. Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Illies, J. 1978. Limnofauna Europaea. A checklist of the animals inhabiting European Inland Waters, with an account of their distribution and ecology. 2nd Edition. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 552 pp.

Kelly, M., Bennett, C., Coste, M., Delgado, C., Delmas, F., Denys, L., Ector, L., Fauville, C., Ferréol, M., Golub, M., Jarlman, A., Kahlert, M., Lucey, J., Ní Chatháin, B., Pardo, I., Pfister, P., Picinska-Faltynowicz, J., Rosebery, J., Schranz, C., Schaumburg, J., van Dam, H., Vilbaste, S. 2009. A comparison of national approaches to setting ecological status boundaries in phytobenthos assessment for the European Water Framework Directive: results of an intercalibration exercise. *Hydrobiologia* 621: 169–82.

Lecointe, C., Coste, M., Prygiel, J. 1993. "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.

Official Gazette 2019. Regulation on Water Quality Standard, Official Gazette of the Republic of Croatia No. 96/19.

Opatrilova, L. 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report – River/EC GIG/Phytobenthos. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability, pp 23.

Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Binder, N., Ortler, K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz, taxonomische und toxikologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 248 pp.

Schöll, F., Birk, S., Böhmer, J. 2012. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report - XGIG Large Rivers. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability, 45 pp.

Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers (HRN EN 13946:2014).

Willby, N., Birk, S., Poikane, S., van de Bund, W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report, Luxembourg, Ispra, 33 pp.

Zelinka, M., Marwan, P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie* 57: 389-407.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrofita

U vrijeme kada je proveden interkalibracijski postupak za EC-GIG (Birk, 2011) Hrvatska još nije bila članica EU. Podaci o makrofitskoj vegetaciji rijeka Hrvatske prikupljaju se od 2009. godine. Nakon što su isprobane različite metode i metrike temeljene na makrofitima, referentni indeks (RI) razvijen za određivanje ekološkog stanja njemačkih srednje velikih nizinskih rijeka (Schaumburg i sur., 2006, 2012), odabran je uz manje modifikacije za određivanje ekološkog stanja rijeka u Hrvatskoj. Ovim postupkom usklađenja (postinterkalibracijskim postupkom) uspoređene su granice klasa hrvatske metodologije s onima usklađenim u procesu interkalibracije EC-GIG-a slijedeći upute CIS-ovog vodiča br. 30: „Postupak uklapanja novih ili ažuriranih klasifikacijskih metoda s rezultatima završene interkalibracijske vježbe“ (Willby i sur. 2014). U postupak usklađenja uključena su dva riječna tipa R-E2 i R-E3 (i pripadajući HR tipovi) koji su interkalibrirani za EC-GIG. Temelj za provođenje postupka usklađenja su rezultati završenog interkalibracijskog postupka u Istočnokontinentalnoj geografskoj grupi (Birk, 2011).

Svrha postupka usklađenja je harmoniziranje tj. usklađenje granica klasa vrlo dobro-dobro i dobro-umjereno koje su određene u završenom interkalibracijskom postupku za svaki interkalibracijski riječni tip. Te usklađene granice (engl. global mean view) predstavljaju međunarodni standard kojem trebaju odgovarati granice hrvatske metode ocjene ekološkog stanja na temelju makrofita.

U daljnjem tekstu prikazan je postupak usklađenja koji uključuje prikaz odnosa pritiska i OEK-a dobivenih nacionalnom metodom, kontrolu suglasnosti metode sa zahtjevima ODV i postupak usklađenja granica klasa prema završenom interkalibracijskom postupku za dva riječna tipa, R-E2 i R-E3 (nizinske rijeke sa slivnim područjem manjim, odnosno većim od 1000 km²).

Nacionalni referentni uvjeti

Referentni uvjeti određeni su za svaki nacionalni biotički riječni tip na temelju ekspertne procjene i najmanje poremećenih lokaliteta (engl. *least disturbed sites*), ukoliko su postojali. U tim uvjetima možemo razlikovati tri tipa makrofitskih zajednica bez obzira radi li se o riječnom interkalibracijskom tipu R-E2 ili R-E3:

- zajednica u kojoj dominiraju morfološki tipovi nimfeide i valisneride (Sp) – tj. *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria saggitifolia*, *Nymphaea alba* te vrste oligotrofnih i slabo eutrofnih voda: *Callitriche hamulata*, Characeae, *Lemna trisulca*, *P. gramineus*, *Riccia fluitans*, *Utricularia* spp., *Hipuris vulgaris* i druge.
- zajednica u kojoj dominira miriofilidni morfološki tip (My) – tj. *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus trichophyllus* i druge vrste vodenih žabnjaka (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*), i širokolisne vrste mriješnjaka (*P. lucens*, *P. perfoliatus*).
- zajednica u kojoj dominiraju širokolisne vrste mriješnjaka (Po) – tj. *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. gramineus*.

Granice klasa

Ekološko stanje raspodijeljeno je u pet klasa: vrlo dobro, dobro, umjereno, loše i vrlo loše.

Granice klasa postavljene su u zone izrazite promjene sastava makrofitske zajednice analizom diskontinuiteta u odnosu okolišnih pritiska i odgovora zajednice (engl. pressure-response relationship), koji su podešeni ekspertnom procjenom temeljenom na promjenama u pridolasku tip specifičnih referentnih vrsta te tolerantnih vrsta (Tablica 7.31).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.31. Klasifikacija OEK vrijednosti u kategorije ekološkog stanja.

kategorija	Raspon OEK	Tumačenje
vrlo dobro	>0.79	Granica VD/D predstavlja četvrtinu (0,25) ispod vrijednosti medijana pri kojoj su vrste grupe A (referentne vrste) u jasnoj dominaciji, a vrste grupe C potpuno odsutne.
dobro	0.55-0.79	Granica D/U je točka u kojoj vrste grupe B (indiferentne vrste) postaju dominantne, a vrste grupe A još uvijek dominiraju nad vrstama grupe C.
umjereno	0.55-0.30	Granica U/L je postavljena kao srednja vrijednost gdje u zajednici počinju dominirati vrste grupe C (pokazatelji poremećaja), a vrste grupe A nestaju.
loše	0.01-0.30	Granica L/VL je točka u kojoj se gubi makrofitska vegetacija.
vrlo loše	<0.01	Potpuni nestanak makrofitske vegetacije zbog antropogenog pritiska.

Detektirani pritisci

Pritisci koje detektira metoda ocjene ekološkog stanja na temelju makrofita su eutrofikacija i opća degradacija. Na temelju rezultata analiza korelacija (Tablice 7.32 i 7.33) može se zaključiti da metoda detektira okolišne pritiske.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.32. Korelacijski koeficijenti između OEK vrijednosti i fizikalno-kemijskih parametara vode.

	OEK			OEK	
	Pearsonov koeficijent korelacije	Značajnost		Spearmanov koeficijent korelacije	Značajnost
log_t	-0,154*	0,045	t	-0,274**	0,000
log_pH	0,089	0,251	pH	0,018	0,816
log_električna vodljivost	-0,452**	0,000	električna vodljivost	-0,452**	0,000
log_ukupne suspendirane tvari	-0,460**	0,000	ukupne suspendirane tvari	-0,401**	0,000
log_alkalitet	-0,313**	0,000	alkalitet	-0,321**	0,000
log_tvrdoća	-0,365**	0,000	tvrdoća	-0,364**	0,000
log_O2_otopljeni	0,255**	0,001	O2_otopljeni	0,309**	0,000
log_O2_zasićenje	0,255**	0,001	O2_zasićenje	0,265**	0,000
log_NH3	-0,371**	0,000	NH3	-0,400**	0,000
log_NO2	-0,460**	0,000	NO2	-0,431**	0,000
log_NO3	-0,027	0,723	NO3	-0,155*	0,043
log_N_ukupni	-0,278**	0,000	N_ukupni	-0,351**	0,000
log_PO4	-0,500**	0,000	PO4	-0,479**	0,000
log_P_ukupni	-0,525**	0,000	P_ukupni	-0,473**	0,000

** . Korelacija je značajnana razini 0,01.

* . Korelacija je značajna na razini 0,05.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 7.33. Korelacijski koeficijenti između OEK vrijednosti i različitih mjera opće degradacije (EXT – % ekstenzivna poljoprivreda, INT – % intenzivna poljoprivreda, NAT – % prirodna i poluprirodna područja, ART – % urbanizirana područja).

	Pearsonov koeficijent korelacije	Značajnost		Spearmanov koeficijent korelacije	Značajnost
log_EXT	-0,018	0,433	EXT	-0,083	,216
log_INT	-0,334**	0,001	INT	-0,366**	,000
log_NAT	0,196*	0,032	NAT	0,360**	,000
log_URB	-0,222*	0,043	URB	-0,314**	,001

** . Korelacija je značajna na razini 0,01.

* . Korelacija je značajna na razini 0,05.

Provjera usklađenosti s ODV

Da bi metoda za ocjenu ekološkog stanja bila prihvatljiva potrebna je usklađenost s kriterijima ODV-a (Tablica 7.34).

Tablica 7.34. Popis kriterija i ocjena sukladnosti s ODV-om.

Kriteriji	Izvršeno
Ekološko stanje razvrstano je u jedan od pet razreda	da
Vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje postavljeno je u skladu s normativnim definicijama ODV-a (postupak postavljanja granica)	da
Uključeni su svi relevantni parametri koji utječu na biološke elemente kakvoće (BEK)	da
Procjena je prilagođena interkalibracijskim tipovima koji su definirani u skladu s tipološkim zahtjevima ODV-a, a odobreni od WG ECOSTAT-a	da
Vodeno se tijelo procjenjuje na temelju tipičnih, gotovo prirodnih referentnih uvjeta	da
Rezultati se izražavaju kao OEK	da
Postupak uzorkovanja omogućava reprezentativne informacije o kvaliteti vode/ ekološkom stanju u prostoru i vremenu	da
Svi podaci relevantni za procjenu bioloških parametara navedenih u normativnim definicijama ODV obuhvaćeni su postupkom uzorkovanja	da
Odabrana taksonomska razina postiže odgovarajuću pouzdanost i preciznost u razvrstavanju	da

Opis zajednica u pojedinim kategorijama ekološkog stanja

Zajednice pri vrlo dobrom ekološkom stanju

Tip specifične referentne vrste su dominantne, vrste indikatori poremećaja su rijetke.

Zajednice pri dobrom ekološkom stanju

Pri dobrom ekološkom stanju referentne vrste su brojne, ali se pojavljuju i vrste indikatori poremećaja.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Zajednice pri umjerenom ekološkom stanju

Pri umjerenom ekološkom stanju vrste indikatori poremećaja su brojnije u odnosu na referentne vrste.

Literatura

Birk, S. 2011. EC GIG Intercalibration Exercise "Macrophytes" - WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report. Joint Research Institute, Ispra (IT), 23 pp.

Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A., Foerster, J. 2006. Instruction Protocol for the Ecological Assessment of running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Bavarian Environment Agency, Munich.

Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Vogel, A., Gutowski, A. 2012. Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (PHYLIB). Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach.

Willby, N., Birk, S., Poikane, S., van de Bund, W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report, Luxembourg, Ispra, 33 pp.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

8 Prikaz metoda ocjene ekološkog stanja za zajedničke interkalibracijske tipove za koje nije završen interkalibracijski postupak

Okvirna direktiva o vodama Europske unije 2000/60/EK (ODV) zahtijeva da se nacionalna klasifikacija dobrog ekološkog stanja uskladi s normativnim definicijama kroz interkalibracijski postupak, no za tipove rijeka koje nije moguće interkalibrirati važno je dokazati da njihovi sustavi ocjena prate osnovne odrednice te da konačna ocjena reagira na gradijent pritisaka.

Biološki element: Makrozoobentos

Interkalibracijski tipovi R-EX7 i R-EX8

Predlažemo da se za EC GIG interkalibracijske tipove R-EX7 i R-EX8 zadrže dva modula: saprobnost i opća degradacija. Novopredloženi modul saprobnost bazira se na normaliziranoj vrijednosti hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}), koji je temeljen na Pantle-Buck-ovom indeksu, ali s prilagođenim indikatorskim vrijednostima pojedinih svojti.

Modul opća degradacija predstavlja normalizirani multimetrički indeks četiriju metrika: Udio pobirača/sakupljača ([%] Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%)), RFI (Indeks riječne faune), Margalef indeks raznolikosti (Diversity (Margalef Index)), te udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT [%] (abundance classes)).

Sustav ocjene ekološkog stanja prati odrednice ODV budući da uzima u obzir sve indikativne parametre (metrike) koji su navedeni u CIS vodiču br. 14 (2011), a to su: metrike taksonomskog sastava, abundancije, udio osjetljivih i tolerantnih svojti te raznolikost (Tablica 8.1).

Tablica 8.1. Pregled grupa metrika koje sudjeluju u nacionalnom sustavu ocjene ekološkog stanja za tipove R-EX7 i R-EX8.

Zemlja članica	Taksonomski sastav	Abundancija	Osjetljive / tolerantne svojti	Raznolikost
HR	x	x	x	x

Prijedlog novog multimetričkog indeksa opće degradacije

Budući da je u europskim rijekama hidromorfološki pritisak utvrđen kao jedan od glavnih uzroka nezadovoljavajućeg stanja tekućica, za HR tipove koji pripadaju interkalibracijskim tipovima R-EX7 i R-EX 8 razvijen je novi indeks riječne faune, sa jedinstvenom indikatorskom listom svojti prilagođenom za navedene tipove rijeka.

Indeks riječne faune izrađen je temeljem podataka o sastavu zajednice makrozoobentosa i odabranih hidromorfoloških ocjena tekućica (1. Hidrološki režim, 1.2. Učinci promjena širom sliva na karakter prirodnog toka, 3.1.2. Presjek korita (uzdužni i poprečni presjek), 3.2.2. Prirodnost sedimenta na istraživanom odsječku, 3.3.5. Korištenje zemljišta (u prirodnoj poplavnoj zoni) i s time povezana obilježja na odsječku i vodnom tijelu) koje pripadaju interkalibracijskim tipovima R-EX7 i R-EX8. Za izračun indeksa riječne faune (RFI) koristimo slijedeću formulu:

$$RFI = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Gdje je:

ac_i – razred brojnosti svojte i

Rf_i – indikatorska vrijednost pojedine svojte i

HW_i – hidromorfološka indikatorska težina svojte i

Hidromorfološke indikatorske vrijednosti (Rf_i) i indikatorske težine (HW_i) određene su za 324 svojte makrozoobentosa na temelju odnosa s odabranim hidromorfološkim ocjenama. U navedenu svrhu korištena je kanonička analiza podudarnosti (CCA analiza). U ovom elaboratu određene su hidromorfološke indikatorske vrijednosti i indikatorske težine za svojte makrozoobentosa, koje su zabilježene u setu od 40 uzorka. Hidromorfološke indikatorske vrijednosti, odnosno vrijednosti riječne faune (Rf_i) određene su korištenjem vrijednosti svojti (engl. species scores) prve CCA osi (engl. biplot scaling):

$$Rf_i = \frac{SC_CCA1_i}{SC_CCA1_{max}}$$

Gdje je:

SC_CCA1_i - vrijednosti prve CCA osi svojte i ,

SC_CCA1_{max} - apsolutna maksimalna vrijednost svojti prve CCA osi

Hidromorfološke indikatorske težine (HM_i) određene su temeljem tolerantnih vrijednosti svojti (engl. root mean squared deviation for species) prve CCA osi prema tablici 8.2.

Tablica 8.2. Način određivanja hidromorfološke težine (HM_i) pojedinih svojti temeljem tolerantnih vrijednosti svojti prve CCA osi.

Tolerantna vrijednost (t_i)	HM_i
$t_i < 0,2$	5
$0,2 < t_i < 0,4$	4
$0,4 < t_i < 0,6$	3
$0,6 < t_i < 0,8$	2
$t_i > 0,8$	1

Hidromorfološke indikatorske vrijednosti i indikatorske težine svojti koje su zabilježene na postajama HR tipova koje pripadaju interkalibracijskim tipovima R-EX7 i R-EX8 prikazane su u Prilogu 8.1 ovog poglavlja.

Uz RFI, multimetrički indeks opće degradacije koristi i sljedeće metrike koje se računaju u računalnom programu Asterics: Udio pobirača/sakupljača ([%] Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%)), Margalef indeks raznolikosti (Diversity (Margalef Index)) te udio predstavnika skupine Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT [%] (abundance classes)). Omjera ekološke kakvoće za modul opća degradacija izračunava se na slijedeći način:

$$Op. Deg = \frac{2 * OEK_{RFI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{Margalef} + OEK_{EPT\%}}{5}$$

Uzorkovanje i laboratorijska analiza podataka nisu izmijenjeni u odnosu na Metodologiju.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Utvrđivanje referentnih uvjeta

Utvrđivanje referentnih uvjeta za interkalibracijske tipove R-EX7 i R-EX8 (i pripadajuće HR tipove) prati granice zadane prema Opartilova (2011):

Hydromorfološke promjene: Nisu prisutne ili su neznatne (vrijednosti svih ocjena ≤ 2)

Korištenje zemljišta u slivnom području:

<0.8% urbane površine u slivu

< 50 Indeks korištenja zemljišta (LUI; engl. Land Use Indeks)

Granice fizikalno-kemijskih pokazatelja:

BPK₅ < 2,4 mg/l

P-PO₄ < 0,04 mg/l

N-NO₃ < 6 mg/l

N-NH₄ < 0,1 mg/l

Također je važno da na referentnoj postaji nema nikakvih izvora onečišćenja kao što su direktni utjecaj otpadnih voda, izraženo lokalno zagađenje i sl.

Određivanje granica kategorija ekološkog stanja

Hrvatska metodologija određivanja ekološkog stanja za tipove R-EX7 i R-EX8 primjenjuje takozvani modularni sistem, a konačnu ocjenu predstavlja niža vrijednost od dvaju modula. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja određene su prema „klasičnom“ modelu ODV: 0,8, 0,6, 0,4 te 0,2.

Modul saprobnost

Referentne vrijednost za SI_{HR} za interkalibracijske tipove R-EX7 i R-EX8 određene su kao 10-ti percentil referentnih postaja po pojedinom tipu (Tablica 8.3). Referentna vrijednost saprobnog indeksa za oba tipa iznosi: 1.8, a ostale granice raspoređene su ekvidistalno do najlošije teoretske vrijednosti (3.6).

Tablica 8.3. Karakteristike referentnih postaja u interkalibracijskim tipovima R-EX7 i R-EX8 te vrijednosti indeksa saprobnosti po pojedinoj postaji.

Šifra	Mjerna postaja	IC tip	ASPT	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	Nitrati (mgNO ₃ /l)	Ortofosfati (mgP/l)	Amonij (mgNH ₄ /l)	LUI	SI _{HR}
11075	Bregana, Divlje vode	R-EX7	6,44	0,69	1,75	0,02	0,01	17,55	2,10
16243	Kupčina, Žamarija	R-EX7	6,69	0,87	1,70	0,02	0,01	14,69	1,89
51156	Lipovečka gradna, Smerovišće	R-EX7	6,48	1,10	1,87	0,02	0,01	12,50	1,77
16561	Slapnica, prije utoka u Kupčinu	R-EX7	6,83	0,72	1,74	0,01	0,00	28,24	1,98
16587	Vitunjčica, most na cesti Turovići Ogulinski-Brestovac	R-EX7	7,17	1,43	1,29	0,01	0,00	20,64	2,07
Referentna vrijednost SI _{HR} za tip R-EX7 (10-ti percentil referentnih postaja):									1,8
16590	Globornica, Mediči (Generalski Stol)	R-EX8	6,64	1,40	1,36	0,01	0,00	21,76	2,01
30061	Rječina, Drastin	R-EX8	6,86	1,38	0,64	0,00	0,00	13,02	1,97
30063	Rječina, Kukuljani	R-EX8	7,00	1,29	0,64	0,00	0,00	0	1,89
16339	Slunjčica, uzvodno od crpilišta Slunj	R-EX8	6,79	1,37	1,29	0,01	0,00	37,24	1,77
Referentna vrijednost SI _{HR} za tip R-EX8 (10-ti percentil referentnih postaja):									1,8

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Modul opća degradacija

Referentne vrijednosti za svaku metriku multimetričkog indeksa opće degradacije određene su kao medijan vrijednosti pojedine metrike među referentnim postajama (Tablice 8.4 i 8.5). Najlošije vrijednosti za pojedinu metriku za oba interkalibracijska tipa su iste te predstavljaju najnižu vrijednost pojedine metrike u čitavom setu podataka.

Tablica 8.4. Granice klasa i rasponi metrika pri izračunu multimetričkog indeksa opće degradacije za interkalibracijski tip R-EX7 .

Tip metrike	Funkcionalna	Taksonomski sastav/abundancija	Raznolikost	Osjetljivost /Tolerantnost
R-EX7 granice metrika	Pobirači/sakupljači (scored taxa = 100%)	EPT [%]	Margalef indeks raznolikosti	RFI
Referentna vrijednost	48,4	40,54	5,08	0,45
Najlošija vrijednost	19,09	4,76	2,05	-0,02
Maks. vr. u tipu R-EX7	68,78	45,30	7,93	0,70
Min. vr. u tipu R-EX7	19,09	4,76	2,05	-0,02

Tablica 8.5. Granice klasa i rasponi metrika pri izračunu multimetričkog indeksa opće degradacije za interkalibracijski tip R-EX8.

Tip metrike	Funkcionalna	Taksonomski sastav/abundancija/ glavne taksonomske grupe	Raznolikost	Osjetljivost /Tolerantnost
R-EX8 granice metrika	Pobirači/sakupljači (scored taxa = 100%)	EPT [%]	Margalef indeks raznolikosti	RFI
Referentna vrijednost	56,88	36,80	3,73	0,40
Najlošija vrijednost	19,09	4,76	2,05	-0,02
Maks. vr. u tipu R-EX8	62,35	47,27	7,5	0,67
Min. vr. u tipu R-EX8	19,87	16,13	2,8	0,23

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

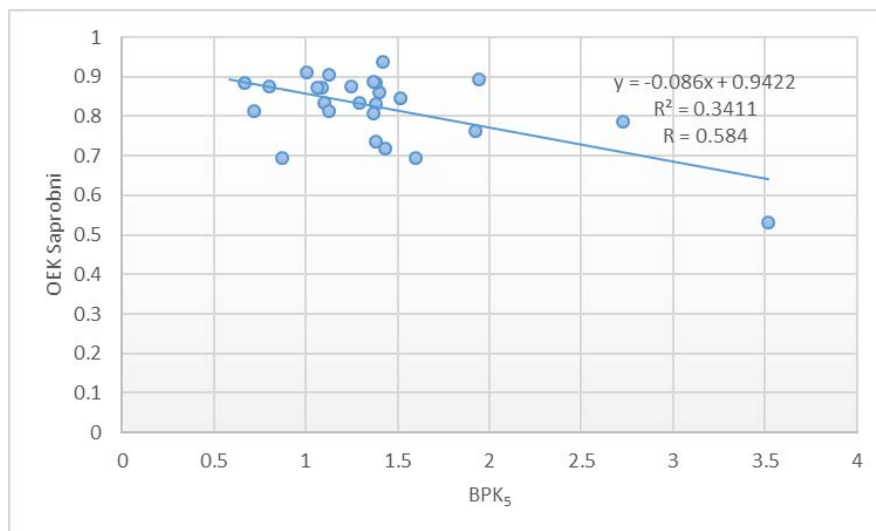
Odziv na pritiske

Nacionalna metoda za ocjenu ekološkog stanja u interkalibracijskim tipovima R-EX7 i R-EX8 adresira sljedeće pritiske: neprirodne površine zemljišnog pokriva u slivnom području, opterećenje organskim tvarima, eutrofikacija, degradacija staništa te hidromorfološke promjene. Modul saprobnost odgovara na pritiske vezane za organsko opterećenje, dok modul opća degradacija reagira na sve ostale tipove pritiska. Konačna ocjena je niža vrijednost među dvama modulima, te automatski daje sugestiju koji je pritisak najizraženiji na zadanoj postaji.

U tekućicama tipova R-EX7 i R-EX8 prisutan je blagi gradijent organskog opterećenja, budući da su gorski i prigorski vodotoci u velikoj mjeri okruženi šumskim staništem koji vodotoke opskrbljuje velikom količinom listinca (Slika 8.6).

Tekućice koje su svrstavane u tipove R-EX7 i R-EX8 nalaze se u Dinaridskoj ekoregiji gdje, u odnosu na Panonsku ekoregiju, ima relativno malo obradivih površina (intenzivne poljoprivrede), ali i relativno slabiju naseljenost te manje urbanih područja. Navedeno ima za posljedicu relativno mali gradijent pritiska koji su povezani sa zemljišnim pokrovom, ali i hranjivim tvarima. Stoga ne čudi kako je 36 od 40 obrađenih postaja u ovim interkalibracijskim tipovima ocijenjeno sa dobrim ili vrlo dobrim ekološkim stanjem. Za potrebe izrade gradijenta pritiska za navedene elemente, korišteni su podaci iz interkalibracijskih tipova R-EX5 i R-EX6 EC-GIG-a (Slike 8.7 i 8.9). Kao najizreženiji pritisak u ovim vodotocima, ističu se hidromorfološke promjene (Slika 8.8).

Modul saprobnost

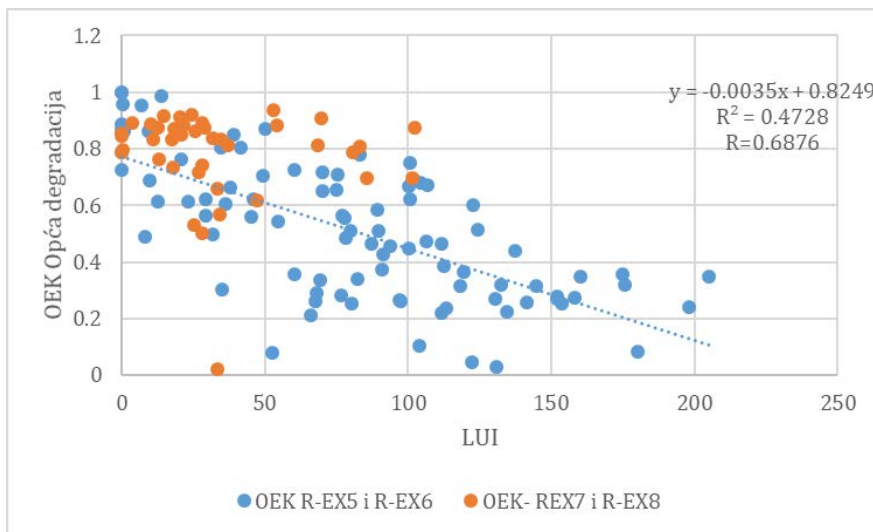


Slika 8.6. Linearna regresija između vrijednosti modula saprobnost (OEK Saprobnost) i BPK₅ (Biološka potrošnja kisika) za postaje interkalibracijskih tipova R-EX7 i R-EX8.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

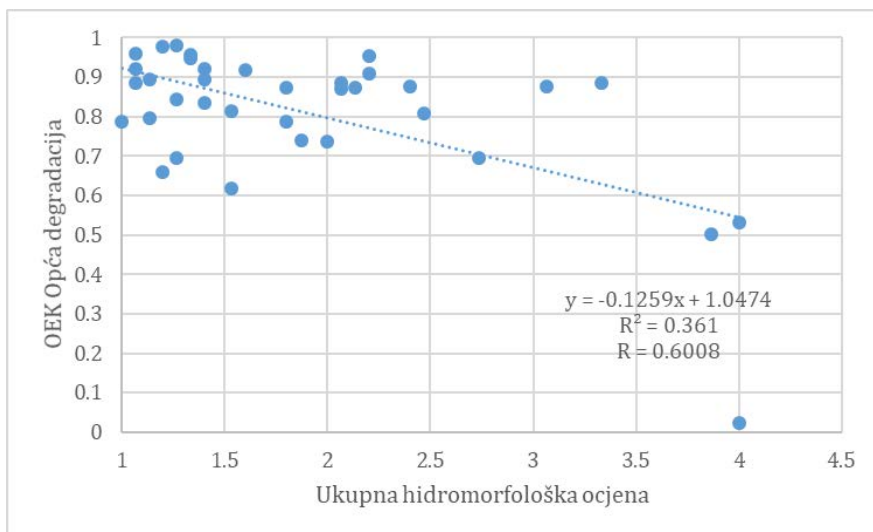
Modul opća degradacija

A. Korištenje zemljišta u slivnom području (LUI)



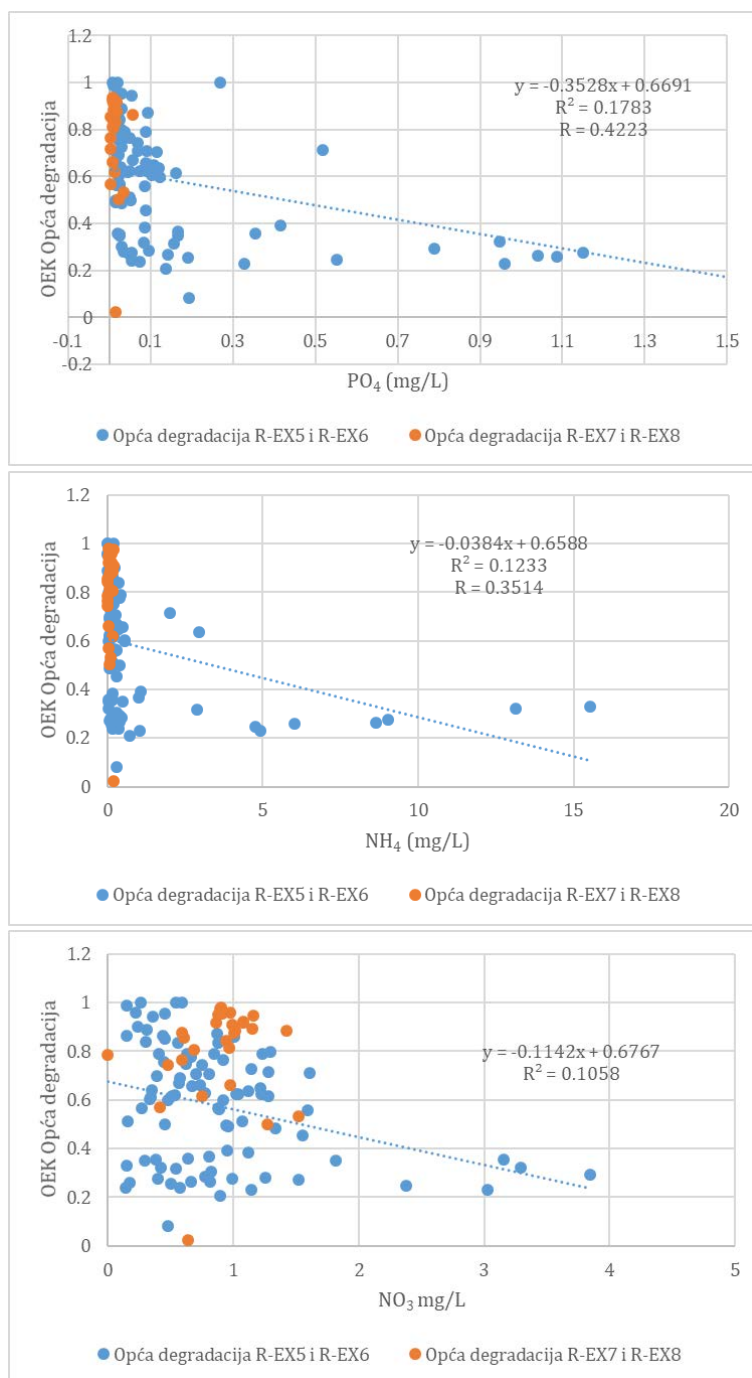
Slika 8.7. Linearna regresija između vrijednosti modula opće degradacije (OEK Opća degradacija) i Indeksa korištenja zemljišta (LUI) za postaje interkalibracijskih tipova R-EX7 i R-EX8 te IC tipove R-EX5 i R-EX6.

B. Hidromorfologija



Slika 8.8. Linearna regresija između vrijednosti modula opće degradacije (OEK Opća degradacija) i ukupne hidromorfološke ocjene za postaje interkalibracijskih tipova R-EX7 i R-EX8.

C. Kemijski parametri u vodi



Slika 8.9. Linearna regresija između vrijednosti modula opće degradacije (OEK Opća degradacija) i koncentracije ortofosfata, amonijaka i nitrata za postaje interkalibracijskih tipova R-EX7 i R-EX8.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Sukladnost metoda s odrednicama ODV

Iz tablice 8.6 vidljivo je da nacionalna metoda za tipove R-EX7 i R-EX8 odgovara svih zahtjevima koje određuje ODV.

Tablica 8.6. Popis kriterija i odrednica ODV za nove metode.

Kriterij	Nacionalna metoda za tipove R-EX7 i R-EX8 zadovoljava
Ekološko stanje definirano u 5 klasa	+
Granice klasa postavljene prema normativnim definicijama	+
Svi relevantni parametri uključeni u metodu ocjene	+
Referent postaje	+
Konačna ocjena u obliku OEK	+
Uzorkovanje je vremenski i prostorno reprezentativno	+
Biološki parametri u ocjeni stanja podudaraju se normativima ODV	+
Taksonomska razina adekvatna traženim metrikama	+

Podudarnost s interkalibracijskim procesom

Proces interkalibracije u idealnom slučaju pokriva sve Nacionalne metode, no svakako je važno da se ne uspoređuju tipovi koji su neusporedivi („kruške i jabuke“; Birk i sur., 2016).

Tipologija

Prema sadašnjoj klasifikaciji (Mihaljević i sur., 2011), unutar interkalibracijskog tipa R-EX7 nalazi se biotički tip HR-R_6, dok unutar interkalibracijskog tipa R-EX8 razlikuju se tri biotička tipa: HR-R_7, HR-R_8A, HR-R_8B i HR-R_9 (Tablica 8.10). Zbog nedostatka cjelovitih setova podataka koji obuhvaćaju sve biološke elemente ali i pritiske (poglavito hidromorfologiju), predlažemo da četiri HR tipa unutar interkalibracijskog tipa R-EX8 trenutno zadrži isti sustav ocjenjivanja. Budući da su monitoring i istraživački naponi na postajama ovih tipova i dalje aktivni, držimo da ćemo u skoroj budućnosti, uz adekvatnu bazu podataka, biti u mogućnosti izvršiti dodatna testiranja i po potrebi stvoriti vlastite granice za sva četiri tipa unutar interkalibracijskog tipa R-EX8.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 8.10. Zajednički interkalibracijski R-EX7 i R-EX8 EC GIG-a te pripadajući hrvatski tipovi tekućica.

DINARIDSKA KONTINENTALNA EKOREGIJA	ABIOTIČKI TIP	BIOTIČKI TIP	NOVI BIOTIČKI TIP	INTERKALIB. TIP
6. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE				
Gorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	9B	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Gorske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	9C	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	11B	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	11C	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
7. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE				
Gorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	10B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Gorske srednje velike tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	10C	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	12B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	13B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	13C	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
8. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE				
8.a. srednje velike				
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	14B	HR-R_8	HR-R_8A	R-EX8
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	14C	HR-R_8	HR-R_8A	R-EX8
8.b. velike				
Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	15B	HR-R_8	HR-R_8B	
9. GORSKE I PRIGORSKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA				
Gorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	10B4	HR-R_9	HR-R_9	R-EX8
Prigorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	12B4	HR-R_9	HR-R_9	R-EX8

Opis zajednica makrozoobentosa

Zajednica pri vrlo dobrom ekološkom stanju

EPT svojte prisutne su s 30% (ili više) ukupne abundancije svih makroskopskih beskralježnjaka. Funkcionalna skupina sakupljača je relativno dominantna s 45% (ili više) ukupne brojnosti. Prisutna je velika lokalna raznolikost. Nalazimo vrste osjetljive na hidromorfološke promjene kao što su *Ancylus fluviatilis*, *Synurella ambulans* te *Electrogena ujhelyii*, ali i vrste osjetljive na organsko opterećenje.

Zajednica pri dobrom ekološkom stanju

EPT svojte prisutne su s 25% (ili više) ukupne abundancije svih makroskopskih beskralježnjaka. Funkcionalna skupina sakupljača je relativno brojna s 40% (ili više) ukupne brojnosti. Prisutna je relativno velika lokalna raznolikost. U zajednici makrozoobentosa dolaze vrste osjetljive na hidromorfološke promjene, ali i vrste osjetljive na organsko opterećenje

Zajednica pri umjerenom ekološkom stanju

EPT svojte prisutne su s 20-ak % ukupne abundancije svih makroskopskih beskralježnjaka. Funkcionalna skupina sakupljača je relativno brojna s oko 30% ukupne brojnosti. Lokalna raznolikost smanjena je u

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

odnosu na postaje u dobrom i vrlo dobrom ekološkom stanju. Prisutne su vrste osjetljive na hidromorfološke aternacije, ali i vrste osjetljive na organsko opterećenje, no one nisu toliko brojne kao na postajama u dobrom i vrlo dobrom stanju.

Literatura

AQEM Consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates. developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1. February 2002, 198 pp.

Birk S. Böhmer J. Schöll F. 2016. XGIG Large River Intercalibration Exercise - Milestone 6 Report - Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe – Biological Quality Element: Benthic Invertebrates - Version 2, 228 p.

CIS Guidance Document No. 14. 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission. Technical report-2011-045.

European Union 2013. Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Mihaljević Z. Kerovec M. Mrakovčić M. Plenković A. Alegro A. Primc-Habdija B. 2011. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije. PMF. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb.

Opatrilova L. (ed) 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 5 report – River/EC GIG/Benthic Invertebrates. European Commission Directorate General. JRC. Institute of Environment and Sustainability.

Urbanič G. 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. *Hydrobiologia* 729: 191–207.

Uredba o standardu kakvoće voda, 2013. Narodne novine broj 73/2013.

Willby N. Birk S. Poikane S. van de Bund W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report. Luxembourg. Ispra.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitu i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. Lista svojiti sa hidromorfološkom indikatorskom vrijednošću (Rfi) i indikatorskom težinom (HWi) za potrebe izračuna indeksa riječne faune za tipove HR-R_6, HR-R_7, HR-R_8A i HR-R_9.

ID_ART	Ime svojite	Rfi	Hwi
4205	<i>Acroloxus lacustris</i>	0,904	4
4293	<i>Amphinemura</i> sp.	0,157	1
4298	<i>Anabolia furcata</i>	0,734	4
4308	<i>Anax imperator</i>	0,730	5
4310	<i>Ancylus fluviatilis</i>	0,542	5
4317	<i>Anisus spirorbis</i>	1,000	5
4331	<i>Antocha vitripennis</i>	0,518	4
4363	<i>Atherix ibis</i>	0,483	4
4364	<i>Ibisia marginata</i>	0,396	4
4369	<i>Athripsodes cinereus</i>	0,042	5
4371	<i>Athripsodes</i> sp.	0,397	3
4377	<i>Aulodrilus plurisetu</i>	0,139	4
4380	Baetidae Gen. sp.	0,613	4
4382	<i>Baetis alpinus</i> -Gr.	0,711	1
4397	<i>Baetis fuscatus</i>	0,358	1
4405	<i>Baetis liebenauae</i>	0,993	5
4408	<i>Baetis melanonyx</i>	0,715	5
4409	<i>Baetis muticus</i>	0,651	1
4415	<i>Baetis rhodani</i>	0,432	1
4419	<i>Baetis</i> sp.	0,283	1
4427	<i>Baetis vernus</i>	0,434	5
4444	<i>Beraeodes minutus</i>	0,745	5
4479	<i>Brachycentrus montanus</i>	0,640	5
4489	<i>Brachyptera</i> sp.	0,877	1
4498	<i>Brychius elevatus</i> Lv.	0,042	5
4519	<i>Caenis horaria</i>	0,452	4
4521	<i>Caenis luctuosa</i>	-0,072	1
4528	<i>Caenis</i> sp.	0,060	3
4530	<i>Calopteryx splendens</i>	0,154	3
4531	<i>Calopteryx</i> sp.	1,000	5
4532	<i>Calopteryx virgo</i>	0,457	3
4574	<i>Procloeon pennulatum</i>	0,581	5
4585	Ceratopogonidae Gen. sp.	-0,047	1
4627	<i>Chaopteryx</i> sp.	0,737	5
4638	<i>Chelifera</i> sp.	0,358	5
4639	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	0,819	5
4642	Chironomidae Gen. sp.	0,429	4
4644	Chironomini Gen. sp.	-0,113	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitu i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
4663	<i>Chironomus</i> sp.	0,042	5
4671	<i>Chloroperla</i> sp.	0,700	5
4674	Chloroperlidae Gen. sp.	0,410	5
4709	<i>Cloeon</i> sp.	0,730	5
4719	<i>Coenagrion puella</i>	0,609	4
4722	<i>Coenagrion</i> sp.	0,730	5
4723	Coenagrionidae Gen. sp.	0,715	5
4813	<i>Criodrilus lacuum</i>	0,042	5
4859	<i>Cyphon</i> sp. Lv.	0,519	3
4877	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	0,627	4
4950	Diamesinae Gen. sp.	-0,763	1
4955	<i>Dicranota</i> sp.	0,610	4
4982	<i>Dinocras</i> sp.	0,673	4
4990	Dixidae Gen. sp.	0,581	5
5017	<i>Dryops</i> sp. Lv.	0,579	4
5021	<i>Dugesia</i> sp.	0,480	4
5024	Dytiscidae Gen. sp. Lv.	1,000	5
5048	<i>Ecdyonurus macani</i>	0,715	5
5053	<i>Ecdyonurus</i> sp.	0,330	1
5054	<i>Ecdyonurus starmachi</i>	-0,102	3
5057	<i>Ecdyonurus torrentis</i>	0,805	5
5058	<i>Ecdyonurus venosus</i>	0,553	5
5075	<i>Eiseniella tetraedra</i>	-0,162	1
5077	<i>Electrogena affinis</i>	0,790	5
5080	<i>Electrogena lateralis</i>	0,434	5
5081	<i>Electrogena quadrilineata</i>	0,640	2
5083	<i>Electrogena</i> sp.	0,588	4
5084	<i>Electrogena ujhelyii</i>	0,848	2
5095	<i>Elmis</i> sp. Lv.	0,494	4
5097	Empididae Gen. sp.	-0,038	1
5101	Enchytraeidae Gen. sp.	0,816	1
5124	<i>Ephemera danica</i>	0,363	1
5128	<i>Ephemera</i> sp.	0,560	4
5129	<i>Ephemera vulgata</i>	0,760	4
5131	<i>Serratella ignita</i>	0,614	4
5135	<i>Ephemerella mucronata</i>	0,592	4
5159	<i>Erpobdella octoculata</i>	0,525	3
5160	<i>Erpobdella</i> sp.	0,742	5
5169	<i>Esolus</i> sp. Lv.	0,536	4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitu i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5288	<i>Gammarus fossarum</i>	0,476	1
5292	<i>Gammarus roeselii</i>	0,499	5
5304	<i>Glossiphonia complanata</i>	0,719	4
5316	<i>Glossosoma</i> sp.	0,726	5
5332	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0,499	5
5354	<i>Gyraulus albus</i>	0,522	4
5356	<i>Gyraulus crista</i>	1,000	5
5357	<i>Gyraulus laevis</i>	-0,536	5
5359	<i>Gyraulus</i> sp.	0,730	5
5364	<i>Gyrinus</i> sp. Lv.	0,590	5
5367	<i>Habroleptoides confusa</i>	0,404	2
5369	<i>Habrophlebia fusca</i>	0,823	5
5370	<i>Habrophlebia lauta</i>	0,501	4
5371	<i>Habrophlebia</i> sp.	0,571	1
5373	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	1,000	5
5396	<i>Halipilus</i> sp. Lv.	0,742	5
5400	Haplotaxidae Gen. sp.	0,613	4
5401	<i>Haplotaxis gordioides</i>	0,400	3
5413	<i>Helobdella stagnalis</i>	0,628	3
5418	<i>Elodes</i> sp. Lv.	0,916	5
5456	<i>Heptagenia</i> sp.	0,669	4
5458	Heptageniidae Gen. sp.	0,048	2
5483	<i>Hippeutis complanatus</i>	0,708	5
5499	<i>Hydatophylax infumatus</i>	0,909	5
5502	<i>Hydra</i> sp.	0,396	5
5531	<i>Hydraena</i> sp. Ad.	0,597	4
5547	Hydrophilidae Gen. sp. Lv.	-0,536	5
5594	<i>Hydropsyche dinarica</i>	0,590	5
5598	<i>Hydropsyche instabilis</i>	0,502	5
5605	<i>Hydropsyche</i> sp.	0,081	1
5616	<i>Hydroptila</i> sp.	0,359	1
5658	<i>Ischnura elegans</i>	0,806	5
5673	<i>Isoperla</i> sp.	0,413	3
5701	<i>Laccobius</i> sp. Lv.	0,042	5
5723	<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,670	4
5726	Leptoceridae Gen. sp.	0,626	4
5790	<i>Leuctra</i> sp.	0,462	4
5809	Limnephilidae Gen. sp.	0,512	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitu i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5824	<i>Limnephilus decipiens</i>	0,806	5
5837	<i>Limnephilus lunatus</i>	0,736	4
5841	<i>Limnephilus rhombicus rhombicus</i>	0,910	2
5844	<i>Limnephilus</i> sp.	0,553	3
5853	<i>Limnius</i> sp. Lv.	0,568	4
5862	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	0,819	5
5863	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	-0,244	1
5896	<i>Lithoglyphus naticoides</i>	0,453	5
5900	Lumbricidae Gen. sp.	-0,823	5
5907	<i>Lumbriculus variegatus</i>	-0,557	1
5984	<i>Micrasema minimum</i>	0,569	4
5986	<i>Micrasema</i> sp.	0,396	5
6002	<i>Micronecta</i> sp.	0,449	5
6062	<i>Mystacides azurea</i>	0,475	4
6064	<i>Mystacides nigra</i>	0,730	5
6065	<i>Mystacides</i> sp.	0,520	3
6068	Naididae Gen. sp.	0,700	5
6071	<i>Nais bretscheri</i>	0,208	1
6072	<i>Nais communis</i>	0,342	2
6073	<i>Nais elinguis</i>	-0,782	1
6074	<i>Nais pardalis</i>	0,377	2
6075	<i>Nais pseudobtusa</i>	0,412	5
6108	<i>Nemoura</i> sp.	0,867	1
6127	<i>Niphargus</i> sp.	0,728	1
6168	<i>Odontocerum albicorne</i>	0,611	4
6173	<i>Oecetis ochracea</i>	0,806	5
6175	<i>Oecetis testacea</i>	0,396	5
6208	Orthoclaadiinae Gen. sp.	-0,540	1
6260	<i>Oulimnius</i> sp. Lv.	0,279	2
6308	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	0,434	5
6309	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	0,955	3
6372	<i>Perla</i> sp.	0,085	2
6377	<i>Perlodes</i> sp.	0,671	5
6396	<i>Physella acuta</i>	0,499	5
6425	<i>Pisidium</i> sp.	0,533	3
6438	<i>Platycnemis pennipes</i>	0,656	4
6447	<i>Plectrocnemia</i> sp.	0,864	4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6468	<i>Polycentropus flavomaculatus flavomaculatus</i>	0,909	5
6472	<i>Polycentropus</i> sp.	0,909	5
6521	<i>Potamophylax cingulatus cingulatus</i>	0,581	5
6526	<i>Potamophylax rotundipennis</i>	0,819	5
6527	<i>Potamophylax</i> sp.	0,507	3
6534	<i>Potamotheix</i> sp.	0,776	4
6560	<i>Pristina</i> sp.	0,638	5
6583	<i>Prodiamesa olivacea</i>	0,186	3
6591	<i>Prosimulium</i> sp.	0,405	5
6616	<i>Protonemura</i> sp.	0,569	3
6621	<i>Psammoryctides barbatus</i>	0,380	5
6662	<i>Psychomyia</i> sp.	0,553	5
6663	Psychomyiidae Gen. sp.	0,553	5
6673	<i>Radix</i> sp.	0,656	4
6745	<i>Rhithrogena semicolorata</i> -Gr.	0,370	3
6747	<i>Rhithrogena</i> sp.	0,736	5
6754	<i>Rhyacodrilus coccineus</i>	0,434	5
6765	<i>Rhyacophila fasciata fasciata</i>	-0,302	1
6780	<i>Rhyacophila</i> sp.	0,401	3
6784	<i>Rhyacophila tristis</i>	0,581	5
6789	<i>Rhynchelmis limosella</i>	0,581	5
6797	<i>Riolus</i> sp. Lv.	0,364	4
6818	<i>Sericostoma</i> sp.	0,610	4
6821	<i>Sialis fuliginosa</i>	0,806	5
6823	<i>Sialis</i> sp.	0,695	5
6834	<i>Silo pallipes</i>	0,550	5
6835	<i>Silo piceus</i>	0,396	5
6836	<i>Silo</i> sp.	0,730	5
6853	<i>Simulium</i> sp.	0,484	2
6859	<i>Siphonurus aestivalis</i>	0,781	4
6862	<i>Siphonurus croaticus</i>	0,864	5
6863	<i>Siphonurus lacustris</i>	0,499	5
6864	<i>Siphonurus</i> sp.	0,568	1
6886	<i>Sphaerium</i> sp.	0,730	5
6890	<i>Embolecephalus velutinus</i>	0,668	3
6935	<i>Stylodrilus heringianus</i>	0,295	2
6955	<i>Synagapetus krawany</i>	0,894	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6960	<i>Synurella ambulans</i>	0,864	3
6967	<i>Taeniopteryx hubaulti</i>	0,648	5
6972	Tanypodinae Gen. sp.	-0,366	1
6977	Tanytarsini Gen. sp.	-0,170	1
7025	<i>Theodoxus fluviatilis</i> ssp.	0,581	5
7062	<i>Tinodes dives dives</i>	1,000	5
7067	<i>Tinodes</i> sp.	0,525	3
7083	<i>Torleya major</i>	-0,398	1
7114	<i>Tubifex ignotus</i>	0,590	5
7142	<i>Valvata cristata</i>	0,499	5
7168	<i>Wormaldia</i> sp.	0,358	5
7201	Leptophlebiidae Gen. sp.	0,795	3
7346	<i>Potamophylax cingulatus/latipennis/luctuosus</i>	0,790	5
7432	<i>Gomphus pulchellus</i>	0,499	5
7434	<i>Gomphus simillimus</i>	0,810	5
7455	Hydroptilidae Gen. sp.	-0,123	1
7456	<i>Rhyacophila</i> s. str. sp.	0,027	1
7460	<i>Astacus torrentium</i>	0,581	5
7490	Lumbriculidae Gen. sp.	0,463	3
7493	<i>Psammoryctides moravicus</i>	0,369	2
7725	<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0,581	5
7726	Culicidae Gen. sp.	0,581	5
7744	<i>Polycelis</i> sp.	0,581	5
7750	Athericidae Gen. sp.	0,552	4
8151	<i>Ecclisopteryx</i> sp.	0,424	4
8408	Ephemerellidae Gen. sp.	-0,629	1
8427	Dolichopodidae Gen. sp.	1,000	5
8428	Lymnaeidae Gen. sp.	0,574	5
8437	Leuctridae Gen. sp.	0,761	4
8440	Capniidae Gen. sp.	0,817	5
8470	Elmidae Gen. sp. Lv.	-0,656	1
8478	Polycentropodidae Gen. sp.	0,870	5
8483	Limoniidae Gen. sp.	0,526	4
8485	Tabanidae Gen. sp.	0,224	3
8487	Tipulidae Gen. sp.	0,819	5
8659	Muscidae Gen. sp.	0,227	4
8670	Trichoptera Gen. sp.	0,564	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
8691	<i>Asellus aquaticus</i>	0,209	4
8719	<i>Hirudinea</i> Gen. sp.	0,396	5
8721	<i>Holandriana holandrii</i>	0,462	5
8740	<i>Ostracoda</i> Gen. sp.	0,650	3
8750	<i>Plecoptera</i> Gen. sp.	0,762	4
8753	<i>Psychodidae</i> Gen. sp.	0,398	3
8761	<i>Stratiomyiidae</i> Gen. sp.	0,315	3
8813	<i>Nematoda</i> Gen. sp.	-0,235	1
8825	<i>Hydrachnidia</i> Gen. sp.	0,286	1
8831	<i>Turbellaria</i> Gen. sp.	0,153	1
8834	<i>Halesus digitatus/tesselatus</i>	-0,204	1
8850	<i>Centroptilum luteolum</i>	0,539	4
8865	<i>Alboglossiphonia</i> sp.	0,730	5
8871	<i>Anax</i> sp.	0,730	5
8893	<i>Beraemyia</i> sp.	0,410	5
9024	<i>Hydrobius</i> sp. Lv.	0,023	1
9050	<i>Ithytrichia</i> sp.	0,561	4
9060	<i>Leptocerus</i> sp.	0,819	5
9118	<i>Onychogomphus</i> sp.	-0,652	1
9123	<i>Orthetrum</i> sp.	0,042	5
9167	<i>Procloeon</i> sp.	0,499	5
9199	<i>Stenelmis</i> sp. Lv.	0,407	5
9214	<i>Theromyzon</i> sp.	0,581	5
9233	<i>Ylodes</i> sp.	0,730	5
9319	<i>Ptychopteridae</i> Gen. sp.	0,058	5
9321	<i>Rhagionidae</i> Gen. sp.	0,553	5
9322	<i>Syrphidae</i> Gen. sp.	0,581	5
9343	<i>Zygoptera</i> Gen. sp.	0,358	5
9344	<i>Heteroptera</i> Gen. sp.	0,551	3
9349	<i>Decapoda</i> Gen. sp.	0,590	5
9353	<i>Diptera</i> Gen. sp.	-0,267	1
9362	<i>Dendrocoelum</i> sp.	0,589	5
9447	<i>Curculionidae</i> Gen. sp. Lv.	0,715	5
9537	<i>Halipus</i> sp. Ad.	0,565	5
9572	<i>Hydrobius</i> sp. Ad.	0,581	5
9599	<i>Ephyridae</i> Gen. sp.	0,499	5
9618	<i>Hydrobiidae</i> Gen. sp.	0,867	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
9621	Beraeidae Gen. sp.	0,358	5
9686	<i>Baetis lutheri/wardarensis</i>	-0,260	1
9747	<i>Sericostoma flavicorne/personatum</i>	0,558	4
9811	Copepoda Gen. sp.	0,632	4
9952	<i>Silo nigricornis/piceus</i>	0,058	5
9971	Glossosomatidae Gen. sp.	0,727	5
9981	Goeridae Gen. sp.	0,680	4
10323	Gammaridae Gen. sp.	0,581	5
10370	Chaetopterygini/Stenophylacini Gen. sp.	0,957	4
10626	Coleoptera Gen. sp. Lv.	0,368	2
10628	Cladocera Gen. sp.	0,619	4
10630	Lepidoptera Gen. sp.	0,410	5
11623	<i>Pomatinus substriatus</i> Ad.	0,730	5
11745	<i>Platambus</i> sp. Ad.	0,412	5
12004	<i>Nebrioporus</i> sp. Ad.	0,730	5
12012	<i>Oreodytes</i> sp. Ad.	0,581	5
12053	<i>Laccophilus</i> sp. Ad.	0,499	5
12072	<i>Elmis</i> sp. Ad.	0,530	4
12084	<i>Esolus</i> sp. Ad.	0,590	4
12093	<i>Limnius</i> sp. Ad.	0,545	4
12104	<i>Oulimnius</i> sp. Ad.	0,499	3
12117	<i>Riolus</i> sp. Ad.	0,434	4
12330	<i>Gammarus balcanicus</i>	0,889	5
12529	<i>Helophorus</i> sp. Ad.	0,581	5
12945	<i>Sadleriana</i> sp.	0,504	4
13024	<i>Hydropsyche incognita/pellucidula</i>	0,434	5
13126	Limnephilini Gen. sp.	0,724	4
14074	<i>Sialis sordida</i>	0,779	4
14268	<i>Esperiana esperi</i>	0,514	5
14393	Tubificidae juv without setae	0,407	4
14394	Tubificidae juv with setae	0,595	4
14551	<i>Longitarsus</i> sp. Ad.	0,909	5
14641	Pediciidae Gen. sp.	0,467	4
16107	<i>Spirosperma ferox</i>	0,412	5
16783	<i>Microcolpia daudebartii acicularis</i>	0,499	5
16833	Collembola Gen. sp.	0,581	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prilog 8.1. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
16959	<i>Radix balthica</i>	0,544	5
16982	<i>Radix labiata</i>	-0,432	1
17652	Colymbetinae Gen. sp.	0,581	5
17767	Elmidae Gen. sp.	0,358	5
17861	Gyrinidae Gen. sp.	0,396	5
18130	<i>Hydraena</i> sp.	0,312	3
18186	Hydrophilidae Gen. sp.	0,042	5
18192	Hydroporinae Gen. sp.	0,410	5
18707	Scirtidae Gen. sp.	0,581	5
19090	Agapetinae Gen. sp.	0,597	5
19358	<i>Micrasema setiferum</i> ssp.	0,412	4
19378	<i>Onychogomphus forcipatus</i> ssp.	-0,169	1
19411	<i>Theodoxus danubialis</i> ssp.	0,556	4
19440	<i>Unio crassus</i> ssp.	0,806	5
19443	<i>Valvata piscinalis</i> ssp.	0,473	3
20151	<i>Leuctra fusca</i> -Gr.	0,581	5
20468	<i>Onychogomphus/Ophiogomphus</i> sp.	0,358	5
20877	<i>Drusus croaticus</i>	0,468	3
21058	<i>Psychomyia klapaleki</i>	0,412	4
21217	<i>Phryganea grandis</i> ssp.	0,730	5
21232	<i>Athripsodes bilineatus</i> ssp.	0,730	5
21501	<i>Halesus digitatus</i> ssp.	0,581	5
21930	<i>Asellus aquaticus</i> (karstic type)	0,618	4
21938	<i>Synurella ambulans</i> (karstic type)	0,581	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrofita

Uvod

Službeni interkalibracijski postupak ekološkog stanja istočnoeuropskih rijeka (EC-GIG), na temelju biološkog elementa makrofita, završen je u sklopu EC-GIG interkalibracije 2011. godine. Pritom su definirana tri zajednička tipa tekućica Istočnokontinentalne geografske grupe (R-E2, R-E3 i R-E4) na kojima je moguće provesti zajednički interkalibracijski postupak u kojem je sudjelovalo pet zemalja članica: Austrija, Slovačka, Slovenija, Bugarska i Mađarska. Naknadno su 2016. godine u postupcima usklađenja interkalibrirane metode za Češku i Rumunjsku. Hrvatska je postupku usklađenja pristupila 2019. kada su provedeni post-interkalibracijski postupci usklađenja za tipove R-E2 i R-E3. Interkalibracijski tip R-E4 nije prisutan u Hrvatskoj (Alegro, 2019).

Kako za neke tipove nisu provedeni interkalibracijski postupci unutar odgovarajućih geografskih područja, uglavnom zbog velike heterogenosti tekućica koje u njih ulaze, tako je i dio tipova tekućica iz Hrvatske ostao neobuhvaćen post-interkalibracijskim postupcima usklađenja (Tablica 8.11). Kako je i tekućicama iz tih tipova potrebno određivati ekološko stanje na temelju makrofita, ovdje donosimo metodu za ocjenu koja je na temelju iskustava s post-interkalibracijskim postupcima usklađenja modificirana u odnosu na dosadašnju metodu opisanu u Metodologiji (Hrvatske vode, 2015). U analizu je uključeno ukupno 171 postaja iz interkalibracijskih tipova R-EX5, R-EX6, R-EX7 i R-EX8 kako je navedeno u Tablici 8.12.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 8.11. Pregled interkalibracijskih tipova tekućica (IC) za koje nije proveden post-interkalibracijski postupak usklađenja.

PANONSKA EKOREGIJA	ABIOTIČKI TIP	BIOTIČKI TIP	NOVI BIOTIČKI TIP	INTERKALIB. TIP
1. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE				
Gorske male tekućice u silikatnoj podlozi	1A	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
Prigorske male tekućice u silikatnoj podlozi	2A	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
Prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	2B	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
Prigorske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	2C	HR-R_1	HR-R_1	R-EX6
2. NIZINSKE MALE TEKUĆICE				
2.a. s glinovito-pjeskovitom podlogom				
Nizinske male tekućice u silikatnoj podlozi	3A1	HR-R_2A	HR-R_2A	R-EX5
Nizinske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	3C1	HR-R_2A	HR-R_2A	R-EX5
Nizinske male tekućice u vapnenačko-organogenoj podlozi	3F1	HR-R_2A	HR-R_2A	R-EX5
2.b. s šljunkovito-valutičastom podlogom				
Nizinske male tekućice u silikatnoj podlozi	3A2	HR-R_2B	HR-R_2B	R-EX5
Nizinske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	3B2	HR-R_2B	HR-R_2B	R-EX5
Nizinske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	3C2	HR-R_2B	HR-R_2B	R-EX5
3. NIZINSKE ALUVIJALNE TEKUĆICE				
3.a. male sa šljunkovito-valutičastom podlogom				
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	3A3-2	HR-R_3A	HR-R_3A	R-EX5
3.b. male s glinovito-pjeskovitom podlogom				
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	3A3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
Nizinske male aluvijalne tekućice u vapnenačkoj podlozi	3B3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
Nizinske male aluvijalne tekućice u organogenoj podlozi	3D3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	3E3-1	HR-R_3B	HR-R_3B	R-EX5
DINARIDSKA KONTINENTALNA EKOREGIJA				
6. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE				
Gorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	9B	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Gorske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	9C	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	11B	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	11C	HR-R_6	HR-R_6	R-EX7
7. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE				
Gorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	10B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Gorske srednje velike tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	10C	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	12B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	13B	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
Prigorske velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	13C	HR-R_7	HR-R_7	R-EX8
8. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE				
8.a. srednje velike				
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	14B	HR-R_8	HR-R_8A	R-EX8
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	14C	HR-R_8	HR-R_8A	R-EX8
8.b. velike				
Nizinske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	15B	HR-R_8	HR-R_8B	
9. GORSKE I PRIGORSKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA				
Gorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	10B4	HR-R_9	HR-R_9	R-EX8
Prigorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	12B4	HR-R_9	HR-R_9	R-EX8

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 8.12. Broj postaja s uzorkovanim makrofitima u neinterkalibriranim tipovima tekućica prema interkalibracijskim tipovima i klasama ekološkog stanja.

	ukupno	vrlo dobro	dobro	umjereno	loše	vrlo loše
R-EX5	109	3	11	41	49	5
R-EX6	20	3	4	6	6	1
R-EX7	20	8	2	6	4	0
R-EX8	21	10	7	4	0	0

Opis metode za određivanje ekološkog stanja na temelju makrofita

Podaci o makrofitskoj vegetaciji rijeka Hrvatske prikupljaju se od 2009. godine. Nakon što su isprobane različite metode i metrike temeljene na makrofitima, referentni indeks (RI) razvijen za određivanje ekološkog stanja njemačkih srednje velikih nizinskih rijeka (Schaumburg i sur., 2006; 2012), odabran je uz manje modifikacije za određivanje ekološkog stanja rijeka u Hrvatskoj.

Na temelju dosadašnjih iskustava u ocjeni ekološke kakvoće, usporedbe s drugim sustavima ocjenjivanja iz Istočnokontinentalnog i Mediteranskog geografskog područja i provedenog post-interkalibracijskog postupka usklađenja, predlažemo da se nadalje koristi samo referentni indeks (RI), te da se odustane od daljnje upotrebe biocenološke metode opisane u Metodologiji (Hrvatske vode, 2015) koja se pokazala teška za praktičnu upotrebu većini koja nije usko profesionalno specijalizirana za makrofitske zajednice. Nadalje, sve zemlje iz navedenih geografskih područja imaju samo po jednu metodu za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita, pa se time usklađujemo s praksom iz drugih zemalja. Vrijeme, mjesto, potrebna oprema i način uzorkovanja, kao i opis postupka laboratorijske obrade uzoraka za biološki element makrofita ostaju isti kako su opisani u Metodologiji.

Na svakoj postaji uzorkuju se sve vrste makrofita potrebne za ocjenu, ali i helofiti zbog potpunijeg uvida u vegetaciju i razumijevanja ekoloških odnosa i mogućih poremećaja. Uzorkovanje se obavlja na odsječku obale od minimalno 50 m koji se po potrebi produžuje dok se ne zaustavi prirast novih vrsta. Abundancija se procjenjuje korištenjem devetstupanjske proširene Braun-Blanquet skale te petostupanjske skale po Kohleru. Granice istraživane plohe određuju se krajnjim pojavljivanjem makrofita prema sredini rijeke. Sve vrste koje se ne mogu odrediti na terenu sakupljaju se kao herbarski primjerci (većina vaskularnih biljaka i mahovina) ili kao mokri preparati (uskoliski mriješnjaci, parožine i ostale makroalge).

Ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrofita temelji se na izračunu referentnog indeksa (RI) koji uključuje tri indikatorske grupe makrofita i njihove abundancije. Indikatorsku grupu A čine vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro stanje vodotoka, grupu B čine vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim zajednicama i konačno grupu C čine vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili hidromorfološki poremećaj.

Prije izračuna referentnog indeksa abundancije, tj. ocjene po Kolerovoj skali (A) valja pretvoriti u količine (Q) prema formuli:

$$Q = A^3$$

Referentni indeks (RI) se zatim računa prema formuli:

$$RI = \frac{\sum Q_{Ai} - \sum Q_{Ci}}{\sum Q_{gi}} 100$$

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

RI – Referentni indeks

QA_i – količina i-te iz indikatorske grupe A

QC_i – količina i-te iz indikatorske grupe C

Qg_i – Količina i-te vrste iz svih grupa

nA – ukupan broj vrsta u grupi A

nC – ukupan broj vrsta u grupi C

ng – ukupan broj vrsta u svim grupama.

Kako bi se dobio omjer ekološke OEK kakvoće RI se transformira prema sljedećoj formuli:

$$OEK = \frac{(RI + 100) * 0,5}{100}$$

Dobivena vrijednost OEK se uspoređi s graničnim vrijednostima (Tablica 8.13).

Referentni uvjeti

Referentni uvjeti određeni su za svaki nacionalni biotički riječni tip na temelju ekspertne procjene i najmanje poremećenih lokaliteta (engl. *least disturbed sites*), ukoliko su postojali. U tim uvjetima možemo razlikovati šest tipova makrofitskih zajednica unutar interkalibracijskih tipova R-EX5, R-EX6, R-EX7 i R-EX-8:

- zajednica u kojoj dominiraju mahovine (PF) – ova zajednica u referentnom stanju, ovisno u uvjetima u kojima se razvija, može biti vrlo bogata vrstama ili pak građena od svega nekoliko vrsta (npr. ukoliko je brzina vode jaka ili zasjena znatna).
- zajednica u kojoj dominiraju herbidi i drugi morfološki oblici vaskularnih biljaka (miriofilidi i magnopotamidi prije svega) (BN). Najčešća i konstantna vrsta u ovoj zajednici je *Berula erecta*, a često je javljaju i druge vrste kao što su *Mentha aquatica*, *Veronica anagalis-aquatica*, *V. beccabunga*, *Myosotis scorpioides*, *Nasturtium officinale*, *Juncus effusus*, *Apium repens*, *Myriophyllum spicatum* i druge.
- zajednica u kojoj dominiraju morfološki tipovi nimfeide i valisneride (Sp) – tj. *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria saggitifolia*, *Nymphaea alba* te vrste oligotrofnih i slabo eutrofnih voda: *Callitriche hamulata*, Characeae, *Lemna trisulca*, *P. gramineus*, *Riccia fluitans*, *Utricularia* spp., *Hipuris vulgaris* i druge.
- zajednica u kojoj dominira miriofilidni morfološki tip (My) – tj. *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus trichophyllus* i druge vrste vodenih žabnjaka (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*), i širokolisne vrste mrijesnjava (*P. lucens*, *P. perfoliatus*).
- zajednica u kojoj dominiraju širokolisne vrste mrijesnjava (Po) – tj. *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. gramineus*.
- zajednica u kojoj dominiraju žabovlatke (Ca) – rijetka zajednica razvijena u malim tekućicama s organogenom ili silikatno-organogenoj podlozi u kojoj dominiraju vrste roda *Callitriche*.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Granice klasa

Ekološko stanje raspodijeljeno je u pet klasa: vrlo dobro, dobro, umjereno, loše i vrlo loše.

Granice klasa (Tablica 7. 13) postavljene su u zone izrazite promjene sastava makrofitske zajednice analizom diskontinuiteta u odnosu okolišnih pritisaka i odgovora zajednice (engl. pressure-response relationship) koji su podešeni ekspertnom procjenom temeljenom na promjenama u pridolasku tip specifičnih referentnih vrsta te tolerantnih vrsta. Granice klasa naknadno su modificirane na temelju provedenog post-interkalibracijskog postupka usklađenja za tekućice iz istočnokontinentalnog i mediteranskog geografskog područja budući da je skup referentnih zajednica isti.

Tablica 8.13. Klasifikacija OEK vrijednosti u kategorije ekološkog stanja.

Kategorija	Zajednica	Raspon OEK	Tumačenje
Vrlo dobro	PF	>0,70	Granica VD/D predstavlja četvrtinu (0,25) ispod vrijednosti medijana pri kojoj su vrste grupe A (referentne vrste) u jasnoj dominaciji, a vrste grupe C potpuno odsutne.
	BN	>0,65	
	Sp, My, Po, Ca	>0,79	
Dobro	PF	0,47-0,69	Granica D/U je točka u kojoj vrste grupe B (indiferentne vrste) postaju dominantne, a vrste grupe A još uvijek dominiraju nad vrstama grupe C.
	BN	0,46-0,64	
	Sp, My, Po, Ca	0,55-0,78	
Umjereno	PF	0,29-0,46	Granica U/L je postavljena kao srednja vrijednost gdje u zajednici počinju dominirati vrste grupe C (pokazatelji poremećaja), a vrste grupe A nestaju.
	BN	0,24-0,45	
	Sp, My, Po, Ca	0,30-0,54	
Loše	PF	0-0,28	Granica L/VL je točka u kojoj se gubi makrofitska vegetacija.
	BN	0-0,23	
	Sp, My, Po, Ca	0-0,29	
Vrlo loše	PF	-	Potpuni nestanak makrofitske vegetacije zbog antropogenog pritiska.
	BN	-	
	Sp, My, Po, Ca	-	

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Detektirani pritisci

Pritisci koje detektira metoda ocjene ekološkog stanja na temelju makrofita su eutrofikacija i opća degradacija. Na temelju rezultata analiza korelacije (Tablice 8.14 i 8.15) može se zaključiti da metoda reagira na okolišne pritiske.

Tablica 8.14. Korelacijski koeficijenti između OEK vrijednosti i fizikalno-kemijskih parametara vode.

	OEK			OEK	
	Pearsonov koeficijent korelacije	Značajnost		Spearmanov koeficijent korelacije	Značajnost
log_t	-0,154*	0,045	t	-0,274**	0,000
log_pH	0,089	0,251	pH	0,018	0,816
log_električna vodljivost	-0,452**	0,000	električna vodljivost	-0,452**	0,000
log_ukupne suspendirane tvari	-0,460**	0,000	ukupne suspendirane tvari	-0,401**	0,000
log_alkalitet	-0,313**	0,000	alkalitet	-0,321**	0,000
log_tvrdoća	-0,365**	0,000	tvrdoća	-0,364**	0,000
log_O2_otopljeni	0,255**	0,001	O2_otopljeni	0,309**	0,000
log_O2_zasićenje	0,255**	0,001	O2_zasićenje	0,265**	0,000
log_NH3	-0,371**	0,000	NH3	-0,400**	0,000
log_NO2	-0,460**	0,000	NO2	-0,431**	0,000
log_NO3	-0,027	0,723	NO3	-0,155*	0,043
log_N_ukupni	-0,278**	0,000	N_ukupni	-0,351**	0,000
log_PO4	-0,500**	0,000	PO4	-0,479**	0,000
log_P_ukupni	-0,525**	0,000	P_ukupni	-0,473**	0,000

**Korelacija je značajna na razini 0,01.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 8.15. Korelacijski koeficijenti između OEK vrijednosti i različitih mjera opće degradacije (EXT – % ekstenzivna poljoprivreda, INT – % intenzivna poljoprivreda, NAT – % prirodna i poluprirodna područja, ART – % urbanizirana područja).

	Pearsonov koeficijent korelacije	Značajnost		Spearmanov koeficijent korelacije	Značajnost
log_EXT	-0,018	0,433	EXT	-0,083	,216
log_INT	-0,334**	0,001	INT	-0,366**	,000
log_NAT	0,196*	0,032	NAT	0,360**	,000
log_URB	-0,222*	0,043	URB	-0,314**	,001

**Korelacija je značajna na razini 0,01.

Provjera usklađenosti s ODV

Da bi metoda za ocjenu ekološkog stanja bila prihvatljiva potrebna je usklađenost s kriterijima ODV-a (Tablica 8.16).

Tablica 8.16. Popis kriterija i ocjena sukladnosti s ODV-om.

Kriteriji	Izvršeno
Ekološko stanje razvrstano je u jedan od pet razreda	da
Vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje postavljeno je u skladu s normativnim definicijama ODV-a (postupak postavljanja granica)	da
Uključeni su svi relevantni parametri koji utječu na biološke elemente kakvoće (BEK)	da
Procjena je prilagođena interkalibracijskim uobičajenim tipovima koji su definirani u skladu s tipološkim zahtjevima ODV-a, a odobreni od WG ECOSTAT-a	da
Vodno se tijelo procjenjuje na temelju tipičnih, gotovo prirodnih referentnih uvjeta	da
Rezultati procjene izražavaju se kao OEK	da
Postupak uzorkovanja omogućava reprezentativne informacije o kvaliteti vode / ekološkom stanju u prostoru i vremenu	da
Svi podaci relevantni za procjenu bioloških parametara navedenih u normativnim definicijama ODV obuhvaćeni su postupkom uzorkovanja	da
Odabrana taksonomska razina postiže odgovarajuću pouzdanost i preciznost u razvrstavanju	da

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Transformacija granica klasa

Kako je vidljivo iz Tablice 8.13 granice klasa na temelju vrijednosti OEK nisu jedinstvene, već se razlikuju ovisno o tipovima makrofitskih zajednica. Kako bi se granice klasa ujednačile (harmonizirale), provedene su linearne transformacije (piecewise linear transformation) navedene u Tablici 8.17.

Tablica 8.17. Klasifikacija OEK vrijednosti u kategorije ekološkog stanja i pripadajuće transformacijske jednadžbe kako bi se dobili ujednačeni i jedinstveni rasponi klasa za sve zajednice makrofita.

Kategorija	Zajednica	Raspon OEK	Transformirani raspon OEK	Transformacijske jednadžbe
Vrlo dobro	PF	>0,70	>0,8	$0,8+0,2*(OEK-0,7)/0,3$
	BN	>0,65	>0,8	$0,8+0,2*(OEK-0,65)/0,35$
	Sp, My, Po, Ca	>0,79	>0,8	$0,8+0,2*(OEK-0,79)/0,21$
Dobro	PF	0,47-0,69	0,6-0,79	$0,6+0,2*(OEK-0,47)/0,23$
	BN	0,46-0,64	0,6-0,79	$0,6+0,2*(OEK-0,46)/0,19$
	Sp, My, Po, Ca	0,55-0,78	0,6-0,79	$0,6+0,2*(OEK-0,55)/0,24$
Umjereno	PF	0,29-0,46	0,4-0,59	$0,4+0,2*(OEK-0,29)/0,18$
	BN	0,24-0,45	0,4-0,59	$0,4+0,2*(OEK-0,24)/0,22$
	Sp, My, Po, Ca	0,30-0,54	0,4-0,59	$0,4+0,2*(OEK-0,3)/0,25$
Loše	PF	0-0,28	0,2-0,39	$0,2+0,2*(OEK)/0,29$
	BN	0-0,23	0,2-0,39	$0,2+0,2*(OEK)/0,24$
	Sp, My, Po, Ca	0,00-0,29	0,2-0,39	$0,2+0,2*(OEK)/0,29$
Vrlo loše	PF	-	<0,2	
	BN	-	<0,2	
	Sp, My, Po, Ca	-	<0,2	

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Na temelju transformacija granice klasa ekološkog stanja za sve makrofitske zajednice navedene su u Tablici 8.18.

Tablica 8.18. Klasifikacija OEK vrijednosti u kategorije ekološkog stanja nakon provedenih linearnih transformacija.

Kategorija	granica
VD/D	0,8
D/U	0,6
U/L	0,4

Zaključak

Nacionalna metoda za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita temelji se na uzorkovanju makrofita sa svih staništa koja se nalaze u koritu rijeke i riječnim obalama. Referentni indeks definira vrste za tip specifična referentna stanja i vrste koje indiciraju poremećaje, odnosno nespecifična stanja za određeni riječni tip. Vrste koje se uzimaju u obzir pripadaju parožinama i ostalim makroalgama, mahovinama i vaskularnim biljkama.

Na temelju abundancije makrofita u pojedinoj od tri indikatorske grupe računa se referentni indeks (RI) koji se transformira u omjer ekološke kakvoće (OEK). Korelacijske analize pokazuju da OEK odgovara na fizikalno-kemijske i hidromorfološke pritiske. Granice klasa postavljene su u skladu sa zahtjevima ODV i modificirane na temelju provedenih post-interkalibracijskih usklađivanja za tekućice istočnokontinentalnog i mediteranskog geografskog područja. Granice klasa naknadno su transformirane linearnim transformacijama.

Literatura

Alegro, A. 2019. Report on fitting of Croatian classification method for macrophytes in rivers to the results of the completed intercalibration of the Eastern-Continental GIG (RE2 and R-E3). Hrvatske vode, Zagreb.

Anonymus 2015. Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće. Hrvatske vode, Zagreb.

Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A., Foerster, J. 2006. Instruction Protocol for the Ecological Assessment of running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Bavarian Environment Agency, Munich.

Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Vogel, A., Gutowski, A. 2012. Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten und Phytobenthos (PHYLIB). Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach.

9 Prikaz revidiranih bioloških metoda ocjene ekološkog stanja, prema poglavljima definiranim u Metodologiji, ovisno o tome koji dio metode je revidiran

Biološki element: Makrozoobentos

Uvod

za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrozoobentosa potrebno je odrediti dva modula:

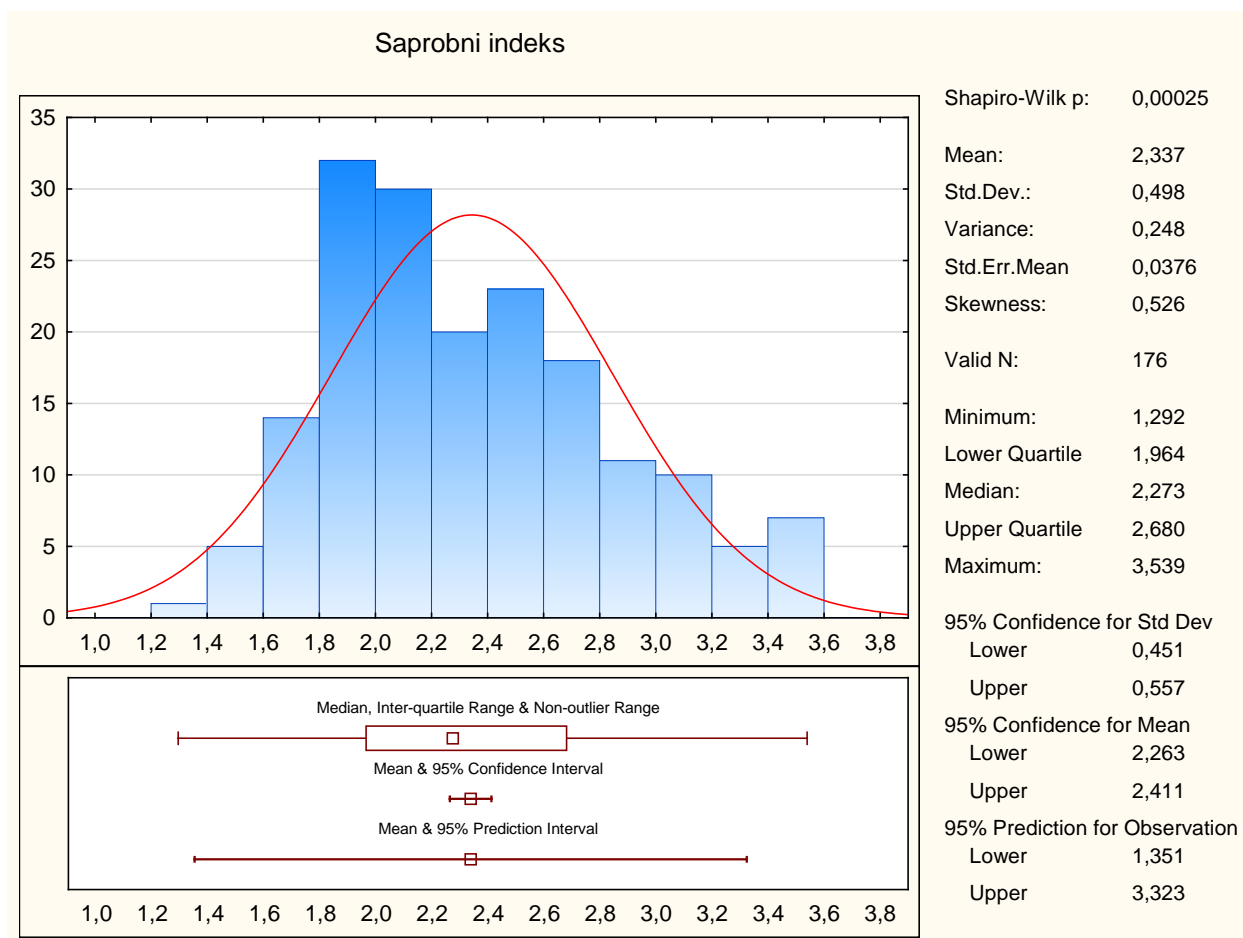
- Saprobnost - određivanje razine opterećenja tekućica organskim tvarima
- Opća degradacija – određivanje ukupnih antropogenih promjena

Konačnu ocjenu ekološkog stanja određuje modul koji ima nižu vrijednost.

Modul saprobnost

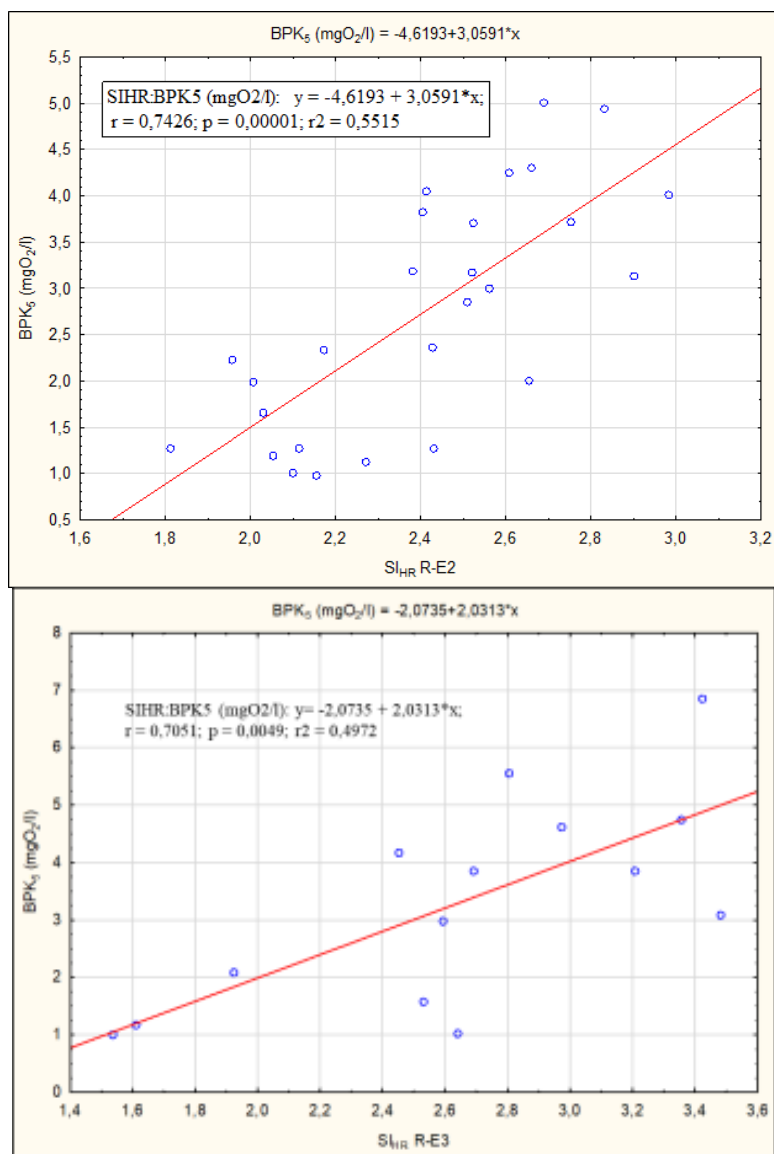
Dosadašnju praksu izračuna modula saprobnost smatramo manjkavom, budući da predstavlja srednju vrijednost OEK metrika koje su iz iste skupine (grupe) metrika: primjerice za izračun modula saprobnost za hrvatski tip HR-R_2A (R-EX5) koriste se čak četiri metrike iz grupe osjetljivost / tolerantnost (OEK(OSI%) + OEK(SI_{HR}) + OEK(BMWP) + OEK(PBI)). Predlažemo da se za modul saprobnost koristi samo jedna metrika koja ima najbolji odziv prema organskom opterećenju, a ostale metrike držimo redundantnim.

Temeljem istraživanja provedenog u sklopu ovog projekta, predlažemo da se u okviru modula saprobnost koristi isključivo saprobni indeks (SI_{HR}), budući da navedena metrika ima dugogodišnju tradiciju korištenja u RH, te pokazuje normalnu raspodjelu (Slika 9.1) na nacionalnim postajama koje su korištene u postupku interkalibracije za zajedničke interkalibracijske tipove R-E2 i R-3 te R-EX5 i R-EX6. Također SI_{HR} pokazuje snažan odziv prema organskom opterećenju, kako za R-E2 i R-3 interkalibracijske tipove (Slika 9.2), tako i za R-EX5 i R-EX6 tipove (Slika 9.3). Korelacije (Spearman) SI_{HR} te skupine metrika iz modula saprobnost (prema Metodologiji) s pokazateljima organskog opterećenja (KPK_{Mn} i BPK₅) također potvrđuju naš prijedlog (Tablica 9.1). Osvježena lista svojti sa saprobnim vrijednostima nalazi se u Tablici 9.2.



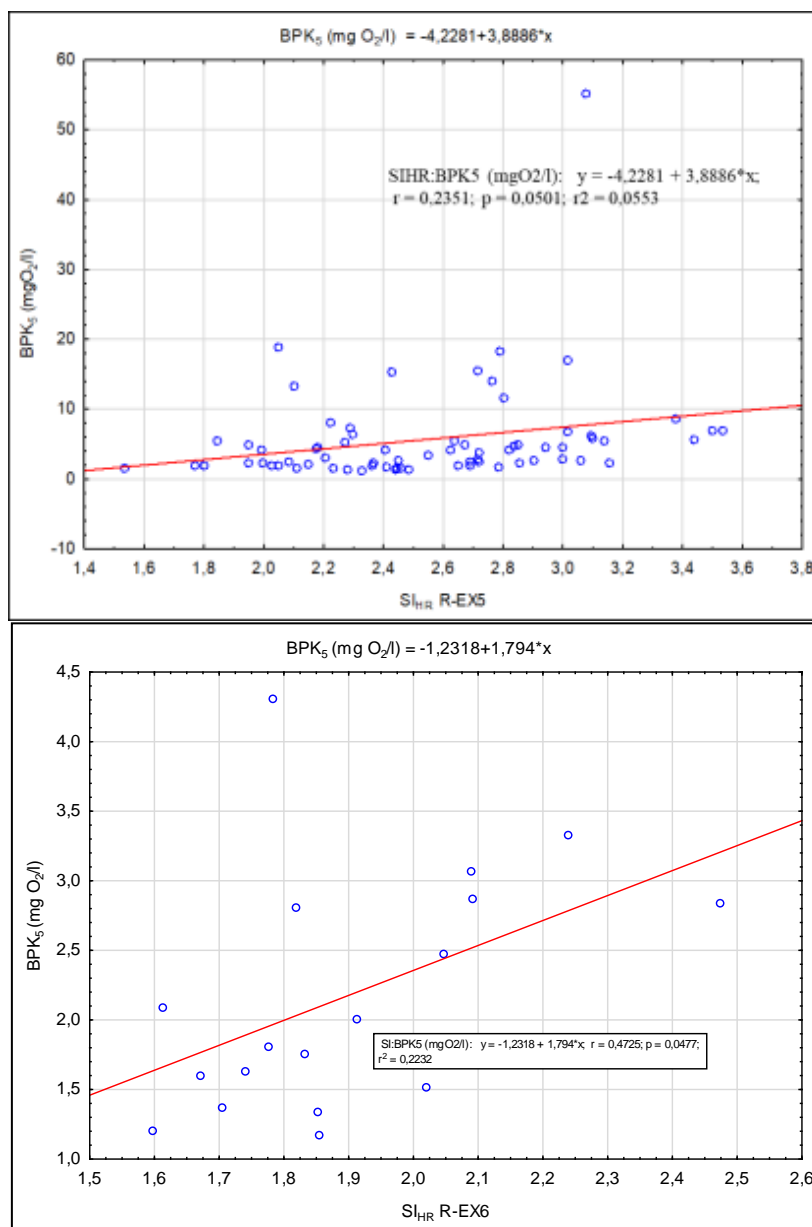
Slika 9.1. Osnovne statističke mjere i prikaz raspodjele vrijednosti SI_{HR} za postaje koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima EC GIG-a.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 9.2. Regresijski pravac BPK₅ i SI_{HR} za interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 9.3. Regresijski pravac BPK₅ i SI_{HR} za interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6.

Tablica 9.1. Korelacije (Spearman) između SI_{HR} i skupine metrika modula saprobnost (prema Metodologiji) s pokazateljima organskog opterećenja (KPK_{Mn} i BPK₅).

Variable	SI _{HR}	Modul saprobnost (Metodologija)
KPK _{Mn} (mgO ₂ /l)	0,62	-0,111
BPK ₅ (mgO ₂ /l)	0,39	-0,019

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. Lista svojti sa saprobnim vrijednostima.

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobn vrijednost (SI)
Arachnidia	HYGROBATIDAE	<i>Hygrobates</i>	sp.	15527	1,4
Bivalvia	CORBICULIDAE	<i>Corbicula</i>	sp.	11178	2,2
Bivalvia	DREISSENIDAE	<i>Dreissena</i>	<i>polymorpha</i>	4999	1,9
Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Musculium</i>	<i>lacustre</i>	7966	2,4
Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Pisidium</i>	<i>amnicum</i>	6409	1,8
Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Pisidium</i>	sp.	6425	2,4
Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium</i>	<i>corneum</i>	6882	2,3
Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium</i>	<i>rivicola</i>	6884	2,2
Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium</i>	sp.	6886	2,4
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Anodonta</i>	<i>anatina</i>	7381	2,2
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Anodonta</i>	<i>cygnea</i>	4324	2
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Anodonta</i>	sp.	4326	2,2
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Pseudanodonta</i>	<i>complanata</i> ssp.	19396	1,9
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Sinanodonta</i>	<i>woodiana</i>	6858	2,3
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	<i>crassus</i> ssp.	19440	1,8
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	<i>pictorum</i> ssp.	19441	2
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	<i>tumidus</i> ssp.	19442	2
Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	sp.	7138	1,8
Coelenterata	HYDRIDAE	<i>Hydra</i>	sp.	5502	1,8
Coleoptera	DRYOPIDAE	<i>Dryops</i>	sp.	17749	2
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Acilius</i>	<i>canaliculatus</i>	17453	2,4
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Acilius</i>	<i>sulcatus</i>	17456	2,6
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Acilius</i>	sp.	17455	2,6
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Agabus</i>	sp.	17492	2,5
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Copelatus</i>	<i>haemorrhoidalis</i>	17654	2,5
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Cybister</i>	<i>lateralimarginalis</i>	17663	2,8
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Deronectes</i>	<i>latus</i>	17701	1,4
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Dytiscus</i>	sp.	17766	2,1
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Hydroglyphus</i>	<i>geminus</i>	18182	2,5
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Hydroporus</i>	sp.	98	2
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Hydrovatus</i>	<i>cuspidatus</i>	18263	2,1
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Laccophilus</i>	<i>hyalinus</i>	18356	2
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Oreodytes</i>	<i>sanmarkii</i>	18616	1,4
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Oreodytes</i>	sp.	18618	1,4
Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Platambus</i>	<i>maculatus</i>	18649	2,3
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	<i>aenea</i>	17768	1,4
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	<i>latreillei</i>	17773	0,7
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	<i>maugettii</i>	17774	1,5
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	sp.	17779	1,4
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Esolus</i>	<i>angustatus</i>	17816	1,2
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Esolus</i>	<i>parallelepipedus</i>	17820	1,6
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Esolus</i>	sp.	17822	1,2
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Limnius</i>	<i>perrisi</i>	18418	1,4
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Limnius</i>	<i>volckmari</i>	18421	1,6

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Limnius</i>	sp.	18419	1,4
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Macronychus</i>	<i>quadrituberculatus</i>	18432	2
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Normandia</i>	<i>nitens</i>	18480	1,2
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Oulimnius</i>	<i>tuberculatus</i>	18629	1,9
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Riolus</i>	<i>cupreus</i>	18693	1,9
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Riolus</i>	<i>subviolaceus</i>	18696	1,5
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Riolus</i>	sp.	18695	1,4
Coleoptera	ELMIDAE	<i>Stenelmis</i>	<i>canaliculata</i>	18722	1,3
Coleoptera	GYRINIDAE	<i>Gyrinus</i>	<i>distinctus</i>	17867	1,8
Coleoptera	GYRINIDAE	<i>Gyrinus</i>	sp.	17874	1,8
Coleoptera	GYRINIDAE	<i>Orectochilus</i>	<i>villosus</i>	18613	1,8
Coleoptera	HALIPLIDAE	<i>Brychius</i>	<i>elevatus</i>	17593	1,7
Coleoptera	HALIPLIDAE	<i>Haliplus</i>	sp.	17901	1,8
Coleoptera	HALIPLIDAE	<i>Peltodytes</i>	<i>caesus</i>	18641	2,5
Coleoptera	HELOPHORIDAE	<i>Helophorus</i>	<i>brevipalpis</i>	17919	2,5
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>alpicola</i>	18010	0,4
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>belgica</i>	18022	1,6
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>excisa</i>	18059	1,6
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>gracilis</i>	18064	1,6
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>minutissima</i>	18091	1,3
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>nigrita</i>	18095	1,3
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>riparia</i>	18114	1,6
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	sp.	18130	1,4
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Limnebius</i>	sp.	18407	1,6
Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Limnebius</i>	<i>truncatellus</i>	18409	1,5
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Coelostoma</i>	<i>orbiculare</i>	17643	2,7
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Cymbiodyta</i>	<i>marginella</i>	17668	2,5
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Hydrobius</i>	<i>fuscipes</i>	18157	2,8
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Hydrochus</i>	sp.	18178	2,8
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Hydrophilus</i>	<i>piceus</i>	18189	2,8
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Laccobius</i>	<i>minutus</i>	18337	2,5
Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Limnoxenus</i>	<i>niger</i>	18425	2,7
Coleoptera	NOTERIDAE	<i>Noterus</i>	<i>clavicornis</i>	18488	2,9
Coleoptera	NOTERIDAE	<i>Noterus</i>	<i>crassicornis</i>	18489	3
Crustacea	ASELLIDAE	<i>Asellus</i>	<i>aquaticus</i>	8691	2,8
Crustacea	ASELLIDAE	<i>Asellus</i>	<i>aquaticus</i> (karstic type)	21930	1,6
Crustacea	ASTACIDAE	<i>Astacus</i>	<i>astacus</i>	4357	1,8
Crustacea	ASTACIDAE	<i>Astacus</i>	<i>leptodactylus</i>	4358	2
Crustacea	ASTACIDAE	<i>Austropotamobius</i>	<i>pallipes</i>	7791	1
Crustacea	ASTACIDAE	<i>Austropotamobius</i>	<i>torrentium</i>	7460	1,2
Crustacea	ATYIDAE	<i>Atyaephyra</i>	<i>desmaresti</i>	9272	2,3
Crustacea	CAMBARIDAE	<i>Orconectes</i>	<i>limosus</i>	6199	2,4
Crustacea	COROPHIIDAE	<i>Corophium</i>	<i>curvispinum</i>	4749	2,1
Crustacea	CRANGONYCTIDAE	<i>Synurella</i>	<i>ambulans</i>	6960	2,1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Crustacea	CRANGONYCTIDAE	<i>Synurella</i>	<i>ambulans</i> (karstic type)	21938	1,8
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	<i>haemobaphes</i>	7854	2,2
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	<i>villosus</i>	7517	2,1
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	<i>haemobaphes/villosus</i>	14417	2,2
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	sp.	8961	2,2
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	<i>acarinatus</i>	21761	1,5
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	<i>cari</i>	21769	1
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	<i>thoni</i>	21802	1,5
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	sp.	8918	1,5
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	<i>dalmatinus</i> ssp.	21950	1
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	<i>dalmatinus dalmatinus</i>	21928	1
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	<i>dalmatinus krkensis</i>	21929	0,8
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	sp.	21927	1
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Gammarus</i>	<i>balcanicus</i>	12330	1,2
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Gammarus</i>	<i>fossarum</i>	5288	1,7
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Gammarus</i>	<i>roeselii</i>	5292	2,3
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Niphargus</i>	<i>hrabei</i>	7792	2
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Niphargus</i>	spp.	6127	0,1
Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Obesogammarus</i>	<i>obesus</i>	9799	2
Crustacea	JANIRIDAE	<i>Jaera</i>	<i>istri</i>	8700	1,8
Diptera	ANTHOMYIDAE	<i>Limnophora</i>	sp.	5872	1,4
Diptera	ATHERICIDAE	<i>Atherix</i>	<i>ibis</i>	4363	1,6
Diptera	ATHERICIDAE	<i>Ibisia</i>	<i>marginata</i>	4364	1,9
Diptera	BLEPHARICERIDAE	<i>Liponeura</i>	sp.	5891	0,4
Diptera	CHAOBORIDAE	<i>Chaoborus</i>	sp.	4636	2,1
Diptera	CHIRONOMIDAE	<i>Chironomus</i>	<i>plumosus</i> -Gr.	4658	3,6
Diptera	CHIRONOMIDAE	<i>Chironomus</i>	<i>thummi</i> -Gr.	10900	3,5
Diptera	CHIRONOMIDAE	<i>Chironomini (excl. Chironomus)</i>		4644	2,5
Diptera	CHIRONOMIDAE	<i>Prodiamesa</i>	<i>olivacea</i>	6583	2,7
Diptera	DIXIDAE	<i>Dixa</i>	sp.	4989	1,7
Diptera	LIMONIIDAE	<i>Antocha</i>	<i>virtripennis</i>		1,5
Diptera	MUSCIDAE	<i>Limnophora</i>	sp.	5872	1,4
Diptera	PEDICIIDAE	<i>Dicranota</i>	sp.	4955	1,9
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Prosimulium</i>	sp.	6591	1,4
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>argenteostriatum</i>	7845	0,6
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>balcanicum</i>	7850	2,2
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>cryophilum</i>	7839	1,6
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>equinum</i>	7851	2,2
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>erythrocephalum</i>	8819	2,2
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>lineatum</i>	7852	2,2
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>monticola</i>	6848	1,6
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>posticatum</i>	6851	2
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>reptans</i>	6852	1,9
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>tuberosum</i>	6854	1,4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>variegatum</i>	6855	1,4
Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i> (<i>Wilhelmia</i>)	sp.	9762	2
Diptera	STRATIOMYIIDAE	<i>Stratiomys</i>	sp.	6932	2,8
Diptera	SYRPHIDAE	<i>Eristalinae</i>	Gen. sp.	9323	4
Diptera	SYRPHIDAE	<i>Eristalis</i>	sp.	5151	3,6
Diptera	TABANIDAE	<i>Tabanus</i>	sp.	6963	2,1
Diptera	TIPULIDAE	<i>Tipula</i>	sp.	7077	1,8
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Alainites</i>	<i>muticus</i>	4409	1,5
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>alpinus</i>	4381	1,2
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>fuscatus</i> gr.	4398	2,2
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>lutheri</i>	4406	1,6
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>melanonyx</i>	4408	1,3
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>rhodani</i>	4415	2,1
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>vernus</i>	4427	2,3
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	sp.	4419	1,7
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Centroptilum</i>	<i>luteolum</i>	8850	2
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Cloeon</i>	<i>dipterum</i>	4705	2,6
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Cloeon</i>	<i>simile</i>	4708	2,3
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Nigrobaetis</i>	<i>niger</i>	4410	1,8
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Procloeon</i>	<i>bifidum</i>	6574	2,2
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Procloeon</i>	<i>pennulatum</i>	4574	2,3
Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Procloeon</i>	sp.	9167	2,2
Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>horaria</i>	4519	2,2
Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>luctuosa</i>	4521	2,3
Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	4522	1,9
Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>pseudorivulorum</i>	4524	1,9
Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>rivulorum</i>	4526	1,9
Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>robusta</i>	4527	2,2
Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	sp.	4528	1,9
Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Ephemerella</i>	<i>mucronata</i>	5135	1,4
Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Ephemerella</i>	<i>notata</i>	5136	2
Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Ephemerella</i>	sp.	5137	1,8
Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	5131	2,1
Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Torleya</i>	<i>major</i>	7083	1,8
Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	<i>danica</i>	5124	1,8
Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	<i>lineata</i>	5127	2,1
Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	<i>vulgata</i>	5129	2,2
Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	sp.	5128	2
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>aurantiacus</i>	5037	2,2
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>helveticus</i> -Gr.	5045	0,9
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>submontanus</i>	5056	0,7
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>venosus</i> -Gr.	5059	1,2
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	sp.	5053	1,6

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Epeorus</i>	<i>assimilis</i>	12550	1,3
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Heptagenia</i>	<i>coerulans</i>	5449	2,2
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Heptagenia</i>	<i>sulphurea</i>	5457	2
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Heptagenia</i>	sp.	5456	1,8
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Rhithrogena</i>	<i>semicolorata</i> gr.	6744	1,9
Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Rhithrogena</i>	<i>diaphana</i> gr.	7753	1,6
Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habroleptoides</i>	<i>confusa</i>	5367	1,6
Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>fusca</i>	5369	1,5
Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>lauta</i>	5370	2
Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Leptophlebia</i>	<i>marginata</i>	5730	2
Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Leptophlebia</i>	<i>vespertina</i>	5732	1,8
Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Paraleptophlebia</i>	<i>submarginata</i>	6309	1,6
Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Paraleptophlebia</i>	sp.	5731	1,6
Ephemeroptera	OLIGONEURIIDAE	<i>Oligoneuriella</i>	<i>rhenana</i>	6182	1,9
Ephemeroptera	POLYMITARCYIDAE	<i>Ephoron</i>	<i>virgo</i>	5139	2,3
Ephemeroptera	POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus</i>	<i>luteus</i>	6510	2,2
Ephemeroptera	SIPHONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>aestivalis</i>	6859	2
Ephemeroptera	SIPHONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>alternatus</i>	6860	1,6
Ephemeroptera	SIPHONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>croaticus</i>	6862	1,6
Ephemeroptera	SIPHONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>lacustris</i>	6863	1,4
Ephemeroptera	SIPHONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	sp.	6864	1,6
Gastropoda	ACROLOXIDAE	<i>Acroloxus</i>	<i>lacustris</i>	4205	2,1
Gastropoda	BITHYNIIDAE	<i>Bithynia</i>	<i>leachii</i> ssp.	19308	2,1
Gastropoda	BITHYNIIDAE	<i>Bithynia</i>	<i>tentaculata</i>	4462	2,2
Gastropoda	HYDROBIIDAE	<i>Hydrobiidae</i> (excl. <i>Lithoglyphus</i> i <i>Potamopyrgus</i>)	Gen. sp.	20162	0,2
Gastropoda	HYDROBIIDAE	<i>Lithoglyphus</i>	<i>naticoides</i>	5896	2,2
Gastropoda	HYDROBIIDAE	<i>Potamopyrgus</i>	<i>antipodarum</i>	8251	2,8
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Galba</i>	<i>truncatula</i>	5284	1,8
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Lymnaea</i>	<i>stagnalis</i>	5916	2
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	<i>auricularia</i>	6669	2,3
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	<i>balthica</i>	16959	2,5
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	<i>labiata</i>	16982	2
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	sp.	6673	2,3
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Stagnicola</i>	<i>fuscus</i>	8254	1,8
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Stagnicola</i>	<i>palustris</i>	6905	2
Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Stagnicola</i>	sp.	9197	2
Gastropoda	MELANOPSIDAE	<i>Esperiana</i>	<i>esperii</i>	14268	2
Gastropoda	MELANOPSIDAE	<i>Holandriana</i>	<i>holandrii</i>	8721	1,7
Gastropoda	MELANOPSIDAE	<i>Microcolpia</i>	<i>daudebartii</i> ssp.	19359	2,1
Gastropoda	NERITIDAE	<i>Theodoxus</i>	<i>danubialis</i> ssp.	19411	1,9
Gastropoda	NERITIDAE	<i>Theodoxus</i>	<i>fluviatilis</i>	7025	1,7
Gastropoda	PHYSIDAE	<i>Aplexa</i>	<i>hypnorum</i>	4336	1,5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Gastropoda	PHYSIDAE	<i>Physa</i>	<i>fontinalis</i>	6395	1,5
Gastropoda	PHYSIDAE	<i>Physella</i>	<i>acuta</i>	6396	2,7
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Ancylus</i>	<i>fluviatilis</i>	4310	1,7
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Anisus</i>	sp.	8874	2,2
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Bathyomphalus</i>	<i>contortus</i>	4433	1,7
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Ferrissia</i>	<i>clessiniana</i>	5271	2,2
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Gyraulus</i>	<i>albus</i>	5354	1,9
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Gyraulus</i>	<i>crista</i>	5356	2,2
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Gyraulus</i>	<i>laevis</i>	5357	1,6
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Hippeutis</i>	<i>complanatus</i>	5483	1,8
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Planorbarius</i>	<i>corneus</i>	6431	2,2
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Planorbis</i>	<i>carinatus</i>	6435	1,7
Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Planorbis</i>	<i>planorbis</i>	6436	1,9
Gastropoda	PYRGULIDAE	<i>Pyrgula</i>	<i>annulata</i>	21935	1,8
Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Borysthenia</i>	<i>naticina</i>	4471	1,8
Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Valvata</i>	<i>cristata</i>	7142	2,2
Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Valvata</i>	<i>piscinalis</i> ssp.	19443	2,2
Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Valvata</i>	sp.	7146	2,2
Gastropoda	VIVIPARIDAE	<i>Viviparus</i>	<i>acerosus</i>	7155	2
Gastropoda	VIVIPARIDAE	<i>Viviparus</i>	<i>contectus</i>	7157	2,1
Gastropoda	VIVIPARIDAE	<i>Viviparus</i>	<i>viviparus</i>	7158	1,9
Heteroptera	APHELOCHEIRIDAE	<i>Aphelocheirus</i>	<i>aestivalis</i>	4335	1,8
Heteroptera	CORIXIDAE	<i>Sigara</i>	sp.	6829	2
Heteroptera	GERRIDAE	<i>Gerris</i>	sp.	5303	1,6
Heteroptera	HYDROMETRIDAE	<i>Hydrometra</i>	<i>stagnorum</i>	5546	1,6
Heteroptera	NAUCORIDAE	<i>Ilyocoris</i>	<i>cimicoides</i>	5652	2,1
Heteroptera	NEPIDAE	<i>Nepa</i>	<i>cinerea</i>	6118	2,1
Heteroptera	NEPIDAE	<i>Ranatra</i>	<i>linearis</i>	6674	1,9
Heteroptera	NOTONECTIDAE	<i>Notonecta</i>	<i>glauca</i>	6136	1,5
Heteroptera	NOTONECTIDAE	<i>Notonecta</i>	sp.	6139	2,2
Heteroptera	VELIIDAE	<i>Velia</i>	sp.	7150	1
Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina</i>	<i>lineata</i>	4973	3,1
Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina</i>	<i>punctata</i>	4974	2,2
Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	<i>nigricollis</i>	5158	2,7
Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	<i>octoculata</i>	5159	2,9
Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	<i>testacea</i>	5161	2,5
Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	sp.	5160	2,5
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Alboglossiphonia</i>	<i>heteroclita</i>	4261	2,5
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Alboglossiphonia</i>	<i>hyalina</i>	7856	2,6
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Batracobdelloides</i>	<i>moogi</i>	7857	2,5
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>complanata</i>	5304	2,5
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>concolor</i>	5307	2,3
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>nebulosa</i>	7725	2,2
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>paludosa</i>	5308	2,4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2 (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	sp.	5310	2,7
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Helobdella</i>	<i>stagnalis</i>	5413	2,7
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Hemiclepsis</i>	<i>marginata</i>	5444	2,2
Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Theromyzon</i>	<i>tessulatum</i>	7034	2,4
Hirudinea	HAEMOPIIDAE	<i>Haemopsis</i>	<i>sanguisuga</i>	5373	2,6
Hirudinea	PISCICOLIDAE	<i>Piscicola</i>	<i>geometra</i>	6408	2,1
Megaloptera	SIALIDAE	<i>Sialis</i>	<i>fuliginosa</i>	6821	2
Megaloptera	SIALIDAE	<i>Sialis</i>	<i>lutaria</i>	6822	2,2
Megaloptera	SIALIDAE	<i>Sialis</i>	sp.	6823	2,2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>affinis</i>	4221	2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>cyanea</i>	4222	2,2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>grandis</i>	4223	2,2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>mixta</i>	4225	2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	sp.	4226	2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Anax</i>	<i>imperator</i>	4308	2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Anax</i>	<i>parthenope</i>	7430	2
Odonata	AESHNIDAE	<i>Anax</i>	sp.	8871	2
Odonata	CALOPTERYGIDAE	<i>Calopteryx</i>	<i>splendens</i>	4530	2,2
Odonata	CALOPTERYGIDAE	<i>Calopteryx</i>	<i>virgo</i>	4532	1,8
Odonata	CALOPTERYGIDAE	<i>Calopteryx</i>	sp.	4531	2,2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>mercuriale</i>	4718	1,6
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>ornatum</i>	7421	1,6
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>puella</i>	4719	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>pulchellum</i>	4720	2,2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>scitulum</i>	7423	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	sp.	4722	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Cercion</i>	<i>lindenii</i>	7418	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Enallagma</i>	<i>cyathigerum</i>	5100	2,1
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Erythromma</i>	<i>najas</i>	5164	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Erythromma</i>	sp.	8984	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Erythromma</i>	<i>viridulum</i>	5165	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Ischnura</i>	<i>elegans</i>	5658	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Ischnura</i>	<i>pumilio</i>	5659	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Ischnura</i>	sp.	9045	2
Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Pyrrhosoma</i>	<i>nymphula</i>	6667	2
Odonata	CORDULEGASTRIDAE	<i>Cordulegaster</i>	<i>bidentata</i>	7410	1,4
Odonata	CORDULIIDAE	<i>Somatochlora</i>	<i>metallica</i>	6878	2,1
Odonata	GOMPHIDAE	<i>Gomphus</i>	<i>flavipes</i>	7433	2,2
Odonata	GOMPHIDAE	<i>Gomphus</i>	<i>vulgatissimus</i>	5332	2
Odonata	GOMPHIDAE	<i>Gomphus</i>	sp.	5331	2
Odonata	GOMPHIDAE	<i>Onychogomphus</i>	<i>forcipatus forcipatus</i>	6194	1,9
Odonata	GOMPHIDAE	<i>Ophiogomphus</i>	<i>cecilia</i>	8175	1,9
Odonata	LESTIDAE	<i>Chalcolestes</i>	<i>viridis</i>	4629	2,2
Odonata	LESTIDAE	<i>Lestes</i>	sp.	5736	2,1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2 (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Libellula</i>	<i>depressa</i>	5795	2,2
Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Libellula</i>	<i>quadrimaculata</i>	5797	2,1
Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Libellula</i>	sp.	9066	2,2
Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	<i>pedemontanum</i>	6947	2,1
Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	<i>striolatum</i>	7444	2,1
Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	<i>vulgatum</i>	6949	2,1
Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	sp.	9205	2,1
Odonata	PLATYCNEMIDIDAE	<i>Platycnemis</i>	<i>pennipes</i>	6438	2
Oligochaeta	AELOSOMATIDAE	<i>Aelosomatidae</i>	Gen. sp.	9241	2,5
Oligochaeta	AELOSOMATIDAE	<i>Aelosoma</i>	<i>variegatum</i>	10642	2,5
Oligochaeta	AELOSOMATIDAE	<i>Aelosoma</i>	<i>hemprichi</i>	7976	2,2
Oligochaeta	HAPLOTAXIDAE	<i>Haplotaxis</i>	<i>gordioides</i>	5401	1,4
Oligochaeta	LUMBRICIDAE	<i>Eiseniella</i>	<i>tetraedra</i>	5075	2
Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	<i>Lumbriculidae</i>	Gen. sp.	7490	2,3
Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	<i>Lumbriculus</i>	<i>variegatus</i>	5907	2,5
Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	<i>Rhynchelmis</i>	<i>limosella</i>	6789	2,8
Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	<i>Stylodrilus</i>	<i>heringianus</i>	6935	1,7
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Chaetogaster</i>	<i>diaphanus</i>	4616	2,3
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Chaetogaster</i>	<i>diastrophus</i>	4617	2,1
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Chaetogaster</i>	sp.	4621	2,1
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Dero</i>	sp.	4914	2,9
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>barbata</i>	6070	2,6
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>behningi</i>	7988	1,4
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>bretscheri</i>	6071	2,4
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>communis</i>	6072	2,7
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>elinguis</i>	6073	2,8
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>pseudobtusa</i>	6075	2,1
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>simplex</i>	6076	2,6
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>variabilis</i>	6078	2,4
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	sp.	6077	2,6
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Ophidonais</i>	<i>serpentina</i>	6195	2,8
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>bilobata</i>	7202	2,7
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>foreli</i>	6554	2
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>longiseta</i>	6556	2,5
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>rosea</i>	7993	2,6
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	sp.	6560	2,5
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Slavina</i>	<i>appendiculata</i>	6871	2,1
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Specaria</i>	<i>josinae</i>	6879	2,3
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Stylaria</i>	<i>lacustris</i>	6934	2,3
Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Uncinaiis</i>	<i>uncinata</i>	7131	1,7
Oligochaeta	PROPAPPIDAE	<i>Propappus</i>	<i>volki</i>	6586	1,9
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Aulodrilus</i>	<i>pluriseta</i>	4377	2,2
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Branchiura</i>	<i>sowerbyi</i>	4494	2,4
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Embolocephalus</i>	<i>velutinus</i>	6890	1,7

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2 (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Limnodrilus</i>	<i>hoffmeisteri</i>	5863	3,5
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Limnodrilus</i>	<i>udekemianus</i>	5867	3,3
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Limnodrilus</i>	sp.	5866	3,3
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Potamothrix</i>	<i>bavaricus</i>	6529	2,2
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Potamothrix</i>	<i>hammoniensis</i>	6531	2,7
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Psammoryctides</i>	<i>albicola</i>	6620	2,5
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Psammoryctides</i>	<i>barbatus</i>	6621	2
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Psammoryctides</i>	<i>moravicus</i>	7493	2
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Spirosperma</i>	<i>ferox</i>	16107	2,3
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Spirosperma</i>	sp.	20403	2,3
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Tubifex</i>	<i>ignotus</i>	7114	2,4
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Tubifex</i>	<i>tubifex</i>	7116	3,6
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Tubificidae juv</i>	with hair chaetae	14394	2,7
Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Tubificidae juv</i>	without setae	14393	3,5
Plecoptera	CAPNIIDAE	<i>Capnia</i>	sp.	4552	1,3
Plecoptera	CHLOROPERLIDAE	<i>Chloroperla</i>	sp.	4671	1,3
Plecoptera	CHLOROPERLIDAE	<i>Siphonoperla</i>	sp.	6867	1,2
Plecoptera	LEUCTRIDAE	<i>Leuctra</i>	sp.	5790	1,3
Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Amphinemura</i>	sp.	4293	1,2
Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Nemoura</i>	<i>cinerea</i>	21356	2,3
Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Nemoura</i>	sp.	6108	1,4
Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Nemurella</i>	<i>pictetii</i>	6113	1
Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Protonemura</i>	sp.	6616	1,2
Plecoptera	PERLIDAE	<i>Dinocras</i>	<i>megacephala</i>	4981	1,2
Plecoptera	PERLIDAE	<i>Dinocras</i>	sp.	4982	1,2
Plecoptera	PERLIDAE	<i>Marthamea</i>	<i>vitripennis</i>	5950	1,4
Plecoptera	PERLIDAE	<i>Perla</i>	sp.	6372	1,2
Plecoptera	PERLODIDAE	<i>Isoperla</i>	sp.	5673	1,5
Plecoptera	PERLODIDAE	<i>Perlodes</i>	sp.	6377	1,2
Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Brachyptera</i>	<i>risi</i>	4487	1,4
Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Brachyptera</i>	sp.	4489	1,2
Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Rhabdiopteryx</i>	sp.	6682	1,4
Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Taeniopteryx</i>	<i>hubaulti</i>	6967	0,4
Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Taeniopteryx</i>	sp.	6971	1,5
Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Beraea</i>	<i>maurus</i>	4440	0,3
Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Beraea</i>	<i>pullata</i>	4441	0,5
Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Beraea</i>	sp.	4442	0,5
Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Ernodes</i>	sp.	8981	0,5
Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Brachycentrus</i>	<i>montanus</i>	4479	1,4
Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Brachycentrus</i>	<i>subnubilus</i>	4481	1,9
Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Micrasema</i>	<i>minimum</i>	5984	1,5
Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Micrasema</i>	<i>setiferum</i>	19358	1,5
Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Micrasema</i>	sp.	5986	1,5
Trichoptera	ECNOMIDAE	<i>Ecnomus</i>	<i>tenellus</i>	5064	2,7

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Agapetus</i>	sp.	4254	1,5
Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Glossosoma</i>	<i>bifidum</i>	5311	1,1
Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Glossosoma</i>	<i>conformis</i>	5314	1,2
Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Glossosoma</i>	sp.	5316	1,2
Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Synagapetus</i>	<i>krawanyi</i>	6955	0,3
Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Synagapetus</i>	sp.	6957	0,3
Trichoptera	GOERIDAE	<i>Goera</i>	<i>pilosa</i>	5329	2,1
Trichoptera	GOERIDAE	<i>Lithax</i>	<i>niger</i>	5893	0,2
Trichoptera	GOERIDAE	<i>Lithax</i>	sp.	5895	0,6
Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	<i>nigricornis</i>	6833	1,7
Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	<i>pallipes</i>	6834	1
Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	<i>piceus</i>	6835	1,7
Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	sp.	6836	1,5
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Cheumatopsyche</i>	<i>lepida</i>	4639	1,8
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>angustipennis angustipennis</i>	5588	2,5
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>bulbifera</i>	5589	2,5
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>bulgaromanorum</i>	5590	2,2
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>contubernalis contubernalis</i>	21231	2,4
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>dinarica</i>	5594	1,4
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>fulvipes</i>	5596	1,1
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>incognita</i>	8142	2
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>instabilis</i>	5598	1,8
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>modesta</i>	5599	2,4
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>pellucidula</i>	5601	2,3
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>saxonica</i>	5602	1,6
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>siltalai</i>	5604	2,2
Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	sp.	5605	2
Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Agraylea</i>	<i>sexmaculata</i>	4256	2,5
Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Hydroptila</i>	sp.	5616	2
Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Ithytrichia</i>	<i>lamellaris</i>	5677	1,1
Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Orthotrichia</i>	sp.	8651	2,1
Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Oxyethira</i>	sp.	6268	1,8
Trichoptera	LEPIDOSTOMATIDAE	<i>Crunoecia</i>	sp.	8946	0,2
Trichoptera	LEPIDOSTOMATIDAE	<i>Lepidostoma</i>	<i>hirtum</i>	5723	1,6
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Adicella</i>	<i>filicornis</i>	4211	0,4
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>albifrons</i>	4366	1,9
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>aterrimus</i>	4367	2,4
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>bilineatus bilineatus</i>	4368	1,9
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>cinereus</i>	4369	2,2
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>	<i>annulicornis</i>	4579	2,1
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>	<i>dissimilis</i>	4580	2,2
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>	sp.	4584	2,1
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Leptocerus</i>	<i>interruptus</i>	5727	2,5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Leptocerus</i>	sp.	9060	2,5
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	<i>azurea</i>	6062	2,1
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	<i>longicornis</i>	6063	2,4
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	<i>nigra</i>	6064	2,1
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	sp.	6065	2,1
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Oecetis</i>	<i>lacustris</i>	6171	2,3
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Oecetis</i>	<i>ochracea</i>	6173	2,4
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Oecetis</i>	sp.	6174	2,4
Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Triaenodes</i>	<i>bicolor</i>	7088	2,5
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Allogamus</i>	<i>uncatus</i>	4267	0,6
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Anabolia</i>	<i>furcata</i>	4298	2,4
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Anabolia</i>	sp.	4301	2,2
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Annitella</i>	sp.	8875	1,4
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Chaetopteryx</i>	<i>fusca</i>	4623	1,4
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Chaetopteryx</i>	sp.	4627	1,3
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Drusus</i>	<i>croaticus</i>	20877	0,8
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Drusus</i>	<i>discolor</i>	5007	0,8
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Drusus</i>	sp.	5014	0,8
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Ecclisopteryx</i>	<i>dalecarlica</i>	5033	1,1
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Ecclisopteryx</i>	sp.	8151	1,1
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Glyphotaelius</i>	<i>pellucidus</i>	5318	2,2
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Grammotaulius</i>	<i>nigropunctatus</i>	5335	2,1
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Halesus</i>	<i>digitatus</i>	5375	1,8
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Halesus</i>	<i>tesselatus</i>	5379	2,3
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Halesus</i>	sp.	5378	1,6
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	<i>decipiens</i>	5824	2,3
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	<i>lunatus</i>	5837	2,1
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	<i>rhombicus</i> ssp.	19351	1,8
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	sp.	5844	1,8
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Mesophylax</i>	sp.	5964	2
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Potamophylax</i>	<i>nigricornis</i>	6524	0,5
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Potamophylax</i>	<i>rotundipennis</i>	6526	2,3
Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Rhadicoleptus</i>	<i>alpestris alpestris</i>	21221	1,4
Trichoptera	ODONTOCERIDAE	<i>Odontocerum</i>	<i>albicorne</i>	6168	1,3
Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Philopotamus</i>	<i>montanus</i> ssp.	19382	1,2
Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Philopotamus</i>	<i>variegatus variegatus</i>	6389	1,2
Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Philopotamus</i>	sp.	6388	1,2
Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	<i>copiosa</i> ssp.	19448	1
Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	<i>occipitalis occipitalis</i>	7166	0,2
Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	<i>subnigra</i>	7169	1,6
Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	sp.	7168	1,4
Trichoptera	PHRYGANEIDAE	<i>Oligostomis</i>	<i>reticulata</i>	6185	2,1
Trichoptera	PHRYGANEIDAE	<i>Phryganea</i>	sp.	6393	1,5
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Cyrnus</i>	<i>trimaculatus</i>	4877	2,3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

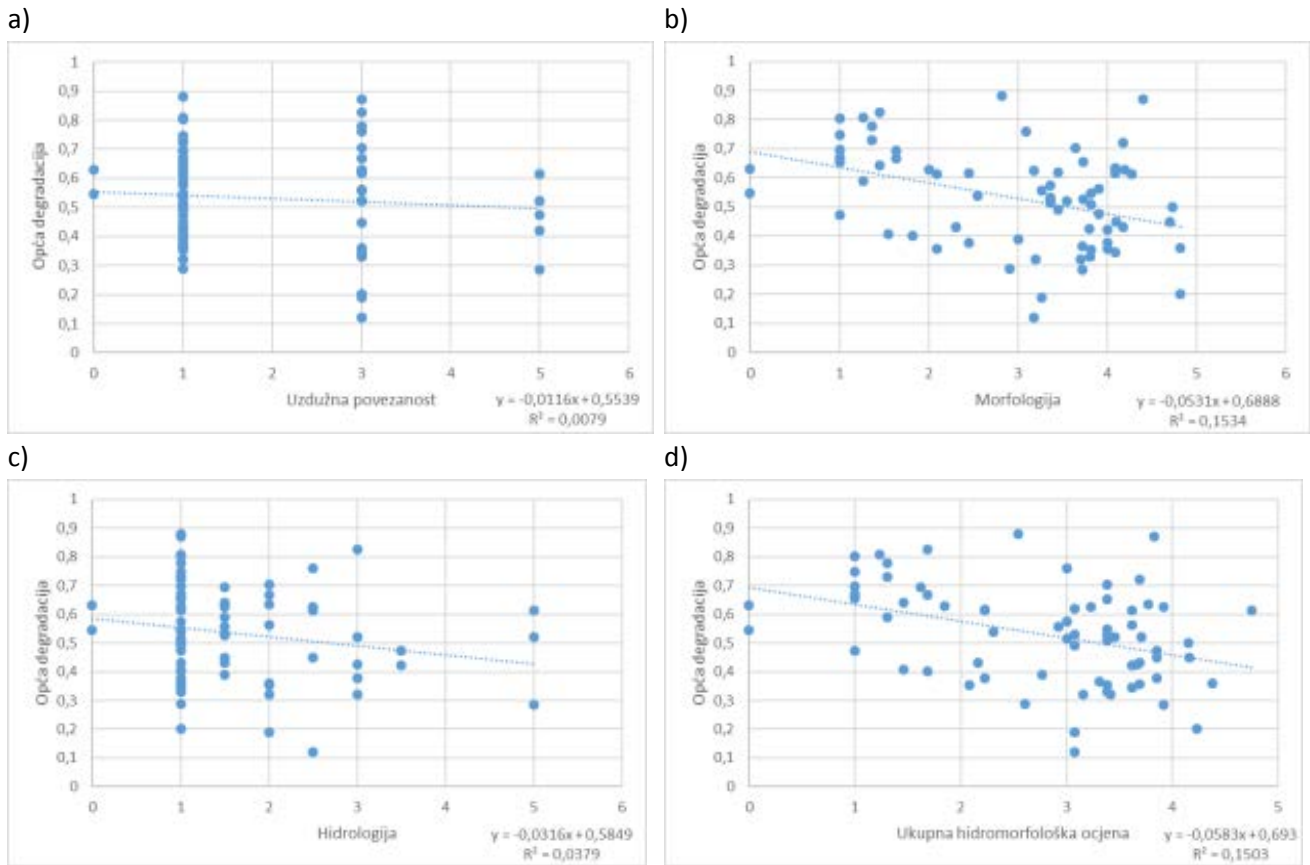
Tablica 9.2. (nastavak)

Svojte	Porodica	Rod	Vrsta	ID_ART	Saprobna vrijednost (SI)
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Holocentropus</i>	sp.	5489	2
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Holocentropus</i>	<i>stagnalis</i>	5490	2,5
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Neureclipsis</i>	<i>bimaculata</i>	6122	2,1
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Plectrocnemia</i>	<i>brevis</i>	6443	0,4
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Plectrocnemia</i>	<i>conspersa conspersa</i>	6444	1,6
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Plectrocnemia</i>	sp.	6447	1,7
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus</i>	<i>excisus</i>	6467	1,3
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus</i>	<i>flavomaculatus flavomaculatus</i>	6468	1,7
Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus</i>	<i>irroratus</i>	6469	1,6
Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Psychomyia</i>	<i>klapaleki</i>	21058	1,6
Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Psychomyia</i>	<i>pusilla</i>	6661	2
Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	<i>dives dives</i>	7062	0,9
Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	<i>unicolor</i>	7068	0,6
Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	sp.	7067	1
Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	<i>waeneri waeneri</i>	21224	2,2
Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>dorsalis persimilis</i>	21080	2
Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>hirticornis</i>	6767	0,7
Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>laevis</i>	6769	0,6
Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>torrentium</i>	6782	1,2
Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>tristis</i>	6784	1,1
Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	sp.	6780	1,4
Trichoptera	SERICOSTOMATIDAE	<i>Sericostoma</i>	<i>flavicorne</i>	6816	1,3
Trichoptera	SERICOSTOMATIDAE	<i>Sericostoma</i>	<i>personatum/flavicorne</i>	9747	1
Trichoptera	SERICOSTOMATIDAE	<i>Sericostoma</i>	sp.	6818	1,4
Turbellaria	DENDROCOELIDAE	<i>Dendrocoelum</i>	<i>lacteum</i>	4911	2,4
Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>gonocephala</i>	5018	1,2
Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>lugubris</i>	5019	2,1
Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>lugubris/polychroa</i>	9745	2,1
Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>tigrina</i>	5022	2,2
Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Crenobia</i>	<i>alpina</i>	4771	0,7
Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Planaria</i>	<i>torva</i>	6430	2,2
Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>felina</i>	6463	0,9
Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>nigra</i>	6464	2
Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>nigra/tenuis</i>	13666	2
Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>tenuis</i>	6465	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Modul opća degradacija

Prilikom revizije postojeće Metodologije i izračuna modula općadegradacija, utvrđeno je kako modul nema ili ima vrlo slabu korelaciju sa hidromorfološkim pritiscima (Slika 9.4).



Slika 9.4. Prikaz odnosa modula opća degradacija (iz Metodologije) na primjeru interkalibracijskog tipa R-EX5 i njegove slabe ili nepostojeće korelacije s hidromorfološkim ocjenama: a) Uzdužna povezanost; b) Morfologija; c) Hidrologija; d) Ukupna ocjena.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Revidirani modul opće degradacije

Nakon uvida u relativno slab odnos između hidromorfološkog pritiska i modula opće degradacije s metrikama koje izračunava računalni program Asterics, odlučili smo uključiti novu metriku koja reagira na ovaj pritisak. U navedenu svrhu konstruirana je metrika Indeks riječne faune (engl. *River fauna indeks*, RFI) prema metodologiji opisanoj u Urbanič i sur. (2014), te na temelju podataka iz nacionalne baze hidromorfološkog monitoringa.

Indeks riječne faune

Za izračun indeksa riječne faune (RFI) koristimo slijedeću formulu:

$$RFI = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

Gdje je:

ac_i – razred brojnosti svojte i

Rf_i – vrijednost riječne faune svojte i

HW_i – hidromorfološka indikatorska težina svojte i

Hidromorfološke indikatorske vrijednosti odnosno vrijednosti riječne faune (Rf_i) bile su određene korištenjem vrijednosti svojti (species scores) prve CCA osi (engl. biplot scaling):

$$Rf_i = \frac{SC_CCA1_i}{SC_CCA1_{max}}$$

Gdje je:

SC_CCA1_i - vrijednosti prve CCA osi svojte i ,

SC_CCA1_{max} – apsolutna maksimalna vrijednost svojti prve CCA osi.

Hidromorfološke indikatorske težine (HM_i) određene su temeljem tolerantnih vrijednosti svojti (engl. *root mean squared deviation for species*) prve CCA osi

Način određivanja hidromorfološke težine (HM_i) pojedinih svojti temeljem tolerantnih vrijednosti svojti (root mean squared deviation for species) prve CCA osi:

Tolerantna vrijednost (t_i)	HM_i
$t_i < 0,2$	5
$0,2 < t_i < 0,4$	4
$0,4 < t_i < 0,6$	3
$0,6 < t_i < 0,8$	2
$t_i > 0,8$	1

Operativne liste te proces izrade istih rađene su zasebno za HR tipove koji pripadaju interkalibracijskim tipovima R-E2 i R-E3 kao prva grupa, za interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6 kao druga grupate za interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX6 kao treća grupa.

Hidromorfološke indikatorske vrijednosti i indikatorske težine za HR tipove koji pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-E2 i R-3 bile su određene za 476 svojti makrozoobentosa na temelju odnosa sa određenim hidromorfološkim pokazateljima. Hidromorfološki pokazatelji korišteni u konačnoj CCA analizi kojom su određene indikatorske vrijednosti svojti, odabrani su s obzirom na njihov utjecaj na zajednicu. U navedenu svrhu korištena je kanonička analiza podudarnosti (CCA analiza). Hidromorfološki pokazatelji koji su prema prvoj CCA analizi (*Interactive forward selection*) imali statistički značajan utjecaj na zajednicu bili su: Tlocrtni oblik, Stupanj lateralnog kretanja riječnog korita, Količina drvenih ostataka na odsječku i vodnom tijelu (ukoliko se isti očekuju), Vrsta/struktura vegetacije na obalama i na okolnom zemljištu unutar zadane *buffer zone* (10 m) na odsječku i vodnom tijelu. U ovom elaboartu određene su hidromorfološke indikatorske vrijednosti i indikatorske težine za svojite makrozoobentosa, koje su zabilježene u setu od 41 uzoraka (Tablica 9.3).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitu i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. Lista svojiti sa hidromorfološkom indikatorskom vrijednošću (Rfi) i indikatorskom težinom (HWi) za potrebe izračuna indeksa riječne faune za tipove tekućica HR-R_3C, HR-R_3D, HR-R_4A, HR-R_4B i HR-R_4C.

ID_ART	Ime svojite	Rfi	Hwi
8360	<i>Ablabesmyia longistyla</i>	0,585	1
4205	<i>Acroloxus lacustris</i>	0,088	1
4226	<i>Aeshna</i> sp.	0,306	1
4261	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	-0,214	1
9346	Amphipoda Gen. sp.	0,374	1
4298	<i>Anabolia furcata</i>	0,448	1
4300	<i>Anabolia nervosa</i>	0,835	1
4308	<i>Anax imperator</i>	0,535	5
8871	<i>Anax</i> sp.	-0,370	5
4310	<i>Ancylus fluviatilis</i>	0,535	5
9342	Anisoptera Gen. sp.	0,833	5
4317	<i>Anisus spirorbis</i>	0,240	5
7381	<i>Anodonta anatina</i>	0,684	5
4324	<i>Anodonta cygnea</i> ssp.	0,809	1
4328	<i>Anopheles</i> sp.	-0,063	5
4330	<i>Antocha</i> sp.	0,810	3
4331	<i>Antocha vitripennis</i>	0,603	5
4335	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	0,627	3
8691	<i>Asellus aquaticus</i>	-0,084	1
4363	<i>Atherix ibis</i>	0,535	5
4366	<i>Athripsodes albifrons</i>	-0,154	5
4369	<i>Athripsodes cinereus</i>	0,206	1
4371	<i>Athripsodes</i> sp.	0,239	1
4377	<i>Aulodrilus plurisetus</i>	-0,090	1
4380	Baetidae Gen. sp.	0,506	1
4388	<i>Baetis buceratus</i>	0,573	5
21256	<i>Baetis buceratus/liebenauae/pentaplebodes/tracheatus/vernus</i>	-0,160	5
4394	<i>Baetis digitatus</i>	0,718	5
4397	<i>Baetis fuscatus</i>	0,469	1
4405	<i>Baetis liebenauae</i>	0,573	5
4406	<i>Baetis lutheri</i>	0,833	5
4415	<i>Baetis rhodani</i>	0,777	2
4419	<i>Baetis</i> sp.	-0,010	1
4423	<i>Baetis tracheatus</i>	-0,162	5
4427	<i>Baetis vernus</i>	-0,172	4
4444	<i>Beraeodes minutus</i>	0,684	5
8895	<i>Berosus</i> sp. Lv.	0,958	5
4462	<i>Bithynia tentaculata</i>	-0,103	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
4479	<i>Brachycentrus montanus</i>	0,833	5
4481	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	0,665	5
4494	<i>Branchiura sowerbyi</i>	0,408	1
4496	<i>Brillia bifida</i>	0,535	5
4519	<i>Caenis horaria</i>	-0,162	5
4521	<i>Caenis luctuosa</i>	0,615	1
9715	<i>Caenis luctuosa/macrura</i>	-0,076	1
4522	<i>Caenis macrura</i>	0,718	5
14773	<i>Caenis macrura-Gr.</i>	0,573	5
4527	<i>Caenis robusta</i>	0,137	1
4528	<i>Caenis sp.</i>	0,129	1
4531	<i>Calopteryx sp.</i>	0,556	1
4530	<i>Calopteryx splendens</i>	0,518	1
4532	<i>Calopteryx virgo</i>	-0,162	3
4561	<i>Cardiocladius sp.</i>	0,884	5
4563	<i>Caspiobdella fadejewi</i>	0,610	4
8850	<i>Centroptilum luteolum</i>	-0,161	4
4580	<i>Ceraclea dissimilis</i>	0,573	5
4582	<i>Ceraclea nigronervosa</i>	0,340	5
13047	<i>Ceraclea riparia</i>	0,718	5
4584	<i>Ceraclea sp.</i>	0,340	5
4585	Ceratopogonidae Gen. sp.	-0,014	1
7418	<i>Cercion lindenii</i>	-0,157	5
4629	<i>Chalcolestes viridis</i>	-0,362	5
4639	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	0,740	2
4642	Chironomidae Gen. sp.	0,517	1
4644	Chironomini Gen. sp.	0,344	1
4648	<i>Chironomus bernensis</i>	0,890	1
8040	<i>Chironomus dorsalis</i>	0,535	5
14810	<i>Chironomus fluviatilis-Gr.</i>	0,535	5
10895	<i>Chironomus plumosus-Agg.</i>	0,535	5
4658	<i>Chironomus plumosus-Gr.</i>	0,361	1
10897	<i>Chironomus riparius-Agg.</i>	0,958	5
4663	<i>Chironomus sp.</i>	0,703	1
10900	<i>Chironomus thummi-Gr.</i>	-0,162	5
10628	Cladocera Gen. sp.	0,032	1
4687	<i>Cladopelma viridula</i>	0,442	4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
4691	<i>Cladotanytarsus mancus</i>	-0,063	5
4693	<i>Cladotanytarsus</i> sp.	0,422	2
19847	Clinocerinae Gen. sp.	0,627	5
4705	<i>Cloeon dipterum</i>	-0,103	1
4709	<i>Cloeon</i> sp.	0,310	3
4722	Coenagrion sp.	-0,370	5
4723	Coenagrionidae Gen. sp.	-0,289	1
14517	<i>Coenia</i> sp.	0,618	5
10626	Coleoptera Gen. sp. Lv.	-0,154	5
16833	Collembola Gen. sp.	0,535	5
17652	Colymbetinae Gen. sp.	0,627	5
11116	<i>Conchapelopia/Arctopelopia</i> -Gr. sp.	0,838	5
9811	Copepoda Gen. sp.	-0,052	1
11177	<i>Corbicula "fluminalis"</i>	0,874	2
11176	<i>Corbicula fluminea</i>	0,608	4
11178	<i>Corbicula</i> sp.	0,649	4
4746	<i>Corixa</i> sp.	-0,063	5
8491	Corixidae Gen. sp.	-0,189	1
11220	<i>Corophium sowinskyi</i>	-0,139	1
4750	<i>Corophium</i> sp.	0,646	4
4766	<i>Corynoneura</i> sp.	-0,135	4
11030	<i>Cricotopus (Cricotopus)</i> sp.	1,000	5
4777	<i>Cricotopus bicinctus</i>	0,463	1
11018	<i>Cricotopus bicinctus</i> -Gr.	0,442	4
11016	<i>Cricotopus cylindraceus/festivellus</i> -Gr.	0,833	5
11020	<i>Cricotopus intersectus</i> -Gr.	0,884	5
7476	<i>Cricotopus</i> sp.	0,117	1
4805	<i>Cricotopus sylvestris</i>	-0,063	5
4806	<i>Cricotopus sylvestris</i> -Gr.	0,853	2
4808	<i>Cricotopus tremulus</i> -Gr.	0,653	1
4809	<i>Cricotopus triannulatus</i>	-0,162	5
7443	<i>Crocothemis erythraea</i>	-0,317	1
21871	<i>Cryptochironomus obreptans/supplicans</i>	0,468	4
4830	<i>Cryptochironomus rostratus</i>	-0,162	5
4831	<i>Cryptochironomus</i> sp.	0,570	1
7204	<i>Cryptotendipes</i> sp.	0,597	1
7726	Culicidae Gen. sp.	0,570	5
9447	Curculionidae Gen. sp. Lv.	-0,154	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
4877	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	-0,092	1
4912	<i>Dero digitata</i>	-0,362	5
4913	<i>Dero obtusa</i>	-0,162	5
4955	<i>Dicranota</i> sp.	0,627	5
4958	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	0,344	1
4962	<i>Dicrotendipes</i> sp.	-0,154	5
7854	<i>Dikerogammarus haemobaphes</i>	-0,154	5
4973	<i>Dina lineata</i>	-0,063	5
4975	<i>Dina</i> sp.	0,627	5
9353	Diptera Gen. sp.	0,687	1
4990	Dixidae Gen. sp.	-0,154	5
5021	<i>Dugesia</i> sp.	0,623	5
5024	Dytiscidae Gen. sp. Lv.	0,276	1
5037	<i>Ecdyonurus aurantiacus</i>	0,627	5
5053	<i>Ecdyonurus</i> sp.	0,655	5
5064	<i>Ecnomus tenellus</i>	0,631	1
5075	<i>Eiseniella tetraedra</i>	0,170	1
5083	<i>Electrogena</i> sp.	0,692	5
5084	<i>Electrogena ujhelyii</i>	-0,162	5
8470	Elmidae Gen. sp. Lv.	0,569	5
17768	<i>Elmis aenea</i>	-0,154	5
12066	<i>Elmis aenea</i> Ad.	0,833	5
5087	<i>Elmis aenea</i> Lv.	0,828	3
17779	<i>Elmis</i> sp.	0,627	5
12072	<i>Elmis</i> sp. Ad.	0,560	5
5095	<i>Elmis</i> sp. Lv.	0,537	3
9458	<i>Elophila nymphaeata</i>	0,535	5
6890	<i>Embolocephalus velutinus</i>	0,158	1
5097	Empididae Gen. sp.	0,430	1
5101	Enchytraeidae Gen. sp.	0,219	1
5105	<i>Endochironomus</i> sp.	1,000	5
5124	<i>Ephemera danica</i>	0,002	1
5127	<i>Ephemera lineata</i>	0,666	4
5128	<i>Ephemera</i> sp.	0,560	4
8714	Ephemeroptera Gen. sp.	0,960	4
5139	<i>Ephoron virgo</i>	0,718	5
9599	Ephydridae Gen. sp.	0,365	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5159	<i>Erpobdella octoculata</i>	0,179	2
5160	<i>Erpobdella</i> sp.	-0,166	3
5161	<i>Erpobdella testacea</i>	0,627	5
5162	Erpobdellidae Gen. sp.	0,720	2
17816	<i>Esolus angustatus</i>	0,853	4
12081	<i>Esolus angustatus</i> Ad.	0,884	5
17820	<i>Esolus parallelepipedus</i>	0,627	5
12083	<i>Esolus pygmaeus</i> Ad.	0,718	5
17822	<i>Esolus</i> sp.	0,575	5
12084	<i>Esolus</i> sp. Ad.	0,410	2
5169	<i>Esolus</i> sp. Lv.	0,667	4
14268	<i>Esperiana esperi</i>	0,341	1
9605	<i>Eukiefferiella devonica</i> -Gr.	0,833	5
20079	<i>Eukiefferiella/Tvetenia</i> sp.	0,627	5
10323	Gammaridae Gen. sp.	-0,188	5
5288	<i>Gammarus fossarum</i>	0,630	1
5292	<i>Gammarus roeselii</i>	-0,175	3
5293	<i>Gammarus</i> sp.	0,934	3
9338	Gastropoda Gen. sp.	0,833	5
5303	<i>Gerris</i> sp.	0,631	5
5304	<i>Glossiphonia complanata</i>	0,607	1
5307	<i>Glossiphonia concolor</i>	-0,023	1
7725	<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0,007	2
5308	<i>Glossiphonia paludosa</i>	-0,162	5
5310	<i>Glossiphonia</i> sp.	-0,152	4
7458	Glossiphoniidae Gen. sp.	0,451	3
5318	<i>Glyphotaelius pellucidus</i>	-0,154	5
7759	<i>Glyptotendipes barbipes</i>	-0,154	5
5325	<i>Glyptotendipes</i> sp.	0,347	1
9981	Goeridae Gen. sp.	-0,154	5
8410	Gomphidae Gen. sp.	0,573	5
7434	<i>Gomphus simillimus</i>	0,681	3
5331	<i>Gomphus</i> sp.	0,572	4
5332	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	-0,111	1
5354	<i>Gyraulus albus</i>	-0,362	5
5359	<i>Gyraulus</i> sp.	-0,031	1
5369	<i>Habrophlebia fusca</i>	-0,113	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
21501	<i>Halesus digitatus</i> ssp.	0,535	5
17901	<i>Halipilus</i> sp.	-0,163	4
9537	<i>Halipilus</i> sp. Ad.	0,391	1
5396	<i>Halipilus</i> sp. Lv.	0,155	1
5400	Haplotaxidae Gen. sp.	0,605	2
5401	<i>Haplotaxis gordioides</i>	0,884	5
5403	<i>Harnischia fuscimanus</i>	-0,162	5
5404	<i>Harnischia</i> sp.	0,798	2
9288	Hebridae Gen. sp.	0,532	1
5413	<i>Helobdella stagnalis</i>	-0,081	2
17910	<i>Helochares</i> sp.	-0,162	5
5442	<i>Hemerodromia</i> sp.	0,958	5
5443	Hemerodromiinae Gen. sp.	0,841	1
5444	<i>Hemiclepsis marginata</i>	-0,159	4
5450	<i>Heptagenia flava</i>	0,450	1
5456	<i>Heptagenia</i> sp.	0,501	1
5457	<i>Heptagenia sulphurea</i>	0,340	5
5458	Heptageniidae Gen. sp.	0,794	3
9344	Heteroptera Gen. sp.	-0,072	2
5481	<i>Hexatoma</i> sp.	0,627	5
5483	<i>Hippeutis complanatus</i>	0,614	4
8719	Hirudinea Gen. sp.	0,535	5
8721	<i>Holandriana holandrii</i>	0,157	1
5502	<i>Hydra</i> sp.	-0,207	4
8825	Hydrachnidia Gen. sp.	0,511	1
18130	<i>Hydraena</i> sp.	-0,128	1
5531	<i>Hydraena</i> sp. Ad.	0,520	1
8471	Hydraenidae Gen. sp. Lv.	0,535	5
9354	Hydridae Gen. sp.	0,340	5
9618	Hydrobiidae Gen. sp.	0,684	5
18182	<i>Hydroglyphus geminus</i>	-0,162	5
8546	<i>Hydrometra</i> sp.	-0,063	5
20166	Hydrophilidae (incl. Hydraenidae) Gen. sp.	0,958	5
5588	<i>Hydropsyche angustipennis angustipennis</i>	0,301	1
5589	<i>Hydropsyche bulbifera</i>	0,627	5
5590	<i>Hydropsyche bulgaromanorum</i>	0,627	5
5592	<i>Hydropsyche contubernalis</i> ssp.	0,555	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5594	<i>Hydropsyche dinarica</i>	0,833	5
8142	<i>Hydropsyche incognita</i>	0,535	5
13024	<i>Hydropsyche incognita/pellucidula</i>	0,595	3
5599	<i>Hydropsyche modesta</i>	0,605	5
5605	<i>Hydropsyche</i> sp.	0,023	1
5616	<i>Hydroptila</i> sp.	0,134	1
7455	Hydroptilidae Gen. sp.	-0,169	5
18286	<i>Hygrotus versicolor</i>	-0,262	5
4364	<i>Ibisia marginata</i>	0,833	5
19346	<i>Ilyocoris cimicoides</i> ssp.	0,409	3
5657	<i>Ironoquia dubia</i>	-0,162	5
5658	<i>Ischnura elegans</i>	0,201	1
5677	<i>Ithytrichia lamellaris</i>	0,573	5
8700	<i>Jaera istri</i>	-0,154	5
5682	<i>Kiefferulus tendipediformis</i>	0,418	1
18346	<i>Laccobius</i> sp.	-0,255	4
5701	<i>Laccobius</i> sp. Lv.	0,684	5
18347	<i>Laccobius striatulus</i>	-0,362	5
12048	Laccophilinae Gen. sp. Lv.	0,632	1
18356	<i>Laccophilus hyalinus</i>	-0,206	3
18359	<i>Laccophilus</i> sp.	-0,172	3
12053	<i>Laccophilus</i> sp. Ad.	0,535	5
10630	Lepidoptera Gen. sp.	0,447	1
5723	<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,627	5
5726	Leptoceridae Gen. sp.	-0,090	1
9060	<i>Leptocerus</i> sp.	-0,370	5
5728	<i>Leptocerus tineiformis</i>	0,535	5
7201	Leptophlebiidae Gen. sp.	0,627	5
20151	<i>Leuctra fusca</i> -Gr.	0,643	5
5790	<i>Leuctra</i> sp.	0,737	3
5797	<i>Libellula quadrimaculata</i>	0,240	5
8411	Libellulidae Gen. sp.	-0,162	5
18416	<i>Limnius muelleri</i>	0,627	5
12093	<i>Limnius</i> sp. Ad.	0,801	2
5853	<i>Limnius</i> sp. Lv.	0,692	2
18421	<i>Limnius volckmari</i>	-0,154	5
12094	<i>Limnius volckmari</i> Ad.	0,627	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5854	<i>Limnius volckmari</i> Lv.	0,636	4
5862	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	0,550	1
5863	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	0,198	1
5867	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	0,442	4
8483	Limoniidae Gen. sp.	0,627	5
5893	<i>Lithax niger</i>	-0,154	5
5896	<i>Lithoglyphus naticoides</i>	0,223	1
18431	<i>Longitarsus</i> sp.	-0,162	5
5900	Lumbricidae Gen. sp.	0,202	1
7490	Lumbriculidae Gen. sp.	0,545	1
5907	<i>Lumbriculus variegatus</i>	0,857	4
5919	<i>Lymnaea</i> sp.	0,684	5
5916	<i>Lymnaea stagnalis</i>	0,282	5
8428	Lymnaeidae Gen. sp.	0,535	5
8847	<i>Lype</i> sp.	0,552	4
18432	<i>Macronychus quadrituberculatus</i>	0,573	5
12097	<i>Macronychus quadrituberculatus</i> Ad.	0,538	4
5926	<i>Macronychus quadrituberculatus</i> Lv.	0,627	5
5950	<i>Marthamea vitripennis</i>	0,718	5
9352	Megaloptera Gen. sp.	0,998	5
5966	<i>Mesovelia furcata</i>	0,535	5
16783	<i>Microcolpia daudebartii acicularis</i>	-0,061	1
19359	<i>Microcolpia daudebartii</i> ssp.	0,542	5
6002	<i>Micronecta</i> sp.	0,454	4
14488	<i>Micropterna lateralis/sequax</i>	0,833	5
6032	<i>Microtendipes pedellus</i>	-0,162	5
10930	<i>Microtendipes pedellus</i> -Agg.	0,800	1
6034	<i>Microtendipes</i> sp.	1,000	5
6054	<i>Monodiamesa</i> sp.	1,000	5
8659	Muscidae Gen. sp.	0,535	5
6062	<i>Mystacides azurea</i>	0,563	4
13048	<i>Mystacides longicornis/nigra</i>	0,169	1
6065	<i>Mystacides</i> sp.	-0,037	1
6068	Naididae Gen. sp.	0,371	3
20200	Naididae/Tubificidae Gen. sp.	0,564	3
6069	<i>Nais alpina</i>	0,718	5
6070	<i>Nais barbata</i>	-0,162	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6071	<i>Nais bretscheri</i>	-0,142	1
8853	<i>Nais christinae</i>	0,376	2
6072	<i>Nais communis</i>	0,240	5
6073	<i>Nais elinguis</i>	0,405	1
6074	<i>Nais pardalis</i>	0,347	1
6075	<i>Nais pseudobtusa</i>	0,273	1
6078	<i>Nais variabilis</i>	0,160	1
6080	<i>Nanocladius dichromus</i>	0,535	5
6083	<i>Nanocladius rectinervis</i>	0,871	4
8813	Nematoda Gen. sp.	0,126	1
8422	Nemouridae Gen. sp.	0,782	3
6122	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	0,666	4
6123	<i>Nilotanypus dubius</i>	0,819	4
6127	<i>Niphargus</i> sp.	-0,162	5
18480	<i>Normandia nitens</i>	0,884	5
12098	<i>Normandia nitens</i> Ad.	0,842	5
6171	<i>Oecetis lacustris</i>	-0,162	5
6172	<i>Oecetis notata</i>	0,614	5
6173	<i>Oecetis ochracea</i>	-0,063	5
6194	<i>Onychogomphus forcipatus forcipatus</i>	0,637	4
19378	<i>Onychogomphus forcipatus</i> ssp.	0,571	1
15802	<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>	0,833	5
6195	<i>Ophidonais serpentina</i>	-0,111	2
8175	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	0,627	5
6200	<i>Orectochilus villosus</i> Lv.	0,535	5
7442	<i>Orthetrum albistylum</i>	-0,155	5
6208	Orthoclaadiinae Gen. sp.	-0,115	2
11065	<i>Orthocladus (Euorthocladus)</i> sp.	1,000	5
11066	<i>Orthocladus (Orthocladus)</i> sp.	0,919	3
6243	<i>Orthocladus</i> sp.	0,988	4
8651	<i>Orthotrichia</i> sp.	0,163	1
8740	Ostracoda Gen. sp.	0,453	1
18626	<i>Oulimnius</i> sp.	-0,076	1
12104	<i>Oulimnius</i> sp. Ad.	0,556	4
6260	<i>Oulimnius</i> sp. Lv.	0,594	5
18629	<i>Oulimnius tuberculatus</i>	0,627	5
12105	<i>Oulimnius tuberculatus</i> Ad.	0,632	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6268	<i>Oxyethira</i> sp.	0,166	1
6285	<i>Parachironomus</i> sp.	-0,154	5
6297	<i>Paracladopelma</i> sp.	1,000	5
6306	<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i>	0,490	2
6308	<i>Paraleptophlebia</i> sp.	0,340	5
6314	<i>Parametriocnemus stylatus</i>	0,627	5
7731	<i>Paratanytarsus dissimilis</i>	-0,137	4
10978	<i>Paratanytarsus dissimilis</i> -Agg.	0,877	1
6336	<i>Paratanytarsus</i> sp.	0,618	5
6338	<i>Paratendipes albimanus</i>	0,765	2
6347	<i>Paratrichocladius rufiventris</i>	-0,162	5
6360	<i>Peltodytes caesus</i> Lv.	0,684	5
8432	Perlodidae Gen. sp.	0,833	5
6382	<i>Phaenopsectra</i> sp.	0,958	5
6395	<i>Physa fontinalis</i>	0,535	5
6396	<i>Physella acuta</i>	-0,166	1
8661	<i>Physella</i> sp.	-0,063	5
8662	Physidae Gen. sp.	-0,154	5
6408	<i>Piscicola geometra</i>	0,976	4
8852	Piscicolidae Gen. sp.	0,627	5
6425	<i>Pisidium</i> sp.	0,368	1
6431	<i>Planorbarius corneus</i>	0,282	5
8748	Planorbidae Gen. sp.	0,535	5
6438	<i>Platycnemis pennipes</i>	-0,026	1
19392	<i>Plea minutissima</i> ssp.	-0,214	1
6447	<i>Plectrocnemia</i> sp.	0,608	3
8478	Polycentropodidae Gen. sp.	0,833	5
6487	<i>Polypedilum convictum</i>	0,627	5
6488	<i>Polypedilum cultellatum</i>	0,718	5
6492	<i>Polypedilum nubeculosum</i>	0,714	1
19969	<i>Polypedilum nubifer</i>	0,442	4
6495	<i>Polypedilum pedestre</i>	0,958	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6498	<i>Polypedilum scalaenum</i>	0,764	1
6501	<i>Polypedilum</i> sp.	0,839	2
11623	<i>Pomatinus substriatus</i> Ad.	0,535	5
6510	<i>Potamanthus luteus</i>	0,058	1
12124	<i>Potamophilus acuminatus</i> Ad.	0,627	5
7830	<i>Potamophilus acuminatus</i> Lv.	0,550	4
6526	<i>Potamophylax rotundipennis</i>	0,770	1
6531	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	1,000	5
6532	<i>Potamothrix heuscheri</i>	0,833	5
6534	<i>Potamothrix</i> sp.	1,000	5
6566	<i>Procladius choreus</i>	0,366	1
6571	<i>Procladius</i> sp.	-0,086	1
6574	<i>Procloeon bifidum</i>	0,963	3
4574	<i>Procloeon pennulatum</i>	0,573	5
9167	<i>Procloeon</i> sp.	0,710	4
6583	<i>Prodiamesa olivacea</i>	0,576	1
6586	<i>Propappus volki</i>	0,656	3
6620	<i>Psammoryctides albicola</i>	-0,154	5
6621	<i>Psammoryctides barbatus</i>	-0,013	1
7493	<i>Psammoryctides moravicus</i>	0,139	1
14788	<i>Psectrocladius limbatellus/sordidellus</i>	0,833	5
6635	<i>Psectrotanypus varius</i>	0,958	5
14407	<i>Pseudanodonta complanata complanata</i>	0,627	5
5969	<i>Psychomyia fragilis</i>	0,958	5
6661	<i>Psychomyia pusilla</i>	0,487	1
6669	<i>Radix auricularia</i>	0,535	5
22099	<i>Radix auricularia/balthica/labiata</i>	0,535	5
16959	<i>Radix balthica</i>	0,535	5
16982	<i>Radix labiata</i>	0,048	1
6673	<i>Radix</i> sp.	0,539	2
6698	<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	0,690	1
6700	<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	0,941	2
6702	<i>Rheocricotopus</i> sp.	0,833	5
6716	<i>Rheotanytarsus rhenanus</i>	-0,162	5
6717	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	0,837	2
6747	<i>Rhithrogena</i> sp.	0,340	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6780	<i>Rhyacophila</i> sp.	0,627	5
6789	<i>Rhynchelmis limosella</i>	0,105	1
12117	<i>Riolus</i> sp. Ad.	0,565	5
6797	<i>Riolus</i> sp. Lv.	0,571	5
18707	Scirtidae Gen. sp.	0,627	5
5131	<i>Serratella ignita</i>	0,140	1
6820	<i>Setodes punctatus</i>	0,630	4
8133	<i>Setodes viridis</i>	0,756	4
14072	<i>Sialis lutaria</i> -Gr.	0,282	5
9781	<i>Sialis nigripes</i>	0,535	5
14074	<i>Sialis sordida</i>	-0,295	3
6823	<i>Sialis</i> sp.	0,638	4
6829	<i>Sigara</i> sp.	0,535	5
6836	<i>Silo</i> sp.	0,627	5
6842	Simuliidae Gen. sp.	1,000	5
7851	<i>Simulium equinum</i>	0,152	1
8819	<i>Simulium erythrocephalum</i>	0,052	2
7852	<i>Simulium lineatum</i>	-0,162	5
6850	<i>Simulium noelleri</i>	0,718	5
7843	<i>Simulium ornatum</i>	0,627	5
6853	<i>Simulium</i> sp.	0,141	1
20427	<i>Simulium variegatum</i> -Gr.	0,240	5
6858	<i>Sinanodonta woodiana</i>	-0,370	5
6862	<i>Siphonurus croaticus</i>	0,535	5
9192	<i>Somatochlora</i> sp.	-0,370	5
6882	<i>Sphaerium corneum</i>	-0,151	1
6884	<i>Sphaerium rivicola</i>	-0,151	1
6886	<i>Sphaerium</i> sp.	0,335	1
9197	<i>Stagnicola</i> sp.	-0,154	5
6909	<i>Stenelmis canaliculata</i> Lv.	0,842	2
12119	<i>Stenelmis consobrina</i> Ad.	0,627	5
9199	<i>Stenelmis</i> sp. Lv.	0,602	4
10956	<i>Stenochironomus (Stenochironomus)</i> sp.	0,958	5
6924	<i>Stictochironomus</i> sp.	0,718	5
8761	Stratiomyiidae Gen. sp.	-0,162	5
6934	<i>Stylaria lacustris</i>	-0,127	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.3. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6935	<i>Stylodrilus heringianus</i>	-0,064	1
6960	<i>Synurella ambulans</i>	0,573	1
9322	Syrphidae Gen. sp.	-0,370	5
8485	Tabanidae Gen. sp.	0,050	1
6972	Tanypodinae Gen. sp.	0,006	1
18746	<i>Tanysphyrus</i> sp.	-0,063	5
6977	Tanytarsini Gen. sp.	-0,035	1
7009	<i>Tanytarsus</i> sp.	0,562	2
8178	<i>Telopelopia fascigera</i>	0,627	5
8013	<i>Theodoxus danubialis danubialis</i>	0,843	5
19411	<i>Theodoxus danubialis</i> ssp.	-0,005	1
7027	<i>Theodoxus</i> sp.	0,647	5
7958	<i>Thienemanniella majuscula</i>	0,535	5
7047	<i>Thienemanniella</i> sp.	0,856	5
8487	Tipulidae Gen. sp.	0,243	1
8670	Trichoptera Gen. sp.	0,762	2
7116	<i>Tubifex tubifex</i>	-0,022	1
7117	Tubificidae Gen. sp.	0,387	1
14394	Tubificidae juv with setae	0,477	3
14393	Tubificidae juv without setae	0,433	2
14396	Tubificoides sp.	0,202	1
8831	Turbellaria Gen. sp.	0,008	1
7127	<i>Tvetenia</i> sp.	0,833	5
19441	<i>Unio pictorum</i> ssp.	0,450	1
7138	<i>Unio</i> sp.	1,000	5
16782	<i>Unio tumidus depressus</i>	-0,162	5
8452	Unionidae Gen. sp.	0,718	5
19443	<i>Valvata piscinalis</i> ssp.	0,640	1
8468	Veliidae Gen. sp.	0,191	1
7754	<i>Virgatanytarsus arduennensis</i>	-0,162	5
7154	<i>Virgatanytarsus</i> sp.	0,833	5
7155	<i>Viviparus acerosus</i>	-0,191	1
7157	<i>Viviparus contectus</i>	-0,047	1
9230	<i>Viviparus</i> sp.	-0,154	1
7158	<i>Viviparus viviparus</i>	0,171	1
7169	<i>Wormaldia subnigra</i>	0,627	5
9343	Zygoptera Gen. sp.	-0,127	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Hidromorfološke indikatorske vrijednosti i indikatorske težine za HR tipove koji pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima R-EX5 i R-EX6 bile su određene za 725 svojti makrozoobentosa na temelju odnosa sa određenim hidromorfološkim pokazateljima, koji su odabrani s obzirom na njihov utjecaj na zajednicu. U navedenu svrhu korištena je kanonička analiza podudarnosti (CCA analiza). Hidromorfološki pokazatelji koji su prema prvoj CCA analizi (*Interactive forward selection*) imali statistički značajan utjecaj na zajednicu bili su: Hidrološki režim, Korištenje zemljišta (u prirodnoj poplavnoj zoni) i s time povezana obilježja na odsječku i vodnom tijelu, Obilježja erozije/taloženja na odsječku i vodnom tijelu, Struktura sedimenta i promjene na pokosu obale odsječka i vodnog tijela, Količina drvenih ostataka na odsječku i vodnom tijelu (ukoliko se isti očekuju). U ovomelaboratu određene su hidromorfološke indikatorske vrijednosti i indikatorske težine za svojte makrozoobentosa, koje su zabilježene u setu od 90 uzoraka (Tablica 9.4).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. Lista svojti sa hidromorfološkom indikatorskom vrijednošću (Rfi) i indikatorskom težinom (HWi) za potrebe izračuna indeksa riječne faune za tipove tekućica HR-R_1, HR-R_2A, HR-R_2B, HR-R_3A i HR-R_3B.

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
4205	<i>Acroloxus lacustris</i>	-0,276	1
4222	<i>Aeshna cyanea</i>	0,710	5
4261	<i>Alboglossiphonia heteroclita</i>	-0,005	1
4293	<i>Amphinemura</i> sp.	0,092	1
4298	<i>Anabolia furcata</i>	0,135	1
4300	<i>Anabolia nervosa</i>	-0,261	1
4310	<i>Ancylus fluviatilis</i>	0,005	1
4324	<i>Anodonta cygnea</i> ssp.	-0,817	5
4328	<i>Anopheles</i> sp.	-0,120	1
4330	<i>Antocha</i> sp.	0,032	2
4331	<i>Antocha vitripennis</i>	-0,065	5
4335	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	0,063	4
4336	<i>Aplexa hypnorum</i>	-0,279	5
4338	<i>Apsectrotanypus trifascipennis</i>	-0,077	5
4349	<i>Argyroneta aquatica</i>	-0,435	5
4363	<i>Atherix ibis</i>	-0,116	5
4364	<i>Ibisia marginata</i>	-0,019	4
4366	<i>Athripsodes albifrons</i>	0,375	4
4368	<i>Athripsodes bilineatus bilineatus</i>	0,098	1
4369	<i>Athripsodes cinereus</i>	0,425	3
4371	<i>Athripsodes</i> sp.	0,007	1
4376	<i>Aulodrilus limnobius</i>	0,019	5
4377	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	-0,052	3
4380	Baetidae Gen. sp.	0,028	1
4388	<i>Baetis buceratus</i>	-0,067	1
4397	<i>Baetis fuscatus</i>	0,108	1
4406	<i>Baetis lutheri</i>	-0,220	2
4407	<i>Baetis macani</i>	0,264	5
4408	<i>Baetis melanonyx</i>	0,500	5
4409	<i>Baetis muticus</i>	0,408	5
4410	<i>Baetis niger</i>	-0,115	4
4411	<i>Baetis nexus</i>	0,264	5
4415	<i>Baetis rhodani</i>	-0,037	1
4419	<i>Baetis</i> sp.	-0,026	1
4427	<i>Baetis vernus</i>	0,018	2
4461	<i>Bithynia</i> sp.	0,474	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
4462	<i>Bithynia tentaculata</i>	-0,236	1
4481	<i>Brachycentrus subnubilus</i>	0,387	5
4489	<i>Brachyptera</i> sp.	0,133	3
4491	<i>Brachytron pratense</i>	-0,311	5
4494	<i>Branchiura sowerbyi</i>	0,500	5
4496	<i>Brillia bifida</i>	0,113	2
4498	<i>Brychius elevatus</i> Lv.	-0,227	5
4499	<i>Brychius</i> sp. Lv.	-0,282	5
4521	<i>Caenis luctuosa</i>	0,003	1
4522	<i>Caenis macrura</i>	0,089	1
4527	<i>Caenis robusta</i>	-0,275	1
4528	<i>Caenis</i> sp.	-0,227	5
4530	<i>Calopteryx splendens</i>	0,096	1
4531	<i>Calopteryx</i> sp.	-0,070	3
4532	<i>Calopteryx virgo</i>	0,034	2
4585	Ceratopogonidae Gen. sp.	-0,048	1
4624	<i>Chaetopteryx major</i>	0,474	5
4638	<i>Chelifera</i> sp.	0,215	4
4639	<i>Cheumatopsyche lepida</i>	0,237	2
4642	Chironomidae Gen. sp.	0,214	4
4643	Chironominae Gen. sp.	-0,024	2
4644	Chironomini Gen. sp.	-0,048	1
4648	<i>Chironomus bernensis</i>	-0,128	1
4653	<i>Chironomus nudiventris</i>	0,351	5
4656	<i>Chironomus plumosus</i>	-0,006	1
4660	<i>Chironomus riparius</i>	0,010	1
4663	<i>Chironomus</i> sp.	-0,046	1
4674	Chloroperlidae Gen. sp.	0,500	5
4684	<i>Cladopelma lateralis</i> -Gr.	-0,817	5
4687	<i>Cladopelma viridula</i>	-0,340	3
4693	<i>Cladotanytarsus</i> sp.	-0,339	3
4696	<i>Cladotanytarsus vanderwulpi</i>	0,474	5
4702	<i>Clinotanypus nervosus</i>	-0,136	1
4705	<i>Cloeon dipterum</i>	-0,341	1
4722	<i>Coenagrion</i> sp.	-0,646	1
4723	Coenagrionidae Gen. sp.	-0,373	1
4728	<i>Colymbetes</i> sp. Lv.	0,389	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
4731	<i>Conchapelopia melanops</i>	0,208	4
4733	<i>Conchapelopia</i> sp.	0,169	2
4740	<i>Cordulegaster boltonii</i>	-0,191	2
4742	Corduliidae Gen. sp.	-0,172	1
4747	Corixinae Gen. sp.	-0,202	5
4764	<i>Corynoneura scutellata</i>	-0,282	5
4766	<i>Corynoneura</i> sp.	0,178	4
4777	<i>Cricotopus bicinctus</i>	-0,107	1
4805	<i>Cricotopus sylvestris</i>	-0,042	1
4806	<i>Cricotopus sylvestris</i> -Gr.	-0,011	1
4807	<i>Cricotopus tremulus</i>	-0,156	5
4808	<i>Cricotopus tremulus</i> -Gr.	0,020	1
4809	<i>Cricotopus triannulatus</i>	0,212	4
4830	<i>Cryptochironomus rostratus</i>	0,040	1
4831	<i>Cryptochironomus</i> sp.	0,162	1
4859	<i>Cyphon</i> sp. Lv.	0,049	2
4873	<i>Cyrnus crenaticornis</i>	-1,000	5
4877	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	-0,067	2
4909	<i>Demicryptochironomus vulneratus</i>	0,474	5
4911	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	-0,168	4
4912	<i>Dero digitata</i>	-0,112	1
4914	<i>Dero</i> sp.	-0,091	1
4934	<i>Diamesa insignipes</i>	-0,122	3
4950	Diamesinae Gen. sp.	0,500	5
4955	<i>Dicranota</i> sp.	0,254	2
4957	<i>Dicrotendipes lobiger</i>	-0,016	2
4958	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	-0,043	1
4959	<i>Dicrotendipes notatus</i>	-0,034	5
4989	<i>Dixa</i> sp.	0,474	5
4990	Dixidae Gen. sp.	0,070	4
4997	<i>Donacia</i> sp. Lv.	0,147	1
5017	<i>Dryops</i> sp. Lv.	-0,227	5
5022	<i>Dugesia tigrina</i>	0,058	1
5024	Dytiscidae Gen. sp. Lv.	0,389	5
5031	<i>Dytiscus</i> sp. Lv.	0,212	1
5053	<i>Ecdyonurus</i> sp.	0,279	1
5054	<i>Ecdyonurus starmachi</i>	-0,044	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5057	<i>Ecdyonurus torrentis</i>	-0,019	1
5059	<i>Ecdyonurus venosus-Gr.</i>	-0,022	5
5064	<i>Ecnomus tenellus</i>	-0,113	5
5075	<i>Eiseniella tetraedra</i>	0,012	1
5077	<i>Electrogena affinis</i>	0,710	5
5080	<i>Electrogena lateralis</i>	-0,160	5
5081	<i>Electrogena quadrilineata</i>	-0,112	2
5083	<i>Electrogena sp.</i>	0,069	1
5084	<i>Electrogena ujhelyii</i>	0,090	1
5087	<i>Elmis aenea Lv.</i>	0,081	3
5095	<i>Elmis sp. Lv.</i>	0,129	1
5097	Empididae Gen. sp.	0,058	2
5101	Enchytraeidae Gen. sp.	0,230	1
5103	<i>Endochironomus albipennis</i>	0,174	2
5106	<i>Endochironomus tendens</i>	-0,304	1
5124	<i>Ephemera danica</i>	0,025	2
5127	<i>Ephemera lineata</i>	0,159	1
5128	<i>Ephemera sp.</i>	0,073	1
5129	<i>Ephemera vulgata</i>	0,362	3
5131	<i>Serratella ignita</i>	-0,204	2
5135	<i>Ephemerella mucronata</i>	-0,059	5
5137	<i>Ephemerella sp.</i>	-0,022	5
5140	<i>Ephydatia fluviatilis</i>	0,442	5
5154	<i>Ernodes articularis</i>	0,086	5
5159	<i>Erpobdella octoculata</i>	0,209	1
5160	<i>Erpobdella sp.</i>	-0,360	1
5162	Erpobdellidae Gen. sp.	-0,031	1
5164	<i>Erythromma najas</i>	-1,000	5
5169	<i>Esolus sp. Lv.</i>	0,180	2
5194	<i>Eukiefferiella brevicealcar</i>	-0,132	5
5204	<i>Eukiefferiella claripennis</i>	0,152	5
5234	<i>Eukiefferiella sp.</i>	0,356	1
5288	<i>Gammarus fossarum</i>	0,085	1
5292	<i>Gammarus roeselii</i>	0,256	1
5293	<i>Gammarus sp.</i>	-0,027	1
5303	<i>Gerris sp.</i>	-0,384	1
5304	<i>Glossiphonia complanata</i>	-0,066	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5307	<i>Glossiphonia concolor</i>	-0,350	1
5310	<i>Glossiphonia</i> sp.	-0,034	5
5316	<i>Glossosoma</i> sp.	0,500	5
5318	<i>Glyphotaelius pellucidus</i>	-0,311	5
5325	<i>Glyptotendipes</i> sp.	0,442	5
5329	<i>Goera pilosa</i>	0,097	2
5332	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	0,108	3
5354	<i>Gyraulus albus</i>	-0,282	5
5357	<i>Gyraulus laevis</i>	0,196	5
5359	<i>Gyraulus</i> sp.	-1,000	5
5364	<i>Gyrinus</i> sp. Lv.	0,389	5
5367	<i>Habroleptoides confusa</i>	0,308	3
5369	<i>Habrophlebia fusca</i>	0,102	1
5370	<i>Habrophlebia lauta</i>	-0,172	2
5371	<i>Habrophlebia</i> sp.	0,112	1
5373	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	-0,174	1
5377	<i>Halesus rubricollis</i>	0,474	5
5378	<i>Halesus</i> sp.	0,006	3
5380	Haliplidae Gen. sp. Lv.	-0,282	5
5396	<i>Haliplus</i> sp. Lv.	-0,284	1
5401	<i>Haplotaxis gordioides</i>	-0,265	4
5404	<i>Harnischia</i> sp.	0,238	2
5408	<i>Heleniella ornaticollis</i>	0,471	4
5413	<i>Helobdella stagnalis</i>	-0,203	1
5418	<i>Elodes</i> sp. Lv.	-0,135	3
5442	<i>Hemerodromia</i> sp.	-0,040	3
5443	Hemerodromiinae Gen. sp.	-0,172	2
5444	<i>Hemiclepsis marginata</i>	-0,324	1
5450	<i>Heptagenia flava</i>	0,166	1
5456	<i>Heptagenia</i> sp.	-0,022	5
5458	Heptageniidae Gen. sp.	0,197	1
5478	<i>Heterotrissocladius marcidus</i>	0,474	5
5481	<i>Hexatoma</i> sp.	-0,057	3
5485	<i>Hirudo medicinalis</i>	0,305	5
5507	<i>Hydraena belgica</i> Ad.	0,041	1
5527	<i>Hydraena riparia</i> Ad.	0,127	3
5531	<i>Hydraena</i> sp. Ad.	-0,004	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5552	Hydroporinae Gen. sp. Lv.	-0,514	5
5583	<i>Hydroporus</i> sp. Lv.	0,310	1
5588	<i>Hydropsyche angustipennis angustipennis</i>	0,474	5
5589	<i>Hydropsyche bulbifera</i>	0,134	2
5594	<i>Hydropsyche dinarica</i>	-0,349	1
5597	<i>Hydropsyche guttata</i>	-0,206	5
5598	<i>Hydropsyche instabilis</i>	-0,028	4
5599	<i>Hydropsyche modesta</i>	-0,181	1
5605	<i>Hydropsyche</i> sp.	-0,058	1
5615	<i>Hydroptila sparsa</i>	0,423	3
5616	<i>Hydroptila</i> sp.	0,020	2
5650	<i>Ilybius</i> sp. Lv.	0,021	1
5652	<i>Ilyocoris cimicoides cimicoides</i>	-0,228	1
5655	<i>Ilyodrilus templetoni</i>	-0,336	5
5657	<i>Ironoquia dubia</i>	0,408	5
5658	<i>Ischnura elegans</i>	-0,257	5
5673	<i>Isoperla</i> sp.	0,055	1
5682	<i>Kiefferulus tendipediformis</i>	-0,172	1
5687	<i>Krenosmittia</i> sp.	0,474	5
5701	<i>Laccobius</i> sp. Lv.	-0,033	1
5706	<i>Laccophilus</i> sp. Lv.	0,039	1
5723	<i>Lepidostoma hirtum</i>	0,036	1
5726	Leptoceridae Gen. sp.	0,029	1
5727	<i>Leptocerus interruptus</i>	0,102	2
5728	<i>Leptocerus tineiformis</i>	-1,000	5
5736	<i>Lestes</i> sp.	0,389	5
5779	<i>Leuctra nigra</i>	-0,009	5
5790	<i>Leuctra</i> sp.	-0,022	5
5809	Limnephilidae Gen. sp.	-0,202	1
5830	<i>Limnephilus germanus</i>	0,474	5
5837	<i>Limnephilus lunatus</i>	-0,059	1
5844	<i>Limnephilus</i> sp.	-0,108	1
5847	<i>Limnephilus vittatus</i>	0,389	5
5853	<i>Limnius</i> sp. Lv.	0,019	1
5854	<i>Limnius volckmari</i> Lv.	0,185	4
5862	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	0,125	1
5863	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	-0,076	1
5867	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	-0,144	1
5870	<i>Limnophila</i> sp.	0,474	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
5891	<i>Liponeura</i> sp.	0,474	5
5894	<i>Lithax obscurus</i>	0,196	5
5896	<i>Lithoglyphus naticoides</i>	0,115	1
5900	Lumbricidae Gen. sp.	-0,065	1
5907	<i>Lumbriculus variegatus</i>	-0,032	1
5916	<i>Lymnaea stagnalis</i>	-0,296	1
5934	<i>Macropelopia</i> sp.	0,415	3
6002	<i>Micronecta</i> sp.	0,024	1
6015	<i>Micropsectra notescens</i>	0,139	5
6020	<i>Micropsectra</i> sp.	0,204	4
6032	<i>Microtendipes pedellus</i>	0,152	5
6034	<i>Microtendipes</i> sp.	-0,362	1
6048	<i>Molophilus</i> sp.	0,459	3
6054	<i>Monodiamesa</i> sp.	0,415	3
6062	<i>Mystacides azurea</i>	-0,391	2
6063	<i>Mystacides longicornis</i>	0,056	2
6065	<i>Mystacides</i> sp.	-0,029	2
6068	Naididae Gen. sp.	-0,060	1
6069	<i>Nais alpina</i>	0,217	5
6071	<i>Nais bretscheri</i>	-0,289	1
6072	<i>Nais communis</i>	-0,378	5
6073	<i>Nais elinguis</i>	-0,166	1
6074	<i>Nais pardalis</i>	-0,009	5
6075	<i>Nais pseudobtusa</i>	0,071	2
6076	<i>Nais simplex</i>	0,474	5
6078	<i>Nais variabilis</i>	0,152	2
6080	<i>Nanocladius dichromus</i>	-0,022	5
6083	<i>Nanocladius rectinervis</i>	0,335	1
6084	<i>Nanocladius</i> sp.	0,233	4
6087	<i>Natarsia punctata</i>	0,325	3
6088	<i>Natarsia</i> sp.	0,333	4
6108	<i>Nemoura</i> sp.	0,283	2
6113	<i>Nemurella pictetii</i>	-0,013	4
6114	<i>Nemurella</i> sp.	0,474	5
6118	<i>Nepa cinerea</i>	0,023	1
6122	<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-0,435	5
6123	<i>Nilotanypus dubius</i>	0,282	4
6127	<i>Niphargus</i> sp.	-0,078	1
6134	<i>Notidobia ciliaris</i>	0,474	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6139	<i>Notonecta</i> sp.	-0,229	1
6170	<i>Oecetis furva</i>	-0,105	5
6172	<i>Oecetis notata</i>	0,099	5
6173	<i>Oecetis ochracea</i>	-0,060	5
6174	<i>Oecetis</i> sp.	-0,031	5
6175	<i>Oecetis testacea</i>	0,474	5
6182	<i>Oligoneuriella rhenana</i>	-0,472	5
6184	<i>Brachycentrus maculatus</i>	0,152	5
6194	<i>Onychogomphus forcipatus forcipatus</i>	0,166	2
6195	<i>Ophidonais serpentina</i>	-0,275	1
6200	<i>Orectochilus villosus</i> Lv.	-0,227	5
6208	Orthocladiinae Gen. sp.	0,083	1
6212	Orthocladiini COP	0,207	1
6230	<i>Orthocladus frigidus</i>	-0,289	1
6240	<i>Orthocladus rivulorum</i>	-0,227	5
6241	<i>Orthocladus rubicundus</i>	0,152	5
6243	<i>Orthocladus</i> sp.	-0,258	2
6260	<i>Oulimnius</i> sp. Lv.	0,174	2
6266	<i>Oxycera</i> sp.	0,229	5
6268	<i>Oxyethira</i> sp.	-0,306	4
6285	<i>Parachironomus</i> sp.	-0,556	4
6291	<i>Paracladius conversus</i>	0,038	1
6297	<i>Paracladopelma</i> sp.	0,316	3
6299	<i>Paracricotopus niger</i>	0,474	5
6304	<i>Parakiefferiella bathophila</i>	0,474	5
6306	<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i>	-0,034	1
6309	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	0,474	5
6314	<i>Parametriocnemus stylatus</i>	0,279	4
6333	<i>Paratanytarsus lauterborni</i>	0,389	5
6336	<i>Paratanytarsus</i> sp.	0,023	1
6338	<i>Paratendipes albimanus</i>	-0,085	1
6339	<i>Paratendipes albimanus</i> -Gr.	0,019	1
6345	<i>Paratrissocladius excerptus</i>	-0,072	3
6347	<i>Paratrithocladus rufiventris</i>	0,167	1
6361	Pentaneurini Gen. sp.	0,298	5
6367	<i>Perla bipunctata</i>	0,408	5
6372	<i>Perla</i> sp.	0,333	3
6381	<i>Phaenopsectra flavipes</i>	0,189	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6396	<i>Physella acuta</i>	-0,262	2
6408	<i>Piscicola geometra</i>	0,310	5
6425	<i>Pisidium</i> sp.	0,038	3
6431	<i>Planorbarius corneus</i>	-0,067	1
6436	<i>Planorbis planorbis</i>	-0,252	1
6438	<i>Platyncemis pennipes</i>	-0,007	1
6447	<i>Plectrocnemia</i> sp.	0,060	1
6469	<i>Polycentropus irroratus</i>	-0,177	1
6472	<i>Polycentropus</i> sp.	-0,282	5
6474	<i>Polypedilum bicrenatum</i>	-0,077	5
6487	<i>Polypedilum convictum</i>	-0,038	2
6488	<i>Polypedilum cultellatum</i>	0,200	1
6489	<i>Polypedilum laetum</i>	0,474	5
6492	<i>Polypedilum nubeculosum</i>	-0,049	1
6495	<i>Polypedilum pedestre</i>	0,427	3
6498	<i>Polypedilum scalaenum</i>	0,007	1
6500	<i>Polypedilum sordens</i>	-0,132	5
6501	<i>Polypedilum</i> sp.	0,066	3
6521	<i>Potamophylax cingulatus cingulatus</i>	0,500	5
6525	<i>Potamophylax pallidus</i>	0,392	1
6526	<i>Potamophylax rotundipennis</i>	0,284	2
6527	<i>Potamophylax</i> sp.	0,150	3
6531	<i>Potamotheix hammoniensis</i>	-0,103	2
6534	<i>Potamotheix</i> sp.	-0,098	1
6556	<i>Pristina longiseta</i>	0,474	5
6560	<i>Pristina</i> sp.	-0,280	1
6566	<i>Procladius choreus</i>	0,131	1
6571	<i>Procladius</i> sp.	0,474	5
6574	<i>Proclaeon bifidum</i>	0,173	1
6583	<i>Prodiamesa olivacea</i>	0,078	1
6586	<i>Propappus volki</i>	0,005	1
6591	<i>Prosimulium</i> sp.	0,471	5
6616	<i>Protonemura</i> sp.	0,307	1
6620	<i>Psammoryctides albicola</i>	0,110	1
6621	<i>Psammoryctides barbatus</i>	0,269	1
6622	<i>Psammoryctides</i> sp.	-0,124	1
6635	<i>Psectrotanypus varius</i>	0,023	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6661	<i>Psychomyia pusilla</i>	0,484	5
6669	<i>Radix auricularia</i>	-0,363	5
6673	<i>Radix sp.</i>	-0,061	1
6698	<i>Rheocricotopus chalybeatus</i>	0,094	1
6699	<i>Rheocricotopus effusus</i>	0,190	1
6700	<i>Rheocricotopus fuscipes</i>	-0,072	1
6702	<i>Rheocricotopus sp.</i>	-0,318	5
6706	<i>Rheopelopia sp.</i>	-0,036	4
6716	<i>Rheotanytarsus rhenanus</i>	-0,070	1
6717	<i>Rheotanytarsus sp.</i>	0,128	1
6720	<i>Rhithrogena beskidensis</i>	-0,116	5
6744	<i>Rhithrogena semicolorata</i>	-0,047	5
6745	<i>Rhithrogena semicolorata-Gr.</i>	0,103	1
6747	<i>Rhithrogena sp.</i>	-0,089	1
6754	<i>Rhyacodrilus coccineus</i>	0,387	5
6767	<i>Rhyacophila hirticornis</i>	0,132	1
6780	<i>Rhyacophila sp.</i>	0,303	4
6782	<i>Rhyacophila torrentium</i>	0,118	1
6784	<i>Rhyacophila tristis</i>	0,474	5
6788	Rhyacophilidae Gen. sp.	-0,472	5
6790	<i>Rhynchelmis sp.</i>	-0,336	5
6797	<i>Riolus sp. Lv.</i>	-0,022	1
6812	<i>Segmentina nitida</i>	-0,034	5
6818	<i>Sericostoma sp.</i>	0,049	5
6820	<i>Setodes punctatus</i>	-0,022	5
6822	<i>Sialis lutaria</i>	0,254	5
6823	<i>Sialis sp.</i>	-1,000	5
6829	<i>Sigara sp.</i>	-0,034	5
6833	<i>Silo nigricornis</i>	-0,055	2
6834	<i>Silo pallipes</i>	-0,022	5
6836	<i>Silo sp.</i>	0,684	5
6842	Simuliidae Gen. sp.	-0,093	2
6850	<i>Simulium noelleri</i>	0,152	5
6851	<i>Simulium posticatum</i>	0,152	5
6853	<i>Simulium sp.</i>	-0,123	1
6854	<i>Simulium tuberosum</i>	0,152	5
6859	<i>Siphonurus aestivalis</i>	0,376	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
6863	<i>Siphonurus lacustris</i>	-0,279	5
6871	<i>Slavina appendiculata</i>	0,099	5
6877	<i>Smittia</i> sp.	-0,132	5
6878	<i>Somatochlora metallica</i>	-0,184	5
6882	<i>Sphaerium corneum</i>	-0,025	1
6886	<i>Sphaerium</i> sp.	0,448	1
6890	<i>Embolocephalus velutinus</i>	-0,817	5
6894	<i>Spongilla lacustris</i>	0,442	5
6908	<i>Stempellinella</i> sp.	0,474	5
6909	<i>Stenelmis canaliculata</i> Lv.	0,144	3
6924	<i>Stictochironomus</i> sp.	-0,060	5
6934	<i>Stylaria lacustris</i>	-0,250	1
6935	<i>Stylodrilus heringianus</i>	-0,282	5
6937	<i>Stylodrilus</i> sp.	0,152	5
6959	<i>Synorthocladus semivirens</i>	-0,016	4
6960	<i>Synurella ambulans</i>	-0,049	1
6963	<i>Tabanus</i> sp.	-0,450	5
6972	Tanypodinae Gen. sp.	-0,151	1
6974	<i>Tanypus punctipennis</i>	-0,337	1
6975	<i>Tanypus</i> sp.	0,120	1
6976	<i>Tanypus vilipennis</i>	0,264	5
6977	Tanytarsini Gen. sp.	-0,115	1
6987	<i>Tanytarsus ejuncidus</i>	0,495	3
6988	<i>Tanytarsus eminulus</i>	0,127	2
7007	<i>Tanytarsus pallidicornis</i>	-0,132	1
7009	<i>Tanytarsus</i> sp.	-0,063	3
7019	<i>Telmatoscopus</i> sp.	-0,132	5
7027	<i>Theodoxus</i> sp.	0,086	3
7047	<i>Thienemanniella</i> sp.	0,389	5
7062	<i>Tinodes dives dives</i>	-0,336	5
7067	<i>Tinodes</i> sp.	0,474	5
7077	<i>Tipula</i> sp.	-0,514	5
7083	<i>Torleya major</i>	-0,250	2
7114	<i>Tubifex ignotus</i>	0,306	4
7116	<i>Tubifex tubifex</i>	-0,241	1
7117	Tubificidae Gen. sp.	0,016	1
7121	<i>Tvetenia calvescens</i>	0,441	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
7127	<i>Tvetenia</i> sp.	0,408	5
7135	<i>Unio crassus crassus</i>	0,009	1
7137	<i>Unio pictorum pictorum</i>	0,474	5
7138	<i>Unio</i> sp.	-0,034	1
7142	<i>Valvata cristata</i>	-0,160	5
7154	<i>Virgatanytarsus</i> sp.	0,256	1
7157	<i>Viviparus contectus</i>	0,014	1
7158	<i>Viviparus viviparus</i>	-1,000	5
7165	<i>Wormaldia copiosa copiosa</i>	0,500	5
7169	<i>Wormaldia subnigra</i>	-0,010	4
7183	<i>Zavreliomyia</i> sp.	-0,227	5
7185	<i>Hydrocyphon</i> sp. Lv.	-0,009	5
7201	Leptophlebiidae Gen. sp.	0,154	1
7204	<i>Cryptotendipes</i> sp.	0,122	1
7205	<i>Polypedilum aegyptium</i>	0,079	2
7349	<i>Brillia flavifrons</i>	0,152	5
7381	<i>Anodonta anatina</i>	0,188	1
7410	<i>Cordulegaster bidentata</i>	0,259	1
7418	<i>Cercion lindenii</i>	0,305	5
7431	<i>Hemianax ephippiger</i>	-1,000	5
7434	<i>Gomphus simillimus</i>	0,207	2
7436	<i>Somatochlora flavomaculata</i>	0,710	5
7443	<i>Crocothemis erythraea</i>	-1,000	5
7455	Hydroptilidae Gen. sp.	-0,109	3
7456	<i>Rhyacophila</i> s. str. sp.	-0,257	2
7458	Glossiphoniidae Gen. sp.	-0,117	1
7459	<i>Microtendipes britteni</i>	-0,109	3
7476	<i>Cricotopus</i> sp.	0,006	1
7477	<i>Paramerina</i> sp.	-0,034	5
7490	Lumbriculidae Gen. sp.	0,500	5
7493	<i>Psammoryctides moravicus</i>	0,474	5
7726	Culicidae Gen. sp.	-0,422	1
7731	<i>Paratanytarsus dissimilis</i>	-0,057	2
7744	<i>Polycelis</i> sp.	-0,049	2
7750	Athericidae Gen. sp.	0,081	3
7754	<i>Virgatanytarsus arduennensis</i>	0,142	2
7759	<i>Glyptotendipes barbipes</i>	0,179	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
7842	<i>Simulium venum</i>	-0,152	4
7843	<i>Simulium ornatum</i>	0,040	5
7849	<i>Simulium trifasciatum</i>	-0,009	5
7850	<i>Simulium balcanicum</i>	0,494	5
7851	<i>Simulium equinum</i>	0,146	2
7856	<i>Alboglossiphonia hyalina</i>	-1,000	5
7878	<i>Epoicocladus ephemerae</i>	0,583	5
7958	<i>Thienemanniella majuscula</i>	0,013	1
7960	<i>Thienemanniella partita</i>	0,139	5
7989	<i>Nais stolci</i>	0,152	5
7993	<i>Pristina rosea</i>	0,054	3
7994	<i>Aulodrilus japonicus</i>	0,192	2
8003	<i>Stylodrilus brachystylus</i>	0,084	3
8013	<i>Theodoxus danubialis danubialis</i>	0,258	4
8040	<i>Chironomus dorsalis</i>	-0,296	1
8049	<i>Cryptotendipes pseudotener</i>	0,684	5
8051	<i>Demicyptochironomus neglectus</i>	0,207	1
8069	<i>Parachironomus vitiosus</i>	-0,282	5
8088	<i>Stictochironomus sticticus</i>	0,710	5
8095	<i>Micropsectra atrofasciata</i>	0,043	1
8114	<i>Stempellina bausei</i>	-0,060	5
8116	<i>Stempellinella brevis</i>	0,474	5
8133	<i>Setodes viridis</i>	0,000	2
8142	<i>Hydropsyche incognita</i>	-0,231	1
8175	<i>Ophiogomphus cecilia</i>	0,196	5
8210	<i>Plea minutissima minutissima</i>	-0,336	5
8254	<i>Stagnicola fuscus</i>	0,474	5
8293	<i>Haliphus heydeni</i> Ad.	-0,027	4
8360	<i>Ablabesmyia longistyla</i>	0,033	2
8408	Ephemerellidae Gen. sp.	-0,211	4
8410	Gomphidae Gen. sp.	-0,112	1
8411	Libellulidae Gen. sp.	-0,056	2
8422	Nemouridae Gen. sp.	-0,025	1
8428	Lymnaeidae Gen. sp.	-0,713	3
8429	Sphaeriidae Gen. sp.	-0,034	5
8432	Perlodidae Gen. sp.	0,019	1
8438	Aeshnidae Gen. sp.	-0,092	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
8441	Phryganeidae Gen. sp.	0,389	5
8468	Veliidae Gen. sp.	0,050	3
8470	Elmidae Gen. sp. Lv.	0,098	2
8474	Hydropsychidae Gen. sp.	0,153	3
8478	Polycentropodidae Gen. sp.	0,065	3
8483	Limoniidae Gen. sp.	0,065	2
8485	Tabanidae Gen. sp.	0,063	2
8487	Tipulidae Gen. sp.	-0,230	1
8491	Corixidae Gen. sp.	-0,059	1
8576	<i>Ochthebius</i> sp. Ad.	0,196	5
8603	<i>Enochrus</i> sp. Lv.	-0,841	3
8654	Gerridae Gen. sp.	0,111	2
8661	<i>Physella</i> sp.	-0,168	2
8668	Odonata Gen. sp.	-0,514	5
8670	Trichoptera Gen. sp.	0,134	1
8691	<i>Asellus aquaticus</i>	-0,083	1
8706	Bivalvia Gen. sp.	0,442	5
8714	<i>Ephemeroptera</i> Gen. sp.	0,072	2
8719	Hirudinea Gen. sp.	0,351	5
8721	<i>Holandriana holandrii</i>	-0,062	1
8740	Ostracoda Gen. sp.	0,023	1
8748	Planorbidae Gen. sp.	-0,279	5
8750	Plecoptera Gen. sp.	0,299	2
8753	Psychodidae Gen. sp.	0,011	2
8761	Stratiomyidae Gen. sp.	-0,313	1
8804	<i>Sisyra nigra</i>	0,442	5
8809	<i>Orthocladius lignicola</i>	0,474	5
8813	Nematoda Gen. sp.	0,176	3
8819	<i>Simulium erythrocephalum</i>	0,146	2
8821	<i>Simulium aureum</i>	0,271	2
8825	Hydrachnidia Gen. sp.	-0,052	1
8831	Turbellaria Gen. sp.	0,052	1
8834	<i>Halesus digitatus/tesselatus</i>	0,249	3
8847	<i>Lype</i> sp.	0,091	4
8850	<i>Centroptilum luteolum</i>	-0,014	2
8852	Piscicolidae Gen. sp.	0,029	1
8853	<i>Nais christinae</i>	0,110	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
8865	<i>Alboglossiphonia</i> sp.	-0,279	5
8874	<i>Anisus</i> sp.	-0,768	1
8887	<i>Austropotamobius</i> sp.	0,474	5
8895	<i>Berosus</i> sp. Lv.	0,389	5
8911	<i>Camptocladius</i> sp.	-0,132	5
8936	<i>Cordulia</i> sp.	0,442	5
8948	<i>Culex</i> sp.	-0,078	1
8957	<i>Demicyptochironomus</i> sp.	0,170	4
8984	<i>Erythromma</i> sp.	-0,282	5
9072	<i>Limnoxenus</i> sp. Lv.	0,389	5
9073	<i>Lithoglyphus</i> sp.	-0,206	5
9122	<i>Orectochilus</i> sp. Lv.	0,284	1
9123	<i>Orthetrum</i> sp.	-0,514	5
9128	<i>Parachaetocladius</i> sp.	-0,116	5
9133	<i>Paralimnophyes</i> sp.	-0,132	5
9141	<i>Peltodytes</i> sp. Lv.	0,009	4
9183	<i>Saetheria</i> sp.	0,054	5
9197	<i>Stagnicola</i> sp.	-0,174	1
9198	<i>Stempellina</i> sp.	0,146	5
9199	<i>Stenelmis</i> sp. Lv.	-0,022	5
9230	<i>Viviparus</i> sp.	0,042	1
9231	<i>Xenochironomus</i> sp.	-0,022	5
9247	Hydrozoa Gen. sp.	0,225	1
9269	Astacidae Gen. sp.	-0,009	5
9288	Hebridae Gen. sp.	0,226	1
9322	Syrphidae Gen. sp.	-0,013	4
9338	Gastropoda Gen. sp.	-0,075	1
9342	Anisoptera Gen. sp.	-0,034	1
9343	Zygoptera Gen. sp.	0,474	5
9344	Heteroptera Gen. sp.	-0,052	2
9346	Amphipoda Gen. sp.	-0,064	5
9352	Megaloptera Gen. sp.	0,070	1
9353	Diptera Gen. sp.	-0,120	2
9362	<i>Dendrocoelum</i> sp.	-0,077	5
9447	Curculionidae Gen. sp. Lv.	-0,031	1
9458	<i>Elophila nymphaeata</i>	-0,282	5
9509	<i>Odontomyia</i> sp.	-0,282	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
9537	<i>Haliphus</i> sp. Ad.	-0,525	1
9543	<i>Spercheus</i> sp. Lv.	-0,064	5
9544	<i>Anacaena globulus</i> Ad.	0,019	5
9545	<i>Anacaena limbata</i> Ad.	-0,034	5
9562	<i>Enochrus melanocephalus</i> Ad.	-0,202	5
9566	<i>Enochrus</i> sp. Ad.	-1,000	5
9569	<i>Helochaeres obscurus</i> Ad.	-0,026	5
9570	<i>Helochaeres</i> sp. Ad.	0,007	1
9582	<i>Laccobius bipunctatus</i> Ad.	0,019	3
9584	<i>Laccobius minutus</i> Ad.	-0,034	5
9586	<i>Laccobius</i> sp. Ad.	-0,514	5
9590	<i>Laccobius striatulus</i> Ad.	0,212	3
9597	<i>Dryops</i> sp. Ad.	-0,165	1
9599	Ephydridae Gen. sp.	-0,613	1
9600	Sciomyzidae Gen. sp.	-0,817	5
9605	<i>Eukiefferiella devonica</i> -Gr.	0,710	5
9606	<i>Paracladopelma nigrifulva</i> -Gr.	0,408	5
9618	Hydrobiidae Gen. sp.	-0,022	5
9654	<i>Eloeophila</i> sp.	0,128	3
9686	<i>Baetis lutheri/wardarensis</i>	-0,640	5
9715	<i>Caenis luctuosa/macrura</i>	-0,200	5
9747	<i>Sericostoma flavicorne/personatum</i>	-0,203	1
9762	<i>Simulium (Wilhelmia)</i> sp.	0,303	1
9782	<i>Stactobiella risi</i>	0,017	1
9811	Copepoda Gen. sp.	0,060	1
9981	Goeridae Gen. sp.	0,343	1
10323	Gammaridae Gen. sp.	0,101	1
10339	<i>Anopheles maculipennis</i> -Gr.	-0,064	5
10370	Chaetopterygini/Stenophylacini Gen. sp.	0,365	4
10402	<i>Paratanytarsus tenuis</i> -Agg.	-0,282	5
10626	Coleoptera Gen. sp. Lv.	0,099	1
10627	Araneae Gen. sp.	-1,000	5
10628	Cladocera Gen. sp.	-0,185	1
10630	Lepidoptera Gen. sp.	-0,085	1
10677	<i>Baetis vernus</i> -Gr.	0,351	5
10893	<i>Chironomus parathummi</i>	0,442	5
10895	<i>Chironomus plumosus</i> -Agg.	-0,030	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
10897	<i>Chironomus riparius</i> -Agg.	-0,133	3
10917	<i>Endochironomus dispar</i> -Gr.	0,088	2
10918	<i>Fleuria lacustris</i>	-0,132	5
10924	<i>Kloosia pusilla</i>	-0,214	5
10928	<i>Microtendipes chloris</i> -Agg.	-0,358	1
10930	<i>Microtendipes pedellus</i> -Agg.	0,016	1
10978	<i>Paratanytarsus dissimilis</i> -Agg.	-0,196	1
11020	<i>Cricotopus intersectus</i> -Gr.	0,086	5
11030	<i>Cricotopus (Cricotopus) sp.</i>	-0,458	5
11065	<i>Orthocladius (Euorthocladius) sp.</i>	-0,132	5
11066	<i>Orthocladius (Orthocladius) sp.</i>	-0,084	2
11110	<i>Tvetenia discoloripes</i> -Agg.	0,408	5
11116	<i>Conchapelopia/Arctopelopia</i> -Gr. sp.	0,024	1
11141	Chrysomelidae Gen. sp. Ad.	-0,160	5
11145	<i>Donacia sp.</i> Ad.	0,291	3
11347	<i>Tanytarsus sp.</i> Ad.	0,166	1
11623	<i>Pomatinus substriatus</i> Ad.	0,054	1
11746	<i>Platambus maculatus</i> Ad.	-0,598	5
11764	<i>Copelatus sp.</i> Ad.	0,710	5
11854	<i>Graptodytes sp.</i> Ad.	0,389	5
12039	<i>Stictotarsus griseostriatus</i> Ad.	-0,064	5
12047	Laccophilinae Gen. sp. Ad.	-0,160	5
12053	<i>Laccophilus sp.</i> Ad.	-0,282	5
12054	<i>Laccophilus minutus</i> Ad.	0,389	5
12061	Elmidae Gen. sp. Ad.	-0,022	5
12066	<i>Elmis aenea</i> Ad.	0,474	5
12069	<i>Elmis obscura</i> Ad.	-0,070	4
12072	<i>Elmis sp.</i> Ad.	0,200	2
12081	<i>Esolus angustatus</i> Ad.	0,008	3
12082	<i>Esolus parallelepipedus</i> Ad.	0,363	3
12083	<i>Esolus pygmaeus</i> Ad.	0,183	4
12084	<i>Esolus sp.</i> Ad.	0,073	5
12093	<i>Limnius sp.</i> Ad.	0,244	3
12094	<i>Limnius volckmari</i> Ad.	0,007	4
12097	<i>Macronychus quadrituberculatus</i> Ad.	0,201	5
12098	<i>Normandia nitens</i> Ad.	0,408	5
12104	<i>Oulimnius sp.</i> Ad.	0,099	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
12105	<i>Oulimnius tuberculatus</i> Ad.	0,274	4
12117	<i>Riolus</i> sp. Ad.	-0,179	1
12118	<i>Riolus subviolaceus</i> Ad.	0,261	4
12330	<i>Gammarus balcanicus</i>	0,094	4
12371	<i>Glossosoma boltoni/conformis</i>	0,070	1
12422	<i>Orectochilus villosus</i> Ad.	-0,007	1
12442	<i>Haliphus lineatocollis</i> Ad.	-0,077	5
12550	<i>Epeorus assimilis</i>	0,357	1
12984	Hydrophilidae Gen. sp. Ad.	-0,279	5
13024	<i>Hydropsyche incognita/pellucidula</i>	-0,065	1
13047	<i>Ceraclea riparia</i>	0,474	5
13048	<i>Mystacides longicornis/nigra</i>	0,033	5
13126	Limnephilini Gen. sp.	0,099	5
13280	<i>Scleroprocta</i> sp.	0,474	5
13518	<i>Dero dorsalis</i>	0,019	5
13557	<i>Noterus crassicornis</i> Ad.	-0,282	5
13961	<i>Rhyacophila aquitanica/tristis</i>	-0,472	5
14072	<i>Sialis lutaria</i> -Gr.	-0,368	5
14074	<i>Sialis sordida</i>	0,474	5
14144	<i>Oplodontha viridula</i>	-0,817	5
14268	<i>Esperiana esperi</i>	0,481	5
14393	Tubificidae juv without setae	-0,185	1
14394	Tubificidae juv with setae	-0,344	1
14396	<i>Tubificoides</i> sp.	-0,160	5
14407	<i>Pseudanodonta complanata complanata</i>	0,196	2
14479	<i>Chironomus obtusidens</i> -Gr.	-0,022	5
14488	<i>Micropterna lateralis/sequax</i>	0,389	5
14641	Pediciidae Gen. sp.	0,369	3
14788	<i>Psectrocladius limbatellus/sordidellus</i>	0,408	5
15802	<i>Onychogomphus forcipatus unguiculatus</i>	-0,278	3
16040	<i>Sialis morio</i>	0,442	5
16782	<i>Unio tumidus depressus</i>	0,494	5
16783	<i>Microcolpia daudebartii acicularis</i>	-0,227	5
16833	Collembola Gen. sp.	-0,589	3
16884	Chrysopsinae Gen. sp.	-0,458	5
16926	<i>Tipula (Acutipula)</i> sp.	-0,116	5
16939	<i>Pedicia (Crunobia)</i> sp.	0,456	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
16959	<i>Radix balthica</i>	-0,640	5
16982	<i>Radix labiata</i>	-0,346	3
17211	<i>Limnobaris</i> sp. Ad.	0,408	5
17361	<i>Helophorus (Helophorus)</i> sp. Ad.	0,264	5
17407	<i>Laccobius (Laccobius)</i> sp. Ad.	-0,034	5
17456	<i>Acilius sulcatus</i>	-0,003	5
17633	Chrysomelidae Gen. sp.	-0,389	5
17652	Colymbetinae Gen. sp.	0,019	5
17662	Curculionidae Gen. sp.	-1,000	5
17748	<i>Dryops similaris</i>	-0,202	5
17774	<i>Elmis maugetii</i>	0,290	3
17816	<i>Esolus angustatus</i>	0,044	2
17884	<i>Haliphus fluviatilis</i>	-0,013	5
17911	Helophoridae Gen. sp.	-0,105	1
17973	<i>Helophorus (Atracthelophorus)</i> sp.	-0,054	1
17978	<i>Helophorus (Rhopalhelophorus)</i> sp.	-0,202	5
18064	<i>Hydraena gracilis</i>	0,145	4
18090	<i>Hydraena melas</i>	-0,009	5
18480	<i>Normandia nitens</i>	0,208	3
18626	<i>Oulimnius</i> sp.	0,096	3
18649	<i>Platambus maculatus</i>	0,023	2
18714	Sphaeridiinae Gen. sp.	-0,101	3
18947	<i>Anopheles (Anopheles)</i> sp.	0,264	5
18966	<i>Chaoborus (Chaoborus)</i> sp.	0,019	5
19090	Agapetinae Gen. sp.	0,314	1
19346	<i>Ilyocoris cimicoides</i> ssp.	-0,619	5
19375	<i>Notonecta glauca</i> ssp.	-0,368	5
19378	<i>Onychogomphus forcipatus</i> ssp.	-0,138	2
19382	<i>Philopotamus montanus</i> ssp.	-0,472	5
19392	<i>Plea minutissima</i> ssp.	-0,460	1
19440	<i>Unio crassus</i> ssp.	0,387	3
19441	<i>Unio pictorum</i> ssp.	-0,206	5
19443	<i>Valvata piscinalis</i> ssp.	-0,576	5
19450	<i>Wormaldia occipitalis</i> ssp.	-0,060	1
19463	<i>Limnophilus affinis/incisus</i>	-0,458	5
19849	Cloeoninae Gen. sp.	0,152	5
19869	Habrophlebiinae Gen. sp.	-0,234	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.4. (nastavak)

ID_ART	Ime svojte	Rfi	Hwi
20079	<i>Eukiefferiella/Tvetenia</i> sp.	0,169	3
20154	<i>Carychium</i> sp.	0,474	5
20165	<i>Dytiscidae (incl. Noteridae)</i> Gen. sp.	-0,336	5
20176	<i>Halipilus (Haliplidius)</i> sp. Ad.	-0,336	5
20180	<i>Halipilus (Halipilus)</i> sp. Lv.	-0,817	5
20191	<i>Ochthebius (Ochthebius)</i> sp. Ad.	-0,156	5
20199	<i>Corduliidae/Libellulidae</i> Gen. sp.	-0,227	5
20200	<i>Naididae/Tubificidae</i> Gen. sp.	-0,368	5
20203	<i>Melampophylax mucoreus/nepos</i>	0,060	1
20435	<i>Tanytarsus brundini/curticornis</i>	0,240	1
21230	<i>Hydropsyche angustipennis</i> ssp.	-0,368	5
21231	<i>Hydropsyche contubernalis contubernalis</i>	-0,206	5
21232	<i>Athripsodes bilineatus</i> ssp.	0,084	1
21233	<i>Rhyacophila fasciata</i> ssp.	-0,009	5
21256	<i>Baetis buceratus/liebenauae/pentaplebedes/tracheatus/vernus</i>	-0,168	2
21356	<i>Nemoura cinerea</i> ssp.	-0,105	5
21501	<i>Halesus digitatus</i> ssp.	-0,105	5
21871	<i>Cryptochironomus obreptans/suppicans</i>	-0,224	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Prikaz revidirane biološke metoda ocjene ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa, prema poglavljima definiranim u Metodologiji

UZORKOVANJE

Vrijeme uzorkovanja

Najpovoljnije vrijeme uzorkovanja za velike i vrlo velike rijeke je ljetno-ranojesensko razdoblje (srpanj-rujan), kada većina hrvatskih rijeka ima nizak vodostaj. Međutim za rijeke Muru i Dravu najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je zimsko razdoblje (prosinac-veljača) kada imaju najniži vodostaj.

Za tekućice koje presušuju i tekućice s nadmorskom visinom < 200 m najbolje vrijeme uzorkovanja je razdoblje veljača-ožujak, tj. prije nego povremene tekućice presuše.

Za sve ostale tipove tekućica najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je u proljetnom razdoblju (ožujak -travanj), tj. prije masovnog izlijetanja odraslih kukaca koje se događa tijekom svibnja i lipnja.

Prije početka uzorkovanja potrebno je da razdoblje stabilnog i niskog vodostaja bude dovoljno dugo kako bi se makrozoobentoska zajednica mogla dobro razviti.

Uzorkovati se ne smije:

- u vrijeme visokih voda i do 3 tjedna nakon visokih voda,
- u vrijeme svih drugih poremećaja izazvanih prirodnim procesima.

Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Mjesto uzorkovanja treba biti reprezentativno za tijelo tekućice. Dužina uzorkovanog odsječka ovisi o površini sliva i iznosi:

- 25 m, ako je površina sliva od 10 do 100 km² (male tekućice),
- 50 m, ako je površina sliva od 100 do 1 000 km² (srednje velike tekućice),
- 100 m, ako je površina sliva od 1 000 do 10 000 km² (velike tekućice),
- 250 m, za one površine sliva veće od 10 000 km² (vrlo velike rijeke).

Treba izbjegavati uzorkovanje blizu hidro-tehničkih objekata (mostova, preljeva, obaloutvrda, brana). Ove strukture izazivaju promjene u brzini toka, karakteru podloge, kao i zajednici beskralješnjaka pa struktura zajednice nije reprezentativna za određeno tijelo površinske vode.

Oprema potrebna za uzorkovanje

Uzorkovanje se obavlja ručnom bentos mrežom ili Surberovom mrežom.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Ručna bentos mreža

- dimenzija metalnog okvira: širina 25 cm, visina 25 cm,
- okvir mora biti pričvršćen za metalno ili drveno držalo,
- dužina mreže je minimalno 50 cm s promjerom okašca 0,5 mm,
- veličina uzorkovane površine je 0,25 m x 0,25 m (0,0625 m²).

Surberova mreža

Za uzorkovanje u malim ili plitkim tekućicama s krupnijim supstratom:

- dimenzija metalnog okvira: širina 25 cm, visina 25 cm,
- dužina mreže je 50 cm s promjerom okašca 0,5 mm,
- veličina uzorkovane površine je 0,25 m x 0,25 m (0,0625 m²).

Dodatna oprema:

- posude širokog grla za uzorke,
- kadica,
- pinceta,
- papir za etikete (paus papir),
- olovka,
- vodoodporni flomaster,
- koncentracija 4% formaldehida ili 96 % etilnog alkohola,
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica),
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja,
- gumene rukavice koje dosežu do ramena,
- odvijač ili uska špatula,
- četka,
- terenski protokol i terenski ključevi za određivanje pojedinih skupina koje se samo zabilježe i vraćaju na stanište (potočni rakovi, veliki školjkaši ...),
- terenska torbica s prvom pomoćii
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama.

NAPOMENA: Metode i naprave za uzorkovanje makrozoobentosa u rijekama moraju biti u skladu s normom HRN EN ISO 10870:2012, Kvaliteta vode – Smjernice za odabir metoda i naprava za uzorkovanje bentoskih slatkovodnih makrobeskralježnjaka.

Metoda uzorkovanja

Uzorkuju se sva raspoloživa mikrostaništa (engl. „multi-habitat sampling“) na mjernoj postaji, pri čemu se prikuplja 20 poduzoraka raspoređenih razmjerno udjelu mikrostanišnih tipova, s time da se mikrostanište koje je zastupljeno s manje od 5% ne uzorkuje, ali se zabilježi u protokolu. Mikrostanišni tip predstavlja kombinaciju anorganskog i organskog supstrata. Poduzorak se uzorkuje podizanjem podloge koju čini supstrat s pripadajućim životinjama spovršine veličine 25 x 25 cm (0,0625 m²). Na mjernim postajama s jednoličnim supstratom (1-3 raspoloživih mikrostaništa), obično s dominantnom mekanom podlogom te

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

finim i krupnim česticama organske tvari (FPOM i CPOM) uzorkuje se 10 poduzoraka. Dubina uzorkovanog sloja mora biti odgovarajuća kako bi se prikupile sve prisutne vrste, a ovisi o tipu supstrata.

Dubina uzorkovanog sloja prema tipu supstrata je:

- 5 - 10 cm u slučaju mekane podloge i nakupljenog organskog materijala: psamal, fine organske čestice (FPOM), velike čestice organske tvari (CPOM)
- 10 - 15 cm u slučaju srednje veličine podloge: akal, mikrolital, velike čestice organske tvari (CPOM)
- 15 - 20 cm u slučaju velike podloge: makrolital, živi dijelovi kopnenih biljaka

Zbroj 20 poduzoraka predstavlja kompozitni uzorak s uzorkovane površine od 1,25 m², a u slučaju da se uzorkuje 10 poduzoraka uzorkovana površina iznosi 0,625 m².

Način uzorkovanja

1. Prvi korak je detaljna klasifikacija mikrostaništa (mineralnog supstrata i organske podloge), prikazana u Tablici 9.5. Definicije mikrostaništa nalaze se u Pojmovniku stručnih izraza i kratica.

Tablica 9.5. Klasifikacija mikrostaništa (supstrata)

Mineralna mikrostaništa	Organska mikrostaništa
Megalital (> 40 cm) - Mg (veliko kamenje, blokovi i stijene)	Fital - F (nitaste alge, slojevi algi na kamenju)
Makrolital (20 cm - 40 cm) - Ma (veće kamenje)	Fital - F (submerzne alge, mahovine i makrofiti)
Mezolital (> 6,3 cm - 20 cm) - Mz (kamen veličine šake, oblutak)	Fital - F (emerzna makrofitska vegetacija, npr. <i>Typha</i> sp., <i>Carex</i> sp., <i>Pragmites</i> sp.)
Mikrolital (> 2 cm – 6,3 cm) - Mi (srednji i krupni šljunak do veličine šake, valutice)	Fital - F (živi dijelovi kopnenog bilja, korijenje johe, priobalna vegetacija)
Akal (> 0,2 - 2 cm) - Ak (sitni šljunak)	Ksilal - X (veliki trupci, grane, korijenje u vodotoku)
Psamal/Psamopelal (> 6,3 μm - 2 mm) - P (organski mulj, pijesak)	CPOM - POM (velike čestice organske tvari; lišće)
Argilal (< 6,3 μm) - Ar (anorganski mulj, glina)	FPOM (fine čestice organske tvari)
Teh nolital 1 (umjetna podloga, npr. beton)	Kanalizacijske gljivice i bakterije (npr. <i>Sphaerotilus</i> i organski mulj)
Teh nolital 2 (umjetno betonirano korito)	Krhotine (nakupine kućica puževa i školjki)

2. Drugi korak je procjena prosječne zastupljenosti svakog tipa mikrostaništa, koja se unosi u terenski protokol, uključujući i supstrat nastao pod utjecajem čovjeka (teh nolital), ukoliko je prisutan (Tablica 9.5a). Za procjenu zastupljenosti mikrostaništa uzorkovani odsječak se podijeli na pododsječke od 25 m (za rijeke s veličinom sliva do 100 km²). Preporučuje se odrediti zastupljenost mikrostaništa s obale rijeke, bez ulaženja u rijeku.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- Anorganski i organski supstrat u potopljenom dijelu korita rijeke se promatraju kao jedan sloj. Utvrđuje se udio jednog i drugog supstrata, a zbroj udjela obje vrste supstrata mora biti 100%. To znači da se procjena zastupljenosti anorganskog supstrata kombinira s procjenom zastupljenosti organskog supstrata te kod uzorkovanja organskog supstrata uzima se u obzir i temeljni anorganski supstrat na kojem se nalazi.
3. Treći korak je definiranje broja poduzoraka, prema udjelu svakog tipa mikrostaništa. Jedan poduzorak treba biti prikupljen za svakih 5% zastupljenosti mikrostaništa, pri čemu ukupno 20 poduzoraka treba biti rasprostranjeno po uzorkovanom odsječku. Primjerice, ako na odsječku mezolital čini 50%, akal 30% i psamal 20% površine dna, potrebno je prikupiti 10 poduzoraka mesolitala, 6 poduzoraka akala i 4 poduzoraka psamala. Mikrostanišne tipove zastupljene s manje od 5% u terenskom protokolu se označi samo oznakom plus.
4. Četvrti korak je uzorkovanje, a preporuke su sljedeće:
- Uzorkovanje se započinje s najnižvodnijeg dijela odsječka koji se uzorkuje.
 - U plićim dijelovima tekućice uzorkovanje se može obavljati Surberovom mrežom. Za prebacivanje supstrata iz horizontalnog okvira u mrežu koriste se metalne ili plastične lopatice.
 - Ako se uzorkuje ručnom mrežom, uzorak se može prikupljati na dva načina, ovisno o dubini tekućice:
 - U plićim dijelovima, mreža se povlači po dnu 25 cm (ili se krupniji supstrat s površine 25 x 25 cm rukom prebacuje u mrežu). Nakon što su prikupljena 3-4 poduzorka, odvajanje makrofaune od organskih i anorganskih čestica vrši se na obali gdje se prikupljeni materijal prebacuje u plastičnu kantu s vodom te se pregledava veće kamenje i fital uz odvajanje životinja. Preostala makrofauna odvaja se od sedimenta metodom ispiranja i dekantiranja kroz mrežu promjera oka 500 µm, a postupak se ponavlja nekoliko puta.
 - U dubljim dijelovima tekućice, uzorak se može prikupljati i tako da se mreža postavi uspravno i čvrsto na supstrat s otvorom u suprotnom smjeru toka te se vrteći petama čizme uznemiruje dno korita i podiže supstrat najmanje 10 – 15 cm duboko (engl. kick and sweep sampling). Pričeka se da struja vode podignuti sediment i organizme otplavi u mrežu. Postupak se na istom mjestu ponovi još jednom kada se voda razbistri. Mreža treba biti dovoljno blizu da bi makrozoobentos struja vode otplavila u nju, ali dovoljno daleko da pijesak i šljunak u velikoj količini ne uđe u mrežu. Preporučeno je također pokupiti drvene ostatke u kadicu, da bi se kasnije pincetom mogle odvojiti pričvršćene životinje na njima. Nakon tri, četiri poduzorkovanja, ispere se sabrani materijal potezanjem mreže po vodi suprotno smjeru struje vode i miješanjem rukom, kako bi se odstranile sitne čestice (mulj). Zatim se iz mreže odstrani veći supstrat s kojeg su prethodno odstranjeni svi organizmi. Na taj se način smanji volumen uzorka.

Uzorkovanje se razlikuje u ovisnosti o tipu mikrostaništa, što je prikazano u Tablici 9.6.

Tablica 9.6. Način uzorkovanja pojedinih tipova mikrostaništa/supstrata

Tip mikrostaništa	Način uzorkovanja
Megalital	Sa stijene se rukom, četkom ili nekim drugim oštrim predmetom odstrane organizmi i isperu u mrežu. Kada se na stijeni uzorkuje s različitih mjesta, posebno se uzorkuje svaki dio (prednja strana, stražnja strana, rub stijene), a potom se sa svih dijelova stijene skupljeni uzorci objedine u jednom poduzorku. Sabrani materijal se ispere potezanjem mreže po vodi suprotno smjeru struje vode.
Makrolital i mezolital	Najprije se s kamenja prikupe pričvršćeni organizmi i isperu u mreži. Zatim se kamenje pomakne, veće kamenje stavi u mrežu i u njoj rukom ili pincetom sabere svi prisutni organizmi, dok se ostali supstrat pomakne i promiješa. U različitim dijelovima tekućice prilikom prikupljanja poduzoraka mogu se koristiti različiti uzorkivači.
Mikrolital	Ispred mreže se miješa i podigne supstrat. Za miješanje supstrata do dubine od 15 – 20 cm može se koristiti i odvijač ili sličan čvrsti predmet. Mrežu se drži dovoljno blizu podignutog supstrata i nastoji se da u mreži bude što manje anorganskog supstrata. U brzotekućim dijelovima rijeke može se koristiti Surberova mreža.
Ksilal	Kod uzorkovanja se preporučuje izbjegavati svježe palo drvo u vodu, jer još nema dobro razvijenu biološku zajednicu. Veći komadi drveta se isperu, sabere organizmi te se vrati natrag u rijeku, a korijenje se protrese i dobro ispere u mreži kako bi se odstranili organizmi.
Velike čestice organske tvari; lišće – CPOM	Kod uzorkovanja se preporučuje izbjegavati svježe palo lišće u vodu, jer još nema dobro razvijenu biološku zajednicu. Lišće se ispere na terenu i ne nosi u laboratorij.
Makrofiti	Makrofiti se po potrebi mogu donositi u laboratorij na daljnju analizu, jer se neki organizmi, primjerice dvokrilci iz porodica Simuliidae i Chironomidae, ponekad teško odvajaju na terenu. Preporučuje se kvantitativno uzorkovanje jednakih dijelova korijena, stabljike i listova, a ne uzorkovati s ručnom mrežom potopljene dijelove makrofita.

Obrada uzorka na terenu

- Iz uzorka se odstranjuje veliko kamenje, uz provjeru da nema zaostalih organizama. Općenito, osjetljiviji organizmi, poput virnjaka (*Turbellaria*) se oštećuju ili kontrahiraju konzerviranjem te se trebaju razvrstati i prema mogućnosti determinirati odmah na terenu, ili ih žive spremati u odvojene bočice bez supstrata kako se ne bi oštetili tijekom transporta. Te uzorke tijekom transporta u laboratorij treba držati u hladnjaku.
- Velike, rijetke i zaštićene organizme, koje je lako determinirati na terenu, zabilježi se u terenskom protokolu i vraća u tekućicu (veliki školjkaši, potočni rak).
- Uzorkovani se materijal odmah po obavljenom uzorkovanju spremi u posudu ili vrećicu gdje se konzervira formaldehidom (4% konačna koncentracija formaldehida) ili 96%-nim etilnim alkoholom (70% konačna koncentracija etilnog alkohola). Kada se za konzerviranje koristi etilni alkohol iz uzorka se najprije odstrani voda, a tek onda se dodaje etilni alkohol. Organizmi koji prijanjaju uz mrežu odstrane se pincetom. U ili na bocu s uzorkom obavezno dolazi vodootporna etiketa sa svim potrebnim podacima.
- Ako je na mjernoj postaji prisutna mekana podloga uz velike količine organske tvari koja je u procesu raspadanja, treba koristiti veće kadice za ispiranje prikupljenog materijala. Posude s prikupljenim uzorkom pune se do pola, kako bi ostalo dovoljno mjesta za fiksativ. Po potrebi navedeni uzorci se rekonzerviraju u laboratoriju, da se spriječi daljnja dekompozicija prikupljenog

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

materijala, uključujući i makrozoobentos. Za ispiranje mulja u već muljevitom vodotoku mogu poslužiti i dodatni karnisteri s vodom.

- Vodootporna etiketa mora sadržavati sljedeće podatke napisane grafitnom olovkom ili uljnim flomasterom koji je otporan na vodu i alkohol:
 - naziv tekućice,
 - mjernu postaju,
 - datum uzorkovanja.

Na posudi za uzorkovanje također se napišu isti podaci kao i na etiketi. Ako se uzorak s jedne mjerne postaje sprema u nekoliko posuda, etikete i posude se numeriraju (npr. 1/2, 2/2 itd.).

- Po završetku uzorkovanja cijela korištena oprema se dobro opere i pregleda kako ne bi zaostali neki organizmi te pripremi za sljedeće uzorkovanje. Ponekad opremu treba i sterilizirati potapanjem u alkohol, ako je uzorkovanje obavljeno na mjestima moguće zaraze npr. račjom kugom.

Po obavljenom uzorkovanju terenski protokol se pregleda i provjeri sadrži li sve potrebne podatke te se upišu i mogući problemi nastali tijekom uzorkovanja, koji bi mogli utjecati na kvalitetu uzorka.

LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

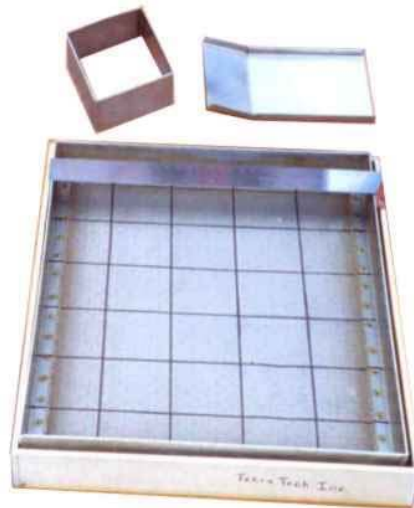
Izolacija makrozoobentosa

U laboratoriju se uzorak makrozoobentosa podijeli na manje uzorke s ciljem skraćivanja vremena potrebnog za obradu uzorka. To se prvenstveno odnosi na uzorke s izrazito gustim populacijama makrozoobentosa. Slučajni odabir poduzoraka omogućuje da se iz velikog uzorka odabere manji broj poduzoraka, koji predstavljaju cjelokupni uzorak. Uzorak se prvo homogenizira, a poduzorkovanje se obavlja korištenjem posebne opreme (poduzorkivač). Na taj način, osigurava se proporcionalna zastupljenost organizama (Slika 9.5).

Oprema za poduzorkovanje u laboratoriju:

- kadica,
- metalna ili plastična mreža s 30 kvadrata jednake veličine; svaki kvadrat predstavlja jedan poduzorak,
- žlice ili lopatice za izolaciju materijala iz kadice,
- plastične posudice, vrećice ili kivete,
- etilni alkohol,
- rukavice,
- škare,
- paus papir i
- grafitna olovka.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Slika 9.5. Mreža s 30 kvadrata jednake veličine u kadici s poduzorkivačem
Organizmi se izoliraju na sljedeći način:

- U laboratoriju se iz vrećice ili posudice s uzorkom odlije alkohol kroz mrežu promjera oka 500 μm u odgovarajuću posudu, a sabrani materijal se ispere pod laganim mlazom vode.
- Za analizu nije potrebno izdvajati organizme iz cijelog uzorka te se on jednolično rasporedi u kadicu za poduzorkovanje, koja je podijeljena na 30 jednakih kvadrata. Upotrebom para igraćih kockica, nasumično se odabere pet slučajno izabranih kvadrata/poduzoraka (jedinica za izolaciju). Poduzorci se prenesu na komplet od nekoliko sita. Obavezno se mora paziti da sita idu po veličini i da je najdonje sito s promjerom oka od 0,5 mm. Uzorak se preko sita dodatno ispere, kako bi se materijal homogenizirao. Navedeni postupak valje provoditi pažljivo kako ne bi došlo do oštećenja jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa (npr. Ephemeroptera, Amphipoda, Oligochaeta). Uzorci iz svakog sita zasebno se prenesu u posudice ispunjene 70%-tnim etanolom. Takav uzorak je spreman za izolaciju, odnosno izdvajanje svih makroskopskih beskranješnjaka.
- Izdvajanje organizama je završeno ako u pet poduzoraka nađemo minimalno 700 jedinki.
- U slučaju da se na navedenoj površini ne izolira više od 700 jedinki, pregledavaju se dodatni kvadrati sve dok brojnost organizama ne dosegne potrebnih 700 jedinki.
- Broj jedinki je potrebno preračunati na cijeli uzorak te kasnije na površinu od 1m^2 .
- Organizam pripada pojedinom poduzorku ako se glava, odnosno veći dio organizma, nalazi u njoj.
- Za organizme, koji leže na gornjoj ili desnoj granici između dva poduzorka, smatra se da pripadaju tom poduzorku.
- Prazne ljuštore puževa i školjkaša te prazne kućice ličinka tulara se ne broje.
- Ne broje se svlakovi kukaca i dijelovi organizama (noge, škrge, antene i sl.).
- Kod maločetinaša se broji cijeli primjerak ili samo prednji dio tijela.
- Za izolaciju organizama se koristi stereolupa.
- Bentoski beskranješnjaci se po taksonomskim skupinama sprema u zasebne kivetice sa 75% etilnim alkoholom u koje se stavljaju etikete od paus papira s naznačenim nazivom skupine, datumom i mjestom uzorkovanja. Tako spremljeni organizmi se kasnije determiniraju do nižih sistematskih kategorija.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Determinacija makrozoobentosa

U Tablici 9.7 je navedena razina determinacije makrozoobentosa potrebna za ocjenu ekološkog stanja tekućica u Hrvatskoj. U tablici su prikazane skupine čije se jedinice u izoliranom uzorku determiniraju u cijelosti. Određene skupine makrozoobentosa izdvajaju se iz poduzorka ovisno o preporučenom broju, determiniraju te se preračunavaju na preostali dio jedinice u uzorku (Tablica 9.7.). Preporučuje se što detaljnija determinacija, do razine vrste, ukoliko je moguće.

Tablica 9.7. Obavezna razina determinacije makrozoobentosa i broj jedinice koji se determinira kod pojedine skupine

Sistematska skupina	Razina determinacije	Izdvojen minimalan broj jedinice	Sistematska skupina	Razina determinacije	Minimalan broj jedinice koji se determinira
Porifera	rod	SVE	Ephemeroptera	rod, vrsta	100
Hydrozoa	rod	SVE	Trichoptera	rod, vrsta	SVE
Bryozoa	prisustvo	SVE	Odonata	rod, vrsta	SVE
Turbellaria	rod, vrsta	SVE	Megaloptera	rod, vrsta	SVE
Oligochaeta	porodica, rod, vrsta	100	Heteroptera	rod, vrsta	100
Hirudinea	rod, vrsta	SVE	Coleoptera	rod, vrsta	100
Mollusca	rod, vrsta	100	Diptera	porodica, rod, vrsta	100 *
Crustacea	rod, vrsta	100	Hydracarina	prisustvo	prisustvo
Plecoptera	rod, vrsta	100			

* za porodice skupine Diptera kao što su Chironomidae i Simuliidae primjenjuje se pravilo od 100 jedinice, dok se ostale determiniraju u cijelosti

Za determinaciju je potrebno koristiti determinacijske ključeve, a popis relevantne literature za determinaciju makrozoobentosa naveden je u Poglavlju 9.7.

NAPOMENA: Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu sa Smjernicama za ravnomjerno uzorkovanje bentoskih makrobekralježnjaka u plitkim rječicama prema zastupljenosti različitih staništa (HRN EN 16150:2012) i Smjernicama za uzorkovanje bentoskih makroavertebrata ručnom mrežom (HRN EN 27828:2008).

Kvantifikacija makrozoobentosa

U uzorku makrozoobentosa potrebno je odrediti brojnost taksona. Budući da relativna brojnost može dovesti do značajnih odstupanja rezultata, za izračunavanje Hrvatskog saprobnog indeksa - SI_{HR} (vidi poglavlje 3.4.3.3.3. Za izračunavanje indeksa/pokazatelja) određuje se ili apsolutna brojnost indikatorskih vrsta utvrđenih u cijelom uzorku ili brojnost preračunatu na 1 m^2 .

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrozoobentosa potrebno je odrediti dva modula:

- *Saprobnost* - određivanje razine opterećenja tekućica organskim tvarima
- *Opća degradacija* – određivanje ukupnih antropogenih promjena

Indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa navedeni su u Tablici 9.8.

Tablica 9.8. Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrozoobentos	Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR})	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost
	Indeks riječne faune (RFI) Margalef indeks raznolikost (D); Ritron indeks (RI); Udio pobirača/sakupljača (P/S%): Broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata (EPTCBO); Udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT%); Prosječna ocjena po svojti (ASPT);	Hidromorfološke promjene/opća degradacija	Opća degradacija

Mjerna postaja za makrozoobentos

Za ocjenjivanje ekološkog stanja potrebno je utvrditi kojem tipu tekućice pripada mjesto uzorkovanja.

Određivanje saprobnosti i opće degradacije na temelju makrozoobentosa

Indeksi/pokazatelji za modul saprobnost (u zagradi je engleski naziv iz računalnog programa ASTERICS 4.0.4, vidi poglavlje.). Za izračunavanje Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}) i Indeksa riječne faune ne koristi se ASTERICS 4.0.4 računalni program, već se računaju zasebno.

- **Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR})**
Biološki indeks koji ukazuje na opterećenje lako razgradljivim organskim tvarima, odnosno na saprobnost.

Indeksi/pokazatelji za modul opća degradacija (u zagradi je engleski naziv iz računalnog programa ASTERICS 4.0.4).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- **Indeks riječne faune (RFI)**
Indeks koji se temelji na odgovorima pojedinih svojti na hidromorfološku degradaciju.
- **Margalef indeks raznolikosti (D)** (Diversity - Margalef-Indeks)
Indeks predstavlja matematički izraz kojim se mjeri struktura zajednice, a temelji se na brojnosti i ujednačenosti vrsta. Vrijednosti ovog indeksa u pravilu su niže u slučaju različitih vidova degradacije i onečišćenja, iako su kod izuzetno čistih izvorskih voda vrijednosti indeksa raznolikosti, također, niske, ali to nije posljedica lošeg stanja vode, već prirodnih obilježja izvora (stabilna relativno niska temperatura, manje otopljenog kisika).
- **Ritron indeks (RI)** (Rhithron Type Index)
Indeks je zbirni pokazatelj, čija vrijednost ukazuje na udio svojti koje preferiraju područje ritrona, tj. dijelove tekućica s većom brzinom strujanja vode, uglavnom njihove gornje tokove. Više vrijednosti indeksa ukazuju na veći udio svojti gornjih, brzih dijelova tekućica, dok niže vrijednosti u nizinskim dijelovima tekućica ili nizvodno od brana i hidromorfološki promijenjenih dijelova tekućica ukazuju na opću degradaciju.
- **Udio pobirača/sakupljača (P/S%)** ([%] Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%)
Indeks koji ukazuje na opću degradaciju, jer sakupljače/pobirače u velikom broju se nalazi u područjima s puno sitnih organskih čestica (detritus), koje u velikoj mjeri mogu biti posljedica onečišćenja, ali isto tako njihova povećana brojnost je u područjima sa smanjenom brzinom strujanja vode zbog hidromorfoloških promjena poput pregradnje tekućica.
- **Broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata** (EPTCBO); indeks koji ukazuje na opću degradaciju tekućica, uključujući i hidromorfološku degradaciju.
- **Udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT%)** (EPT [%] - abundance classes)
Indeks koji ukazuje na tip staništa, jer brojnost svojti se smanjuje uslijed gubitka staništa na koja su prilagođeni. Smanjenje udjela EPT svojti, posljedica je smanjenja produktivnosti zajednice makrozoobentosa kao posljedice taloženja finog supstrata alohtonog porijekla. Slična je situacija i u prirodnim nizinskim tekućicama sporog toka, gdje je u makrozoobentosu udio predstavnika EPT skupina mali.
- **Prosječna ocjena po svojti (ASPT)**
Indeks koji je temeljen na svojtima osjetljivim na organsko onečišćenje i eutrofikaciju.

Izračunavanje indeksa/pokazatelja

Za izračunavanje svih korištenih indeksa (osim Hrvatskog saprobnog indeksa i Indeksa riječne faune) koristi se računalni program ASTERICS 4.0.4.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Podaci o brojnosti vrsta se upisuju u originalnu ASTERICS-ovu tablicu. Odabirom hrvatske verzije programa ASTERICS, u koju su unesene vrste indikatori specifični za Hrvatsku, podaci se učitaju u računalni program ASTERICS, koji izračunava sve gore navedene indekse, osim Hrvatskog saprobnog indeksa (SI_{HR}) i Indeksa riječne faune (RFI).

Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}) je prilagođeni saprobni indeks prema Pantle-Buck-u (1955.):

$$SI_{HR} = \frac{\sum SIu_i}{\sum u_i}$$

gdje je:

SI_{HR} = P-B indeks saprobnosti

SI = indikatorska vrijednost pojedine vrste

u_i = broj jedinki preračunat na 1 m^2

Indikatorske vrijednosti svojti makrozoobentosa (SI) nalaze se u Operativnoj listi svojti makrozoobentosa (tablica 9.2).

Za izračun Indeksa riječne faune (RFI) koristimo slijedeću formulu:

$$RFI = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

Gdje je:

ac_i – razred brojnosti svojte i

Rf_i – vrijednost riječne faune svojte i

HW_i – hidromorfološka indikatorska težina svojte i

Tip specifične hidromorfološke indikatorske vrijednosti odnosno vrijednosti riječne faune (Rf_i) i hidromorfološke indikatorske težine (HW_i) svojti makrozoobentosa nalaze se u DODATAKU 7.

IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Kako se vrijednosti svakog pojedinog indeksa brojčano znatno razlikuju, za ocjenu se njihove vrijednosti transformiraju (normaliziraju) u raspon od 0 (vrlo loše) do 1 (vrlo dobro), kako bi svi indeksi međusobno bili usporedivi. Za ocjenu ekološkog stanja se za svaki korišteni indeks izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

$$OEK = \frac{\text{Vrijednost indeksa} - \text{najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost} - \text{najlošija vrijednost}}$$

Referentne i najlošije vrijednosti svakog od indeksa očitavaju se iz Tablica referentnih i najlošijih vrijednosti za svaki tip vodotoka (DODATAK 5.), dok su u Tablici 9.9 prikazani omjeri ekološke kakvoće odgovarajućih indeksa te način izračunavanja omjera ekološke kakvoće modula opća degradacija za svaki tip tekućica.

NAPOMENA: Ukoliko su normalizirane vrijednosti pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.9. Izračunavanje omjera ekološke kakvoće modula opće degradacije za svaki tip tekućice

Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul opće degradacije
PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)	
1. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE	
HR-R_1	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
2. NIZINSKE MALE TEKUĆICE	
	2. a. Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom
HR-R_2A	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
	2.b. Nizinske male tekućice s šljunkovito-valutičastom podlogom
HR-R_2B	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
3. NIZINSKE ALUVIJALNE TEKUĆICE	
	3.a. Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom
HR-R_3A	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
	3.b. Nizinske male aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom
HR-R_3B	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
	3.c. Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom
HR-R_3C	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{ASPT} + OEK_{EPTCBO} + OEK_{RFI}}{4}$
	3.d. Nizinske velike aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom
HR-R_3D	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{ASPT} + OEK_{EPTCBO} + OEK_{RFI}}{4}$
4. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	
	4.a. Nizinske srednje velike tekućice
HR-R_4A	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{ASPT} + OEK_{EPTCBO} + OEK_{RFI}}{4}$

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul opće degradacije
HR-R_4B	4.b. Nizinske velike tekućice $OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{ASPT} + OEK_{EPTCBO} + OEK_{RFI}}{4}$
HR-R_4C	4.c. Nizinske tekućice čije je izvorište locirano u Dinaridskoj ekoregiji $OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{ASPT} + OEK_{EPTCBO} + OEK_{RFI}}{4}$
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)	
DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA	
6. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE	
HR-R_6	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
7. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	
HR-R_7	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
8. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	
HR-R_8A	8.a. Nizinske srednje velike tekućice $OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$
9. GORSKE I PRIGORSKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA	
HR-R_9	$OpDeg. = \frac{OEK_D + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{RFI}}{4}$

Posebno se izračunava omjer ekološke kakvoće za modul saprobnosti, a posebno za modul opće degradacije, dok je ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makrozoobentosa lošija od vrijednosti OEK-a modula saprobnosti i vrijednosti modula opće degradacije. Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 5. iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U TEKUĆICAMA

Terenski protokol za uzorkovanje makrozoobentosa u tekućicama treba sadržavati:

- broj protokola/šifra uzorka,
- naziv vodotoka i najbližeg naselja,
- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- šifra i naziv tipa tekućice,
- šifra vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),
- slivna površina mjerne postaje,
- nadmorska visina mjerne postaje,
- dužina uzorkovanog odsječka,
- fotografija mjesta uzorkovanja,
- opis mjesta uzorkovanja,
- obala (lijeva, sredina, desna),
- dio vodotoka (izvor, potok, rijeka, ušće, rukavac, kanal),
- oblik riječne doline (kanjon, korito, meandri, poplavna nizina),
- zasjenjenost (%),
- brzina vodnog toka (cm/s), (0-10, 10-30, 30-60, više od 60),
- je li moguće uzorkovati cijelom širinom vodotoka (da ili ne),
- zastupljenost prirodnih mikrostaništa (ukupno 100%), (%):

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Anorganski supstrat	Pokrovnost (%)	Broj uzorkovanih poduzoraka
Teh nolital (označiti s x)		
Megalital		
Makrolital		
Mezolital		
Mikrolital		
Akal		
Psamal		
Psamopelal		
Pelal		
Argilal		
Organski supstrat		
Makroalge		
Potopljeni makrofiti		
Emergentni (ukorijenjeni) makrofiti		
Živi dijelovi kopnenih biljaka		
Ksilal – neživi biljni dijelovi		
Veće organske čestice (CPOM)		
Naslage čestica organske tvari (POM)		
Saprofitske i makrobakterije i gljive		
Naplavine		
UKUPNO	100%	20

- razina vode (poplava, visoka voda, normalna razina, niska voda, teče, ne teče),
- procijenjeni protok (m^3/s) (niski, srednji, visoki),
- zamućenost (0 – nema, 1 – mala, 2 – srednja, 3 – velika),
- temperatura vode ($^{\circ}C$), temperatura zraka ($^{\circ}C$), otopljeni kisik (mg/L), zasićenje kisikom (%) el. vodljivost pri $25^{\circ}C$ ($\mu S/cm$), pH,
- boja, miris, pjena, vidljivi otpad,
- vidljivi znakovi redukcijskog procesa (crni sediment/sapropel, miris na H_2S),
- onečišćenje
 - otpadne vode kućanstva, voda iz uređaja za pročišćavanje, utjecaj poljoprivrede, industrijski ispusti, sumnja na iznenadno onečišćenje i dr.,
 - nema onečišćenja
- posebni uvjeti (ekstremni protoci/padaline),
- fizička ometanja: obaloutvrde, uzvodno brana ili ustava, nizvodno brana ili ustava,
- uzorkovanje makrozoobentosa:
 - ručna bentos mreža, Surberova mreža
- uzorkovano mikrostanište
 - dubina (cm)
 - brzac/ujezerenje ili lotički (LOT)/lentički (LEN)
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku napomene

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

DODATAK 5. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja/indeksa biološkog elementa kakvoće makrozoobentos specifične za određeni tip tekućice

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost		
PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)								
1.	Gorske i prigorske male tekućice		HR-R_1	Ritron indeks	10,9	1,22		
				EPT [%] (klasa abundancije)	49,01	0		
				Margalefov indeks raznolikosti	5,59	0,99		
				RFI	0,054	-0,511		
2.	Nizinske male tekućice	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitim podlogom	HR-R_2A	Ritron indeks	7,99	1,22		
				EPT [%] (klasa abundancije)	32,75	0		
				Margalefov indeks raznolikosti	9,55	0,99		
				RFI	0,178	-0,511		
			Nizinske male sa šljunkovito-valutičastim podlogom	HR-R_2B	Ritron indeks	7,99	1,22	
					EPT [%] (klasa abundancije)	32,75	0	
					Margalefov indeks raznolikosti	9,55	0,99	
					RFI	0,178	-0,511	
3.	Nizinske aluvijalne tekućice	Nizinske male aluvijalne tekućice s šljunkovito-valutičastim podlogom	HR-R_3A	Ritron indeks	7,99	1,22		
				EPT [%] (klasa abundancije)	32,75	0		
				Margalefov indeks raznolikosti	9,55	0,99		
				RFI	0,178	-0,511		
				Nizinske male aluvijalne tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	HR-R_3B	Ritron indeks	7,99	1,22
						EPT [%] (klasa abundancije)	32,75	0
						Margalefov indeks raznolikosti	9,55	0,99
						RFI	0,178	-0,511
			Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom	HR-R_3C	Margalefov indeks raznolikosti	6,13	2,37	
					RFI	0,52	-0,11	
					ASPT	6,87	1,82	
					EPTCBO	25,2	4	
			Nizinski velike aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom	HR-R_3D	Margalefov indeks raznolikosti	7,34	2,37	
					RFI	0,79	-0,11	
					ASPT	6,35	1,82	
					EPTCBO	21,8	4	

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
4.	Nizinske srednje velike i velike tekućice	Nizinske srednje velike tekućice	HR-R_4A	Margalefov indeks raznolikosti	6,13	2,37
				RFI	0,52	-0,11
				ASPT	6,87	1,82
				EPTCBO	25,2	4
		Nizinske velike tekućice	HR-R_4B	Margalefov indeks raznolikosti	7,34	2,37
				RFI	0,79	-0,11
				ASPT	6,35	1,82
				EPTCBO	21,8	4
		Nizinske tekućice čije je izvorište locirano u Dinaridskoj ekoregiji	HR-R_4C	Margalefov indeks raznolikosti	7,34	2,37
				RFI	0,79	-0,11
				ASPT	6,35	1,82
				EPTCBO	21,8	4

DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)						
DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA						
6.	Gorske i prigorske male tekućice		HR-R_6	Pobirači/sakupljači (scored taxa = 100%)	48,4	19,09
				EPT [%]	40,54	4,76
				Margalef indeks raznolikosti	5,08	2,05
				RFI	0,45	-0,02
7.	Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice		HR-R_7	Pobirači/sakupljači (scored taxa = 100%)	56,88	19,09
				EPT [%]	36,8	4,76
				Margalef indeks raznolikosti	3,73	2,05
				RFI	0,40	-0,02
8.	Nizinske srednje velike i velike tekućice	Nizinske srednje velike tekućice	HR-R_8A	Pobirači/sakupljači (scored taxa = 100%)	56,88	19,09
				EPT [%]	36,8	4,76
				Margalef indeks raznolikosti	3,73	2,05
				RFI	0,40	-0,02
			Nizinske velike tekućice	HR-R_8B		
9.	Gorske i prigorske srednje velike tekućice krških polja		HR-R_9	Pobirači/sakupljači (scored taxa = 100%)	56,88	19,09
				EPT [%]	36,8	4,76
				Margalef indeks raznolikosti	3,73	2,05
				RFI	0,40	-0,02

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Literatura

AQEM Consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1, February 2002: 198 pp.

Birk S, Böhmer J, Schöll F. 2016. XGIG Large River Intercalibration Exercise - Milestone 6 Report - Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe – Biological Quality Element: Benthic Invertebrates - Version 2, 228 p.

CIS Guidance Document No. 14. 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission, Technical report-2011-045.

European Union 2013. Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Mihaljević Z, Kerovec M, Mrakovčić M, Plenković A, Alegro A, Primc-Habdija B. 2011. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije. PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Opatrilova L. (ed) 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 5 report – River/EC GIG/Benthic Invertebrates. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability.

Urbanič G. 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. *Hydrobiologia* 729: 191–207.

Willby N, Birk S, Poikane S, van de Bund W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report, Luxembourg, Ispra.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Fitobentos

Uvod

U odnosu na Metodologiju predlažemo korištenje samo Trofičkog indeksa dijatomeja (TIDHR) za čije se izračunavanje koristi modificirana jednadžba Zelinka-Marvan (1961). Predlažemo da se ostali indeksi navedeni u Metodologiji (Indeks saprobnosti dijatomeja (SI_{HR}) i Nedijatomejski indeks (NeD) više se ne koriste radi relativno slabog odgovora na pritiske.

UZORKOVANJE

Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje fitobentosa u rijekama treba obaviti u proljetnom razdoblju, u vrijeme niskog vodostaja i stabilnih hidroloških prilika, najmanje dva (optimalno tri) tjedna nakon visokog vodostaja. Izuzetak su vrlo velike rijeke Drava i Mura u kojima se uzorkovanje obavlja u zimskom razdoblju pri niskom vodostaju.

Mjesto uzorkovanja

Uzorkovati treba u glavnom koritu rijeke (zona rijeke koja je konstantno pod vodom) te izbjegavati mjesta sa značajno usporenim tokom jer se tamo može formirati netipična zajednica. Neophodno je prilikom odabira mjesta uzorkovanja pomno promotriti dionicu na kojoj se planira uzorkovanje (brzina toka, osvjetljenost, sastav i zastupljenost vrsta podloge i sl.), jer količina svjetla, dubina vodotoka, vrsta supstrata i brzina strujanja vode direktno utječu na kvalitativni sastav fitobentosa. Uzimajući u obzir navedene abiotičke čimbenike, uzorkovanje se obavlja sa što različitim mikrostaništa. Odabirom različitih mikrostaništa objedinjuje se utjecaji svih dostupnih abiotičkih čimbenika na istraživanom odsječku vodnog tijela. Pojedinačna mikrostaništa mogu dati nepotpun odgovor, odnosno kvantitativnu zastupljenost algi kremenjašica tipičnu za samo određena mikrostaništa. Promjene u kvalitativnoj zastupljenosti vrsta algi često se mogu makroskopski vidjeti kao promjene boje i teksture samog supstrata (tamno zelene, zelene ili smeđe nakupine).

Uzorkovanje se obavlja na odsječcima od 25 – 50 m, neovisno o veličini slivne površine mjerne postaje.

Oprema potrebna za uzorkovanje

- terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u rijekama, s pratećim terenskim sitnim
- isprintane naljepnice s oznakama
- grafitna olovka i uljni marker
- gumene čizme (ribarske, duge sa i bez naramenica)
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, terenske sandale, kapa ili šešir
- krema sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja
- plastične epruvete 10-50 mL

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- skalpel
- tvrda četkica za zube
- plastična kadica
- boca za ispiranje
- žlica ili lopatica
- pinceta
- kracer (ručna bentos mreža)
- gumene rukavice – male i duge do ramena
- otopina za fiksiranje uzorka
- fotoaparat
- GPS uređaj
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar)
- „Aquascope“ – pomagalo za gledanje pod vodom
- prijenosni hladnjak
- terenska torbica s prvom pomoći
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim tekućicama

Način uzorkovanja

U ocjenjivanju ekološkog stanja na temelju fitobentosa koriste se dijatomeje. Reprezentativno mikrostanište za uzorkovanje je površina potopljenog kamena.

Uzorkovanje obraštaja za dijatomejski uzorak

Uzorkovanje se obavlja po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ („*single habitat sampling*“), odnosno s 5 kamena veličine mezolitala (6-25 cm), uzetih na različitim mjestima uzorkovanog odsječka. U slučaju kada u riječnom koritu nema reprezentativnog mikrostaništa (površine kamena), treba uzorkovati alternativna mikrostaništa, poput makrofitske vodene vegetacije, nepomičnih stijena, sitnih supstrata poput mulja i pijeska ili umjetnih vertikalnih površina. U Tablici 9.10 prikazani su postupci uzorkovanja s različitim supstrata.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.10. Postupci uzorkovanja fitobentosa (dijatomejskog uzorka) s pojedinih vrsta supstrata

Tip supstrata	Postupak uzorkovanja	
Tvrđi pomični supstrat: kamenje, oblutci	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice (pet kamena veličine 6 - 25 cm)
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadu uz dodatak vode iz tekućice
	3	Supstrat u kadu fotografirati
	4	Skalpelom ili četkicom potpuno sastrugati gornju površinu supstrata uz ispiranje korištenog alata i supstrata vodom koja se nalazi u kadu
	5	Supstrat vratiti u vodotok, a sastrugani materijal (ukoliko u kadu ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	6	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani pomični supstrat: mahovina, makrofita, manje korijenje bilja, lisne plojke	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadu/kantu/bocu uz dodatak vode iz tekućice
	3	Supstrat dobro ručno protresti/sastrugati ili iscijediti (postupak ponoviti 4 - 5 puta) u vodi koja se nalazi u kadu/kanti/boci
	4	Supstrat vratiti u vodotok, a isprani materijal (ukoliko u kadu/kanti/boci ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	5	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani sediment: pijesak, mulj, fini organski materijal, glina	1	Posudu ili donji dio Petrijeve zdjelice postaviti na supstrat tako da njen otvor prekrije površinu koja se uzorkuje. Zdjelicu lagano pritisnuti na supstrat tako da sediment ispuni cijeli volumen unutrašnjeg dijela posude/Petrijeve zdjelice <i>Napomena: Ako voda ne teče brzo, moguće je gornji dio sedimenta uzeti žličicom</i>
	2	Lagano podvući metalnu ili plastičnu pločicu (površine veće od promjera zdjelice) pod posudu ispunjenu sedimentom
	3	Sabrani sediment u cijelosti prenijeti u staklenu čašu te dodati po potrebi destilirane vode. Uzorak dobro protresti i kratko sedimentirati. Supernatant dekantirati i pohraniti u pravilno označenu bočicu
	4	Postupak ispiranja sedimenta destiliranom vodom i dekantiranja supernatanta ponoviti 4 puta
	5	Fiksirati uzorak
Tvrđi nepomični, umjetni vertikalni supstrat	1	Uzorkovanje se obavlja uz pomoć kracera ili plastične boce volumena 50-100 mL
	2	Vertikalnu površinu (cca 10 cm ²), sastrugati s dubine od barem 30-ak cm
	3	Postupak struganja ponoviti barem 3 puta
	4	Uzorak sakupljen na metalnom okviru kracera pohraniti u pravilno označenu bočicu te fiksirati
	5	Uzorak sastrugan direktno bočicom samo fiksirati, ili pohraniti u željene bočice/falkonice

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Svaki uzorak neophodno je pohraniti u bočice koje moraju biti označene etiketom na kojoj je naznačeno:

- naziv tekućice,
- šifra naziv mjerne postaje,
- datum i vrijeme uzorkovanja

NAPOMENA: *Dijatomejski uzorak čini pet sastruganih kamena u jednoj bočici.*

Ukoliko se za struganje fitobentosa koristi četkica, svakako ju je za svako naredno uzorkovanje neophodno dobro očistiti i isprati. No, zbog moguće kontaminacije sljedećeg uzorka, preporučuje se koristiti uvijek novu četkicu.

Otopina za fiksiranje

Dijatomejski uzorci – konzervirati s etilnim alkoholom do konačne koncentracije najmanje 20 %, neovisno o vremenu skladištenja.

Tijekom uzorkovanja fitobentosa, na mjestu uzorkovanja izmjeri se temperatura vode, pH, električna vodljivost, zasićenost vode kisikom i koncentracija u vodi otopljenog kisika.

Terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u tekućicama treba pripremiti prije odlaska na teren kao obrazac u klasičnom (papirnatom) ili u elektroničkom obliku (primjerice na tabletu), te treba sadržavati podatke navedene na str. 207.

LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

Oprema potrebna za laboratorijski rad

- električna ploča za zagrijavanje uzorka,
- Erlenmeyer tikvice od 100mL,
- kuglice za vrenje,
- staklene epruvete (cca 15 mL),
- centrifuga,
- laboratorijska vaga,
- bočice za pohranjivanje uzoraka,
- predmetna stakalca,
- pokrovna stakalca,
- kapalice,
- ručna automatska pipeta,
- nastavci za pipetu,
- binokularni mikroskop s Nomarski kontrastom koji sadržava:

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- a) binokulare 10x ili 12,5x (od kojih jedan ima okularni mikrometar)
- b) objektiv 100x s Nomarski kontrastom
- c) imerzijsko ulje
- d) digitalnu kameru povezanu s računalom
- e) mehaničko postolje

Čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata

Za precizno određivanje dijatomeja potrebno je pripremiti trajne preparate.

Ispiranje uzorka - Kod pripreme trajnih preparata iz materijala fiksiranog etilnim alkoholom, ispiranje destiliranom vodom nije potrebno.

Metoda 1.

Uklanjanje organske tvari iz uzorka provodi se u epruvetama ili Erlenmayerovim tikvicama dodavanjem zasićene otopine kalijevog permanganata (KMnO_4). U prethodno označene epruvete, otopina se dodaje u jednakom omjeru (1 mL) u odnosu na uzorak. Ovisno o količini organske tvari, uzorak poprima smeđu boju kao rezultat oksidativnog učinka kalijevog permanganata. Purpurna boja ukazuje na manju količinu organske tvari. Tako pripremljen uzorak, ostavlja se 24 sata kako bi razgradnja organske tvari bila potpuna.

Uklanjanje karbonata iz uzorka provodi se nakon 24 sata dodatkom 37% klorovodične kiseline (HCl). Nakon reakcije koja se razvija dodatkom nekoliko kapi kiseline, u uzorak se dodaje HCl u ukupnom volumenu od 2 mL. Nakon toga, uzorak se stavlja u vodenu kupelj i kuha 45 min na srednjoj temperaturi sve do obezbojenja (ili žućkaste boje). Kuhanjem uzoraka u Erlenmayerim tikvicama obavlja se uz obavezan dodatak kuglica za vrenje. Uzorci se potom moraju ohladiti, na sobnoj temperaturi ili u hladnoj vodi. Ako organska tvar nije u potpunosti razgrađena, u uzorak se dodaje 5 mL 30% vodikovog peroksida (H_2O_2), koji će kroz daljnje kuhanje oksidirati preostalu organsku tvar i obezbojiti uzorak.

Tako očišćen uzorak potrebno je ispirati dodatkom vodovodne vode te centrifugiranjem (7 min/2000 RPM) dok se ne postigne pH 6-7. Za ispiranje zadnje u nizu koristi se destilirana voda. Nakon postignutog neutralnog pH, uzorak je spreman za izradu trajnih preparata.

Svi navedena dodavanja kiselina, kuhanje uzoraka te prva dva ispiranja uzoraka obavljaju se isključivo u digestoru.

Metoda 2.

Uklanjanje karbonata iz uzorka - da bi se iz materijala uklonio kalcijev ili magnezijev karbonat uzorku se dodaje u jednakom volumenu 25% klorovodična kiselina. Uzorak se kuha oko 30 minuta na 200 °C. Nakon završene reakcije (pjenjenje uzorka) kalcijevog ili magnezijevog karbonata i klorovodične kiseline uzorak se ispiru destiliranom vodom (dodaje se destilirana voda i centrifugira (7 min/2000 RPM) koji se ponavlja 4 puta. Ukoliko je uzorak sakupljen u vodotoku s niskom koncentracijom karbonatnih iona, dodavanje klorovodične kiseline nije potrebno.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Uklanjanje organske tvari iz uzorka - provodi se u epruветama s debelim dnom ili Erlenmeyerovim tikvicama dodavanjem 96% sumporne kiseline u dvostrukom omjeru u odnosu na talog (uzorak). Smjesa uzorka i kiseline pažljivo se zagrijava na plinskom plameniku do pojave bijelih para, kada se uzorak zacrni. Uzorak se potom malo ohladi, doda se H_2O_2 (2 mL ili više, ovisi o uzorku), pa se opet zagrijava. Ukoliko u uzorku ima malo organske tvari smjesa se sama obezboji, a ukoliko ima puno organske tvari smjesa ostaje crna te se uzorku doda još H_2O_2 koji će smjesu obezbojiti. Obezbojeni se uzorak ponovo ispire destiliranom vodom te centrifugiranjem (7 min/2000 RPM) dok se ne postigne pH 6-7.

Izrada trajnih preparata

Uzorak pripremljen na gore opisani način, uz dodatak destilirane vode pohranjuje se u čiste i pravilno označene bočice.

U nastavku izrade trajnih preparata, ukoliko je potrebno obzirom na kvalitetu, pokrovno stakalce treba uroniti u 0,1 M H_2SO_4 , isprati u destiliranoj vodi i osušiti.

Na tako pripremljenu pokrovnicu nanese se ona količina uzorka koja u potpunosti prekriva površinu pokrovnog stakalca. Pri nakapavanju uzorka neophodno je procijeniti optimalnu gustoću frustula. Mliječno bijeloj suspenziji dodaje se destilirana voda kako bi se smanjila gustoća frustula. Nakapavanje uzorka optimalne gustoća važno je radi lakšeg određivanja i brojenja frustula. Uzorak raspoređen po cijeloj površini pokrovnog stakalca, ostavi se na ravnoj horizontalnoj površini. Kada sva suspenzija ispari, na pokrovnom stakalcu ostaje tanka bijelo-siva prevlaka. Ako osušena suspenzija nije jednoliko raspoređena izrađuje se novi preparat. Nejednolika distribucija dijatomeja na pokrovnom stakalcu najčešće je posljedica prebrzog isparavanja, nedovoljno ispranog konzervansa, neravne površine ili vibracija površine na kojoj je pokrovnica postavljena. Kako bi se utvrdila homogenost uzorka, predmetna stakalca s nanesenim i osušnim suspenzijama dijatomeja mogu se prije uklapanja pregledati na povećanju od 400x tako da je uzorak na gornjoj strani pokrovnog stakalca. Ako homogenost i gustoća nisu zadovoljavajući, postupak treba ponoviti.

Kada se postigne zadovoljavajuća gustoća stanica, na predmetno stakalce stavi se kap smole (Naphrax), a na nju se prevrtanjem postavi pokrovno stakalce (strana s osušnom suspenzijom pokriva kapljicu). Preparat se lagano zagrijava na ploči za zagrijavanje ili na plinskom plameniku sve dok se, uz stvaranje mjehurića, smola ne raširi pod cijelim pokrovnim stakalcem. Pokrovno stakalce treba lagano pritisnuti histološkom iglicom ili drvenim štapićem i istisnuti mjehuriće zraka.

Preparat se ostavi hladiti. Laganim pomicanjem pokrovnog stakalca po predmetnom stakalcu provjeri se jesu li stakalca dobro zalijepljena.

Preostali dio očišćenog uzorka fiksira se glicerolom (uz minimalnu količinu destilirane vode) i pohranjuje na hladnom mjestu.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

NAPOMENA: U ovom poglavlju su navedene dvije metode čišćenja dijatomeja za izradu trajnih preparata. Ostale metode čišćenja dijatomeja detaljno su opisane u Savjetodavnoj normi za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih bentoskih dijatomeja (HRN EN 13946:2014). Primjenjivati se može metoda prema vlastitom izboru i u ovisnosti o čistoći uzorka.

Mikroskopiranje, determinacija i kvantifikacija dijatomeja

Trajni preparati dijatomeja mikroskopiraju se svjetlosnim mikroskopom. Određivanje i brojenje vrsta obavlja se pod mikroskopom s imerzijskim objektivom pri povećanju od 1000 puta. Izbroji se 400 stanica dijatomeja (valvi, odnosno frustula) koje se determiniraju i odrede vrste. Učestalost pojedine vrste u uzorku izražava se kao postotak od 400 izbrojenih stanica u uzorku ili trajnom preparatu. Određivanje svih vrsta koje se nalaze u uzorku s relativnom zastupljenošću većom od 5% treba nastojati odrediti do razine vrste.

NAPOMENA: Uzorkovanje bentoskih dijatomeja mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih bentoskih dijatomeja (HRN EN 13946:2014).

Uzorkovanje fitobentosa mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za ispitivanje, uzorkovanje i laboratorijsku analizu fitobentosa u plitkim tekućicama (HRN EN 15708:2010).

Determinacija i brojenje dijatomeja mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za identifikaciju i brojenje dijatomeja u uzorcima riječnog bentosa te njihovo tumačenje (HRN EN 14407:2014).

IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitobentosa potrebno je odrediti dijatomejske vrste algi, a razina opterećenja hranjivim tvarima izražava se kao Trofički indeks dijatomeja (Tablica 9.11).

Tablica 9.11. Pokazatelj/indeks i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Fitobentos	Trofički indeks dijatomeja (TDI _{HR})	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Mjerna postaja za fitobentos

Za ocjenjivanje ekološkog stanja, mjesto uzorkovanja potrebno je uvrstiti u odgovarajući tip tekućice.

Određivanje trofičnosti na temelju dijatomejskih algi

Trofički indeks dijatomeja je pokazatelj koji ukazuje na opterećenje vodnog tijela hranjivim tvarima tj. na njegov stupanj trofije na osnovi zastupljenosti dijatomejskih vrsta (Rott i sur., 1999).

Indikatorske veličine za svaku dijatomejsku vrstu definirane su s obzirom na specifičnosti hrvatskih tekućica te je za svaku vrstu izračunata indikatorska vrijednost (tolerantnost) i indikatorska težina (osjetljivost).

Operativna lista svojti dijatomeja (OLS - TDI_{HR})

Operativna lista svojti sadrži numeričke podatke o indikatorskim vrijednostima i težinama trofičkog indeksa za svojte dijatomeja koje se mogu naći u hrvatskim tekućicama i stajaćicama (DODATAK 2). Vrste, kojima za sada nisu dodijeljeni numerički podaci, ne uzimaju se u obzir kod izračunavanja indeksa. Osim ako njihova učestalost prelazi 60 valvi, odnosno njihova relativna učestalost je više od 15% tada uzimamo indikatorsku vrijednost i težinu roda.

Izračunavanje Trofičkog (TDI_{HR})

Za determinirane vrste u svakom uzorku odrede se trofičke indikatorske vrijednosti i težine prema Operativnoj listi svojti dijatomeja za rijeke i jezera (OLS - TID_{HR}) navedene u DODATKU 1.

Za izračunavanje Trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}) koristi se modificirana jednadžba Zelinka-Marvan (1961.):

$$INDEKS = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times IV_i \times IT_i}{\sum_{i=1}^n A_i \times IT_i}$$

gdje je:

A_i = relativna učestalost vrste/abundancija vrste u uzorku

IV_i = indikatorska vrijednost (tolerantnost) pojedine vrste

IT_i = indikatorska težina (osjetljivost!) pojedine vrste

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Referentne i najlošije vrijednosti, pokazatelja/indeksa biološkog elementa kakvoće fitobentosa, specifične za određeni tip tekućice

U DODATKU 2 nalaze se referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja fitobentosa TDI_{HR} , specifične za određeni tip tekućice.

Izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

Za ocjenu ekološkog stanja se za indeks izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

$$OEK_{TDI_{HR}} = \frac{\text{Vrijednost } TDI_{HR} \text{ indeksa} - \text{najlošija vrijednost } TDI_{HR}}{\text{Referentna vrijednost } TDI_{HR} - \text{najlošija vrijednost } TDI_{HR}}$$

Vrijednost indeksa brojčana je vrijednost dobivena modificiranom jednadžbom po Zelinka-Marvan (1961.). Referentne i najlošije vrijednosti indeksa očitavaju se iz Tablica referentnih i graničnih vrijednosti za svaki tip vodotoka (DODATAK 2).

NAPOMENA: Ukoliko su vrijednosti omjera ekološke kakvoće pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće fitobentosa je $OEK_{TDI_{HR}}$.

U Tablici 9.12 prikazane su granice klasa za vrijednosti $OEK_{TDI_{HR}}$ tekućica Panonske ekoregije.

Tablica 9.12. Granice klasa za vrijednosti $OEK_{TDI_{HR}}$ tekućica Panonske ekoregije.

Granice klasa	$OEK_{TDI_{HR}}$
Referentna vrijednost	1.00
Vrlo dobro / Dobro	0.86
Dobro / Umjereno	0.60
Umjereno / Loše	0.38
Loše / Vrlo loše	0.22

Terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u tekućicama

Terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u tekućicama sadrži sljedeće podatke:

- šifra i naziv mjerene postaje,
- šifra vodnog tijela,
- tip površinske vode,
- analitički broj uzorka,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),
- nadmorska visina,
- dužina uzorkovanog odsječka (m),
- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- opis/skica mjesta uzorkovanja,
- uzorkovana obala (lijeva, sredina, desna),
- tip vodotoka (izvor, potok, rijeka, ušće, rukavac, kanal, jezero, akumulacija),
- oblik riječne doline (kanjon, korito, meandri, poplavna nizina),
- zasjenjenost (%),
- procijenjena brzina vodenog toka, (m/s) - (0 - 10, 10 - 30, 30 - 60, > 60, ne teče),
- pokrivenost uzvodnog transekta vodenom vegetacijom (%) - (nadpovršinska, podpovršinska, plutajuća, slobodno plutajuća, bez plutajuće vegetacije),
- smjer uzorkovanog transekta (uzvodno, nizvodno),
- zastupljenost mikrostaništa u uzorkovanom transektu (megalital, makrolital, mezolital, mikrolital, akal, psamal, psamopelal, pelal, argilal, tehnolital),
- razina vode (poplava, visoka, srednja razina, niska),
- замуćenost (nema, mala, srednja, velika),
- temperatura vode (°C), otopljeni kisik (mg/L), zasićenje kisikom (%), el. vodljivost pri 25°C ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, salinitet,
- boja, miris, pjena, vidljivi otpad,
- vidljivi znakovi redukcijskog procesa (crni sediment/sapropel, miris na H_2S , bez znakova),
- onečišćenje (otpadne vode kućanstva, voda iz uređaja za pročišćavanje, utjecaj poljoprivrede, industrijski ispusti, sumnja na iznenadno onečišćenje i dr., nema onečišćenja),
- fizička ometanja (obaloutvrde, uzvodno brana ili ustava, nizvodno brana ili ustava),
- uzorkovanje fitobentosa pomoću: špatula, četkica, skalpel, kapalica, Petrijeva zdjelica, mreža za struganje i dr.,
- uzorkovano mikrostanište/supstrat,
- prosječna dubina uzorkovanja,
- dužina uzorkovanog odsječka,
- ostala opažanja, koja nisu obuhvaćena gore navedenim, unijeti u rubriku napomene.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

DODATAK 1. Operativna lista svojiti dijatomeja u fitobentosu rijeka i jezera

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
1.	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	2,7	1
2.	<i>Achnanthes exigua</i> Grunow	2,2	5
3.	<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>frequentissima</i> Lange-Bertalot	3,4	1
4.	<i>Achnanthes lutheri</i> Hustedt	1,4	5
5.	<i>Achnanthes rupestoides</i> Hohn	1,4	5
6.	<i>Achnanthes</i> sp.	1,4	5
7.	<i>Achnanthes thermalis</i> (Rabenhorst) Schoenfeld	3	1
8.	<i>Achnanthes trinodis</i> (W.Smith) Grunow	1,4	2
9.	<i>Achnantheidium affine</i> (Grunow) Czarnecki	1,6	3
10.	<i>Achnantheidium biasolettianum</i> (Grunow) Bukhtiyarova	2,5	3
11.	<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot		
12.	<i>Achnantheidium gracillimum</i> (Meister) Lange-Bertalot	1,6	1
13.	<i>Achnantheidium helveticum</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector	1,4	5
14.	<i>Achnantheidium kranzii</i> Lange-Bertalot	1,4	5
15.	<i>Achnantheidium linearioides</i> Lange-Bertalot	1,4	5
16.	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	2,5	2
17.	<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi	1	1
18.	<i>Achnantheidium rosenstockii</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1,4	5
19.	<i>Achnantheidium saprophila</i> (H.Kobayashi & Mayama) Round & Bukhtiyarova	1,6	1
20.	<i>Achnantheidium</i> sp.	1,4	3
21.	<i>Achnantheidium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1,4	5
22.	<i>Achnantheidium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	2,5	2
23.	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	1,3	1
24.	<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>muralis</i> (Grunow) Lange-Bertalot	3,2	1
25.	<i>Amphipleura pelucida</i> Kützing	1,5	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
26.	<i>Amphipleura rutilans</i> (Trentepohl & Roth) Cleve	1,5	3
27.	<i>Amphipleura</i> sp.	1,5	3
28.	<i>Amphora aequalis</i> Krammer	3,2	3
29.	<i>Amphora copulata</i> (Kützing) Schoeman & Archibald	3,2	5
30.	<i>Amphora inariensis</i> Krammer	2,8	1
31.	<i>Amphora lange-bertalotii</i> Levkov & Metzeltin		
32.	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	3,2	3
33.	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	3,2	2
34.	<i>Amphora pediculus</i> (Kützing) Grunow	3,2	2
35.	<i>Amphora</i> sp.	3,2	3
36.	<i>Aneumastus stroesei</i> (Østrup) D.G.Mann	3,6	1
37.	<i>Aneumastus tusculus</i> (Ehrenberg) D.G.Mann & Stickle	2,6	1
38.	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> E.Pfitzer	3,2	1
39.	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	2,5	2
40.	<i>Asterionella</i> sp.	3,5	3
41.	<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	2,6	1
42.	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	2,6	1
43.	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	2,6	1
44.	<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	2,6	1
45.	<i>Aulacoseira</i> sp.	2,6	1
46.	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	4	1
47.	<i>Brachysira brebissonii</i> R.Ross	1	5
48.	<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) Compere	1	5
49.	<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	1	5
50.	<i>Brachysira</i> sp.	1	5
51.	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross	1	5
52.	<i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve	2	1
53.	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve fo. <i>amphisbaena</i>	2,5	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
54.	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	3	1
55.	<i>Caloneis fontinalis</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt		
56.	<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	2	1
57.	<i>Caloneis latiuscula</i> (Kützing) Cleve	2	1
58.	<i>Caloneis schumanniana</i> (Grunow) Cleve	2	1
59.	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	1,8	5
60.	<i>Caloneis</i> sp.	2	1
61.	<i>Caloneis vasileyevae</i> Lange-Bertalot, Genkal & Vekhov	2	1
62.	<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg	2	1
63.	<i>Campylodiscus noricus</i> Ehrenberg	2	1
64.	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hustedt) D.G.Mann & A.J.Stickle	2,6	1
65.	<i>Cavinula scutelloides</i> (Smith) Lange-Bertalot	2,6	1
66.	<i>Chaetoceros</i> sp.	1	3
67.	<i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve	2,8	1
68.	<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer	2,8	1
69.	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	2,5	1
70.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	2,5	2
71.	<i>Cocconeis</i> sp.	2	2
72.	<i>Conticribra weissflogii</i> (Grunow) K.Stachura-Suchoples & D.M.Williams		
73.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	2	1
74.	<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G.Mann	4,8	5
75.	<i>Craticula ambigua</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	3,2	1
76.	<i>Craticula buderi</i> (Hustedt) Lange-Bert	2,6	1
77.	<i>Craticula citrus</i> (Krasske) Reichardt	2,6	1
78.	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) Mann	4	1
79.	<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann	4	1
80.	<i>Craticula</i> sp.	2,6	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofiti i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
81.	<i>Craticula submolesta</i> (Hustedt) Lange-Bertalot		
82.	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	2	1
83.	<i>Cyclostephanos</i> sp.		
84.	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt		
85.	<i>Cyclotella bodanica</i> var. <i>aff. lemanica</i> (O.Müller ex Schroter) Bachmann		
86.	<i>Cyclotella comensis</i> Grunow	2	2
87.	<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenberg) Kützing	2	1
88.	<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt		
89.	<i>Cyclotella glabriuscula</i> (Grunow) Hakansson		
90.	<i>Cyclotella krammeri</i> Håkansson		
91.	<i>Cyclotella kuetzingiana</i> Thwaites	2,6	2
92.	<i>Cyclotella melosiroides</i> (Kirchner) Lemmermann	1,5	3
93.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	2,8	1
94.	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	2	1
95.	<i>Cyclotella planctonica</i> Brunthaler	1,5	3
96.	<i>Cyclotella plitvicensis</i> Hustedt	3	2
97.	<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt		
98.	<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	3	2
99.	<i>Cyclotella</i> sp.	2	1
100.	<i>Cyclotella trichonidea</i> Economou-Amilli	2	2
101.	<i>Cyclotella tripartita</i> Hakansson	2	2
102.	<i>Cyclotella woltereckii</i> Hustedt	2	2
103.	<i>Cyclotella stelligera</i> G.W.Prescott	2	2
104.	<i>Cylindrotheca gracilis</i> (Brébisson ex Kützing) Grunow		
105.	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	4	1
106.	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson & Godey) W.Smith	3,2	1
107.	<i>Cymatopleura</i> sp.	3,2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
108.	<i>Cymbella affinis</i> Kützing	2,2	1
109.	<i>Cymbella affinis</i> var. <i>procera</i> Krammer	2,6	3
110.	<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	2,2	1
111.	<i>Cymbella cistula</i> (Ehrenberg) Kirchner	2,2	1
112.	<i>Cymbella compacta</i> Østrup	2,2	1
113.	<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	2,2	1
114.	<i>Cymbella delicatula</i> Kützing	1	3
115.	<i>Cymbella designata</i> Krammer	2	1
116.	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	2,2	1
117.	<i>Cymbella excisiformis</i> Kützing		
118.	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	2,2	1
119.	<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	2,5	5
120.	<i>Cymbella laevis</i> Nägeli	2,2	1
121.	<i>Cymbella lanceolata</i> (C.Agardh) Kirchner	2,2	1
122.	<i>Cymbella lancettula</i> (Krammer) Krammer	2,2	1
123.	<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	2,8	2
124.	<i>Cymbella leptoceros</i> (Ehrenberg) Grunow	2,5	5
125.	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	2,2	1
126.	<i>Cymbella neoleptoceros</i> var. <i>neoleptoceros</i> Krammer	2,5	5
127.	<i>Cymbella parva</i> (W.Smith) Kirchner	2	1
128.	<i>Cymbella proxima</i> Reimer	2,2	1
129.	<i>Cymbella</i> sp.	2,2	1
130.	<i>Cymbella stuxbergii</i> (Cleve) Cleve	2	1
131.	<i>Cymbella subhelvetica</i> Krammer	2,2	1
132.	<i>Cymbella tumida</i> (Brébisson) Van Heurck	2,2	1
133.	<i>Cymbella turgidula</i> Grunow		
134.	<i>Cymbella vulgata</i> Krammer		
135.	<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	2,2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
136.	<i>Cymboppleura austriaca</i> (Grunow) Krammer	2,2	1
137.	<i>Cymboppleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer		
138.	<i>Cymboppleura diminuta</i> (Grunow) Krammer		
139.	<i>Cymboppleura frequens</i> var. <i>frequens</i> Krammer	2,2	1
140.	<i>Cymboppleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	2,2	1
141.	<i>Cymboppleura rhomboidea</i> var. <i>rhomboidea</i> Krammer	2,2	1
142.	<i>Cymboppleura</i> sp.		
143.	<i>Cymboppleura subaequalis</i> var. <i>subaequalis</i> (Grunow) Krammer	2,2	1
144.	<i>Delicata delicatula</i> var. <i>delicatula</i> (Kützing) Krammer	1	3
145.	<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	2	1
146.	<i>Denticula</i> sp.	2	1
147.	<i>Denticula tenuis</i> Kützing	2	1
148.	<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing	2,6	1
149.	<i>Diadesmis contenta</i> (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann	1,3	1
150.	<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner	2	1
151.	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	1,8	2
152.	<i>Diatoma elongata</i> (Lyngbye) C.Agardh	2	2
153.	<i>Diatoma hiemalis</i> (Lyngbye) Heiberg	2	1
154.	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	1,5	3
155.	<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	3	1
156.	<i>Diatoma problematicum</i> Lange-Bertalot	2	1
157.	<i>Diatoma</i> sp.	2	1
158.	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	2	1
159.	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	2,6	3
160.	<i>Diatoma vulgaris</i> var. <i>capitulatum</i> Grunow	2,5	3
161.	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) W.M.Schmidt	2	1
162.	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	2	3
163.	<i>Diploneis fontanella</i> Lange-Bertalot	2	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
164.	<i>Diploneis fontium</i> Reichardt	2	3
165.	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt		
166.	<i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt	2	3
167.	<i>Diploneis oblongella</i> var. <i>gibbosa</i> (McCall) A.Cleve	3	2
168.	<i>Diploneis oculata</i> (Brebisson) Cleve	2	3
169.	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler		
170.	<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	2	3
171.	<i>Diploneis parva</i> Cleve	2	3
172.	<i>Diploneis puella</i> (Schumann) Cleve	2	3
173.	<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot	2	3
174.	<i>Diploneis</i> sp.	2	3
175.	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grunow) Houk & Klee	2	1
176.	<i>Ellerbeckia arenaria</i> (Moore ex Ralfs) R.M.Crawford	2,6	1
177.	<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	2,2	1
178.	<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	1,5	2
179.	<i>Encyonema lacustre</i> (C.Agardh) F.W.Mills	2,2	1
180.	<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer		
181.	<i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) D.G.Mann	2	1
182.	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	3	2
183.	<i>Encyonema muelleri</i> (Hustedt) D.G.Mann	2,2	1
184.	<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kützing	1,5	2
185.	<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	1,8	2
186.	<i>Encyonema</i> sp.	2,2	1
187.	<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh) Grunow	2,2	1
188.	<i>Encyonema vulgare</i> Krammer	1,8	2
189.	<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	2,2	1
190.	<i>Encyonopsis krammeri</i> Reichardt	2,2	1
191.	<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	2,2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
192.	<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt	1	2
193.	<i>Encyonopsis</i> sp.		
194.	<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt		
195.	<i>Entomoneis paludosa</i> (W.Smith) Reimer	2	2
196.	<i>Entomoneis</i> sp.	2	2
197.	<i>Envekadea hedinii</i> Van de Vijver, Gligora, Hinz, Kralj & Cocquyt	1,8	2
198.	<i>Eolimna subminuscula</i> (Manguin) Gerd Moser, Lange-Bertalot & D.Metzeltin	3,6	1
199.	<i>Epithemia muelleri</i> Fricke	2	2
200.	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brebisson	2	2
201.	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing var. <i>argus</i>	2	2
202.	<i>Epithemia frickei</i> Krammer	2	2
203.	<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse	2	2
204.	<i>Epithemia sores</i> Kützing	2,8	1
205.	<i>Epithemia</i> sp.	2	2
206.	<i>Epithemia turgida</i> Kützing	2	2
207.	<i>Eucoconeis flexella</i> (Kützing) Cleve	1,4	3
208.	<i>Eucoconeis laevis</i> (Østrup) Lange-Bertalot	1,4	3
209.	<i>Eunotia ambivalens</i> Lange-Bertalot & Tagliaventi	1	1
210.	<i>Eunotia arcubus</i> Nörpel & Lange-Bertalot	1	1
211.	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg var. <i>arcus</i>	1	1
212.	<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	1	3
213.	<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske) Nörpel & Lange-Bertalot	1	3
214.	<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in van Heurck		
215.	<i>Eunotia minutissima</i> A.Cleve	1,6	3
216.	<i>Eunotia minus</i> (Kützing) Grunow	1	3
217.	<i>Eunotia pectinalis</i> (Dyllwyn) Rabenhorst	1	1
218.	<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>recta</i> A.Mayer ex Patrick		

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
219.	<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg	1	1
220.	<i>Eunotia</i> sp.	1	1
221.	<i>Eunotia tenella</i> (Grunow) Hustedt	1	3
222.	<i>Fallacia lange-bertalotii</i> (Reichardt) Reichardt	2,6	1
223.	<i>Fallacia lenzii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	3	1
224.	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann ssp. <i>pygmaea</i> Lange-Bertalot	2,6	1
225.	<i>Fallacia pygmaea</i> ssp. <i>subpygmaea</i> Lange-Bertalot	2,6	1
226.	<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow) D.G.Mann	3	1
227.	<i>Fallacia tenera</i> (Hustedt) D.G. Mann	2,6	1
228.	<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	3,6	1
229.	<i>Fragilaria acus</i> (Ehrenberg) Cleve	2,6	3
230.	<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot		
231.	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	2,4	2
232.	<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> (Grunow) D.M.Williams & Round	2,4	2
233.	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>	1,5	2
234.	<i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	2,8	3
235.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Østrup) Hustedt	2	2
236.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst	2	2
237.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	3,2	1
238.	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Hustedt	2,4	2
239.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	2,4	3
240.	<i>Fragilaria goulardii</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	2	1
241.	<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	3,6	2
242.	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grunow	3,2	3
243.	<i>Fragilaria pseudoconstruens</i> Marciniak	2	1
244.	<i>Fragilaria radians</i> (Kützing) Lange-Bertalot		
245.	<i>Fragilaria recapitellata</i> H. Lange-Bertalot & D. Metzeltin		

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
246.	<i>Fragilaria</i> sp.	1,6	1
247.	<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	4	2
248.	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round	2	3
249.	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) Cleve-Euler	1,4	1
250.	<i>Frustulia creuzburgensis</i> (Krasske) Hustedt	1,8	1
251.	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni var. <i>amphipleuroides</i> (Grunow) De Toni	1,4	1
252.	<i>Frustulia rhomboides</i> f. <i>undulata</i> Hustedt		
253.	<i>Frustulia</i> sp.	2	1
254.	<i>Frustulia spicula</i> Amosse		
255.	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	1,8	1
256.	<i>Frustulia weinholdii</i> Hustedt	1,8	1
257.	<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bertalot & Metzeltin	2,4	3
258.	<i>Geissleria dolomitica</i> (Bock) Lange-Bertalot & Metzeltin	2,6	1
259.	<i>Geissleria similis</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Metzeltin	2,6	1
260.	<i>Geissleria</i> sp.	2,6	1
261.	<i>Gomphocymbella</i> sp.	2	1
262.	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	2,2	1
263.	<i>Gomphonema affine</i> Kützing	3	1
264.	<i>Gomphonema affine</i> var. <i>insigne</i> (W.Gregory) G.W.Andrews	3	1
265.	<i>Gomphonema amoenum</i> Lange-Bertalot	3	1
266.	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2	1
267.	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	3	3
268.	<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	3	1
269.	<i>Gomphonema brasilense</i> Grunow	3	1
270.	<i>Gomphonema brebissonii</i> Kützing	2	1
271.	<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	3	1
272.	<i>Gomphonema carolinense</i> Hagelstein	2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
273.	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	3	1
274.	<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>amphicephala</i> K.S.Mereschkowsky	1,9	5
275.	<i>Gomphonema dichotomum</i> Kützing	2	1
276.	<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt and Lange-Bertalot		
277.	<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & E.Reichardt	2,6	3
278.	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg	2	1
279.	<i>Gomphonema grovei</i> var. <i>lingulatum</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	3,8	5
280.	<i>Gomphonema hebridense</i> W.Gregory	1,5	1
281.	<i>Gomphonema innocens</i> E.Reichardt	2	1
282.	<i>Gomphonema intricatum</i> Kütz.	2	1
283.	<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	3	2
284.	<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	1,8	1
285.	<i>Gomphonema minusculum</i> Krasske	2,6	5
286.	<i>Gomphonema minutum</i> (Agardh) Agardh	2,8	1
287.	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	3,1	1
288.	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (Cleve) Van Heurck	5	2
289.	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	3,1	1
290.	<i>Gomphonema pala</i> Reichardt	2	1
291.	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	4	1
292.	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>micropus</i> (Kützing) Cleve	3,1	3
293.	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	3,2	1
294.	<i>Gomphonema pseudotenellum</i> Lange-Bertalot	3	1
295.	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	2,3	1
296.	<i>Gomphonema rhombicum</i> Fricke		
297.	<i>Gomphonema sacrophagus</i> Gregory		
298.	<i>Gomphonema</i> sp.	2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
299.	<i>Gomphonema subclavatum</i> Grunow	2	1
300.	<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow) Fricke	1,7	1
301.	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	2	1
302.	<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	2	1
303.	<i>Gomphonema vibrio</i> var. <i>pumilum</i> (Grunow) R.Ross	3	1
304.	<i>Gomphosphenia lingulatiformis</i> (Lange-Bertalot & E.Reichardt) Lange-Bertalot	3	1
305.	<i>Grunowia solgensis</i> (Cleve-Euler)M.Aboal	4	1
306.	<i>Grunowia tabellaria</i> (Grunow) Rabenhorst		
307.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2,2	3
308.	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2,8	3
309.	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve	2,8	5
310.	<i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer	2,8	3
311.	<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivan & Wormley) Boyer	2,5	1
312.	<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	2,8	2
313.	<i>Gyrosigma sciotoense</i> (W.S.Sullivant) Cleve		
314.	<i>Gyrosigma</i> sp.	2,8	3
315.	<i>Gyrosigma spenceri</i> (W.Smith) Griffith & Henfrey	2,8	5
316.	<i>Gyrosigma wormleyi</i> (Sullivan) Boyer	2,5	2
317.	<i>Halamphora coffeaeformis</i> (C.Agardh) Levkov	3,2	3
318.	<i>Halamphora eunotia</i> (Cleve) Levkov	5	1
319.	<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	3,2	3
320.	<i>Halamphora obscura</i> (Krasske) Levkov	5	1
321.	<i>Halamphora oligotrachenta</i> (Lange-Bertalot) Levkov	3,2	3
322.	<i>Halamphora</i> sp.	5	1
323.	<i>Halamphora subcapitata</i> (Kisselew) Levkov	1	3
324.	<i>Halamphora thumensis</i> (A.Mayer) Levkov	5	1
325.	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	4	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
326.	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick	1	3
327.	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	4	1
328.	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	3,2	3
329.	<i>Hippodonta costulata</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	3,2	5
330.	<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	3,2	5
331.	<i>Hippodonta</i> sp.	2,6	1
332.	<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova	3	5
333.	<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	4	2
334.	<i>Kobayasiella lange-bertaloti</i> Metzelin	2,6	2
335.	<i>Kobayasiella parasubtilissima</i> (Manguin) Lange-Bertalot & Reichardt	2,6	2
336.	<i>Kobayasiella subtilissima</i> (Cleve) H.Lange-Bertalot	4	2
337.	<i>Kolbesia ploenensis</i> (Hustedt) Kingston	4	2
338.	<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) F.E.Round & P.W.Basson	3,5	3
339.	<i>Lemnicola</i> sp.	3,2	2
340.	<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) D.G.Mann	2,6	3
341.	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G.Mann	3,2	3
342.	<i>Luticola mutica</i> (Kützing) D.G.Mann	2,6	1
343.	<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	2,6	1
344.	<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G.Mann	5	2
345.	<i>Martyana martyi</i> (Héribaud-Joseph) Round	5	2
346.	<i>Mastogloia lacustris</i> (Grunow) Grunow	1,5	3
347.	<i>Mastogloia schmidtii</i> Thwaites	1,5	3
348.	<i>Mastogloia</i> sp.	1,5	3
349.	<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	3,6	1
350.	<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) K.Bruder & L.K.Medlin		
351.	<i>Melosira</i> sp.		

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
352.	<i>Melosira varians</i> C.A. Agardh	3,2	1
353.	<i>Meridion circulare</i> (Grev.) C.Agardh	2	1
354.	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	2	3
355.	<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	2,6	1
356.	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	3,1	3
357.	<i>Navicula arvensis</i> Hustedt		
358.	<i>Navicula arvensis</i> var. <i>major</i> Lange-Bertalot	3,6	1
359.	<i>Navicula cantonati</i> Lange-Bertalot	2,6	1
360.	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	2,9	1
361.	<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	4	1
362.	<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellermann		
363.	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	4	1
364.	<i>Navicula clementis</i> Grunow		
365.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kützing	2,6	3
366.	<i>Navicula cryptofallax</i> Lange-Bertalot & Hofmann	4	1
367.	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	2,8	3
368.	<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	2,4	1
369.	<i>Navicula dealpina</i> Lange-Bertalot	2,6	1
370.	<i>Navicula densilineolata</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	2,6	1
371.	<i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs	3,6	1
372.	<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	2,6	1
373.	<i>Navicula exigua</i> Gregory	3,6	1
374.	<i>Navicula flantica</i> Grunow	3,6	1
375.	<i>Navicula gottlandica</i> Grunow	2,6	1
376.	<i>Navicula gracilis</i> Ehrenberg	3	2
377.	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	3,3	1
378.	<i>Navicula hofmanniae</i> Lange-Bertalot	2,6	1
379.	<i>Navicula jakovljevicii</i> Hustedt	2,6	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
380.	<i>Navicula kotschy</i> Grunow	2,6	1
381.	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	2,6	1
382.	<i>Navicula leptostriata</i> Jorgensen	2,6	1
383.	<i>Navicula libonensis</i> Schoeman	2,6	1
384.	<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot	2,6	1
385.	<i>Navicula menisculus</i> Schumann var. <i>menisculus</i>	3,1	3
386.	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>upsaliensis</i> (Grunow) Grunow	5	2
387.	<i>Navicula minima</i> var. <i>minima</i> Grunow	5	1
388.	<i>Navicula minuscula</i> var. <i>minuscula</i> Grunow		
389.	<i>Navicula moenofranconica</i> Lange-Bertalot	2,6	1
390.	<i>Navicula molestiformis</i> Hustedt	4	1
391.	<i>Navicula moniliformis</i> Cleve		
392.	<i>Navicula notha</i> Wallace	2,6	1
393.	<i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing	3,6	3
394.	<i>Navicula oligotrappenta</i> Lange-Bertalot & Hofmann	2,6	1
395.	<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt	3,6	1
396.	<i>Navicula phyllepta</i> Kützing	4	2
397.	<i>Navicula placentula</i> (Ehrenberg) Kützing	4	2
398.	<i>Navicula praeterita</i> Hustedt	2,6	1
399.	<i>Navicula protracta</i> (Grunow) Cleve	4	1
400.	<i>Navicula pseudolanceolata</i> Lange-Bertalot	2,6	1
401.	<i>Navicula radiosa</i> Kützing	2,8	3
402.	<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	4	1
403.	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	2,8	1
404.	<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow	2,6	1
405.	<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	2,6	1
406.	<i>Navicula rotunda</i> Hustedt	4	1
407.	<i>Navicula salinarum</i> Grunow	4	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
408.	<i>Navicula schroeteri</i> Meister	2,6	1
409.	<i>Navicula simulata</i> Manguin	2,6	1
410.	<i>Navicula slesvicensis</i> Grun	3,2	5
411.	<i>Navicula</i> sp.	2,6	1
412.	<i>Navicula splendidula</i> Van Landingham	2,6	1
413.	<i>Navicula striolata</i> (Grunow) Lange-Bertalot	2,6	1
414.	<i>Navicula subalpina</i> Reichardt	3,6	1
415.	<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	2,6	1
416.	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	2,6	1
417.	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>	4	1
418.	<i>Navicula trophicatrix</i> Lange-Bertalot	2,6	1
419.	<i>Navicula vandamii</i> Schoeman & Archibald		
420.	<i>Navicula veneta</i> Kütz.	3	1
421.	<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Kützing	3	1
422.	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kützing) Cleve	4	1
423.	<i>Navicula weinzierlii</i> Schimanski	2,6	1
424.	<i>Navicula wildii</i> Lange-Bertalot	2,6	1
425.	<i>Naviculadicta absoluta</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	2,6	1
426.	<i>Naviculadicta vitabunda</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	2,6	1
427.	<i>Navicymbula pusilla</i> Krammer	2,2	1
428.	<i>Neidiomorpha binodeformis</i> (K.Krammer) M.Cantonati, H.Lange-Bertalot & N.Angeli		
429.	<i>Neidiomorpha binodis</i> (Ehrenberg) M.Cantonati, Lange-Bertalot & N.Angeli		
430.	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfizer	2	3
431.	<i>Neidium ampliatum</i> (Ehrenberg) Krammer	2	3
432.	<i>Neidium binodis</i> (Ehrenberg) Hustedt	2,6	1
433.	<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	1,5	3
434.	<i>Neidium productum</i> (W.Smith) Cleve	2	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
435.	<i>Neidium</i> sp.	1,5	3
436.	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	2,5	3
437.	<i>Nitzschia acula</i> Hantzsch	3,6	5
438.	<i>Nitzschia aequorea</i> Hustedt	3,2	1
439.	<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt	4	1
440.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow		
441.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow fo. <i>amphibia</i> Grunow	4	1
442.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow var. <i>thermalis</i> Petersen	3,2	1
443.	<i>Nitzschia angustata</i> Grunow	4	1
444.	<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot	4	1
445.	<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	4	1
446.	<i>Nitzschia bulnheimiana</i> (Rabenhorst) Smith	4	1
447.	<i>Nitzschia capitata</i> Østrup	4	1
448.	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt	3,8	5
449.	<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch	4	1
450.	<i>Nitzschia commutata</i> Grunow	4	1
451.	<i>Nitzschia debilis</i> (Arnott) Grunow	4	1
452.	<i>Nitzschia delognei</i> Grunow	4	1
453.	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	2,8	1
454.	<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow	5	2
455.	<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard	4	1
456.	<i>Nitzschia dubia</i> W.Smith	3,6	2
457.	<i>Nitzschia flexa</i> Schumann	3,2	1
458.	<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	3	2
459.	<i>Nitzschia frequens</i> Hustedt	4	1
460.	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow var. <i>frustulum</i>	4	1
461.	<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	4	1
462.	<i>Nitzschia gisela</i> Lange-Bertalot	3,2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
463.	<i>Nitzschia graciliformis</i> Lange-Bertalot & Simonsen	4	1
464.	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	4	1
465.	<i>Nitzschia heufleriana</i> Grunow	2,8	1
466.	<i>Nitzschia hamburgiensis</i> Lange-Bertalot	3,2	1
467.	<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow	4	1
468.	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	5	1
469.	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	4	1
470.	<i>Nitzschia kuetzingiana</i> Hilse	3	1
471.	<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	4	1
472.	<i>Nitzschia lanceolata</i> W.Smith	3,2	1
473.	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i> (Grunow) Krammer & Lange-Bertalot	4	1
474.	<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith		
475.	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.Smith var. <i>linearis</i>	2,8	1
476.	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>subtilis</i> (Grunow) Hustedt	3,2	1
477.	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W.Smith) Grunow	2,8	1
478.	<i>Nitzschia littoralis</i> Grunow	4	1
479.	<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow	2,6	1
480.	<i>Nitzschia nana</i> Grunow	4	1
481.	<i>Nitzschia ovalis</i> Arnott	4	1
482.	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W.Smith	4	1
483.	<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	3,2	2
484.	<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt	3,2	2
485.	<i>Nitzschia pellucida</i> Grunow	3,2	2
486.	<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	2,6	2
487.	<i>Nitzschia pseudofonticola</i> Hustedt	3,2	2
488.	<i>Nitzschia pumila</i> Hustedt	2,9	2
489.	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow	3,2	2

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
490.	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch	2,8	2
491.	<i>Nitzschia reversa</i> W.Smith		
492.	<i>Nitzschia salinarum</i> Grunow		
493.	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W.Smith		
494.	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	3,6	3
495.	<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	4	1
496.	<i>Nitzschia</i> sp.	3,2	1
497.	<i>Nitzschia subacicularis</i> Hustedt	4	1
498.	<i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch	4	1
499.	<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow	3,2	1
500.	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	3,2	1
501.	<i>Nitzschia valdecostata</i> Lange-Bertalot & Simonsen	2,2	2
502.	<i>Nitzschia valdestriata</i> Aleem & Hustedt		
503.	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	3,2	2
504.	<i>Nitzschia vermicularoides</i> Lange-Bertalot		
505.	<i>Nitzschia wuellerstorffii</i> Lange-Bertalot		
506.	<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenhorst) O'Meara	2	1
507.	<i>Petroneis latissima</i> (Gregory) Stickle & D.G.Mann	2,6	1
508.	<i>Pinnularia acutobrebissonii</i> Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Metzeltin		
509.	<i>Pinnularia biceps</i> Gregory	1	3
510.	<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	1	3
511.	<i>Pinnularia globiceps</i> Gregory	1	3
512.	<i>Pinnularia grunowii</i> Krammer	1	3
513.	<i>Pinnularia interrupta</i> W.Smith	1	3
514.	<i>Pinnularia lundii</i> Hustedt	3	3
515.	<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	1	3
516.	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve var. <i>microstauron</i> Krammer	1	3

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
517.	<i>Pinnularia reichardtii</i> Krammer	1	3
518.	<i>Pinnularia</i> sp.	1	3
519.	<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>elongata</i> Krammer	1	1
520.	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1	3
521.	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) E.J.Cox	2,4	5
522.	<i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkovsky	2,6	1
523.	<i>Placoneis minor</i> (Grunow) Lange-Bertalot	2,6	1
524.	<i>Placoneis placentula</i> Heinzerling	4	2
525.	<i>Placoneis pseudanglica</i> E.J.Cox	4	2
526.	<i>Placoneis pseudanglica</i> var. <i>signata</i> (Hustedt) E.Y.Haworth & M.G.Kelly	2,6	1
527.	<i>Placoneis</i> sp.	4	2
528.	<i>Placoneis undulata</i> (Østrup) Lange-Bertalot		
529.	<i>Planothidium conspicuum</i> (Mayer) E.A.Morales	4	2
530.	<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova	2,7	2
531.	<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova		
532.	<i>Planothidium fragilarioides</i> (J.B.Petersen) Round & Bukhtiyarova	2	1
533.	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	5	2
534.	<i>Planothidium hauckianum</i> (Grunow) Bukhtiyarova	2,7	2
535.	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	2	2
536.	<i>Planothidium minutissimum</i> (Krasske) Lange-Bertalot	1,4	3
537.	<i>Planothidium rostratum</i> (Østrup) Lange-Bertalot	3,4	1
538.	<i>Planothidium</i> sp.	2	2
539.	<i>Pleurosira laevis</i> Ehrenberg	2	3
540.	<i>Prestauroneis integra</i> (W.Smith) K.Bruder		
541.	<i>Psammothidium daonense</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1,4	5
542.	<i>Psammothidium hustedtii</i> (Krasske) M.Aboal	3	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
543.	<i>Pseudofallacia tenera</i> (Hustedt) Liu, Kociolek & Wang		
544.	<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	3,2	3
545.	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	2	1
546.	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	2,7	2
547.	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller var. <i>gibba</i>	1,2	3
548.	<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>parallela</i> (Grunow) H.Peragallo & M.Peragallo	1,2	3
549.	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Müller	1,2	3
550.	<i>Rhopalodia</i> sp.	1,6	2
551.	<i>Rossithidium pusillum</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	1,4	5
552.	<i>Sellaphora americana</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	2,4	2
553.	<i>Sellaphora bacilloides</i> (Grunow) Andresen, Stoermer & Kreis	3,6	1
554.	<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	3,6	1
555.	<i>Sellaphora minima</i> (Grunow) Mann	2,6	1
556.	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkowksy	2,6	1
557.	<i>Sellaphora pupula</i> var. <i>subcapitata</i> (Hustedt) Coste & Doung	2,6	1
558.	<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G.Mann	3,6	1
559.	<i>Sellaphora</i> sp.	2,6	1
560.	<i>Sellaphora stroemii</i> (Hustedt) Mann	2,6	1
561.	<i>Simonsenia delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot		
562.	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	1,6	1
563.	<i>Stauroneis gracilis</i> Ehrenberg	1,6	1
564.	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1,6	1
565.	<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	2,5	3
566.	<i>Stauroneis</i> sp.	1,6	1
567.	<i>Staurosira berlinensis</i> (Lemmerman) Lange-Bertalot	2	1
568.	<i>Staurosira construens</i> var. <i>pumila</i> (Grunow) J.C.Kingston	2,4	2
569.	<i>Staurosira martyi</i> (Heribaud) Lange-Bertalot	2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
570.	<i>Staurosira mutabilis</i> (W.Smith) Grunow	2	1
571.	<i>Staurosira pinnata</i> Ehrenberg	2	1
572.	<i>Staurosira</i> sp.	2	1
573.	<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller	2,4	2
574.	<i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	4	1
575.	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	4	1
576.	<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehrenberg) Grunow		
577.	<i>Stephanodiscus dubius</i> Hustedt	2,5	2
578.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	3	3
579.	<i>Stephanodiscus</i> sp.	2	1
580.	<i>Surirella amphioxys</i> Smith	3	1
581.	<i>Surirella angusta</i> Kütz.	2,8	1
582.	<i>Surirella bifrons</i> Ehrenberg	2,8	1
583.	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot		
584.	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	2,8	1
585.	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bertalot	3	1
586.	<i>Surirella elegans</i> Ehrenberg	3	1
587.	<i>Surirella helvetica</i> Brun	2,8	1
588.	<i>Surirella linearis</i> W.Smith	2,8	1
589.	<i>Surirella minuta</i> Brébisson	3	1
590.	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	2,8	1
591.	<i>Surirella</i> sp.	2,8	1
592.	<i>Surirella spiralis</i> Kützing	3	1
593.	<i>Surirella splendida</i> (Ehrenberg) Kützing	2,8	1
594.	<i>Surirella suecica</i> Grunow	2,8	1
595.	<i>Surirella tenera</i> Gregory	2,8	1
596.	<i>Surirella turgida</i> W.Smith	2,8	1
597.	<i>Surirella visurgis</i> Hustedt		

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj	VRSTA	TID _{HR}	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina
598.	<i>Synedra amphycephala</i> (Kützing) Lange-Bertalot	4	1
599.	<i>Synedra nana</i> F.Meister		
600.	<i>Synedra</i> sp.	1,6	1
601.	<i>Synedra ulna</i> var. <i>claviceps</i> Hustedt		
602.	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	2	3
603.	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	2	3
604.	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	5	2
605.	<i>Tetracyclus rupestris</i> (Braun) Grunow	1	1
606.	<i>Thalassiosira</i> sp.	2,1	2
607.	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	2	1
608.	<i>Tryblionella gracilis</i> W.Smith	2	1
609.	<i>Tryblionella levidensis</i> W.Smith	2	1
610.	<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) Compère	3	1
611.	<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	4	1
612.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	2,1	2
613.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère var. <i>acus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	2,1	2
614.	<i>Ulnaria ulna</i> var. <i>danica</i> (Kützing) M.A.Harper	3	1
615.	<i>Urosolenia eriensis</i> (H.L.Smith) Round & R.M.Crawford	2	1

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

DODATAK 2. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja fitobentosa TDI_{HR} , specifične za određeni tip tekućice

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa	HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost	
PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)						
1.	GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE	HR-R_1	TDI_{HR}	1.97	4.30	
2.	NIZINSKE MALE TEKUĆICE	NIZINSKE MALE TEKUĆICE S GLINOVITO-PJESKOVITIM PODLOGOM	HR-R_2A	TDI_{HR}	2.00	4.30
		NIZINSKE MALE SA ŠLJUNKOVITO-VALUTIČASTOM PODLOGOM	HR-R_2B	TDI_{HR}	2.00	4.30
3.	NIZINSKE ALUVIJALNE TEKUĆICE	NIZINSKE MALE ALUVIJALNE TEKUĆICE SA ŠLJUNKOVITO-VALUTIČASTOM PODLOGOM	HR-R_3A	TDI_{HR}	1.74	4.30
		NIZINSKE MALE ALUVIJALNE TEKUĆICE S GLINOVITO-PJESKOVITOM PODLOGOM	HR-R_3B	TDI_{HR}	1.74	4.30
		NIZINSKE SREDNJE VELIKE ALUVIJALNE TEKUĆICE S GLINOVITO-PJESKOVITOM PODLOGOM	HR-R_3C	TID_{RH}	1.74	4.30
		NIZINSKE VELIKE ALUVIJALNE TEKUĆICE S GLINOVITO-PJESKOVITOM PODLOGOM	HR-R_3D	TID_{RH}	1.74	4.30
4.	NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE		HR-R_4A	TDI_{HR}	1.74	4.30
	NIZINSKE VELIKE TEKUĆICE U SILIKATNOJ PODLOZI		HR-R_4B	TDI_{HR}	1.74	4.30
	NIZINSKEVELIKE TEKUĆICE U SILIKATNOJ PODLOZI ČIJE JE IZVORIŠTE LOCIRANO U DINARIDSKOJ EKOREGIJI		HR-R_4C	TDI_{HR}	1.74	4.30
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)						
DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA						
6.	GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE	HR-R_6	TDI_{HR}	1.85	4.30	
7.	GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	HR-R_7	TDI_{HR}	1.85	4.30	
8.	NIZINSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE	HR-R_8A	TDI_{HR}	1.85	4.30	

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa	HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
8.	NIZINSKE VELIKE TEKUĆICE	HR-R_8B	TDI _{HR}	1.85	4.30
9.	GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA	HR-R_9	TDI _{HR}	1.85	4.30

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Biološki element: Makrofita

Uvod

Podaci o makrofitskoj vegetaciji rijeka Hrvatske prikupljaju se od 2009. godine. Nakon što su isprobane različite metode i metrike temeljene na makrofitima, referentni indeks (RI) razvijen za određivanje ekološkog stanja njemačkih srednje velikih nizinskih rijeka, odabran je uz manje modifikacije za određivanje ekološkog stanja rijeka u Hrvatskoj.

Na temelju dosadašnjih iskustava u ocjeni ekološke kakvoće, usporedbe s drugim sustavima ocjenjivanja iz Istočnokontinentalnog i Mediteranskog geografskog područja i provedenog post-interkalibracijskog postupka usklađenja, predlažemo da se nadalje koristi samo referentni indeks (RI), te da se odustane od daljnje upotrebe biocenološke metode opisane u Metodologiji (Hrvatske vode, 2015) koja se pokazala teška za praktičnu upotrebu većini koja nije usko profesionalno specijalizirana za makrofitske zajednice. Nadalje, sve zemlje iz navedenih geografskih područja imaju samo po jednu metodu za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita, pa se time usklađujemo s praksom iz drugih zemalja.

UZORKOVANJE

Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje makrofita potrebno je obaviti tijekom ljeta i rane jeseni kada su makrofiti optimalno razvijeni, tj. razdoblje od lipnja do rujna (srpanj i kolovoz) je najbolje za uzorkovanje. Prerano uzorkovanje može uzrokovati teškoće jer biljke još nisu optimalno razvijene ili su tek započele s razvojem te će pri tom procijenjene brojnosti biti manje, a neke vrste će i promaći. Određivanje nepotpuno razvijenih biljaka će biti vrlo teško ili čak nemoguće. Zbog prekasnog uzorkovanja, kada vegetativni dijelovi mnogih vrsta nestaju pred zimu, a biljka preživljava u obliku trajnih organa, uzorak također neće biti dobar.

Uzorkovanje se obavlja jednokratno u vrijeme vegetacijske sezone.

U vrijeme optimalnog razdoblja za uzorkovanje treba izbjegavati vrijeme visokih voda. Pogodan je srednji ili nizak vodostaj kada je vidljivost za određivanje vrsta i njihove gustoće dobra. Preporučljivo je da između pojave visoke vode i uzorkovanja makrofita prođu barem četiri tjedna.

U slučaju kada se uzorkuje na nekoliko odsječaka iste tekućice, potrebno je uzorkovanje obaviti u isto vrijeme zbog usporedivosti rezultata jer pojedine vrste imaju različitu dinamiku razvoja.

Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Potrebno je odabrati reprezentativni odsječak obale duljine 50 - 100 m bez vidljivih vanjskih poremećaja (npr. mostovi i druge gradnje, utoci, poremećena obala i sl.) tj. onaj koji najbolje predstavlja opće prilike vodotoka u istraživanom dijelu. Ako se uzorkuje u blizini mosta tada uzorkovanje treba započeti uzvodno od mosta ili neke druge umjetne fizičke prepreke te dalje uzvodno duž toka rijeke.

Duljina odsječka ovisi o općim ekološkim prilikama tekućice. Ukoliko su ekološke prilike toka ujednačene može se odabrati dulji odsječak, a ukoliko se ekološke prilike češće mijenjaju duž toka (npr. slapovi, promjene nagiba, supstrata, okolne vegetacije i zasjenjenosti itd.) valja odabrati kraći odsječak s manje više

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

ujednačenim prilikama. U uvjetima veće raznolikosti potrebno je napraviti više manjih uzorkovanja.

Općenito, uzorkovanje treba započeti u jednoj točki i kretati se u predviđenom smjeru uzvodno duž toka rijeke. Ukoliko na odabranom odsječku od 50 m daljnje kretanje od ishodišta u sljedećih 25 m ne donosi nove vrste, s uzorkovanjem se može prestati.

Prirast broja vrsta kod velikih rijeka može biti vrlo spor tako da se uzorkovani odsječak može protegnuti i do 500 m, a kod vrlo velikih rijeka 1 – 3 km. Također, kod velikih i vrlo velikih rijeka, ako je moguće, treba uzorkovati lijevu i desnu stranu zasebno (osim u slučaju da se rijeka proteže duž granice pa je nemoguće obići drugu obalu). Kada se uzorkuje lijevu i desnu obalu zasebno, u rezultatima se prikazuje srednja vrijednost obje.

Oprema potrebna za uzorkovanje

- topografske karte 1:25 000 ili 1:50 000,
- GPS uređaj,
- grablje na užetu,
- teleskopske grablje s različitim nastavcima,
- terenski protokol,
- dalekozor,
- grafitne i kemijska olovke, voodootporni flomaster, uljni marker otporan na etilni alkohol,
- polarizacijske naočale,
- fotoaparatus polarizacijkom lećom,
- podvodni fotoaparatus,
- dalekozor,
- Secchi disk,
- papirnati ručnici,
- herbar,
- dubinomjer,
- ručna lupa (povećanje 10 - 20x),
- plastične vrećice od 1 L sa zatvaračem,
- plastične vrećice od 25 L,
- papirnate vrećice za uzorkovanje mahovina,
- bijela izolir traka,
- plastične posude za uzorke (otvor širokog grla volumena 500 – 1 000 mL),
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke),
- etikete od paus papira,
- naprava za gledanje pod vodom (plastična cijev sa staklenim dnom tzv. aquaskop),
- oprema za ronjenje na dah (maska, dihalica, peraje, ronilačko odijelo),
- oprema za ronjenje na boce,
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje,
- čamac za uzorkovanje na velikim rijekama,
- konzervans (50%-ni etilni alkohol i glicerinus omjeru 1:1) ili FOA (30 dijelova destilirane vode, 15 dijelova 96%-tnog etilnog alkohola, 5 dijelova cca. 35%-tne otopine formaldehida i 1 dio ledene octene kiseline),

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- terenski ključevi za determinaciju,
- gumene čizme (ribarske duge sa i bez naramenica),
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, terenske sandale, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja i
- terenska torbica s prvom pomoći i
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama.

Način uzorkovanja

- U prvom koraku mjesto uzorkovanja se precizno označi na karti. Dobro je navesti nepromjenljive orijentacijske podatke, primjerice granice njiva, drveće, zidovi, mostovi, ceste, mlinovi i ostale građevine, itd
- GPS uređaj se drži konstantno upaljen kako bi zapamtio trasu kretanja i na njemu se upamte točke početka i kraja odsječka
- U terenski protokol se unesu fizičke karakteristike odsječka tekućice
- Mjesto uzorkovanja se fotografira
- Na plitkim mjestima se tekućica pregleda u cik-cak liniji ili transektu. Uzorkuje se u smjeru protivnom smjeru struje kako zamućenje vode ne bi ometalo pregledavanje. Kada zbog prirode toka ili supstrata nije sigurno pregaziti vodotok, opažanje se obavi s obale ili se uzorkuje grabljama na teleskopskoj dršci i/ili grabljama na užetu
- Odsječci s dubljom vodom pregledavaju se iz čamca, popisuju se vaskularne biljke (Tracheophyta), mahovine (Bryophyta), parožine (Charophyceae). Popis makrofita, koji se uzorkuje za ocjenu ekološkog stanja prikazan je u Tablici 9.14.

Taksonomske i ekološke skupine koje se uzorkuju

Od taksonomskih skupina u vodene makrofite uključene su vaskularne biljke (*Tracheophyta*), mahovine (Bryophyta) i parožine (Charophyceae). Na mjernoj postaji se popisuje vegetacija koja raste u vodi (pri srednjem vodostaju): hidrofiti i amfifiti (vidi u Pojmovniku stručnih izraza i kratica). U odvojeni dio popisa preporučljivo je navesti i vrste koje su samo manjim dijelom uronjene u vodu (tzv. helofiti) i one koje čine obalnu vegetaciju. Te vrste valja jasno odvojiti, jer se ne koriste direktno u ocjeni stanja voda, ali mogu dati dodatne korisne informacije o stanju i ekološkim prilikama tekućice. Zabilježi se također prisutnost makroalgi te svi prisutni makrofiti (sastav vrsta) na mjestu uzorkovanja i njihova gustoća prema 5 razreda skale gustoće (Tablica 9.13).

Vrste makrofita koje je teže determinirati (mahovine, žabnjaci (*Ranunculus* spp.), uskolisni mrijesnjaci (*Potamogeton* spp.), žabovlatke (*Calitriche* spp.) i parožine (Charophyceae)) potrebno je pohraniti za kasnije određivanje u laboratoriju.

NAPOMENA: Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za ispitivanje akvatičkih makrofita u tekućicama HRN EN 14184:2014.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Procjena pokrovnosti na terenu

Za procjenu pokrovnosti vodenih makrofita koristi se peterostupanjska skala po Kohler-u (Tablica 9.13).

Tablica 9.13. Skala po Kohler-u (1978.) za procjenu brojnosti vodenih makrofita

Ocjena brojnosti taksona	Opis	Objašnjenje
1	Vrlo rijetko, pojedinačno	Samo pojedinačne biljke, do 5 jedinki
2	Rijetko	Od 6 do 10 jedinki, rahlo razdijeljenih po istraživanoj površini ili do 5 pojedinačnih sastojina (10%)
3	Rašireno	Ne može se previdjeti, ali nije česta vrsta; "može se naći a da se posebno ne traži" (10 - 25%)
4	Često	Česta vrsta, ali ne masovna; nepotpuna pokrovnost s velikim prazninama (25 - 50%)
5	Vrlo često, masovno	Dominantna vrsta, manje-više posvuda; pokrovnost znatno veća od 50%

LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

Oprema za laboratorijski rad

Za laboratorijsku obradu makrofita potrebna je sljedeća laboratorijska oprema:

- stereo lupa sa stereozoom povećanjem do 40x ili više
- binokularni mikroskop s:
 - okularima povećanja 10x od kojih jedan ima okularni mikrometar,
 - objektivima 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x,
 - digitalnom kamerom povezanom s računalom i
- mehničkim postoljem;
- staklene kapalice, staklene čaše, Petrijeve zdjelice, boce štrcalice,
- predmetna i pokrovna stakalca,
- omoti za eksikate mahovina,
- papiri za prešanje biljaka i odgovarajuća preša,
- fine pincete, histološke iglice, žileti za sekciju biljnih dijelova,
- 5%-tna klorovodična ili octena kiselina,
- laboratorijski protokol i
- determinacijski ključevi.

Determinacija makrofita

Laboratorijska obrada makrofita uključuje samo determinaciju vrsta koje nije bilo moguće odrediti na terenu (mahovine, parožine i slično). Makrofiti se determiniraju do razine vrste. Ako je razvojna faza bez potrebnih taksonomskih obilježja i determinacija do vrste nije moguća, odredi se do razine roda.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Makrofiti se determiniraju uz pomoć determinacijskih ključeva, stereo lupe i mikroskopa pri čemu se opažaju dijelovi biljke potrebni za determinaciju. Često su dijelovi ili cijele biljke, koje potječu iz staništa s karbonatnom podlogom, kalcificirane. U tom slučaju se dijelovi ili cijele biljke uranjaju u 5%-tnu klorovodičnu ili octenu kiselinu kako bi se skinuo anorganski karbonatni pokrov i vidjele strukture potrebne za determinaciju. Ovo se najčešće radi s mahovinama i parožinama krških rijeka i jezera.

Pohrana biljnog materijala

Više biljke se uglavnom pohranjuju u herbar, osim nekih nježnih i sitnijih koje je radi lakšeg određivanja dobro pohraniti i u konzervans (npr. uskolisne vrste roda *Potamogeton*, vrste roda *Callitriche*). Mahovine je najbolje osušiti na zraku bez prešanja i spremi u papirne omote (kuverte), dok je parožine preporučljivo pohraniti u konzervans jer se kod herbariziranja mogu izgubiti neka determinacijska svojstva.

Svaki uzorak treba posebno etiketirati, držati na hladnom mjestu i u najkraćem roku pregledati. U plastične vrećice ili posude u koje se pohranjuju makrofiti treba dodati toliko vode (konzervansa) koliko je potrebno da su biljke prekrivene. Na posudi treba uljnim voodootpornim flomasterom označiti:

- naziv tekućice,
- redni broj odsječka i točka uzorkovanja i
- datum uzorkovanja.

Računalna obrada podataka

Uzorkovanje makrofita se obavlja na uzdužnim odsječcima. Za prikaz rezultata je vrlo često, osim klasičnog izračunavanja indeksa za ocjenu ekološkog stanja, potrebno rasprostranjenost pojedinih vrsta prikazati i na kartama, za što se koriste računalni GIS alati (npr. ArcMap računalni program).

NAPOMENA: Nacionalna i europska legislativa štiti rijetke i ugrožene vrste vodenih makrofita. Osoba koja uzorkuje mora biti upoznata s tim propisima odnosno statusom zaštite pojedine vrste!

IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

Pokazatelj/indeks za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrofita potrebno je odrediti modul opće degradacije na temelju Referentnog indeksa (RI-M_{HR}).

Tablica 9.14. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrofita	Stupanj degradacije određen Referentnim indeksom (RI-M _{HR})	Opća degradacija i eurofikacija	Opća degradacija

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u tip tekućice

Za ocjenjivanje ekološkog stanja svaku postaju (odsječak) je potrebno uvrstiti u odgovarajući tip tekućice.

Referentne zajednice makrofita

Stanje zajednice određuje se na temelju njenog sastava, odnosno prisustva karakterističnih vrsta za tu zajednicu, ukupnog broja vrsta i morfoloških tipova te prisustva tzv. „pokazatelja poremećaja“ ili „pokazatelja dobrog stanja“. Pokazatelji poremećaja kompleksna su grupa koja se može raščlaniti na pokazatelje eutrofikacije, pokazatelje potamalizacije (tj. pokazatelje usporenja toka) i pokazatelje ritralizacije (tj. pokazatelje ubrzanja toka).

1) Zajednica *Berula-Nasturtium* tip (BN)

Ovaj tip zajednica svojstven je za manje i srednje velike krške tekućice mediteranskih i kontinentalnih dijelova Dinaridske te Panonske ekoregije.

Vrste koje čine zajednice ovog tipa, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale* s.l. i *Agrostis stolonifera* (*A. alba*) su primarno helofiti, ali stvaraju i submerzne forme, gotovo redovno u vegetativnoj fazi. Ovaj tip je pokazatelj vrlo dobrog stanja ukoliko izostaju vrste koje ukazuju na poremećaj ili su prisutne samo pojedinačno (npr. *Ceratophyllum demersum*, uskolisne vrste roda *Potamogeton*, *Elodea* sp., dugonitaste vrste roda *Cladophora*).

Dobro ekološko stanje indicira mali udio vrsta indikatora poremećaja, dok njihova kodominacija pokazuje umjereno ekološko stanje.

1.1. *Berula* – *Agrostis* zajednica

Zajednica svojstvena za plitke, relativno spore vode u kršu, a posebice je značajna za sedrene slapove krških voda. Sa značajnim udjelom su prisutne i kalcifilne mahovine (npr. *Palustriella commutata*, *Cynclodotus aquaticus*, *Pellia endiviaefolia*, *Fissidens crassipes*, *Eucladium verticillatum* i dr.), parožine (*Characeae*), a za ljetnih mjeseci kad je vodostaj niži razvija se i veći broj helofita (npr. *Mentha aquatica*, *Lythrum salicaria*, *Myosotis scorpioides*, *Phragmites australis* i niz drugih).

1.2. *Berula* – *Nasturtium* zajednica

Ova zajednica svojstvena je za svježje, relativno brze i izvorišne dijelove vodotoka u kršu. U njezinom sastavu zbog brzine toka redovno izostaju ostali helofiti, a *Nasturtium officinale* se razvija poput velikih jastuka. Od ostalih vrsta između ostalog tu može doći *Hippuris vulgaris*, submerzni oblik vrste *Juncus articulatus* (također poput jastuka), *Jungermannia atrovirens* i *Fontinalis antipyretica*.

2) Zajednica *Platyhypnidium riparioides* – *Fontinalis antipyretica* tip (PF)

Ovaj tip zajednica svojstven je za izvorišta, male i srednje velike gorske i prigorske brze rijeke na krškoj podlozi.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2.1. Vrstama bogata *Platyhypnidium riparioides* – *Fontinalis antipyretica* zajednica

Zajednica svojstvena za izvorišta, gorske i prigorske vodotoke s manje više stabilnim vodostajem, odnosno vodotoke koji ne presušuju.

Ove vrste mahovina imaju široku ekološku amplitudu, no težište njihove rasprostranjenosti ovisi o hranjivim tvarima siromašnim vodama te se može smatrati referentnom zajednicom brzih vodotoka. Uz *Platyhypnidium riparioides* i *Fontinalis antipyretica*, zajednicu čine i druge vrste mahovina kao npr. *Cinclidotus aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. danubicus*, *Cratoneuron filicinum*, *Palustriella commutata*, *Hygrohypnum luridum*, *Leptodictium riparium* i dr. U brdskim, brzim vodotocima na vrlo dobro stanje ukazuje izostanak pokazatelja poremećaja ili njihovo vrlo rijetko, pojedinačno pojavljivanje.

Kod dobrog stanja pokazatelji poremećaja javljaju se umjereno, dok njihova kodominacija upućuje na umjereno stanje.

Pojavljivanje ove zajednice u nizinskim rijekama ukazuje na promijenjenu hidromorfologiju, odnosno na umjetno povećanu brzinu rijeke te ukoliko se razvijaju čiste sastojine ove zajednice bez predstavnika drugih morfoloških tipova indiciraju loše stanje vodotoka. Dakle, u ovom slučaju ova zajednica ne indicira povećanu količinu hranjivih tvari, nego povećanu brzinu toka.

2.2. Vrstama siromašna *Platyhypnidium riparioides* – *Fontinalis antipyretica* zajednica

Zajednica svojstvena za manje vodotoke sa znatnim kolebanjem vodostaja, odn. za vodotoke koji ljeti presušuju. To su prije svega male tekućice u dinaridskom području prvenstveno u submediteranu.

U uvjetima ekstremnih kolebanja u količini vode zajednicu mahovina najčešće čine samo *Fontinalis antipyretica* i *Platyhypnidium riparioides*. Druge vrste pojavljuju se sporadično i pojedinačno. Takve siromašne zajednice u ovom slučaju nisu dakle posljedica negativnog antropogenog utjecaja, nego prirodne hidrologije.

Narušenu kvalitetu vode indiciraju iste promjene kao i u vrstama bogatoj zajednici. Pojavljivanje močvarnih vrsta (helofita) koje nisu nužno vezane uz hranjivim tvarima bogate vode ukazuje na promijenjenu hidrologiju, tj. umjetno usporavanje vodenog toka i posljedično zamočvarivanje.

3) Zajednica *Sparganium emersum* (zajednica u kojoj dominiraju nimfeide odnosno valisneride) (Sp)

Ova zajednica svojstvena je za nizinske male i srednje velike tekućice Dinaridske i Panonske ekoregije na različitim supstratima.

Dominiraju vrste *Nuphar lutea*, *Potamogeton natas*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nymphaea alba* te vrstama oligotrofnih slabo eutrofnih voda: *Callitriche hamulata*, Characeae (*Chara* spp., *Nitella* spp., *Nitellopsis obtusa* i *Tolypela* sp.), *Lemna trisulca*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*, *Riccia fluitans*, *Utricularia* spp., *Hippuris vulgaris*, *Juncus bulbosus*.

Vrlo dobro stanje indicirat će dominacija vrsta *Sparganium emersum* zajednice, visok udio pokazatelja dobrog stanja i još nekoliko drugih morfoloških tipova. Kod dobrog stanja smanjit će se opća bioraznolikost u smislu da će broj drugih morfoloških tipova biti sveden na dva tipa. Kod umjerenog stanja pojavljivat će se samo jedan dodatni morfološki tip. Za prve tri klase svojstven je visok udio pokazatelja dobrog stanja, a broju dodatnih morfoloških tipova ne pridonose pokazatelji poremećaja.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Kod nezadovoljavajućeg stanja dodatni morfološki oblici mogu u potpunosti izostati, a vrste karakteristične za zajednicu grude monodominantne sastojine s ukupnom pokrovnošću većom od 25%. Loše stanje karakteriziraju monodominantne sastojine neke od vrsta ove zajednice s pokrovnošću manjom od 25%.

Degradacijom ove zajednice mogu nastati i drugi tipovi zajednica koji se ni u kojem tipu vodotoka ne mogu smatrati referentnim. *Potamogeton pectinatus* zajednica (koju mogu činiti i drugi uskolisni mriješnjaci) pokazatelj je eutrofikacije. *Elodea-Ceratophyllum* zajednica također je pokazatelj eutrofikacije, ali i usporenog vodenog toka. *Lemna* tip zajednice svojstvene su za stajaćice, a u tekućicama indiciraju jako promijenjene hidrološke prilike. Kod jako usporenog vodenog toka zajednice ovog tipa mogu nadomjestiti *Sparganium emersum* zajednicu. Helofitne zajednice čine močvarne vrste i one su pokazatelj tzv. zamočvarivanja rijeka. Pojavljivanje ove zajednice u brdskim tekućicama pokazatelj je promijenjenih hidroloških prilika, tj. umjetnog usporavanja vodenog toka.

4) Zajednica *Myriophyllum* tip (My)

Ovaj tip svojstven je za prigrorske potoke, male i velike rijeke na karbonatnoj i silikatnoj podlozi Kontinentalne subregije Dinaridske ekoregije i Panonsku ekoregiju.

Vrste svojstvene za ovaj tip su prije svega *Myriophyllum spicatum* i *Ranunculus trichophyllus* i ostale vrste uskolisnih vodenih predstavnika žabnjaka (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*), te širokolisne vrste mriješnjaka, osobito *Potamogeton perfoliatus* i *P. lucens*. Kod vrlo dobrog stanja prisutne su upravo te vrste mriješnjaka (*P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*), dok pokazatelji poremećaja izostaju ili se pojavljuju samo pojedinačno.

Kod dobrog stanja nešto je veća zastupljenost pokazatelja poremećaja, no oni su još uvijek slabo zastupljeni dok su „veliki“ mriješnjaci i dalje dobro zastupljeni. Također, dobro stanje indicira istovremeni izostanak i pokazatelja poremećaja i „velikih“ mriješnjaka. Umjereno stanje karakterizira kodominacija miriofilida i pokazatelja poremećaja, dok „veliki“ mriješnjaci mogu ili ne moraju biti prisutni.

Pokazatelji poremećaja u ovoj zajednici su vrste roda zelene alge *Cladophora*, „mali“ mriješnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pussilus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

Pojavljivanje ove zajednice u nizinskim rijekama (tj. u području *Sparganium emersum* zajednice) znak je promijenjene hidrologije, tj. umjetno povećane brzine strujanja vode.

4.1. *Myriophyllum spicatum*-*Ranunculus trichophyllus* zajednica

Široko rasprostranjena zajednica.

4.2. *Ranunculus fluitans* zajednica

Znatno rjeđa zajednica ovog tipa karakteristična za hladnije i brze vodotoke.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

5) Zajednica *Potamogeton lucens* tip (zajednice u kojima dominiraju magnopotamide) (Po)

Zajednice ovog tipa su svojstvene za velike i vrlo velike nizinske rijeke Panonske ekoregije. Srodne su sa *Sparganium emersum* zajednicom, no karakterizira ih dominacija „velikih“ mrijesnjacka (*Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. gramineus*).

Ove zajednice vrlo su promijenjene i osiromašene zbog niza hidroloških zahvata na velikim rijekama. Utvrđivanje obala, produbljivanje korita, izravnavanje korita i slične mjere u velikoj su mjeri uništile staništa pogodna za ovu zajednicu.

6) Zajednica *Callitriche* tip (Ca)

Zajednice ovog tipa svojstvene su za izvorišne dijelove nizinskih i prigorskih potoka na silikatnoj i organogenoj, rjeđe karbonatnoj podlozi Panonske ekoregije.

Vrste *Callitriche platycarpa*, *C. stagnalis*, *C. hamulata* stvaraju zajednice u referentnim uvjetima i prvenstveno nastanjuju karbonatima i hranjivim tvarima siromašne, a kisikom bogate bistre vode. U vrlo dobrom stanju u ovom tipu zajednica nema pokazatelja poremećaja ili dolaze samo pojedinačno. Dobro stanje karakterizira mali udio pokazatelja poremećaja, dok u umjerenom stanju pokazatelji poremećaja kodominantni.

Pokazatelji dobrog stanja su *Callitriche hamulata*, *Characeae* (*Chara spp.*, *Nitella spp.*, *Nitellopsis obtusa*, *Tolypela spp.*), *Hippuris vulgaris*, *Juncus bulbosus*, *Lemna trisulca*, *Myriophyllum alternifolium* *Riccia fluitans* i neki mrijesnjacki (*Potamogeton gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*).

Pokazatelji poremećaja su dugonitaste vrste roda *Cladophora*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum submersum*, *Leptodictyum riparium* i neki mrijesnjacki (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*), *Zannichellia palustris*.

6.1. *Callitriche hamulatae/platicarpae/stagnalis*

Zajednice, karakteristične za oligotrofne, plitke vode niskog pH.

6.2. *Ranunculo-Callitriche hamulatae*

Ova zajednica razvija se u hladnim, razmjerno plitkim, malenim vodotocima, najčešće u rubnim dijelovima s nešto sporijom strujom vode.

Referentni indeks (RI-M_{RH})

Referentni indeks služi za određivanje stupnja opće degradacije vodotoka. Indeks uključuje tri indikatorske grupe makrofita i njihove abundancije. Indikatorsku grupu A čine vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro stanje vodotoka, grupu B čine vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim zajednicama i konačno grupu C čine vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili hidromorfološki poremećaj.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

IZRAČUNAVANJE REFERENTNOG INDEKSA I OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE

Za izračun referentnog indeksa (Schaumburg i sur., 2006) potreban je popis makrofita s procijenjenim brojnostima izraženima peterostupanjskom skalom po Kohleru (Tablica 9.13).

- Prije računanja referentnog indeksa, brojnosti (A) valja pretvoriti u količine (Q) prema formuli:

$$Q = A^3$$

- Sve submerzne vrste razvrstati u tri kategorije:
 - kategoriju A čine vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro stanje vodotoka,
 - kategoriju B čine vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim zajednicama i pri različitim uvjetima, no načelno ne ukazuju na neki poremećaj i
 - kategoriju C čine vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili usporenje vodotoka.

Kategorije A, B i C ovise o zajednici u kojoj se biljka javlja i navedene su u Tablici 3.3.3.-3. Sustav biljnih zajednica korišten pri izračunu referentnog indeksa jednak je onom korištenom u biocenološkom sustavu. Opisi svih zajednica i kratice iz Tablice 3.3.3.-3. nalaze se u Poglavlju 3.3.3.3.

Referentni indeks (RI) računa se prema sljedećoj formuli:

$$RI = \frac{\sum Q_{Ai} - \sum Q_{Ci}}{\sum Q_{gi}} 100$$

gdje su:

Q_{Ai} – količina i-te vrste iz grupe A

Q_{Ci} – količina i-te vrste iz grupe C

Q_{gi} – količina i-te vrste iz svih grupa (A+B+C)

Dobiveni referentni indeks (RI) se zatim korigira za:

- 30, ako u zajednici *Berula-Nasturtium* (BN) dominiraju helofiti,
- 50, ako u zajednici *Berula-Nasturtium* (BN) dominiraju helofiti, a ima manje od 3 submerzne vrste
- te
- 60, ako u zajednicama *Sparganium emersum* (Sp) i *Potamogeton lucens* (Po) ima manje od 3 submerzne vrste

Nakon toga referentni indeks preračuna se u skalu od 0 do 1 prema formuli za izračunavanje omjera ekološke kakvoće:

$$M(OEK) = \frac{(RI + 100) 0,5}{100}$$

Dobivena vrijednost M usporedi se s graničnim vrijednostima omjera ekološke kakvoće u Tablici 9.15 te se odredi kategorija vode.

NAPOMENA: Ukoliko je dobivena vrijednost M manja od 0 ($M < 0$), tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.14. Indikatorske vrijednosti makrofita prema referentnim zajednicama.

	PF	BN	Sp	My	Po	Ca
<i>Acorus calamus</i>	C	C	B	C	B	C
<i>Agrostis stolonifera</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Alisma lanceolatum</i>	C	B	B	C	B	B
<i>Alyisma plantago-aquatica</i>	C	B	B	C	C	B
<i>Amblystegium serpens</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Amblystegium varium</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Apium repens</i>	A	A	B	A	B	A
<i>Azolla filiculoides</i>	C	C	C	C	C	B
<i>Batrachospermum spp.</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Berula erecta</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Brachythecium rivulare</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Butomus umbellatus</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Caliergonella cuspidata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Callitriche cophocarpa</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Callitriche hamulata</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Callitriche obtusangula</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Callitriche palustris</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Callitriche platycarpa</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Caltha palustris</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Cardamine amara</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Carex acuta</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Carex acutiformis</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Carex elata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Ceratophyllum demersum</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Ceratophyllum submersum</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Chara aspera</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara contraria</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara globularis</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara hispida</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara intermedia</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara tomentosa</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara vulgaris</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cinclidotus riparius</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	A	A	B	A	A	B
<i>Cinclidotus danubicus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cladophora sp.</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Conocephalum conicum</i>	B	B	B	B	B	C

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.14. (nastavak)

	PF	BN	Sp	My	Po	Ca
<i>Conocephalum salebrosum</i>	B	B	B	B	B	C
<i>Cratoneuron filicinum</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cyperus longus</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Didymodon tophaceus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Drepanocladus aduncus</i>	B	B	A	B	B	A
<i>Egeria densa</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Eleocharis palustris</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Elodea canadensis</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Elodea nutallii</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Equisetum arvense</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Equisetum palustre</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Eurhynchium praelongum</i>	B	B	A	A	A	A
<i>Fontinalis antipyretica</i>	B	B	A	A	A	A
<i>Fissidens crassipes</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Fissidens rufulus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Galium palustre</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Glyceria fluitans</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Glyceria maxima</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Hippuris vulgaris</i>	B	A	A	A	A	B
<i>Holoschoenus vulgaris</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Hottonia palustris</i>	C	B	A	B	B	A
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	C	C	B	B	C	B
<i>Hygroamblystegium tenax</i>	B	B	A	A	A	B
<i>Hygrohypnum luridum</i>	A	A	A	A	A	B
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i>	A	A	A	A	A	B
<i>Iris pseudacorus</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Juncus articulatus</i>	C	C	A	B	B	B
<i>Juncus bulbosus</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Juncus compressus</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Juncus inflexus</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Jungermannia atrovirens</i>	A	A	A	A	A	B
<i>Lemanea sp.</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Lemna gibba</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Lemna minor</i>	C	C	B	C	C	C
<i>Lemna trisulca</i>	C	B	A	B	B	B
<i>Leptodictium riparium</i>	C	C	C	C	C	B
<i>Lophocolea bidentata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Lunularia cruciata</i>	B	B	B	B	B	B

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.14. (nastavak)

	PF	BN	Sp	My	Po	Ca
<i>Lycopus europaeus</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Lysimachia nummularia</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Lysimachia vulgaris</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Lythrum salicaria</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Marchantia polymorpha</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Marsilea quadrifolia</i>	B	B	A	B	B	A
<i>Mentha aquatica</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Myosotis scorpioides</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Myriophyllum spicatum</i>	B	B	B	A	B	B
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	C	B	B	A	B	B
<i>Najas marina</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Najas minor</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Nasturtium officinale</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Nitella spp.</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Nitellopsis obtusa</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Nuphar lutea</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Nymphaea alba</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Nymphoides peltata</i>	C	C	B	C	C	B
<i>Oenanthe aquatica</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Oenanthe cf. fistulosa</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Palustriella commutata</i>	A	A	A	A	A	B
<i>Pellia endiviaefolia</i>	A	A	A	A	A	B
<i>Phalaris arundinacea</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Phragmites australis</i>	C	B	B	C	B	C
<i>Plagiomnium undulatum</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Pohlia ludwigii</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Polygonum amphibium</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Polygonum lapathifolium</i>	C	C	B	C	C	B
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton crispus</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton gramineus</i>	C	B	A	A	A	A
<i>Potamogeton lucens</i>	B	B	A	A	A	B
<i>Potamogeton natans</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Potamogeton nodosus</i>	C	C	A	B	B	B
<i>Potamogeton pectinatus</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Potamogeton pusillus</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton trichoides</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Pulicaria dysenterica</i>	C	C	C	C	C	C

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Tablica 9.14. (nastavak)

	PF	BN	Sp	My	Po	Ca
<i>Ranunculus aquatilis</i>	B	B	B	A	B	B
<i>Ranunculus circinatus</i>	B	B	B	A	B	B
<i>Ranunculus flammula</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Ranunculus fluitans</i>	B	A	B	A	B	B
<i>Ranunculus peltatus</i>	B	A	B	A	B	B
<i>Ranunculus repens</i>	C	C	B	C	B	B
<i>Ranunculus sceleratus</i>	C	A	B	C	B	B
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	B	A	B	A	B	A
<i>Riccia fluitans</i>	B	A	A	B	A	A
<i>Ricciocarpus natans</i>	C	B	B	C	B	B
<i>Rorippa amphibia</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Rorippa sylvestris</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Rumex hydrolapathum</i>	C	C	B	C	B	C
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	C	C	B	B	C	B
<i>Salvinia natans</i>	C	C	B	C	C	B
<i>Scirpus lacustris</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Sparganium emersum</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Sparganium erectum</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Spirodella polyrhiza</i>	C	B	B	C	B	B
<i>Spirogyra sp.</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Tolypela spp.</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Trapa natans</i>	C	C	B	C	C	B
<i>Typha angustifolia</i>	C	B	B	C	C	B
<i>Typha latifolia</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Ulva sp.</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Urtica dioica</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Utricularia australis</i>	C	C	A	C	B	B
<i>Utricularia vulgaris</i>	C	C	A	C	B	B
<i>Veronica anagalis-aquatica</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Veronica anagalloides</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Veronica beccabunga</i>	B	B	A	B	B	A
<i>Veronica catenata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Wolfia arrhiza</i>	C	C	B	C	C	B
<i>Zanichellia palustris</i>	C	C	C	C	C	C

NAPOMENA: popis vrsta u Tablici 9.14. je napravljen na temelju postojećih podataka i spoznaja, a nadopunjavat će se tijekom vremena u skladu s novim spoznajama.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

U Tablici 9.15 nalaze se granične vrijednosti indeksa M izražene kao omjer ekološke kakvoće.

Tablica 9.15. Granične vrijednosti indeksa M za pojedine kategorije ekološkog stanja prema tipskim zajednicama makrofita

Kategorija	Zajednica	Raspon OEK	Harmoniziran i raspon OEK	Transformacijske jednadžbe	Tumačenje
Vrlo dobro	PF	>0,70	>0,8	$0,8+0,2*(OEK-0,7)/0,3$	Granica VD/D predstavlja četvrtinu (0,25) ispod vrijednosti medijana pri kojoj su vrste grupe A (referentne vrste) u jasnoj dominaciji, a vrste grupe C potpuno odsutne.
	BN	>0,65	>0,8	$0,8+0,2*(OEK-0,65)/0,35$	
	Sp, My, Po, Ca	>0,79	>0,8	$0,8+0,2*(OEK-0,79)/0,21$	
Dobro	PF	0,47-0,69	0,6-0,79	$0,6+0,2*(OEK-0,47)/0,23$	Granica D/U je točka u kojoj vrste grupe B (indiferentne vrste) postaju dominantne, a vrste grupe A još uvijek dominiraju nad vrstama grupe C.
	BN	0,46-0,64	0,6-0,79	$0,6+0,2*(OEK-0,46)/0,19$	
	Sp, My, Po, Ca	0,55-0,78	0,6-0,79	$0,6+0,2*(OEK-0,55)/0,24$	
Umjereno	PF	0,29-0,46	0,4-0,59	$0,4+0,2*(OEK-0,29)/0,18$	Granica U/L je postavljena kao srednja vrijednost gdje u zajednici počinju dominirati vrste grupe C (pokazatelji poremećaja), a vrste grupe A nestaju.
	BN	0,24-0,45	0,4-0,59	$0,4+0,2*(OEK-0,24)/0,22$	
	Sp, My, Po, Ca	0,30-0,54	0,4-0,59	$0,4+0,2*(OEK-0,3)/0,25$	
Loše	PF	0-0,28	0,2-0,39	$0,2+0,2*(OEK)/0,29$	Granica L/VL je točka u kojoj se gubi makrofitska vegetacija.
	BN	0-0,23	0,2-0,39	$0,2+0,2*(OEK)/0,24$	
	Sp, My, Po, Ca	0,00-0,29	0,2-0,39	$0,2+0,2*(OEK)/0,29$	
Vrlo loše	PF	-	<0,2		Potpuni nestanak makrofitske vegetacije zbog antropogenog pritiska.
	BN	-	<0,2		
	Sp, My, Po, Ca	-	<0,2		

10 Granice klasa za fizikalno-kemijske elemente kakvoće

Radi potpunog usklađivanja ocjene ekološkog stanja, u ovom poglavlju prijedlažemo granične vrijednosti osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja za ocjenu ekološkog stanja te prijedlog granica klasa (od vrlo dobrog do vrlo lošeg stanja) za EC GIG zajedničke tipove tekućica, u skladu s točkom 4.2.3. Projektnog zadatka.

Predlažemo granice klasa za pokazatelje hranjivih tvari i parametre organskog opterećenja, jer na navedene pokazatelje BEK pokazuju jasan odziv.

Granice klasa za parametre hranjivih tvari preuzete su iz elaborata "Izrada kriterija za određivanje stupnjeva trofije stajaćica i tekućica" (Miliša i sur. 2020). Kao najrelevantniji biološki pokazatelj uzet je u obzir OEK vezan uz biološki element kakvoće – fitobentos odnosno trofički indeks dijatomeja (TDI_{HR}), dok je kao okolišni čimbenik u obzir uzet indeks korištenja zemljišta (LUI). Utvrđena je statistički značajna linearna povezanost parametara hranjivih tvari (TP (mgP/l) - koncentracija ukupnog fosfora, TN (mgN/l) - koncentracija ukupnog dušika, PO_4^{3-} (mgP/l) - koncentracija ortofosfata i NO_3^- (mgN/l) - koncentracija nitrata) s indeksom korištenja zemljišta.

Sukladno gore navedenom elaboratu predlažu se slijedeće granične vrijednosti parametara hranjivih tvari za zajedničke interkalibracijske tipove (R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 i R-EX8):

R-E2

Granice kategorija ekološkog stanja	Srednja godišnja TP (mgP/l)	TN (mgN/l)	PO_4^{3-} (mgP/l)	NO_3^- (mgN/l)
1	0,01-0,1	0,6-1,4	0,01-0,1	>0,34-0,75
0.8	> 0,1-0,2	>1,4-2,3	>0,1-0,2	>0,75-1,17
0.6	> 0,2-0,3	>2,3-3,1	>0,2-0,3	>1,17-1,6
0.4	>0,3	>3,1	>0,3	>1,6
0.2				

R-E3

Granice kategorija ekološkog stanja	Srednja godišnja TP (mgP/l)	TN (mgN/l)	PO_4^{3-} (mgP/l)	NO_3^- (mgN/l)
1	0,01-0,1	0,6-1,4	0,01-0,1	>0,34-0,75
0.8	> 0,1-0,2	>1,4-2,3	>0,1-0,2	>0,75-1,17
0.6	> 0,2-0,3	>2,3-3,1	>0,2-0,3	>1,17-1,6
0.4	>0,3	>3,1	>0,3	>1,6
0.2				

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

R-EX5

Granice kategorija ekološkog stanja	Srednja godišnja TP (mgP/l)	TN (mgN/l)	PO ₄ ³⁻ (mgP/l)	NO ₃ ⁻ (mgN/l)
1	0,01-0,1	0,6-1,4	0,01-0,1	>0,34-0,75
0.8	> 0,1-0,2	>1,4-2,3	>0,1-0,2	>0,75-1,17
0.6	> 0,2-0,3	>2,3-3,1	>0,2-0,3	>1,17-1,6
0.4	>0,3	>3,1	>0,3	>1,6
0.2				

R-EX6

Granice kategorija ekološkog stanja	Srednja godišnja TP (mgP/l)	TN (mgN/l)	PO ₄ ³⁻ (mgP/l)	NO ₃ ⁻ (mgN/l)
1	< 0,01	< 0,6	< 0,01	<0,34
0.8	0,01-0,1	0,6-1,4	0,01-0,1	>0,34-0,75
0.6	> 0,1-0,2	>1,4-2,3	>0,1-0,2	>0,75-1,17
0.4	> 0,2-0,3	>2,3-3,1	>0,2-0,3	>1,17-1,6
0.2	>0,3	>3,1	>0,3	>1,6

R-EX7

Granice kategorija ekološkog stanja	Srednja godišnja TP (mgP/l)	TN (mgN/l)	PO ₄ ³⁻ (mgP/l)	NO ₃ ⁻ (mgN/l)
1	< 0,01	< 0,6	< 0,01	<0,34
0.8	0,01-0,1	0,6-1,4	0,01-0,1	>0,34-0,75
0.6	> 0,1-0,2	>1,4-2,3	>0,1-0,2	>0,75-1,17
0.4	> 0,2-0,3	>2,3-3,1	>0,2-0,3	>1,17-1,6
0.2	>0,3	>3,1	>0,3	>1,6

R-EX8

Granice kategorija ekološkog stanja	Srednja godišnja TP (mgP/l)	TN (mgN/l)	PO ₄ ³⁻ (mgP/l)	NO ₃ ⁻ (mgN/l)
1	0,01-0,1	0,6-1,4	0,01-0,1	>0,34-0,75
0.8	> 0,1-0,2	>1,4-2,3	>0,1-0,2	>0,75-1,17
0.6	> 0,2-0,3	>2,3-3,1	>0,2-0,3	>1,17-1,6
0.4	>0,3	>3,1	>0,3	>1,6
0.2				

Kao najrelevantniji biološki pokazatelj za pokazatelje organskog opterećenja (KPK I BPK₅) uzet je u obzir modul saprobnost vezan uz biološki element kakvoće – makrozoobentosa, odnosno hrvatski saprobnostni indeks (SI_{HR}).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Određivanje graničnih vrijednosti kategorija ekološkog stanja za pokazatelje organske tvari

U setu podataka za **interkalibracijski tip R-E2**, nisu utvrđene referentne postaje. Zbog toga su u obzir uzimane alternativne referentne postaje prema interkalibracijskom procesu. Ove postaje odgovarale su odrednicama na temelju Opartilova i sur. (2012). Referentne vrijednosti za parametre koji ukazuju na organsko opterećenje (BPK₅ i KPK) određene su oduzimanjem 20% na vrijednosti granice DOBRO/VRLO DOBRO. Granica DOBRO/VRLO DOBRO određena je kao medijan vrijednosti alternativnih referentnih postaja. U izračunu vrijednosti za granicu LOŠE/VRLO LOŠE korištena je zajednička baza podataka za interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3. Vrijednost granice LOŠE/VRLO LOŠE izračunata je kao 90-ti percentil vrijednosti čitavog seta podataka za IC tipove R-E2 i R-E3 koji je uključivao 98 postaja. Ostale granice za ove parametre unutar interkalibracijskog tipa R-E2 izračunate su ekvidistalnom raspodjelom:

Granice kategorija ekološkog stanja	KPK (kemijska potrošnja kisika)	BPK ₅ (biološka potrošnja kisika)
1	4.4	1.9
0.8	5.5	2.4
0.6	7.6	3.4
0.4	9.7	4.4
0.2	11.8	5.4

R-E3

U setu podataka za interkalibracijski tip R-E3, nisu utvrđene referentne postaje. Zbog toga su u obzir uzimane alternativne referentne postaje prema interkalibracijskom procesu. Ove postaje odgovarale su odrednicama na temelju Opartilova i sur. (2012). Referentne vrijednosti za parametre koji ukazuju na organsko opterećenje (BPK₅ i KPK) određene su oduzimanjem 20% na vrijednosti granice DOBRO/VRLO DOBRO. Granica DOBRO/VRLO DOBRO određena je kao medijan vrijednosti alternativnih referentnih postaja. U izračunu vrijednosti za granicu LOŠE/VRLO LOŠE korištena je zajednička baza podataka za interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3. Vrijednost granice LOŠE/VRLO LOŠE izračunata je kao 90-ti percentil vrijednosti čitavog seta podataka za IC tipove R-E2 i R-E3 koji je uključivao 98 postaja. Ostale granice za ove parametre unutar interkalibracijskog tipa R-E3 izračunate su ekvidistalnom raspodjelom:

Granice kategorija ekološkog stanja	KPK (kemijska potrošnja kisika)	BPK ₅ (biološka potrošnja kisika)
1	5.2	2.0
0.8	6.5	2.5
0.6	8.3	3.5
0.4	10.0	4.4
0.2	11.8	5.4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

R-EX5

U setu podataka za interkalibracijski tip R-EX5, nisu utvrđene referentne postaje. Zbog toga su u obzir uzimane postaje koje su imale vrijednosti omjera ekološke kakvoće modula saprobnosti > 0,6 na temelju zajednice makroskopskih beskralježnjaka, ukupno 67 postaja.

Referentne vrijednosti za parametre koji ukazuju na organsko opterećenje (BPK₅ i KPK) određene su oduzimanjem 20% na vrijednosti granice DOBRO/VRLO DOBRO. Granica DOBRO/VRLO DOBRO određena je kao medijan vrijednosti postaja koje su imale vrijednosti omjera ekološke kakvoće modula saprobnosti > 0,6. U izračunu vrijednosti za granicu LOŠE/VRLO LOŠE korištena je zajednička baza podataka za interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX 6. Ekstremne vrijednosti ovih parametra (KPK i/ili BPK₅> 40) zabilježene su na dvije postaje:

- Slatinska Cadavica, Slatina
- Tomašica, Tomašica

Ove su postaje isključene iz daljnjih izračuna. Vrijednost granice vrlo loše/loše izračunata je kao 90-ti percentil vrijednosti čitavog seta podatka za IC tipove EX5 i EX6 koji je uključivao 196 postaja. Ostale granice za ove parametre unutar interkalibracijskog tipa R-EX6 izračunate su ekvidistalnom raspodjelom :

Granice kategorija ekološkog stanja	KPK (kemijska potrošnja kisika)	BPK ₅ (biološka potrošnja kisika)
1	4.5	2.1
0.8	5.6	2.7
0.6	7.9	4.1
0.4	10.3	5.5
0.2	12.6	7.0

R-EX6

U setu podataka za interkalibracijski tip R-EX6, utvrđeno je osam referentnih postaja:

- Bistra, Krainje, Kraljev vrh
- Vodostaj, izvorište Psunj
- Izvor Duboke rijeke
- Izvor potoka Dubočanka
- Roguljica (Psunj)
- Stipnica, kod mjesta G. Stupnica (H.Kostajnica)
- Kamešnica, Kamešnica
- Sutla Lupinjak

Ove postaje odgovarale su odrednicama za referentne postaje na temelju Opartilova i sur. (2012) te su kao dodatni kriterij za modul saprobnosti na temelju zajednice makroskopskih beskralježnjaka morali imati vrijednosti omjera ekološke kakvoće veće od 0,8. Referentne vrijednosti za parametre koji ukazuju na organsko opterećenje (BPK₅ i KPK) određene su kao medijan vrijednosti referentnih postaja. U izračunu vrijednosti za granicu LOŠE/VRLO LOŠE korištena je zajednička baza podataka za interkalibracijske tipove R-EX5 i R-EX 6. Ekstremne vrijednosti ovih parametra (KPK i/ili BPK₅> 40) zabilježene su na dvije postaje:

- Slatinska Cadavica, Slatina
- Tomašica, Tomašica

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Ove su postaje isključene iz daljnjih izračuna. Vrijednost granice vrlo loše/loše izračunata je kao 90-ti percentil vrijednosti čitavog seta podataka za IC tipove EX5 i EX6 koji je uključivao 196 postaja. Ostale granice za ove parametre unutar interkalibracijskog tipa R-EX6 izračunate su ekvidistalnom raspodjelom :

Granice kategorija stanja ekološke kakvoće	KPK (kemijska potrošnja kisika)	BPK ₅ (Biološka potrošnja kisika)
1	3.3	1.2
0.8	5.6	2.6
0.6	7.9	4.1
0.4	10.3	5.5
0.2	12.6	7.0

R-EX7

U setu podataka za interkalibracijski tip R-EX7, utvrđeno je osam referentnih postaja:

- Furjašnica, Donji Furjan
- Vrnjika, most na cesti Kunić-Sabljaki Modruški
- Vrnjika, most na cesti od Plaškog prema n. Bunčići
- Munjava, Čakovac Oštarijski
- Munjava, Josipdol
- Tomašnica, Tomašnica
- Joševica, most na cesti D.Suvaja-Brotnja
- Rudarska Gradna, prije utoka u Gradnu

Ove postaje odgovarale su odrednicama za referentne postaje na temelju Opartilova i sur. (2012) te su kao dodatni kriterij za modul saprobnosti na temelju zajednice makroskopskih beskralježnjaka morali imati vrijednosti omjera ekološke kakvoće veće od 0,8. Referentne vrijednosti za parametre koji ukazuju na organsko opterećenje (BPK₅ i KPK) određene su kao medijan vrijednosti referentnih postaja. Vrijednosti za granicu LOŠE/VRLO LOŠE preuzeti su iz interkalibracijskih tipova R-E2 i R-E3 budući da set podataka za tipove R-EX7 i R-EX8 nema široki gradijent u ovim varijablama (90-ti percentil iz seta podataka je 2,8 za KPK i 2,02 za BPK₅ što odgovara i referentnim uvjetima u nekim tipovima). Ostale granice za ove parametre unutar interkalibracijskog tipa R-EX7 izračunate su ekvidistalnom raspodjelom :

Granice kategorija stanja ekološke kakvoće	KPK (kemijska potrošnja kisika)	BPK ₅ (Biološka potrošnja kisika)
1	1.9	1.3
0.8	4.3	2.3
0.6	6.8	3.3
0.4	9.3	4.3
0.2	11.8	5.4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

R-EX8

U setu podataka za interkalibracijski tip R-EX8, utvrđeno je šest referentnih postaja:

- Korana, Bogovolja
- Dretulja, izvorište, Plaški
- Dretulja, Jakšici
- Tounjcica, nizvodno od Tounja
- Tounjcica, Tounj
- Rjecina, uzvodno od Pašca

Ove postaje odgovarale su odrednicama za referentne postaje na temelju Opartilova i sur. (2012) te su kao dodatni kriterij za modul saprobnosti na temelju zajednice makroskopskih beskralježnjaka morali imati vrijednosti omjera ekološke kakvoće veće od 0,8. Referentne vrijednosti za parametre koji ukazuju na organsko opterećenje (BPK₅ i KPK) određene su kao medijan vrijednosti referentnih postaja. Vrijednosti za granicu LOŠE/VRLO LOŠE preuzeti su iz interkalibracijskih tipova R-E2 i R-E3 budući da set podataka za tipove R-EX7 i R-EX8 nema široki gradijent u ovim varijablama (90-ti percentil iz seta podataka je 2,8 za KPK i 2,02 za BPK₅ što odgovara i referentnim uvjetima u nekim tipovima). Ostale granice za ove parametre unutar interkalibracijskog tipa R-EX8 izračunate su ekvidistalnom raspodjelom:

Granice kategorija stanja ekološke kakvoće	KPK (kemijska potrošnja kisika)	BPK ₅ (Biološka potrošnja kisika)
1	1,7	1,2
0.8	4,3	2,2
0.6	6,8	3,3
0.4	9,3	4,3
0.2	11,8	5,4

11 Prilozi

Izvešća s rezultatima interkalibracije u JRC formatu

PRILOG 1: Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-E2 and R-E3)

PRILOG 2: Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-EX5 and R-EX6)

PRILOG 3: Report on fitting of phytobenthos classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8)

PRILOG 4: Report on fitting of Croatian classification method for macrophytes in rivers to the results of the completed intercalibration of the Eastern-Continental GIG (R-E2 and R-E3)

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

PRILOG 1

Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-E2 and R-E3)

Working Group:

Zlatko Mihaljević, Marko Miliša, Ivana Pozojević

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

Status of the document: Draft-version 3.0

Hrvatske vode
Zagreb, 20 October 2020

Report on fitting a macroinvertebrate classification method
with the results of the completed intercalibration of the EC
GIG (R-E2 and R-E3)

1 INTRODUCTION

- Croatia;
- Benthic macroinvertebrates;
- R-E2 and R-E3 river types.

DESCRIPTION OF NATIONAL ASSESSMENT METHODS

The Water Framework Directive requires comprehensive assessment methods for the evaluation of river ecological statuses according to the benthic macroinvertebrate fauna, which includes taxonomic composition, abundance, the ratio of disturbance of sensitive taxa to tolerant taxa and diversity. It is also required to harmonize national assessment methods under the intercalibration exercise with other Eastern – Continental (EC) Geographic Intercalibration Group (GIG) country methods. The official intercalibration of invertebrate-based methods of ecological status assessment in Eastern Continental rivers was finalized within the EC-GIG intercalibration in 2011 (Opatrilova, 2011).

A new assessment method has been developed for ecological status assessment of rivers belonging to the IC types R-E2 (= HR-R_3C and HR-R_4A) and R-E3 (= HR-R_3D, HR-R_4B and HR-R_4C) based on invertebrates and presented in this report. Both IC types are treated together due to the relatively small data sets (R-E2 type: n=19; R-E3 type: n=13). Because of the similarities between the two types (medium and large lowland rivers) their data set can be considered as somewhat complementary, with type specific development of lower and upper anchors for metric normalization. The method is compliant with the WFD normative definitions and its class boundaries are in line with the results of the completed intercalibration exercise.

The Croatian assessment method based on benthic invertebrates is a modular type with two modules: saprobity and general degradation. The modular system uses the “one-out all-out” principle. Croatian Large Rivers benthic invertebrate assessment method is based on the same approach and it has been successfully intercalibrated (Birk et al., 2016). The system consists of metrics with proven relationships to stressors.

The classification method is verified for WFD compliance and IC feasibility and the class boundaries were compared with agreed boundaries from the EC-GIG intercalibration exercise following the instructions of the CIS Guidance Document 30: “Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise” (Willby et al., 2014). Intercalibration “Option 2” - indirect comparison of assessment methods using a common metric and “continuous benchmarking” approach was used for the intercalibration of methods in EC GIG River Benthic Macroinvertebrate group and the Croatian methodology was compared with finalized results.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2.1. METHODS AND REQUIRED BQE PARAMETERS

The Saprobity module represents normalized values of the Croatian saprobity index (SI_{HR}), which is based on the Pantle Buck index, but with adapted indicator values. The General Degradation module is normalized multimetric index (General Degradation_{MI}) that consists of 4 metrics: EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata), ASPT (Average score per taxon), Diversity (Margalef Index) and the River fauna index (RFI) that is based on indicator responses to hydromorphological degradation.

The Croatian national method is in accordance with the WFD compliance, as it takes into consideration all the indicative parameters that are mentioned in CIS Guidance document No 14 (2011): taxonomic composition, abundance, disturbance sensitive taxa to insensitive taxa, diversity and absence of major taxonomic groups (Table 1).

Table 1. Overview of the metric groups included in the Croatian national method for the assessment of IC types R-E2 and R-E3

MS	Taxonomic composition	Abundance	Sensitive / tolerant taxa	Diversity	Absence of major taxonomic groups
HR	x	x	x	x	x

Combination rule used in the method:

The Saprobity module is based solely on EQR of the SI_{HR} index. The General Degradation_{MI} equals the average EQR of all four metrics. The final assessment result equals the lower EQR value of the two modules.

Conclusion on the WFD compliance: all the indicative parameters included.

2.2. SAMPLING AND DATA PROCESSING

Description of sampling and data processing:

- Sampling time and frequency;
The most favorable sampling time is spring (March-April), i.e. before mass swarms of adult insects come out which takes place in May and June. The period of stable and low water levels should last long enough before sampling so that the macrozoobenthic community can be well developed. Sampling shall not be undertaken: during high water levels and up to 3 weeks after high water levels, during all other disturbances caused by natural processes.
- Sampling method;
All available microhabitats are sampled („multi-habitat sampling“) and 20 sub-samples are collected which are distributed according to the proportion of microhabitat types, with microhabitats that are less than 5% present are not sampled, but are recorded in the protocol. Microhabitat type represents a combination of inorganic and organic substrate. Sub-samples are sampled by raising the substrate that consists of a substrate with accompanying animals from surface size 25 x 25 cm (0.0625 m²). The channel substrate of each sampling site was classified according to AQEM Consortium (2002).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- Data processing
EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata), ASPT (Average score per taxon) and Diversity (Margalef Index) are calculated using ASTERICS 4.04 software, while the Croatian saprobity index and River fauna index are calculated separately. SI_{HR} is an adapted saprobity index according to Pantle-Buck (1955):

$$SI_{HR} = \frac{\sum SIu_i}{\sum u_i}$$

where:

SI_{HR} = Croatian saprobity index

SI = individual species/taxa indicator value

u_i = number of individuals calculated per 1 m²

Indicator values of macrozoobenthic taxa (SI) are specific to Croatia.

The River fauna index was calculated according to the following equation:

$$RFI_{VR_j} = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

where:

ac_i is the log5 abundance class of the i^{th} taxon,

Rf_i is the river fauna value of the i^{th} taxon,

HW_i is the hydromorphological indicative weight of the i^{th} taxon

n is the number of indicative taxa

Indicator values of macrozoobenthic taxa (Rf_i and HW_i) are specific to IC types R-E2 and R-E3 and are calculated by canonical correspondence analysis of the taxa found in these types with regard to hydromorphological pressure (Urbanič, 2014).

- Identification level;
It is recommended that identification is conducted as detailed as possible, up to the level of species if possible (Table 2). Required level of macrozoobenthos identification:

Table 2. Level of identification required for the Croatian national assessment (Mihaljević et al., 2011)

Systematic group	Level of identification	Systematic group	Level of identification
Porifera	genera	Ephemeroptera	genera, species
Hydrozoa	genera	Trichoptera	genera, species
Bryozoa	presence	Odonata	genera, species
Turbellaria	genera, species	Megaloptera	genera, species
Oligochaeta	family, genera, species	Heteroptera	genera, species
Hirudinea	genera, species	Coleoptera	genera, species
Mollusca	genera, species	Diptera	family, genera, species
Crustacea	genera, species	Hydrachnidia	presence
Plecoptera	genera, species		

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2.3. NATIONAL REFERENCE CONDITIONS

The settings for the national reference conditions of some chemical thresholds are given in the legal document Regulation on water quality standards (Uredba o standardu kakvoće voda, NN 96/2019), but this document is currently in the process of revision. Because of this, reference thresholds for this intercalibration fit in procedure follow those of the EC-GIG defined for IC types R-E2 and R-E3 (Opartilova, 2011):

Hydromorphological alteration NO or LOW (scoring set at ≤ 2)

NO or LOW:

impoundment, hydropeaking, water abstraction, upstream dam influence, water temperature modification, channelization, alteration of riparian vegetation, local habitat alteration, dykes, toxic risk, water acidification, navigation, recreational use

Land-use in the catchment

<0.8% Urban land cover

< 50 Land Use Index

and

Chemical thresholds:

mean BOD₅<2.4 mg/l

mean P-PO₄<0.04 mg/l

mean N-NO₃<6 mg/l

mean N-NH₄<0.1 mg/l

It is also important that no point-source or non-point source pollutants are present near the reference site.

2.4. NATIONAL BOUNDARY SETTING

Within the dataset (with complete pressure and biology data) for E2 and E3 IC types, no true reference sites were present, meaning that when calculating reference values for indices (modules) alternative approaches had to be taken. Reference metric values were calculated by adding 20% of the total metric range to the High/Good boundary, whereas the H/G boundaries were determined as the 75th percentile of the benchmark sites.

Croatian saprobity index

The lower anchor of the SI_{HR} represents the worst theoretical value of the metric (on the basis of operational taxa list) and equals 3.6 (for all IC types). The value of the SI_{HR} in type R-E2 ranged from 1.81 to 2.98 and in type R-E3 ranged from 1.54 to 3.48. After selecting benchmark sites from both types, the HIGH/GOOD was calculated as the 75th percentile of the SI_{HR} benchmark values (Table 3). The high/good boundary for the SI_{HR} in R-E2 equaled 1.96 and in R-E3 2.30. Other boundaries were distributed equidistantly to 3.6 separately for each IC type. 20% of the total range (maximum value of SI_{HR} being 3.6) of each type was subtracted from the high/good boundary in order to calculate reference values. For the IC type R-E2 reference values of the SI_{HR} equaled 1.60 and for R-E3 reference values equaled 1.89.

Table 3. Determined benchmark sites of IC type R-E2 and E3 following the criteria of Opartilova (2011)

Code	IC Type	Name	LUI	P-PO4 (mgP/l)	N-NO3 (mgN/l)	BOD5 (mgO ₂ /l)	N-NH4 (mgN/l)	ASPT	Conductivity	SI _{HR}
21085	E2	Bednja, Mali Bukovec	73.73	0.05	1.07	2.33	0.13	6.22	549.97	2.17
15591	E2	Zelina, Božjakovina	109.00	0.12	1.49	2.36	0.15	6.19	610.01	1.96
15355	E2	Česma, Pavlovac	84.71	0.08	0.71	3.78	0.04	5.08	542.83	2.52
16220	E2	Odra, Sisak	124.44	0.051	0.98	1.99	0.25	5.25	523.56	2.01
18005	E2	Sutla, Luke Poljanske	101.73	0.087	1.15	1.99	0.19	5.588	615.78	1.81
15226	E3	Ilova, Maslenjača	50.71	0.041	0.62	2.98	0.1	4.99	360.17	2.59
14001	E3	Una, most na utoku	55.01	0.038	0.62	1.02	0.02	4.96	432.25	2.64
15483	E3	Oteretni kanal Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	116.5	0.134	0.7	4.14	0.22	5.33	480.11	2.45
16229	E3	Glina, Skela	79.77	0.246	0.78	2.08	0.25	6.35	394.22	1.90

“*At least four out of seven parameters used for the screening (chemical parameters + land-use index + ASPT) had to fit within the given range; three parameters could be below (or above in case of ASPT) than the given range.”For the hydromorphological screening parameters it was required that each site has the appropriate parameter values equal to „no“ or „low“ status while also allowing for three „medium“ statuses at most and just one „high“ status as well.

BOD5	conductivity	land-use index (4*artificial + 2*int.agriculture + non-int.agriculture)	P-PO4	N_NO3	N_NH4	ASPT
2.4 - 4.1	250 - 620	50 - 170	0.04 - 0.25	2.0 - 6.0	0.1-0.25	5.0 - 6.4

General degradation

The General Degradation_{MI} equals the average EQRs of four metrics: Diversity (Margalef Index), River fauna index (RFI), ASPT (Average score per taxon) and EPTCBO (number of Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia and Odonata taxa). Reference values for each of the metrics were calculated by adding 20% of the metric range to the high/good boundary (Table 4 and 5). The high/good boundaries of all the metrics were calculated as the 75th percentile value of all the benchmark sites. Lower anchors for both R-E2 and R-E3 were set as the worst metric value in both IC-types.

Table 4. Class boundaries and ranges of the metrics used in calculating the General Degradation_{MI} in IC type R-E2

Metric group:	Diversity	Sensitive / tolerant taxa Abundance	Sensitive / tolerant taxa	Absence of major taxonomic groups Taxonomic composition
R-E2 metric boundaries	Diversity (Margalef Index)	RFI	ASPT	EPTCBO
Upper anchor	6.13	0.52	6.87	25.2
Lower anchor	2.37	-0.11	1.82	4
High/good boundary	4.83	0.40	6.19	17
Range:				
max	9.46	0.52	6.3	46
min	2.98	-0.11	3.4	5

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 5. Class boundaries and ranges of the metrics used in calculating the General Degradation_{MI} in IC type R-E3

Metric group:	Diversity	Sensitive / tolerant taxa Abundance	Sensitive / tolerant taxa	Absence of major taxonomic groups Taxonomic composition
R-E3 metric boundaries	Diversity (Margalef Index)	RFI	ASPT	EPTCBO
Upper anchor	7.34	0.79	6.35	21.8
Lower anchor	2.37	-0.11	1.82	4
High/good boundary	6.25	0.64	5.59	16
Range:				
max	7.82	0.78	6.71	29
min	5.45	0.02	2.9	4

The transformation of the boundary values of five ecological status classes was defined based on the changes in the portion of sensitive and tolerant taxa (Figure 1). Sensitive and tolerant taxa were determined in calculating the River fauna index with regard to hydromorphological stressors. The ratio of tolerant taxa begin to increase (high/good boundary) at EQR = 0.81, whereas at EQR = 0.62 the portion of tolerant taxa reach the portion of sensitive taxa (good/moderate boundary). The intersection of regression curves representing a portion of tolerant and portion of sensitive taxa occurred approximately at the EQR = 0.56 and at the EQR = 0.45 the portion of tolerant taxa exceed the portion of sensitive taxa (moderate/poor boundary). The portion of tolerant taxa start to dominate at EQR = 0.22 (poor/bad boundary).

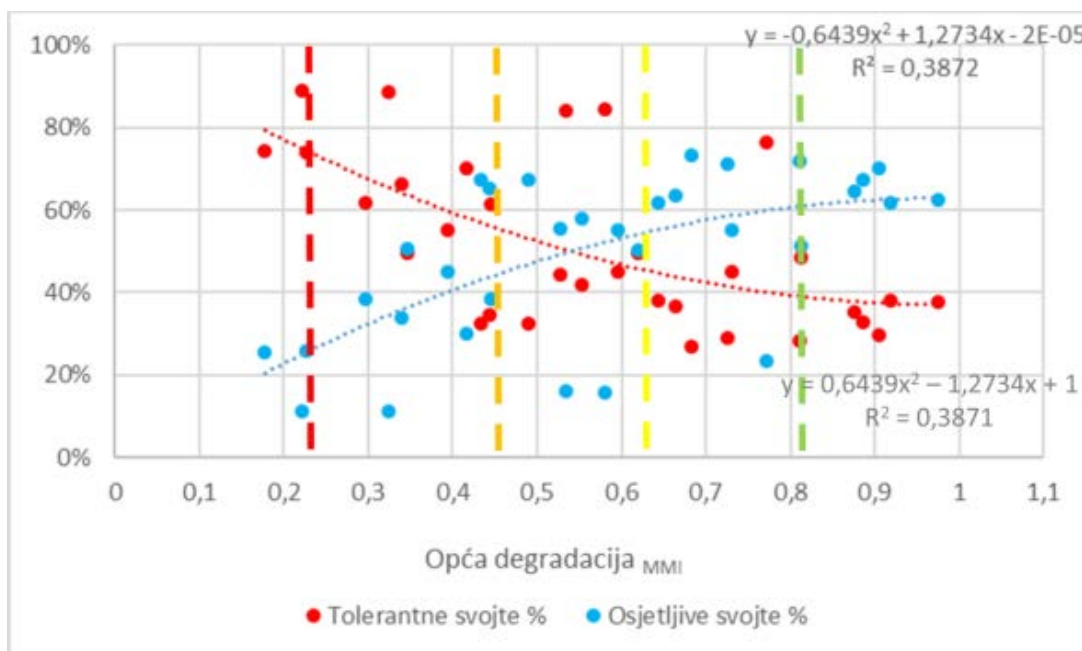


Figure 1. Boundary setting between ecological status classes using changes in a portion of sensitive and tolerant taxa along with the ecological quality ratio of the General Degradation_{MI}.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Values of the General DegradationMI for both R-E2 and R-E3 were transformed using following equations:

R-E2 and R-E3	
EQR GEN DEG R-E2 and R-E3	EQR _{transform}
≥0,81	$0,8 + 0,2 * (\text{EQR}_{\text{GEN DEG R-E2 and R-E3}} - 0,81) / 0,19$
0,62 - 0,81	$0,6 + 0,2 * (\text{EQR}_{\text{GEN DEG R-E2 and R-E3}} - 0,62) / 0,19$
0,45 - 0,62	$0,4 + 0,2 * (\text{EQR}_{\text{GEN DEG R-E2 and R-E3}} - 0,45) / 0,17$
0,22 - 0,45	$0,2 + 0,2 * (\text{EQR}_{\text{GEN DEG R-E2 and R-E3}} - 0,22) / 0,23$
≤0,22	$0,2 * (\text{EQR}_{\text{GEN DEG R-E2 and R-E3}}) / 0,22$

In the intercalibration of types R-E2 and R-E3 the boundaries of the General Degradation_{MI} were transformed. This means that the final EQR represents the “classical” boundaries (0.8; 0.6; etc.), seeing as the final value represents the lower value of the already transformed EQR-s of the two modules.

2.5. PRESSURES ADDRESSED

Various pressures were addressed by the different methods in the finalized IC exercise. Most countries indicated as detected general degradation, hydromorphological degradation and pollution by organic matter.

The Croatian method addresses catchment land use, pollution by organic matter, eutrophication and habitat destruction. The Saprobity module addresses organic pollution, whereas other stressor responses are integrated in the General Degradation module. The lower value of the two modules is the final score of the site and it gives a direct suggestion on which stressor should be addressed primarily if the score would be less favorable. This method is therefore comparable to the methods which are already successfully intercalibrated.

The following pressure-response relationships have been derived:

Saprobity module

R-E2

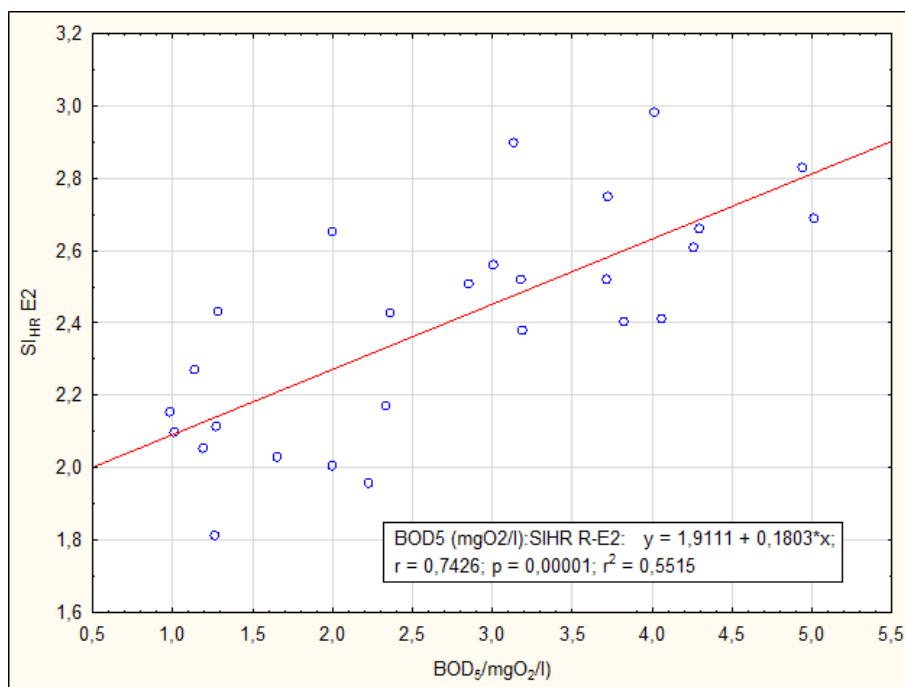


Figure 2. Pressure-Response relationship between biological oxygen demand (BOD₅) and the normalized SI_{HR} values in river type R-E2.

R-E3

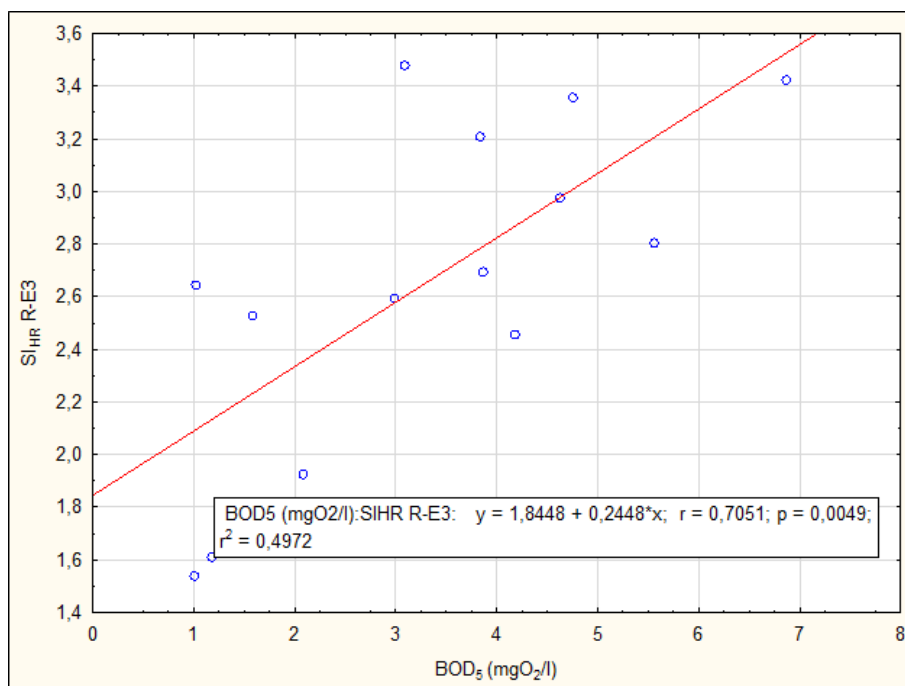


Figure 3. Pressure-Response relationship between biological oxygen demand (BOD₅) and the normalized SI_{HR} values in river type R-E3.

General degradation module

Land use

R-E2

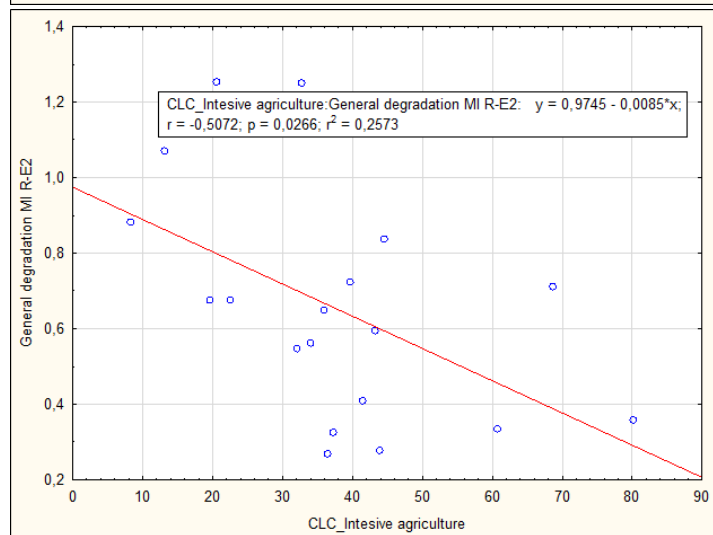
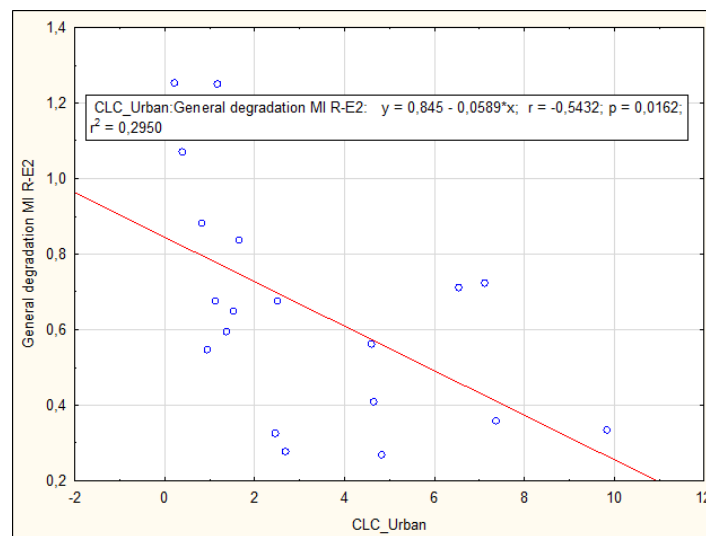
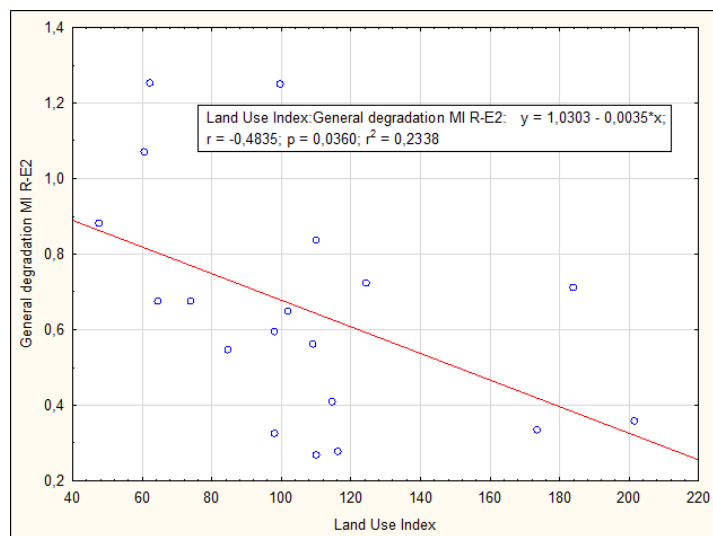


Figure 4. Pressure-Response relationship between the Land Use Index LUI and Corine Land Cover (categories urban and intensive agriculture) against General Degradation_{MI} for sites of river type R-E2. **No significant regressions were found for land cover in R-E3.**

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Hydro-chemistry

R-E2

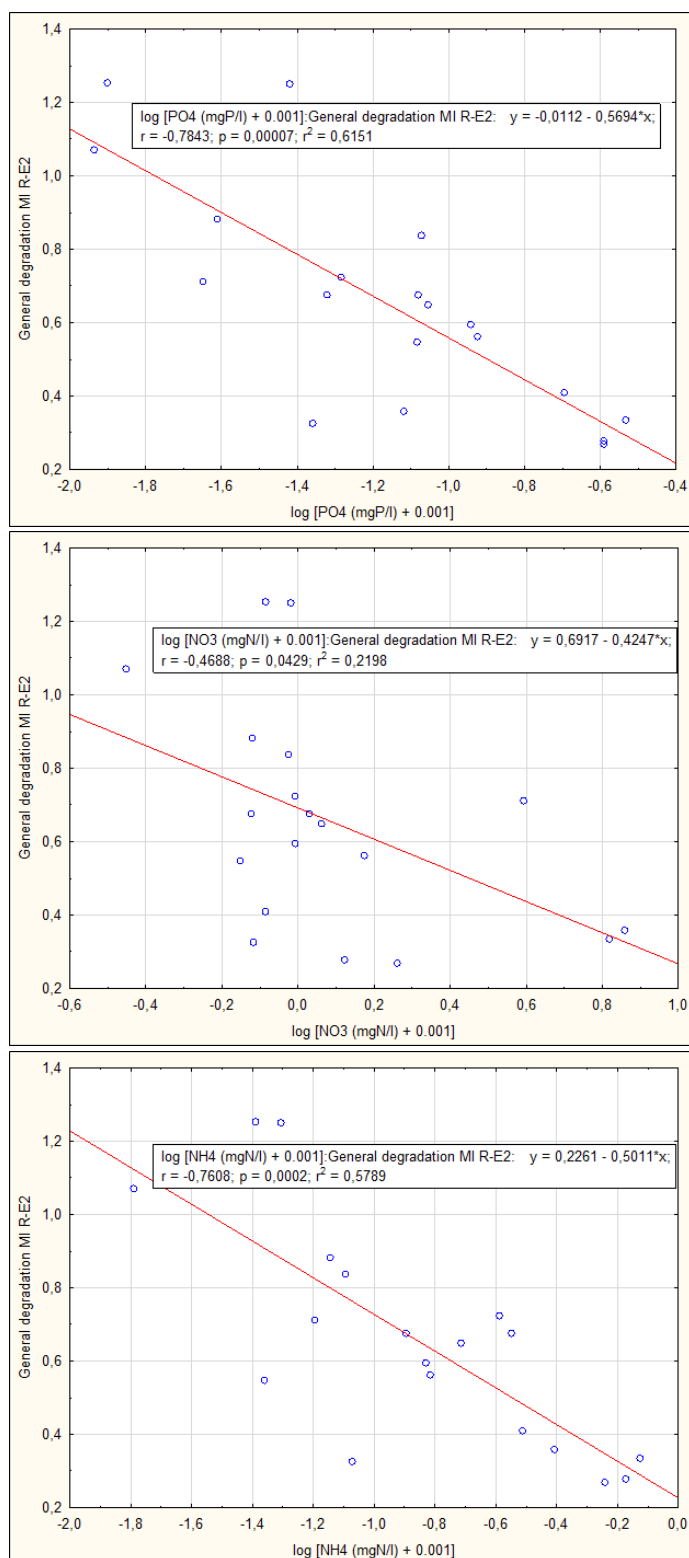


Figure 5. Pressure-Response relationship between chemical water properties against General Degradation_{MI} for sites of river type R-E2.

R-E3

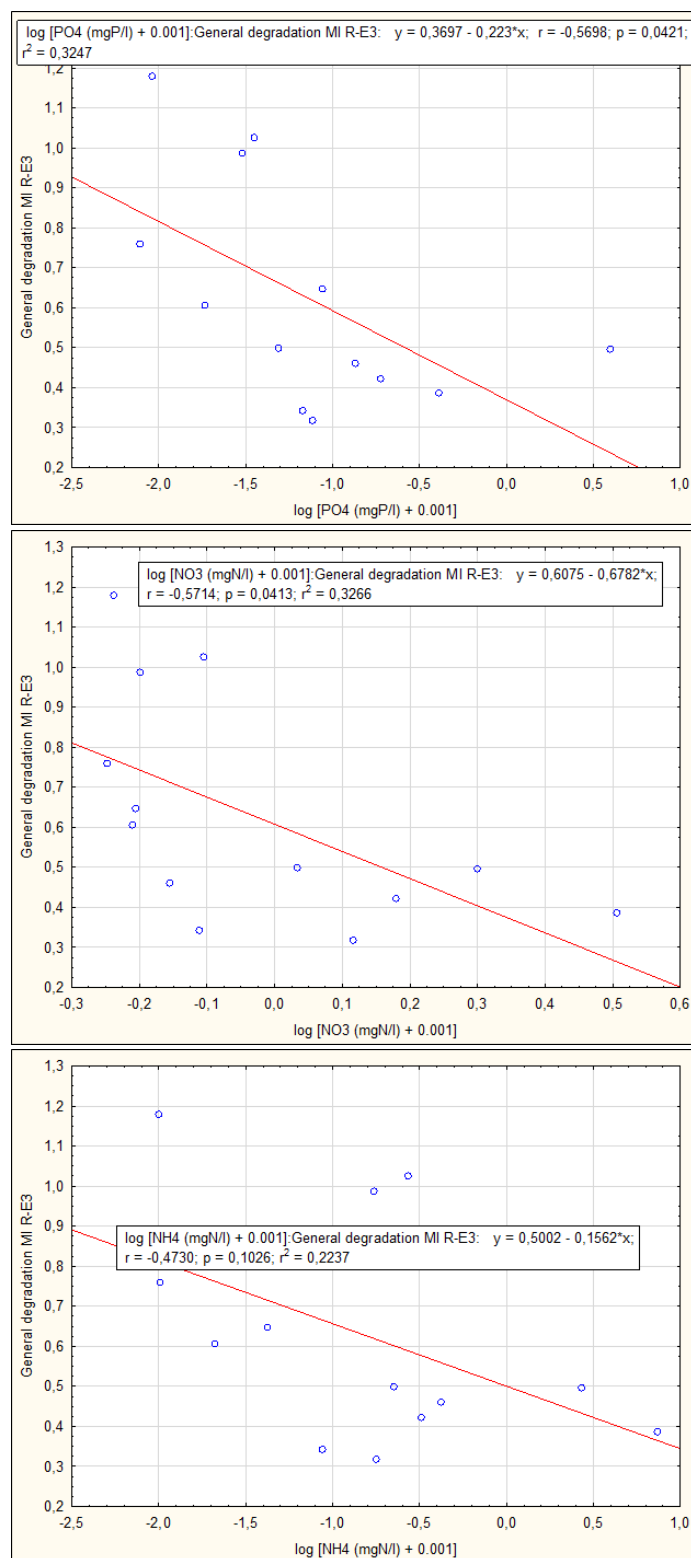


Figure 6. Pressure-Response relationship between chemical water properties against General Degradation_{MI} for sites of river type R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Hydromorphology

R-E2 and R-E3

Pressure impact relationships between hydromorphology scores and General degradation_{MI} are jointly displayed for IC typec R-E2 and R-E3 as they were commonly analyzed in the construction of the River fauna index (RFI).

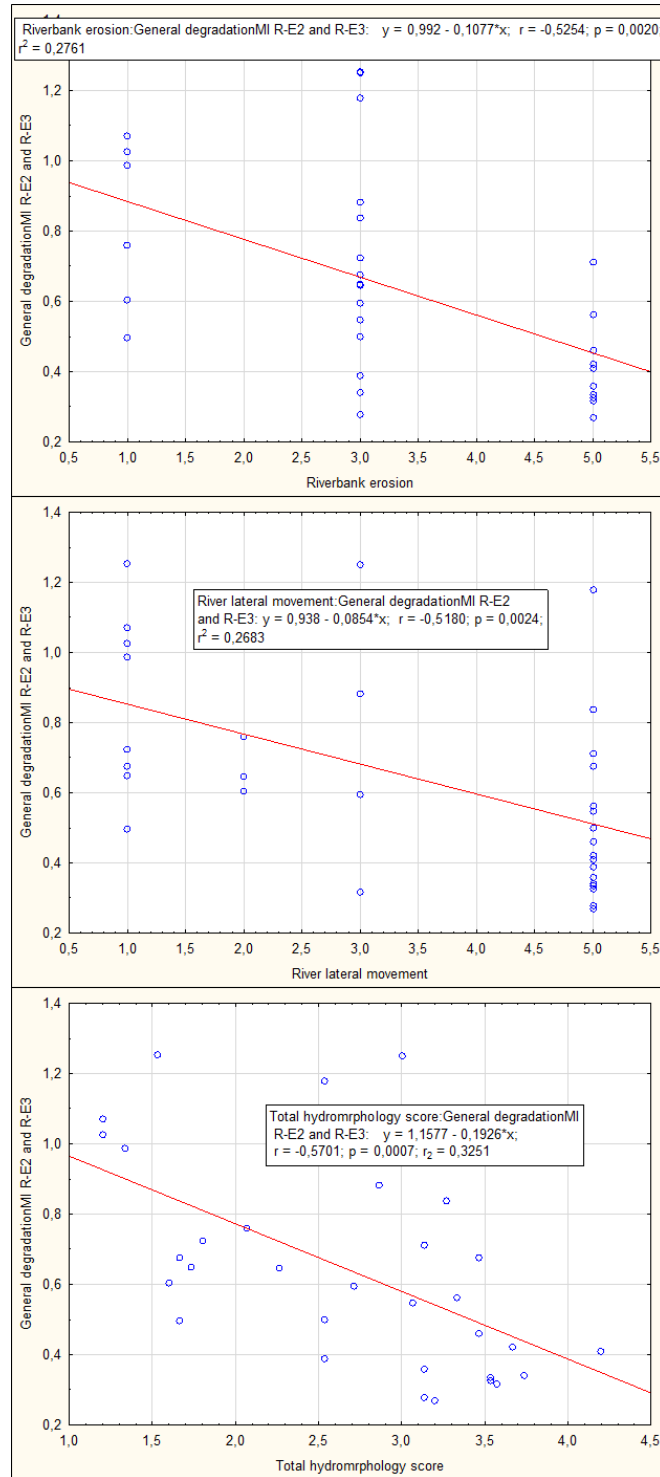


Figure 7. Pressure-Response relationship between hydromorphological river features against General Degradation_{MI} for sites of river types R-E2 and R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

A Resume

For all four groups of pressures (organic pollution, land use, chemistry, hydromorphological degradation), significant regressions could be found (for land use only for type R-E2). The General Degradation_{MI} showed no significant correlations (regressions) with land use for sites of IC type R-E3 as there are no sites that were not impacted by intensive agriculture (See in chapter 4.2.- all sites have high agricultural land use). It is concluded that both the SI_{HR} and the General Degradation_{MI} clearly respond to anthropogenic impacts and can be used for the assessment of the ecological status.

3. WFD COMPLIANCE CHECKING

The first step in the Intercalibration process requires the checking of national methods considering the WFD compliance criteria. The compliance check showed that the Croatian method fulfils the requirements of the WFD (Table 6).

Table 6. 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 (high, good, moderate, poor and bad).	yes
High, good and moderate ecological status are set in line with the WFD's normative definitions (Boundary setting procedure)	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
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	yes
The water body is assessed against type-specific near-natural reference conditions	yes
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

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

4. IC FEASIBILITY CHECKING

The intercalibration process ideally covers all national assessment methods within a GIG. However, the comparison of dissimilar methods (“apples and pears”) has to clearly 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

The EC-GIG includes ten types (not including very large rivers), six of which are relevant for Croatia (Table 7). Two types, R-E2 and R-E3, are treated in this report.

The biological typology of running waters in Croatia was initially established in 2011 (Mihaljević et al., 2011), mainly based on expert opinion, due to general lack of all data types: both biological and pressure data. Today, biological data in most types are sufficient, as well as data on pressures such as water chemistry and land use. The data sets are still lacking hydromorphological scoring from many sites as the hydromorphological evaluation of running waters in Croatia began only recently, in 2017. The current assessment method has equal reference and “worst” metric values for several Croatian types, but in the future, with more data on hydromorphology we wish to fine-tune these values for every type. Hence, the typology will remain as initially determined.

Table 7. IC types of the EC-GIG

Type	Common intercalibration type	Ecoregion (Illies, 1967)	Catchment area [km ²]	Altitude [m]	Geology	Channel substrate	Croatian type
R-E1a	Carpathians: small to medium, mid-altitude	10	10 - 1,000	500 - 800	mixed		/
R-E1b	Carpathians: small to medium, mid altitude	10	10 -1,000	200 - 500	mixed		/
R-E2	Plains: medium-sized, lowland	11,12	100 - 1,000	< 200	mixed	sand and silt	HR-R_3C HR-R_4A
R-E3	Plains: large, lowland	11,12	> 1,000	< 200	mixed	sand, silt and gravel	HR-R_3D HR-R_4B HR-R_4C
R-E4	Plains: medium-sized, mid-altitude	11,12	100 - 1,000	200-500	mixed	sand and gravel	/
R-EX4	Large, mid-altitude	10, 11, 12	> 1,000	200 - 500	mixed	gravel and boulder	/
R-EX5	Plain: small lowland	11, 12	10 -100	< 200	mixed	sand and silt	HR-R_2A HR-R_2B HR-R_3A HR-R_3B
R-EX6	Plain: small, mid-altitude	11, 12	10-100	200-500	mixed	gravel	HR-R_1
R-EX7	Balkan: mid-altitude, small-sized, calcareous, karst spring	5	10 – 100	200 - 500	calcareous	gravel	HR-R_6
R-EX8	Balkan: small to medium-sized, calcareous, karst spring	5	10-1000		calcareous	gravel, sand and silt	HR-R_7 HR-R_8A HR-R_9

Name of HR type		HR TYPE	IC TYPE
Lowland alluvial running waters	Medium lowland alluvial running waters with clay and sand substrate	HR-R_3C	R-E2
	Large lowland alluvial running waters with clay and sand substrate	HR-R_3D	R-E3
Medium lowland running waters		HR-R_4A	R-E2
Large lowland running waters		HR-R_4B	R-E3
Large lowland running waters with spring located in Dinaric eco-region		HR-R_4C	R-E3

4.2. PRESSURES ADDRESSED

The pressure gradient has been assessed for the Corine Land Cover (CLC) as well as the land use index, which is derived from CLC and defined as:

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

$LUI = 4 * CLC_{urban} + 2 * CLC_{intensive\ agriculture} + CLC_{extensive\ agriculture}$

The ranges of the CLC and LUI in the two river types are:

CLC/LUI	range R-E2	range R-E3
CLC urban	0.21 – 9.84	0.41 – 2.93
CLC agr.intens.	8.28 – 80.20	10.64 – 47.02
CLC agr. extens.	6.04 – 32.69	13.79 – 28.19
LUI	47.59 – 201.52	40.63 – 119.42

The hydromorphological alteration scale ranges from 1 (no) to 5 (high) and consists of multiple smaller indices. The three main indices: hydrology regime, morphology and flow continuity ranged from 1 to 5 in both river types, whereas the mean hydromorphological score ranged from 1.2 to 4.2 in R-E2 and 1.2 to 3.73 in R-E3.

The ranges for the chemical variables tested are:

Chemical variable	range R-E2	range R-E3
BOD ₅ [mg/l]	0.98 – 4.94	1.01 – 6.86
COD [mg/l]	1.20 – 10.45	1.68 – 10.82
PO ₄ -P [mg/l]	0.01 – 0.29	0.01 – 3.94
NO ₃ -N [mg/l]	0.35 – 7.22	0.56 – 3.20
NH ₄ -N [mg/l]	0.02 – 0.75	0.01 – 7.41
Conductivity (µS/cm)	218.04 – 792.82	360.17 – 622.0

The different pressure gradients covered by the national data set are considered to be sufficient.

4.3. ASSESSMENT CONCEPT

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

The pressure gradient covered by the national data set is considered sufficient. The data acceptance criteria as defined in the GIG report from 2011 was used.

The data quality is considered as good, since:

- 1) the sampling and analytical methodology is comparable among all countries (multi-habitat sampling, at least 500 µm).
- 2) the identification level used for R-E2 and R-E3 is sufficient
- 3) the number of sites used for the 2 types is considered sufficiently high.

4.4. CONCLUSION ON THE INTERCALIBRATION FEASIBILITY

The number of sites fully complying in terms of the type criteria is high enough for carrying out the IC exercise. It is concluded that the intercalibration is feasible for the types R-E2 and R-E3.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

5. DEMONSTRATING THE COMPLIANCE WITH THE COMPLETED INTERCALIBRATION EXERCISE

5.1. BACKGROUND

- Description of the IC option and benchmark standardization used in the completed IC exercise;
- Selection of the correct procedure to use for intercalibrating new classification method.

5.2. DESCRIPTION OF IC DATASET

Following Figure 1 in the CIS Guidance No. 30 (Willby et al. 2014), case A1 will be applied for the assessment method using invertebrates in the EC GIG river type R-E2 and R-E3. The requirements for fulfilling case A1 are:

- i. Full details of the common metric (e.g. species scores and metric weights)
- ii. A suitable site x biology dataset covering a range of environmental quality from which the national EQR and common metric can be calculated
- iii. Accompanying pressure data in the same format as that used in the completed exercise
- iv. Information on the specific thresholds already used in the completed exercise to define reference or alternative benchmark sites (e.g. human population density, extent of agricultural land in the catchment, nutrient concentrations, etc.)
- v. Details of exactly how the benchmarking was undertaken in the completed exercise (e.g. creation of a common metric EQR by dividing the observed value by the median common metric value of a set of national reference or benchmark sites). If the completed exercise concluded that benchmarking was not necessary the mean value of the benchmark sites from each country must be provided so that the joining Member State can also judge the need to benchmark its own method
- vi. Values of the global mean view of the HG and GM boundaries on the common metric scale for the Member States who participated in the completed exercise.

5.3. DESCRIPTION OF INTERCALIBRATION PROCEDURE

The IC Manual of Willby *et al.* (2014) lists the following steps for Case A1:

1. Calculate the common metric (CM) on the national dataset.
2. Use the associated pressure data to identify sites in the national dataset that meet the criteria established by the GIG for the selection of benchmark or reference sites.
3. Standardize the common metric (CM_{bm}) against the benchmark according to the approach used in the completed exercise. If benchmark standardization was concluded not to be required in the completed exercise the mean CM value of the joining method's benchmark sites must lie *inside* the range of mean values of the benchmark sites of the methods already intercalibrated for this conclusion to remain applicable. If the joining method's benchmark sites lay *outside* of this range the joining method must benchmark standardize its sites relative to the global mean CM value of the benchmark sites included in the completed exercise. These scenarios are illustrated in Table 1 and 2 of the IC Manual.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

4. Use OLS regression to establish the relationship between CM_bm (y) and the EQR of the joining method (x). A specialist case is that when a joining method relies exclusively on the common metric developed in the completed exercise for its classification rather than devising an original method (then being more like Option 1). In such cases, a regression would be meaningless as y is directly dependent on x. The goal for an MS choosing to use the CM as the basis for their method is simple – after any benchmarking their boundaries must simply lie within one-quarter of class of the global mean view.

5. Predict the position of the national class boundaries (MP, GM, HG, and reference) on the CM_bm scale.

6. Apply the comparability criteria as summarized in Chapter 6 of the IC Manual.

- Benchmark standardization;

Sites identified as alternative benchmark sites based on criteria defined in the EC GIG report (Opatrilova 2011) – see above.

- Calculation of Intercalibration Common metrics (ICM) or Best-Related Intercalibrated National Classification (BRINC);

The ICM is calculated according to Table 5 in the EC GIG Report (Opatrilova 2011). It includes four metrics: % abundance of EPT taxa (based on individuals), number of EPTCBO taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia and Odonata), ASPT (Average Score per Taxon, based on families), Index of biocoenotic region (functional metric, based on species/genus).

The correlation of the four metrics with the Croatian EQR was significant in all cases ($r_{EPT} = 0.49$, $r_{EPTCBO} = 0.82$, $r_{ASPT} = 0.75$, $r_{IndBiocReg} = -0.68$).

In the GIG Report, the benchmark standardization is described as follows: The raw common metric values were standardized with independently selected benchmark values, separately for each common IC type and a given member state. The benchmark value used for the standardization was obtained as a median value of the metric from selected benchmark samples.

Given this fact, the common EQR metric derived from alternative benchmark sites is not a true EQR (in the sense of the WFD) because the expected values are not reflecting near-natural conditions (but good status) and therefore, many values are higher than 1.

The lower anchor (the worse value in the whole IC common dataset) was used for the calculation of the EQR values of one metrics because it showed a constraint gradient (for Index of biocenotic region = 9.0 and ASPT = 1.5).

The EQR value for each of four common metrics was then calculated according to a formula: (measured value – lower anchor) / (benchmark value – lower anchor). For the two remaining metrics (EPTCBO and % abundance of EPT taxa) the lower anchor was the worst value in the Croatian dataset for E2 and E3 (EPTCBO = 4; EPT% = 0).

The final ICM was calculated as an average of the EQR values of four selected metrics. Following this procedure, the mean ICM values were calculated for the alternative benchmark sites from Croatia.

- Translation of national boundaries to ICM

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

The common intercalibration metric (normalized benchmark values) and the Croatian national EQRs have been compared in OLS regression (Figure 8).

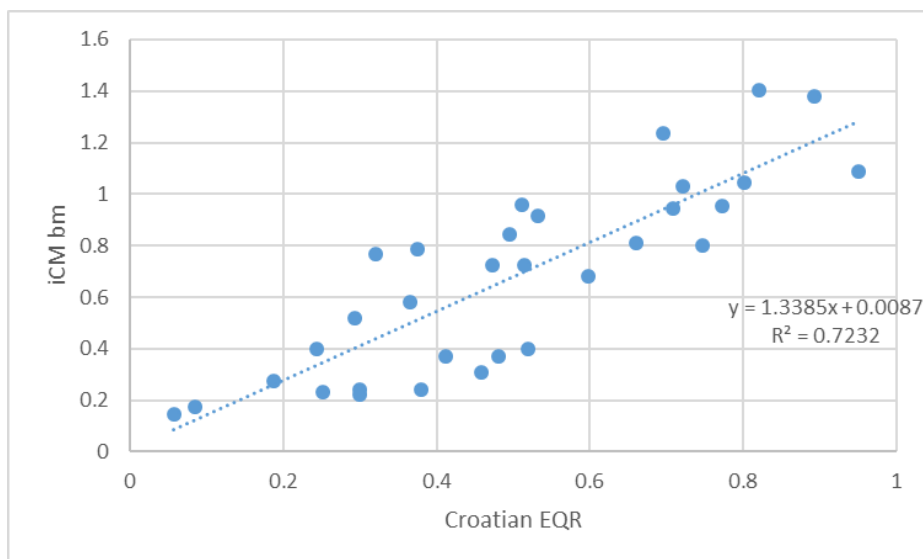


Figure 8. OLS regression to establish the relationship between iCM_bm (y) and the EQR of the joining method (Croatian EQR) for the two IC river types R-E2 and R-E3. The two types are combined.

The Pearson correlation coefficients between the iCM and the national EQR is $r = 0.85$, $p < 0.001$, $n = 32$ (19 R-E2 + 13 R-E3).

- Calculating boundary bias;

The predicted position of the national class boundaries (MP, GM, HG, and reference) on the CM_bm scale for the two IC river types are listed in table 8.

Table 8. Reference values and class boundaries for the National EQR of the Croatian assessment method in the IC river types R-E2 (= HR-R_3C and HR-R_4A) and R-E3 (= HR-R_3D, HR-R_4B and HR-R_4C) and corresponding iCM values derived from the OLS regression:

	National EQR	iCM
Reference values	1	1.3472
High / Good Boundary	0.8	1.0795
Good / Moderate Boundary	0.6	0.8118
Moderate / Poor Boundary	0.4	0.5441
Poor / Bad Boundary	0.2	0.2764

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

5.4. FINAL BOUNDARIES

The global mean views of the H/G and G/M boundaries on the iCM scale in the EC GIG (all types) are:

H/G boundary global mean view of iCM is 1.0291

G/M boundary global mean view of iCM is 0.8309

The adjustment of the boundaries follows chapter 6 in the fit-in guidance of Willby et al. (2014), starting with the G/M boundary.

As the national G/M boundary on the common metric scale falls below the global view, the amount of this deviation must be calculated:

$$0.8309 - 0.8118 = 0.0191$$

and expressed as a proportion of the width of the (national) good status class on the common metric scale. The width of this class is:

$$1.0795 - 0.8118 = 0.2677$$

This gives a proportion of the deviation of:

$$0.0191 / 0.2677 = 0.07135 \text{ (or } -0.07135) \text{ as it is below the global mean for G / M boundary)}$$

As these values meet the criteria (it must not be >0.25), the G/M boundary does not need changing. There is no obligation to make an adjustment.

In the second step, the H/G boundary is compared. The national view on the common metric scale is 1.0795 and thus slightly above the global view of the finalized IC exercise. The deviation is:

$$1.0795 - 1.0291 = 0.0504$$

The deviation expressed as a proportion of the good status class on the stand. iCM scale is:

$$0.0504 / 0.2677 = 0.18827$$

As this value is clearly <0.25, the boundary meets the comparability criteria. There is no obligation to make an adjustment. The national boundaries are as listed above in table 8.

6. DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT HIGH STATUS

In high status sites of the R-E2 type the EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) groups are represent with around 20 taxa (or more). High local diversity is present at these sites (Margalef index around 5 or more). Taxa sensitive to hydromorphological degradation like taxa from the Plecoptera family Perlodidae can be found. Taxa very sensitive to organic pollution are also present in high abundances.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

In high status sites of the R-E3 type the EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) groups are represent with around 20 taxa (or more). High local diversity is present at these sites (Margalef index around 6.5 or more). Taxa sensitive to hydromorphological degradation like taxa from the Trichoptera family Polycentropodidae can be found. Taxa very sensitive to organic pollution are also present in high abundances.

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT GOOD STATUS

In good status sites of the R-E2 type the EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) groups are represent with around 15 taxa. Relatively high local diversity is present at these sites (Margalef index around 4.5). Taxa sensitive to hydromorphological degradation like taxa from the Ephemeroptera family Heptageniidae and taxa sensitive to organic pollution are also present.

In good status sites of the R-E3 type the EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) groups are represent with around 15 taxa. Relatively high local diversity is present at these sites (Margalef index around 6). Taxa sensitive to hydromorphological degradation like taxa from the Ephemeroptera family Leptophlebiidae and taxa sensitive to organic pollution are also present.

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT MODERATE STATUS

In moderate status sites of the R-E2 type the EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) groups are represent with around 10 taxa. Local diversity is moderate (Margalef index around 4.5). Taxa sensitive to hydromorphological degradation, and organic pollution are also present but in less abundance then tolerant taxa.

In moderate status sites of the R-E3 type the EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) groups are represent with around 10 taxa. Local diversity is moderate (Margalef index around 5.5). Taxa sensitive to hydromorphological degradation, and organic pollution are also present but in less abundance then tolerant taxa.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

7. REFERENCES

AQEM Consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1, February 2002: 198 pp.

Birk S, Böhmer J, Schöll F. 2016. XGIG Large River Intercalibration Exercise - Milestone 6 Report - Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe – Biological Quality Element: Benthic Invertebrates - Version 2, 228 p.

CIS Guidance Document No. 14. 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission, Technical report-2011-045.

European Union 2013. Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Mihaljević Z, Kerovec M, Mrakovčić M, Plenković A, Alegro A, Primc-Habdija B. 2011. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije. PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. [Testing of biological methods for ecological status assessment (Water framework directive 2000/60/EC) in representative river basins of the Pannonian and Dinaric ecoregions].

Opatrilova L. (ed) 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 5 report – River/EC GIG/Benthic Invertebrates. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability.

Urbanič G. 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. *Hydrobiologia* 729: 191–207.

Uredba o standardu kakvoće voda, Narodne novine broj 73/2013.

Willby N, Birk S, Poikane S, van de Bund W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report, Luxembourg, Ispra.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

PRILOG 2

Report on fitting a macroinvertebrate classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-EX5 and R-EX6)

Working Group:

Zlatko Mihaljević, Marko Miliša, Ivana Pozojević

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

Status of the document: Draft-version 3.0

Zagreb, 20 October 2020

Report on fitting a macroinvertebrate classification method
with the results of the completed intercalibration of the EC GIG
(R-EX5 and R-EX6)

1 INTRODUCTION

- Croatia;
- Benthic macroinvertebrates;
- R-EX5 and R-EX6 river types.

2 DESCRIPTION OF NATIONAL ASSESSMENT METHODS

The Water Framework Directive requires comprehensive assessment methods for the evaluation of river ecological statuses according to the benthic macroinvertebrate fauna, which includes taxonomic composition, abundance, the ratio of disturbance of sensitive taxa to tolerant taxa and diversity. It is also required to harmonize national assessment methods under the intercalibration exercise with other Eastern – Continental (EC) Geographic Intercalibration Group (GIG) country methods. The official intercalibration of invertebrate-based methods of ecological status assessment in Eastern Continental rivers was finalized within the EC-GIG intercalibration in 2011 (Opatrilova 2011).

A new assessment method has been developed for ecological status assessment of rivers belonging to the IC types R-EX5 (= HR-R_2A; HR-R_2B; HR-R_3A and HR-R_3B) and R-EX6 (= HR-R_1) based on benthic invertebrates and presented in this report. Both IC types are treated together due to the relatively small data set in R-EX6 type (n=24), and absence of pristine sites in R-EX5 as well as bad sites in R-EX6. Because of the similarities between the two types, the (missing) degraded sites in R-EX6 can be considered as complementary to degraded sites in R-EX5 type. The multimetric index uses the same metrics for both river types but with different reference values for each type. The method is compliant with the WFD normative definitions and its class boundaries are in line with the results of the completed intercalibration exercise.

The Croatian assessment method based on benthic invertebrates is a modular type with two modules: saprobity and general degradation. The modular system uses the “one-out all-out” principle. Croatian Large Rivers benthic invertebrate assessment method is based on the same approach and it has been successfully intercalibrated (Birk et al. 2016). The system consists of metrics with proven relationships to stressors.

The classification method is verified for WFD compliance and IC feasibility and the class boundaries were compared with agreed boundaries from the EC-GIG intercalibration exercise following the instructions of the CIS Guidance Document 30: “Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise” (Willby et al. 2014). Intercalibration “Option 2” - indirect comparison of assessment methods using a common metric and “continuous benchmarking” approach was used for the intercalibration of methods in EC GIG River Benthic Macroinvertebrate group and the Croatian methodology was compared with finalized results.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2.1. METHODS AND REQUIRED BQE PARAMETERS

The Saprobity module represents normalized values of the Croatian saprobity index (SI_{HR}), which is based on the Pantle Buck index, but with adapted indicator values. The General Degradation module is normalized multimetric index (General Degradation_{MI}) that consists of 4 metrics: Rhithron Type Index, EPT [%] (abundance classes), Diversity (Margalef Index) and the River fauna index (RFI) that is based on indicator responses to hydromorphological degradation.

Combination rule used in the method:

The Saprobity module is based solely on EQR of the SI_{HR} index. The General Degradation_{MI} equals the EQRs of four metrics: $0,2 * \text{Rhithron Type Index} + 0,2 * \text{EPT [\%]} (\text{abundance classes}) + 0,2 * \text{Diversity (Margalef Index)} + 0,4 * \text{River fauna index (RFI)}$. The final assessment result equals the lower EQR value of the two modules.

The Croatian national method is in accordance with the WFD compliance, as it takes into consideration all the indicative parameters which are mentioned in CIS Guidance document No 14 (2011): taxonomic composition, abundance, disturbance sensitive taxa to insensitive taxa, diversity and absence of major taxonomic groups (Table 1).

Table 1. Overview of the metric groups included in the Croatian national method for the assessment of IC types R-EX5 and R-EX6.

MS	Taxonomic composition	Abundance	Sensitive / tolerant taxa	Diversity	Major taxonomic groups
HR	x	x	x	x	x

2.2. SAMPLING AND DATA PROCESSING

Description of sampling and data processing:

- Sampling time and frequency;
The most favorable sampling time is spring (March-April), i.e. before mass swarms of adult insects come out which takes place in May and June. The period of stable and low water levels should last long enough before sampling so that the macrozoobenthic community can be well-developed. Sampling shall not be undertaken: during high water levels and up to 3 weeks after high water levels, during all other disturbances caused by natural processes.
- Sampling method;
All available microhabitats are sampled („multi-habitat sampling“) and 20 sub-samples are collected which are distributed according to the proportion of microhabitat types, with microhabitats that are less than 5% present are not sampled, but are recorded in the protocol. Microhabitat type represents a combination of inorganic and organic substrate. Sub-sample is sampled by raising the substrate that consists of a substrate with accompanying animals from surface size 25 x 25 cm (0.0625 m²). The channel substrate of each sampling site was classified according to AQEM Consortium (2002).
- Data processing
Rhithron Type Index, EPT [%] (abundance classes) and Diversity (Margalef Index) are calculated

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

using ASTERICS 4.04 software, while the Croatian saprobity index and River fauna index are calculated separately. SI_{HR} is an adapted saprobity index according to Pantle-Buck (1955):

$$SI_{HR} = \frac{\sum SIu_i}{\sum u_i}$$

where:

SI_{HR} = Croatian saprobity index

SI = individual species/taxa indicator value

u_i = number of individuals calculated per 1 m²

Indicator values of macrozoobenthic taxa (SI) are specific to Croatia.

The River fauna index was calculated according to the following equation:

$$RFI_{VR_j} = \frac{\sum_{i=1}^n ac_i \times Rf_i \times HW_i}{\sum_{i=1}^n ac_i \times HW_i}$$

where:

ac_i is the log5 abundance class of the i^{th} taxon,

Rf_i is the river fauna value of the i^{th} taxon,

HW_i is the hydromorphological indicative weight of the i^{th} taxon

n is the number of indicative taxa

Indicator values of macrozoobenthic taxa (Rf_i and HW_i) are specific to IC types R-EX5 and R-EX6 and are calculated by canonical correspondence analysis of the taxa found in these types with regard to hydromorphological pressure (Urbanič, 2014).

- Identification level;

It is recommended that identification is conducted as detailed as possible, up to the level of species if possible. Required level of macrozoobenthos identification:

Table 2. Level of identification required for the Croatian national assessment.

Systematic group	Level of identification	Systematic group	Level of identification
Porifera	genera	Ephemeroptera	genera, species
Hydrozoa	genera	Trichoptera	genera, species
Bryozoa	presence	Odonata	genera, species
Turbellaria	genera, species	Megaloptera	genera, species
Oligochaeta	family, genera, species	Heteroptera	genera, species
Hirudinea	genera, species	Coleoptera	genera, species
Mollusca	genera, species	Diptera	family, genera, species
Crustacea	genera, species	Hydrachnidia	presence
Plecoptera	genera, species		

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2.3. NATIONAL REFERENCE CONDITIONS

The settings for the national reference conditions of some chemical thresholds are given in the legal document Regulation on water quality standards (Uredba o standardu kakvoće voda, NN 96/2019), but this document is currently in the process of revision. Because of this, reference thresholds for this intercalibration fit in procedure follow those of the EC-GIG defined for IC types R-E2 and R-E3 (Opartilova, 2011):

Hydromorphological alteration NO or LOW (scoring set at ≤ 2)

NO or LOW:

impoundment, hydropeaking, water abstraction, upstream dam influence, water temperature modification, channelization, alteration of riparian vegetation, local habitat alteration, dykes, toxic risk, water acidification, navigation, recreational use

Land-use in the catchment

<0.8% Urban land cover

< 50 Land Use Index

and

Chemical thresholds:

mean BOD₅ < 2.4 mg/l

mean P-PO₄ < 0.04 mg/l

mean N-NO₃ < 6 mg/l

mean N-NH₄ < 0.1 mg/l

It is also important that no point-source or non-point source pollutant are present near the reference site.

2.4. NATIONAL BOUNDARY SETTING

In the intercalibration types R-EX5 and R-EX6, both boundaries of the General Degradation_{MI} were transformed, as well as boundaries for the saprobic index of R-EX6. This means that the final EQR represents the “classical” boundaries (0.8; 0.6; etc.), seeing as the final value represents the lower value of the already transformed EQR-s of the two modules. Although the National classification recognizes four types (H-R-2A, H-R-2B, H-R-3A and H-R-3B) within the intercalibration type R-EX5, the reference values are set equally for all four types. We acknowledge that the lack of type-specific reference values in the method is not substantially reasoned. It is possible that an extended analysis may result in different pressure-impact relationships in different types of rivers. This may result in differentiation of metrics reference values (upper and lower anchors), additional differentiated normalization of the National classification system or possibly weighing the metrics before combination in the future. As the monitoring efforts are ongoing in this region, a greater data set may give a more accurate setting of the reference values for each national biotic river type, as well as the pressure response relationships.

Croatian saprobity index

R-EX5

The majority of rivers belonging to IC type R-EX5 in Croatia are anthropogenically impacted (some even heavily) due to a relatively high ratio of urban areas and even more agricultural areas present in their catchment. The majority of the rivers have been channelized for agricultural land use purposes, or have limited lateral movement because of dykes protecting urban areas and settlements. In R-EX5, no true reference sites were present, meaning that when calculating reference values for indices (modules) alternative approaches had to be taken. Reference metrics values were calculated by adding 20% of the total metric range to the High/Good boundary, whereas the H/G boundaries were determined as the median of the benchmark sites (Table 3).

The lower anchor of the SI_{HR} represents the worst theoretical value of the metric (based on the operational taxa list) and equals 3.6 (for all IC types). The value of the SI_{HR} in type R-EX5 ranged from 1.80 to 3.54. 20% of the total range (maximum value of SI_{HR} being 3.6) was subtracted from the high/good boundary in order to calculate reference values. The reference value of R-EX5 equals 1.90 ($SI_{HR-ref} = 1.90$). The high/good boundary for the SI_{HR} equaled 2.26 and other boundaries were distributed equidistantly to 3.6

Table 3. Determined benchmark sites of IC type R-EX5 following the criteria of Opartilova (2011).

Code	Name	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BOD ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	Conductivity	Hidromorph. score	SI _{HR}
15383	Kamešnica, Gregorevac	100.62	0.069	0.752	1.1	0.12	5.75	549	1	2.33
16101	Golinja, Slatina Pokupska	83.20	0.018	0.147	2.202	0.163	6.343	421	1.69	2.00
16107	Veliki Potok, Bukovci	34.69	0.019	0.262	2.269	0.196	6.24	438	1.62	1.95
16234	Svinica, Svinica	76.87	0.025	0.269	1.661	0.226	5.067	435	1.85	2.41
16239	Brijebovina, prije utoka u Sunju, Umetić	49.16	0.021	0.235	2.091	0.218	6.318	486	1.23	2.15
16746	Utinja, Vrtečko (prije utoka u Kupu)	91.03	0.026	0.300	1.826	0.225	6.103	466	1	2.79
17606	Presečno, Drašković	104.46	0.029	0.62	3.1	0.200	5.238	607	2.23	2.20
21205	Iskrica, Šaptinovci	89.63	0.084	0.771	3.36	0.113	5.364	475	2.92	2.55

*“*At least four out of seven parameters used for the screening (chemical parameters + land-use index + ASPT) had to fit within the given range; three parameters could be below (or above in case of ASPT) than the given range.”*

BOD ₅	conductivity	land-use index (4*artificial + 2*int.agriculture + non-int.agriculture)	P-PO ₄	N_NO ₃	N_NH ₄	ASPT
2.4 - 4.1	250 - 620	50 - 170	0.04 - 0.25	2.0 - 6.0	0.1-0.25	5.0 - 6.4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

R-EX6

The reference value of the SI_{HR} in R-RX6 was determined as the median of all reference sites (n=7, Table 4). The reference value for the SI_{HR} in type R-EX6 equals= 1.675 (Figure 1).

Table 4. Determined reference sites of IC type R-EX6.

Name	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BOD ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	Conductivity	Total HYMO	SI_{HR}
Sivornica, izvorište Psunj	0	0.02	0.54	1.4	0.02	7	80	1	1.629
Stipnica kod mjesta G. Stupnica (H.Kostajnica)	13.8	0.01	0.15	0.7	0.03	7	413	1.13	1.714
Izvor Duboke rijeke	0.5	0.021	0.22	1.2	0.004	6.56	108	1	1.675
Izvor potoka Dubočanka	0	0.029	0.31	0.7	0.017	6.1	311	1.07	1.659
Sutla, Lupinjak	1	0.012	0.44	0.9	0.039	7	281	1.2	1.851
Kamešnica, Kamešnica	0.02	0.022	0.558	1.75	0.036	6.92	458	1	1.834
Bistra, Krainje, Kraljev vrh	9.5	0.019	1.007	1.196	0.04	6.85	224	1.42	1.598

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

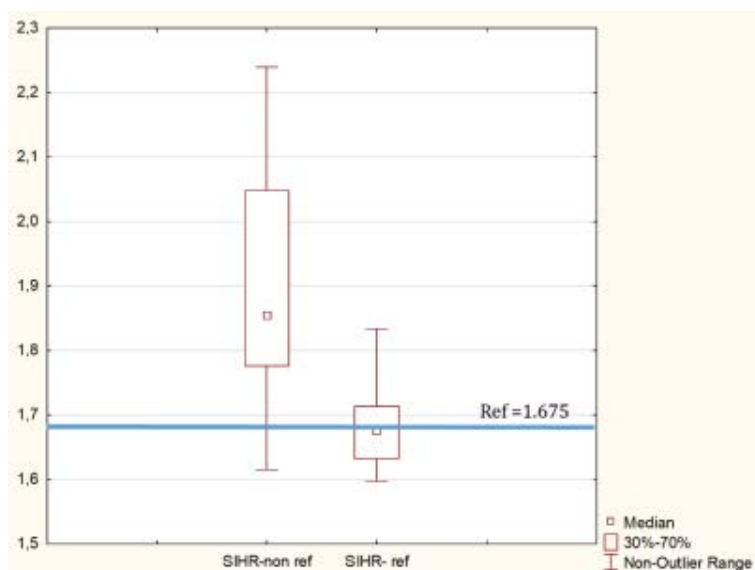


Figure 1. A comparison of the SI_{HR} metric values of reference and non-reference sites of R-EX6. The vertical line is the reference value, for $SI_{HR} = 1.675$.

After calculating the EQRs of the SI_{HR} , the HIGH/GOOD boundary was determined as the median of the benchmark sites of R-EX6 (Table 5). The high/good boundary for the SI_{HR} equaled 1.85 and other boundaries were distributed equidistantly to 3.6.

Table 5. Determined benchmark sites of IC type R-EX6 following the criteria of Opartilova (2011).

Code	Name	LUI	P-PO ₄ (mgP/l)	N-NO ₃ (mgN/l)	BOD ₅ (mgO ₂ /l)	N-NH ₄ (mgN/l)	ASPT	Conductivity	SI_{HR}
17553	Sutla. Prišlin	79.73	0.05	1.07	2.8	0.18	6.13	657.25	1.82
21120	Žarovnica (Sutinska). Žarovnica	70.1	0.03	1.29	1.63	0.1	6.4	566	1.85
21128	Kašina. Kašina	29.25	0.12	0.39	3.32	0.18	6.4	558.67	2.24

***At least four out of seven parameters used for the screening (chemical parameters + land-use index + ASPT) had to fit within the given range; three parameters could be below (or above in case of ASPT) than the given range.*

		land-use index (4*artificial + 2*int.agriculture + non-int.agriculture)				
BOD ₅	conductivity		P-PO ₄	N_NO ₃	N_NH ₄	ASPT
2.4 - 4.1	250 - 620	50 - 170	0.04 - 0.25	2.0 - 6.0	0.1-0.25	5.0 - 6.4

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofitna i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

After determining all the boundaries, a transformation of the EQRs for the saprobity module was conducted:

R-EX6	Ref = 1.68	Lower anchor=3.6
$OEK_{SIHR\ R-EX6}$	$OEK_{transform}$	
≥ 0.91	$0.8 + 0.2 * (OEK_{SIREX6} - 0.91) / 0.09$	
0.68 - 0.91	$0.6 + 0.2 * (OEK_{SIREX6} - 0.68) / 0.24$	
0.45 - 0.68	$0.4 + 0.2 * (OEK_{SIREX6} - 0.45) / 0.23$	
0.23 - 0.45	$0.2 + 0.2 * (OEK_{SIREX6} - 0.23) / 0.23$	
≤ 0.23	$0.2 + 0.2 * (OEK_{SIREX6}) / 0.23$	

General degradation

R-EX5

No true reference sites that meet all the thresholds were present in R-EX5. The General Degradation_{MI} equals the EQRs of four metrics: $0.2 * \text{Rhithron Type Index} + 0.2 * \text{EPT [\%] (abundance classes)} + 0.2 * \text{Diversity (Margalef Index)} + 0.4 * \text{River fauna index (RFI)}$. For each of the four metrics, the reference value was calculated by adding 20% of the metric range to the high/good boundary (Table 6). The high/good boundary was calculated as the median value of all the benchmark sites. Lower anchors for both R-EX5 and R-EX6 were the same and were set as the worst metric value in both IC-types.

Table 6. Class boundaries and ranges of the metrics used in calculating the General Degradation_{MI} in IC type R-EX5

Metric group:	Functional	Composition/abundance	Richness/diversity	Sensitivity /tolerance
R-EX5 metric boundaries	Rhithron Type Index	EPT [%] (abundance classes)	Diversity (Margalef Index)	RFI
Upper anchor	7.99	32.75	9.55	0.178
Lower anchor	1.22	0	0.99	-0.511
High/good boundary	5.97	23.61	7.51	0.105
Range:				
max	11.32	45.69	11.23	0.368
min	1.22	0	0.99	-0.511

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

R-EX6

Reference values for each of the metrics used in the calculation of the General Degradation_{MI} for IC type R-EX6 were determined as the median metric value within the reference sites (Table 7; Figure 2).

Table 7. Class boundaries and ranges of the metrics used in calculating the General Degradation_{MI} in IC type R-EX6.

Metric group:	Functional	Composition/abundance	Richness/diversity	Sensitivity /tolerance
R-EX6 metric boundaries	Rhithron Type Index	EPT [%] (abundance classes)	Diversity (Margalef Index)	RFI
Upper anchor	10.9	49.01	5.59	0.054
Lower anchor	1.22	0	0.99	-0.511
max	13.2	55.81	9.32	0.177
min	4.5	17.09	2.21	-0.147

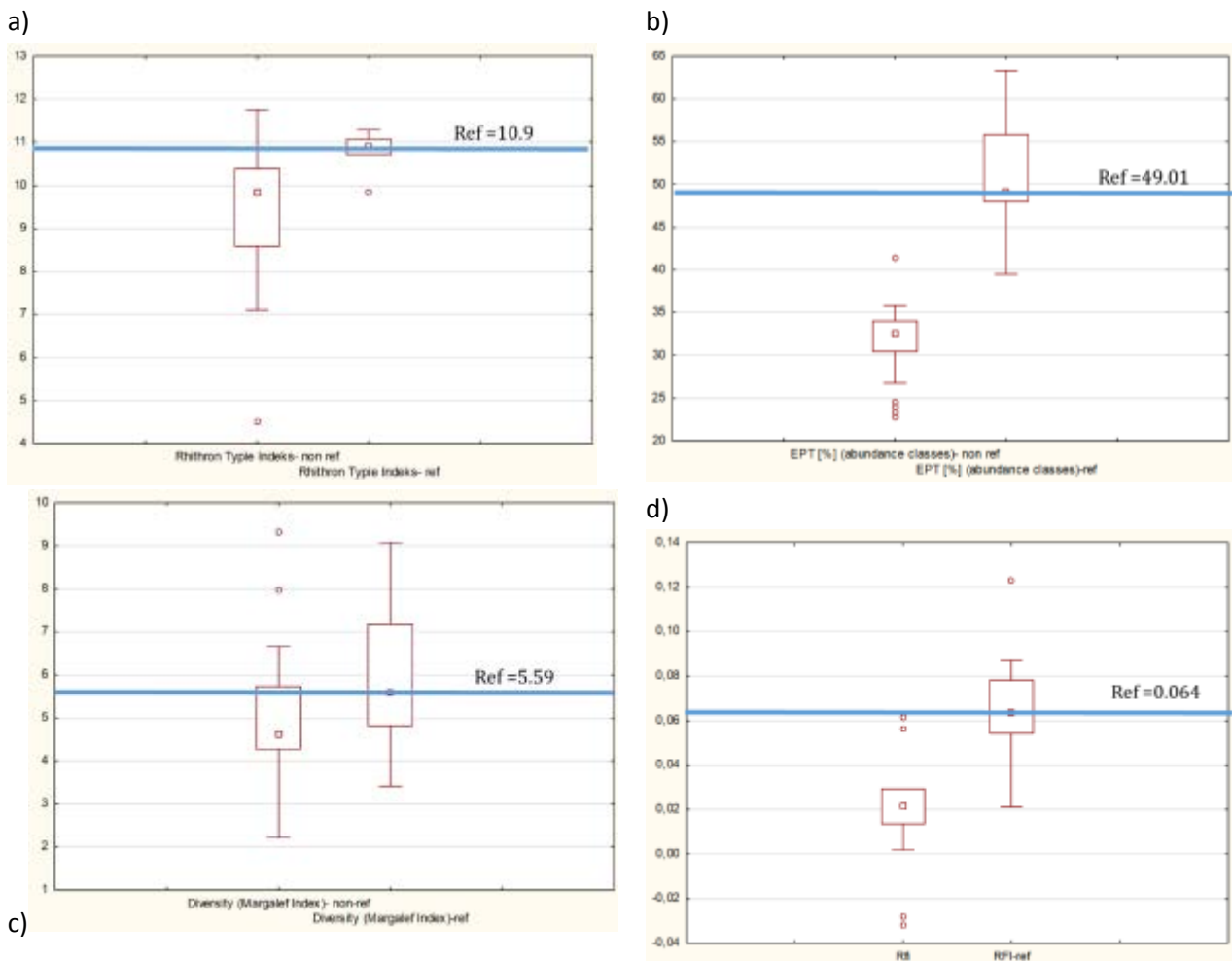


Figure 2. A comparison of four metric values: a) Rhithron type index; b) EPT % (abundance classes); c) Margalef index and d) River fauna index (RFI) of reference and non-reference sites of R-EX6. The vertical lines represent the reference value for each metric.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Boundary values of five ecological status classes were defined based on the changes in the portion of sensitive and tolerant taxa (Figure 3). Sensitive and tolerant taxa were determined in calculating the River fauna index with regard to hydromorphological stressors. The ratio of tolerant taxa begins to increase (high/good boundary) at EQR = 0.82, whereas at EQR = 0.68 the portion of tolerant taxa reach the portion of sensitive taxa (good/moderate boundary). The intersection of regression curves representing a portion of tolerant and portion of sensitive taxa occurred approximately at the EQR = 0.62 and at the EQR = 0.55 the portion of tolerant taxa exceeds the portion of sensitive taxa (moderate/poor boundary). The portion of tolerant taxa start to dominate at EQR = 0.30 (poor/bad boundary).

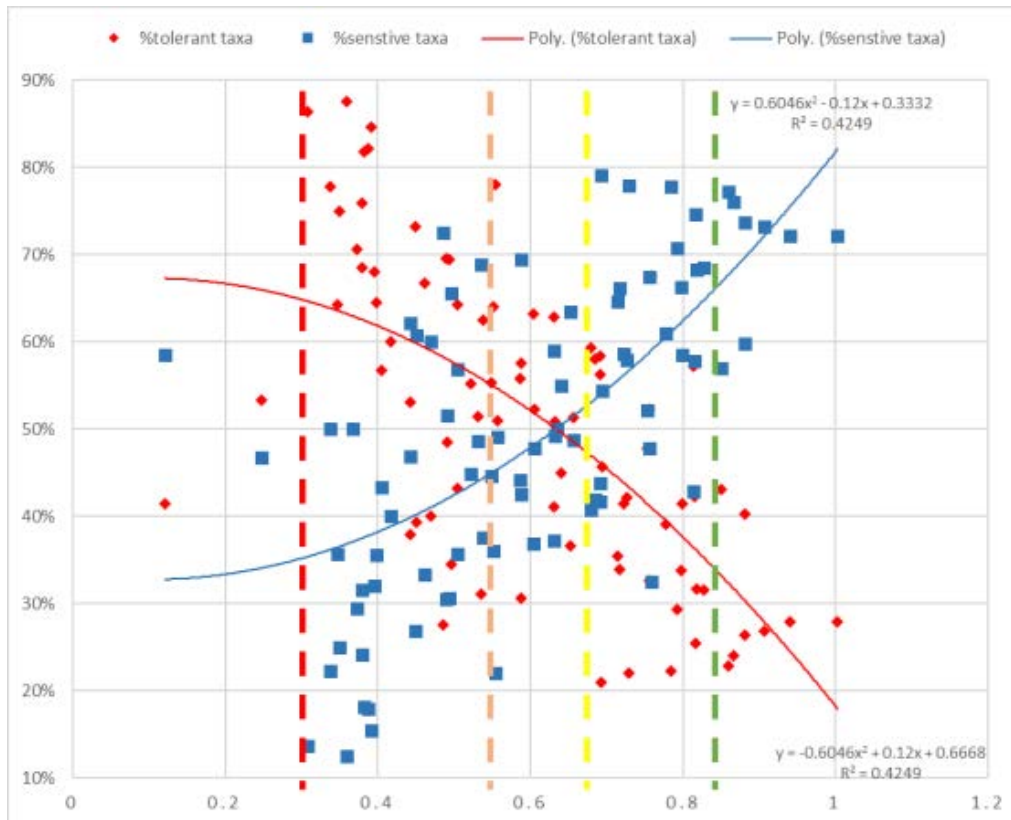


Figure 3. Boundary setting between ecological status classes using changes in a portion of sensitive and tolerant taxa along with the ecological quality ratio of the General Degradation_{MI}.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Values of General Degradation_{MI} for both R-EX5 and R-EX6 were transformed using the following equations:

R-EX5 and R-EX 6	
$EQR_{GEN\ DEG\ R-EX5\ and\ R-EX6}$	$EQR_{transform}$
≥ 0.82	$0.8 + 0.2 * (EQR_{GEN\ DEG\ R-EX5\ and\ R-EX6} - 0.82) / 0.18$
0.68 – 0.82	$0.6 + 0.2 * (EQR_{GEN\ DEG\ R-EX5\ and\ R-EX6} - 0.68) / 0.14$
0.55- 0.68	$0.4 + 0.2 * (EQR_{GEN\ DEG\ R-EX5\ and\ R-EX6} - 0.55) / 0.13$
0.30 – 0.55	$0.2 + 0.2 * (EQR_{GEN\ DEG\ R-EX5\ and\ R-EX6} - 0.30) / 0.25$
≤ 0.30	$0.2 * (EQR_{GEN\ DEG\ R-EX5\ and\ R-EX6}) / 0.30$

2.5. PRESSURES ADDRESSED

Various pressures were addressed by the different methods in the finalized IC exercise. Most countries indicated as detected general degradation, hydromorphological degradation and pollution by organic matter.

The Croatian method addresses catchment land use, pollution by organic matter, eutrophication and habitat destruction. The Saprobity module addresses organic pollution, whereas other stressor responses are integrated into the General degradation module. **The lower value of the two modules is the final score of the site and it gives a direct suggestion on which stressor should be addressed primarily if the score would be less favorable.** This method is therefore comparable to the methods which are already successfully intercalibrated.

The following pressure-response relationships have been derived:

Saprobity module

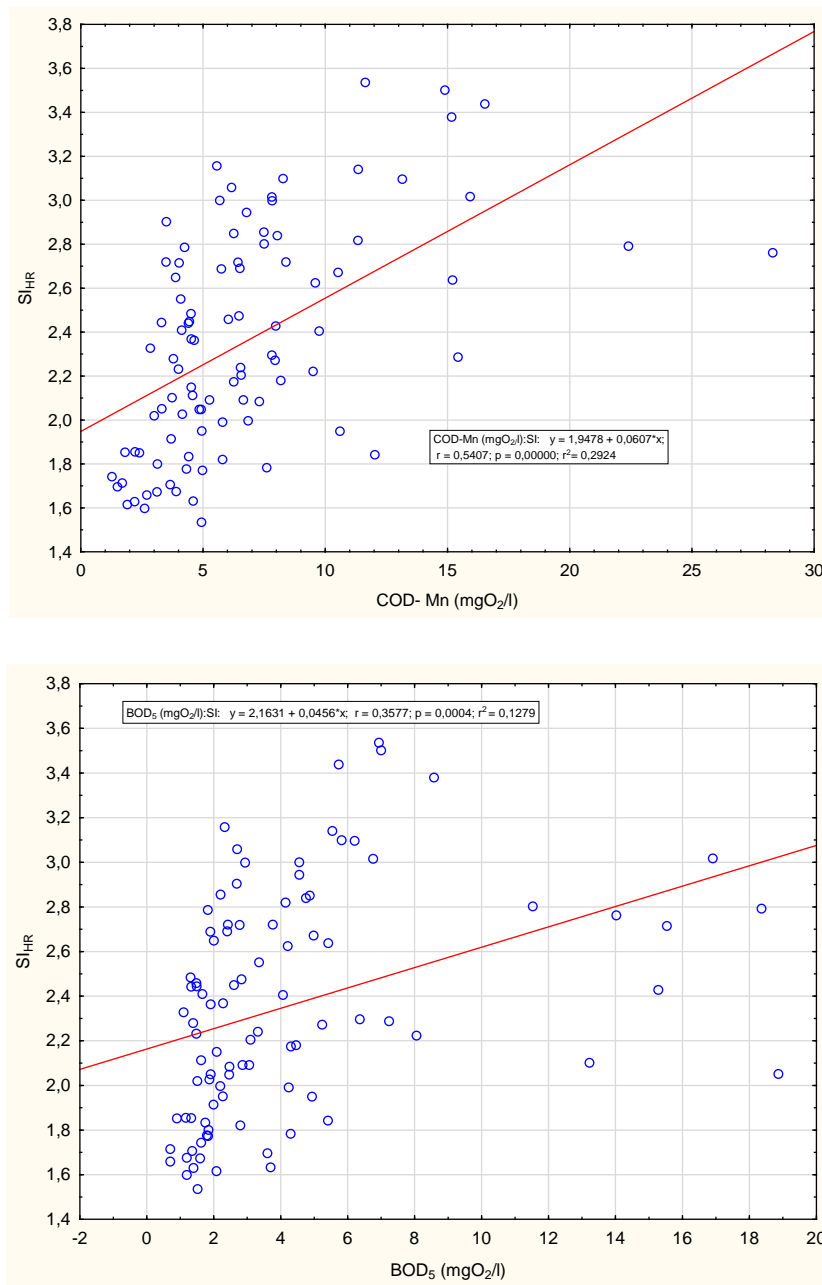


Figure 4. Pressure-Response relationship between chemical oxygen demand (COD) and biological oxygen demand (BOD) against the SI_{HR} values in river types R-EX5 and R-EX6.

2) General degradation module

Land Use

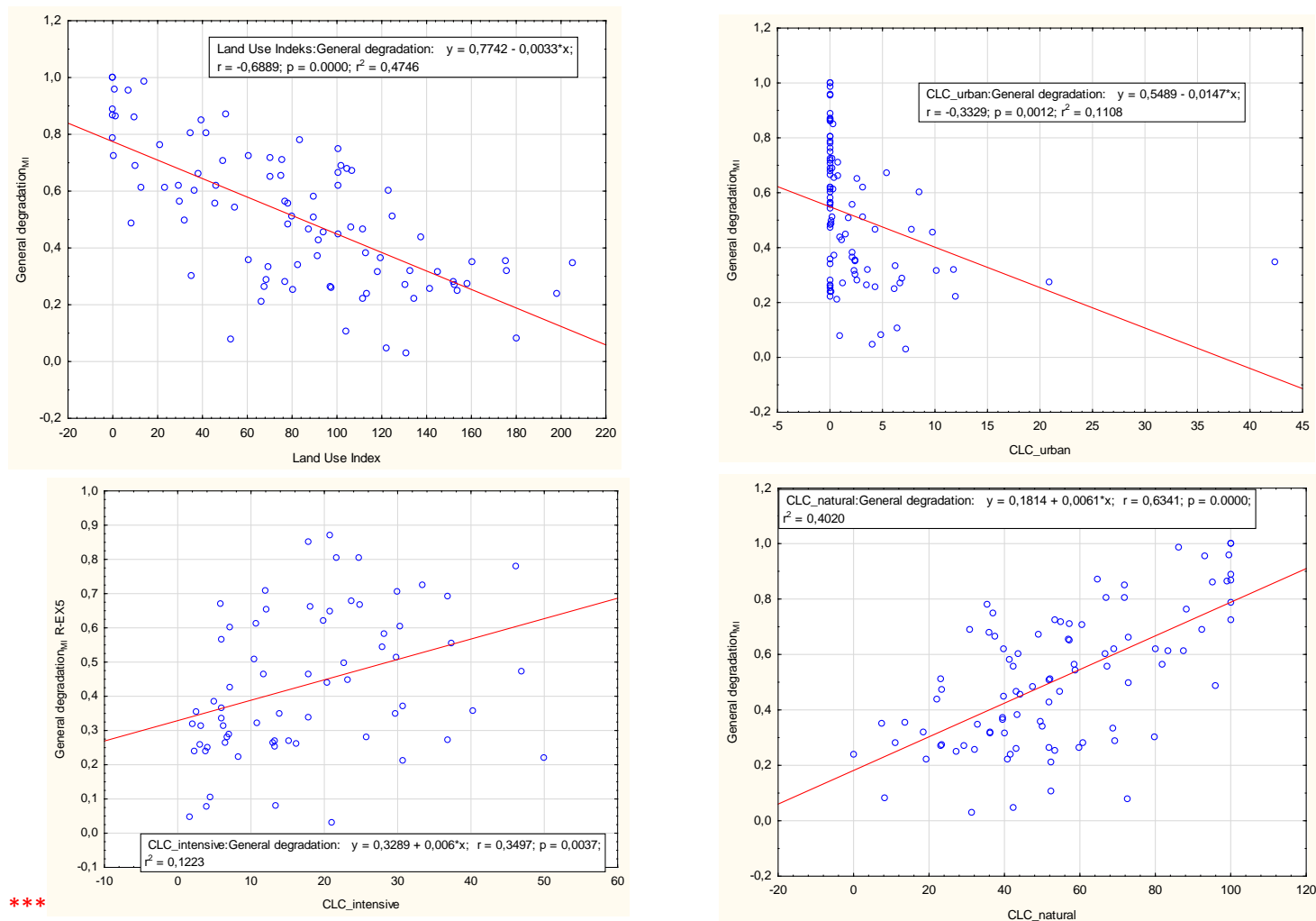


Figure 5. Pressure-Response relationship between the Land Use Index LUI and Corine Land Cover (categories urban, intensive agriculture and natural) against General Degradation_{MI} for sites of river type R-EX5 and R-EX6. ***The CLC_intensive category is plotted against the General Degradation_{MI} values of R-EX5 only because there were little sites with intensive agriculture present in the mid altitude types of R-EX6

Hydro-chemistry

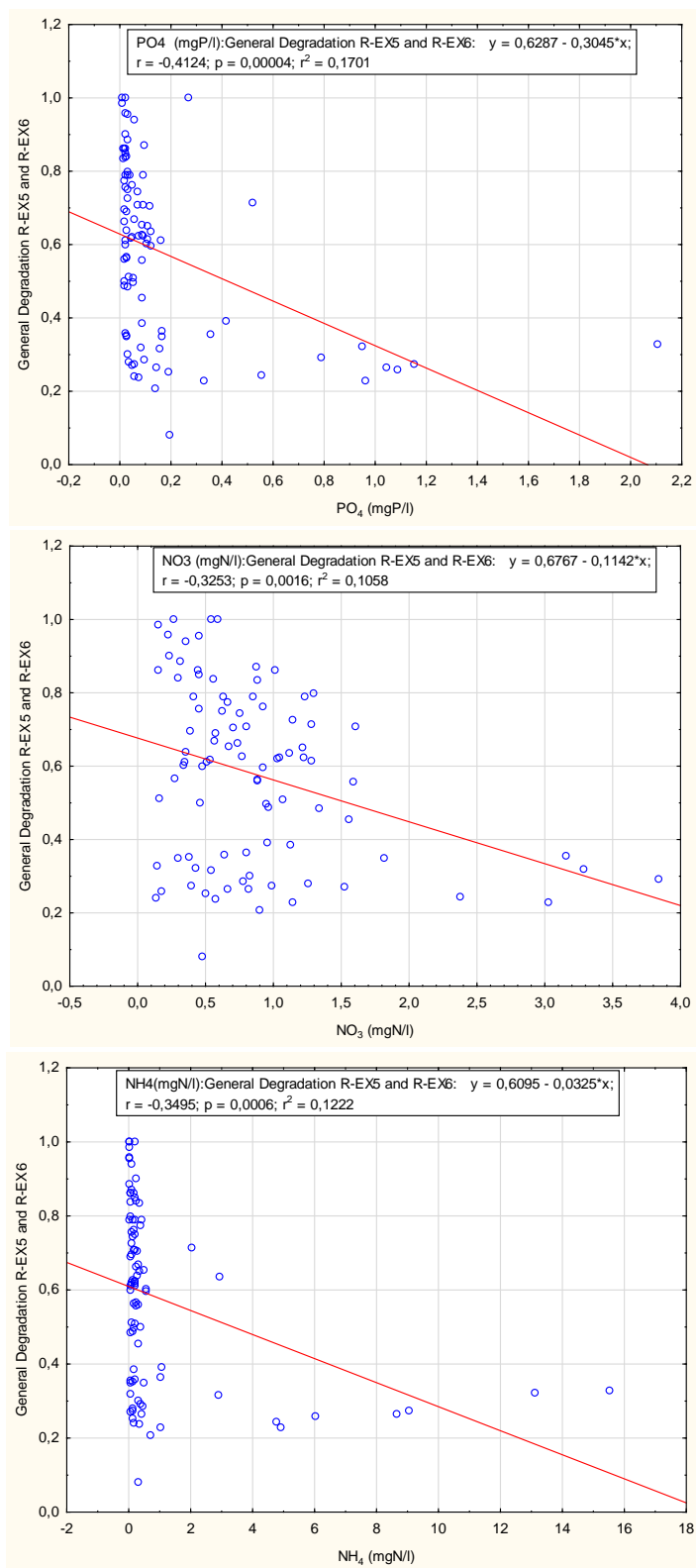


Figure 6. Pressure-Response relationship between chemical water properties against General Degradation_{MI} for sites of river type R-EX5 and R-EX6.

Hydromorphology

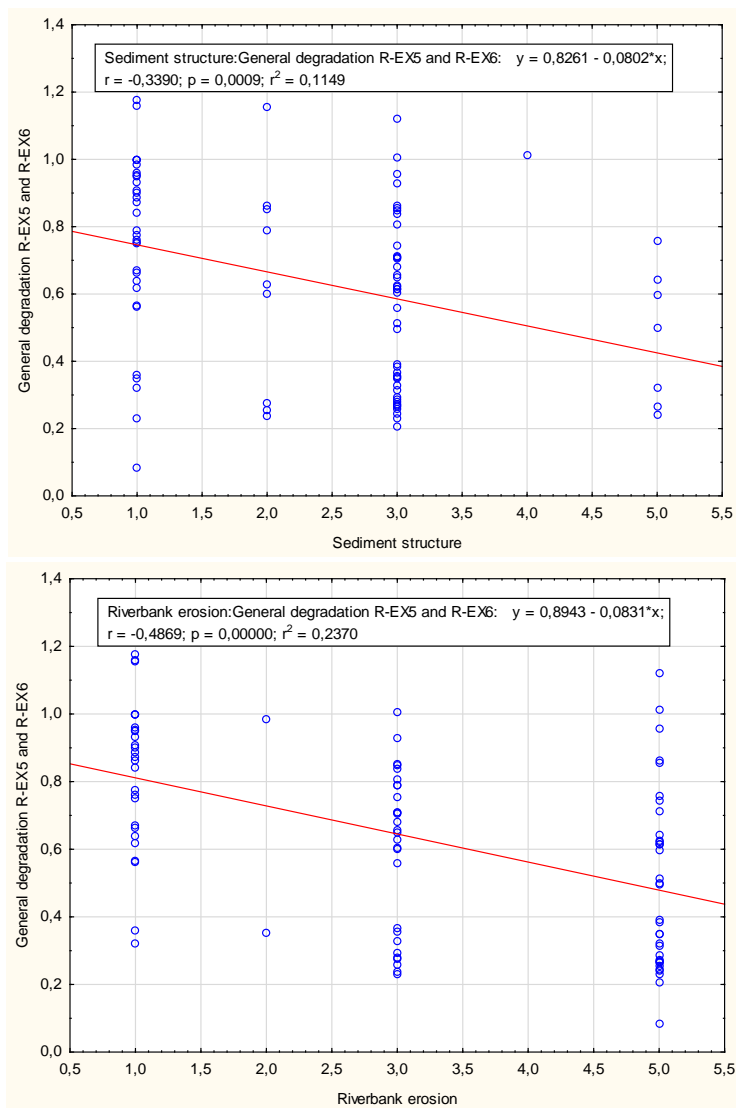


Figure 7. Pressure-Response relationship between hydromorphological river features against General Degradation_{MI} for sites of river type R-EX5 and R-EX6.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

C. Resume

For all four groups of pressures (organic pollution, land use, chemistry, hydromorphological destruction), significant regressions could be found. It is concluded that both the SI_{HR} and the General Degradation_{MI} clearly respond to anthropogenic impacts and can be used for the assessment of the ecological status.

3. WFD COMPLIANCE CHECKING

The first step in the Intercalibration process requires the checking of national methods considering the following WFD compliance criteria. The compliance check showed that the Croatian method fulfils the requirements of the WFD (Table 8).

Table 8. 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 (high. good. moderate. poor and bad).	yes
High. good and moderate ecological status are set in line with the WFD's normative definitions (Boundary setting procedure)	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
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	yes
The water body is assessed against type-specific near-natural reference conditions	yes
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 pears”) 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.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

4.1. TYPOLOGY

The EC-GIG includes ten types (not including very large rivers), five of which are relevant for Croatia (Table 9). Two types, R-EX5 and R-EX6, are treated in this report.

The biotic typology of running waters in Croatia was initially established in 2011 (Mihaljević et al., 2011), mainly based on expert opinion, due to a general lack of all data types: both biological and pressure data. Today, biological data in most types are sufficient, as well as data on pressures such as water chemistry and land use. The hydromorphological data sets are still lacking from many sites as the hydromorphological evaluation of running waters in Croatia began only recently, in 2017. The current assessment method has equal reference and “worst” metric values for several Croatian types, but in the future, with more data primarily on hydromorphology we could fine-tune these values for every type. Hence, the typology will remain as initially determined.

Table 9. IC types of the EC-GIG.

Type	Common intercalibration type	Ecoregion (Illies. 1967)	Catchment area [km ²]	Altitude [m]	Geology	Channel substrate	Croatian type
R-E1a	Carpathians: small to medium. mid-altitude	10	10 - 1.000	500 - 800	mixed		/
R-E1b	Carpathians: small to medium. mid altitude	10	10 -1.000	200 - 500	mixed		/
R-E2	Plains: medium-sized. lowland	11.12	100 - 1.000	< 200	mixed	sand and silt	HR-R_3C HR-R_4A
R-E3	Plains: large. lowland	11.12	> 1.000	< 200	mixed	sand. silt and gravel	HR-R_3D HR-R_4B HR-R_4C
R-E4	Plains: medium-sized. mid-altitude	11.12	100 - 1.000	200-500	mixed	sand and gravel	/
R-EX4	Large. mid-altitude	10. 11. 12	> 1.000	200 - 500	mixed	gravel and boulder	/
R-EX5	Plain: small lowland	11. 12	10 -100	< 200	mixed	sand and silt	HR-R_2A HR-R_2B HR-R_3A HR-R_3B
R-EX6	Plain: small. mid-altitude	11. 12	10-100	200-500	mixed	gravel	HR-R_1
R-EX7	Balkan: mid-altitude. small-sized. calcareous. karst spring	5	10 – 100	200 - 500	calcareous	gravel	HR-R_6
R-EX8	Balkan: small to medium-sized. calcareous. karst spring	5	10-1000		calcareous	gravel. sand and silt	HR-R_7 HR-R_8A HR-R_9

The number of sites sharing the common types R-EX5 and R-EX6 are:

R-EX5 (= HR-R_2A. HR-R_2B; HR-R_3A; HR-R_3B): 67

R-EX6 (= HR-R_1): 24

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 10. Croatian National types falling in the category of IC types R-EX-5 and R-EX6 of the EC-GIG.

Name of HR type		HR Type	IC Type
Small mountain and upland running waters		HR-R_1	R-EX6
Small lowland running waters	Small lowland running waters with clay and sand substrate	HR-R_2A	R-EX5
	Small lowland running waters with gravel and pebble substrate	HR-R_2B	
Lowland alluvial running waters	Small lowland alluvial running waters with gravel and pebble substrate	HR-R_3A	
	Small lowland alluvial running waters with clay and sand substrate	HR-R_3B	

4.2. PRESSURES ADDRESSED

The pressure gradient has been assessed for the Corine Land Cover (CLC) as well as the land use index, which is derived from CLC and defined as:

$$\text{LUI} = 4 * \text{CLC urban} + 2 * \text{CLC intensive agriculture} + \text{CLC extensive agriculture}$$

The ranges of the CLC and LUI in the two river types are:

CLC/LUI	range R-EX5	range R-EX6
CLC urban	0 – 47.62	0 – 9.73
CLC agr.intens.	0.87 – 97.69	0 – 37.61
CLC agr. extens.	1.6 – 49.88	0 – 37.35
LUI	23.21 – 205.15	0 – 100.60

The hydromorphological alteration scale ranges from 1 (no) to 5 (high) and consists of multiple smaller indices. The three main indices: hydrology regime, morphology and flow continuity ranged from 1 to 5 in both river types, whereas the mean hydromorphological score ranged from 1 to 4.74 in R-EX5 and 1 to 4.69 in R-EX6.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

The ranges for the chemical variables tested are:

Chemical variable	range R-EX5	range R-EX6
BOD ₅ [mg L ⁻¹]	1.1 – 55.25	1.17 – 20.88
COD [mg L ⁻¹]	2.84 – 40.92	1.27 – 7.61
PO ₄ -P [mg L ⁻¹]	0.01 – 2.10	0.02 – 0.12
NO ₃ -N [mg L ⁻¹]	0.14 – 31.58	0.34 – 1.56
NH ₄ -N [mg L ⁻¹]	0.04 – 15.51	0.03 – 2.94
Conductivity (μS/cm)	77.88 – 1045.36	121.67 – 722.88

The different pressure gradients covered by the national data set are considered to be sufficient.

4.3. ASSESSMENT CONCEPT

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

The pressure gradient covered by the national data set is considered sufficient. The data acceptance criteria as defined in the GIG report from 2011 was used.

The data quality is considered as good, since:

- 1) the sampling and analytical methodology is comparable among all countries (multi-habitat sampling, at least 500 μm).
- 2) the identification level used for R-EX5 and R-EX6 is sufficient
- 3) the number of sites used for the 2 types is considered sufficiently high.

4.4. CONCLUSION ON THE INTERCALIBRATION FEASIBILITY

The number of sites fully complying in terms of the type criteria is high enough for carrying out the IC exercise. It is concluded that the intercalibration is feasible for the types R-EX5 and R-EX6.

5. DEMONSTRATING THE COMPLIANCE WITH THE COMPLETED INTERCALIBRATION EXERCISE

5.1. BACKGROUND

- Description of the IC option and benchmark standardization used in the completed IC exercise;
- Selection of the correct procedure to use for intercalibrating new classification method.

5.2. DESCRIPTION OF IC DATASET

Following Figure 1 in the CIS Guidance No. 30 (Willby et al., 2014), case A1 will be applied for the assessment method using invertebrates in the EC GIG river type R-EX5 and R-EX6. The requirements for fulfilling case A1 are:

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- i. Full details of the common metric (e.g. species scores and metric weights)
- ii. A suitable site x biology dataset covering a range of environmental quality from which the national EQR and common metric can be calculated
- iii. Accompanying pressure data in the same format as that used in the completed exercise
- iv. Information on the specific thresholds already used in the completed exercise to define reference or alternative benchmark sites (e.g. human population density, extent of agricultural land in the catchment, nutrient concentrations, etc.)
- v. Details of exactly how the benchmarking was undertaken in the completed exercise (e.g. creation of a common metric EQR by dividing the observed value by the median common metric value of a set of national reference or benchmark sites). If the completed exercise concluded that benchmarking was not necessary the mean value of the benchmark sites from each country must be provided so that the joining Member State can also judge the need to benchmark its own method
- vi. Values of the global mean view of the HG and GM boundaries on the common metric scale for the Member States who participated in the completed exercise.

5.3. DESCRIPTION OF INTERCALIBRATION PROCEDURE

The IC Manual of Willby *et al.* (2014) lists the following steps for Case A1:

1. Calculate the common metric (CM) on the national dataset.
2. Use the associated pressure data to identify sites in the national dataset that meet the criteria established by the GIG for the selection of benchmark or reference sites.
3. Standardise the common metric (CM_{bm}) against the benchmark according to the approach used in the completed exercise. If benchmark standardisation was concluded not to be required in the completed exercise the mean CM value of the joining method's benchmark sites must lie *inside* the range of mean values of the benchmark sites of the methods already intercalibrated for this conclusion to remain applicable. If the joining method's benchmark sites lie *outside* of this range the joining method must benchmark standardise its sites relative to the global mean CM value of the benchmark sites included in the completed exercise. These scenarios are illustrated in Table 1 and 2 of the IC Manual.
4. Use OLS regression to establish the relationship between CM_{bm} (y) and the EQR of the joining method (x). A specialist case is that when a joining method relies exclusively on the common metric developed in the completed exercise for its classification rather than devising an original method (then being more like Option 1). In such cases, a regression would be meaningless as y is directly dependent on x. The goal for an MS choosing to use the CM as the basis for their method is simple – after any benchmarking their boundaries must simply lie within one-quarter of class of the global mean view.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

5. Predict the position of the national class boundaries (MP, GM, HG, and reference) on the CM_{bm} scale.

6. Apply the comparability criteria as summarised in Chapter 6 of the IC Manual.

- Benchmark standardization;

Sites identified as alternative benchmark sites based on criteria defined in the EC GIG report (Opatrilova, 2011) – see above.

- Calculation of Intercalibration Common metrics (ICM) or Best-Related Intercalibrated National Classification (BRINC);

The ICM is calculated according to Table 5 in the EC GIG Report (Opatrilova 2011). It includes four metrics: % abundance of EPT taxa (based on individuals), number of EPTCBO taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia and Odonata), ASPT (Average Score per Taxon, based on families), Index of biocoenotic region (functional metric, based on species/genus).

The correlation of the four metrics with the Croatian EQR was significant in all cases ($r_{EPT} = 0.70$, $r_{EPTCBO} = 0.81$, $r_{ASPT} = 0.84$, $r_{IndBiocReg} = -0.71$).

In the GIG Report, the benchmark standardization is described as follows: The raw common metric values were standardized with independently selected benchmark values, separately for each common IC type and a given member state. The benchmark value used for the standardization was obtained as a median value of the metric from selected benchmark samples.

Given this fact, the common EQR metric derived from alternative benchmark sites is not a true EQR (in the sense of the WFD) because the expected values are not reflecting near-natural conditions (but good status) and therefore, many values are higher than 1.

The lower anchor (the worse value in the whole common dataset) was used for the calculation of the EQR values of two metrics because they showed a constraint gradient (for ASPT it was 1.5 and for Index of biocoenotic region 9.0).

The EQR value for each of four common metrics was then calculated according to a formula: (measured value – lower anchor) / (benchmark value – lower anchor). For two remaining metrics (EPTCBO and % abundance of EPT taxa) lower anchor was equal to zero.

The final ICM was calculated as an average of the EQR values of four selected metrics. Following this procedure, the mean iCM values were calculated for the alternative benchmark sites from Croatia. The mean and median iCM values are:

- Translation of national boundaries to ICM

The common intercalibration metric (normalized benchmark values) and the Croatian national EQRs have been compared in OLS regression (Picture 8).

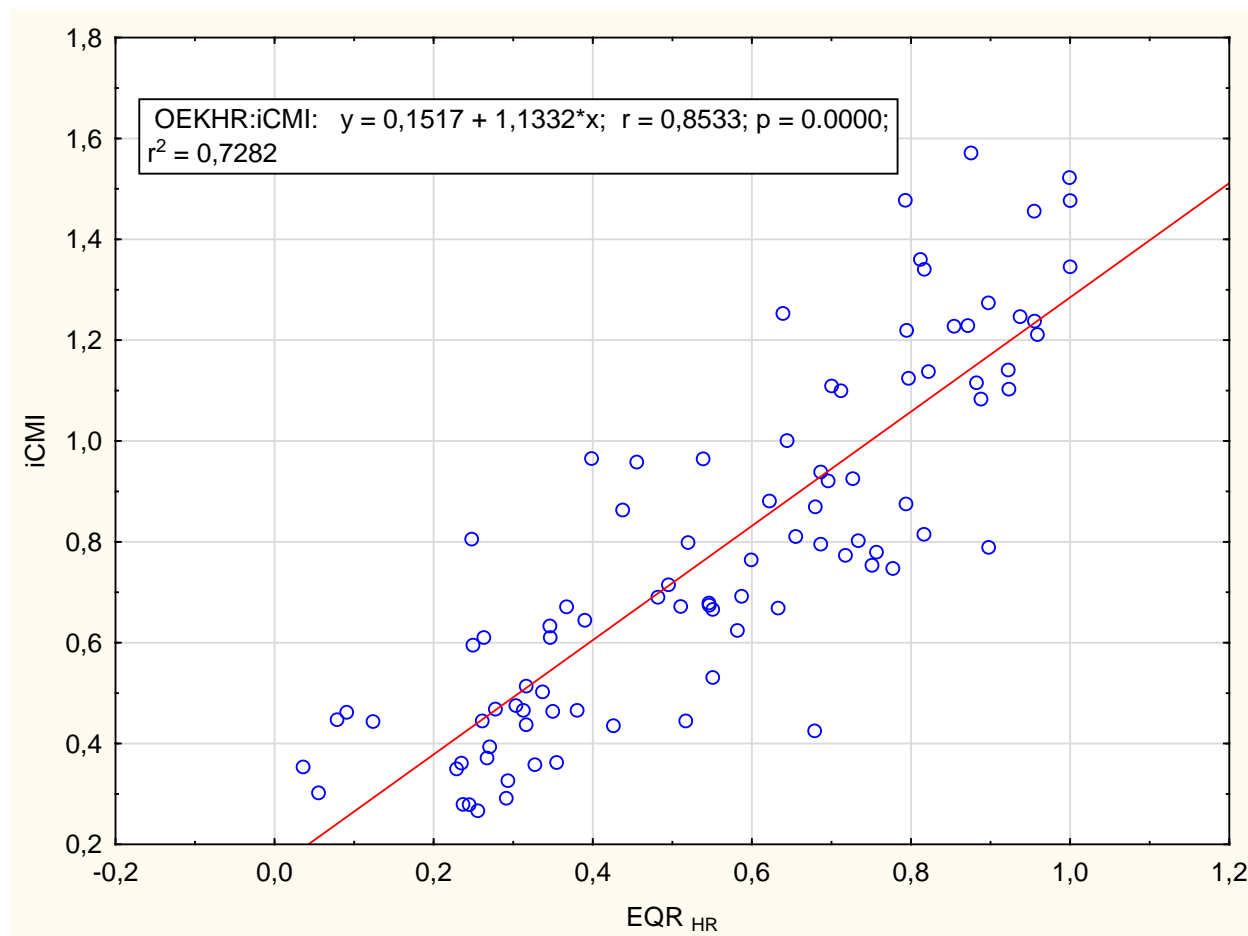


Figure 8. OLS regression to establish the relationship between iCM_{bm} (y) and the EQR of the joining method (Croatian EQR) for the two IC river types R-EX5 and R-EX6. The two types are combined, as the regression coefficients are not significantly different.

The Pearson correlation coefficients between the iCM and the national EQR is $r = 0.856$. $p < 0.001$. $n = 91$ (67 R-EX5 + 14 R-EX6).

- Calculating boundary bias;

The predicted position of the national class boundaries (MP, GM, HG and reference) on the CM_{bm} scale for the two IC river types are listed in table 11.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 11. Reference values and class boundaries for the National EQR of the Croatian assessment method in the IC river types R-EX5 and R-EX6 and corresponding iCM values derived from the OLS regression

	National EQR	iCM
Reference values	1	1.2849
High / Good Boundary	0.8	1.0583
Good / Moderate Boundary	0.6	0.8316
Moderate / Poor Boundary	0.4	0.605
Poor / Bad Boundary	0.2	0.3783

5.4. FINAL BOUNDARIES

The global mean views of the H/G and G/M boundaries on the iCM scale in the EC GIG (all types) are:

H/G boundary global mean view of iCM is 1.0291

G/M boundary global mean view of iCM is 0.8309

The adjustment of the boundaries follows chapter 6 in the fit-in guidance of Willby et al. (2014), starting with the G/M boundary.

As the national G/M boundary on the common metric scale falls below the global view, the amount of this deviation must be calculated:

$$0.8309 - 0.83162 = 0.00072$$

and expressed as a proportion of the width of the (national) good status class on the common metric scale. The width of this class is:

$$1.05826 - 0.8034 = 0.22664$$

This gives a proportion of the deviation of:

$$0.00072 / 0.22664 = 0.003177$$

As these values meet the criteria (it must not be >0.25), the G/M boundary does not need changing. There is no obligation to make an adjustment.

In the second step, the H/G boundary is compared. The national view on the common metric scale is 1.05826 and thus slightly above the global view of the finalized IC exercise. The deviation is:

$$1.05826 - 1.0291 = 0.02916$$

The deviation expressed as a proportion of the good status class on the stand. iCM scale is:

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

$$0.02916 / 0.22664 = 0.128662$$

As this value is clearly <0.25, the boundary meets the comparability criteria. There is no obligation to make an adjustment. The national boundaries are as listed above in Table 11.

6. DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT HIGH STATUS

In high status sites of the R-EX5 type the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera individuals represent around 25 % (or more) of the total macroinvertebrate abundance. High local diversity is present at these sites. Taxa sensitive to hydromorphological degradation, such as *Electrogena affinis* (Ephemeroptera) can be found. Taxa very sensitive to organic pollution are also present in high abundances.

In high status sites of the R-EX6 type the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera individuals represent around 45 % (or more) of the total macroinvertebrate abundance. High local diversity is present at these sites. Taxa sensitive to hydromorphological degradation, such as *Eukiefferiella devonica* (Diptera-Chironomidae) can be found. Taxa very sensitive to organic pollution are also present in high abundances.

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT GOOD STATUS

In good status sites of the R-EX5 type the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera individuals represent around 20 % of the total macroinvertebrate abundance. Relatively high local diversity is present at these sites. Taxa sensitive to hydromorphological degradation and organic pollution are also present.

In good status sites of the R-EX6 type the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera individuals represent around 35 % of the total macroinvertebrate abundance. Relatively high local diversity is present at these sites. Taxa sensitive to hydromorphological degradation and organic pollution are also present.

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT MODERATE STATUS

In moderate status sites of the R-EX5 type the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera individuals represent around 15 % of the total macroinvertebrate abundance. Local diversity is moderate. Taxa sensitive to hydromorphological degradation and organic pollution are also present but in less abundance than tolerant taxa.

In moderate status sites of the R-EX6 type the Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera individuals represent around 25 % of the total macroinvertebrate abundance. Local diversity is moderate. Taxa sensitive to hydromorphological degradation and organic pollution are also present but in less abundance than tolerant taxa.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

7 REFERENCES

AQEM Consortium 2002. Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates. developed for the purpose of the Water Framework Directive. Version 1. February 2002, 198 pp.

Birk S. Böhmer J. Schöll F. 2016. XGIG Large River Intercalibration Exercise - Milestone 6 Report - Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe – Biological Quality Element: Benthic Invertebrates - Version 2, 228 p.

CIS Guidance Document No. 14. 2011. Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission. Technical report-2011-045.

European Union 2013. Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Mihaljević Z. Kerovec M. Mrakovčić M. Plenković A. Alegro A. Primc-Habdija B. 2011. Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije. PMF. Sveučilište u Zagrebu. Zagreb. [Testing of biological methods for ecological status assessment (Water framework directive 2000/60/EC) in representative river basins of the Pannonian and Dinaric ecoregions].

Opatrilova L. (ed) 2011. WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 5 report – River/EC GIG/Benthic Invertebrates. European Commission Directorate General. JRC. Institute of Environment and Sustainability.

Urbanič G. 2014. Hydromorphological degradation impact on benthic invertebrates in large rivers in Slovenia. *Hydrobiologia* 729: 191–207.

Uredba o standardu kakvoće voda, Narodne novine broj 73/2013.

Willby N. Birk S. Poikane S. van de Bund W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report. Luxembourg. Ispra.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

PRILOG 3

Report on fitting of phytobenthos classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8)

Working Group:

Petar Žutinić, Marija Gligora Udovič, Mirela Šušnjara, Antonija Kulaš

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

Status of the document: Revised version 3.0

Hrvatske vode

Zagreb, October 09th 2020

Report on fitting of phytobenthos classification method with the results of the completed intercalibration of the EC GIG (R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8)

1 INTRODUCTION

The official intercalibration exercise of phytobenthos-based methods of ecological status assessment of rivers within the Eastern Continental GIG was successfully finalized in 2011 (Opatrilova, 2011). The Eastern Continental GIG did not complete the phytobenthos intercalibration in the first round, and no results were included in the first Commission Decision on intercalibration (COM DEC 2008/915/EC). For the second intercalibration round the GIG has filled that gap, following the updated procedures included in the new intercalibration guidance. Croatia (HR) participated in the second round of the intercalibration exercise, but since the HR method was still under development the data were excluded from further analysis.

The goal of this report is to declare that the present Croatian assessment method of ecological status of Eastern Continental rivers of the IC types (R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8) based on benthic diatoms is compliant with the WFD normative definitions and its class boundaries are in accordance with the results of the completed intercalibration exercise.

In particular, the classification method was verified for WFD compliance and IC feasibility and the class boundaries were compared with agreed boundaries from the EC GIG intercalibration exercise following the instructions of the CIS Guidance Document n°30: "Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise" (Willby et al., 2014).

TYOLOGY

Typology within the EC GIG was set based on macroinvertebrates, which was adopted for phytobenthos. A total of 6 common IC river types and 5 additional IC river types were considered for intercalibration of phytobenthos (Table 1). Four additional types were defined for the Balkan ecoregion (Illies region 5) – R-EX1, R-EX2, R-EX3 and R-EX9, but all these types can be found in Croatia and are not shared with any of the other countries participating in the EC GIG, thus no intercalibration for these types was possible.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 1. Overview of common intercalibration types in the Eastern Continental rivers GIG (Opatrilova, 2011).

Common IC type	MS sharing IC common type	Common IC type	MS sharing IC common type
Main IC types		Additional IC types	
R-E1a	BG, CZ, RO, SK	R-EX1	HR
R-E1b	BG, CZ, RO, SK	R-EX2	HR
R-E2	BG, CZ, HR, HU, RO, SK, HR	R-EX3	HR
R-E3	BG, CZ, HR, HU, RO, SK, HR	R-EX4	CZ, RO, SK
R-E4	AT, BG, RO, SI, SK	R-EX5	BG, CZ, HU, RO, SI, SK, HR
R-E6	HU, RO, SK	R-EX6	BG, RO, SI, HR
		R-EX7	SI, HR
		R-EX8	BG, HU, SI, HR
		R-EX9	HR

The Croatian rivers included in this report belonging to 8 national types with pertaining sub-types (HR-R_1, HR-R_2A, HR-R_2B, HR-R_3A, HR-R_3B, HR-R_3C, HR-R_3D, HR-R4A, HR-R4B, HR-R4C, HR-R_6, HR-R_7, HR-R_8A and HR-R_9), as part of the Pannonian (ER11; sensu Illies 1978) and Dinaric Western Balkan ecoregion (ER5; sensu Illies 1978), are grouped into 6 common IC EC-river GIG types: R-E2, R-E3, R-E5, R-E6, R-EX7 and R-EX8 (Table 2).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 2. Croatian river types included into common IC river types of the Eastern Continental GIG, together with the reference and poorest values of Croatian Trophic Diatom Index (TID_{RH}) of each national river type.

<i>ECOREGION</i>	<i>SUBREGION</i>	<i>NATIONAL TYPE NAME</i>	<i>NATIONAL TYPE</i>	<i>NATIONAL INDEX</i>	<i>Reference value</i>	<i>Poorest value</i>	<i>IC TYPE</i>		
<i>PANNONIAN ECOREGION (11 HUNGARIAN LOWLANDS)</i>		Small mountain and mid-altitude rivers	<i>HR-R_1</i>	TID_{RH}	1,5	4	<i>EX6</i>		
		Small lowland rivers	Small lowland rivers with clay and sand substrate	<i>HR-R_2A</i>	TID_{RH}	1,7	4,6	<i>EX5</i>	
			Small lowland rivers with gravel and pebble substrate	<i>HR-R_2B</i>	TID_{RH}	1,7	4,6		
		Lowland rivers	alluvial	Small lowland alluvial rivers with gravel and pebble substrate	<i>HR-R_3A</i>	TID_{RH}	1,8	4,8	<i>EX5</i>
				Small lowland alluvial rivers with clay and sand substrate	<i>HR-R_3B</i>	TID_{RH}	1,8	4,8	
				Medium lowland alluvial rivers with clay and sand substrate	<i>HR-R_3C</i>	TID_{RH}	1,8	4,8	<i>E2</i>
				Large lowland alluvial rivers with clay and sand substrate	<i>HR-R_3D</i>	TID_{RH}	1,8	4,8	<i>E3</i>
				Medium lowland rivers	<i>HR-R_4A</i>	TID_{RH}	1,9	5	<i>E2</i>
		Medium and large lowland rivers	Large lowland rivers	<i>HR-R_4B</i>	TID_{RH}	1,9	5	<i>E3</i>	
			Large lowland rivers with spring in Dinaric Western Balkan	<i>HR-R_4C</i>	TID_{RH}	1,9	5		
		<i>DINARIC ECOREGION (5 DINARIC WESTERN BALKAN)</i>	<i>DINARIC CONTINENTAL SUB-ECOREGION</i>	Small mountain and mid-altitude rivers	<i>HR-R_6</i>	TID_{RH}	1,5	4	<i>EX7</i>
				Medium and large mountain and mid-altitude rivers	<i>HR-R_7</i>	TID_{RH}	1,9	5	<i>EX8</i>
Medium and large lowland rivers	<i>HR-R_8A</i>			TID_{RH}	1,8	4,8	<i>EX8</i>		
Medium mountain and mid-altitude rivers in karst field	<i>HR-R_9</i>			TID_{RH}	1,8	4,8	<i>EX8</i>		

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2. DESCRIPTION OF NATIONAL ASSESSMENT METHODS

The Croatian national method for ecological status assessment of rivers considers benthic diatoms as proxies for phytobenthos. It is compliant with normative definitions of WFD used by other MS and takes into account both taxonomic composition and species' relative abundance of benthic diatom assemblages. Sampling, sample treatment, diatom identification and data processing are based on the European standards EN 13946: 2014 and EN 14407: 2014 (European Committee for Standardization, 2014a, b). Ecological status is evaluated using TDI_{HR} (Croatian Trophic Diatom Index), a diatom metric modified from Rott's Trophic Index (Rott et al., 1999). The complete procedure is described in detail in the "Methodology for sampling, laboratory analyses and determination of ecological quality ratios for biological quality elements" (Official Gazette 96/19).

2.1. SAMPLING AND DATA PROCESSING

Sampling method: Benthic diatoms are scrubbed from hard substrata (minimum of five stones) in the main water current of the river, in the well exposed euphotic zone.

Sampling time and frequency: Sampling is performed once a year, principally in spring time during favourable and stable water level.

Sample treatment/data processing: Diatom samples in the laboratory are treated according to Standard HRN EN 13946:2014, where the hydrochloric acid is used to remove inorganic material, and sulphuric acid or hot hydrogen peroxide are used to remove all the organic material. Permanent slides are prepared by mounting clean diatom suspension with Naphrax on the microscopic slides.

Identification level: Around 400 valves are counted and identified to the lowest taxonomic level possible on each slide using light microscope with Differential Interference Contrast at 1000 x magnification.

2.2. DESCRIPTION OF NATIONAL METHODOLOGY

Metric calculation: Trophic indicator values and weights of all identified diatom species were defined according to the extended Operational list of diatom taxa for rivers included in the "Methodology for sampling, laboratory analyses and determination of ecological quality ratios for biological quality elements" (Official Gazette 96/19). Taxa list of diatoms with assigned indicator values and weights and with corresponding relative abundances is used for calculation of TDI_{HR} by using the modified Zelinka-Marwan equation (1961):

$$TDI_{HR} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times IV_i \times IW_i}{\sum_{i=1}^n A_i \times IW_i}$$

Where:

A_i = Total number of cells/valves of a species in the sample, representing the number of a certain species on 400 counted diatoms.

IV_i = Indicator value (tolerance) of a species

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

IWi = Indicator weight (sensitivity) of a species

ES assessment: Ecological status is assessed on the basis of EQR values of TDI_{HR} . $EQR_{TDI_{HR}}$ is calculated using the formula described in the “Methodology for sampling, laboratory analyses and determination of ecological quality ratios for biological quality elements” (Official Gazette 96/19):

$$EQR_{TDI_{HR}} = \frac{\text{Index value} - \text{Poorest value}}{\text{Reference value} - \text{Poorest value}}$$

2.3. NATIONAL BOUNDARY SETTING

The national dataset utilized for intercalibration comprises data coming from a total of 218 samples with the availability of pressure variables (Table 3). Hydrochemical data, including basic physico-chemical data (total phosphorus, total nitrogen, nitrites, ammonium, orthophosphates, nitrates, BOD_5 , conductivity) and land-use data in catchment (Land Use Index - LUI), as well as biological data (TDI_{HR} , diatom taxalist with relative abundances) are available for the samples concerned (Table 4). The pressure gradient is considered sufficient.

Table 3. List of data available in the national dataset included in the intercalibration

IC type	Number of samples	Physico-chemical data	Hydro-morphological data	Biological data	Complete dataset	Number of benchmark samples
R-E2	35	35	35	35	35	17
R-E3	19	19	19	19	19	11
R-EX5	106	106	106	106	106	23
R-EX6	17	17	17	17	17	4
R-EX7	22	22	22	22	22	11
R-EX8	19	19	19	19	19	19

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 4. Range of values of different environmental variables at river sites from the national dataset included in the intercalibration.

(N=200)	MAX	MIN
P-Total (TP) [mg L ⁻¹]	2.6990	0.0057
N-Total (TN) [mg L ⁻¹]	20.1800	0.1362
N-NO ₂ ⁻ [mg L ⁻¹]	6.8033	0.0005
N-NH ₄ ⁺ [mg L ⁻¹]	15.5144	0.0010
P-PO ₄ ³⁻ [mg L ⁻¹]	2.1046	0.0015
N-NO ₃ ⁻ [mg L ⁻¹]	31.5836	0.0100
BOD ₅ [mg L ⁻¹]	55.2546	0.2500
Conductivity [μS cm ⁻¹]	1045.36	90.96
Land Use Index [%]	240.72	0.00
TDI _{HR}	4.30	1.58

Selection of benchmark sites was based on the Eastern Continental GIG-river common benchmark criteria from the EC-rivers GIG Milestone report (Opatrilova 2011). The benchmark criteria were selected for both abiotic (water chemistry and land-use) and biotic parameters (TDI_{HR}) to ensure that the intensity of human activities at the selected sites is low and has only very minor impacts on diatom assemblages.

The benchmark criteria of abiotic parameters (land-use and hydrochemical criteria) were adopted from the EC-GIG Intercalibration of diatoms (Table 5).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 5. Criteria for identifying benchmark sites for the EC-GIG from the Milestone report (Opatrilova 2011).

Stressor	R-E2	R-E3	R-EX5	R-EX6	R-EX7	R-EX8
Land Use Index [%]	175	175	130	130	130	130
Conductivity [$\mu\text{S cm}^{-1}$]	1000	1000	600	600	500	500
BOD ₅ [mg L^{-1}]	4.1	4.1	2.9	2.5	2.5	2.5
P-PO ₄ ³⁻ [mg L^{-1}]	0.2	0.2	0.2	0.1	0.05	0.05
N-NO ₃ ⁻ [mg L^{-1}]	4.0	4.0	1.9	1.4	1.1	1.1

Only sites that met both land-use and hydro-chemical criteria were included into the boundary setting protocol. Further selection of sites included checking if the biotic criteria (national EQR values) met at least the good status.

Setting of new reference and poorest values:

The old reference values of national types (see Table 2) included in the IC were adjusted for further IC process. Since some national types don't have enough stations that qualify for benchmarking process, i.e. a minimum of three sites following the CIS Guidance No. 30 (Willby et al. 2014), national types were grouped on the basis of hydro-geomorphologic similarities into four groups (Table 6). This grouping allows setting of relevant and stronger reference values, whilst keeping the national typology and incorporating it into the appropriate IC EC-river GIG typology. The 10th percentile of TDI_{HR} of the benchmark sites was calculated and set as reference value for each group.

The poorest value of TDI_{HR} was taken as the lowest value of TDI_{HR} of all 8 national water types that were included in the IC EC-river GIG types (Table 4).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 6. Grouping of national types for setting the reference and poorest values of TDI_{HR} .

NATIONAL TYPE	GROUP	Reference value of TDI_{HR}	Poorest value of TDI_{HR}	Number of benchmark samples per group
HR-R_1	1	1.97	4.30	4
HR-R_2A HR-R_2B	2	2.00	4.30	22
HR-R_3A HR-R_3B HR-R_3C HR-R_3D HR-R_4A HR-R_4B HR-R_4C	3	1.74	4.30	25
HR-R_6 HR-R_7 HR-R_8A HR-R_9	4	1.85	4.30	34

Setting of EQR boundaries for both indices:

The High/Good EQR boundary was derived from EQR variability at all available spatial based benchmark sites. The remaining degradation continuum was divided into four equal width classes.

H/G boundary = median of all benchmark sites

G/M boundary = $H/G * 0.75$

M/P boundary = $H/G * 0.50$

P/B boundary = $H/G * 0.25$

Summary of the class boundaries for the EQR_TDI_{HR} values are presented in Table 7.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 7. Summary of the class boundaries for the EQR_TDI_{HR} values in the EC-GIG river types.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Upper High EQR Value	1.11
High/Good Boundary	0.86
Good/Moderate Boundary	0.60
Moderate/Poor Boundary	0.38
Poor/Bad Boundary	0.22

EQR_TDI_{HR} is used as the final metric in comparison with the intercalibration common metric (ICM).

2.4. PRESSURES ADDRESSED

Different national methods of the MS of the completed intercalibration exercise were reported to address eutrophication and pollution by organic matter. The harmonization between MS has been done on diatom modules/methods (Opatrilova 2011). Statistical analyses were performed to explore the responsiveness of the national diatom-based assessment method to various anthropogenic stressors.

The pressure-response relationships were tested via:

- (1) non-parametric Spearman rank correlations of the national diatom metric (TDI_{HR}) with environmental parameters (P-TP, N-TN, N-NO₂⁻, N-NH₄⁺, P-PO₄³⁻, N-NO₃⁻, BOD₅, conductivity) and land-use parameter (LUI)
- (2) linear regressions of the national diatom metric (TDI_{HR}) with pressure variables.

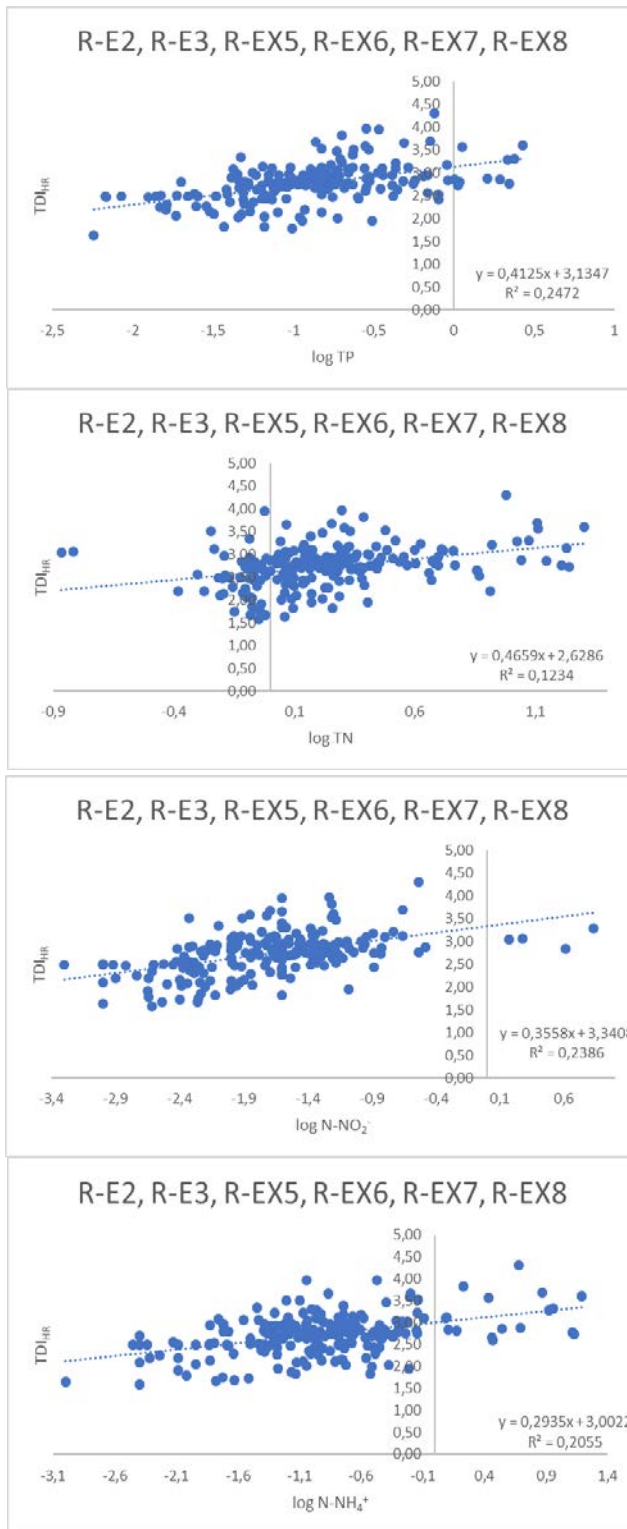
Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 8. Summary of the Spearman correlations of the national diatom metric (TDI_{HR}) with different hydro-chemical, environmental pressures and land-use index. Correlations marked in red are significant at $p < 0.05$.

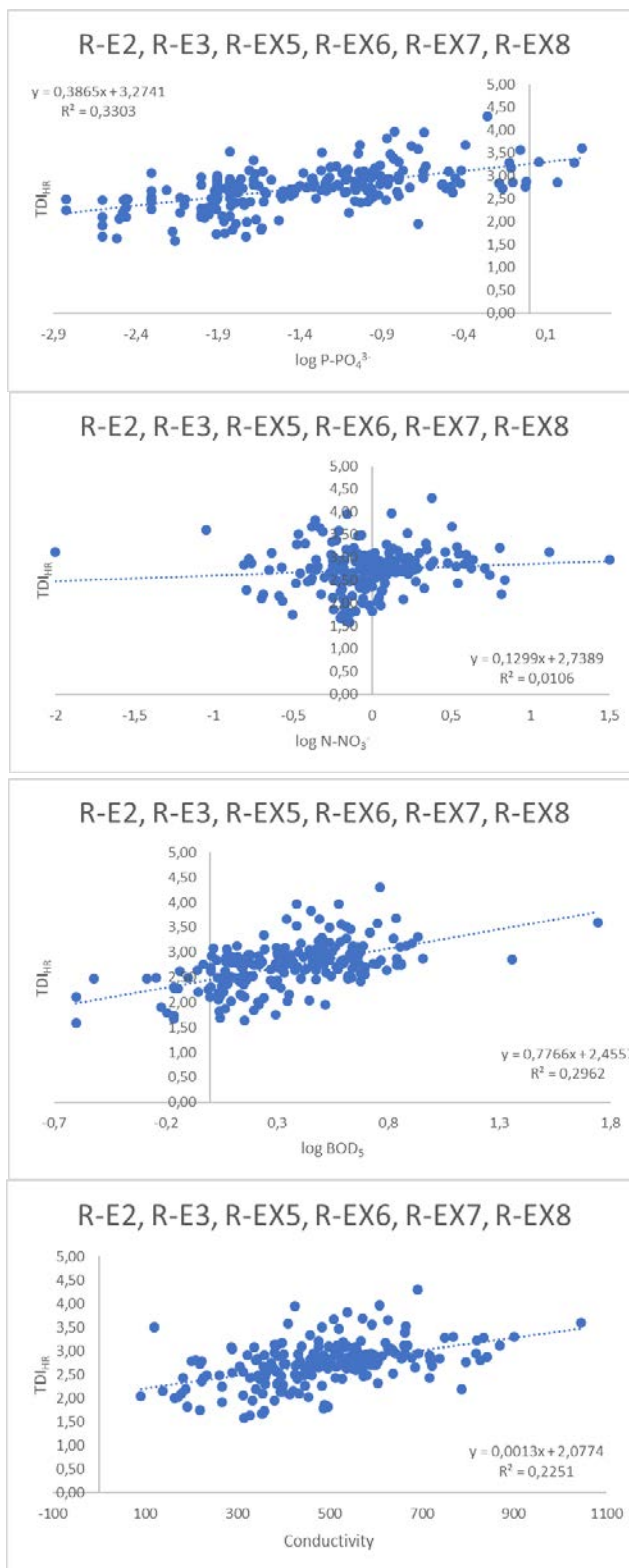
	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
	TDI_{HR}
TP	0.5074 $p=0.5858*10^{-13}$
TN	0.3841 $p=0.4485*10^{-8}$
N-NO₂⁻	0.5050 $p=0.1647*10^{-14}$
N-NH₄⁺	0.36888 $p=0.1972*10^{-7}$
P-PO₄³⁻	0.5851 $p=0.2049*10^{-20}$
N-NO₃⁻	0.1640 $p=0.0153$
BOD₅	0.4828 $p=0.1031*10^{-16}$
Conductivity	0.4897 $p=0.1515*10^{-13}$
Land Use Index [%]	0.5021 $p=0.23515*10^{-14}$

The results of Spearman correlation of TDI_{HR} with pressure variables are shown in Table 8. The coefficient showed statistically significant relationships ($p < 0.05$) between national metric and all tested pressures. All of the selected pressures present strong relationships with the national metric and are presented in Figure 1. In general, diatom assemblages of Croatian national types which were classified into EC-river types R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8 responded well to all selected nutrient pressures, in particular to total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), nitrites (N-NO₂-), ammonium (N-NH₄⁺) and orthophosphates (P-PO₄³⁻), as well as to BOD₅, conductivity and Land Use Index.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije



Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

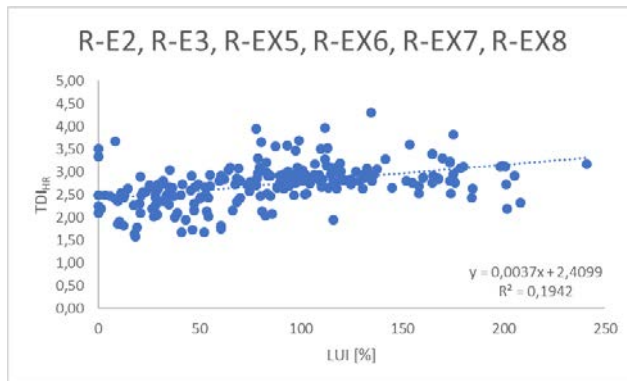


Figure 1. Pressure-response relationship between the most important pressures against the TDI_{HR} in Croatian EC river types.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

3. WFD COMPLIANCE CHECKING

The data acceptance criteria of the EC GIG as defined in the EC-rivers GIG Milestone 6 Report (Opatrilova, 2011) are listed in Table 8. The Croatian data fulfilled the listed criteria in all aspects, and can therefore be considered sufficient for intercalibration.

Table 8. 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 (high, good, moderate, poor and bad).	Yes
High, good and moderate ecological status are set in line with the WFD's normative definitions (Boundary setting procedure)	Yes. Equidistant division of the EQR gradient. High-good boundary derived from metric variability at near-natural benchmark sites.
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; both taxonomic composition and species relative abundance are taken into consideration. Diatom metric (TDIHR - Croatian Trophic Diatom Index) - product of species relative abundance × sensitivity × weight value is weighted with product of rel. abundance × weight value
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	Yes; common EC-river intercalibration types are used: R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8.
The water body is assessed against type-specific near-natural reference conditions	Yes
Assessment results are expressed as EQRs	Yes
Sampling procedure allows for representative information about water body quality/ecological status in space and time	Yes; 1 sampling per year during favourable and stable water level. Using brush/scrapper for sampling. Single habitat(s) preferably epilithic phytobenthos – mesolitoral (5 stones/cobbles from different points of streamline).
All data relevant for assessing the biological parameters specified in the WFD's normative definitions are covered by the sampling procedure	Yes; all 5 water quality classes are represented.
Selected taxonomic level achieves adequate confidence and precision in classification	Yes; identification in species level or lower.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

4. IC FEASIBILITY CHECKING

The intercalibration process ideally covers all national assessment methods within a GIG. However, the comparison of dissimilar methods (“apples and pears”) 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

The RM typological system was found to be the most appropriate for describing Croatian rivers. Six common and nine additional intercalibration types are included in the EC-GIG, of which types R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8 are applicable for Croatia (Tables 1, 2). Reference sites for large river types are open to criticism and therefore they are not included in the EC-GIG intercalibration exercise.

4.2. PRESSURES ADDRESSED

Diatom assemblages as summarized by the national metric (TDI_{HR}) respond well to nutrient pollution, especially to total phosphorus (TP), total nitrogen (TN), nitrites ($N-NO_2^-$), ammonium ($N-NH_4^+$) and orthophosphates ($P-PO_4^{3-}$), as well as to BOD_5 , conductivity and to Land Use Index. These pressures were also found to be significant when correlated with the common metric of the other MS during the intercalibration exercise.

4.3. ASSESSMENT CONCEPT

The national diatom-based assessment system consists of the Croatian Trophic Diatom Index (TDIHR), modified from Rott’s Trophic Index (Rott et al., 1999), which is an indicator of a nutrient load in a given water body, i.e. its trophic degree based on the representation of diatom species. The TDIHR takes into consideration the relative abundances of diatoms present in the assemblage and their assigned tolerances (indicator values) and sensitivities (indicator weights). The index responded to several pressures addressed (see above Section "2.4. Pressures addressed").

4.4. CONCLUSION ON THE INTERCALIBRATION FEASIBILITY

The RM typology was chosen. The Croatian Trophic Diatom Index (TDI_{HR}) takes into consideration tolerance and sensitivity of the species present in the assemblage and their relative abundances. The index addresses various pressures (see above Section "2.4. Pressures addressed"). It is concluded that the fitting of TDI_{HR} to the results of the EC-GIG river intercalibration was feasible.

5. DEMONSTRATING THE COMPLIANCE WITH THE COMPLETED INTERCALIBRATION EXERCISE

Following Figure 1 in the CIS Guidance No. 30 (Willby et al. 2014), case A1 (Option 2) is applied for fitting the HR assessment method using phytobenthos to the results of the River EC GIG type R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8.

The requirements for case A1 are:

- *Full details of the common metric*

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

The ICM applied in the MED-GIG is composed of two diatom metrics (according to Kelly et al. 2009):

- IPS (Coste in CEMAGREF, 1982): this metric measures 'general water quality', with low values corresponding to high pressure levels and, therefore, low EQRs
- TI (Rott et al.1999): a trophic index which needs to be adjusted so that high values represent high EQR values

$$\text{ICM} = (\text{EQR-IPS} + \text{EQR-TI}) / 2$$

- *A suitable site x biology dataset covering a range of environmental quality from which the national EQR and common metric can be calculated*

A total of 218 samples were available covering all 5 classes of ecological status (see Section "2.3. National boundary setting")

- *Accompanying pressure data in the same format as that used in the completed exercise.*

All accompanying pressure data are available (see Table 3).

- *Information on the specific thresholds already used in the completed exercise to define reference or alternative benchmark sites*

The benchmark criteria of abiotic parameters (land-use and hydrochemical criteria) were adopted from the EC-GIG Inter calibration of diatoms (see Table 5).

- *Details of exactly how benchmarking was undertaken in the complete exercise. If the completed exercise concluded that benchmarking was not necessary the mean value of the benchmark sites from each country must be provided so that the joining Member State can also judge the need to benchmark its own method.*

Given benchmark criteria were applied by each MS in order to identify benchmark sites within each national dataset. Median values of TDIHR of the national benchmark dataset were used for calculation of common metric EQR (EQR_TDIHR). Linear regression was established between the values of the national method and the ICM so that the national boundaries could be translated to ICM using the equation.

If the number of national benchmark sites turns out insufficient, then the global median of all participating MS has to be used.

- *Values of the global mean view of the HG and GM boundaries on the common metric scale for Member States who participated in the completed exercise.*

Mean H/G: 1.0588

Mean G/M: 0.8734

The process of fitting the HR method to the completed IC exercise:

According to the Willby et al. (2014), the following steps should be followed:

- i. *Calculate the common metric (CM) on the national dataset.*

The ICM applied in the EC-GIG is composed of two diatom metrics (according to Kelly et al. 2009):

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

- IPS (Coste in CEMAGREF, 1982): this metric measures 'general water quality', with high pressure levels rendering low values and thus low EQRs:

$$\text{EQR_IPS} = \text{Observed value} / \text{reference value}$$
- TI (Rott et al. 1999): a trophic index, with higher eutrophication levels rendering high values and thus needs to be adjusted so that high values represent high EQRs:

$$\text{EQR_TI} = (4 - \text{observed value}) / (4 - \text{reference value})$$

$$\text{ICM} = (\text{EQR-IPS} + \text{EQR-TI})/2$$

ii. Use the associated pressure data to identify sites in the national dataset that meet the criteria established by the GIG for the selection of benchmark or reference sites.

Benchmark sites have been identified based on environmental pressures above (see Section "2.3 National boundary setting")

iii. Standardize the common metric (CM_{bm}) against the benchmark according to the approach used in the completed exercise.

The common metric was calculated for the benchmark sites in the national dataset. For the IC river types R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8 the median was $\text{ICM}_{E2,E3,EX5,EX6,EX7,EX8} = 1.008$. These values were inside the range of the median values of the MS who took part in the intercalibration exercise.

iv. Use OLS regression to establish the relationship between CM_{bm} (y) and the EQR of the joining method (x).

Relationship between EQR_TDI_{HR} and ICM for the IC river types R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8 is presented (Table 10, Figure 2).

Table 10. OLS equations for the relationship between ICM and national EQR (EQR_TDI_{HR}).

IC River type	No of samples	Linear regression	R ²
R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	218	$\text{ICM} = 0.691 \text{EQR_TDI}_{HR} + 0.4212$	0.2995

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

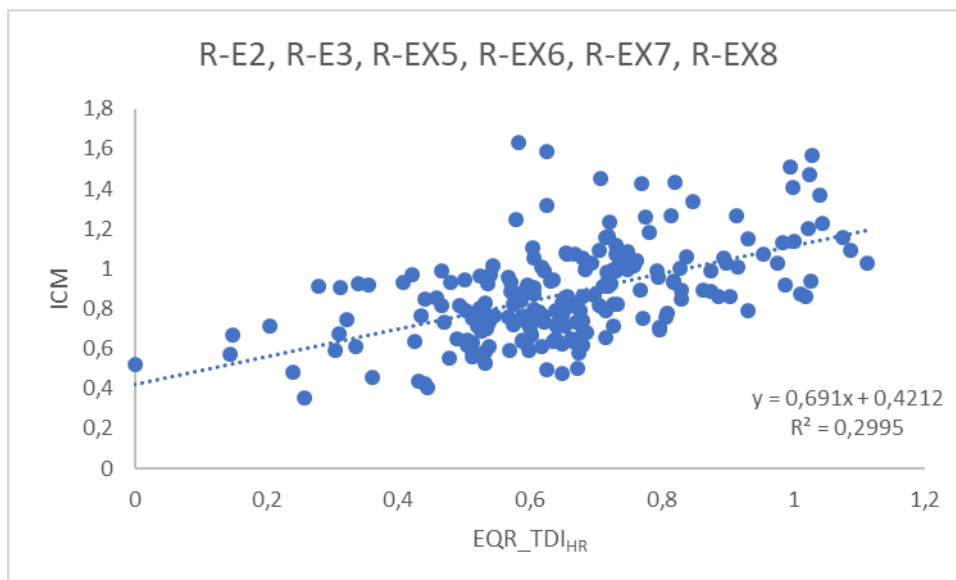


Figure 2. OLS regressions to establish the relationship between ICM and the EQR for IC river types R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8.

v. Predict the position of the national class boundaries (MP, GM, HG and reference) on the CM_{bm} scale.

The prediction of the class boundaries on the CM scale was made using the OLS equations of the relationship between the national and the common metric (Tables 11-13).

Table 11. Translation of the reference and boundary positions of the national method on the basis of OLS regression (see Figure 2, Table 10) into ICM.

IC Type	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	
	EQR	Predicted boundaries on ICM scale
Reference	1.00	1.112
Upper high value	1.11	1.189
High / good	0.74	0.932
Good / moderate	0.55	0.804
Moderate / poor	0.37	0.677
Poor / bad	0.18	0.549

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 12. Reference values and High/Good class boundary of the ICM values derived from the OLS regression (Figure 2) for Croatian EC river types.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
HIGH Max (maximum of national EQR)	1.189
H/G Boundary + 0.25H	0.996
H/G Boundary (for MS)	0.932
H/G Boundary - 0.25H	0.900
H/G EC-GIG Global mean	1.059
H/G quarter (+)	0.064
H/G quarter (-)	0.032

Table 13. Good/Moderate class boundary of the ICM values derived from the OLS regression (Figure 2) for Croatian EC river types.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Good/Moderate Max	0.932
G/M+0.25H	0.836
G/M Boundary (for MS)	0.804
G/M Boundary - 0.25H	0.773
M/P M in	0.677
G/M EC-GIG Global mean	0.873
G/M quarter (+)	0.032
G/M quarter (-)	0.032

vi. Apply the comparability criteria as summarized in Chapter 6.

The adjustment of the boundaries follows the fit according to the guidance of chapter 6 (Willby et al. 2014). The main principle is that H/G or G/M statistic must not be $>|0.25|$. Both H/G and G/M boundary biases in Croatian R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8 EC river types were $>|0.25|$, and thus adjustment in these boundaries was required by adding a value to the respective H/G and G/M boundaries until they reached the appropriate limit (Tables 14-17). The final boundaries adopted after the harmonization are presented in Table 18.

Table 14. H/G and G/M statistic bias for each IC river type. Red color represents statistic bias $>|0.25|$.

Boundary	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
H/G	-0.493
G/M	-0.540

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 15. Harmonized High/Good class boundary for each IC river type.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
High Max (maximum of national EQR)	1.189
H/G Boundary + 0.25H	1.060
H/G Boundary (for MS)	1.017
H/G Boundary - 0.25H	0.972
H/G EC-GIG Global Mean	1.059
H/G quarter (+)	0.043
H/G quarter (-)	0.045

Table 16. Harmonized Good/Moderate class boundary for each IC river type.

	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Good/Moderate Max	1.017
G/M+0.25H	0.881
G/M Boundary (for MS)	0.836
G/M Boundary - 0.25H	0.796
M/P M in	0.677
G/M EC-GIG Global mean	0.873
G/M quarter (+)	0.045
G/M quarter (-)	0.040

Table 17. H/G and G/M statistic bias for each IC river type.

Boundary	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
H/G	-0.244
G/M	-0.208

Table 18. Final class boundaries adopted for the Croatian national metric and the ICM.

	Boundary	ICM Original	ICM Harmonized	National Original	National Harmonized
R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8	H/G	0.932	1.017	0.739	0.862
	G/M	0.804	0.836	0.555	0.600

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Conclusion

This report documents the fitting procedure of the Croatian phytobenthos-based assessment method for the river types R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7 and R-EX8 to the results of the completed Eastern Continental rivers intercalibration exercise.

We documented IC feasibility and compliance of the presented assessment method and reported sufficient pressure-response relationships. Following the criteria and steps defined in the fit-in-procedure of Willby et al. (2014), both the high-good boundary and the good-moderate boundary in the Croatian EC river types required adjustments (Table 18). After adjustment of the aforementioned boundaries, the national assessment method is considered comparable with the already intercalibrated methods and meets the comparability criteria. It is recommended to submit the method to the ECOSTAT group for official approval.

6. DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES

Diatom communities dissimilarity in different ecological status conditions was evaluated similarly to the EC-GIG intercalibration exercise. The SIMPER analysis (log transformation of abundance data, Bray-Curtis similarity; up to 90% of contribution to av. similarity, Primer v7) was used to determine the diatom species contributing the most (up to 90% of cumulative contribution) to the average dissimilarity between the sites classified as high, good, moderate and poor and to the average similarity of the different status classes.

One or two species are contributing the most in the observed similarity, while the rest significantly contributing species presented a low contribution (Table 19). Group similarities were relatively low, indicating a high within ecological status level variability. *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki, *Cocconeis placentula* Ehrenberg and *Amphora pediculus* (Kützing) Grunow were mainly responsible for the within group similarity for high, good and moderate ecological status, and to some extent *Cocconeis placentula*.

Dissimilarity between different ecological groups is also presented (Table 20). The high and good groups differed by the contribution of *Achnantheidium pyrenaicum* (Hustedt) H.Kobayasi, *Achnantheidium* spp. Kützing and *Gomphonema* sp. Ehrenberg contributing to high status group, and *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg and *Navicula gregaria* Donkin to good status group. The contribution of *A. minutissimum* has been also reported from other MS during the intercalibration exercise. The high and moderate status groups differed by the contribution of mainly *Achnantheidium* genera (*A. minutissimum*, *A. pyrenaicum* and *Achnantheidium* spp.) to high status group, and *Cyclotella meneghiniana* Kützing, *Navicula gregaria* and *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot to moderate status group. Contribution of *Achnantheidium* group (*A. minutissimum*, *A. pyrenaicum* and *Achnantheidium* spp.) to high status group was also the main cause for the dissimilarity between the high and poor status groups, whilst *Eolimna subminuscula* (Manguin) Gerd Moser, Lange-Bertalot & Metzeltin, *Nitzschia palea* and *Navicula gregaria* in return contributed to poor status group. The higher contribution of species *Amphora pediculus*, *Nitzschia palea*, *Cyclotella meneghiniana* and *Planothidium frequentissimum* to the moderate group was the main contributing cause for the dissimilarity between good and moderate status groups. The good and poor status groups differed by the contribution of *Achnantheidium pyrenaicum*, *Cocconeis placentula*, *Navicula cryptotenella* Lange-

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Bertalot and *Navicula tripunctata* (O.F.Müller) Borycontributing to good status group, and *Eolimna subminuscula* and *Nitzschia palea* to poor status group. The moderate and poor status groups differed by the contribution of *Amphora pediculus*, *Nitzschia dissipata* (Kützing) Rabenhorst and *Naviculacryptotenella* having highercontribution in the good status group, and *Eolimna subminuscula*, *Navicula veneta* Kützingand *Mayamaea permitis* (Hustedt) K.Bruder & Medlinwith higher contribution to poor status group.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 19. Species contribution to similarity within and dissimilarity between ecological status levels. The six most contributing species are presented.

Group High Status Average similarity: 32.07			
Species	Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4.11	21.96	21.96
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	8.68	30.64
<i>Gomphonema sp.</i>	2.10	8.01	38.65
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2.33	7.01	45.66
<i>Achnanthydium spp.</i>	2.28	6.53	52.19
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	6.49	58.68

Group Good Status Average similarity: 27.13			
Species	Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	3.81	20.33	20.33
<i>Cocconeis placentula</i>	2.03	7.53	27.86
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	7.00	34.84
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.60	5.15	40.01
<i>Navicula tripunctata</i>	1.51	4.84	44.85
<i>Nitzschia dissipata</i>	1.38	3.86	48.71

Group Moderate Status Average similarity: 27.61			
Species	Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Amphora pediculus</i>	2.70	9.10	9.10
<i>Nitzschia palea</i>	2.14	7.28	16.37
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	2.14	7.19	23.56
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.60	5.28	28.84
<i>Nitzschia dissipata</i>	1.58	5.03	33.87
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	4.56	38.43

Group Poor Status Average similarity: 27.57			
Species	Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Eolimna subminuscula</i>	4.00	30.45	30.45
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	1.81	9.98	40.44
<i>Nitzschia palea</i>	2.49	9.62	50.05
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1.72	6.59	56.64
<i>Gomphonema parvulum</i>	1.74	5.80	62.45
<i>Planorhynchium frequentissimum</i>	0.96	4.70	67.14

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 20. Species contribution to dissimilarity between ecological status levels. The 15 most contributing species are presented.

Groups High & Good Status; Average dissimilarity = 75.32				
Species	Group High Average Abundance	Group Good Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2.33	0.14	3.06	3.06
<i>Achnanthydium</i> spp.	2.28	0.39	2.79	5.84
<i>Gomphonema</i> sp.	2.10	0.83	2.34	8.18
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4.11	3.81	2.05	10.23
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	2.02	1.92	12.16
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	2.03	1.90	14.06
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.23	1.60	1.76	15.82
<i>Nitzschia</i> sp.	1.34	0.92	1.70	17.52
<i>Gomphonema pumilum</i>	1.20	0.79	1.60	19.11
<i>Navicula tripunctata</i>	0.89	1.51	1.59	20.70
<i>Denticula tenuis</i>	1.08	0.40	1.54	22.24
<i>Nitzschia dissipata</i>	0.89	1.38	1.52	23.75
<i>Nitzschia palea</i>	0.51	1.34	1.48	25.24
<i>Cocconeis pediculus</i>	0.52	1.11	1.43	26.67
<i>Navicula gregaria</i>	0.47	1.22	1.40	28.07

Groups High & Moderate Status; Average dissimilarity = 79.40				
Species	Group High Average Abundance	Group Moderate Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4.11	2.14	2.79	2.79
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2.33	0.10	2.78	5.57
<i>Achnanthydium</i> spp.	2.28	0.13	2.55	8.13
<i>Nitzschia palea</i>	0.51	2.14	2.22	10.34
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	2.70	2.20	12.54
<i>Gomphonema</i> sp.	2.10	0.65	2.19	14.73
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.03	1.49	1.79	16.52
<i>Navicula gregaria</i>	0.47	1.64	1.68	18.20
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	1.60	1.63	19.84
<i>Nitzschia</i> sp.	1.34	0.92	1.57	21.40
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0.35	1.49	1.57	22.97
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.23	1.60	1.53	24.50
<i>Nitzschia dissipata</i>	0.89	1.58	1.49	25.99
<i>Gomphonema parvulum</i>	0.47	1.25	1.43	27.42
<i>Gomphonema pumilum</i>	1.20	0.53	1.40	28.83

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Groups High & Poor Status Average dissimilarity = 75.32				
Species	Group High Average Abundance	Group Poor Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Eolimna subminuscula</i>	0.11	4.00	5.13	5.13
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4.11	1.81	3.39	8.52
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	2.33	0.00	3.26	11.78
<i>Navicula gregaria</i>	0.47	1.98	3.12	14.90
<i>Achnanthydium</i> spp.	2.28	0.00	2.94	17.84
<i>Nitzschia palea</i>	0.51	2.49	2.90	20.74
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	1.36	2.47	23.21
<i>Gomphonema</i> sp.	2.10	0.64	2.44	25.65
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.03	1.72	2.27	27.92
<i>Gomphonema parvulum</i>	0.47	1.74	2.04	29.97
<i>Navicula minima</i> var. <i>minima</i>	0.45	1.67	2.03	31.99
<i>Nitzschia</i> sp.	1.34	1.33	1.78	33.77
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	0.81	1.71	35.49
<i>Navicula veneta</i>	0.11	1.45	1.67	37.16
<i>Gomphonema pumilum</i>	1.20	0.00	1.63	38.78

Groups Good & Moderate Status Average dissimilarity = 74.44				
Species	Group Good Average Abundance	Group Moderate Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	3.81	2.14	2.79	2.79
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	2.70	2.33	5.13
<i>Nitzschia palea</i>	1.34	2.14	1.96	7.09
<i>Cocconeis placentula</i>	2.03	1.60	1.90	8.99
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.79	1.49	1.82	10.81
<i>Navicula gregaria</i>	1.22	1.64	1.75	12.56
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.60	1.60	1.61	14.17
<i>Nitzschia dissipata</i>	1.38	1.58	1.61	15.78
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0.84	1.49	1.52	17.29
<i>Gomphonema parvulum</i>	1.00	1.25	1.51	18.80
<i>Navicula tripunctata</i>	1.51	1.10	1.48	20.28
<i>Cocconeis pediculus</i>	1.11	0.85	1.41	21.70
<i>Nitzschia</i> sp.	0.92	0.92	1.41	23.11
<i>Navicula antonii</i>	1.06	1.24	1.39	24.49
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	1.01	0.92	1.35	25.84

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Groups Good & Poor Status Average dissimilarity = 80.43				
Species	Group Good Average Abundance	Group Poor Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Eolimna subminuscula</i>	0.40	4.00	4.60	4.60
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	3.81	1.81	3.25	7.85
<i>Navicula gregaria</i>	1.22	1.98	3.07	10.92
<i>Nitzschia palea</i>	1.34	2.49	2.47	13.39
<i>Amphora pediculus</i>	2.02	1.36	2.42	15.80
<i>Cocconeis placentula</i>	2.03	0.81	2.11	17.91
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0.79	1.72	2.06	19.97
<i>Gomphonema parvulum</i>	1.00	1.74	1.94	21.91
<i>Navicula minima</i> var. <i>minima</i>	0.29	1.67	1.89	23.80
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.60	0.53	1.80	25.59
<i>Navicula tripunctata</i>	1.51	0.14	1.72	27.31
<i>Nitzschia</i> sp.	0.92	1.33	1.70	29.01
<i>Navicula veneta</i>	0.26	1.45	1.64	30.66
<i>Mayamaea permitis</i>	0.43	1.36	1.61	32.26
<i>Nitzschia dissipata</i>	1.38	0.60	1.59	33.85

Groups Moderate & Poor Status Average dissimilarity = 77.38				
Species	Group Moderate Average Abundance	Group Poor Average Abundance	Contribution %	Cumulative contribution %
<i>Eolimna subminuscula</i>	0.71	4.00	4.17	4.17
<i>Navicula gregaria</i>	1.64	1.98	3.13	7.30
<i>Amphora pediculus</i>	2.70	1.36	2.92	10.22
<i>Nitzschia palea</i>	2.14	2.49	2.48	12.69
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1.49	1.72	2.23	14.92
<i>Navicula minima</i> var. <i>minima</i>	0.93	1.67	2.13	17.05
<i>Gomphonema parvulum</i>	1.25	1.74	2.04	19.09
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	2.14	1.81	1.84	20.94
<i>Nitzschia dissipata</i>	1.58	0.60	1.80	22.73
<i>Navicula cryptotenella</i>	1.60	0.53	1.77	24.50
<i>Cocconeis placentula</i>	1.60	0.81	1.71	26.21
<i>Nitzschia</i> sp.	0.92	1.33	1.69	27.90
<i>Navicula veneta</i>	0.56	1.45	1.68	29.59
<i>Mayamaea permitis</i>	0.55	1.36	1.58	31.17
<i>Planothidium frequentissimum</i>	1.49	0.96	1.46	32.63

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

7. REFERENCES

Clarke, K. R., Gorley, R. N. (2015). PRIMER v7: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Plymouth.

European Commission (2011). Guidance document on the intercalibration process 2008–2011. Guidance Document No. 14. Implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). European Commission, Technical report-2011-045.

European Committee for Standardization (2014a). EN 13946: 2014. Water quality – Guidance standard for the routine sampling and preparation of benthic diatoms from rivers and lakes.

European Committee for Standardization (2014b). EN 14407: 2014. Water quality – Guidance standard for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes.

European Union (2013). Commission decision of 20 September 2013 establishing, pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the values of the Member State monitoring system classifications as a result of the intercalibration exercise and repealing Decision 2008/915/EC.

Illies, J., 1978. Limnofauna Europaea. A checklist of the animals inhabiting European Inland Waters, with an account of their distribution and ecology. 2nd Edition. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 552 pp.

Kelly, M., Bennett, C., Coste, M., Delgado, C., Delmas, F., Denys, L., Ector, L., Fauville, C., Ferréol, M., Golub, M., Jarlman, A., Kahlert, M., Lucey, J., Ní Chatháin, B., Pardo, I., Pfister, P., Picinska-Faltynowicz, J., Rosebery, J., Schranz, C., Schaumburg, J., van Dam, H., Vilbaste, S. (2009). A comparison of national approaches to setting ecological status boundaries in phytobenthos assessment for the European Water Framework Directive: results of an intercalibration exercise. *Hydrobiologia* 621:169–82.

Lecoite, C., Coste, M., Prygiel, J. (1993). "Omnidia": software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management. *Hydrobiologia* 269/270: 509-513.

Official Gazette (2013). Regulation on Water Quality Standard, Official Gazette of the Republic of Croatia No. 96/19.

Opatrilova, L. (2011). WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report – River/EC GIG/Phytobenthos. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability, pp 23.

Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Binder, N., Ortler, K. (1999). Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation sowie geochemische Präferenz, taxonomische und toxikologische Anmerkungen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien, 248 pp.

Schöll, F., Birk, S., Böhmer, J. (2012). WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report - XGIG Large Rivers. European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability, 45 pp.

Water quality - Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers (HRN EN 13946:2014).

Willby, N., Birk, S., Poikane, S., van de Bund, W. (2014). Water Framework Directive Intercalibration Manual – Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. JRC Technical Report, Luxembourg, Ispra, 33 pp.

Zelinka, M., Marwan, P. (1961). Zur Präzisierung der biologischen klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie* 57: 389-407.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Supplement Table 1. Mean values for stressors for benchmark sites, i.e. sites which meet the 10th percentile criterion for TDI_{HR}.

Code	IC Type	National type	Year	TN mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹	TP mg L ⁻¹	Land Use Index (%)	Conductivity µS cm ⁻¹	BOD ₅ mg L ⁻¹	P-PO ₄ ³⁻ mg L ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹
15478	R-E2	HR-R_4	2016	1.0826	0.1234	0.0143	0.0559	93.55	555.17	3.5442	0.0125	0.5700
15590	R-E2	HR-R_4	2016	2.5487	0.5365	0.1035	0.2204	127.14	631.08	2.4908	0.1600	1.7024
15591	R-E2	HR-R_4	2016	2.2598	0.1566	0.0456	0.1925	109.00	580.92	2.3033	0.1356	1.8728
16110	R-E2	HR-R_4	2016	0.7117	0.0188	0.0056	N/A	60.42	218.83	1.9708	0.0140	0.3150
16224	R-E2	HR-R_4	2010	0.8710	0.0552	0.0223	0.1370	47.59	446.00	1.4067	0.0050	0.6660
16225	R-E2	HR-R_4	2016	1.2103	0.2176	0.0349	0.1443	64.29	289.25	2.7958	0.0958	0.8102
16342	R-E2	HR-R_4	2016	1.2902	0.0941	0.0038	0.0701	62.27	343.58	1.0750	0.0169	0.9166
17010	R-E2	HR-R_4	2016	1.1293	0.0209	0.0065	0.0498	59.51	209.33	1.7225	0.0208	1.0413
17013	R-E2	HR-R_4	2016	1.5168	0.0605	0.0209	0.0461	94.81	458.25	4.0392	0.0125	1.0375
17103	R-E2	HR-R_4	2016	1.7326	0.1982	0.0651	0.1433	105.69	582.00	3.9492	0.0125	1.0308
18001	R-E2	HR-R_4	2015	1.1625	0.0508	0.0078	0.0958	84.71	590.75	1.2567	0.0268	0.8592
18002	R-E2	HR-R_4	2015	1.3300	0.0435	0.0131	0.0964	31.86	583.18	1.6545	0.0438	0.9582
18005	R-E2	HR-R_4	2016	1.7133	0.1407	0.0283	N/A	101.73	643.67	1.5167	0.0773	1.0708
21012	R-E2	HR-R_4	2015	1.4942	0.1082	0.0224	0.2793	97.99	439.42	3.6583	0.0983	1.0475
21077	R-E2	HR-R_4	2016	1.3750	0.1154	0.0325	0.0883	97.91	557.67	1.2417	0.0400	0.6542
21085	R-E2	HR-R_4	2015	1.6008	0.1153	0.0310	0.1678	73.73	523.75	2.9083	0.0372	1.1158
13001	R-E3	HR-R_4	2017	1.8182	0.1774	0.0542	N/A	83.52	488.18	3.0909	0.0755	1.3064
14001	R-E3	HR-R_4	2017	0.8242	0.0193	0.0069	N/A	55.01	432.25	1.0167	0.0175	0.6150
14002	R-E3	HR-R_4	2017	0.8208	0.0040	0.0061	N/A	55.21	426.75	1.0083	0.0061	0.5642
14005	R-E3	HR-R_4	2017	0.7525	0.0040	0.0046	N/A	40.63	442.17	1.1750	0.0080	0.5767
15223	R-E3	HR-R_4	2017	1.3783	0.0851	0.0174	N/A	82.66	476.08	3.8417	0.0663	0.7725
15352	R-E3	HR-R_4	2017	2.6150	0.3208	0.0653	N/A	115.83	582.00	3.8583	0.1873	1.5100
16223	R-E3	HR-R_4	2016	1.1309	0.2063	0.0190	0.0759	74.56	382.50	2.1525	0.0304	0.6933
16003	R-E3	HR-R_5A	2016	0.8840	0.0231	0.0052	N/A	47.24	360.30	0.6900	0.0110	0.6460
16004	R-E3	HR-R_5A	2016	0.9158	0.0308	0.0040	N/A	46.38	359.58	0.6875	0.0124	0.6450
16010	R-E3	HR-R_5A	2016	0.8270	0.0166	0.0029	N/A	40.91	352.50	0.6850	0.0025	0.6300
16202	R-E3	HR-R_5A	2016	0.9590	0.0234	0.0055	N/A	52.04	355.60	1.1100	0.0187	0.6570
15496	R-EX5	HR-R_2A	2017	0.9405	0.2727	0.0142	0.0783	36.37	546.83	1.8683	0.0244	0.3520
16105	R-EX5	HR-R_2A	2016	1.3164	0.0497	0.0324	0.1200	41.61	220.00	2.1767	0.0573	1.1538
16107	R-EX5	HR-R_2A	2016	0.6988	0.3253	0.0142	0.0536	34.69	399.13	2.0750	0.0100	0.1603
16228	R-EX5	HR-R_2A	2016	1.4852	0.1846	0.0447	0.1919	94.81	471.75	2.8875	0.1233	1.1485
16230	R-EX5	HR-R_2A	2016	0.8388	0.1876	0.0148	0.0660	82.22	90.96	2.8013	0.0216	0.2716
16233	R-EX5	HR-R_2A	2016	0.6213	0.1551	0.0118	0.0476	39.15	178.88	1.0000	0.0100	0.2016
16234	R-EX5	HR-R_2A	2017	0.8029	0.2262	0.0058	0.0722	76.87	435.22	1.6611	0.0224	0.2687

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

16236	R-EX5	HR-R_2A	2016	0.7708	0.1729	0.0126	0.0536	66.21	137.91	2.2575	0.0100	0.2585
16239	R-EX5	HR-R_2A	2017	0.7861	0.2177	0.0164	0.0638	49.16	486.44	2.0911	0.0179	0.2250
16745	R-EX5	HR-R_2A	2016	1.2440	0.2978	0.0075	0.0663	60.49	192.10	1.5667	0.0231	0.7873
16746	R-EX5	HR-R_2A	2017	0.9187	0.2241	0.0075	0.0523	91.03	222.75	1.3100	0.0159	0.8824
16747	R-EX5	HR-R_2A	2016	1.3703	0.3150	0.0057	0.0640	54.44	182.18	1.4250	0.0240	0.8835
16748	R-EX5	HR-R_2A	2016	1.1108	0.3058	0.0063	0.1892	37.87	164.92	1.6417	0.0191	0.6806
21081	R-EX5	HR-R_2A	2011	1.9000	0.1620	0.0148	0.1826	75.27	495.08	1.5667	0.0629	1.0942
16050	R-EX5	HR-R_2B	2016	0.4155	0.0083	0.0023	N/A	1.49	188.36	0.8864	0.0074	0.2055
16102	R-EX5	HR-R_2B	2016	1.6534	0.4228	0.0111	0.1101	27.35	171.78	2.2250	0.0297	1.0870
16227	R-EX5	HR-R_2B	2016	1.2398	0.0773	0.0224	0.1483	88.24	477.08	2.6575	0.0768	1.0342
16802	R-EX5	HR-R_2B	2016	1.4908	0.0527	0.0099	0.1139	43.09	381.83	1.6500	0.0163	1.1296
17005	R-EX5	HR-R_2B	2016	1.2508	0.0817	0.0213	0.0837	97.11	561.08	0.9292	0.0438	0.8408
17009	R-EX5	HR-R_2B	2016	1.6900	0.1931	0.0558	0.1537	93.76	588.08	1.9667	0.0903	1.0317
17605	R-EX5	HR-R_2B	2016	1.1545	0.1030	0.0238	0.0767	91.66	570.58	2.4067	0.0125	0.7158
51138	R-EX5	HR-R_2B	2016	2.3963	0.2850	0.0532	0.2515	80.01	344.42	2.5550	0.1343	1.8982
29143	R-EX5	HR-R_3B	2015	0.6429	0.0150	0.0100	0.1500	80.74	393.29	1.1143	0.0150	0.5650
16232	R-EX6	HR-R_1	2017	0.8531	0.1827	0.0071	0.0900	12.55	227.33	2.0001	0.0198	0.3313
17014	R-EX6	HR-R_1	2017	1.3733	0.0389	0.0250	0.0401	9.55	223.76	1.1967	0.0182	1.0078
17403	R-EX6	HR-R_1	2017	0.8433	0.0679	0.0058	N/A	9.72	488.83	1.1667	0.0235	0.5733
21114	R-EX6	HR-R_1	2018	1.1436	0.0597	0.0050	0.0411	20.70	387.73	1.1818	0.0125	1.0145
11076	R-EX7	HR-R_6	2015	0.8917	0.0096	0.0023	0.0980	19.16	487.83	0.6417	0.0067	0.7342
14004	R-EX7	HR-R_6	2017	0.6377	0.0438	0.0107	0.0068	5.87	395.67	0.5211	0.0033	0.3929
16243	R-EX7	HR-R_6	2017	1.7044	0.0911	0.0250	0.0382	14.69	452.22	0.8744	0.0167	1.0822
16346	R-EX7	HR-R_6	2017	1.1451	0.1767	0.0040	0.0300	47.17	421.67	1.3667	0.0111	0.7473
16460	R-EX7	HR-R_6	2017	1.2200	0.0399	0.0010	0.0221	33.53	427.42	1.1242	0.0035	0.9754
16580	R-EX7	HR-R_6	2017	1.2509	0.0972	0.0061	0.0164	20.48	386.75	1.0083	0.0035	0.9132
16587	R-EX7	HR-R_6	2017	1.2912	0.0854	0.0057	0.0319	20.64	355.75	1.4333	0.0035	0.8798
16822	R-EX7	HR-R_6	2016	1.2230	0.0907	0.0041	0.0457	54.29	454.75	1.2417	0.0138	0.8658
16850	R-EX7	HR-R_6	2016	0.8064	0.0040	0.0010	N/A	0.21	434.18	0.2500	0.0025	0.6545
30026	R-EX7	HR-R_6	2016	0.7867	0.0058	0.0018	0.0148	0.24	267.75	0.9792	0.0015	0.6333
51156	R-EX7	HR-R_6	2017	1.8133	0.0733	0.0250	0.0372	12.50	497.22	1.0989	0.0154	1.0089
16334	R-EX8	HR-R_7	2016	1.1622	0.0946	0.0024	0.0496	68.37	390.42	1.4167	0.0152	0.8334
16338	R-EX8	HR-R_7	2016	1.1500	0.0010	0.0010	0.0057	17.96	328.58	1.4279	0.0030	0.6794
16339	R-EX8	HR-R_7	2013	0.8178	0.0209	0.0015	0.0125	37.25	433.44	0.3000	0.0025	0.7244
16453	R-EX8	HR-R_7	2010	0.6778	0.0147	0.0025	0.0331	3.52	356.38	1.0783	0.0050	0.6083
16572	R-EX8	HR-R_7	2010	0.9080	0.0433	0.0050	0.0675	28.06	328.23	1.4546	0.0050	0.6493
16581	R-EX8	HR-R_7	2010	0.8675	0.0082	0.0025	0.0329	21.10	346.62	1.3531	0.0050	0.7468
16583	R-EX8	HR-R_7	2016	0.7967	0.0113	0.0032	0.0186	29.04	312.50	1.0867	0.0032	0.6717
16662	R-EX8	HR-R_7	2017	1.2598	0.0114	0.0010	0.0084	0.00	445.42	0.7983	0.0035	0.9414
16663	R-EX8	HR-R_7	2017	1.2143	0.0478	0.0010	0.0188	53.05	425.08	1.2475	0.0035	0.9058
16753	R-EX8	HR-R_7	2017	1.4094	0.1835	0.0043	0.0741	69.62	347.17	1.9250	0.0122	0.9912

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

16754	R-EX8	HR-R_7	2017	1.2125	0.1395	0.0048	0.0564	31.72	357.00	1.9417	0.0079	0.8642
30009	R-EX8	HR-R_7	2016	0.9217	0.0083	0.0023	N/A	10.35	266.50	0.6042	0.0025	0.6733
30016	R-EX8	HR-R_7	2016	0.8983	0.0040	0.0024	N/A	18.41	315.33	0.2500	0.0069	0.7242
30020	R-EX8	HR-R_7	2010	0.6483	0.0160	0.0052	0.0243	11.15	289.83	1.4333	0.0050	0.4167
30061	R-EX8	HR-R_7	2017	0.6408	0.0046	0.0012	0.0253	13.02	234.92	1.3783	0.0015	0.5863
30063	R-EX8	HR-R_7	2017	0.6358	0.0035	0.0005	0.0140	0.00	261.83	1.2917	0.0015	0.6042
30064	R-EX8	HR-R_7	2017	0.5325	0.0048	0.0013	0.0162	26.73	339.83	1.0867	0.0033	0.4792
16591	R-EX8	HR-R_8	2018	1.2331	0.1082	0.0043	0.0459	34.83	356.75	2.0750	0.0120	0.8921
30033	R-EX8	HR-R_9	2013	0.7500	0.0150	0.0030	0.0150	101.70	456.00	1.5000	0.0150	0.8045

PRILOG 4

Report on fitting of Croatian classification method for macrophytes in rivers to the results of the completed intercalibration of the Eastern-Continental GIG (R-E2 and R-E3)

Author: Antun Alegro

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

Status of the document: Draft-version 3.0

Hrvatske vode

Zagreb, November 19th 2020

Report on fitting of Croatian classification method for macrophytes
in rivers to the results of the completed intercalibration of the
Eastern-Continental GIG (R-E2 and R-E3)

1 INTRODUCTION

- Croatia
- Macrophytes
- Rivers

When the Eastern Continental GIG macrophytes intercalibration exercise was carried out (Birk et al. 2011a, b), Croatia was not yet member of EU.

Extensive data on macrophytes in the rivers of Croatia have been collected starting from 2009. After testing various macrophytes metrics and macrophytes based methods, the reference index (RI) developed for the assessment of ecological status of German medium size lowland rivers (Schaumburg et al. 2006, 2012) has been slightly modified and adapted for assessment of ecological status of rivers in Croatia.

This report aims to compare the class boundaries of Croatian Macrophyte Index for Rivers (RI-HR) with those agreed in Eastern Continental GIG intercalibration exercise, using Croatian rivers data and following the instructions of the CIS Guidance Document n°30: "Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration exercise".

Two common intercalibration types were considered for the macrophyte intercalibration in the completed intercalibration exercise: R-E2 and R-E3.

Baseline for the application of the procedure specified in the intercalibration manual are the results of the completed intercalibration exercise for river macrophytes in the Eastern Continental GIG. These results are documented in the Milestone 6 report of the WFD Intercalibration Phase 2 (Birk et al., 2011). Central to the fitting procedure applied in this study is the global mean view, i.e. the harmonised position of the high-good and good-moderate class boundary, established by the completed exercise individually for each intercalibration type. This global mean view represents the international standard to which the good status class boundaries of the Croatian method need to comply.

In the following, we present details of the Croatian macrophyte-based assessment system for rivers (RI-HR) including the validation of the pressure-impact relationship, check its compliance with the WFD requirements, and demonstrate the compliance with the completed intercalibration exercise. The analyses performed cover two intercalibration types addressed in the completed exercise, i.e. lowland rivers of the plains (R-E2 and R-E3, catchment area below and above 1000 km², respectively).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2. DESCRIPTION OF NATIONAL ASSESSMENT METHODS

The national macrophyte-based method – Reference Index Croatia (RI-HR) is established for the assessment of the ecological status of all river types in Croatia. It is modified version of German Reference index (Schaumburg et al. 2006, 2012), and it is compliant with European standardization legislation (EN 14184: 2014, EN 14996: 2006, CEN 230165). The evaluation and the calculation procedures meet the requirements of the Water Framework Directive (WFD) and are in line with the recommendations of the implementation groups CIS Working Group 2.3 and 2.A (RECFOND, ECOSTAT).

The macrophyte survey is carried out once during the main vegetation period (June-September). In each sampling site, usually a 100 m long section is surveyed. The abundances of a single species are estimated using a five-level scale according to Kohler.

For assessment, the species are designated to three different groups: reference taxa (A), indifferent taxa (B) and degradation indicators (C). The relative share of these different groups decides the ecological class of the investigated site.

Field records also include estimation of four abiotic parameters: flow velocity, shading, substrate type and mean depth. Shading is noted based on five-degree scale (1 – completely sunny, 2 – sunny, 3 – partly overcast, 4 – half shaded, 5 – completely shaded) of Wörlein (1992). The other three parameters are determined after Schaumburg et al. (2004, 2006) in a semi-quantitative way using class scales, to enable a fast and easy application. The velocity of flow is recorded using six-point scale: I – not visible, II – barely visible, III – slowly running, IV – rapidly running (current with moderate turbulences), V – rapidly running (turbulently running), VI – torrential. The substratum conditions at the sampling site are classified in 5% steps according to an eight-point scale: % mud, % clay/loam (<0.063 mm), % (0.063-2.0 mm), % fine/medium gravel (2.0-6.3/6.3-20 mm), % coarse gravel (20-63 mm), % stones (63-200 mm), % boulders (>200 mm) and % organic/peat. The mean depth is noted on a three-degree scale (I – 0-30 cm, II – 30-100 cm and III >100 cm).

Prior to performing any calculations, the nominally scaled values of plant abundance are converted into metric quantities using the following function:

$$Q (\text{quantity}) = A (\text{abundance})^3.$$

The taxa occurring at the sampling site is assigned to type species group that corresponds to reference (or sensitive) taxa, indifferent taxa and degradation indicators (tolerant species). The quantities of different species are summed up separately for each group and for all species of a sampling site.

RI-HR is calculated according to the following formula:

$$RI = \frac{\sum Q_{Ai} - \sum Q_{Ci}}{\sum Q_{gi}} 100$$

RI – Croatian Macrophyte Index for Rivers

Q_{Ai} – Quantity of the *i*-th taxon of species group A

Q_{Ci} – Quantity of the *i*-th taxon of species group C

Q_{gi} – Quantity of the *i*-th taxon of all groups

n_A – Total number of taxa in group A

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

nC – Total number of taxa in group C

ng – Total number of taxa in all groups.

The resulting index values range from +100 (only species group A taxa) to -100 (only species group C taxa).

The additional criteria provided below are type-related correcting factors of the RI-HR:

- if Sp or Po communities (for definition of communities see chapter 2.3) have less than three submersed species the RI-HR is reduced by 50

In order to obtain EQR values, the index values must be transformed:

$$EQR = \frac{(RI + 100) * 0,5}{100}$$

2.1. METHODS AND REQUIRED BQE PARAMETERS

Table 1. Overview of the metrics included in the national method

HR	Taxonomic composition	Abundance
RI-HR	x	x

Combination rule used in the method: quantity of sensitive species in relation to the quantity of tolerant and indifferent species. Additional criteria are used depending on the number of taxa and the relative quantity of specific taxa.

Conclusion on the WFD compliance: all indicative parameters of the macrophytes (listed in IC Guidance document on the intercalibration process) are included.

2.2. SAMPLING AND DATA PROCESSING

Description of sampling and data processing:

- Sampling time and frequency:
Sampling takes place once in a year, during summer or early autumn (June-September), when macrophytes are optimally developed. July and August are usually optimal for sampling. For operational monitoring, sampling is done once in three years, while for surveillance monitoring, once in six years.
- Sampling method:
The sampling location is selected on the stretch of river with no visible disturbances, such as bridges, tributaries, disturbed riverbank etc. and from the ecologic point of view, it should be homogenous. In the case of variability of ecological conditions (riffles, changes of slope, substrates, riparian vegetation or brightness), it is recommended to take several samples on

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

shorter river stretches. The length of the sampled river stretch is approximately 100 m (i.e. 50-100 m for small and medium rivers).

Macrophytes occurring in the mapped section are investigated by wading, if possible, against the direction of flow, through the running water. To cover the whole width of the running water, wading should be carried out following a zigzag pattern.

In shallow rivers, sampling can be done using a water viewer. In deeper water additionally, a boat and a rake should be used.

Species that are hard to determine in the field are sampled and stored for later identification in the laboratory.

The assessment of total covering is done using the Kohler scale:

1 – very rare

2 – rare

3 – common

4 – frequent

5 – abundant/predominant

- Data processing:

For data analyses, the macrophyte abundance data is transformed into “plant quantity” using the function $Q = A^3$.

Identification level:

Species level for bryophytes, vascular plants and charophytes. Genus level for other macroalgae (preferably also species level).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2.3. NATIONAL REFERENCE CONDITIONS

Reference conditions are established for each national biotic river type, on the basis of expert judgement and least disturbed sites, when they were available. In those conditions, three main macrophyte communities were recognized regardless of the national biotic types (Table 5) and the intercalibration river types (R-E2 and R-3):

- community dominated by nymphs and vallisnerids (Sp) – i.e. *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Sparganium emersum*, *Schoenoplectus lacustris*, *Sagittaria saggitifolia*, *Nymphaea alba* and species of oligotrophic and weakly eutrophic waters: *Callitriche hamulata*, Characeae, *Lemna trisulca*, *P. gramineus*, *Riccia fluitans*, *Utricularia* spp., *Hippuris vulgaris* and others.

This community is recognizable by patches, sometimes very abundant, of floating leaves of *Nuphar lutea* and submerged “meadows” of *Schoenoplectus lacustris* and *Sparganium emersum*. The first one is much more abundant in Croatian rivers and almost regularly has emergent, easily recognizable stems. The plant diversity in this community is high encompassing different growth forms.

- community dominated by broad leaved *Potamogeton* species (Po) – i.e. *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. gramineus*.

This community is similar to previous, but floating leaves of *Potamogeton* species (*P. nodosus* and *P. natans* are the most widespread) replace *Nuphar lutea*. Beside them, submerged species *P. lucens* and *P. perfoliatus* are also abundant. The overall diversity is lower in comparison to previous community.

- community dominated by myriophyllids (My) – i.e. *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus trichophyllus* and other water *Ranunculus* species (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*), broad leaved *Potamogeton* species (*P. lucens*, *P. perfoliatus*).

This community is characterised by lack of species with floating leaves and submerged stands of species with finely divided leaves. The species *M. spicatum* and *Ranunculus trichophyllus* are the most common. Submerged species of broad leaved *Potamogeton* species can also be members of this community.

One of these community types were assigned to every monitoring station. In IC type E2 to almost all monitoring station community Sp was assigned. The exceptions are two monitoring stations with naturally steeper banks where rich belt of macrophytes with floating or emergent leaves cannot be developed. In IC type E3, the community Sp was also the most frequent. Only in largest rivers of this type, with steeper banks and very narrow zone of shallow water, we assumed that Po community is the referent one; due to lack of suitable microhabitats for many species occurring in community type Sp. The community My was assigned also to sites with steeper banks and, in relation to other sites, higher water velocity. This is a very rare type, known from only a few rivers and localities.

In general, macrophyte communities follow national river types, but because national biological typology is based on macrozoobenthos in relation to abiotic types, there is some discrepancies in comparison to the macrophyte communities. Therefore, we have introduced community types, which allowed us to describe the each monitoring site more precisely regarding the macrophytes.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

2.4. NATIONAL BOUNDARY SETTING

Ecological status is classified by one of five classes (high, good, moderate, poor and bad).

The boundaries were set at the zones of distinct changes of the macrophytes assemblage: analysing discontinuities in a pressure-response relationship and adjusting by expert judgment based on changes in type specific reference and tolerant species (Table 2).

Table 2. Classification of the EQR values into the categories of ecological status.

class	Range of EQR	Interpretation
High	>0.79	The HG boundary was assumed as one quarter (0.25) below the median value at which species of Group A are in clear dominance, and species of Group C are completely absent.
Good	0.55-0.79	The GM boundary was the point at which species of Group B (indifferent taxa) are dominant, and species of Group A are still dominant over species of Group C.
Moderate	0.55-0.30	The MP boundary was set as the average where the community is dominated by species of Group C (disturbance indicators). Species of Group A disappear.
Poor	0.01-0.30	The PB boundary is a point at which macrophyte species are extinct due to anthropogenic pressure.
Bad	<0.01	Complete loss of macrophytes due to anthropogenic pressure.

2.5. PRESSURES ADDRESSED

Pressures addressed by the method are eutrophication and general degradation. The national dataset for EC-GIG was used to test the response to different types of pressures (Tables 3 and 4, Figures 1 and 2). It can be concluded that the fitting procedure is feasible in terms of pressures.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 3. Correlation coefficients between ERQs and general physical and chemical parameters.

	EQR			EQR	
	Pearson Correlation	Significance		Spearman correlation	Significance
log_t	-.161**	.006	t	-.243**	.000
log_pH	.055	.196	pH	.010	.437
log_conductivity	-.333**	.000	conductivity	-.308**	.000
log_suspended particles	-.408**	.000	suspended particles	-.343**	.000
log_alkalinity	-.244**	.000	alkalinity	-.232**	.000
log_hardiness	-.273**	.000	hardiness	-.241**	.000
log_O2_dissolved	.227**	.000	O2_dissolved	.245**	.000
log_O2_saturation	.221**	.000	O2_saturation	.211**	.000
log_NH3	-.325**	.000	NH3	-.321**	.000
log_NO2	-.373**	.000	NO2	-.315**	.000
log_NO3	-.025	.351	NO3	-.147*	.011
log_N_total	-.222**	.000	N_total	-.278**	.000
log_PO4	-.434**	.000	PO4	-.387**	.000
log_P_total	-.448**	.000	P_total	-.383**	.000

** . Correlation is significant at the 0.01 level.

*. Correlation is significant at the 0.05 level.

Table 4. Correlation coefficients between ERQs and different measures of general degradation (EXT – % extensive agriculture, INT – % intensive agriculture, NAT – % natural and seminatural areas, ART – % of urban and artificial areas).

	Pearson Correlation	Significance	Spearman correlation	Significance
EXT	-.037	.341	-.033	.354
INT	-.352**	.000	-.316**	.000
NAT	-.043	.317	.319**	.000
URB	-.192*	.015	-.267**	.001

** . Correlation is significant at the 0.01 level.

*. Correlation is significant at the 0.05 level.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

3. WFD COMPLIANCE CHECKING

In general, RI-HR method fulfils all WFD compliance criteria (Table 5).

Table 5. 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 (high, good, moderate, poor and bad).	YES
High, good and moderate ecological status are set in line with the WFD's normative definitions (Boundary setting procedure)	YES. The boundaries were set at the zones of distinct changes of the assemblage: analysing discontinuities in pressure-response relationship and adjusting by expert judgement based on changes in type specific reference and tolerant species.
All relevant parameters indicative of the biological quality elements 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. All relevant parameters of the BQE (i.e. composition and abundance) are covered.
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	YES. All assessed rivers were assigned to common river types R-E2 and R-E3.
The water body is assessed against type-specific near-natural reference conditions	YES
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. The biological parameters of the WFD's normative definitions (i.e. composition and abundance) are covered by the sampling procedure.
Selected taxonomic level achieves adequate confidence and precision in classification	YES. RI-HR uses species level. This guarantees adequate confidence and precision in classification.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

4. IC FEASIBILITY CHECKING

With regard to the stream types addressed by the Romanian assessment system, these match all of the relevant common intercalibration types. Table 6 lists the river types treated in the completed intercalibration exercise of the EC-Rivers-GIG (Birk et al. 2011).

Table 6. Common intercalibration types treated in the Eastern Continental Rivers GIG.

Type name	Common IC type	Type characteristics		MS sharing the IC common type
R-E2 R-E3	Lowland rivers of the plains	Catchment area: and Altitude: Geology: Channel substrate:	100-1000 km ² >1000 km ² <200 m a.s.l. mixed sand, slit gravel	Bulgaria Hungary Slovakia Slovenia Czech Republic Romania Croatia

4.1. TYPOLOGY

Validation of the national sites' allocation to the common IC river types was performed based on: mean altitude above sea level, catchment area and from qualitative information concerning hydrological features that were included in the dataset. The established national sites corresponded to two reported common intercalibration Eastern Continental river types – R-E2 and R-E3 (Table 7).

Table 7. Overview of national types and their fitting in EC GIG intercalibration types.

Type	Common intercalibration type	Ecoregion (Illies, 1967)	Catchment area [km ²]	Altitude [m]	Geology	Channel substrate	Croatian type
R-E2	Plains: medium-sized, lowland	11,12	100 - 1,000	< 200	mixed	sand and silt	HR-R_3C HR-R_4A
R-E3	Plains: large, lowland	11,12	> 1,000	< 200	mixed	sand, silt and gravel	HR-R_3D HR-R_4B HR-R_4C
R-E4	Plains: medium-sized, mid-altitude	11,12	100 - 1,000	200-500	mixed	sand and gravel	/

The biological typology of running waters in Croatia was initially established in 2011 (Mihaljević et al., 2011), mainly based on expert opinion of type-specific benthic macroinvertebrate communities, due to general lack of all data types: both biological and pressure data. Today, biological data in most types are sufficient, as well as data on pressures such as water chemistry and land use. The data sets are still lacking hydromorphological scoring from many sites as the hydromorphological evaluation of running waters in Croatia began only recently, in 2017. With more data on hydromorphology we wish to fine-tune values for every type. Hence, the typology will remain as initially determined.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

4.2. PRESSURES ADDRESSED

Croatian method is based on indicator species responding to eutrophication and general degradation. The method is similar to those of the intercalibrated methods. All classifications are based on indicator species responding to anthropogenic stress, especially eutrophication. The relationships between the index and the environmental factors are presented in chapter 2.5.

4.3. ASSESSMENT CONCEPT

National macrophyte-based method (RI-HR) is based on multihabitat sampling covering the whole river channel and banks. Reference index defines type-specific reference and non-specific disturbance indicating taxa (stoneworts, other macroalgae, bryophytes and vascular plants).

Intercalibrated methods in Eastern Continental GIG are also indicator species based methods designed according to the concept of positive, negative and indifferent indicator species to specific pressures. The indication value has been derived from data that showed a correlation between the presence and abundance of the species and the impact value of the pressure. The calculation of EQR differs between the methods, but it is some way of weighted averaging of indicator species abundance. RI-HR is of the same concept.

4.4. CONCLUSION ON THE INTERCALIBRATION FEASIBILITY

We conclude that fitting of Croatian Reference Index (RI-HR) to the results of Eastern Continental GIG intercalibration exercise is feasible.

5. DEMONSTRATING THE COMPLIANCE WITH THE COMPLETED INTERCALIBRATION EXERCISE

5.1. BACKGROUND

The macrophyte Eastern Continental GIG has finalized intercalibration, but Croatia did not join the group. Thus Croatia has to perform fit-in-procedure. First, it had to be shown that macrophyte-based national method is compliant with the WFD normative definitions (Chapter 3) and intercalibration is feasible in terms of typology (Chapter 4). In the second step it has to be proven that the RI-HR class boundaries are in line with the results of the intercalibration exercise.

The completed river macrophyte intercalibration exercise corresponded with Case B2: IC Option 3 using continuous benchmarking (Willby et al. 2014). This means that a common biological metric was not used in the completed exercise (but a so-called 'pseudo-common metric'), and reference or alternative benchmark sites were not commonly available at a national level. Key to successful intercalibration is thus to identify a BRINC (the best-related and intercalibrated national classification method).

For the two common intercalibration types (R-E2 and R-E3) the Slovenian RMI (Kuhar et al. 2011) was identified as BRINC. Due to biogeographical and methodological differences, benchmark standardization has to be applied.

All biological data used in this intercalibration exercise were sampled in the years 2011 to 2017. Representative river stretches were visually inspected during the vegetation season (June to September) by direct collecting, wading, using rake or grapnel or where necessary. Representative sites spanned 100-500 m of river length. Selected measurements of physico-chemical parameters (annual average values matching the years of biological sampling) and parameters of catchment land use (acquired from

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

the CORINE database (European Environmental Agency 2006)) were included in the analyses. The macrophyte survey data were collected following a very similar procedure as the already intercalibrated Slovenian methods RMI. The dataset used in this study complies with the data acceptance criteria of Birk & Willby (2011) and is thus suitable for performing the necessary boundary calculations.

5.2. DESCRIPTION OF IC DATASET

The data used in the analysis of the lowland rivers (R-E2 and R-E3) covered 67 macrophyte surveys (20 in R-E2 and 54 in R-E3), scattered through their range in Croatia.

5.3. DESCRIPTION OF INTERCALIBRATION PROCEDURE

5.3.1. IDENTIFICATION OF BEST-RELATED INTERCALIBRATED NATIONAL CLASSIFICATION (BRINC)

After inspecting national methods from Eastern Continental GIG, those from neighbouring countries were chosen, i.e. Hungarian Reference Index (RI-HU) and Slovenian River Macrophyte Index (RMI) due to at least partially similar biogeography, as well as methodological similarities. Table 8 shows the results of the correlation analysis of the Croatian method with the Hungarian and Slovenian methods intercalibrated for the lowland rivers (R-E2 and R-E3). However, it was not possible to calculate RI-HU and RMI for all Croatian sites, due to methodological restrictions. They were especially emphasized in Slovenian method, which requires at least three indicator taxa from the list for reliable calculation of RMI (Kuhar et al. 2011).

Due to higher and significant correlation of RI-HR with RMI, Slovenian national classification method was used as BRINC.

Table 8. Results of the correlation analysis of the RI-HR with the Hungarian and Slovenian national classification methods intercalibrated for the lowland rivers (R-E2 and R-E3). R – correlation coefficient, N – number of surveys.

National classification method	Pearsons's R	N
Hungarian Reference Index (RI_HU)	0.199	46
Slovenian River Macrophyte Index (RMI)	0.582*	34

*. Correlation is significant at the 0.01 level.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

5.3.2. BENCHMARK STANDARDIZATION

We tested the pressure-impact relationship of the BRINC for 14 surveys at Slovenian streams (taken from BIRK et al. 2012), and 34 surveys at Croatian streams. Linear mixed modelling (GLMM) was used (see XGIG Large River MZB report, Annex 2, BIRK et al. 2016; Romanian river macrophyte EC report, Pall et al. 2016; Czech river macrophyte report, Opartilova et al. 2016) referring to the following pressure parameters: percent of artificial and urban areas in catchment, percent of intensive agriculture in catchment, percent of extensive agriculture in catchment, percent (near-)natural areas in catchment, biological oxygen demand (BOD), NH₄-N water concentration, NO₃-N water concentration, PO₄-P water concentration and total phosphorus water concentration.

The modelling revealed an offset of 0.071BRINC-units, i.e. the BRINC needs to be lowered by 0.071 when applied to Croatian data. This results in the benchmark standardised BRINC (BRINC_bm).

5.3.3. GLOBAL MEAN VIEW TRANSLATED INTO BRINC

To translate the global mean view of the completed intercalibration exercise into the units of the BRINC (i.e. the Slovene River Macrophyte Index – RMI), we referred to the values of the RMI boundary positions and the boundary-specific class biases documented in Table 8.3 (National class boundaries and boundary bias) of the Milestone 6 report (BIRK et al., 2011). We reconstructed the global mean view in BRINC units according to the formulas:

5.3.3.1. HIGH-GOOD BOUNDARY

$$0.800^a - [(1.000^b - 0.800^a) * -0.02^c] = 0.804^d$$

^a high-good boundary of the RMI-method,

^b reference value of the RMI-method,

^c boundary bias of the high-good boundary,

^d position of the high-good global mean view in units of the RMI method.

5.3.3.2. GOOD-MODERATE BOUNDARY

$$0.600^a - [(0.600^a - 0.400^b) * -0.07^c] = 0.586^d$$

^a good-moderate boundary of the RMI-method,

^b moderate-poor boundary of the RMI-method,

^c boundary bias of the good - moderate boundary,

^d position of the good-moderate global mean view in units of the RMI method.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

5.3.4. PREDICTING THE POSITION OF CROATIAN RIVER METHOD'S (RI-HR) CLASS BOUNDARIES ON THE BRINC SCALE

The ordinary least squares regression (OLS) was calculated to establish the relationship between BRINC_bm and the RI-HR (Figure 1):

$$\text{BRINC_bm} = -0.005 + 1.002 * \text{RI-HR}$$

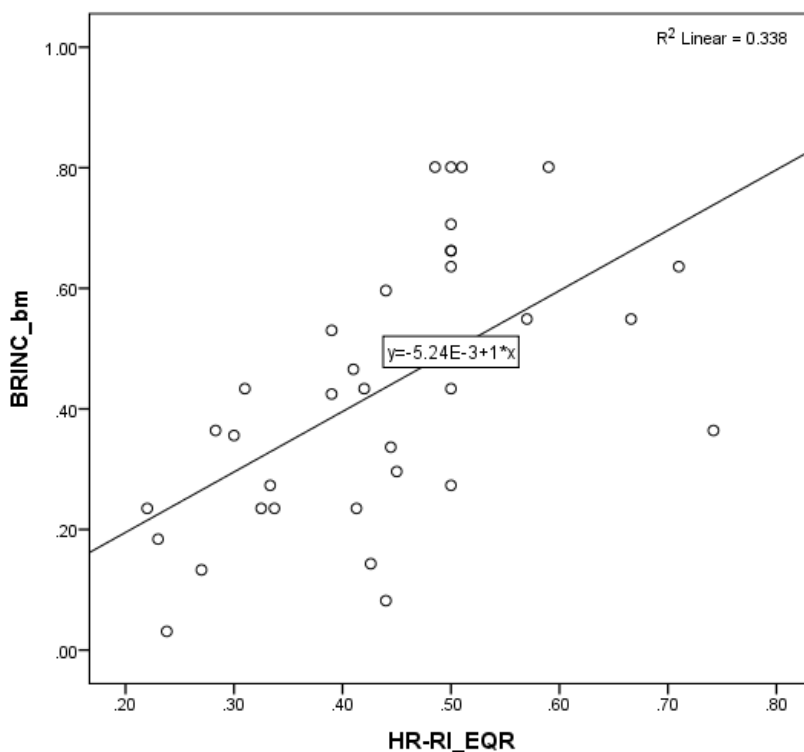


Figure 1. Regression plot of the RI-HR_EQR against the benchmark standardized BRINC for the lowland rivers (R-E2 and R-E3).

The above equation, relating BRINC_bm with RI-HR was used to predict the position of the national class boundaries of RI-HR on the BRINC-bm scale (Table 9).

Table 9. Translation of the reference and boundary position based on regression equation.

	RI-HR_EQR	BRINC_bm
reference	1.00	0.997
high/good	0.79	0.786
good/moderate	0.55	0.546
moderate/poor	0.30	0.295

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

5.3.5. CALCULATING THE HIGH-GOOD CLASS BOUNDARY BIAS OF THE CROATIAN RIVER METHOD

With the global mean view of the high-good boundary at 0.804 BRINC EQR-units and the Croatian method's high-good boundary translated into BRINC EQR-units at 0.786, the Croatian method's high-good boundary is positioned below the global mean view. This means, that the boundary bias needs to be calculated against the class width of the Croatian method's high status class. The boundary bias is calculated according the following formula:

$$(0.786^a - 0.804^b) / (0.997^c - 0.786^a) = -0.084^d$$

^a Croatian method's high-good boundary translated into BRINC_bm EQR-units,

^b global mean view of the high-good boundary,

^c Croatian method's reference boundary translated into BRINC_bm EQR-units,

^d high-good class boundary bias of the Croatian method.

A boundary bias of -0.0834 resulted. This means, that the high good boundary of the Croatian method lies in the line with the global mean view (i.e. falls above the threshold of -0.25) and thus complies with the required standard of intercalibration.

5.3.6. CALCULATING THE GOOD-MODERATE CLASS BOUNDARY BIAS OF THE CROATIAN RIVER METHOD

With the global mean view of the good moderate boundary at 0.586 BRINC EQR-units and the Croatian method's good-moderate boundary translated into BRINC EQR-units at 0.54586, the Croatian method's good-moderate boundary is positioned below the global mean view. This means, that the boundary bias needs to be calculated against the class width of the Croatian method's good status class. The boundary bias is calculated according the following formula:

$$(0.546^a - 0.586^b) / (0.786^c - 0.546^a) = -0.167^d$$

^a Croatian method's good-moderate boundary translated into BRINC_bm EQR-units,

^b global mean view of the good-moderate boundary,

^c Croatian method's high-good boundary translated into BRINC_bm EQR-units,

^d good-moderate class boundary bias of the Croatian method.

A boundary bias of -0.167 resulted. This means, that the high good boundary of the Croatian method lies in the line with the global mean view (i.e. falls above the threshold of -0.25) and thus complies with the required standard of intercalibration.

5.3.7. Piecewise linear transformation of class boundaries

Class boundaries were transformed into the range 0.20, 0.40, 0.60 and 0.80, using piecewise linear transformation, in order to obtain uniform and common class ranges for all macrophyte communities (Table 10).

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Table 10. Classification of EQR values to ecological status classes and associated transformation equations

Ecological status class	EQR range	Uniform EQR range	Equation
Very good	>0.79	>0.80	$0.80+0.20*(OEK-0.79)/0.21$
Good	0.55-0.78	0.60-0.79	$0.60+0.20*(OEK-0.55)/0.24$
Moderate	0.30-0.54	0.40-0.59	$0.40+0.20*(OEK-0.30)/0.25$
Bad	0.00-0.29	0.20-0.39	$0.20+0.20*(OEK)/0.29$
Poor	-	<0.2	-

5. 4. SUMMARY

In this report, we documented the fitting procedure of the Croatian macrophyte-based assessment system for rivers to the results of the completed Eastern Continental rivers' intercalibration exercise. The Croatian rivers method RI-HR revealed significant pressure-impact relationships and successfully passed the tests of intercalibration feasibility and WFD compliance. The intercalibration analyses against the global mean view of the completed exercise showed that in case of lowland rivers (R-E2 und R-E3) the required standards of intercalibration by the Croatian method were met (Table 11).

Table 11. Results of the Croatian rivers method's RI-HR intercalibration exercise for the intercalibration types R-E2 and R-E3, assigning the discrete EQR scores to the ecological status classes and specifying the ecological status class boundaries.

Ecological status class	R-E2 and R-E3 EQR boundaries	R-E2 and R-E3 class boundaries
high	0.80-1.00	H-G: 0.80
good	0.60-0.79	G-M: 0.60
moderate	0.40-0.59	M-P: 0.40
poor	0.20-0.39	P-B: 0.20
bad	<0.20	B: 0.20

6. DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT HIGH STATUS

Type-specific reference species are dominant, pressure indicators are rare.

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT GOOD STATUS

In good status reference species are abundant, degradation indicators occur.

DESCRIPTION OF THE BIOLOGICAL COMMUNITIES AT MODERATE STATUS

In moderate status, degradation indicators dominate over reference species.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

7. REFERENCES

Birk, S., Böhmer, J., Schöll, F., 2016: XGIG Large River Intercalibration Exercise – Milestone 6 Report Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe – Biological Quality Element: Benthic Invertebrates, Version 1 – August 2016. EC-technical report, 219pp.

Birk, S., Pall, K., Gecheva, A., Lukacs, B., Balazi, P., Urbanič, G., 2011: Eastern Continental River GIG – Macrophytes Intercalibration Exercise – WFD Intercalibration Phases 2 – Milestone 6 report.- 2011 Intercalibration Technical Report, 23pp.

Birk, S., Willby, N., 2011: CBriVIG Intercalibration Exercise "Macrophytes" – WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 Report.- Joint Research Institute, Ispra (IT), 41 pp.

Kohler, A., 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft & Stadt*, 10: 73-85.

Kohler, A., 1978: Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft & Stadt*, 10: 73-85.

Kuhar, U., Germ, M., Gaberščik, A., Urbanič, G., 2010: Development of a River Macrophyte Index (RMI) for assessing river ecological status. *Limnologica* 41: 235-243.

Mihaljević, Z., Kerovec, M., Mrakovčić, M., Plenković, A., Alegro, A. & Primc-Habdija, B. (2011): Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije. PMF, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. (Testing of biological methods for ecological status assessment (Water framework directive 2000/60/EC) in representative river basins of the Pannonian and Dinaric ecoregions).

Opartilova, L., Birk, S., Janovska, H., Grulich, V., 2016: Fitting the Assessment system for rivers in Czech Republic using Macrophytes to the results of the completed Eastern-Continental rivers intercalibration exercise. Ministry of the Environment of the Czech Republic, Prague.

Pall, K., Soare-Minea, A., Chiriac, G., Birk, S., 2016: Fitting the Assessment system for rivers in Romania using Macrophytes to the results of the completed Eastern-Continental rivers intercalibration exercise. Systema GmbH; National Administration "Romanian Waters", Apêle Romane; Aquatic ecology, University of Duisburg-Essen. Vienna-Bucharest-Essen.

Schaumburg, J., Schranz, C., Foerster, J., Gutowski, A., Hofmann, G., Meilinger, P., Schneider, S., Schmedtje, U., 2004: Ecological classification of macrophytes and phytobenthos for rivers in Germany according to the Water Framework Directive. *Limnology* 34: 283-301.

Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Hofmann, G., Gutowski, A., Foerster, J., 2006: Instruction Protocol for the Ecological Assessment of running Waters for Implementation of the EC Water Framework Directive: Macrophytes and Phytobenthos. Bavarian Environment Agency, Munich.

Schaumburg, J., Schranz, C., Stelzer, D., Vogel, A., Gutowski, A., 2012: Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie:

Makrophyten und Phytobenthos (PHYLIB). Bayerisches Landesamt für Umwelt, Wielenbach.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Willby, N., Birk, S., Poikane, S., van de Bund, W. 2015: Water Framework Directive Intercalibration manual. Procedure to fit new or updated classification methods to the results of a completed intercalibration. Guidance Document No. 30. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

Wörlein, F., 1992: Pflanzen für Garten, Stadt und Landschaft. Taschenkatalog, Wörlein Baumschulen, Dießen.

8. ACKNOWLEDGEMENT

I would like to express my deep gratitude to Dr. Sebastian Birk for many helpful comments and advices and openness for help in any moment during preparation of this document.

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Annex A. List of Croatian type specific indicator species for Sp (nymphoid-vallisnerid community), My (myriophyllid community) and Po (community of broad leaved *Potamogeton* species) in R-E2 and R-E3 rivers (A – reference indicators, B – indifferent taxa, C – degradation indicators).

Species	Sp	My	Po
<i>Acorus calamus</i>	B	C	B
<i>Agrostis stolonifera</i>	B	B	B
<i>Alisma lanceolatum</i>	B	C	B
<i>Alyisma plantago-aquatica</i>	B	C	C
<i>Amblystegium serpens</i>	B	B	B
<i>Amblystegium varium</i>	B	B	B
<i>Apium repens</i>	B	A	B
<i>Azolla filiculoides</i>	C	C	C
<i>Batrachospermum spp.</i>	A	A	A
<i>Berula erecta</i>	A	A	A
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	B	B	B
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>	A	A	A
<i>Butomus umbellatus</i>	B	B	B
<i>Caliergonella cuspidata</i>	B	B	B
<i>Callitriche cophocarpa</i>	B	B	B
<i>Callitriche hamulata</i>	A	A	A
<i>Callitriche obtusangula</i>	B	B	B
<i>Callitriche platycarpa</i>	B	B	B
<i>Cardamine amara</i>	B	B	B
<i>Carex acuta</i>	B	B	B
<i>Carex acutiformis</i>	B	B	B
<i>Carex elata</i>	B	B	B
<i>Ceratophyllum demersum</i>	C	C	C
<i>Ceratophyllum submersum</i>	C	C	C
<i>Chara aspera</i>	A	A	A
<i>Chara contraria</i>	A	A	A
<i>Chara globularis</i>	A	A	A
<i>Chara hispida</i>	A	A	A
<i>Chara intermedia</i>	A	A	A
<i>Chara tomentosa</i>	A	A	A
<i>Chara vulgaris</i>	A	A	A
<i>Cinclidotus riparius</i>	A	A	A
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	A	A	A
<i>Cinclidotus danubicus</i>	A	A	A
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	A	A	A
<i>Cladophora sp.</i>	C	C	C
<i>Conocephalum conicum</i>	B	A	B
<i>Cratoneuron filicinum</i>	A	A	A

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Species	Sp	My	Po
<i>Cyperus longus</i>	B	B	B
<i>Drepanocladus aduncus</i>	A	A	A
<i>Eleocharis palustris</i>	B	C	B
<i>Elodea canadensis</i>	C	C	C
<i>Equisetum arvense</i>	B	C	B
<i>Equisetum palustre</i>	B	C	B
<i>Eurhynchium praelongum</i>	A	A	A
<i>Fontinalis antipyretica</i>	A	A	A
<i>Galium palustre</i>	B	B	B
<i>Glyceria fluitans</i>	B	B	B
<i>Glyceria maxima</i>	B	C	B
<i>Hippuris vulgaris</i>	A	A	A
<i>Holoschoenus vulgaris</i>	B	B	B
<i>Hottonia palustris</i>	A	B	B
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	B	B	C
<i>Hygroamblystegium tenax</i>	A	A	A
<i>Hygrohypnum luridum</i>	A	A	A
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i>	A	A	A
<i>Hyophila involuta</i>	B	B	B
<i>Iris pseudacorus</i>	B	B	B
<i>Juncus articulatus</i>	A	B	B
<i>Juncus bulbosus</i>	A	A	A
<i>Juncus compressus</i>	B	B	B
<i>Juncus inflexus</i>	B	B	B
<i>Jungermannia atrovirens</i>	A	A	A
<i>Lemna gibba</i>	C	C	C
<i>Lemna minor</i>	B	C	C
<i>Lemna trisulca</i>	A	B	A
<i>Leptodyctium riparium</i>	C	C	C
<i>Lycopus europaeus</i>	B	C	B
<i>Lysimachia nummularia</i>	B	C	B
<i>Lysimachia vulgaris</i>	B	C	B
<i>Lythrum salicaria</i>	B	C	B
<i>Marchantia polymorpha</i>	B	B	B
<i>Marsilea quadrifolia</i>	B	B	B
<i>Mentha aquatica</i>	B	B	B
<i>Myosotis scorpioides</i>	B	B	B
<i>Myriophyllum spicatum</i>	B	A	B
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	B	A	B
<i>Najas minor</i>	B	B	B
<i>Nasturtium officinale</i>	B	B	B
<i>Nitella</i> spp.	A	A	A

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Species	Sp	My	Po
<i>Nitellopsis obtusa</i>	A	A	A
<i>Nuphar lutea</i>	B	C	B
<i>Nymphaea alba</i>	B	B	B
<i>Oenanthe aquatica</i>	B	B	B
<i>Oenanthe cf. fistulosa</i>	B	B	B
<i>Palustriella commutata</i>	A	A	A
<i>Pellia endiviaefolia</i>	A	A	A
<i>Phalaris arundinacea</i>	B	B	B
<i>Phragmites australis</i>	B	C	B
<i>Plagiomnium undulatum</i>	B	B	B
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	B	B	B
<i>Pohlia ludwigii</i>	B	B	B
<i>Polygonum amphibium</i>	B	B	B
<i>Polygonum lapathyfolium</i>	B	C	C
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	C	C	C
<i>Potamogeton crispus</i>	C	C	C
<i>Potamogeton gramineus</i>	A	A	A
<i>Potamogeton lucens</i>	A	A	A
<i>Potamogeton natans</i>	B	B	B
<i>Potamogeton nodosus</i>	A	B	B
<i>Potamogeton pectinatus</i>	C	C	C
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	A	A	A
<i>Potamogeton pusillus</i>	C	C	C
<i>Potamogeton trichoides</i>	C	C	C
<i>Pulicaria dysenterica</i>	C	C	C
<i>Ranunculus aquatilis</i>	B	A	B
<i>Ranunculus circinatus</i>	B	A	B
<i>Ranunculus flammula</i>	A	A	A
<i>Ranunculus fluitans</i>	B	A	B
<i>Ranunculus peltatus</i>	B	A	B
<i>Ranunculus repens</i>	B	C	B
<i>Ranunculus sceleratus</i>	B	C	B
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	B	A	B
<i>Riccia fluitans</i>	A	B	A
<i>Ricciocarpus natans</i>	B	C	B
<i>Rorippa amphibia</i>	B	B	B
<i>Rorippa sylvestris</i>	B	B	B
<i>Rumex hydrolapathum</i>	B	C	B
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	B	B	C
<i>Salvinia natans</i>	B	C	C
<i>Scirpus lacustris</i>	B	B	B
<i>Sparganium emersum</i>	B	B	B

Interkalibracija metoda ocjene ekološkog stanja bioloških elemenata fitobentosa, makrofita i makrozoobentosa u rijekama Panonske ekoregije

Species	Sp	My	Po
<i>Sparganium erectum</i>	B	B	B
<i>Spirodella polyrhiza</i>	B	C	B
<i>Spirogyra sp.</i>	C	C	C
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	A	A	A
<i>Tolypela spp.</i>	A	A	A
<i>Trapa natans</i>	B	C	C
<i>Typha angustifolia</i>	B	C	C
<i>Typha latifolia</i>	B	B	B
<i>Urtica dioica</i>	C	C	C
<i>Utricularia australis</i>	A	A	A
<i>Utricularia vulgaris</i>	A	A	A
<i>Veronica anagalis-aquatica</i>	B	B	B
<i>Veronica anagalloides</i>	B	B	B
<i>Veronica catenata</i>	B	B	B
<i>Wolfia arrhiza</i>	B	C	C
<i>Zanichellia palustris</i>	C	C	C