

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

Horvatovac 102a, Zagreb



Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije



Voditelj projekta:

prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević _____

Pročelnica Biološkog odsjeka PMF-a:

izv. prof. dr. sc. Sandra Radić Brkanac _____

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET

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

Horvatovac 102a

**Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno
promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske
ekoregije**

Voditelj projekta:

prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević

Biološki element kakvoće - makrozoobentos:

Voditelj projektnog tima:

prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević

Autori elaborata:

prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević
dr. sc. Ivana Pozojević
dr. sc. Natalija Vučković

Na terenu sudjelovali:

dr. sc. Ivana Pozojević
dr. sc. Natalija Vučković
Valentina Dorić, mag. biol. exp.
Mirjana Dimnjaković
Vladimir Bartovsky

Suradnici:

Valentina Dorić, mag. biol. exp.
izv. prof. dr.sc. Jasna Lajtner
Mario Rumišek, mag. oecol. et prot. nat.
doc. dr.sc. Marija Ivković

doc. dr. sc. Marina Vilenica
izv. prof. dr.sc. Ana Previšić
Marina Šumanović, mag. oecol. et prot. nat.
Ivana Grgić, mag. oecol.
prof. dr.sc. Sanja Gottstein
prof. dr.sc. Ivančica Ternjej
prof. dr.sc. Mladen Kerovec

Biološki element kakvoće – fitobentos:

Voditeljica projektnog tima:

izv. prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič

Autori elaborata:

izv. prof. dr. sc. Marija Gligora Udovič
doc. dr. sc. Petar Žutinić
Mirela Šušnjara, mag. oecol. et prot. nat.

Na terenu sudjelovali:

Mirela Šušnjara, mag. oecol. et prot. nat.
dr. sc. Ivana Pozojević
dr. sc. Natalija Vučković
Valentina Dorić, mag. biol. exp.
Mirjana Dimnjaković

Biološki element kakvoće – makrofita:

Voditelj projektnog tima:

prof. dr. sc. Antun Alegro

Autor elaborata:

prof. dr. sc. Antun Alegro

Na terenu sudjelovali:

prof. dr. sc. Antun Alegro
dr. sc. Nina Vuković
Vedran Šegota, dipl. ing. biol.
Nikola Koletić, mag. oecol. et prot. nat.
Anja Rimac, mag. biol. exp.

Biološki element kakvoće - ribe:

Voditelj projektnog tima:

prof. dr. sc. Davor Zanella

Autori elaborata:

doc. dr. sc. Ivana Buj

prof. dr. sc. Davor Zanella

izv. prof. dr. sc. Marko Čaleta

izv. prof. dr. sc. Perica Mustafić

doc. dr. sc. Zoran Marčić

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

Glavni stručnjak (voditelj) za razvoj metodologije:

doc. dr. sc. Ivana Buj

Glavni stručnjak (voditelj) za terenska istraživanja:

doc. dr. sc. Zoran Marčić

Na terenu sudjelovali:

Sven Horvatić, mag. biol. exp.

Roman Karlović, mag. biol. exp.

Siniša Vajdić, viši tehničar

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Pregled odgovarajućih CIS (Common Implementation Strategy) vodiča za provedbu Okvirne direktive o vodama	2
1.2. Pregled tipova, sustava tipizacije te nacionalnih metoda bioloških elemenata kakvoće i relevantnih pokazatelja/indeksa za ocjenu ekološkog potencijala tekućica i stajaćica (ribe), koje se koriste u zemljama članicama Europske unije	7
1.3. Pregled fizičkih promjena koje su uvjetovale proglašavanje vodnih tijela značajno promijenjenim u zemljama članicama Europske unije	10
1.4. Pregled Izvješća o zajedničkom razumijevanju u korištenju mjera ublažavanja za postizanje dobrog ekološkog potencijala za znatno promijenjena vodna tijela (WG ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies, Part 1: impacted by water storage)	13
1.5. Pregled Vodiča najbolje prakse za uspostavljanje koncentracija hranjivih tvari za održavanje dobrog ekološkog stanja (Best Practice Guide on establishing nutrient concentration to support good ecological status)	15
2. Utvrđivanje tipova umjetnih i znatno promijenjenih tijela površinskih voda – tekućica Panonske ekoregije	17
3. Baze podataka korištene prilikom izrade sustava ocjene ekološkog potencijala	18
3.1. Statistička obrada podataka	25
4. Prikaz bioloških metoda ocjene ekološkog potencijala za svaki biološki element kakvoće	26
4.1. Biološki element: Makrozoobentos	26
4.1.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji. 26	
4.1.1.1. Uzorkovanje	26
4.1.1.2. Laboratorijska obrada uzoraka	33
4.1.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala	36
4.1.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U UMJETNIM I ZNATNO PROMIJENJENIM VODNIM TIJELIMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA MAKROZOOBENTOSU	39
4.1.3.1. Određivanje i definiranje kriterija za postaje maksimalnog ekološkog potencijala	39
4.1.3.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja i ocjena ekološkog potencijala prema makrozoobentosu umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije	48
4.1.3.3. Analizirani pritisci i odziv zajednice makrozoobentosa	59
4.1.3.4. Opis zajednice makrozoobentosa u pojedinim kategorijama ekološkog potencijala	62
4.2. Biološki element: Fitobentos	66
4.2.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji. 66	
4.2.1.1. Uzorkovanje	66
4.2.1.2. Laboratorijska obrada uzoraka	69

4.2.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala	72
4.2.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U ZNATNO PROMIENJENIM I UMJETNIM VODNIM TIJELIMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA FITOBENTOSU.....	74
4.2.3.1. Ocjena ekološkog potencijala prema fitobentosu za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije	81
4.2.3.2. Odnosi Trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}) i Omjera ekološke kakvoće (OEK) sa osnovnim fizikalno-kemijskim pokazateljima; analizani pritisci i odaziv zajednice dijatomeja	92
4.2.3.3. Analiza strukturalne različitosti dijatomejskih zajednica na istraživanim postajama Panonske ekoregije	100
4.3. Biološki element: Makrofita	109
4.3.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji	109
4.3.1.1. Uzorkovanje	109
4.3.1.2. Laboratorijska obrada uzoraka.....	112
4.3.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala	114
4.3.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U ZNATNO PROMIENJENIM I UMJETNIM VODNIM TIJELIMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA MAKROFITIMA.....	115
4.3.3.1. Referentne zajednice makrofita u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije	116
4.3.3.2. Utvrđivanje granice klasa	121
4.3.3.3. Analizirani pritisci i odaziv zajednice makrofita	122
4.3.3.4. Ocjena ekološkog potencijala prema makrofitima za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije	124
4.4. Biološki element: Ribe	131
4.4.1. UMJETNE STAJAĆICE PANONSKE EKOREGIJE.....	131
4.4.1.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji	131
4.4.1.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih stajaćica....	132
4.4.1.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U UMJETNIM STAJAĆICAMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA RIBAMA.....	134
4.4.1.3.1. Odnosi pritisak-odgovor i metrike odabrane za izračune indeksa.....	139
4.4.1.3.2. Maksimalni i dobar ekološki potencijal umjetnih stajaćica Panonske ekoregije prema ribama	143
4.4.1.3.3. Izračunavanje indeksa/pokazatelja i ocjena ekološkog potencijala prema ribama umjetnih stajaćica Panonske ekoregije	143

4.4.1.3.4. Vrijednosti ekološkog potencijala utvrđene u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije te prijedlog mjera za ublažavanje pritisaka	145
4.4.2. UMJETNE I ZNATNO PROMIJENJENE TEKUĆICE PANONSKE EKOREGIJE.....	148
4.4.2.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji	148
4.4.2.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica panonske ekoregije	149
4.4.2.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA UMJETNIH I ZNATNO PROMIJENJENIH TEKUĆICA PANONSKE EKOREGIJE PREMA RIBAMA.....	152
4.4.2.3.1. Odnosi pritisak-odgovor i metrike odabrane za izračune indeksa u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije	156
4.4.2.3.2. Maksimalni i dobar ekološki potencijal umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije	166
4.4.2.3.3. Izračunavanje indeksa/pokazatelja i ocjena ekološkog potencijala prema ribama umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije.....	167
4.4.2.3.4. Vrijednosti ekološkog potencijala utvrđene u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije te prijedlog mjera za ublažavanje pritisaka.....	169
5. Prateći fizikalno-kemijski pokazatelji.....	178
5.1. Prijedlog graničnih vrijednosti za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje	178
6. ZAKLJUČAK.....	181
7. PRILOZI.....	189
PRILOG 1. Terenski protokol za uzorkovanje BEK fitobentos u tekućicama	190
PRILOG 2. Indikatorske vrste makrofita prema zajednicama (BN – Berula-Nasturtium tip, Sp – Nuphar-Sparganium tip, My – Myriophyllum tip, Po – Potamogeton tip)	192
PRILOG 3. Granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja polazeći od 25-tog percentila alternativnih referentnih postaja kao granice maksimalnog ekološkog potencijala te 75-tog percentila kao donje granice dobrog ekološkog potencijala	197
PRILOG 4. Granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja polazeći od medijana alternativnih referentnih postaja kao granice maksimalnog ekološkog potencijala	201

Ugovorom (Klasa: 325-01/17-10/166 Urbroj: 374-1-2-18-10, Evid. broj ugovora: 10-010/18) od 16. travnja 2018. godine sklopljenim između HRVATSKIH VODA, pravne osobe za upravljanje vodama iz Zagreba i PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKOG FAKULTETA Sveučilišta u Zagrebu ugovorene su usluge razvoja klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala za tekućice Panonske ekoregije za biološke elemente, kao i za stajaćice Panonske ekoregije na temelju riba kao biološkog elementa. Projektni zadatak odnosi se na projekt razvoja klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala za tekućice Panonske ekoregije, točnije uspostavljanje metoda i alata za ocjenu ekološkog potencijala s obzirom na biološke i fizikalno-kemijske elemente kakvoće. Biološki elementi kakvoće za koje se razvija i izrađuje klasifikacijski sustav u ovom projektu, definirani su u Okvirnoj direktivi o vodama, odnosno Uredbi o standardu kakvoće voda, a to su fitobentos, makrofitna, makrozoobentos i ribe za tekućice, dok su ribe jedini biološki element za koji se, u okviru ovog projektnog zadatka, razvija sustav ekološkog potencijala za stajaćice, s obzirom da je za ostale biološke elemente već razvijen.

1. Uvod

Fizikalno-kemijska te hidrološka i morfološka obilježja slatkih voda imaju krucijalan utjecaj na biološka zajednice, te se krajem prošlog stoljeća u znanstvenim krugovima zagovara integralan pristup u ocjenjivanju kakvoće voda. Od kraja 2000. godine i uvođenjem Okvirne direktive o vodama (ODV, 2000) EU, temeljem novih znanstvenih spoznaja iz područja ekologije kopnenih voda, biološka obilježja i zajednice postaju ključne u određivanju ekološkog stanja. Prema ODV biološki elementi kakvoće (BEK) - makrozoobentos, fitobentos, makrofita i ribe čine bazu za određivanje ekološkog stanja tekućica, a osnovni-fizikalno kemijski elementi i hidromorfološki elementi su suportivni elementi. Biološke zajednice su dobri pokazatelji kakvoće vode jer odražavaju uvjete okoliša tijekom duljeg razdoblja i ne zahtijevaju učestalo uzorkovanje. Poradi zahtjeva ODV, u zemljama EU razvijeni su sasvim novi modeli i sustavi ocjene ekološkog stanja/potencijala temeljem BEK. Sustavi ocjene razvijaju se za različite tipove rijeka, jezera, prijelaznih i priobalnih voda te se inkorporiraju u monitoring programe, čiji rezultati predstavljaju bazu za donošenje odluka za provedbu mjera u Planovima upravljanja vodnim područjima.

Prilikom ocjene ekološkog potencijala tekućica primjenjuju se isti BEK, ali je prisutna značajna razlika u pristupu pri određivanju referentnih uvjeta, odnosno maksimalnog ekološkog potencijala, koji čine osnovu svakog biološkog sustava ocjene slatkih voda.

Iako su referentni uvjeti definirani isključivo za prirodna vodna tijela, ocjenu stanja prema ODV potrebno je dati i za umjetna, kao i za znatno promijenjena vodna tijela čije su hidromorfološke značajke uslijed namjene znatno promijenjene u odnosu na prirodno stanje. Zbog specifičnosti gospodarenja i korištenja, za takva vodna tijela, umjesto dobrog ekološkog stanja ODV određuje postizanje dobrog ekološkog potencijala (engl. *good ecological potential*, GEP). Slično dobrom ekološkom stanju, dobar ekološki potencijal je relativna mjera gdje maksimalni ekološki potencijal vodnog tijela (engl. *maximum ecological potential*, MEP) predstavlja referentno stanje.

Prema točki 1.1.5. Priloga V. ODV na umjetna i znatno promijenjena vodna tijela primjenjuju se elementi za određivanje stanja onih prirodnih vodnih tijela koja su im najbližija.

Prema članku 4. stavku 3. točki (a) ODV države članice mogu odrediti tijelo površinske vode kao umjetno (UVT) ili znatno promijenjeno (ZPVT) kada promjene hidromorfoloških značajki tog tijela potrebne za postizanje dobrog ekološkog stanja imaju značajne negativne posljedice na:

- širi okoliš
- plovidbu, uključujući lučka postrojenja, ili rekreaciju
- djelatnosti radi kojih se voda akumulira, kao što su opskrba pitkom vodom, energetika ili navodnjavanje
- regulaciju voda, obranu od poplava, odvodnju
- druge jednako važne održive ljudske razvojne aktivnosti.

1.1. Pregled odgovarajućih CIS (Common Implementation Strategy) vodiča za provedbu Okvirne direktive o vodama

U provedbi ODV države članice, Komisija, zemlje kandidatkinje i zemlje Europskoga gospodarskog prostora te dionici nailaze na brojne zajedničke poteškoće. Osim toga, mnogi su europski riječni slivovi međunarodni, prelaze upravne i državne granice pa su zajedničko razumijevanje i pristup ključni za uspješnu i djelotvornu provedbu ODV. Kako bi se na poteškoće odgovorilo koordiniranom suradnjom, države članice, Norveška i Europska komisija dogovorile su se oko Zajedničke provedbene strategije (engl. *Common Implementation Strategy*, CIS). Aktivnosti provedene od 2001. u okviru CIS-a bile su usmjerene na dosljednu i usklađenu provedbu ODV. Fokus je bio na metodološkim pitanjima povezanima sa zajedničkim razumijevanjem tehničkih i znanstvenih implikacija. U tom je kontekstu od 2001. organiziran niz radnih skupina i zajedničkih aktivnosti. Jedna od prvih radnih skupina uspostavljenih u okviru CIS-a bila je usmjerena na pitanja povezana s utvrđivanjem i određivanjem znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela, uključujući definiranje dobrog ekološkog potencijala. Dakle, ODV daje okvire za zaštitu i upravljanje vodama, a detaljnija pojašnjenja, metodologija prikupljanja, analize i formatiranja podataka definirani su kroz rad CIS stručnih skupina te u objavljenim vodičima. Do sada je objavljeno 37 CIS vodiča. Najrelevantniji CIS vodiči za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela su podebljani

(https://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/facts_figures/guidance_docs_en.htm):

CIS vodič br. 1- Zajednička strategija implementacije Okvirne direktive o vodama (2000/60/EC)

CIS vodič br. 2 - Identifikacija vodnih tijela

CIS vodič br. 3 - Analiza pritisaka i utjecaja

CIS vodič br. 4 - Identifikacija i određivanje znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela

CIS vodič br. 5 - Prijelazne i priobalne vode - Tipologija, referentni uvjeti i klasifikacijski sustavi

CIS vodič br. 6 - Uspostavljanje interkalibracijske mreže i procesa interkalibracijske vježbe

CIS vodič br. 7 - Monitoring u skladu sa Okvirnom direktivom o vodama

CIS vodič br. 8 - Sudjelovanje javnosti u odnosu na Okvirnu direktivu o vodama

CIS vodič br. 9 - Implementacija elemenata Geografskog Informacijskog Sustava (GIS) Okvirne direktive o vodama

CIS vodič br. 10 - Rijeke i jezera -Tipologija, referentni uvjeti i klasifikacijski sustavi

CIS vodič br. 11 - Procesi planiranja

CIS vodič br. 12 - Horizontalni vodič o ulozi močvara u Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 13 - Sveobuhvatan pristup klasifikaciji ekološkog stanja i ekološkog potencijala

CIS vodič br. 14 - Upute o postupku interkalibracije 2004.-2006.

CIS vodič br. 15 - Vodič o monitoringu podzemnih voda

CIS vodič br. 16 - Vodič o podzemnim vodama u zaštićenim područjima namijenjene zahvaćanju vode za piće

CIS vodič br. 17 - Vodič o sprečavanju ili ograničavanju izravnih i neizravnih unosa u kontekstu Direktive o podzemnim vodama 2006/118/EC

CIS vodič br. 18 - Vodič o stanju podzemnih voda i ocjeni trenda

CIS vodič br. 19 - Vodič o kemijskom praćenju podzemnih voda prema Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 20 - Vodič o izuzecima od ciljeva zaštite okoliša

CIS vodič br. 21 - Vodič o izvješćivanju prema Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 22 - Ažurirani vodič o primjeni elemenata Geografskog sustava informacija (GIS) EU vodne politike

CIS vodič br. 23 - Vodič o ocjeni eutrofikacije u kontekstu europskih vodnih politika

CIS vodič br. 24 - Upravljanje riječnim slivovima u klimatskim promjenama

CIS vodič br. 25 - Vodič o kemijskom praćenju sedimenta i biote prema Okvirnoj direktivi o vodama

CIS vodič br. 26 - Vodič o ocjeni rizika i korištenju konceptualnih modela za podzemne vode

CIS vodič br. 27 - Tehnički vodič o izvođenju standarda kakvoće okoliša

CIS vodič br. 28 - Priprema popisa emisija i ispuštanja prioriternih i opasnih tvari

CIS vodič br. 29 - Izvješćivanje prema Direktivi o poplavama (2007/60/EC)

CIS vodič br. 30 - Postupak za prilagođavanje novih ili ažuriranih klasifikacijskih metoda rezultatima završene interkalibracijske vježbe

CIS vodič br. 31 - Ekološki protoci u implementaciji Okvirne direktive o vodama

CIS vodič br. 32 - Monitoring biote

CIS vodič br. 33 – Analitičke metode za monitoring biote

CIS vodič br. 34 - Primjena vodnih bilanci u potpori provedbe ODV

CIS vodič br. 35 – Vodič za izvještavanje prema WFD, 2016

CIS vodič br. 36 - Izuzeća od postizanja okolišnih ciljeva u skladu s člankom 4. stavkom 7. Nove promjene fizičkih svojstava površinskih voda, promjene razine podzemnih voda ili nove ljudske aktivnosti u području održivog razvoja

CIS vodič br. 37 - Koraci za definiranje i procjenu ekološkog potencijala za poboljšanje usporedivosti znatno promijenjenih vodnih tijela

CIS vodič br. 4

U CIS vodiču br. 4 (WFD CIS 4, 2003) sažeti su ključni aspekti koje treba uzeti u obzir pri određivanju znatno promijenjenih vodnih tijela, kako bi se dao jasan kontekst za definiranje maksimalnog i dobrog ekološkog potencijala (MEP i GEP). Znatno promijenjenom vodnom tijelu po samoj je definiciji bitno promijenjen karakter kao rezultat fizičke promjene koja je posljedica održive ljudske aktivnosti. Zbog toga ne može dosegnuti dobro ekološko stanje te ga nije moguće obnoviti bez značajnih negativnih posljedica na upotrebu vodnog tijela ili širi okoliš.

U svrhu privremenog utvrđivanja znatno promijenjenih vodnih tijela nepostizanje dobrog ekološkog stanja posljedica je fizičkih promjena hidromorfoloških značajki vodnog tijela. Ono ne smije biti posljedica drugih utjecaja, kao što su fizičko-kemijski utjecaji, osim ako su ti utjecaji izravno povezani s fizičkim promjenama. Promjena karaktera mora biti dovoljno opsežna da sprečava postizanje dobrog ekološkog stanja. Za to su potrebne metode procjene osjetljive na hidromorfološke promjene. Za otkrivanje tih promjena potrebna je procjena hidromorfološkom metodom, koja obuhvaća cijelu ljestvicu (Smjernice CIS-a br. 4, 6. korak) i pravilno razmatranje vremenske dimenzije procesa. Akumulacije nastale izgradnjom brana na rijeci, obično su jasni slučajevi vodnih tijela s bitno promijenjenim karakterom i u smislu morfologije i hidrologije, što dovodi čak i do promjene najbliže usporedive kategorije vode (vodna tijela koja se iz rijeke promijene u jezero). Takva su vodna tijela obično određena kao znatno promijenjena vodna tijela.

No, ne može svaka ljudska razvojna aktivnost automatski upotrijebiti kao razlog za određivanje znatno promijenjenog vodnog tijela. Ljudske razvojne aktivnosti u kontekstu određivanja znatno promijenjenog vodnog tijela trebale bi biti važne i održive aktivnosti koje su još u tijeku, u skladu s člankom 4. stavkom 3.

točkom (a) ODV. One stoga trebaju donijeti znatne društvene koristi i omogućiti smanjenje negativnih utjecaja na okoliš. U slučajevima privremenih i kratkoročnih bitnih hidroloških promjena i promjena koje se lako mogu vratiti u prvobitno stanje, prirodu vodnog tijela ne treba smatrati bitno promijenjenom. Vodno tijelo stoga bi trebalo smatrati prirodnim, a okolišni cilj trebalo bi biti dobro stanje.

Na temelju Smjernica CIS-a br. 4, dobar ekološki potencijal definira se temeljem referentnog pristupa. Referentni pristup podrazumijeva određivanje referentnih uvjeta za relevantne elemente kakvoće prema odgovarajućoj kategoriji i tipu prirodnog vodnog tijela. Prvo je potrebno uspostaviti najbolje moguće hidromorfološko stanje, tj. uspostaviti onakve hidromorfološke uvjete koji bi postojali u slučaju da su provedene sve mjere ublažavanja u cilju postizanja ekološkog kontinuuma. Navedene mjere ne smiju imati negativan utjecaj na namjenu vodnog tijela ili na širi okoliš. Također, mjere moraju osigurati najbolju aproksimaciju ekološkog kontinuuma, posebno s obzirom na migraciju faune i odgovarajuća mrjestilišta, adekvatnu kvalitetu i kvantitetu staništa koja osiguravaju funkcioniranje ekosustava i longitudinalnu i lateralnu povezanost vodnih tijela. U skladu s takvim hidromorfološkim uvjetima se potom uspostavljaju fizikalno-kemijski i biološki elementi kakvoće na temelju pokazatelja usporedivog prirodnog vodnog tijela.

Maksimalni ekološki potencijal za znatno promijenjena vodna tijela odnosi se na vrijednosti BEK čije se ostvarenje očekuje nakon provedbe svih mjera ublažavanja koje su relevantne za određene hidromorfološke promjene te su ekološki djelotvorne u fizičkom kontekstu vodnog tijela i nemaju značajne negativne posljedice na upotrebu ili širi okoliš. Dobar ekološki potencijal definira se kao manja promjena u odnosu na biološke vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala.

Potreba da se svakih šest godina preispita određivanje znatno promijenjenih vodnih tijela i određivanje dobrog ekološkog potencijala za određena vodna tijela navedena je u ODV te u Smjernicama CIS-a br. 4. Utvrđivanje i određivanje znatno promijenjenih vodnih tijela nije „jednokratno” postupak i ODV predviđa fleksibilnost u smislu prilagodbe određivanja kako bi se u obzir uzele okolišne, socijalne i gospodarske promjene do kojih dolazi s vremenom. Znatno promijenjeno vodno tijelo i dobar ekološki potencijal mogu se promijeniti i zato njihov okolišni cilj treba prilagoditi novim spoznajama i rezultatima mjera primijenjenih tijekom ciklusa planiranja.

CIS vodič br. 13

Vodič (WFD CIS 13, 2003) daje opće smjernice u procjeni ekološkog stanja i potencijala koja vodi sveobuhvatnoj ekološkoj klasifikaciji vodnih tijela prema ODV. U ovom vodiču nalaze se i smjernice o tumačenju izraza „manje promjene” s obzirom na uvjete (specifične za određeni tip) utvrđene za BEK makrozoobentos, u dobrom stanju:

- dopuštene su samo manje promjene u sastavu i bogatstvu,
- dopuštene su samo manje promjene u omjeru taksonomskih elemenata osjetljivih i neosjetljivih na poremećaje i
- dopušteni su samo manji znakovi promjene u pogledu stupnja raznolikosti.

Kad je riječ o „manjim promjenama”, znatno promijenjena vodna tijela trebala bi slijediti ista načela kao i prirodna vodna tijela, pri čemu je funkcioniranje ekosustava preduvjet da bi vodno tijelo imalo dobar ekološki potencijal. „Manja promjena” ne može biti ista kao i privremeni ili potpuni izostanak ili velika promjena BEK relevantnih za najbliže usporedivu kategoriju ili tip vode. „Manje promjene” bioloških elemenata kakvoće moraju pratiti odgovarajući uvjeti u popratnim elementima kakvoće (npr. protok, staništa, kontinuitet). Kad je riječ o ekološkom kontinuumu, „manja promjena” znači da bi trebalo osigurati stanje slično stanju najbližeg ekološkog kontinuuma.

CIS vodič br. 37

Trenutno na području EU ne postoji jedinstvena metodologija monitoringa znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela. Također, ne postoji jedinstvena klasifikacija ili način određivanja maksimalnog ekološkog potencijala i dobrog ekološkog potencijala. Definicija ekološkog potencijala predmet je opsežnih rasprava između država članica i Europske komisije u kontekstu CIS-a. Definiranje ekološkog potencijala izazovna je i složena tema u provedbi ODV pa je svrha najnovijih Smjernica br. 37 (WFD CIS 17, 2019), dati dopunske upute i dodatno pojašnjenje uzimajući u obzir iskustvo država članica u određivanju znatno promijenjenih vodnih tijela i definiranju dobrog ekološkog potencijala tijekom prvog i drugog ciklusa planiranja upravljanja riječnim slivovima. Dobar ekološki potencijal povremeno bi trebalo ponovno provjeriti, s obzirom na mogućnost proširenja znanja i stručnosti te radi eventualnih promjena gospodarskih aspekata.

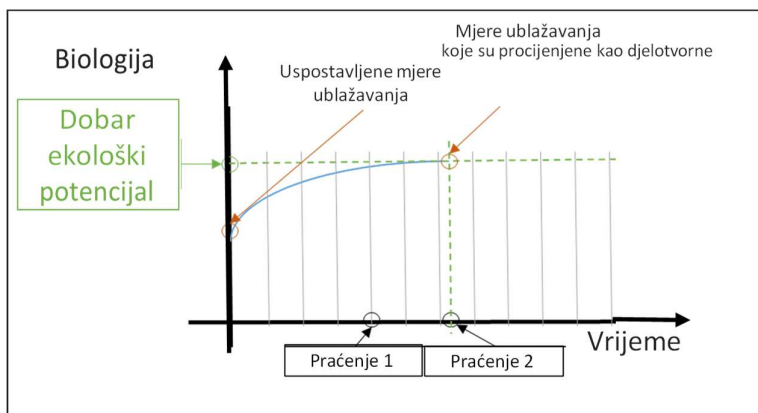
„Referentni pristup CIS-a” i „pristup s mjerama ublažavanja” (tzv. „praška metoda”) relevantne su opcije za definiranje ekološkog potencijala (Kampa i Kranz, 2005.) jer se u oba slučaja dobar ekološki potencijal utvrđuje usporedbom s ekološkom ciljevima i funkcijama. U pristupu s mjerama ublažavanja dobar ekološki potencijal izvodi se iz mjera ublažavanja, a u referentnom pristupu iz vrijednosti BEK pri maksimalnom ekološkom potencijalu.

Referentni pristup definiran je na temelju Smjernica CIS-a br. 4 (vidi potpoglavlje CIS vodič br. 4).

Pristup s mjerama ublažavanja (alternativni ili praški pristup): ovaj je pristup dogovoren na radionici CIS-a o hidromorfologiji održanoj 2005. i predstavlja alternativnu metodu za definiranje dobrog ekološkog potencijala (Kampa i Kranz, 2005.). Ovaj pristup temelji se na definiciji GEP-a pomoću identifikacije mjera ublažavanja.

Oba pristupa trebala bi dovesti do usporedivih rezultata u ekološkom pogledu. Referentni pristup izravnije slijedi zahtjeve ODV, ali pristup mjera ublažavanja može se poduzeti u skladu sa zahtjevima ODV ako se provede definiranje hidromorfoloških i bioloških uvjeta i usporedba MEP-a i GEP-a.

CIS vodič br. 37 posebnu pažnju poklanja mjerama ublažavanja. Kako bi se procijenili učinci bilo kakvih mjera ublažavanja koje su već uspostavljene i potreba za daljnjim mjerama ublažavanja, trebalo bi pratiti ekološki potencijal znatno promijenjenog vodnog tijela (Slika 1.1.-1.).



Slika 1.1.-1. Praćenje radi klasifikacije ekološkog potencijala znatno promijenjenog vodnog tijela i procjene učinaka mjera ublažavanja.

Budući da je dobar ekološki potencijal prognoza, praćenjem je potrebno mjeriti odgovor bioloških zajednica na provedene mjere. Praćenje je potrebno provoditi u vrijeme kad se očekuje da su mjere djelotvorne (Praćenje 2 na slici 1.1.-1.). Te vrijednosti, izvedene iz praćenja, odgovaraju točnim vrijednostima za dobar ekološki potencijal (zelena liniju koja prikazuje biološku vrijednost za dobar ekološki potencijal, slika 1.1.-1.) nakon što mjere postanu djelotvorne. Međutim, može biti važno i ranije praćenje kako bi se otkrio napredak (Praćenje 1, slika 1.1.-1.). Ako je biološka reakcija drukčija od predviđene, mora biti dovoljno prostora za prilagodljivo upravljanje koje će dovesti do promjene mjera ublažavanja ili cilja ili i jednog i drugog.

Ako rezultati praćenja (BEK ili, kao zamjena, popratnih elemenata kakvoće) pokažu da je ekološki potencijal umjereno dobar ili niži, moraju se uvesti mjere ublažavanja kako bi se ostvario dobar ekološki potencijal. Pri osmišljavanju mjera treba utvrditi hidromorfološke procese te isplanirati mjere za ublažavanje hidromorfoloških utjecaja i obnovu ekoloških procesa.

WFD CIS 37 (2019) potvrđuje da interkalibracija ekološkog potencijala nije moguća kao u slučaju prirodnih vodnih tijela, no navodi da je moguće ostvariti usporedivost rezultata klasifikacije među državama članicama, ako se slijede smjernice koje su detaljno opisane u dokumentu i koristi javno dostupna online knjižnica mjera ublažavanja. Nastala na temelju dobre prakse država članica, knjižnica opisuje tipične implikacije različitih vrsta fizičkih promjena i predlaže ključne mjere ublažavanja za različite namjene i kategorije vodnih tijela (rijeke, jezera / akumulacije, prijelazne / obalne vode). Kako bi se osigurala usporedivost rezultata klasifikacije ekološkog potencijala, države članice moraju razviti nacionalnu, regionalnu ili specifičnu metodu za definiranje GEP-a, vodeći računa o lokalnim uvjetima i specifičnostima.

Nastavno na CIS vodič br. 37, tijekom 2020. Radna skupina ECOSTAT od zemalja članica zahtijeva da ispune upitnike uključujući i opise metoda koje pojedine zemlje članice koriste prilikom određivanja MEP i GEP. Svrha navedenog postupka bila je opis i usporedba nacionalnih metoda za utvrđivanje MEP i GEP na temelju zahtjeva iz ODV. U slijedećem koraku procijeniti će se usporedivost pristupa država članica. To će omogućiti utvrđivanje dobre prakse, potporu dobroj provedbi zahtjeva iz ODV u pogledu dobrog ekološkog potencijala, ispitivanje usporedivih pristupa i utvrđivanje razlika u tumačenju/provedbi koje onemogućuju usporedivost (npr. različita tumačenja „stanja najbližeg ekološkom kontinuumu” ili različita tumačenja potrebnih minimalnih zahtjeva).

Literatura

Kampa, E., Kranz, N. 2005. Workshop “WFD & Hydromorphology” (Radionica „Okvirna direktiva o vodama i hidromorfologija”), 17. – 19. listopada 2005., Prag. Sažeto izvješće CIS-a.

Okvirna direktiva o vodama 2000/60/EC 2000. Water Framework Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal of the European Communities.

WFD CIS Guidance Document No 4, 2003. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

WFD CIS Guidance Document No 13, 2003. Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

WFD CIS Guidance Document No 37, 2019. Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of Heavily Modified Water Bodies.

1.2. Pregled tipova, sustava tipizacije te nacionalnih metoda bioloških elemenata kakvoće i relevantnih pokazatelja/indeksa za ocjenu ekološkog potencijala tekućica i stajaćica (ribe), koje se koriste u zemljama članicama Europske unije

Trenutno na području EU ne postoji jedinstvena metodologija monitoringa znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela. Također, ne postoji jedinstvena klasifikacija ili način određivanja MEP i GEP (Halleraker i sur., 2016). Tijekom 2020. ECOSTAT je od zemalja članica zahtijevao ispunjavanje upitnika uključujući i opise metoda koje pojedine zemlje članice koriste prilikom određivanja MEP i GEP. Svrha navedenog postupka bila je opis i usporedba nacionalnih metoda za utvrđivanje MEP i GEP na temelju zahtjeva iz ODV.

Generalno, temeljem trenutno dostupnih podataka, prilikom ocjene ekološkog potencijala države članice primjenjuju dva pristupa.

Prvi pristup podrazumijeva da se znatno promijenjenim i umjetnim vodnim tijelima pridruže najbliži prirodni tipovi voda. Kada se načini navedena poveznica, pristupa se izradi sustava ocjene ekološkog potencijala koji ima smanjene okolišne zahtjeve u odnosu na ocjenu ekološkog stanja. Navedeni princip primjenjuje se primjerice u Njemačkoj (Cron i sur., 2018), gdje se 77% federalnih plovnih puteva nalazi na ZPVT i UVT koja imaju direktnu poveznicu s prirodnim tipovima rijeka (Tablica 1.2.-1.). Manje od 1% navedenih vodnih tijela zadovoljava uvjete dobrog ekološkog potencijala.

Tablica 1.2.-1. Postotni udio znatno promijenjenih vodnih tijela (ZPVT) i umjetnih vodnih tijela (UVT) na federalnim plovniim putevima i pridruženi prirodni tipovi rijeka.

Tip rijeke	Opis tipa	udio ZPVT i UVT (%)
10	Velike rijeke sa šljunkovitim supstratom	43.2
9.2	Velike gorske rijeke	12.9
20	Vrlo velike rijeke s pjeskovitim supstratom	11.5
15	Srednje velike rijeke s ilovačom i pjeskovitim supstratom	11.1
22.2	Velike rijeke s močvarnim područjem	7.5
17	Nizinske rijeke sa šljunkovitim supstratom	3.2
22.1	Rijeke s močvarnim područjem	2.5
15_G	Velike rijeke s ilovačom i pjeskovitim supstratom	2.1
21	Rijeke koje se opskrbljuju vodom iz jezera	1.3
12	Rijeke bogate organskim tvarima	0.3
22.3	Vrlo velike rijeke s močvarnim područjem	0.7
23	Prijelazne vode Baltičkog mora	0.4

U Sloveniji je 2015. objavljen elaborat kojem je bio osnovni cilj povezivanje ZPVT i UVT s prirodnih tipovima voda (Urbanič i sur., 2015). Tako je primjerice uz tekućice vezano 11 tipova ZPVT i UVT, s time da 7 vodnih tijela otpada na akumulacije čije je vrijeme zadržavanja vode kraće od 1 dana te su svrstane u kategoriju rijeke. Navedeni elaborat bio je podloga za izradu sustava ocjene ekološkog potencijala koji, po našim saznanjima, još uvijek nije završen.

Drugi pristup temelji se na pristupu primjene mjera ublažavanja. Navedeni pristup primjenjuje su u Ujedinjenom Kraljevstvu. U prvom ciklusu upravljanja riječnim slivovima, klasifikacija UVT i ZPVT bazirala se na dvije kategorije: vodna tijela koja su ispunila cilj dobrog ekološkog potencijala i ona koja nisu ispunila taj cilj (UKTAG Guidance, 2008). Klasifikacija ekološkog potencijala temelji se na procjeni jesu li poduzete sve propisane mjere za ublažavanje znatno promijenjenih ili umjetnih vodnih tijela. Prema metodologiji, vodno tijelo ima dobar ekološki potencijal ako su poduzete sve propisane mjere ublažavanja za utvrđene utjecaja,

osim onih koje nisu izvedive s obzirom na karakteristike vodnog tijela te onih mjera koje imaju značajan štetni utjecaj na namjenu ili na širi okoliš. U slučajevima gdje nisu poduzete sve propisane mjere, određeno je da vodno tijelo ne zadovoljava dobar ekološki potencijal.

U Ujedinjenom Kraljevstvu razvijena je i metodologija za klasifikaciju ekološkog potencijala plovnih kanala (SNIFFER, 2012). Kanali su podijeljeni u kategorije prema širini korita i opterećenosti prometom, uz popis iznimaka koje ne ulaze u tu klasifikaciju (geološki ograničeni kanali, kanali u urbanim i industrijskim područjima, povišeni kanali s čvrstim nasipima, kanali uz cestu i željezničku prugu i sl.). Hidromorfološki monitoring se prvenstveno oslanja na lateralnu povezanost korita i riparijske zone, budući da se u ODV naglašava važnost ekološkog kontinuuma. Elementi koji se ocjenjuju su: struktura lijeve i desne obale (utvrđena ili meka, postojanje drvenaste vegetacije), sidrišta, dubina kanala (prolazak brodova ne smije narušavati dno korita) i postojanje sidrišta izvan kanala. Ocjene imaju različitu težinu za različite kategorije kanala, a hidromorfološki ekološki potencijal (MEP, GEP ili <GEP) se određuje prema zbroju ocjena za svaki element. Konačna ocjena ekološkog potencijala određuje se prema najnižoj vrijednosti bioloških, fizikalno-kemijskih i hidromorfoloških elemenata (za biološku i fizikalno-kemijsku grupu postoji više elemenata, a za hidromorfologiju postoji jedinstvena ocjena).

U Austriji se riblji fond koristi za definiranje ekološkog potencijala (Eberstaller i sur., 2009). Osnovni cilj je samoodrživa zajednica riba s dovoljno biomase koja je bliska zajednicama tipičnima za najbliže usporedivo vodno tijelo. Da bi se ostvario maksimalan, odnosno dobar ekološki potencijal valja poduzeti sljedeće korake:

1. Utvrđivanje tehnički izvedivih mjera za odgovarajuće vodno tijelo koje nemaju značajne štetne učinke na namjenu.
2. Biološki učinci određenih mjera. Procjena stanišnih uvjeta i poboljšanja za ciljane populacije riba (definiranje maksimalnog ekološkog potencijala).
3. Određivanje dozvoljenih odstupanja od uvjeta maksimalnog potencijala (definiranje dobrog ekološkog potencijala).
4. Odabir mjera.

Literatura

Cron, N., Quick, I., Zumbroich, T. 2018. Assessing and predicting the hydromorphological and ecological quality of federal waterways in Germany: development of a methodological framework. *Hydrobiologia* 814: 75–87.

Eberstaller, J., Köck, J., Haunschmid, R., Jagsch, A., Ratschan, C., Zauner, G. 2009. Leitfaden zur Bewertung erheblich veränderter Gewässer – Biologische Definition des guten ökologischen Potentials. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Halleraker, J. H., van de Bund, W., Bussettini, M., Gosling, R., Döbbelt-Grüne, S., Hensman, J., Kling, J., Koller-Kreimel, V., Pollard P. 2016. Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies - Part 1: Impacted by water storage.

SNIFFER (Scotland & Northern Ireland Forum for Environmental Research) 2012. A system for classifying the ecological potential of UK and Irish canals.

UKTAG Guidance, 200. Guidance on the Classification of Ecological Potential for Heavily Modified Water Bodies and Artificial Water Bodies

Urbanič, G. i sur. 2015. Tipologija umetnih in mocno preoblikovanih vodnih teles, ki so določena s Pravilnikom o vodnih telesih površinskih voda (Ur. l. RS 63/05, 26/06, 32/11). Inštitut za vode Republike Slovenije.

1.3. Pregled fizičkih promjena koje su uvjetovale proglašavanje vodnih tijela značajno promijenjenim u zemljama članicama Europske unije

U prvom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima države članice jasno su utvrdile nekoliko ljudskih razvojnih aktivnosti (upotrebe vode) povezanih s određivanjem znatno promijenjenih vodnih tijela, kao što su zadržavanje vode, obrana od poplava i plovidba, koje su u skladu s člankom 4. stavkom 3. točkom (a) ODV. Međutim, nekoliko drugih ljudskih razvojnih aktivnosti povezanih s određivanjem znatno promijenjenih vodnih tijela nije tako jasno utvrđeno ili izričito navedeno u članku 4. stavku 3. Na primjer, nije bilo jasno odnosi li se poljoprivreda na odvodnju ili druge aktivnosti. Osim toga, u prvom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima nije bilo obvezno podrobno izvješćivanje u sustavu WISE o specifičnim ljudskim aktivnostima (upotrebama vode) i fizičkim promjenama povezanim s određivanjem svakog znatno promijenjenog vodnog tijela.

U nastavku se objašnjava opseg šireg okoliša i fizičkih promjena povezanih s održivim ljudskim razvojnim aktivnostima (upotrebe) na temelju članka 4. stavka 3. točke (a) ODV, što je jedan od kriterija za određivanje vodnih tijela kao znatno promijenjenih te o čemu se posljednjih godina govorilo u kontekstu aktivnosti CIS-a u vezi s hidromorfologijom.

- Širi okoliš odnosi se na prirodni i ljudski okoliš, uključujući arheologiju, baštinu, krajolik i geomorfologiju (CIS vodič br. 4). Specifični aspekti koje bi trebalo uzeti u obzir mogu uključivati objekte kulturne baštine i kulturno nasljeđe (npr. splavnica koja se više ne upotrebljava za upravljanje vodama, ali je zaštićena zakonodavstvom o baštini), područja i zaštićene vrste mreže Natura 2000, druga mjesta od nacionalne ili lokalne važnosti i širu bioraznolikost. U svrhu određivanja znatno promijenjenih vodnih tijela relevantni aspekti šireg okoliša trebali bi biti povezani s bitnim promjenama hidromorfološkog karaktera vodnog tijela. Drugi aspekti koji nisu povezani s bitnim promjenama hidromorfološke prirode, kao što je neformalna rekreacija za koju nije potrebna infrastruktura (npr. kanui, udičarenje) ipak mogu postati relevantni u kasnijoj fazi postupka, kada se određuje hoće li mjere ublažavanja za definiranje dobrog ekološkog potencijala znatno utjecati na širi okoliš.
- Fizičke promjene povezane s plovidbom odnose se na strukture koje su izgradili ljudi, kao što su lučka infrastruktura, brodske prevodnice i fizičke promjene vodnih tijela, kao što je jaružanje, u svrhu komercijalne, rekreacijske (npr. jedrenje) i vojne plovidbe. Infrastruktura za plovidbu prvenstveno omogućuje prijevoz robe ili putnika.
- Fizičke promjene povezane sa zadržavanjem vode odnose se na veće strukture (akumulacije nastale izgradnjom brana) za akumuliranje vode za korisnu upotrebu, kao što je opskrba vodom (u industrijske svrhe ili za piće), obrana od poplava, proizvodnja energije ili navodnjavanje.

Međutim, zadržavanje vode može donijeti i niz drugih koristi i/ili služiti za druge upotrebe, uključujući opskrbu industrijskom vodom, akvakulturu, rekreacijske upotrebe i plovidbu. Takve konstrukcije mogu uključivati dovodne kanale zahvaćanja i brane u rijekama ili jezerima/akumulacijama za trajno dugoročnije zadržavanje površinske vode.

- Fizičke promjene povezane sa zaštitom od poplava odnose se na sve strukture usmjerene na sprečavanje ili smanjenje štetnih posljedica poplava, uključujući mjere usmjerene na vegetaciju i sedimente. Poplave se definiraju kao „privremena pokrivenost vodom zemljišta koje obično nije prekriveno vodom”. To uključuje poplave koje uzrokuju rijeke, gorski potoci, bujični vodotoci te poplave koje uzrokuje more u priobalnim područjima, a može isključivati poplave iz kanalizacijskih sustava. Zaštita od poplava predstavlja hidromorfološke pritiske koji su posljedica upotrebe obrane od poplava. Obranom od poplava mogu se zaštititi gradska i poljoprivredna područja ili važna infrastruktura, a to može dovesti do gradnje kanala, poravnania oblika rijeke, učvršćivanja obale i dna itd. Kako je prethodno navedeno, ne može se svaka ljudska aktivnost obrane od poplava automatski upotrijebiti kao razlog za određivanje vodnog tijela kao znatno

promijenjenog. Mora se dokazati da je aktivnost zaštite od poplava održiva i da se korisni ciljevi ne mogu postići drugim sredstvima koja su znatno bolja ekološka opcija. Na primjer, zaštita od poplava za obranu pašnjaka možda neće automatski biti valjan razlog za određenje vodnog tijela kao znatno promijenjenog.

- Fizičke promjene povezane s odvodnjom odnose se na strukture koje su izgradili ljudi ili fizičke promjene (gradnja kanala, ustava) vodnih tijela kako bi se poboljšalo određeno zemljišno područje za određenu svrhu, kao što je poljoprivreda, šumarstvo, urbanizacija ili turizam. Odvodnja se odnosi na promjenu funkcije odvodnje, obično uklanjanjem viška vode iz tla kako bi se snizila razina podzemne vode.

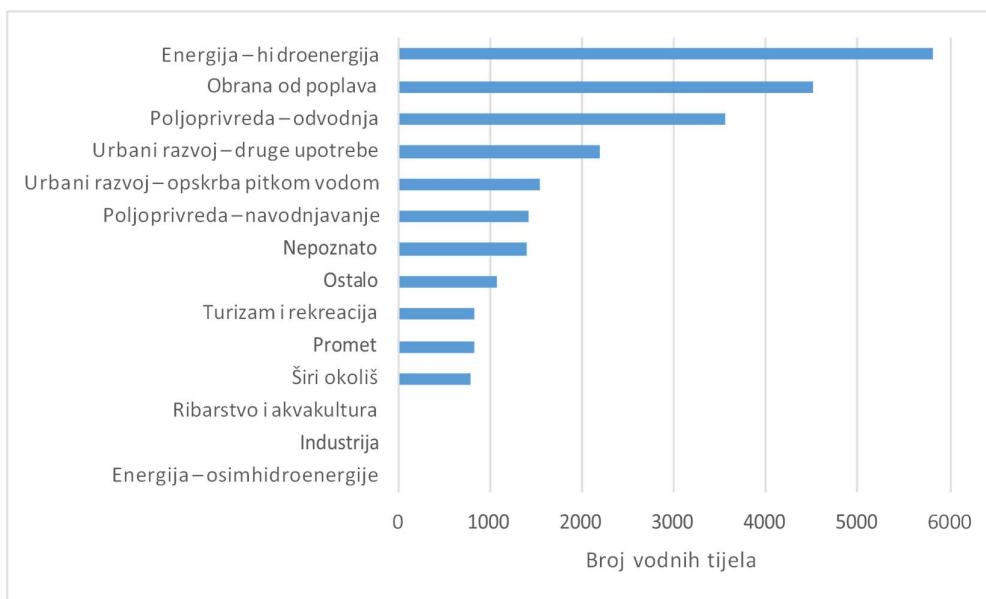
- Fizičke promjene povezane s regulacijom vode u smislu članka 4. stavka 3. točke (a) ODV odnose se na sve ostale prethodno opisane upotrebe, tj. plovidbu, obranu od poplava, zadržavanje vode i odvodnju.

U članku 4. stavku 3. točki (a) ODV upućuje se i na druge jednako važne održive ljudske razvojne aktivnosti koje mogu uključivati bilo koju drugu upotrebu vode/održivu ljudsku razvojnu aktivnost koja dovodi do trajne fizičke promjene, bitne promjene karaktera te ima utjecaj na ekologiju koji sprečava postizanje dobrog ekološkog stanja. Primjeri upotreba/aktivnosti koje se mogu uzeti u obzir kao „druge jednako važne održive ljudske razvojne aktivnosti” uključuju urbanizaciju, komercijalni ribolov, posebnu industriju, rudarenje ili infrastrukturu kao što su autoceste i željeznice.

Zbog ograničenog područja za naseljavanje u uskim dolinama alpskog područja željezničke pruge i autoceste često se grade izravno duž rijeka. Mjere za obranu od poplava (npr. učvršćivanje obala, poravnavanje) provedene su radi njihove zaštite od poplava. Te bi mjere obično dovele do nepostizanja dobrog stanja. Ne postoji opcija (dovoljno prostora) da se poboljša raznolikost staništa i obnove tipični hidromorfološki uvjeti radi postizanja dobrog ekološkog stanja pomicanjem autoceste/željeznice dalje od rijeke.

Na slici 1.3.-1. prikazan je broj vodnih tijela koja su određena kao znatno promijenjena u drugom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima zbog posebnih ljudskih razvojnih aktivnosti ili šireg okoliša.

Najčešća upotreba za određivanje znatno promijenjenih umjetnih tijela u drugom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima bila je hidroenergija (približno 5800 vodnih tijela), nakon čega slijede obrana od poplava (približno 4500 vodnih tijela), odvodnja u poljoprivredne svrhe (približno 3500), gradska/druga upotreba (upotreba koja nije opskrba pitkom vodom; približno 2200), opskrba pitkom vodom (približno 1500) i navodnjavanje u poljoprivredne svrhe (približno 1400). Velik broj vodnih tijela određen je kao znatno promijenjen zbog nepoznatih aktivnosti (1400 vodnih tijela) ili drugih aktivnosti (1100; tj. aktivnosti koje ne odgovaraju nijednoj kategoriji upotrebe vode iz izvješćivanja u sustavu WISE).



Slika 1.3.-1. Broj vodnih tijela u zemljama članicama, koja su određena kao znatno promijenjena u drugom ciklusu planova upravljanja riječnim slivovima, zbog posebnih ljudskih razvojnih aktivnosti.

Treba napomenuti da niz različitih ljudskih aktivnosti (višestruke upotrebe) može ovisiti o istoj fizičkoj promjeni (npr. brana koja na kombinirani način služi za proizvodnju energije, obranu od poplava i navodnjavanje). Zbog toga su mnoga vodna tijela u EU-u određena kao znatno promijenjena zbog više ljudskih aktivnosti. U odjeljku 1. 4. ovog dokumenta navodi se više informacija o vezama među različitim vrstama fizičkih promjena, različitim ljudskim aktivnostima i relevantnim mjerama ublažavanja.

Literatura

WFD CIS Guidance Document No 37, 2019. Steps for defining and assessing ecological potential for improving comparability of Heavily Modified Water Bodies.

1.4. Pregled Izvješća o zajedničkom razumijevanju u korištenju mjera ublažavanja za postizanje dobrog ekološkog potencijala za znatno promijenjena vodna tijela (WG ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies, Part 1: impacted by water storage)

Kao što je i predviđeno projektnim zadatkom ovo poglavlje bazira se na izvješću radne skupine za ekološko stanje (ECOSTAT) iz 2016. godine (Halleraker i sur., 2016).

Hidromorfološke promjene radi akumuliranja vode su među najrasprostranjenijim pritiscima na vodena tijela u Europi. Najčešće namjene vodnih tijela za akumuliranje vode su plovidba, opskrba pitkom vodom, energetske potrebe (hidroelektrane), rekreacija te regulacija i zaštita od poplava. Zbog važnosti korištenja vode koja se skladišti, mnoga pogođena vodna tijela proglašena su jako izmijenjenim. Radi akumuliranja vode, na rijekama se izgrađuju velike strukture poput pregrada ili brana koje se formiraju na neodređeno dulje vrijeme. Najočitiija promjena riječnih ekosustava uslijed izgradnje brana je smanjen ili prekinut kontinuitet rijeke. Također, dinamika i prijenos prirodnog sedimenta je promijenjena ili spriječena. Izgradnja pregrada i brana najčešće sprečava uzvodna i nizvodna kretanja vodenih organizama, posebice migratornih vrsta poput riba. Kako se voda zadržava unutar brana kroz dulji vremenski period, brojne rijeke mijenjaju kategoriju i prelaze u jezerske sustave. U akumulacijama dolazi do promjena općih fizikalno-kemijskih karakteristika, npr. temperature ili zasićenosti kisikom. Ovakve promjene nisu hidromorfološke, ali opisuju sekundarne učinke potaknute hidromorfološkim zahvatima te su od velike ekološke važnosti. Posebne aktivnosti hidroelektrana također vode ka naglim promjenama protoka i fluktuacijama razine vode (uključujući nagle promjene vodnog lica, engl. *hydropeaking*), nizvodno od ispusta strojnica u rijeku, što učestalo smanjuje kakvoću litoralnih staništa.

Kada su sve izvedive mjere MEP ostvarene, moguće je postići GEP. Mjere za ublažavanje su izvedive kada se mogu tehnički i financijski provesti. GEP predstavlja ekološki cilj za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela; baziran je na BEK MEP-a, uz to što hidromorfološki i fizikalno-kemijski uvjeti GEP-a moraju slijediti BEK. U značajnom broju takvih vodnih tijela očekuje se primjena mjera ublažavanja ako se želi postići GEP. Ublažavanje niskih protoka i omogućavanje migracije riba navedene su kao ključne mjere koje osiguravaju dobro funkcioniranje ekosustava za vodna tijela s namjenom skladištenja vode.

Halleraker i sur. (2016) navode preporuke za određivanje minimalnih zahtjeva za GEP:

- Ako nije moguće ublažavanje, a utjecaji su toliko ozbiljni da sprečavaju funkcioniranje osnovnog ekosustava, vodno tijelo ne bi trebalo svrstati u dobar ekološki potencijal, već klasificirati kao umjeren ili loš potencijal i razmotriti primjenu izuzeća (ODV, članak 4 (5)).

- Minimalne ekološke uvjete za GEP je potrebno dodatno razjasniti kako bi se osiguralo da određivanje vodnih tijela kao znatno promijenjenih ne bude ekvivalentno iznimkama (manje strogi cilj od GEP-a, ODV članak 4(5)). Važno je da države članice jasno i transparentno opišu minimalne kriterije za GEP. U tom kontekstu treba razviti konsenzus o minimalnim ekološkim kriterijima za GEP. Ako se koristi Praški pristup, mogu se koristiti izravni minimalni ekološki zahtjevi temeljeni na mjerama, dok se u CIS pristupu minimalni zahtjevi mogu zasnivati na vrijednostima bioloških elemenata kakvoće.

- Preporučuje se da svaka zemlja utvrdi kriterije za donošenje odluka o potencijalno značajnim učincima mjera ublažavanja na namjenu vodnog tijela kroz jasan i transparentan postupak.

Kako bi se postigao GEP za znatno promijenjena vodna tijela važno je držati se sljedećih stavki:

- izmjenjivati iskustva za GEP i promjenu hidromorfologije uzrokovanu istom namjenom,
- pronaći prikladne metode za procjenu usporedivosti (interkalibracije, odnosno interkomparacije),
- međusobna izmjena iskustava osigurava opće razumijevanje i dobru upravljačku politiku i
- definirati najbolje dostupne mjere ublažavanja za znatno promijenjena vodna tijela s istom namjenom diljem Europe.

Trenutno na području Europske unije ne postoji jedinstvena metodologija monitoringa znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela. Također, ne postoji jedinstvena klasifikacija ili način određivanja maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) i dobrog ekološkog potencijala (GEP).

Literatura

Halleraker, J. H., van de Bund, W., Bussettini, M., Gosling, R., Döbbelt-Grüne, S., Hensman, J., Kling, J., Koller-Kreimel, V., Pollard P. 2016. Working Group ECOSTAT report on common understanding of using mitigation measures for reaching Good Ecological Potential for heavily modified water bodies - Part 1: Impacted by water storage.

1.5. Pregled Vodiča najbolje prakse za uspostavljanje koncentracija hranjivih tvari za održavanje dobrog ekološkog stanja (Best Practice Guide on establishing nutrient concentration to support good ecological status)

Pregled Vodiča najbolje prakse za uspostavljanje koncentracija hranjivih tvari za održavanje dobrog ekološkog stanja bazira se na dokumentu Phillips i sur. (2018).

Visoke koncentracije anorganskih hranjivih tvari glavni su čimbenik koji onemogućava mnogim vodnim tijelima postizanje dobrog ekološkog stanja, a države članice moraju odrediti razine koje odgovaraju njihovim specifičnostima. Međutim, veze između hranjivih tvari i održivog vodenog ekosustava su složene što stvara poteškoće u postavljanju granica vrijednosti hranjivih tvari za postizanje dobrog ekološkog stanja. Prema ODV, koncentracija hranjivih tvari za postizanje dobrog ekološkog stanja ne bi smjela prelaziti razine koje su utvrđene kao nužne za održivost ekosustava i postizanje određenih vrijednosti BEK. Zemlje članice trebaju razine koncentracija hranjivih tvari prema osobitostima svog područja. Pregled vrijednosti koncentracija hranjivih tvari među državama članicama pokazao je širok spektar razina hranjivih tvari koje se nastoje postići. Neke od varijacija u postavljenim vrijednostima ukazuju na značajne pozadinske koncentracije, kao i osjetljivosti vodnih tijela naspram obogaćenja hranjivim tvarima unutar i između zemalja članica. S druge strane, moguće su metodološke razlike za postavljanje standarda zajedno s različitim reguliranjem režima, čija je kombinacija dovela do toga da postavljene koncentracije hranjivih tvari zapravo otežavaju postizanje dobrog ekološkog stanja. Uz pomoć procesa interkalibracije, osigurala se usporedivost i transparentnost koncepata ekološkog stanja za pojedine BEK (ribe, bentički beskralješnjaci, makrofiti, alge) te između država članica Europske unije.

Unatoč prirodnim razlikama između država članica, dosad stečeno iskustvo ipak može priskrbiti neke općenite smjernice i potrebne korake za ispitivanje trenutnih granica hranjivih tvari, kao i za uspostavu novih. Vodič je osmišljen kao pomoć državama članicama u određivanju koncentracija fosfora i dušika koji će podržavati dobro ekološko stanje. Može se koristiti za provjeru postojećih graničnih vrijednosti ili za razvoj novih. Dokument pruža raspon mogućnosti za rješavanje nedoumica.

Predloženi statistički alat (engl. *toolkit*) temelji se na različitim statističkim metodama za određivanje odgovarajućih koncentracija hranjivih tvari za potporu ostvarivanja određenog ekološkog stanja. Ove statističke metode treba postaviti u širi okvir koji također obuhvaća kemijske, ekološke i regulatorne aspekte relevantne za vrstu vodenog tijela koje se razmatra. Predstavljen je iscrpan pregled dobrog ekološkog stanja (kao i drugih stanja), koji može biti upotrijebljen kao polazište za uspostavu granica hranjivih tvari kroz uspostavu statističkog modeliranja veze između koncentracija hranjivih tvari i ekološkog stanja proizašlog iz biologije. Glavni poželjni kriterij u postavljanju okvirnog praga za hranjive tvari je veliki gradijent protezanja podataka mjerenja, idealno kroz četiri kategorije stanja, u svrhu razumijevanja varijabilnosti biološkog odgovora kroz raspon kategorija ekološkog stanja.

Uključena su tri pristupa postavljanju graničnih koncentracija:

- Regresijska analiza, koristeći kontinuirani odnos između omjera ekološke kakvoće (OEK) i koncentracije hranjivih tvari.
- Kategorička analiza, koristeći raspodjelu koncentracije hranjivih tvari unutar bioloških razreda/klasa.
- Minimiziranje neusklađenosti klasifikacija za biološke elemente i hranjive tvari.

Izbor metode ovisi o brojnim čimbenicima, uključujući gradijent koji pokrivaju dostupni skupovi podataka i statističku snagu odnosa između objašnjenih varijabli i varijabli odgovora. U nekim slučajevima države članice mogu lakše postići statističke preduvjete za metode udruživanjem snaga sa susjedima koji dijele slične tipove vodnih tijela.

Statistički alat temeljen je na MS Excelu i programu R koristi se kako bi se izračun graničnih koncentracija učinio jednostavnijim. Također je razvijena internetska aplikacija koja pruža interaktivno sučelje za R skripte, dostupno onima koji nisu upoznati s R okolinom. Vodič opisuje i opcije za situacije u kojima nijedna od ovih metoda nije prikladna. Na kraju, raspravlja se o pojedinim praktičnim pitanjima povezanim s upotrebom ovih graničnih koncentracija za regulaciju. Ovaj alat podvrgnut je opsežnim ispitivanjima stručnjaka država članica na svim vodnim tijelima (jezera, rijeke, prijelazne i obalne vode).

Metode opisane u ovom priručniku osmišljene su tako da minimiziraju neusklađenost između klasifikacije temeljene na biologiji i hranjivim tvarima. Ključna je riječ "minimizirati", kao što je i ova neusklađenost malo vjerojatna da će se u potpunosti eliminirati, stoga regulatori moraju uključiti moguće neizvjesnosti u njihovom odlučivanju. Situaciju je najlakše predvidjeti kada se koriste regresijske linije najboljeg odabira (engl. *best fit regression lines*). Može se postaviti granica potpornog elementa za dobro ekološko stanje na mjestu gdje biološka granica presijeca kemijske parametre ili na položaju iznad ili ispod ove točke (na primjer, gornja ili donja granica pouzdanosti od 95%). Korištenje gornje linije daje malu vjerojatnost vraćanja vodnih tijela u dobro stanje, ali minimalizira rizik od pogrešnog smanjenja vodnog tijela (tj. prekoračena je „kemijska“ granica, dok je biologija još uvijek u dobrom ekološkom stanju). Donja linija više je oprezna, što daje veliku vjerojatnost vraćanja vodnih tijela u dobro stanje, ali rezultat će pogrešnom degradacijom više vodnih tijela. Drugim riječima, postoje kompromisi između „lažnih pozitivnih rezultata“ i „lažnih negativata“ (pogreške 'tipa 1' i 'tipa 2') koje će proizvesti određena granica. Razmjeri ovog problema povećavat će se smanjenjem prediktivne snage regresijske jednadžbe.

Primjena u slučaju ograničenih podataka

Općenito, vjerojatnije je da će veći skupovi podataka dati robusnija predviđanja od malih. Međutim, to možda neće biti moguće ako unutar teritorija postoji malo vodnih tijela određene vrste. Jedan od načina zaobilazanja ovog problema, koji se često koristi u jezerima, jest upotreba podataka od nekoliko godina, tretirajući ih kao zasebnu točku podataka u vezi. Ipak, to nije idealno rješenje obzirom da svaka od tih točaka podataka 'jezerskih godina' nije neovisna jedna o drugoj te postoji mogućnost pseudoreplikacije. U ovakvim slučajevima, suradnja ekspertnih ekologa i statističara je neophodna.

Nepredvidivost bioloških elemenata

Interakcija između povišenih koncentracija anorganskih hranjivih tvari i funkcioniranja ekosustava je složena. Navedeno stvara nesigurnost u predviđanju odnosa između biologije i hranjivih tvari i zauzvrat stvara poteškoće u postavljanju realnih ciljeva za postizanje koncentracija dobrog ekološkog stanja. Vodena tijela različito reagiraju na obogaćivanje hranjivim tvarima, ovisno o kategoriji, tipu i zemljopisnom položaju, a utjecaj kontradiktornih čimbenika na temeljni odnos nutrijenata i bioloških elemenata također može znatno varirati. Temeljem gore navedenog proizlazi da nema jedinstvenog pravila za opisivanje odnosa bioloških elemenata s hranjivim tvarima.

Literatura

Phillips, G., Kelly, M., Teixeira, H., Salas, F., Free, G., Leujak, W., Pitt, Ja., Lyche Solheim, A., Varbiro, G., Poikane, S. 2018. Best practice for establishing nutrient concentrations to support good ecological status, EUR 29329 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

2. Utvrđivanje tipova umjetnih i znatno promijenjenih tijela površinskih voda – tekućica Panonske ekoregije

Preduvjet za tip-specifičnu ocjenu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela Panonske ekoregije Republike Hrvatske je definiranje tipologije umjetnih i znatno promijenjenih tekućica. Za znatno promijenjene tekućice predlaže se 5 tipova, od kojih tri sadrže i podtipove (HR-K_1, HR-K_2 i HR-K_3) (Tablica 2.-1). Što se tiče vodnih tijela umjetnih tekućica, predlaže se diferencijacija umjetnih tekućica s velikim dnevnim promjenama protoka (HR-K_6A), umjetnih tekućica s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda (HR-K_6B), te umjetnih tekućica s velikim sezonskim promjenama protoka (HR-K_6C).

Tablica 2.-1. Tipologija znatno promijenjenih i umjetnih tekućica Panonske ekoregije.

Oznaka tipa	Naziv tipa
HR-K_1A	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje 5 -100 km ²)
HR-K_1B	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka (slivno područje 5 - 100 km ²)
HR-K_2A	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje 100 - 1000 km ²)
HR-K_2B	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka (slivno područje 100 - 1000 km ²)
HR-K_3A	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje 1000 - 10000 km ²)
HR-K_3B	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka (slivno područje 1000 - 10000 km ²)
HR-K_4	Vrlo velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje veće od 10000 km ²)
HR-K_5	Znatno promijenjene tekućice s velikim promjenama protoka
HR-K_6A	Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka
HR-K_6B	Umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda
HR-K_6C	Umjetne tekućice s velikim sezonskim promjenama protoka

Budući da je namjena znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela usko povezana s dominantnim hidromorfološkim promjenama, tip HR-K_5 se može povezati s namjenom iskorištavanja hidroenergije, a ostali tipovi znatno promijenjenih vodnih tijela s poljoprivredom, zaštitom od poplava, urbanim razvojem (lokalni značaj) i plovidbom. Tipologija umjetnih vodnih tijela također se temelji na morfološkim i/ili hidrološkim obilježjima, ali se može lako povezati s namjenom jer tipovi odgovaraju dovodnim/odvodnim kanalima hidroelektrana (HR-K_6A), drenažnim jarcima akumulacija hidroelektrana (HR-K_6B) i drenažnim i melioracijskim kanalima (HR-K_6C).

3. Baze podataka korištene prilikom izrade sustava ocjene ekološkog potencijala

U svrhu izrade klasifikacijskog sustava ocjene ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica za BEK, projektnim zadatkom bila su predviđena uzorkovanja na 60 istraživačkih postaja na tekućicama (Tablica 3.-1.), te dodatno na 3 stajačice s ciljem razvoja klasifikacijskog sustava za ribe (akumulacija Grabova, šoderica Koprivnica te akumulaciju Popovac). Projektnim zadatkom je bilo obuhvaćeno 148 vodnih tijela tekućica, a postaje su odabrane tako da se budu reprezentativne te da pokriju namjene i specifičnosti svih vodna tijela. Prilikom izrade tipologije znatno promijenjenih vodnih tijela (ZPVT) i umjetnih vodnih tijela (UVT) tekućica, vodilo se računa o tome da ista bude primjenjiva na sva vodna tijela ZPVT i UVT tekućica, pa i ona koja nisu bila zastupljena uzorkovanjem BEK. Uzorkovanje svih BEK na tekućicama obavljeno je tijekom 2018. i 2019. godine, u optimalnom dijelu godine za pojedini BEK. Budući da je Naručitelj raspolažao s relevantnim podacima za BEK ribe za 12 stajačica, sustav ocjene ekološkog potencijala temeljem riba razvijen je za 15 stajačica (Tablica 3.-2.). Budući da se radi o stajačicama koje nisu prirodnog porijekla, u ovom elaboratu koristiti će se termin umjetne stajačice.

Ribe nisu ulovljene na sljedećim lokalitetima: Lateralni kanal, Slakovec (22006); Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća (29240); Sigetec, Detkovac (21228); Strug, Gorica Valpovačka (21226); Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci – Piškorevci (12310); Baranjska Karašica, Branjin Vrh (21006); Kanal Karašica-Drava, Ivanovo (21218) i Desni drenažni jarak HE Čakovec, Štefanec (21113). Stoga navedeni lokaliteti nisu uključeni u analize i razvoj klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice na temelju riba. Uzorci riba u stajačicama prikupljeni su od 2017. do 2020. godine, jednom u četiri godine u razdoblju od travnja do studenog kako bi se obuhvatilo razdoblje najveće aktivnosti riba u vodnom tijelu.

Tablica 3.-1. Monitoring postaje na tekućicama Panonske ekoregije na kojima je provedeno uzorkovanje bioloških elemenata kakvoće (ZPVT- znatno promijenjena vodna tijela; UVT – umjetna vodna tijela).

Šifra	Naziv	Tip površinske vode 2020	Tip ZPVT/UVT
10013	Sava, Martinska Ves	HR-R_5C	HR-K_4
10023	Sava, Topolje	HR-R_5B	HR-K_4
10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-R_5C	HR-K_4
10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-R_5B	HR-K_4
10026	Sava, Slavonski Brod	HR-R_5C	HR-K_4
10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-R_5C	HR-K_4
10503	Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-R_2A	HR-K_6C
12309	Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	HR-R_3B	HR-K_2A
12310	Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci - Piškorevci	HR-R_3C	HR-K_6C
12515	Strušac, Retkovci	HR-R_4A	HR-K_6C
13013	Orljava, nizvodno od pilana	HR-R_4B	HR-K_3B
13014	Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	HR-R_2B	HR-K_1A
13015	Vodno tijelo 131, Siče	HR-R_2A	HR-K_6C
13202	Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	HR-R_2A	HR-K_2B
13203	Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	HR-R_2A	HR-K_2B
15107	Dovodni kanal akumulacije Pakra, Jamarica	HR-R_4A	HR-K_2B
15108	Pakra, Janja Lipa	HR-R_4A	HR-K_2B
15228	Ilova, Veliki Zdenci	HR-R_4B	HR-K_2B
15229	Ilova, ribnjaci	HR-R_4B	HR-K_2A

Šifra	Naziv	Tip površinske vode 2020	Tip ZPVT/UVT
15348	Česma, Međurača	HR-R_4A	HR-K_2A
15362	Lateralni kanal, G. Narta	HR-R_2A	HR-K_6C
15370	Glogovnica, prije utoka u Česmu, D. Lipovčani	HR-R_4B	HR-K_3A
15474	Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	HR-R_4A	HR-K_6C
16217	Spojni kanal Kupčina	HR-R_4A	HR-K_2B
16218	Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina-Šišljavić,	HR-R_4A	HR-K_2A
17015	Krapina, Stubička Slatina	HR-R_4B	HR-K_3A
18006	Sutla, D. Brezno	HR-R_4A	HR-K_1B
21006	Baranjska Karašica, Branjin Vrh	HR-R_3C	HR-K_2B
21015	Županijski kanal, Kapinci	HR-R_4A	HR-K_2A
21217	Baranjska Karašica, Draž	HR-R_3C	HR-K_2A
21218	Kanal Karašica-Drava, Ivanovo	HR-R_3B	HR-K_6C
21219	Stari Travnik, Branjin Vrh	HR-R_2A	HR-K_1A
21225	Bobotski kanal, Ernestinovo	HR-R_4A	HR-K_6C
21226	Strug, Gorica Valpovačka	HR-R_2B	HR-K_6C
21227	Miškaruš, Malo Gačišće	HR-R_2A	HR-K_6C
21228	Sigetec, Detkovac	HR-R_2A	HR-K_6C
21229	Krešimirovac, Rušani	HR-R_2A	HR-K_6C
21231	Lendava, Stari Gradac	HR-R_3B	HR-K_1B
21316	Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	HR-R_2B	HR-K_6C
22004	Dovodni kanal HE Varaždin	HR-R_5B	HR-K_6A
22005	Odvodni kanal HE Varaždin	HR-R_5B	HR-K_6A
22006	Lateralni kanal, Slakovac	HR-R_2A	HR-K_1B
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	HR-R_3A	HR-K_6B
22008	Dovodni kanal HE Čakovec	HR-R_5B	HR-K_6A
22009	Odvodni kanal HE Čakovec	HR-R_5B	HR-K_6A
22010	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	HR-R_3A	HR-K_6B
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-R_3A	HR-K_6B
22012	Dovodni kanal HE Dubrava	HR-R_5B	HR-K_6A
22013	Odvodni kanal HE Dubrava	HR-R_5B	HR-K_6A
25006	Drava, Podravska Moslavina	HR-R_5C	HR-K_4
25007	Drava, Gat, Petrovo selo	HR-R_5C	HR-K_4
25009	Drava, Nard	HR-R_5C	HR-K_4
25057	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestri Grez	HR-R_5B	HR-K_6A
25058	Drava, blizu Svibovca Podravskog (Lijevi drenažni jarak HE Varaždin)	HR-R_5B	HR-K_5
25059	Drava, Ledine Molvanske	HR-R_5B	HR-K_5
25060	Drava, Štorgač	HR-R_5B	HR-K_5
29240	Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća	HR-R_2A	HR-K_1B
29250	Mura, prije utoka u Dravu	HR-R_5B	HR-K_4
51167	Gradna, Savrščak	HR-R_4A	HR-K_1B
51168	Črnomerec, Srednjaci	HR-R_2A	HR-K_1B

Tablica 3.-2. Stajačice na kojima su raspoloživi podatci za biološki element ribe radi razvoja klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala temeljem riba.

	Naziv vodotoka	Tip površinske vode	Naziv višenamjenske stajačice	Monitoring postaja		Tip akumulacije	Šifra vodnog tijela
1.	Vujnovac	HR-R_2B	akumulacija Lapovac II	21032	Akumulacija Lapovac II	HR-AP_3A	CDRN0110_001
2.	Drava	HR-R_5B	akumulacija HE Varaždin	22000	Ormoško jezero	HR-AP_5A	CDRI0002_020
3.	Drava	HR-R_5B	akumulacija HE Čakovec	22001	Akumulacija HE Čakovec	HR-AP_5A	CDRN0002_017
4.	Vuka	HR-R_2B	akumulacija Borovik	21030	Akumulacija Borovik	HR-AP_4A	CDRN0011_007
5.	Drava	HR-R_5B	akumulacija HE Dubrava	22002	Akumulacija HE Dubrava	HR-AP_5A	CDRN0002_015
6.	Pakra	HR-R_4	akumulacija Pakra	15112	Akumulacija Pakra, Banova Jaruga	HR-AP_2B	CSRN0027_001
7.	Jošava	HR-R_2A	akumulacija Jošava	12513	Akumulacija Jošava	HR-AR_1B	CSRN0091_003
8.	Savak	HR-R_3B	akumulacija Grabova	12109	Grabovo jezero	HR-AP_2B	CSRN0114_002
9.	Sava	HR-R_5B	Jarunsko jezero, Veliko jezero	51210	Jarunsko jezero, Veliko jezero	HR-AP_4A	CSLN023
10.	Sava	HR-R_5B	Šljunčara Rakitje	51203	Rakitje, Finzula	HR-AP_2C	CSRN0066_001
11.	Odra	HR-R_3B	Šljunčara Novo Čiče	51202	jezero Novo Čiče	HR-AP_6	CSLN025
12.	Drava		Šoderica Koprivnica	29129	Šoderica Koprivnica	HR-AP_4B	
13.	Dunav	HR-R_4	Sakadaško jezero	21005	Jezero Sakadaš	HR-AP_3B	CDRN0035_001
14.	Drava	HR-R_2A	Stara Drava, Čingi lingi	21001	Stara Drava, Čingi Lingi - lijeva strana ustave	HR-AP_2A	CDRN0042_001
15.	Garešnica	HR-R_2A	akumulacija Popovac	15235	Akumulacija Popovac	HR-AP_1A	CSRN0123_002

Prilikom razvoja sustava za ocjenu ekološkog potencijala tekućica temeljem makrozoobentosa, fitobentosa i makrofita korištena je proširena baza podataka koja uključuje i biološke podatke koji su navedeni u tablici 3.-3.

Za izradu klasifikacijskog sustava ocjene ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa za tipove HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B dodatno su korišteni i podatci iz elaborata Biološka ispitivanja nadzemnih voda na HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava od 2012. – 2019. godine. Podatci se odnose na postaju koja je smještena na starom koritu rijeke Drave iza akumulacijskog jezera HE Varaždin (postaja koja je sukladna s postajom Drava, blizu Svibovca Podravskeg (Lijevi drenažni jarak HE Varaždin) (25058), te postaje na lijevom drenažnom jarku HE Čakovec, desnom drenažnom jarku HE Dubrava i odvodnim kanalima HE Čakovec i HE Dubrava.

Tablica 3.-3. Dodatne postaje koje su korištene za razvoj sustava ocjene ekološkog potencijala tekućica.

Šifra	Naziv	Tip površinske vode 2020	Tip ZPVT/UVT
10001	Sava, nizvodno od Županje	HR-R_5C	HR-K_4
10003	Sava, nizvodno od utoka Bosne	HR-R_5C	HR-K_4
10004	Sava, uzvodno od utoka Bosne	HR-R_5C	HR-K_4
10005	Sava, nizvodno od Slavenskog Broda	HR-R_5C	HR-K_4
10006	Sava, uzvodno od Slavenskog Broda	HR-R_5C	HR-K_4
10007	Sava, nizvodno od utoka Orpljave, Sl. Kobaš	HR-R_5C	HR-K_4
10008	Sava, uzvodno od utoka Vrbasa, Davor	HR-R_5C	HR-K_4
10010	Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une	HR-R_5C	HR-K_4
10011	Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec	HR-R_5C	HR-K_4
10012	Sava, Galdovo	HR-R_5C	HR-K_4
10015	Sava, Petruševac	HR-R_5B	HR-K_5
10016	Sava, Jankomir	HR-R_5B	HR-K_5
10019	Sava, Rugvica	HR-R_5B	HR-K_5
10100	Sava, Račinovci	HR-R_5C	HR-K_4
10441	Mackovac - Lufinja, Dolina	HR-R_2A	HR-K_6C
10442	Trnava, Visoka Greda	HR-R_2A	HR-K_1A
10443	Starca, D. Bogicevci	HR-R_2A	HR-K_1A
10502	Rešetarica, Vrbje	HR-R_4A	HR-K_2B
10700	Obodni kanal Jelas polje, istočni, Slavonski Brod	HR-R_4A	HR-K_2B
12304	Zap. lateralni kanal Biđ polja, Poljanci prije utoka u Savu	HR-R_3C	HR-K_6C
13001	Orpljava, ispod autoceste	HR-R_4B	HR-K_3B
13008	Lateralni kanal Adžamovka, Orpljava – Lužani	HR-R_4A	HR-K_6C
13012	Orpljava, ušće	HR-R_4B	HR-K_3B
13200	Londža, most u Pleternici	HR-R_2A	HR-K_2B
13504	Vucjak	HR-R_2A	HR-K_1B
15109	Pakra, Jagma	HR-R_4A	HR-K_2B
15220	Ilova, nizvodno od utoka Kutinice	HR-R_4B	HR-K_3A
15221	Ilova, Veliko Vukovje	HR-R_4B	HR-K_2A
15223	Ilova, most na cesti Tomašica – Sokolovac	HR-R_4B	HR-K_2B
15226	Ilova, Maslenjača	HR-R_4B	HR-K_2B
15232	Toplica, Sokolovac	HR-R_4A	HR-K_2B
15351	Česma, Obedišće	HR-R_4B	HR-K_3A
15352	Česma, Čazma	HR-R_4B	HR-K_3A
15353	Česma, Narta	HR-R_4A	HR-K_2A
15354	Česma, Siščani	HR-R_4B	HR-K_3A
15355	Česma, Pavlovac	HR-R_4A	HR-K_2A
15360	Bjelovacka, cesta Veliko i Malo Koreново	HR-R_2A	HR-K_1B
15361	Severinska, Severin	HR-R_2A	HR-K_1B
15371	Glogovnica, prije utoka u Česmu	HR-R_4A	HR-K_3A
15388	Vrtlin, nizv. od Križevaca	HR-R_2A	HR-K_1B
15391	Plavnica, prije utoka u Česmu	HR-R_2A	HR-K_2A
15450	Gracenica, Donja Gracenica	HR-R_2A	HR-K_1A
15451	Križ, Novoselec	HR-R_2A	HR-K_1A

Šifra	Naziv	Tip površinske vode 2020	Tip ZPVT/UVT
15483	O.K. Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	HR-R_4B	HR-K_3B
15486	Oreščak, na cesti Sveti Ivan Zelina – Hrastje	HR-R_2A	HR-K_1B
15488	Sloboština, Okucani	HR-R_2A	HR-K_2B
15496	Subocka, N. Grabovac	HR-R_2A	HR-K_2B
15590	Zelina, Laktec	HR-R_4A	HR-K_2A
15591	Zelina, Božjakovina	HR-R_4A	HR-K_2A
15592	Spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma, crp.st. Poljanski Lu	HR-R_4A	HR-K_6C
15594	Lateralni kanal Deanovac, cesta Ivanić Grad - Crna Humka	HR-R_2A	HR-K_6C
15597	Salnik, na cesti Rakovec - Samoborec	HR-R_2A	HR-K_1A
16016	Kupa, Vodostaj	HR-R_8B	HR-K_12
16100	Sunja, Strmen	HR-R_4A	HR-K_2A
16106	Skopljak, Gradec Pokupski	HR-R_2A	HR-K_1B
16109	Blatnica, Blatnica	HR-R_2A	HR-K_1A
16224	Kupčina, Lazina	HR-R_4A	HR-K_2B
16228	Reka, Domagović	HR-R_2A	HR-K_1B
16233	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta	HR-R_2A	HR-K_1A
16241	Spojni kanal (vt749), Jastrebarsko-Domagović	HR-R_2A	HR-K_6C
16584	Ribnjak, prije utoka u Dobru	HR-R_2A	HR-K_7B
17001	Krapina, Zaprešić	HR-R_4B	HR-K_3A
17004	Krapina, Bedekovčina	HR-R_2B	HR-K_2A
17008	Krapina, Kupljenovo	HR-R_4B	HR-K_3A
17011	Lucelnica, Hruševac Kupljenski - most	HR-R_2A	HR-K_1B
17012	Luka, Luka	HR-R_2A	HR-K_1B
17305	Velika, uzvodno od Poznanovca	HR-R_2A	HR-K_1A
17504	Bistrica, Podgrade Bistricko	HR-R_2A	HR-K_1A
17606	Presecno, Draškovic	HR-R_2A	HR-K_1B
17704	Pinja, Selnica	HR-R_2A	HR-K_1B
17705	Žitomirka, Špoljari	HR-R_2A	HR-K_1A
18001	Sutla, Harmica	HR-R_4A	HR-K_2A
21000	Baranjska Karašica, Batina	HR-R_3C	HR-K_2A
21007	Vucica, Petrijevci	HR-R_2A	HR-K_3A
21012	Karašica, Črnkovci	HR-R_4A	HR-K_2B
21020	Vucica, Marjancaci	HR-R_2A	HR-K_2A
21022	Čarna (G.D.K. za C.S. Zlatna Greda), Čarna - Zlatna Greda	HR-R_2A	HR-K_1B
21023	Glavni dovodni kanal Tikveš, Tikveš	HR-R_4A	HR-K_6C
21025	Kanal Karašica, Popovac	HR-R_2A	HR-K_1A
21026	Županijski kanal, Vaška	HR-R_4A	HR-K_6C
21033	Slatinska Cadavica, Cadavica	HR-R_2A	HR-K_1A
21036	Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave	HR-R_2A	HR-K_1B
21037	Sifonski kanal, Podunavlje	HR-R_2A	HR-K_6C
21038	Bistra, jugozapadno od Darde	HR-R_2A	HR-K_6C
21041	Trnava III, most na cesti Čakovec-GP Goričan	HR-R_3C	HR-K_2A
21042	Lateralni kanal, most na cesti Čakovec – Mihovljan	HR-R_2A	HR-K_1B
21045	Muršćak, most na cesti Domašinec - St. Straža	HR-R_3C	HR-K_6C

Šifra	Naziv	Tip površinske vode 2020	Tip ZPVT/UVT
21048	Otvoreni kolektor Prelog, prije isp.u dren.kanal ak. HE Dubrava	HR-R_2A	HR-K_6B
21049	Bistrec-Rakovnica I, most na cesti Hemuševac – Goričan	HR-R_3C	HR-K_1A
21050	Bistrec-Rakovnica II, most na putu polj.dobra D.Dubrava-Kotoriba	HR-R_3C	HR-K_2A
21062	Čarna, nakon crpne stanice Podunavlje-Čarna	HR-R_2A	HR-K_1B
21077	Rogstrug, Podravske Sesvete	HR-R_4A	HR-K_2A
21078	Lendava, most u Brestiću	HR-R_3B	HR-K_2B
21079	Bistra Koprivnička, most kod Molvi	HR-R_4A	HR-K_2B
21081	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin	HR-R_2A	HR-K_1B
21085	Bednja, Mali Bukovec	HR-R_4A	HR-K_2B
21099	Brzava, Delovi	HR-R_2A	HR-K_1B
21112	Cuklin, Novo Selo Podravsko	HR-R_2A	HR-K_1A
21113	Desni drenažni jarak HE Čakovec, Štefanec	HR-R_5B	HR-K_6B
21115	Kanal C, Kelemen	HR-R_2A	HR-K_1A
21123	Mozdanski jarak (kanal Bistra), M. Hlebine	HR-R_2A	HR-K_1A
21126	Segovina, Đelekovec	HR-R_2A	HR-K_1A
21201	Crni fok, Čepinska obilaznica	HR-R_2B	HR-K_6C
21205	Iskrica, Šaptinovci	HR-R_2A	HR-K_1B
21206	Kanal Halasica, prije utoka u Barbara kanal	HR-R_2A	HR-K_6C
21208	Kanal VI., Zornice	HR-R_2A	HR-K_6C
21209	Našicka rijeka, Jelisavac	HR-R_2A	HR-K_1B
21214	Poganovečko - Kravički kanal, Josipovac	HR-R_4A	HR-K_6C
21222	Lendava, Rogovac	HR-R_3B	HR-K_1B
21223	Županijski kanal, Budrovac Lukački	HR-R_4A	HR-K_6C
21224	Slatinska Cadavica, Slatina	HR-R_2A	HR-K_1A
21314	Vucica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj	HR-R_2A	HR-K_1B
21315	Vucica, Benicanci	HR-R_2A	HR-K_2A
25005	Drava, Belišće	HR-R_5C	HR-K_4
25055	Drava, prije utoka u Dunav	HR-R_5C	HR-K_4
25056	Drava, Novo Virje	HR-R_5B	HR-K_5
29111	Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc	HR-R_5C	HR-K_4
29120	Drava, Terezino Polje-Barč	HR-R_5B	HR-K_5
29130	Drava, Botovo-Ortilos	HR-R_5B	HR-K_5
29141	Drava, Legrad	HR-R_5B	HR-K_5
29160	Drava, Ormož	HR-R_5B	HR-K_5
29210	Mura, Goričan	HR-R_5B	HR-K_4
29220	PMF 2006, Mura, Mursko Središće	HR-R_5B	HR-K_4
51129	potok Starca, Stupnik	HR-R_2A	HR-K_1B
51132	potok Rakovica, Strmec	HR-R_2A	HR-K_1B
51139	potok Medpotoki, prije utoka u Savu	HR-R_2A	HR-K_1B
51140	potok Vrapčak, nakon utoka Črnomerca	HR-R_2A	HR-K_1B
51157	potok Kašina	HR-R_2A	HR-K_1A
51160	potok Vranic	HR-R_2A	HR-K_1A
51172	potok Crnec V, uz autocestu	HR-R_2A	HR-K_2A

Glavni pritisci koji su detektirani u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama su hidromorfološke promjene te opterećenje hranjivim i organskim tvarima. Podatke o pritiscima dostavio je Naručitelj.

Kao pokazatelj hidromorfoloških promjena korištene su hidromorfološke ocjene temeljem Metodologije hidromorfološkog monitoringa i ocjenjivanja znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela koje je izradio Elektroprojekt d.o.o. u suradnji s Prirodoslovno-matematičkim fakultetom, Sveučilišta u Zagrebu (Vučković i sur., 2020).

Kao pokazatelji opterećenja organskim i hranjivim tvarima korištena je baza s fizikalno-kemijskim podacima. U istu svrhu koristili smo i podatke o zemljišnom pokrovu u slivu analiziranih postaja umjetnih i znatno promijenjenih tekućica, koji objedinjuje sljedeće kategorije: Urbana i umjetna područja u slijevu (CLC razred 1); Intenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.1, 2.2, 2.4.1 i 2.4.2); Ekstenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.3.1, 2.4.3, 2.4.4); Prirodna i djelomično prirodna područja (CLC kategorije 3, 4 i 5). Kao mjera pritiska svih neprirodnih površina u slivnom području izračunat je Indeks korištenja zemljišta (engl. *Land Use Index* - LUI), koji se računa na sljedeći način: $LUI = 4 * CLC_{Urban} + 2 * CLC_{intens.agr} + CLC_{extens.agr}$. LUI ima raspon od 0 – 400, gdje je 0 potpuno prirodno slivno područje, a 400 slivno područje u kojem su prisutne isključivo urbane površine.

Prilikom razvoja klasifikacijskog sustava ocjene ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih stajaćica na temelju riba, ukupno je 20 okolišnih parametara uključeno u statističke analize. Ti parametri opisuju stanišne uvjete i antropogene pritiske, uključujući fizikalno-kemijske, morfološke i hidrološke uvjete (temperatura zraka, temperatura vode, prozirnost, koncentracija klorofila α , pH vrijednost, koncentracija suspendiranih tvari, alkalinitet, salinitet, koncentracija otopljenog kisika, biološka potrošnja kisika (BPK_5), koncentracija amonija, nitrita, nitrata, ukupnog dušika, ortofosfata, ukupnog fosfora, otopljenih silikata, ukupna koncentracija organskog ugljika (TOC), hidrološki režim i srednja morfološka ocjena). U analizu su uključene prosječne vrijednosti svih fizikalno-kemijskih parametara mjerene u toplijem dijelu godine (od travnja do rujna).

3.1. Statistička obrada podataka

Za sve BEK pripremljena su dva seta parametara; jedan koji opisuje biološke zajednice (kvalitativni i kvantitativni sastav) te drugi koji objedinjuje okolišne parametre i pritiske. Korištenjem odgovarajućih statističkih analiza odabrani su oni parametri zajednice (metrike) koji imaju najbolji odnos sa pritiscima. Za biološke elemente kakvoće makrozoobentos, fitobentos i makrofitu odabrani su parametri zajednica (metrike) koji imaju najbolji odnos s pritiscima u najbližim prirodnim tipovima tekućica (Mihaljević i sur., 2020).

Prilikom analiza BEK ribe, nakon standardizacije (uključeni su samo parametri koji imaju normalnu distribuciju što će omogućiti jasnu poveznicu pritiska i odgovora) izračunat je Pearsonov korelacijski koeficijent za sve metrike unutar pojedinog seta podataka, u slučajevima gdje je on bio iznad 0,7 jedna ili više metrika je isključena tj. ona s boljom ekološkom interpretacijom je zadržana. U slučajevima gdje ekološka interpretacija nije bila jasna, obje varijable uključene su u sljedeći korak, a ona koja je dala niži odgovor na pritisak (ili uopće nije pokazala odgovor) isključena je u tom koraku.

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

Za izračun korelacija OEK-a makrozoobentosa, fitobentosa i riba s pritiscima korišten je statistički paket Statistica 13, TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA, dok je kod BEK makrofita u istu svrhu korišten program SPSS 22.

Program Primer v7, PRIMER-E, Plymouth, UK korišten je za Simper analize na Bray-Curtis matrici sličnosti vrsta na osnovi brojnosti (relativne učestalosti) dijatomeja.

MS Excel 16, Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA korišten je za izradu dijagrama i tablica te za izračune OEK-a, ocjena i prikaza ocjena.

Literatura

Mihaljević, Z. i sur. 2020. 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. Elaborat, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

Mustafić, P., Mrakovčić, M., Plenković-Moraj, A., Mihaljević, Z., Kerovec, M., Alegro, A., Zanella, D., Marčić, Z., Čaleta, M., Gligora Udovič, M., Žutinić, P., Kulaš, A., Horvatić, S. 2013-2020. Biološka ispitivanja nadzemnih voda na HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. (Elaborati od 2013. - 2020.)

Vučković, I., Čanjevac, I. i sur. 2020. Sustavno ispitivanje hidromorfoloških elemenata kakvoće u rijekama u 2019. i 2020. godini. Elektroprojekt d.d. i Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

4. Prikaz bioloških metoda ocjene ekološkog potencijala za svaki biološki element kakvoće

U ovom poglavlju prikazane su biološke metode ocjena ekološkog potencijala za BEK makrozoobentos, fitobentos, makrofita i ribe. Za sve biološke elemente, poglavlja su strukturirana na način da su prvo prikazani postupci uzorkovanja, laboratorijskih analiza te izračunavanja indeksa, odnosno pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske regije, a za BEK ribe prikazani su i postupci za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih stajaćica Panonske ekoregije. Navedena poglavlja strukturirana su prema dokumentu Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće (Hrvatske vode, 2016) (u nastavku Metodologija).

Za svaki biološki element, slijedi detaljna razrada prijedloga sustava ocjene ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena vodna tijela tekućica te za BEK ribe i prijedlog sustava ocjene ekološkog potencijala za umjetne stajaćice Panonske ekoregije.

4.1. Biološki element: Makrozoobentos

4.1.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji

4.1.1.1. Uzorkovanje

Vrijeme uzorkovanja

Najpovoljnije vrijeme uzorkovanja za velike i vrlo velike umjetne i znatno izmijenjene tekućice je ljetno-rano jesensko razdoblje (srpanj-rujan), kada većina hrvatskih rijeka ima nizak vodostaj. Međutim za znatno promijenjene tekućice vezane uz Muru i Dravu najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je zimsko razdoblje (studeni-veljača) kada imaju najniži vodostaj.

Za sve ostale tipove umjetnih i znatno promijenjene tekućice najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je u proljetnom razdoblju (veljača-travanj), tj. prije masovnog izlijetanja odraslih kukaca koje se događa tijekom svibnja i lipnja. Za umjetne i znatno promijenjene tekućice općenito vrijedi pravilo da se uzorkuju u isto vrijeme kada je predviđeno i uzorkovanje najbližih tipova prirodnih tekućica.

Prije početka uzorkovanja potrebno je da razdoblje stabilnog i niskog vodostaja bude dovoljno dugo kako bi se makrozoobentoska zajednica mogla dobro razviti. Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka (HR-K_6A) treba uzorkovati u ranojutarnjim satima, prije nego što počinje rad strojnica.

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 i preljeva). 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.

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 (do dubine od 30 cm) 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 36% 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 s površine veličine 25 x 25 cm (0,0625 m²). Na mjernim postajama s jednoličnim supstratom (1-3 raspoloživih mikrostaništa), obično s dominantnom mekanom podlogom te finim i krupnim česticama organske tvari (FPOM i CPOM) uzorkuje se 10 poduzoraka. Iznimno, u tekućicama s jednoličnim supstratom i debelim naslagama krupnih čestica organske tvari (primjerice debele naslage vodenih leća na dnu pojedinih tekućica Panonske ekoregije) uzorkuje se 5 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 4.1.1.1.-1.

Tablica 4.1.1.1.-1. 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 4.1.1.1.-2.). 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.

Tablica 4.1.1.1.-2. Tablica zastupljenosti staništa.

		MINERALNA STANIŠTA - zastupljenost (suma=100%)																					
		megalital >40 cm		makrolital 20-40 cm		mezolital 6-20 cm		mikrolital 2-6 cm		akal >0,2-2 cm		psamal 6 µm-2 mm		psamopelal		pelal <6 µm		argilal <6 µm		tehnolital		nedodijeljeno	
		%	SU	%	SU	%	SU	%	SU	%	SU	%	SU	%	SU	%	SU	%	SU	%	SU	%	SU
BIOTIČKA STANIŠTA zastupljenost (suma varijablna)	golo mineralno stanište																						
	mikro-alge																						
	makro-alge																						
	submerzne mahovine i makrofiti																						
	emerzni makrofiti																						
	živi dijelovi kopnenog bilja																						
	ksilal																						
	CPOM																						
	FPOM																						
	razni ostaci																						
	kanalizacijske bakterije i gljivice																						

- 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 struje vode 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 4.1.1.1.-3.

Tablica 4.1.1.1.-3. 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 kamena prikupe pričvršćeni organizmi i isperu u mreži. Zatim se kamenje pomakne, veće kamenje stavi u mrežu i u njoj rukom ili pincetom saberu 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, saberu 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 spremiti nekoliko živih jedinki 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 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.

4.1.1.2. Laboratorijska obrada uzoraka

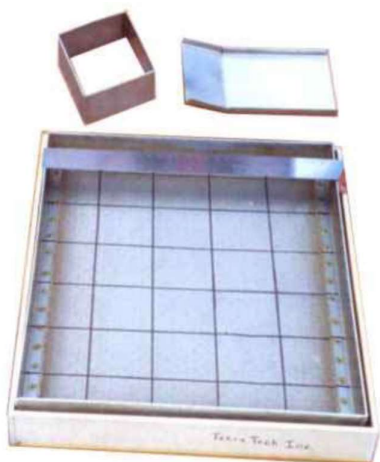
Izolacija makrozoobentosa

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 4.1.1.2.-1.).

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.



Slika 4.1.1.2.-1. 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 igračih 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 valja provoditi pažljivo kako ne bi došlo do oštećenja jedinki pojedinih skupina makrozoobentosa (npr. Ephemeroptera, Amphipoda, Oligocheta). Uzorci iz svakog sita zasebno se prenesu u posudice ispunjene 70%-tnim etanolom. Takav uzorak je spreman za izolaciju, odnosno izdvajanje svih makroskopskih beskraljješnjaka.
- 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 beskralješnjaci 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.

Determinacija makrozoobentosa

U Tablici 4.1.1.2.-1 je navedena razina determinacije makrozoobentosa potrebna za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica u Hrvatskoj. U tablici su prikazane skupine čije se jedinke u izoliranom uzorku determiniraju u cijelosti. Određene skupine makrozoobentosa izdvajaju se iz poduzorka ovisno o preporučenom broju, determiniraju te se preračunavaju na preostali dio jedinki u uzorku. Preporučuje se što detaljnija determinacija, do razine vrste, ukoliko je moguće.

Tablica 4.1.1.2.-1. Obavezna razina determinacije makrozoobentosa i broj jedinki koji se determinira kod pojedine skupine.

Sistematska skupina	Razina determinacije	Minimalan broj jedinki koji se determinira	Sistematska skupina	Razina determinacije	Minimalan broj jedinki 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 jedinki, dok se ostale determiniraju u cijelosti

Za determinaciju je potrebno koristiti determinacijske ključeve, a popis relevantne literature za determinaciju makrozoobentosa naveden je u Poglavlju 7.1.3. Metodologije (Hrvatske vode, 2016).

NAPOMENA: Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu sa Smjernicama za ravnomjerno uzorkovanje bentoskih makrobeskralježnjaka u plitkim rječicama prema zastupljenosti različitih staništa (HRN EN 16150:2012) i Smjernicama za uzorkovanje bentoskih makroavertebata ručnom mrežom (HRN EN 27828:2008).

Kvantifikacija makrozoobentosa

U uzorku makrozoobentosa potrebno je odrediti brojnost svojiti (taksona). Budući da relativna brojnost može dovesti do značajnih odstupanja rezultata, za izračunavanje Hrvatskog saprobnog indeksa - SI_{HR} (vidi Metodologiju, poglavlje 3.4.3.3.3. Izračunavanje indeksa/pokazatelja) određuje se ili apsolutna brojnost indikatorskih vrsta utvrđenih u cijelom uzorku ili brojnost preračunatu na 1 m².

4.1.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala

Tipovi znatno promijenjenih i umjetnih tekućica grupirani su u 5 grupa (Tablica 4.1.2.-1.), za koje je razrađen sustav ocjene ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa.

Tablica 4.1.2.-1. Grupe tipova umjetnih i znatno promijenjenih tekućica za koje je razrađen sustav ocjene ekološkog potencijala prema makrozoobentosu.

Grupa 1	HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B i HR-K_6C
Grupa 2	HR-K_3A i HR-K_3B
Grupa 3	HR-K_4 i HR-K_5
Grupa 4	HR-K_6A
Grupa 5	HR-K_6B

Indeksi/pokazatelji za tipove umjetnih i znatno promijenjenih tekućica

Za sve grupe umjetnih i znatno promijenjenih tekućica sustav ocjene ekološkog potencijala je modularni pri čemu su u modulu saprobnost koristi Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}), dok se u modulu opća degradacija koristi nekoliko metrika (pokazatelja) koje se razlikuju ovisno o pojedinoj grupi umjetnog i znatno promijenjenog vodnog tijela (Tablica 4.1.2.-2.).

Hrvatski saprobni 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 saprobni indeks

SI = indikatorska vrijednost pojedinih vrsta/svojiti

u_i = broj jedinki izračunat na 1 m²

Tablica 4.1.2.-2. Metrike/pokazatelji modula opća degradacija za grupe tipova umjetnih i znatno promijenjenih tekućica.

Grupa tipova	Metrike	indeks
Grupa 1	Ritron indeks, Margalefov indeks raznolikosti, RFI, ASPT, EPTCBO	multimetrički
Grupa 2	Margalefov indeks raznolikosti, RFI, ASPT, EPTCBO	multimetrički
Grupa 3	RFI i [%] Akal+Lital+Psamal	multimetrički
Grupa 4	RFI i [%] Akal+Lital+Psamal	multimetrički
Grupa 5	RFI, Ritron indeks, EPT [%] i Margalefov indeks raznolikosti	multimetrički

RFI – Indeks riječne faune

ASPT - Prosječna ocjena po svojiti

EPTCBO - Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata

[%] Akal+Lital+Psamal - Udio svojiti s jasnom preferencijom prema odr. supstratu (engl. *scored taxa* = 100%)

EPT [%] - Udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu

Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

Omjeri ekološke kakvoće (OEK) za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije temeljeni na makrozoobentosu računaju se zasebno za svaku metriku prema formuli:

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

OEK modula saprobnost sadrži samo metriku Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}), dok OEK opće degradacije računa se tako da se zbroje OEK metrika koje pripadaju određenoj grupi i podijele se s brojem OEK (Tablica 4.1.2.-3.).

Tablica 4.1.2.-3. Formule za izračun OEK opće degradacije za grupe tipova umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela (UVT i ZPVT) tekućica Panonske ekoregije.

Grupa tipova UVT i ZPVT tekućica	FORMULA ZA IZRAČUN OEK
Grupa 1	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ASPT) + OEK(d) + OEK(RI) + OEK(EPTCBO)}{5}$
Grupa 2	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ASPT) + OEK(EPTCBO)}{3}$
Grupa 3	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ALP\%)}{2}$
Grupa 4	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ALP\%)}{2}$
Grupa 5	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(RI) + OEK(d) + OEK(EPT\%)}{4}$

Granice kategorija ekološkog potencijala prema vrijednostima OEK UVT i ZPVT tekućica Panonske ekoregije prikazane su u tablici 4.1.2.-4.

Tablica 4.1.2.-4. Granice ekološkog potencijala prema vrijednostima omjera ekološke kakvoće (OEK) umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije prema makrozoobentosu.

EKOLOŠKI POTENCIJAL	OEK
DOBAR I BOLJI	0,60-1,00
UMJEREN	0,40-0,59
LOŠ	0,20-0,39
VRLO LOŠ	0,00-0,19

Modul opće degradacije za tipove umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Grupe 1

Metrike Ritron indeks, Margalefov indeks raznolikosti, RFI, ASPT i EPTCBO jednako su zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

RFI računa se po dvije različite operativne liste indikatora:

- Za tipove HR-K_1A, HR-K_1B i HR-K_6C po operativnoj listi svojti za RFI zajedničkih interkalibracijskih tipova EX5 i EX6
- Za tipove HR-K_2A i HR-K_2B po operativnoj listi svojti za RFI zajedničkih interkalibracijskih tipova E2 i E3

Modul opće degradacije za tipove znatno promijenjenih tekućica Grupa 2

Metrike Margalefov indeks raznolikosti, RFI, ASPT i EPTCBO jednako su zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

RFI se računa po operativnoj listi svojti zajedničkih interkalibracijskih tipova E2 i E3.

Modul opće degradacije za tipove znatno promijenjenih tekućica Grupe 3

Metrike RFI i [%] Akal+Lital+Psamal (svojte s jasnom preferencijom prema mikrostaništima, engl. *scored taxa = 100%*) jednako su zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

RFI računa se po operativnoj listi svojti za RFI vrlo velikih rijeka.

Modul opće degradacije za tip umjetnih tekućica Grupe 4

Metrike RFI i [%] Akal+Lital+Psamal (svojte s jasnom preferencijom prema mikrostaništima, engl. *scored taxa = 100%*) jednako su zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

RFI računa se po operativnoj listi svojti za RFI vrlo velikih rijeka.

Modul opće degradacije za tip umjetnih tekućica Grupe 5

Metrike RFI, Ritron indeks, EPT [%] (klase abundancije) i Margalefov indeks raznolikosti jednako su zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

RFI računa se po operativnoj listi svojti za RFI zajedničkog interkalibracijskog tipa R-EX5.

Indikatorske vrijednosti pojedinih svojti za Indeks saprobnosti (SI_{HR}) i za RFI odgovarajućih prirodnih tekućica nalaze se u Prilogu 7, kao MS Excell dokument.

4.1.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U UMJETNIM I ZNATNO PROMIJENJENIM VODNIM TIJELIMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA MAKROZOOBENTOSU

4.1.3.1. Određivanje i definiranje kriterija za postaje maksimalnog ekološkog potencijala

Prvi korak prilikom razvoja sustava ocjene ekološkog potencijala UVT i ZPVT tekućica Panonske ekoregije Hrvatske prema makrozoobentosu bio je definiranje referentnih uvjeta, odnosno odabir postaja koje zadovoljavaju uvjete maksimalnog ekološkog potencijala. U navedenu svrhu koristili smo kriterije koji su određeni za alternativne referentne postaje (engl. *benchmark*) u odgovarajućim interkalibracijskim grupama (Opartilova i sur., 2012 i Birk i sur., 2018). Navedeni kriteriji predstavljaju gornju prihvatljivu granicu za postaje u dobrom ekološkom stanju (ekološko stanje koja odgovara granici 0.8 unutar skale od 0-1). Nakon što su selektirane postaje koje zadovoljavaju kriterije prirodnih tekućica za granicu 0.8 (postaje iz ovog projektnog zadatka te iz seta dodatnih postaja), iste su korištene prilikom izrade sustava za UVT i ZPVT tekućica kao postaje s maksimalnim ekološkim potencijalom.

Za tipove znatno promijenjenih tekućica kriteriji za maksimalni ekološki potencijal su sljedeći:

Kriteriji za osnovne fizikalno – kemijske pokazatelje znatno promijenjenih tijela tekućica tipova HR-K_1A, 1B, 2A, 2B, 3A i 3B, baziraju se na odgovarajućim, odnosno najbližim tipovima tekućica za koje se određuje ekološko stanje. Kriteriji odgovaraju relevantnim tipovima tekućica za tzv. alternativne referentne postaje (engl. *benchmark*), završene EC GIG interkalibracijske grupe (preuzeto i prilagođeno iz Opartilova i sur., 2012.)

- Amonij (mgN/l): < 0,25
- Nitrati (mgN/l): < 6
- Ortofosfati otopljeni (mgP/l): < 0,25
- BPK₅ (mgO₂/l): < 4,1

Za HR tipove HR-K_1A, 1B, 2A, 2B, 3A i 3B, postaje koje udovoljavaju navedenim kriterijima predstavljaju kandidate za postaje maksimalnog ekološkog potencijala.

Za tipove HR-K_4 i 5 uvjeti maksimalnog ekološkog potencijala određeni su prema smjernicama za određivanje alternativnih referentnih postaja vrlo velikih rijeka (engl. *best available sites*) (Birk i sur., 2018):

- Amonij (mgN/l): < 0,2
- Nitrati (mgN/l): < 10
- Ortofosfati otopljeni (mgP/l): < 0,1

Kao i kod prethodne skupine tipova, ove granice predstavljaju gornju granicu postaja dobrog ekološkog stanja (ekološko stanje koja odgovara granici 0.8 unutar skale od 0-1), a u slučaju HR tipova HR-K_4 i HR-K_5 postaje koje udovoljavaju navedenim kriterijima predstavljaju kandidate za postaje maksimalnog ekološkog potencijala.

Uz navedene kriterije za osnovne fizikalno-kemijske parametre, postaje s maksimalnim ekološkim potencijalom u grupama tipova znatno promijenjenih tekućica moraju zadovoljavati i sljedeće hidromorfološke kriterije:

- Hidrologija (srednja ocjena) ≤ 2
- Morfologija - Struktura sedimenta i promjene na pokosu obale odsječka i vodnog tijela ≤ 2
- Morfologija - Vrsta/struktura vegetacije na obalama i na okolnom zemljištu unutar zadane „buffer zone“ (10 m) na odsječku i vodnom tijelu ≤ 2

U znatno promijenjenim tekućicama morfološke karakteristike, kao što su presjek korita, lateralna gibanja te uzdužna povezanost, su uglavnom jako narušene. Držimo da ako su hidrologija i stavke morfologije koje se odnose na struktura sedimenta i promjene na pokosu obale te riparijsku zonu („buffer zonu“) donekle stabilne (ili nepromijenjene) da je moguće postizanje dobrog i boljeg ekološkog potencijala i u znatno promijenjenim tekućicama. Od 43 postaja koje pripadaju tipovima HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B, HR-K_3A, HR-K_3B, HR-K_4 i HR-K_5 u okviru projekta Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije, njih 11 odgovaraju uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala po ranije spomenutim kriterijima (Tablica 4.1.3.1.-1.).

Budući da je ukupno definirano 11 tipova i podtipova znatno promijenjenih i umjetnih tekućica u Panonskoj ekoregiji, selektirane su dodatne postaje kako bi se dobio veći set podataka i time pouzdaniji sustav ocjene. Od 134 dodatnih postaja (ukupno 148 podataka jer za neke postaje postoje višegodišnji podaci) u tipovima HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B, HR-K_3A, HR-K_3B, HR-K_4 i HR-K_5, njih 21 odgovara uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala, po ranije spomenutim kriterijima (Tablica 4.1.3.1.-2.).

Tablica 4.1.3.1.-1. Monitoring postaje tipova HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B, HR-K_3A, HR-K_3B, HR-K_4 i HR-K_5 iz projekta Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije, koje zadovoljavaju kriterije maksimalnog ekološkog potencijala.

Šifra	Naziv	Tip ZPVT/UVT	Amonij (mgN/l)	Nitrat (mgN/l)	Ortofosfat (mgP/l)	Hidrologija (srednja ocjena) ≤ 2	Struktura sedimenta i promjene na pokosu obale odsječka i vodnog tijela ≤ 2	Vrsta/struktura vegetacije na obalama i na okolnom zemljištu unutar zadane „buffer zone“ (10 m) na odsječku i vodnom tijelu ≤ 2
10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-K_4	<0,04	1,433	<0,03	2	1	2
10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-K_4	<0,04	1,08	<0,03	2	1	2
10026	Sava, Slavonski Brod	HR-K_4	<0,04	1,052	<0,03	2	1	2
10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-K_4	<0,04	1,093	<0,03	2	3	2
25006	Drava, Podravska Moslavina	HR-K_4	0,02	1,04	0,026	2	1	1
25007	Drava, Gat, Petrovo selo	HR-K_4	0,049	0,937	0,031	2	1	1
25009	Drava, Nard	HR-K_4	<0,007	0,944	0,016	2	1	1
25058	Drava, blizu Svibovca Podravskog	HR-K_5	<0,04	0,755	<0,03		1	1
25059	Drava, Ledine Molvanske	HR-K_5	0,024	1,063	0,018	1,5	1	1
25060	Drava, Štorgač	HR-K_5	0,02	0,981	0,017	1,5	1	1
29250	Mura, prije utoka u Dravu	HR-K_4	0,029	1,486	0,021	2	1	1

Tablica 4.1.3.1.-2. Dodatne monitoring postaje tipova HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B, HR-K_3A, HR-K_3B, HR-K_4 i HR-K_5 koje zadovoljavaju kriterije maksimalnog ekološkog potencijala.

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	Ortofosfati (mgP/l)	Nitrati (mgN/l)	Amonij (mgN/l)	Hidrologija (srednja ocjena) ≤ 2	Struktura sedimenta i promjene na pokosu obale odsječka i vodnog tijela ≤ 2	Vrsta/struktura vegetacije na obalama i na okolnom zemljištu unutar zadane „buffer zone“ (10 m) na odsječku i vodnom tijelu ≤ 2
16233	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta	HR-K_1A	0.021	0.453	0.191	1	1	1
16584	Ribnjak, prije utoka u Dobru	HR-K_1A	0.003	0.843	0.004	2	1	1
17606	Presecno, Draškovic	HR-K_1B	0.029	0.620	0.200	1	1	2
21081	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin	HR-K_1B	0.090	1.608	0.179	2	2	2
15226	Ilova, Maslenjača	HR-K_2B	0.087	0.623	0.041	2	1	2
13012	Orljava, ušće	HR-K_3B	0.076	1.306	0.178	2	1	1
10011	Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec	HR-K_4	0.050	1.258	0.049	2	1	1
10100	Sava, Račinovci	HR-K_4	0.052	1.125	0.034	2	1	1
25005	Drava, Belišće	HR-K_4	0,071	0,438	0,088	2	2	1
29111	Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc	HR-K_4	0.017	1.072	0.026	2	1	1
29210	Mura, Goričan	HR-K_4	0.023	1.389	0.031	2	1	1
10006	Sava, uzvodno od Slavenskog Broda	HR-K_4	0.055	0.986	0.039	2	2	1
10010	Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une	HR-K_4	0.087	1.241	0.086	2	2	1
29220	PMF 2006, Mura, Mursko Središće	HR-K_4	0.028	1.405	0.052	2	2	1
10007	Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš	HR-K_4	0.053	1.093	0.055	2	2	2
29160	Drava, Ormož	HR-K_5	0.010	0.904	0.022	2	1	1
29120	Drava, Terezino Polje-Barč	HR-K_5	0.015	1.075	0.021	1.5	2	1
29130	Drava, Botovo-Ortilos	HR-K_5	0.015	1.093	0.032	1.5	2	1
25056	Drava, Novo Virje	HR-K_5	0.016	1.077	0.025	1.5	2	2
29141	Drava, Legrad	HR-K_5	0.014	0.888	0.023	1.5	2	2
10019	Sava, Rugvica	HR-K_5	0.066	1.575	0.056	2	2	2

Umjetna vodna tijela tekućica po načnu postanka su potpuno antropogena te kao takva imaju jako neprirodne hidromorfološke karakteristike. Kriteriji maksimalnog ekološkog potencijala za osnovne fizikalno-kemijske parametre za tip HR-K_6A (Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka) određeni su prema smjernicama za određivanje alternativnih referentnih postaja vrlo velikih rijeka (Birk i sur., 2018):

- Amonij (mgN/l): < 0,2
- Nitrati (mgN/l): < 10
- Ortofosfati otopljeni (mgP/l): < 0,1

Kao i za tipove znatno promijenjenih tekućica, ove granice predstavljaju gornju granicu postaja dobrog ekološkog stanja (ekološko stanje koja odgovara granici 0.8 unutar skale od 0-1), a postaje koje im udovoljavaju kandidati su za postaje s maksimalnim ekološkim potencijalom.

Tip HR-K_6B (Umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda) predstavlja drenažne jarke akumulacija HE Čakovec i HE Dubrava na rijeci Dravi, koje se podzemnim procjeđivanjem opskrbljuju vodom iz akumulacija ili rijeke Drave. Po svojim karakteristikama i sastavu zajednice makrozoobentosa umjetne tekućice navedenog tipa najsličnije su malim nizinskim tekućicama aluvijalnog tipa. Geneza drenažnih jaraka čini ih manje podložnima priljevu organskih i hranjivih tvari, upravo zbog stalnog procesa procjeđivanja i pritjecanja vode kroz intersticij, stoga držimo kako za ove vodotoke valja primijeniti strože kriterije za fizikalno-kemijske parametre u odnosu na ostale tipove. Kriteriji za tip HR-K_6B preuzeti su iz Opartilova i sur. (2012), no u ovom slučaju kriteriji su za uvijete maksimalnog ekološkog potencijala, u potpunosti izjednačeni sa kriterijem za referentne uvjete komplementarnih prirodnih tekućica (ekološko stanje koja odgovara granici 1 unutar skale od 0-1):

- Amonij (mgN/l): < 0,1
- Nitrati (mgN/l): < 6
- Ortofosfati otopljeni (mgP/l): < 0,04
- BPK₅ (mgO₂/l): < 2,4

Kriteriji maksimalnog ekološkog potencijala za osnovne fizikalno-kemijske parametre za tip HR-K_6C (Umjetne tekućice s velikim sezonskim promjenama protoka), isti su kao i za alternativne referentne (engl. *benchmark*) postaje pripadajućih tekućica za koje se određuje ekološko stanje (Opartilova i sur., 2012):

- Amonij (mgN/l): < 0,25
- Nitrati (mgN/l): < 6
- Ortofosfati otopljeni (mgP/l): < 0,25
- BPK₅ (mgO₂/l): < 4,1

Uz fizikalno kemijske uvjete, monitoring postaje na umjetnim vodnim tijelima tekućica s maksimalnim ekološkim potencijalom moraju zadovoljavati i sljedeće hidromorfološke karakteristike:

Za tip HR-K_6A (Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka):

- Hidrologija 1.4. - Dani bez tekuće vode u koritu ≤ 2
- Morfologija 3.2.5. - Sastav supstrata (ispod razine vodnog lica) na istraživanom odsječku ≤ 2

Za tip HR-K_6B (Umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda):

- Morfologija 3.2.1. - Količina umjetnih tvrdih materijala ispod razine vodnog lica ≤ 2
- Morfologija 3.2.4. - Promjene u nagibu obale ≤ 2

Za tip HR-K_6C (Umjetne tekućice s velikim sezonskim promjenama protoka):

- Hidrologija 1.4. - Dani bez tekuće vode u koritu ≤ 2
- Morfologija 3.2.5. - Sastav supstrata (ispod razine vodnog lica) na istraživanom odsječku ≤ 2
- Morfologija 3.3.4. - Vrsta/struktura vegetacije na obalama i na okolnom zemljištu unutar zadane „buffer zone“ (10 m) na odsječku i vodnom tijelu ≤ 2

Šifre i ocjene pojedinih hidromorfoloških pokazatelja preuzete su iz elaborata “Sustavno ispitivanje hidromorfoloških elemenata kakvoće u rijekama u 2019. i 2020. godini“ (poglavlje: Prijedlog metodologije monitoringa i ocjenjivanja hidromorfoloških pokazatelja za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela rijeka) (Vučković i sur., 2020).

Od 19 monitoring postaja koje pripadaju tipovima HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C, u projektu Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije, njih 11 zadovoljava uvjete maksimalnog ekološkog potencijala po ranije spomenutim kriterijima (Tablica 4.1.3.1.-3.).

Tablica 4.1.3.1.-3. Monitoring postaje tipova HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C iz projekta Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije koje zadovoljavaju kriterije za referentne postaje.

Šifra	Tip ZPVT/UVT	Naziv	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	1.4.	3.2.1.	3.2.4.	3.2.5.	3.3.4.
22012	HR-K_6A	Dovodni kanal HE Dubrava	0,021	0,821	0,018	1,644	1			N.O.	
22009	HR-K_6A	Odvodni kanal HE Čakovec	<0,04	0,808	<0,03	1,737	1			1	
22013	HR-K_6A	Odvodni kanal HE Dubrava	0,029	0,795	0,017	1,803	1			1	
22004	HR-K_6A	Dovodni kanal HE Varaždin	<0,04	0,942	<0,03	1,877	1			N.O.	
25057	HR-K_6A	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestni Grez	<0,04	0,850	<0,03	1,982	1			1	
22005	HR-K_6A	Odvodni kanal HE Varaždin	<0,04	0,917	<0,03	2,045	1			1	
22008	HR-K_6A	Dovodni kanal HE Čakovec	<0,04	0,735	<0,03	2,052	1			N.O.	
22010	HR-K_6B	Lijevo drenažno jark HE Dubrava, Otok	0,021	0,256	0,016	1,016		1	2		
22011	HR-K_6B	Desno drenažno jark HE Dubrava, Dubovica	<0,04	0,238	<0,03	1,068		1	2		
15362	HR-K_6C	Lateralni kanal, G. Narta	0,061	0,356	0,024	3,201	3	/		1	2
21229	HR-K_6C	Krešimirovac, Rušani	0,18	0,188	0,020	3,391	3	/		1	1

1.4. Hidrologija - Dani bez tekuće vode u koritu

3.2.1. Morfologija - Količina umjetnih tvrdih materijala ispod razine vodnog

3.2.4. Morfologija - Promjene u nagibu obale

3.2.5. Morfologija - Sastav supstrata (ispod razine vodnog lica) na istraživanom odsječku

N.O. - Nema podataka

/ - Ne ocjenjuje se za taj tip ili tu tekućicu

Ukupan broj monitoring postaja koje su korištene prilikom izrade sustava ocjene ekološkog potencijala tekućica Panonske ekoregije prema makrozoobentosu (uključujući postaje iz ovog Projektnog zadatka ali i dodatne postaje) i broj postaja s maksimalnim ekološkim potencijalom po tipovima UVT i ZPVT prikazan je u tablici 4.1.3.1.-4.

Tablica 4.1.3.1.-4. Ukupan broj monitoring postaja i broj postaja (podataka) s maksimalnim ekološkim potencijalom (MEP) po tipovima (za neke postaje postoje višegodišnji podatci) koje su korištene prilikom izrade sustava ocjene ekološkog potencijala tekućica Panonske ekoregije prema makrozoobentosu.

Broj postaja /od toga s MEP	Tip umjetne ili znatno promijenjene tekućice	Opis umjetne ili jako promijenjene tekućice
24/2	HR-K_1A	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje 5 - 100 km ²)
32/2	HR-K_1B	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka (slivno područje 5 - 100 km ²)
30/0	HR-K_2A	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje 100 - 1000 km ²)
27/1	HR-K_2B	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka (slivno područje 100 - 1000 km ²)
16/0	HR-K_3A	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje 1000 - 10000 km ²)
4/1	HR-K_3B	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka (slivno područje 1000 - 10000 km ²)
27/17	HR-K_4	Vrlo velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom (slivno područje veće od 10000 km ²)
19/17	HR-K_5	Znatno promijenjene tekućice s velikim promjenama protoka
23/23	HR-K_6A	Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka
20/11	HR-K_6B	Umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda
34/2	HR-K_6C	Umjetne tekućice s velikim sezonskim promjenama protoka

S obzirom na broj postaja (podataka) koje zadovoljavaju uvjete maksimalnog ekološkog potencijala i tipološke karakteristike, tipovi umjetnih i znatno promijenjenih tekućica grupirani su u 5 grupa za koje je razrađen sustav ocjene (Tablica 4.1.3.1.-5.).

Tablica 4.1.3.1.-5. Grupe tipova umjetnih i znatno promijenjenih tekućica za koje je razrađen sustav ocjene ekološkog potencijala prema makrozoobentosu.

Grupa 1	HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B i HR-K_6C
Grupa 2	HR-K_3A i HR-K_3B
Grupa 3	HR-K_4 i HR-K_5
Grupa 4	HR-K_6A
Grupa 5	HR-K_6B

Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

Omjeri ekološke kakvoće (OEK) za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije temeljeni na makrozoobentosu računaju se zasebno za svaku metriku prema formuli:

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

OEK modula saprobnosti sadrži samo metriku Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}), dok OEK opće degradacije računa se tako da se zbroje OEK metrika koje pripadaju određenoj grupi tipova UVT i ZPVT tekućica i podijele se s brojem OEK (Tablica 4.1.3.1.-6.).

Hrvatski saprobni 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 saprobni indeks
 SI = indikatorska vrijednost pojedinih vrsta/svojti
 u_i = broj jedinki izračunat na 1 m²

Tablica 4.1.3.1.-6. Formule za izračun OEK opće degradacije za pojedine grupe umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela (UVT i ZPVT) tekućica Panonske ekoregije.

Grupa tipova UVT i ZPVT tekućica	FORMULA ZA IZRAČUN OEK
Grupa 1	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ASPT) + OEK(d) + OEK(RI) + OEK(EPTCBO)}{5}$
Grupa 2	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ASPT) + OEK(EPTCBO)}{3}$
Grupa 3	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ALP\%)}{2}$
Grupa 4	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(ALP\%)}{2}$
Grupa 5	$OEK = \frac{OEK(RFI) + OEK(RI) + OEK(d) + OEK(EPT\%)}{4}$

Utvrđivanje granica ekološkog potencijala prema makrozoobentosu

Izrada sustava za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije temelji se na sljedećem modelu: Za utvrđivanje uvjeta maksimalnog ekološkog potencijala za osnovne fizikalno-kemijske parametre korišteni su kriteriji za određivanja alternativnih referentnih postaja koje odgovaraju vrijednostima dobrog i vrlo dobrog, odnosno referentnog ekološkog stanja, u relevantnim završenim interkalibracijskim vježbama (Opartilova i sur., 2012 i Birk i sur., 2018). Alternativno, kada dostatan broj ovakvih postaja nije prisutan u tipovima znatno promijenjenih tekućica (kao što je slučaj za tipove HR-K_3A i HR-K_3B), kao vrijednost maksimalnog ekološkog potencijala prilikom izračuna OEK-a i pripadajućeg ekološkog potencijala, koristi se granica dobro/vrlo dobro (OEK = 0,8) najbližih prirodnih tipova tekućica. Granice kategorija ekološkog potencijala prema vrijednostima OEK UVT i ZPVT tekućica Panonske ekoregije prikazane su u tablici 4.1.3.2.-7.

Tablica 4.1.3.1.-7. Granice ekološkog potencijala prema vrijednostima omjera ekološke kakvoće (OEK) umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije prema makrozoobentosu.

EKOLOŠKI POTENCIJAL	OEK
DOBAR I BOLJI	0,60-1,00
UMJEREN	0,40-0,59
LOŠ	0,20-0,39
VRLO LOŠ	0,00-0,19

4.1.3.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja i ocjena ekološkog potencijala prema makrozoobentosu umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije

Tipovi umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Grupe 1

U izradi sustava ocjene ekološkog potencijala UVT i ZPVT tekućica prema makrozoobentosu za tipove Grupe 1 (HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B i HR-K_6C), utvrđeno je 7 referentnih, od ukupno 122 monitoring postaje. Ova grupa uključuje male i srednje velike tekućice. Prirodne tekućice koje su najbližnije ovim tipovima UVT i ZPVT tekućica podijeljene su u dva sustava ocjene ekološkog stanja (tipovi hrvatskih tekućica koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima: R-EX5 i R-E2) te sadrže sljedeće metrike: Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}), Ritron indeks (RI), EPT [%] (klase abundancije), Margalefov indeks raznolikosti (d) i 2*Indeks riječne faune (RFI) (R-EX5) te Hrvatski saprobni indeks (SI_{HR}), Margalefov indeks raznolikosti, Indeks riječne faune (RFI), ASPT (Prosječna ocjena po svojti) i EPTCBO (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia, Odonata) (R-E2). Kako bi imali poveznicu s oba prirodna tipa, za grupu 1 korištene su sljedeće metrike: SI_{HR} , Ritron indeks, Margalefov indeks raznolikosti, RFI, ASPT i EPTCBO.

Sustav ocjene ekološkog potencijala je modularni, pri čemu je u modulu saprobnost korištena samo metrika SI_{HR} , dok su ostale metrike jednako zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije. Metrika EPT [%] (klase abundancije) isključena je iz multimetričkog indeksa za

opću degradaciju, budući da je redundantna s obzirom na metriku EPTCBO te ima manju korelaciju s pritiscima.

Vrijednosti za sve metrike u uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala za tipove Grupe 1 određene su kao 75-ti percentil vrijednosti alternativnih referentnih postaja, a najlošije vrijednosti određene su kao najlošije vrijednosti skupa podataka, ili alternativno (ako su u prirodnim tipovima lošije vrijednosti) preuzete su iz prirodnih tipova (Tablica 4.1.3.2.-1.).

Tablica 4.1.3.2.-1. Vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) i najlošije vrijednosti odabranih metrika koje se koriste za izračun omjera ekološke kakvoće (OEK) metrika za tipove Grupe 1 umjetnih i znatno promijenjenih tekućica.

Vrijednosti za izračun OEK	SI _{HR}	RFI	ASPT	Margalefov indeks raznolikosti (d)	Ritron indeks (RI)	EPTCBO
MEP	1.78	0.703	5.92	5.84	2.82	18
Najlošija	3.6	-0.511	2.4	0.53	11.32	0

RFI računa se po dvije različite operativne liste indikatora:

- Za tipove HR-K_1A, HR-K_1B i HR-K_6C po operativnoj listi svojti za RFI prirodnih tekućica Hrvatske koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipovima EX5 i EX6
- Za tipove HR-K_2A i HR-K_2B po operativnoj listi svojti za RFI prirodnih tekućica Hrvatske koje pripadaju zajedničkim interkalibracijskim tipova E2 i E3

Operativne liste svojti za izračun SI_{HR} i RFI iste su kao i za pripadajuće prirodne tipove tekućica i priložene su kao MS excell file (Prilog 7).

Multimetrički indeks opće degradacije predstavlja srednju vrijednost OEK metrika koji čine navedeni indeks. Konačna ocjena ekološkog potencijala za monitoring postaje koje pripadaju tipovima UVT i ZPVT tekućica Grupe 1, niža je vrijednost OEK dvaju modula (saprobnost i opće degradacija) (Tablica 4.1.3.2.-2.).

Tablica 4.1.3.2.-2. Ocjene ekološkog potencijala prema makrozoobentosu za monitoring postaje koje pripadaju tipovima umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela (UVT i ZPVT) tekućica Grupe1 (Omjeri ekološke kakvoće: OEK modula saprobnost - SI i opća degradacija).

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
10441	Mackovac - Lufinja, Dolina	HR-K_1A	0,76	0,75	0,75	Opća degradacija
10442	Trnava, Visoka Greda	HR-K_1A	1,38	0,65	0,65	Opća degradacija
10443	Starca, D. Bogicevci	HR-K_1A	1,08	0,59	0,59	Opća degradacija
10502	Rešetarica, Vrbje	HR-K_1B	1,14	0,56	0,56	Opća degradacija
10503	Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-K_6C	0,45	0,57	0,45	Saprobnost
10700	Obodni kanal Jelas polje, istočni, Slavonski Brod	HR-K_2B	0,96	0,50	0,50	Opća degradacija
12304	Zap. lateralni kanal Biđ polja, Poljanci prije utoka u Savu	HR-K_6C	1,32	0,69	0,69	Opća degradacija
12309	Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	HR-K_2A	0,56	0,68	0,56	Saprobnost

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
12310	Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci - Piškorevci	HR-K_6C	0,65	0,68	0,65	Saprobnost
12515	Strušac, Retkovci	HR-K_6C	0,68	0,55	0,55	Opća degradacija
13008	Lateralni kanal Adžamovka, Orłjava - Lužani	HR-K_6C	1,35	0,63	0,63	Opća degradacija
13014	Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	HR-K_1A	0,44	0,73	0,44	Saprobnost
13015	Vodno tijelo 131, Siče	HR-K_6C	0,37	0,75	0,37	Saprobnost
13200	Londža, most u Pleternici	HR-K_2B	0,69	0,86	0,69	Saprobnost
13202	Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	HR-K_2B	0,48	0,65	0,48	Saprobnost
13203	Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	HR-K_2B	0,57	0,63	0,57	Saprobnost
13504	Vucjak	HR-K_1B	0,65	1,42	0,65	Saprobnost
15107	Dovodni kanal akumulacije Pakra, Jamarica	HR-K_2B	0,40	0,63	0,40	Saprobnost
15108	Pakra, Janja Lipa	HR-K_2B	0,31	0,64	0,31	Saprobnost
15221	Ilova, Veliko Vukovje	HR-K_2A	1,34	0,69	0,69	Opća degradacija
15223	Ilova, most na cesti Tomašica - Sokolovac	HR-K_2B	0,69	0,59	0,59	Opća degradacija
15226	Ilova, Maslenjača	HR-K_2B	1,32	0,78	0,78	Opća degradacija
15228	Ilova, Veliki Zdenci	HR-K_2B	0,45	0,72	0,45	Saprobnost
15229	Ilova, ribnjaci	HR-K_2A	0,26	0,66	0,26	Saprobnost
15232	Toplica, Sokolovac	HR-K_2B	0,54	0,54	0,54	Opća degradacija
15348	Česma, Međurača	HR-K_2A	0,72	0,74	0,72	Saprobnost
15353	Česma, Narta	HR-K_2A	0,55	0,79	0,55	Saprobnost
15353	Česma, Narta	HR-K_2A	0,44	0,57	0,44	Saprobnost
15355	Česma, Pavlovac	HR-K_2A	0,60	0,65	0,60	Saprobnost
15360	Bjelovacka, cesta Veliko i Malo Koreново	HR-K_1B	0,36	0,34	0,34	Opća degradacija
15361	Severinska, Severin	HR-K_1B	0,68	0,82	0,68	Saprobnost
15362	Lateralni kanal, G. Narta	HR-K_6C	0,34	0,65	0,34	Saprobnost
15371	Glogovnica, prije utoka u Česmu	HR-K_2B	0,45	0,51	0,45	Saprobnost
15371	Glogovnica, prije utoka u Česmu	HR-K_2B	0,45	0,51	0,45	Saprobnost
15388	Vrtlin, nizv. od Križevaca	HR-K_1B	0,62	0,20	0,20	Opća degradacija
15391	Plavnica, prije utoka u Česmu	HR-K_2A	0,56	0,72	0,56	Saprobnost
15450	Gracenica, Donja Gracenica	HR-K_1A	0,34	0,57	0,34	Saprobnost
15451	Križ, Novoselec	HR-K_1A	0,55	0,47	0,47	Opća degradacija
15474	Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	HR-K_6C	0,30	0,59	0,30	Saprobnost
15486	Orešcak, na cesti Sveti Ivan Zelina - Hrastje	HR-K_1B	0,45	0,47	0,45	Saprobnost
15488	Sloboština, Okucani	HR-K_2B	1,29	0,93	0,93	Opća degradacija
15496	Subocka, N. Grabovac	HR-K_2B	1,27	0,75	0,75	Opća degradacija
15591	Zelina, Božjakovina	HR-K_2A	0,77	0,59	0,59	Opća degradacija
15592	Spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma, crp.st. Poljanski Lug	HR-K_6C	0,41	0,56	0,41	Saprobnost
15592	Spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma, crp.st. Poljanski Lug	HR-K_6C	0,29	0,44	0,29	Saprobnost
15594	Lateralni kanal Deanovac, cesta Ivanić Grad - Crna Humka	HR-K_1B	0,39	0,81	0,39	Saprobnost
15597	Salnik, na cesti Rakovec - Samoborec	HR-K_1A	0,73	0,76	0,73	Saprobnost
16106	Skopljak, Gradec Pokupski	HR-K_1B	0,52	0,42	0,42	Opća degradacija
16109	Blatnica, Blatnica	HR-K_1A	0,74	0,74	0,74	
16217	Spojni kanal Kupčina	HR-K_2B	0,56	0,68	0,56	Saprobnost
16218	Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina-Šišljavić,	HR-K_2A	0,64	0,71	0,64	Saprobnost
16224	Kupčina, Lazina	HR-K_2B	0,79	0,64	0,64	Opća degradacija

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
16228	Reka, Domagović	HR-K_1A	1,00	0,68	0,68	Opća degradacija
16233	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta	HR-K_1A	1,00	1,13	1,00	Saprobnost
16241	Spojini kanal (vt749), Jastrebarsko-Domagović	HR-K_6C	0,12	0,32	0,12	Saprobnost
16584	Ribnjak, prije utoka u Dobru	HR-K_1A	1,1	0,82	0,82	Opća degradacija
17004	Krapina, Bedekovčina	HR-K_2A	0,72	0,65	0,65	Opća degradacija
17011	Lucelnica, Hruševac Kupljenski - most	HR-K_1B	0,78	1,07	0,78	Saprobnost
17012	Luka, Luka	HR-K_1B	0,52	0,81	0,52	Saprobnost
17305	Velika, uzvodno od Poznanovca	HR-K_1A	0,75	1,00	0,75	Saprobnost
17504	Bistrica, Podgrade Bistricko	HR-K_1A	1,39	0,83	0,83	Opća degradacija
17606	Presecno, Draškovic	HR-K_1B	0,77	0,78	0,77	Saprobnost
17704	Pinja, Selnica	HR-K_1B	0,52	0,60	0,52	Saprobnost
17705	Žitomirka, Špoljari	HR-K_1A	0,69	0,80	0,69	Saprobnost
18001	Sutla, Harmica	HR-K_2A	1,25	1,12	1,12	Opća degradacija
18006	Sutla, D. Brezno	HR-K_1B	0,42	0,48	0,42	Saprobnost
21000	Baranjska Karašica, Batina	HR-K_2A	1,33	0,49	0,49	Opća degradacija
21006	Baranjska Karašica, Branjin Vrh	HR-K_2B	0,63	0,61	0,61	Opća degradacija
21012	Karašica, Črnkovci	HR-K_2B	1,43	0,76	0,76	Opća degradacija
21012	Karašica, Črnkovci	HR-K_2B	1,27	0,61	0,61	Opća degradacija
21015	Županijski kanal, Kapinci	HR-K_2A	0,40	0,52	0,40	Saprobnost
21020	Vucica, Marjancaci	HR-K_2A	1,41	0,55	0,55	Opća degradacija
21022	Čarna (G.D.K. za C.S. Zlatna Greda), Čarna - Zlatna Greda	HR-K_1A	1,25	0,69	0,69	Opća degradacija
21023	Glavni dovodni kanal Tikveš, Tikveš	HR-K_2A	1,38	0,53	0,53	Opća degradacija
21025	Kanal Karašica, Popovac	HR-K_1A	1,42	0,63	0,63	Opća degradacija
21033	Slatinska Cadavica, Cadavica	HR-K_1A	1,23	0,49	0,49	Opća degradacija
21036	Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave	HR-K_1B	1,29	0,79	0,79	Opća degradacija
21038	Bistra, jugozapadno od Darde	HR-K_1A	1,30	0,60	0,60	Opća degradacija
21041	Trnava III, most na cesti Čakovec-GP Goričan	HR-K_2A	1,37	0,75	0,75	Opća degradacija
21045	Muršćak, most na cesti Domašinec - St. Straža	HR-K_6C	0,55	0,55	0,55	Saprobnost
21049	Bistrec-Rakovnica I, most na cesti Hemuševac – Goričan	HR-K_1A	0,76	0,45	0,45	Opća degradacija
21050	Bistrec-Rakovnica II, most na putu polj.dobra D.Dubrava-Kotoriba	HR-K_2A	0,8	0,59	0,59	Opća degradacija
21062	Čarna, nakon crpne stanice Podunavlje-Čarna	HR-K_1B	1,35	0,86	0,86	Opća degradacija
21077	Rogstrug, Podravske Sesvete	HR-K_2A	0,73	0,53	0,53	Opća degradacija
21077	Rogstrug, Podravske Sesvete	HR-K_2A	0,79	0,52	0,52	Opća degradacija
21079	Bistra Koprivnička, most kod Molvi	HR-K_2B	0,67	0,55	0,55	Opća degradacija
21079	Bistra Koprivnička, most kod Molvi	HR-K_2B	0,59	0,38	0,38	Opća degradacija
21081	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin	HR-K_1B	1,03	0,72	0,72	Opća degradacija
21085	Bednja, Mali Bukovec	HR-K_2B	1,39	0,85	0,85	Opća degradacija
21085	Bednja, Mali Bukovec	HR-K_2B	0,64	0,71	0,64	Saprobnost
21112	Cuklin, Novo Selo Podravsko	HR-K_1A	1,24	0,76	0,76	Opća degradacija
21126	Segovina, Đelekovec	HR-K_1A	0,58	0,80	0,58	Saprobnost
21201	Crni fok, Čepinska obilaznica	HR-K_1A	1,33	0,59	0,59	Opća degradacija
21205	Iskrica, Šaptinovci	HR-K_1B	1,38	0,74	0,74	Opća degradacija
21206	Kanal Halasica, prije utoka u Barbara kanal	HR-K_1A	1,38	0,82	0,82	Opća degradacija
21208	Kanal VI., Zornice	HR-K_1B	1,28	0,60	0,60	Opća degradacija
21209	Našička rijeka, Jelisavac	HR-K_1B	1,21	0,47	0,47	Opća degradacija
21214	Poganovečko - Kravički kanal, Josipovac	HR-K_2B	1,38	0,66	0,66	Opća degradacija

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
21217	Baranjska Karašica, Draž	HR-K_2A	0,42	0,51	0,42	Saprobnost
21218	Kanal Karašica-Drava, Ivanovo	HR-K_6C	0,40	0,70	0,4	Saprobnost
21219	Stari Travnik, Branjin Vrh	HR-K_1A	0,67	0,79	0,67	Saprobnost
21224	Slatinska Cadavica, Slatina	HR-K_1A	1,13	0,56	0,56	Opća degradacija
21225	Bobotski kanal, Ernestinovo	HR-K_6C	0,43	0,62	0,43	Saprobnost
21226	Strug, Gorica Valpovačka	HR-K_6C	0,91	0,60	0,60	Opća degradacija
21227	Miškaruš, Malo Gačišće	HR-K_6C	0,60	0,63	0,60	Saprobnost
21228	Sigetec, Detkovac	HR-K_6C	0,54	0,67	0,54	Saprobnost
21229	Krešimirovac, Rušani	HR-K_6C	0,38	0,66	0,38	Saprobnost
21231	Lendava, Stari Gradac	HR-K_1B	0,74	0,74	0,74	Opća degradacija
21314	Vucica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj	HR-K_1B	1,06	0,74	0,74	Opća degradacija
21315	Vucica, Benicanci	HR-K_2A	1,26	0,66	0,66	Opća degradacija
21316	Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	HR-K_6C	0,51	0,63	0,51	Saprobnost
22006	Lateralni kanal, Slakovec	HR-K_1B	0,17	0,59	0,17	Saprobnost
29240	Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća	HR-K_1B	0,97	0,65	0,65	Opća degradacija
51129	potok Starca, Stupnik	HR-K_1B	1,41	0,72	0,72	Opća degradacija
51132	potok Rakovica, Strmec	HR-K_1B	1,42	0,53	0,53	Opća degradacija
51139	potok Medpotoki, prije utoka u Savu	HR-K_1B	1,42	0,58	0,58	Opća degradacija
51157	potok Kašina	HR-K_1A	1,25	0,71	0,71	Opća degradacija
51160	potok Vranic	HR-K_1A	1,28	0,73	0,73	Opća degradacija
51167	Gradna, Savrščak	HR-K_1B	0,64	0,66	0,64	Saprobnost
51168	Črnomerec, Srednjaci	HR-K_1B	0,53	0,59	0,53	Saprobnost
51172	potok Crnec V, uz autocestu	HR-K_2A	1,37	0,85	0,85	Opća degradacija

Tipovi znatno promijenjenih tekućica Grupe 2

U izradi sustava ocjene ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa za tipove znatno promijenjenih tekućica koje pripadaju Grupi 2 (tipovi HR-K_3A i HR-K_3B) utvrđena je samo jedna referentna od ukupno 17 monitoring postaja. Ova grupa uključuje velike znatno promijenjene tekućice. Prirodne tekućice koje su najbližnje ovim tipovima pripadaju interkalibracijskom tipu R-E2 koje sadrže sljedeće metrike: SI_{HR} , Margalefov indeks raznolikosti, RFI, ASPT i EPTCBO. Uz napomenu da je sustav ocjene modularni, pri čemu je u modulu saprobnost korištena samo metrika SI_{HR} , dok su ostale metrike jednako zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

Zbog nedostatka alternativnih referentnih postaja, vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala za sve metrike u ovoj grupi određene su kao vrijednosti granice dobro/vrlo dobro (OEK = 0,8) pripadajućeg prirodnog tipa, a najlošije vrijednosti određene su kao najlošije vrijednosti skupa podataka, ili alternativno (ako su u prirodnim tipovima lošije vrijednosti) su preuzete iz prirodnih tipova (Tablica 4.1.3.2.-3.).

Tablica 4.1.3.2.-3. Vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) i najlošije vrijednosti odabranih metrika koje se koriste za izračun omjera ekološke kakvoće (OEK) metrika za tipove Grupe 2 znatno promijenjenih tekućica.

Vrijednosti za izračun OEK	SI _{HR}	Margalefov indeks raznolikosti (d)	RFI	ASPT	EPTCBO
MEP	1.96	4.83	0.4	6.19	17
Najlošija	3.6	1.99	-0.11	3	3

RFI računa se po operativnoj listi svojiti za prirodne tipove tekućica Hrvatske koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskim tipovima E2 i E3. Operativne liste svojiti za izračun SI_{HR} i RFI priložene su kao MS Excell file (Prilog 7).

Multimetrički indeks opće degradacije predstavlja srednju vrijednost OEK metrika koji čine navedeni indeks. Konačna ocjena ekološkog potencijala za monitoring postaje koje pripadaju tipovima ZPVT tekućica Grupe 2, niža je vrijednost OEK-a dvaju modula (Tablica 4.1.3.2.-4.).

Tablica 4.1.3.2.-4. Ocjene ekološkog potencijala prema makrozoobentosu za monitoring postaje koje pripadaju tipovima Grupe 2 znatno promijenjenih vodnih tijela (ZPVT) tekućica (Omjeri ekološke kakvoće: OEK modula saprobnost – SI i opća degradacija).

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
13001	Orljava, ispod autoceste	HR-K_3B	0,89	0,46	0,46	Opća degradacija
13012	Orljava, ušće	HR-K_3B	1,37	0,31	0,31	Opća degradacija
13013	Orljava, nizvodno od pilana	HR-K_3B	0,34	0,40	0,34	Saprobnost
15220	Ilova, nizvodno od utoka Kutinice	HR-K_3A	1,10	0,59	0,59	Opća degradacija
15351	Česma, Obedišće	HR-K_3A	0,58	0,41	0,41	Opća degradacija
15351	Česma, Obedišće	HR-K_3A	0,58	0,41	0,41	Opća degradacija
15352	Česma, Čazma	HR-K_3B	0,92	0,60	0,60	Opća degradacija
15354	Česma, Siščani	HR-K_3A	0,67	0,37	0,37	Opća degradacija
15354	Česma, Siščani	HR-K_3A	0,50	0,33	0,33	Opća degradacija
15370	Glogovnica, prije utoka u Česmu, D. Lipovčani	HR-K_3A	0,38	0,69	0,38	Saprobnost
15483	O.K. Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	HR-K_3B	1,56	0,67	0,67	Opća degradacija
17001	Krapina, Zaprešić	HR-K_3A	0,65	0,42	0,42	Opća degradacija
17001	Krapina, Zaprešić	HR-K_3A	0,85	0,71	0,71	Opća degradacija
17008	Krapina, Kupljenovo	HR-K_3A	0,58	0,57	0,57	Opća degradacija
17008	Krapina, Kupljenovo	HR-K_3A	0,77	0,67	0,67	Opća degradacija
17015	Krapina, Stubička Slatina	HR-K_3A	0,62	0,68	0,62	Saprobnost
21007	Vucica, Petrijevci	HR-K_3A	1,36	0,94	0,94	Opća degradacija

Tipovi znatno promijenjenih tekućica Grupe 3

U izradi sustava ocjene ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa za tipove ZPVT tekućica Grupe 3 (tipovi HR-K_4 i HR-K_5) utvrđena je 31 referentna od ukupno 45 monitoring postaja. Ova grupa uključuje vrlo velike znatno promijenjene tekućice. Prirodne tekućice Hrvatske koje su najsličnije ovim tipovima

pripadaju interkalibracijskom tipu R-L koje sadrže sljedeće metrike: SI_{HR} , RFI i [%] Akal+Lital+Psamal (svojte s jasnom preferencijom prema mikrostanjima, engl. *scored taxa = 100%*). Sustav ocjene je modularni, pri čemu je u modulu saprobnost korištena samo metrika SI_{HR} , dok su preostale dvije metrike jednako zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

Vrijednosti metrika u maksimalnom ekološkom potencijalu za sve metrike u ovoj grupi ZPVT tekućica određene su kao 75-ti percentil vrijednosti alternativnih referentnih postaja, a najlošije vrijednosti određene su kao najlošije vrijednosti skupa podataka, ili alternativno (ako su u prirodnim tipovima lošije vrijednosti) su preuzete iz prirodnih tipova (Tablica 4.1.3.2.-5.).

Tablica 4.1.3.2.-5. Vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) i najlošije vrijednosti odabranih metrika koje se koriste za izračun omjera ekološke kakvoće (OEK) metrika za tipove Grupe 3 znatno promijenjenih tekućica.

Vrijednosti za izračun OEK	SI_{HR}	[%] Type Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100%) (ALP%)	RFI
MEP	2.06	77.09	- 0.125
Najlošija	3.6	8	0.46

RFI računa se po operativnoj listi svojti za RFI vrlo velikih rijeka. Operativne liste svojti za izračun SI_{HR} i RFI priložene su kao MS Excell dokument (Prilog 7).

Konačna ocjena ekološkog potencijala za postaje koje pripadaju Grupi 3, niža je OEK vrijednost dvaju modula (Tablica 4.1.3.2.-6.).

Tablica 4.1.3.2.-6. Ocjene ekološkog potencijala prema mikrozoobentosu za monitoring postaje koje pripadaju tipovima znatno promijenjenih vodnih tijela (ZPVT) tekućica Grupe 3 (Omjeri ekološke kakvoće - OEK modula saprobnost i opća degradacija).

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
25005	Drava, Belišće	HR-K_4	0,90	0,52	0,52	Opća degradacija
29111	Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc	HR-K_4	1,00	0,59	0,59	Opća degradacija
25007	Drava, Gat, Petrovo selo	HR-K_4	0,82	0,93	0,82	Saprobnost
25009	Drava, Nard	HR-K_4	0,77	0,97	0,77	Saprobnost
25006	Drava, Podravska Moslavina	HR-K_4	0,85	0,50	0,50	Opća degradacija
25055	Drava, prije utoka u Dunav	HR-K_4	1,64	0,69	0,69	Opća degradacija
29210	Mura, Goričan	HR-K_4	1,14	1,04	1,04	Opća degradacija
29220	Mura, Mursko Središće	HR-K_4	1,18	0,99	0,99	Opća degradacija
29250	Mura, prije utoka u Dravu	HR-K_4	1,20	1,15	1,15	Opća degradacija
10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-K_4	0,43	0,65	0,43	Saprobnost
10012	Sava, Galdovo	HR-K_4	0,73	0,86	0,73	Saprobnost
10010	Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une	HR-K_4	0,91	0,73	0,73	Opća degradacija
10013	Sava, Martinska Ves	HR-K_4	0,64	0,73	0,64	Saprobnost

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-K_4	0,85	0,71	0,71	Opća degradacija
10005	Sava, nizvodno od Slavenskog Broda	HR-K_4	0,83	0,84	0,83	Saprobnost
10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-K_4	0,30	0,69	0,30	Saprobnost
10003	Sava, nizvodno od utoka Bosne	HR-K_4	0,94	1,00	0,94	Saprobnost
10011	Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec	HR-K_4	1,00	0,95	0,95	Opća degradacija
10007	Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš	HR-K_4	0,76	0,90	0,76	Saprobnost
10001	Sava, nizvodno od Županje	HR-K_4	0,86	0,74	0,74	Opća degradacija
10100	Sava, Račinovci	HR-K_4	0,92	0,90	0,90	Opća degradacija
10026	Sava, Slavonski Brod	HR-K_4	0,43	0,47	0,43	Saprobnost
10023	Sava, Topolje	HR-K_4	0,69	0,82	0,69	Saprobnost
10006	Sava, uzvodno od Slavenskog Broda	HR-K_4	0,92	0,90	0,90	Opća degradacija
10004	Sava, uzvodno od utoka Bosne	HR-K_4	0,78	0,84	0,78	Saprobnost
10008	Sava, uzvodno od utoka Vrbasa, Davor	HR-K_4	0,96	0,55	0,56	Opća degradacija
25058	Drava, blizu Svibovca Podravskog	HR-K_5	0,90	0,73	0,73	Opća degradacija
29130	Drava, Botovo-Ortilos	HR-K_5	1,09	0,96	0,96	Opća degradacija
25059	Drava, Ledine Molvanske	HR-K_5	0,96	0,88	0,88	Opća degradacija
29141	Drava, Legrad	HR-K_5	0,97	0,81	0,81	Opća degradacija
25056	Drava, Novo Virje	HR-K_5	1,25	0,98	0,98	Opća degradacija
29160	Drava, Ormož	HR-K_5	0,86	0,35	0,35	Opća degradacija
25060	Drava, Štorgač	HR-K_5	0,97	0,55	0,55	Opća degradacija
29120	Drava, Terezino Polje-Barč	HR-K_5	0,83	0,58	0,58	Opća degradacija
10016	Sava, Jankomir	HR-K_5	1,15	0,98	0,98	Opća degradacija
10015	Sava, Petruševac	HR-K_5	1,04	1,02	1,02	Opća degradacija
10019	Sava, Rugvica	HR-K_5	0,89	0,74	0,74	Opća degradacija
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2012	HR-K_5	0,89	0,88	0,88	Opća degradacija
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2013	HR-K_5	1,05	0,81	0,81	Opća degradacija
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2014	HR-K_5	0,84	0,66	0,66	Opća degradacija
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2015	HR-K_5	1,01	0,68	0,68	Opća degradacija
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2016	HR-K_5	0,68	0,74	0,68	Saprobnost
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2017	HR-K_5	0,73	0,76	0,73	Saprobnost
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2018	HR-K_5	0,84	0,73	0,73	Opća degradacija
25058	V4 – postaja koje je kompatibilna s postajom Drava blizu Svibovca Podravskog 2019	HR-K_5	0,75	0,76	0,75	Saprobnost

Tipovi umjetnih tekućica Grupe 4

U izradi sustava ocjene ekološkog potencijala prema makrozoobentosu za UVT tekućica Grupe 4 (tip HR-K_6A), od ukupno 23 monitoring postaje, sve udovoljavaju kriterijima alternativnih referentnih postaja po kemijskim i odabranim hidromorfološkim karakteristikama. Ova grupa uključuje umjetne tekućice s velikim

dnevnim promjenama protoka. Prirodne tekućice u Hrvatskoj koje su najbližije ovim tipovima pripadaju interkalibracijskom tipu vrlo velike rijeke (R-L) te sadrže sljedeće metrike: SI_{HR} , RFI i [%] Akal+Lital+Psamal (svoje s jasnom preferencijom prema mikrostaništima; engl. *scored taxa = 100%*). Sustav ocjene je modularni, pri čemu je u modulu saprobnost korištena samo metrika SI_{HR} , dok su preostale metrike jednako zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

Vrijednosti metrika metrika maksimalnog ekološkog potencijala za tip HR-K_6A određene su kao 75-ti percentil vrijednosti alternativnih referentnih postaja, a najlošije vrijednosti određene su kao najlošije vrijednosti skupa podataka, ili alternativno (ako su u prirodnim tipovima lošije vrijednosti) preuzete su iz prirodnih tipova (Tablica 4.1.3.2.-7.).

Tablica 4.1.3.2.-7. Vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) i najlošije vrijednosti odabranih metrika koje se koriste za izračun omjera ekološke kakvoće (OEK) tipa HR-K_6A (Grupa 4).

Vrijednosti za izračun OEK	SI_{HR}	[%] TypeAka+Lit+Psa (scored taxa = 100%) (ALP%)	RFI
MEP	2.09	57.72	0.059
Najlošija	3.6	8	0.46

RFI računa se po operativnoj listi svojti za RFI vrlo velikih rijeka. Operativne liste svojti za izračun SI_{HR} i RFI priložene su kao MS Excell dokument (Prilog 7).

Konačna ocjena ekološkog potencijala za postaje UVT tekućica tipa HR-K_6A niža je vrijednost dvaju modula (Tablica 4.1.3.2.-8.).

Tablica 4.1.3.2.-8. Ocjene ekološkog potencijala za monitoring postaje umjetnih vodnih tijela (UVT) tekućica tipa HR-K_6A (Grupa 4) (Omjeri ekološke kakvoće: OEK modula saprobnost – SI i opća degradacija).

Šifra	Mjerna postaja	Tip UVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
22008	Dovodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	1,01	1,03	1,01	Saprobnost
22012	Dovodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	0,83	0,57	0,57	Opća degradacija
22004	Dovodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	0,87	0,94	0,87	Saprobnost
25057	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestrni Grez	HR-K_6A	0,98	1,13	0,98	Saprobnost
22009	Odvodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	0,89	1,07	0,89	Saprobnost
22013	Odvodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	0,78	0,85	0,78	Saprobnost
22005	Odvodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	0,80	0,73	0,73	Opća degradacija
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2013	HR-K_6A	0,74	0,59	0,59	Opća degradacija
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2014	HR-K_6A	0,67	0,65	0,65	Opća degradacija
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2015	HR-K_6A	1,07	1,24	1,07	Saprobnost
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2016	HR-K_6A	0,80	0,97	0,80	Saprobnost
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2017	HR-K_6A	0,79	0,85	0,79	Saprobnost
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2018	HR-K_6A	0,95	0,86	0,86	Opća degradacija

Šifra	Mjerna postaja	Tip UVT	OEK SI	OEK opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2019	HR-K_6A	0,58	0,69	0,58	Saprobnost
22009	Č5 – Odvodni kanal HE Čakovec 2012	HR-K_6A	0,83	1,02	0,83	Saprobnost
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2012	HR-K_6A	0,80	0,94	0,80	Saprobnost
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2013	HR-K_6A	0,85	0,82	0,82	Opća degradacija
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2014	HR-K_6A	1,00	0,92	0,92	Opća degradacija
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2015	HR-K_6A	0,86	0,72	0,72	Opća degradacija
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2016	HR-K_6A	0,76	0,91	0,76	Saprobnost
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2017	HR-K_6A	0,96	0,92	0,92	Opća degradacija
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2018	HR-K_6A	0,88	0,69	0,69	Opća degradacija
22013	D5 – odvodni kanal HE Dubrava 2019	HR-K_6A	0,95	1,08	0,95	Saprobnost

Tipovi umjetnih tekućica Grupe 5

U izradi sustava ocjene ekološkog potencijala prema makrozoobentosu za tip HR-K_6B (Grupa 5), utvrđeno je 11 postaja koje udovoljavaju kriterijima maksimalnog ekološkog potencijala, od ukupno 20 monitoring postaja. Ova grupa uključuje umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda, odnosno drenažne jarke akumulacijskih jezera HE Čakovec i HE Dubrava na rijeci Dravi. Prirodne tekućice koje su najsličnije ovom tipu pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5 koji sadrži sljedeće metrike: SI_{HR} , RFI, Ritron indeks, EPT [%] (klase abundancije) i Margalefov indeks raznolikosti. Sustav ocjene je modularni, pri čemu je u modulu saprobnost korištena metrika SI_{HR} , dok su ostale metrike jednako zastupljene u multimetričkom indeksu koji se koristi za izračun modula opće degradacije.

Vrijednosti metrika maksimalnog ekološkog potencijala za tip HR-K_6B određene su kao 90-ti percentil vrijednosti alternativnih referentnih postaja, a najlošije vrijednosti određene su kao najlošije vrijednosti skupa podataka, ili alternativno (ako su u prirodnim tipovima lošije vrijednosti) preuzeti su iz prirodnih tipova (Tablica 4.1.3.2.-9.).

Tablica 4.1.3.2.-9. Vrijednosti maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) i najlošije vrijednosti odabranih metrika koje se koriste za izračun omjera ekološke kakvoće (OEK) tipa HR-K_6B (Grupa 5).

Vrijednosti za izračun OEK	SI_{HR}	EPT [%] (klase abundancije)	RFI	Ritron indeks (RI)	Margalefov indeks raznolikosti (d)
MEP	1.99	28.89	0.531	6.11	4.29
Najlošija	3.6	0	-0.511	8.55	0.75

RFI računa se po operativnoj listi svojiti za RFI zajedničkog interkalibracijskog tipa R-EX5. Operativne liste svojiti za izračun SI_{HR} i RFI priložene su kao MS excell dokument (Prilog 7).

Konačna ocjena ekološkog potencijala prema makrozoobentosu za postaja koje pripadaju UVT tekućica tipa HR-K_6B, niža je vrijednost dvaju modula (Tablica 4.1.3.2.-10.).

Tablica 4.1.3.2.-10. Ocjene ekološkog potencijala prema makrozoobentosu za monitoring postaje umjetnih vodnih tijela (UVT) tekućica tipa HR-K_6B (Grupa 5) (Omjeri ekološke kakvoće: OEK modula saprobnost – SI i opća degradacija).

Šifra	Mjerna postaja	Tip UVT	OEK SI	OEK Opća degradacija	Konačna ocjena	Lošiji modul
22010	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	HR-K_6B	0,86	0,75	0,75	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	HR-K_6B	0,80	0,59	0,59	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-K_6B	0,99	0,47	0,47	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi 2012	HR-K_6B	1,06	0,77	0,77	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, , Novo Selo na Dravi 2013	HR-K_6B	0,87	0,69	0,69	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi 2014	HR-K_6B	0,99	0,78	0,78	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi 2015	HR-K_6B	1,05	0,69	0,69	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi 2016	HR-K_6B	0,78	0,64	0,64	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi 2017	HR-K_6B	0,90	0,75	0,75	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi 2018	HR-K_6B	0,87	0,66	0,66	Opća degradacija
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi 2019	HR-K_6B	0,91	0,68	0,68	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2012	HR-K_6B	0,86	0,76	0,76	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2013	HR-K_6B	0,96	0,59	0,59	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2014	HR-K_6B	1,06	0,72	0,72	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2015	HR-K_6B	0,90	0,56	0,56	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2016	HR-K_6B	0,83	0,73	0,73	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2017	HR-K_6B	0,89	0,63	0,63	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2018	HR-K_6B	1,01	0,73	0,73	Opća degradacija
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica 2019	HR-K_6B	1,02	0,56	0,56	Opća degradacija
21048	Otvoreni kolektor Prelog, prije isp. u dren. jarak HE Dubrava	HR-K_6B	0,12	0,27	0,12	Saprobnost

4.1.3.3. Analizirani pritisci i odaziv zajednice makrozoobentosa

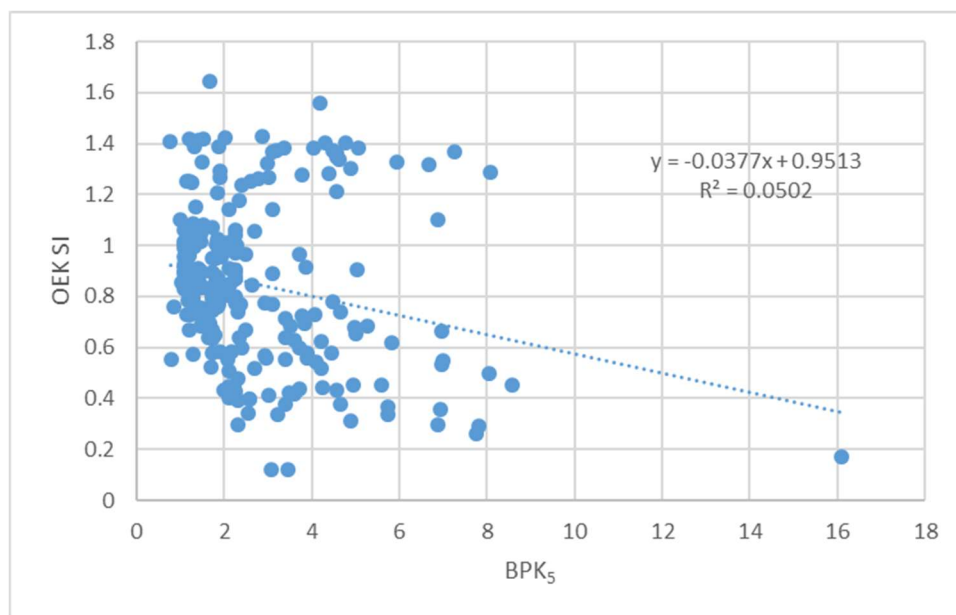
Hrvatska metoda za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica usmjerena je na slijedeće pritiske: 1) opterećenje organskim tvarima, 2) elemente koji ukazuju na eutrofikaciju ili druge tipove kemijskoga zagađenja, 3) uporabu zemljišta te 4) ugrožavanje staništa (hidromorfološke promjene). Budući da je hidromorfološka promjena staništa usađena u samu genezu umjetnih i znatno promijenjenih tekućica, određena je granica „tolerancije“ pri kojim uvjetima se ova vodna tijela i dalje mogu smatrati referentnima, odnosno maksimalnog ekološkog potencijala. Međutim, zbog općenito velikog utjecaja hidromorfoloških promjena u ovim tekućicama, jasan gradijent nije evidentan te regresije koje se tiču pritisaka i odgovora zajednica nisu uvijek jasne i statistički značajne te zbog toga nisu predmet analize u ovom poglavlju. No, ipak držimo da predloženi sustav reagira na hidromorfološke promjene jer su indikatorske vrijednosti pojedinih svojti prema gradijentu hidromorfoloških promjena (RFI metrika) preuzeti iz relevantnih prirodnih tekućica.

Modul saprobnost uzima u obzir opterećenje organskim tvarima, dok su ostali pritisci obuhvaćeni modulom opće degradacije.

Niža vrijednost od oba modula smatra se konačnom vrijednošću ekološkog potencijala sugerirajući sukladno odgovarajući pritisak ključnim u slučaju nezadovoljavajuće ocjene ekološkog potencijala za pojedinu monitoring postaju.

Statistički značajne ($p < 0.05$) veze između pritisaka i OEK za ocjenu ekološkog potencijala prema makrozoobentosu umjetnih i znatno promijenjenih tekućica prikazane su na slikama 4.1.3.3.-1. - 4.1.3.3.-3.

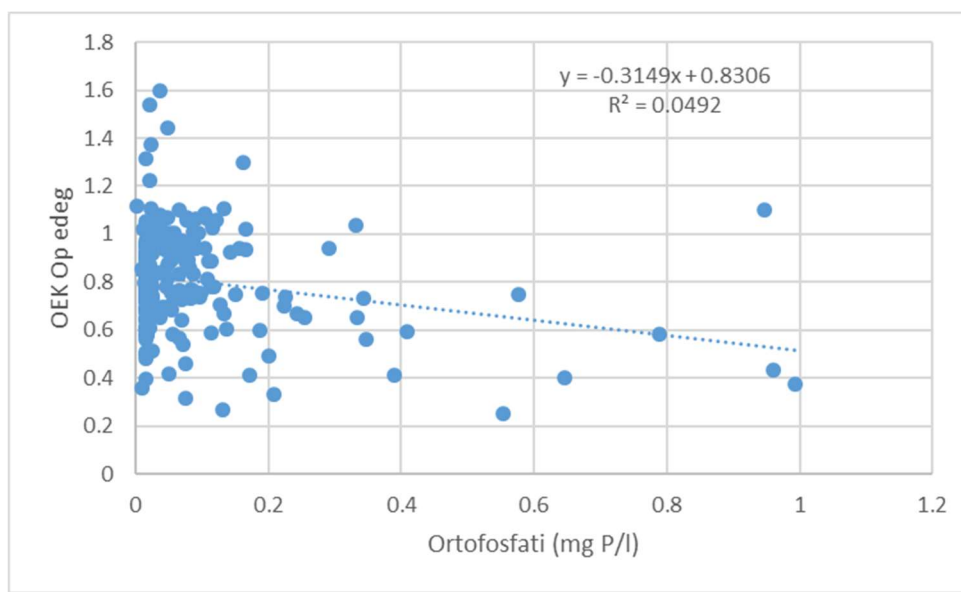
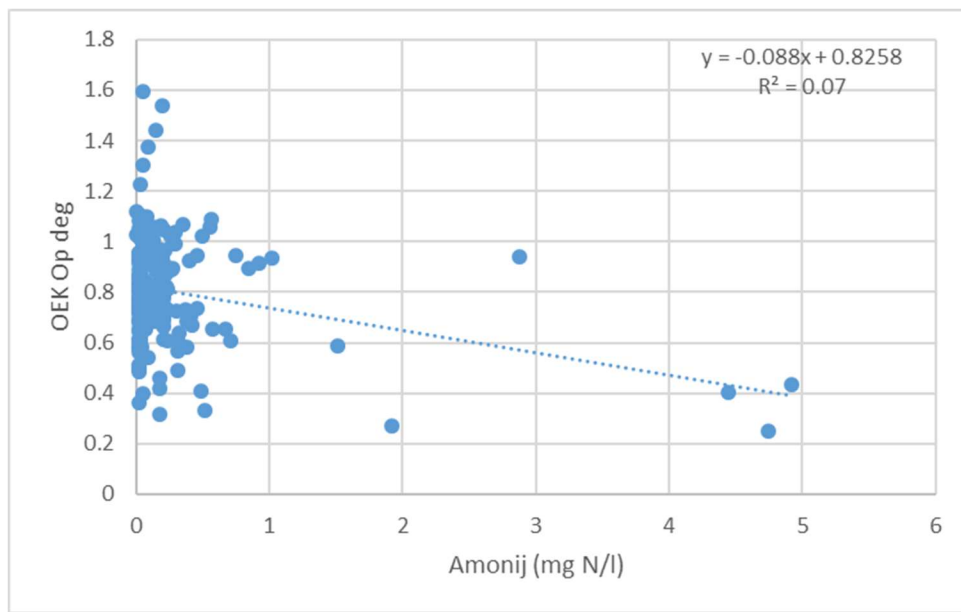
1) Saprobnost:



Slika 4.1.3.3.-1. Grafički prikaz linearne regresije srednje godišnje vrijednosti biološke potrošnje kisika (BPK₅) i vrijednosti omjera ekološke kakvoće (OEK) modula saprobnost (SI) u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije.

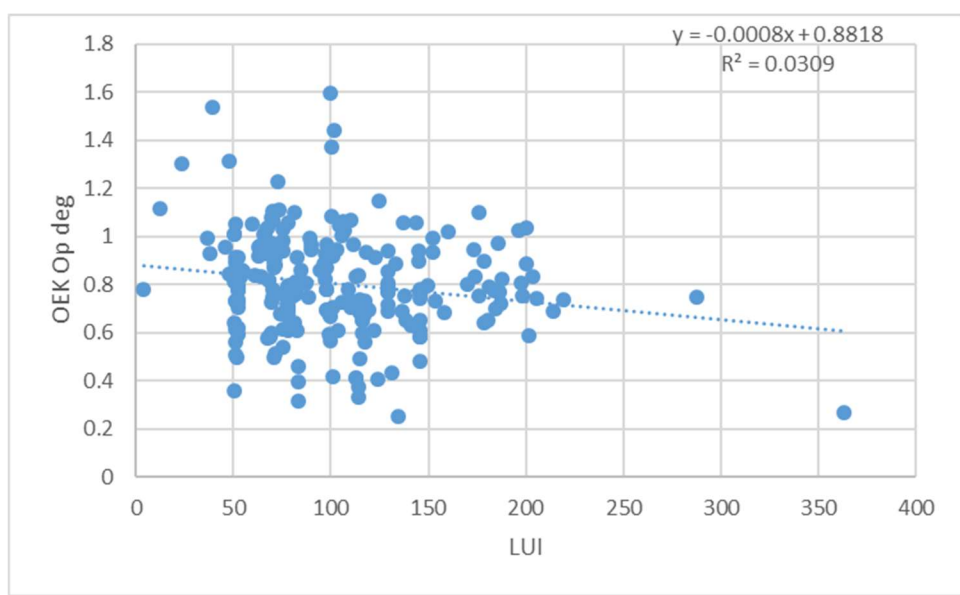
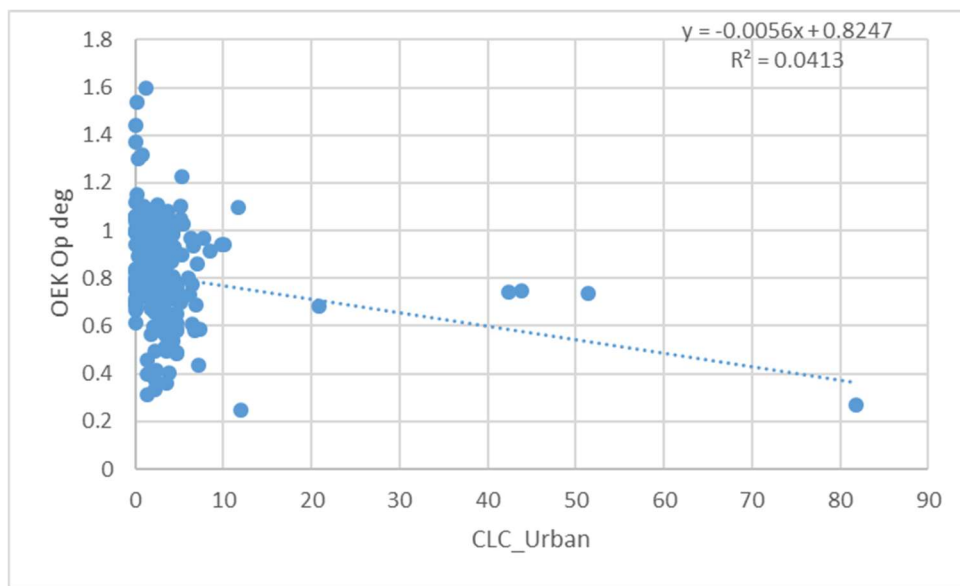
2) Opća degradacija:

A) Parametri dušika i fosfora u vodi:



Slika 4.1.3.3.-2. Grafički prikaz linearne regresije srednje godišnje vrijednosti amonija (mg N/L) i ortofosfata (mg P/L) u vodi te vrijednosti omjera ekološke kakviće (OEK) modula opća degradacija (Op deg) u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije.

B) Zemljišni pokrov



Slika 4.1.3.3.-3. Grafički prikaz linearne regresije udjela urbanog zemljišnog pokrova u slivu umjetnih i znatno promijenjenih tekućica (CLC-urban) te Indeksa korištenja zemljišta (LUI), u odnosu na omjer ekološke kakvoće (OEK) opće degradacije (Op deg) za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije.

Važno je napomenuti da je statistički značajan koeficijent korelacije (Spearman R) utvrđen za sve glavne pritiske i OEK modula saprobnost i opća degradacija (prema makrozoobentosu) koji na njih odgovaraju (Tablica 4.1.3.3.-1.).

Tablica 4.1.3.3.-1. Statistički značajni koeficijenti korelacije (Spearman R) između modula saprobnost i opća degradacija (prema makrozoobentosu) te pojedinih pritisaka (Amonij, Ortofosfat, Biološka potrošnja kisika (BPK₅), Udio urbanog zemljišnog pokrova u slivu (CLC_Urban) i Indeks korištenja zemljišta (LUI)).

Biološki odgovor/ Kategorija pritiska	Organsko onečišćenje	Kemizam vode		Zemljišni pokrov	
		Amonij (mg N/l)	Ortofosfat (mg P/l)	CLC_Urban	LUI
Saprobnost	R = -0.251 (p = 0.0002)				
Opća degradacija		R = -0.26 (p = 0.0002)	R = -0.251 (p = 0.0002)	R = -0.203 (p = 0.002)	R = -0.176 (p = 0.010)

Za fizikalno-kemijske pokazatelje u vodi i pojedine parametre zemljišnog pokrova nađene su značajne regresije. Saprobnost indeks, kao i Multimetrički indeks opće degradacije jasno odgovaraju na antropogeni utjecaj te stoga mogu vjerodostojno poslužiti u procjeni ekološkog potencijala UVT i ZPVT tekućica temeljem BEK makrozoobentos.

4.1.3.4. Opis zajednice makrozoobentosa u pojedinim kategorijama ekološkog potencijala

Grupa 1 - znatno promijenjene tekućice tipova HR-K 1A, HR-K 1B, HR-K 2A i HR-K 2B i umjetne tekućice tipa HR-K 6C

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u dobrom i boljem potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 1 UVT i ZPVT tekućica čija slivna područja ne premašuju 100 km², u dobrom i boljem potencijalu predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata zastupljeni su sa 15 ili više svojiti. Prisutna je relativno velika lokalna raznolikost. Svojte koje su vrlo osjetljive na organsko onečišćenje također su prisutne s velikom abundancijom kao primjerice ličinke vodencvijeta *Habrophlebia fusca*.

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u umjerenom potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 1 UVT i ZPVT tekućica čija slivna područja ne premašuju 100 km², u umjerenom potencijalu predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata zastupljeni su s 10 do 15 svojiti. Prisutna je umjerenom velika lokalna raznolikost. Prisutne su i svojte osjetljive na organsko onečišćenje, no u manjoj brojnosti.

Grupa 2 – Velike znatno promijenjene tekućice tipova HR-K 3A i HR-K 3B

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u dobrom i boljem potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 2, velikih znatno promijenjenih tekućica, u dobrom i boljem potencijalu predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata zastupljeni su sa 12 ili više svojti. Prisutna je relativno velika lokalna raznolikost. Svojte koje su relativno osjetljive na organsko onečišćenje također su prisutne s velikom abundancijom kao primjerice ličinke vodencvijetova roda *Baetis*.

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u umjerenom potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 2 velikih znatno promijenjenih tekućica, u umjerenom potencijalu predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata zastupljeni su s 9 do 12 svojti. Prisutna je umjereno velika lokalna raznolikost. Prisutne su i svojte osjetljive na organsko onečišćenje, no u manjoj brojnosti.

Grupa 3 - Znatno promijenjene tekućice tipova HR-K 4 i HR-K 5

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u dobrom i boljem potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 3 znatno promijenjenih tekućica, u dobrom i boljem potencijalu, predstavnici funkcionalnih grupa makroskopskih beskralježnjaka koji preferiraju akal, lital i psamal zastupljeni s 40 i više posto od ukupne abundancije makrozoobentosa. Prisutna je relativno velika lokalna raznolikost. Svojte koje su relativno osjetljive na organsko onečišćenje također su prisutne s velikom abundancijom kao primjerice ličinke vodencvijeta roda *Baetis*.

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u umjerenom potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 3 znatno promijenjenih tekućica, u umjerenom potencijalu, predstavnici funkcionalnih grupa makroskopskih beskralježnjaka koji preferiraju akal, lital i psamal zastupljeni s 35 do 40 posto od ukupne abundancije makrozoobentosa. Prisutna je umjereno velika lokalna raznolikost. Prisutne su i svojte osjetljive na organsko onečišćenje, no u manjoj brojnosti.

Grupa 4 - Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka tipa HR-K 6A

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u dobrom i boljem potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 4 umjetnih tekućica s velikim dnevnim promjenama protoka, u dobrom i boljem potencijalu, predstavnici funkcionalnih grupa makroskopskih beskralježnjaka koji preferiraju akal, lital i psamal zastupljeni s 45 i više posto od ukupne abundancije makrozoobentosa. Prisutna je relativno velika lokalna raznolikost. Svojte koje su relativno osjetljive na organsko onečišćenje također su prisutne s velikom abundancijom kao primjerice jedinke puževa vrste *Gyraulus laevis*.

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u umjerenom potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 4 umjetnih tekućica s velikim dnevnim promjenama protoka, u umjerenom potencijalu, predstavnici funkcionalnih grupa makroskopskih beskralježnjaka koji preferiraju akal, lital i psamal zastupljeni s 35 do 45 posto od ukupne abundancije makrozoobentosa. Prisutna je

relativno velika lokalna raznolikost. Prisutna je umjereno velika lokalna raznolikost. Prisutne su i svojite osjetljive na organsko onečišćenje, no u manjoj brojnosti.

Grupa 5 - Umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda tipa HR-K 6B

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u dobrom i boljem potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 5, odnosno umjetnim tekućicama s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda, u dobrom i boljem potencijalu predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, zastupljeni su sa 17 ili više posto od ukupne abundancije makrozoobentosa. Prisutna je relativno velika lokalna raznolikost. Svojite koje su vrlo osjetljive na organsko onečišćenje također su prisutne s velikom abundancijom kao jedinke maločetinaša vrste *Nais behningi*.

Tipske zajednice i opis bioloških zajednica u umjerenom potencijalu

Na postajama koje pripadaju Grupi 5, odnosno umjetnim tekućicama s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda, u umjerenom potencijalu, predstavnici Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera, zastupljeni su sa 12 do 17 posto od ukupne abundancije makrozoobentosa. Prisutna je umjereno velika lokalna raznolikost. Prisutne su i svojite osjetljive na organsko onečišćenje, no u manjoj brojnosti.

Literatura

Birk, S., Böhmer, J., Schöll, F., Poikane, S. (ed.) 2018. Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe Biological Quality Element: Benthic invertebrates European Commission Directorate General, JRC, Institute of Environment and Sustainability.

Hrvatske vode 2016. Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

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.

Mihaljević, Z. i sur. 2020. Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofite i makrozoobentos u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Panonske ekoregije; analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće. Elaborat, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

Mustafić, P., Mrakovčić, M., Plenković-Moraj, A., Mihaljević, Z., Kerovec, M., Alegro, A., Zanella, D., Marčić, Z., Čaleta, M., Gligora Udovič, M., Žutinić, P., Kulaš, A., Horvatić, S. 2013-2020. Biološka ispitivanja nadzemnih voda na HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava. Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu. (Elaborati od 2013. - 2020.)

Vučković, I., Čanjevac, I. i sur. 2020. Sustavno ispitivanje hidromorfoloških elemenata kakvoće u rijekama u 2019. i 2020. godini. Elektroprojekt d.d. i Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

4.2. Biološki element: Fitobentos

Fitobentos se kao element kakvoće u ocjeni ekološkog potencijala koristi iz nekoliko razloga: lako ga je uzorkovati i predvidljivo reagira na promjene kakvoće vode. Fitobentos ima kratko generacijsko vrijeme u trajanju od nekoliko sati do nekoliko dana, što ga čini skupinom koja prva reagira na promjene u okolišu. Fitobentoske su alge dominantna komponenta obraštaja (perifitona), a s obzirom da su pričvršćene za supstrat, zajednica u sebi objedinjuje fizikalna i kemijska svojstva vodnog tijela. Najučestalije fitobentoske alge u tekućicama, kao i u umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima su alge kremenjašice ili dijatomeje. S obzirom da su ubikvisti i obitavaju u svim vrstama biotopa, dijatomeje su dobri pokazatelji kakvoće vode te je na osnovu njih razvijen sustav metoda ocjene koji se temelji na trofičkom sustavu i autekologiji vrsta. Metode ocjene ekološkog potencijala su specifične za određene tipove umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela, što znači da su granice kategorija za pojedini ekološki potencijal ovisne o tipu umjetnog i znatno promijenjenog vodnog tijela.

4.2.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji

4.2.1.1. Uzorkovanje

Vrijeme i mjesto uzorkovanja

Uzorkovanje fitobentosa u umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima treba obaviti u proljetnom razdoblju (travanj - svibanj), u vrijeme niskog vodostaja i stabilnih hidroloških prilika, najmanje dva (optimalno tri) tjedna nakon visokog vodostaja. Iznimno, za umjetna i znatno promijenjena vodna tijela vezana uz rijeku Muru i Dravu, najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je zimsko razdoblje (studeni-veljača) kada imaju najniži vodostaj. Prema provedenom interkalibracijskom procesu unutar X-GIG interkalibracijske grupe (R-L2), uzorkovanje vrlo velikih rijeka Mure i Drave obavlja se u zimskom radoblju, dok se rijeka Sava i Dunav uzorkuju u proljetnom periodu.

Uzorkovanje umjetnih vodnih tijela vezanih za objekte Hrvatske elektroprivrede (HEP) treba obaviti u dogovoru s istim uzimajući u obzir vodni režim umjetnog kanala. Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka (HR-K_6A) treba uzorkovati u jutarnjim satima, prije početka rada strojarnica.

Uzorkovati treba u glavnom koritu tekućice te izbjegavati mjesta sa značajno usporenim tokom jer se tamo može razviti netipična zajednica. Prilikom odabira mjesta uzorkovanja u obzir treba uzeti brzinu strujanja vode, osvjetljenost, sastav i zastupljenost vrsta podloge. Reprezentativan supstrat za uzorkovanje je površina potopljenog kamena. Reprezentativan uzorak predstavlja pet kamenja veličine mezolitala sakupljenih sa različitih mikrostaništa, čime se pokriva većina uvjeta prisutnih na istraživanom odsječku.

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 priborom
- 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
- 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
- fotoaparata
- 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

Uzorkovanje obraštaja za dijatomejski uzorak

Uzorkovanje se obavlja po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ (engl. *single habitat sampling*), odnosno s pet kamena veličine mezolitala (6 - 25 cm), uzetih na različitim mjestima uzorkovanog odsječka. U slučaju kada u 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 4.2.1.1.-1. prikazani su postupci uzorkovanja s različitih supstrata.

NAPOMENA: Dijatomejski uzorak čini pet sastruganih kamena u jednoj bočici (ili sastrugana površina alternativnih mikrostaništa).

Tablica 4.2.1.1.-1. Postupci uzorkovanja fitobentosa (dijatomejskog uzorka) s pojedinih vrsta supstrata.

Tip supstrata	Postupak uzorkovanja	
Tvrdi pomični supstrat: kamenje, oblutci	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice (pet kamena veličine 6 - 25 cm)
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadicu uz dodatak vode iz tekućice
	3	Supstrat u kadici fotografirati
	4	Skalpelom ili četkicom potpuno sastrugati gornju površinu supstrata uz ispiranje korištenog alata i supstrata vodom koja se nalazi u kadici
	5	Sastrugani materijal resuspendirati i preliti u bočicu. U slučaju većeg volumena sakupljenog uzorka sedimentacija istog nije poželjna
	6	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati, a supstrat vratiti u vodotok
Mekani pomični supstrat: mahovina, makrofit, manje korijenje bilja, lisne plojke	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadicu/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 kadici/kanti/boci
	4	Sastrugani materijal resuspendirati i preliti u bočicu. U slučaju većeg volumena sakupljenog uzorka sedimentacija istog nije poželjna
	5	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati, a supstrat vratiti u vodotok
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 ili kapalicom.</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 po potrebi dodati 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

Svaki uzorak neophodno je pohraniti u bočice koje moraju biti označene etiketom na kojoj je naznačeno:

- naziv tekućice,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- datum i vrijeme uzorkovanja.

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, preporuča 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 znatno promijenjenim i umjetnim vodnim tijelima treba pripremiti prije odlaska na teren kao obrazac u klasičnom (papirnatom) ili u elektroničkom obliku (primjerice na tabletu) te treba sadržavati podatke navedene u PRILOGU 1.

4.2.1.2. Laboratorijska obrada uzoraka

Oprema potrebna za laboratorijski rad

- električna ploča za zagrijavanje uzorka,
- Erlenmeyerove 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:

- 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 Erlenmeyerovim 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 ili na električnu ploču i kuha 45 min na srednjoj temperaturi sve do obezbojenja (ili žućkaste boje). Kuhanje uzoraka u Erlenmeyerovim 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 zadnje ispiranje u nizu koristi se destilirana voda. Nakon postignutog neutralnog pH, uzorak je spreman za izradu trajnih preparata.

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 ispire 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.

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 H₂O₂ (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 H₂O₂ 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 H₂SO₄, 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 bijeloz suspenziji dodaje se destilirana voda kako bi se smanjila gustoća frustula. Nakapavanje uzorka optimalne gustoće 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 osušanim 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 osušenom 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.

NAPOMENA: U ovom poglavlju navedene su 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 brojanje vrsta obavlja se pod mikroskopom s imerzijskim objektivom pri povećanju od 1000 puta. Po transektu se broji i determinira 400 stanica dijatomeja, odnosno frustula, koje se determiniraju. 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).

4.2.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala

Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog potencijala na temelju fitobentosa

Za ocjenu ekološkog potencijala na temelju biološkog elementa fitobentosa potrebno je odrediti dijatomejske vrste algi, a razina opterećenja hranjivim tvarima izražava se kao Trofički indeks dijatomeja (TDI_{HR}) (Tablica 4.2.2-1.).

Tablica 4.2.2.-1. Pokazatelj/indeks i moduli za ocjenu ekološkog potencijala 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

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 osnovu zastupljenosti dijatomejskih vrsta (Rott i sur., 1999.).

Indikatorske veličine za dijatomejske svojte 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 (PRILOG 6).

Vrste, kojima za sada nisu dodijeljeni numerički podaci ne uzimaju se u obzir prilikom izračunavanja indeksa, osim ako njihova učestalost prelazi 60 frustula, odnosno ukoliko je njihova relativna učestalost više od 15% tada uzimamo indikatorsku vrijednost i težinu roda.

Izračunavanje Trofičkog indeksa dijatomeja (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 – TDI_{HR}).

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

IV_i = indikatorska vrijednost (tolerantnost) pojedine vrste

IT_i = indikatorska težina (osjetljivost) pojedine vrste

Referentne i najlošije vrijednosti, pokazatelja/indeksa biološkog elementa kakvoće fitobentosa, specifične su za određeni tip znatno promijenjenog i umjetnog vodnog tijela te su prikazane u Tablici 4.2.7. (Odjeljak: Izračun ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela (ZPTV/UVT) prema principu koji je korišten tijekom izrade sustava za prirodna vodna tijela).

Izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

Za ocjenu ekološkog potencijala koristi se indeks koji 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 tablice referentnih i graničnih vrijednosti za svaki tip vodotoka (Tablica 4.2.3.-3.).

NAPOMENA: Ukoliko su vrijednosti omjera ekološke kakvoće pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.

4.2.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U ZNATNO PROMIJENJENIM I UMJETNIM VODNIM TIJELIMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA FITOBENTOSU

Grupiranje postaja znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela (ZPVT/UVT)

Za potrebe razvoja sustava ekološkog potencijala, tipovi znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela Panonske ekoregije grupirani su u ukupno pet grupa (vidi poglavlje 4.1; Tablica 4.1.2.-1.).

Izračun ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela (ZPVT/UVT) prema prirodnim vodnim tijelima – tekućicama Panonske ekoregije

Prvi pristup izračuna temelji se na preuzimanju sustava ocjene omjera ekološke kakvoće za prirodne tekućice Panonske ekoregije koji je prošao službeni interkalibracijski proces te je potvrđen od strane ECOSTAT grupe. Službeni interkalibracijski postupak ekološkog stanja Istočnoeuropskih kontinentalnih tekućica na temelju biološkog elementa fitobentos završen je u sklopu interkalibracije Istočnokontinentalne (EC-GIG) geografske regije. Metode za ocjenu ekološkog stanja koje su prošle interkalibracijski proces uključuju taksonomski sastav dijatomeja na razini vrsta te relativnu brojnost (učestalost) vrsta. Sam pristup temelji se na klasifikaciji (grupiranju) prirodnih tijela prema interkalibracijskim grupama unutar EC-GIG geografske regije (Tablica 4.2.3.-1.), prema kojoj su hrvatske prirodne tekućice Panonske ekoregije grupirane u ukupno šest zajedničkih interkalibracijskih tipova (R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8). Sukladno tome, ukupno osam hrvatskih biotičkih tipova sa podtipovima (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 i HR-R_9) pridruženo je navedenim zajedničkim interkalibracijskim grupama (Tablica

4.2.5.). Usvojena metrika za ocjenjivanje ekološkog stanja je trofički indeks dijatomeja (TDI_{HR}), a ocjena vodnih tijela prikazana je kao Omjer ekološke kakvoće (OEK_TDI_{HR}).

Tablica 4.2.3.-1. Zajednički interkalibracijski tipovi tekućica u Istočnokontinentalnoj (EC-GIG) geografskoj regiji prema izvještaju Milestone 6 report (2011.).

IC tip	Karakterizacija vodotoka	Obilježja
R-E1a	Karpati, male i srednje velike gorske tekućice	sliv 10-1000 km ² , mješovita podloga, supstrat: valutice i šljunak
R-E1b	Karpati, male i srednje velike prigorske tekućice	sliv 10-1000 km ² , mješovita podloga
R-E2	Nizinske, srednje velike tekućice	sliv 100-1000 km ² , mješovita podloga, supstrat: pijesak i mulj
R-E3	Nizinske, velike tekućice	sliv >1000 km ² , mješovita podloga, supstrat: šljunak, pijesak i mulj
R-E4	Prigorske, srednje velike tekućice	sliv 100-1000 km ² , mješovita podloga, supstrat: pijesak i šljunak
R-EX4	Prigorske velike tekućice	sliv > 1000 km ² , mješovita podloga, supstrat: šljunak i valutice
R-EX5	Nizinske male tekućice	sliv 10 – 100 km ² , mješovita podloga, supstrat: pijesak i mulj
R-EX6	Prigorske male tekućice	sliv 10 – 100 km ² , mješovita podloga, supstrat: šljunak
R-EX7	Balkan, prigorske male, vapnenačke tekućice	sliv 10 – 100 km ² , vapnenačka podloga, supstrat: šljunak
R-EX8	Balkan, male i srednje velike s vapnenačko krškim izvorištem	sliv 10 – 1000 km ² , vapnenačka podloga; supstrat: šljunak, pijesak i mulj

Kriteriji za određivanje uvjeta za referentno stanje prirodnih tekućica preuzeti su iz izvještaja Milestone 6 report (2011.), a odnose se na abiotičke (fizikalno-kemijske i hidromorfološke) pritiske (Tablica 4.2.3.-2.) te biotičke pokazatelje (TDI_{HR}). Na temelju spomenutih uvjeta za referentno stanje prirodnih tekućica i sukladno tome izabranih tkz. alternativnih referentnih, odnosno „benchmark“ postaja, izračunate su referentne vrijednosti indeksa za pojedine interkalibracijske grupe. Referentne vrijednosti iskazane su kao 10-i percentil Trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}) izabranih „benchmark“ postaja unutar pojedinih interkalibracijskih grupa, a kao najlošija vrijednost indeksa uzeta je ona iz čitavog seta podataka. Referentne i najlošije vrijednosti indeksa prema interkalibracijskim i biotičkim tipovima tekućica prikazane su u Tablici 4.2.3.-3. Temeljem referentnih i najlošijih vrijednosti izračunat je Omjer ekološke kakvoće (OEK_TDI_{HR}).

Tablica 4.2.3.-2. Abiotički uvjeti za određivanje referentnog stanja prirodnih tekućica korišteni u Istočnokontinentalnoj GIG interkalibracijskoj grupi (Milestone 6 report, 2011.).

Pritisci	R-E1a	R-E2 b	R-E2	R-E3	R-E4	R-EX4	R-EX5	R-EX6	R-EX7	R-EX8
Indeks korištenja zemljišta (Land Use Index, LUI) (%)	110	130	175	175	160	175	130	130	130	130
Električna vodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	350	440	1000	1000	860	600	600	600	500	500
BPK ₅ (mg/l)	2,1	2,4	4,1	4,1	2,9	3,3	2,9	2,5	2,5	2,5
P_ PO ₄ ³⁺ (mg/l)	0,05	0,09	0,2	0,2	0,11	0,11	0,2	0,1	0,05	0,05
N_ NO ₃ ⁻ (mg/l)	1,2	1,5	4	4	2,9	2,1	1,9	1,4	1,1	1,1

Tablica 4.2.3.-3. Nacionalni tipovi prirodnih tekućica Panonske ekoregije uključeni u zajedničke IC tipove istočnokontinentalnog GIG-a, sa pripadajućim referentnim i najlošijim vrijednostima Trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}).

Nacionalni naziv	IC tip	Nacionalni tip	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
PANONSKA KONTINENTALNA EKOREGIJA					
1. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE					
Gorske male tekućice u silikatnoj podlozi	R-EX6	HR-R_1	TDI _{HR}	1,97	4,30
Prigorske male tekućice u silikatnoj podlozi	R-EX6	HR-R_1	TDI _{HR}	1,97	4,30
Prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX6	HR-R_1	TDI _{HR}	1,97	4,30
Prigorske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	R-EX6	HR-R_1	TDI _{HR}	1,97	4,30
2. NIZINSKE MALE TEKUĆICE					
2. a. s glinovito-pjeskovitom podlogom					
Nizinske male tekućice u silikatnoj podlozi	R-EX5	HR-R_2A	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	R-EX5	HR-R_2A	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male tekućice u vapnenačko-organogenoj podlozi	R-EX5	HR-R_2A	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	R-EX5	HR-R_2A	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male aluvijalne tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX5	HR-R_2A	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male aluvijalne tekućice u organogenoj podlozi	R-EX5	HR-R_2A	TDI _{HR}	2,00	4,30
2.b. s šljunkovito-valutičastom podlogom					
Nizinske male tekućice u silikatnoj podlozi	R-EX5	HR-R_2B	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX5	HR-R_2B	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	R-EX5	HR-R_2B	TDI _{HR}	2,00	4,30
Nizinske male aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	R-EX5	HR-R_2B	TDI _{HR}	2,00	4,3
3. NIZINSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE					
Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u silikatnoj podlozi	R-E2	HR-R_3B	TDI _{HR}	1,74	4,3
Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u organogenoj podlozi	R-E2	HR-R_3B	TDI _{HR}	1,74	4,3
Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	R-E2	HR-R_3B	TDI _{HR}	1,74	4,3
Nizinske srednje velike tekućice u silikatnoj podlozi	R-E2	HR-R_3A	TDI _{HR}	1,74	4,3
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-E2	HR-R_3A	TDI _{HR}	1,74	4,3
Nizinske srednje velike tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	R-E2	HR-R_3A	TDI _{HR}	1,74	4,3
4. NIZINSKE VELIKE TEKUĆICE					
Nizinske velike aluvijalne tekućice u silikatno-organogenoj podlozi	R-E3	HR-R_4A	TDI _{HR}	1,74	4,3

Nacionalni naziv	IC tip	Nacionalni tip	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi	R-E3	HR-R_4B	TDI _{HR}	1,74	4,3
Nizinske velike tekućice u silikatnoj podlozi čije je izvorište locirano u Dinaridskoj ekoregiji	R-E3	HR-R_4C	TDI _{HR}	1,74	4,3
DINARIDSKA KONTINENTALNA EKOREGIJA					
6. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE					
Gorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX7	HR-R_6	TDI _{HR}	1,85	4,3
Gorske male tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	R-EX7	HR-R_6	TDI _{HR}	1,85	4,3
Prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX7	HR-R_6	TDI _{HR}	1,85	4,3
Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	R-EX7	HR-R_6	TDI _{HR}	1,85	4,3
7. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE					
Gorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX8	HR-R_7	TDI _{HR}	1,85	4,3
Gorske srednje velike tekućice u silikatno-vapnenačkoj podlozi	R-EX8	HR-R_7	TDI _{HR}	1,85	4,3
Prigorske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX8	HR-R_7	TDI _{HR}	1,85	4,3
Prigorske velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX8	HR-R_7	TDI _{HR}	1,85	4,3
Prigorske velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	R-EX8	HR-R_7	TDI _{HR}	1,85	4,3
8. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE					
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačkoj podlozi	R-EX8	HR-R_8A	TDI _{HR}	1,85	4,3
Nizinske srednje velike tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	R-EX8	HR-R_8A	TDI _{HR}	1,85	4,3
9. GORSKE I PRIGORSKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA					
Gorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	R-EX8	HR-R_9	TDI _{HR}	1,85	4,3
Prigorske srednje velike tekućice krških polja u vapnenačkoj podlozi	R-EX8	HR-R_9	TDI _{HR}	1,85	4,3

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja temelje se na postavljanju granice za Vrlo dobro i Dobro stanje, a ona je izražena kao medijan vrijednosti OEK_TDI_{HR} svih referentnih „benchmark“ postaja prema interkalibracijskim grupama. Preostale granice kategorija ekološkog stanja određene su ekvidistalnim spuštanjem (za po 25%) od granice Vrlo dobro/Dobro sve do granice Loše / Vrlo loše. Dobivene su granice testirane u interkalibracijskom procesu prema granicama kategorija drugih država članica Istočnokontinentalne geografske regije te su, ukoliko je bilo potrebno, prilagođene spuštanjem ili podizanjem vrijednosti kako bi konačne granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja bile u dopuštenom rasponu. Konačne granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja prikazane su u Tablici 4.2.3.-4.

Tablica 4.2.3.-4. Konačne granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za prirodne tekućice Panonske ekoregije.

Kategorije ekološkog stanja	R-E2, R-E3, R-EX5, R-EX6, R-EX7, R-EX8
Vrlo dobro / Dobro	0,86
Dobro / Umjereno	0,60
Umjereno / Loše	0,38
Loše / Vrlo loše	0,22

Ovim su pristupom postajama znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela Panonske ekoregije pridruženi odgovarajući hrvatski biotički tipovi prema najbližem prirodnom tipu tekućice te pripadajuće

intekalibracijske grupe. Temeljem referentnih i najlošijih vrijednosti zadanih prema biotičkim tipovima izračunat je OEK_TDI_{HR} . Rezultati izračuna OEK_TDI_{HR} po grupama prikazani su u Tablicama 4.2.3.1.-1.-4.2.3.1.-5.

Izračun ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela (ZPVT/UVT) prema principu koji je korišten tijekom izrade sustava za prirodna vodna tijela

Drugi pristup izračunu ekološkog potencijala temelji se na primjeni principa koji je korišten i za postavljanje sustava za ocjenu prirodnih tekućica. Referentna vrijednost trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}) određena je kao vrijednost 10-og percentila TDI_{HR} izabranih referentnih postaja za svaku pojedinu grupu ZPVT/UVT. Kao najlošija vrijednost izabrana je najlošija vrijednost TDI_{HR} čitavog seta podataka. Referentne i najlošije vrijednosti po grupama ZPVT/UVT prikazane su u Tablici 4.2.3.-5.

Tablica 4.2.3.-5. Referentne i najlošije vrijednosti trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}) prema grupama ZPVT/UVT.

Grupa	Tip ZPVT/UVT	Referentna vrijednost TDI_{HR} ZPVT/UVT	Najlošija vrijednost TDI_{HR} ZPVT/UVT
1	HK-K_1A	2,28	4,30
	HK-K_1B		
	HK-K_2A		
	HK-K_2B		
	HK-K_6C		
2	HK-K_3A	/	/
	HK-K_3B		
3	HK-K_4	2,35	4,30
	HK-K_5		
4	HK-K_6A	2,02	4,30
5	HK-K_6B	2,15	4,30

Temeljem referentnih i najlošijih vrijednosti izračunat je ekološki potencijal (OEK_ZPVT/UVT) prema jednadžbi:

$$OEK_{ZPVT/UVT} = \frac{\text{Vrijednost } TDI_{HR} \text{ indeksa} - \text{najlošija vrijednost } TDI_{HR}(ZPVT/UVT)}{\text{Referentna vrijednost } TDI_{HR}(ZPVT/UVT) - \text{najlošija vrijednost } TDI_{HR}(ZPVT/UVT)}$$

Postavljanje granica kategorija ekološkog potencijala (OEK_ZPVT/UVT) u drugom pristupu prati interkalibracijski protokol pa je sukladno tome granica za kategorije Dobar i bolji/Umjeren ekološki potencijal određena kao vrijednost medijana dobivenih OEK_TDI_{HR} referentnih postaja unutar pojedinačnih grupa ZPVT/UVT. Ostale niže kategorije ekološkog potencijala određene su ekvidistalnim spuštanjem do najnižih vrijednosti. Predložene granice kategorija ekološkog potencijala po grupama ZPVT/UVT prikazane su u Tablici 4.2.3.-6.

Rezultati ocjene prema pristupu ocjene za prirodne tekućice prikazani su u Tablicama prema grupama ZPVT/UVT (Tablica 4.2.3.1.-1.- 4.2.3.1.-5.).

Tablica 4.2.3.-6. Predložene granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala za grupirane tipove ZPVT/UVT.

Grupa	Tip ZPVT/UVT	Kategorije EP	Granice kategorija OEK_ZPVT/UVT
1	HK-K_1A		
	HK-K_1B	D/U	0,57
	HK-K_2A	U/L	0,38
	HK-K_2B	L/VL	0,19
	HR-K_6C		
2	HK-K_3A	/	/
	HK-K_3B		
	HK-K_4		
3	HK-K_4 HK-K_5	D/U	0,59
		U/L	0,39
		L/VL	0,20
4	HK-K_6A	D/U	0,66
		U/L	0,44
		L/VL	0,22
5	HK-K_6B	D/U	0,66
		U/L	0,44
		L/VL	0,22

Izračun ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna vodna tijela (ZPVT/UVT) temeljem normalizacije drugog pristupa

U trećem pristupu izračun ekološkog potencijala temelji se na postavljanju strožih granica kategorija kroz normalizaciju linearnom regresijom dobivenom prema usklađivanju granica na D/U=0,6 U/L=0,4; L/VL =0,2. Granica Dobar i bolji/Umjeren ekološki potencijal izražena je kao medijan vrijednosti OEK_ZPVT/UVT izračunatog u drugom pristupu. Niže granice kategorija određene su ekvidistalnim spuštanjem od granice Dobar i bolji/Umjeren. Prikaz medijana vrijednosti i postavljenih granica kategorija za OEK_ZPVT/UVT_norm. prema grupama ZPVT/UVT prikazana je u Tablici 4.2.3.-7. Izračunatim granicama pridružene su pripadajuće nove strože granice prema kojima je granica Dobar i Bolji/ Umjeren postavljena na EP = 0,6, Umjeren/Loš na EP = 0,4 te Loš/Vrlo loš na EP = 0,2. Usklađivanje kategorija provedeno je linearnom regresijom, a izračun OEK_ZPVT/UVT_norm. predstavlja pravac linearne jednadžbe. U Tablici 4.2.3.-8. prikazane su linearne jednadžbe izračunate po grupama ZPVT/UVT. Rezultati ocjene prema opisanom pristupu prikazani su u Tablicama 4.2.3.1.-1.- 4.2.3.1.-5.

Tablica 4.2.3.-7. Granične vrijednosti omjera ekološke kakvoće umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela tekućica (OEK_ZPVT/UVT) usklađenih sa normaliziranim strožim granicama za OEK_ZPVT/UVT_norm prema grupama ZPVT/UVT.

Grupa	Tip ZPVT/UVT	Granice kategorija OEK_ZPVT/UVT	Kategorije EP	Normalizirane granice kategorija OEK_ZPVT/UVT
1	HK-K_1A			
	HK-K_1B	0,57	D/U	0,60
	HK-K_2A	0,38	U/L	0,40
	HK-K_2B	0,19	L/VL	0,20
	HR-K_6C			
2	HK-K_3A	/	/	/
3	HK-K_4	0,59	D/U	0,60
	HK-K_5	0,39	U/L	0,40
		0,20	L/VL	0,20
		0,66	D/U	0,60
		0,44	U/L	0,40
4	HK-K_6A	0,22	L/VL	0,20
		0,66	D/U	0,60
5	HK-K_6B	0,44	U/L	0,40
		0,22	L/VL	0,20

Tablica 4.2.3.-8. Prikaz linearnih jednadžbi za izračun omjera ekološke kakvoće umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela tekućica (OEK_ZPVT/UVT_norm.) prema grupama ZPVT/UVT.

Grupa	Tip ZPVT/UVT	Jednadžba pravca
1	HK-K_1A	$y = 1,0405x - 0,1961$
	HK-K_1B	
	HK-K_2A	
	HK-K_2B	
	HK-K_6C	
2	HK-K_3A	/
	HK-K_3B	
3	HK-K_4	$y = 1,0261x - 0,2027$
	HK-K_5	
4	HK-K_6A	$y = 0,9036x - 0,198$
5	HK-K_6B	$y = 0,9046x - 0,1983$

U Tablici 4.2.3.-9. prikazane su granice kategorija za vrijednosti omjera ekološke kakvoće umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela (OEK_ZPVT/UVT_norm.) Panonske ekoregije prilagođene prema granicama kategorija za vrijednosti OEK_TDI_{HR} prirodnih tekućica Panonske ekoregije.

Tablica 4.2.3.-9. Granice ekološkog potencijala za vrijednosti omjera ekološke kakvoće znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela tekućica (OEK_ZPVT/UVT_norm.) Panonske ekoregije.

Ekološki potencijal	OEK_ZPVT/UVT_norm.
Referentna vrijednost	1,00
Dobar i bolji	≥0,60
Umjeren	0,40-0,59
Loš	0,20-0,39
Vrlo loš	<0,20

4.2.3.1. Ocjena ekološkog potencijala prema fitobentosu za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije

Na temelju predložena tri sustava izračunati su ekološki potencijali za sve osnovne i dodatne postaje umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela tekućica obuhvaćenih projektnim zadatkom. Rezultati su prikazani po grupama tipova UVT i ZPVT tekućica u Tablicama 4.2.3.1.-1.- 4.2.3.1.-5.

Tipovi umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela tekućica Grupe 1

Grupa 1 obuhvaća znatno promijenjena vodna tijela unutar tipova HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A i HR-K_2B, HR-K_6C. Ekološki potencijal izračunat je prema sva tri pristupa. Ukupan broj postaja te izračunati omjeri ekološke kakvoće prikazani su u Tablici 4.2.3.1.-1.

Tablica 4.2.3.1.-1. Popis postaja te ocjene ekološkog potencijala, odnosno pripadajući omjeri ekološke kakvoće (OEK) prema fitobentosu za Grupu 1 tipova znatno promijenjenih i umjetnih tekućica (tipovi HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A i HR-K_2B, HR-K_6C).

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI _{HR}	OEK_TDI _{HR}	OEK_ZPVT/UVT	OEK_ZPVT/UVT_norm
10441	Mackovac - Lufinja, Dolina	HR-K_1A	2,87	0,62	0,70	0,54
10442	Trnava, Visoka Greda	HR-K_1A	3,56	0,32	0,36	0,18
10443	Starca, D. Bogicevci	HR-K_1A	3,66	0,28	0,32	0,13
10502	Rešetarica, Vrbje	HR-K_2B	3,3	0,39	0,50	0,32
10503	Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-K_6C	2,77	0,67	0,76	0,59
10700	Obodni kanal Jelas polje, istočni, Slavonski Brod	HR-K_2B	3,27	0,40	0,51	0,33
12304	Zap. lateralni kanal Biđ polja, Poljanci prije utoka u Savu	HR-K_6C	3,13	0,46	0,58	0,41
12309	Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	HR-K_2A	3,12	0,46	0,58	0,41
12310	Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci - Piškorevci	HR-K_6C	2,97	0,52	0,66	0,49
12515	Strušac, Retkovci	HR-K_6C	3,16	0,44	0,56	0,39
13008	Lateralni kanal Adžamovka, Orljava - Lužani	HR-K_6C	3,06	0,48	0,61	0,44

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI _{HR}	OEK_TDI _{HR}	OEK_ZPVT/UVT	OEK_ZPVT/UVT_norm
13014	Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	HR-K_1B	2,42	0,82	0,93	0,77
13015	Vodno tijelo 131, Siče	HR-K_6C	3,01	0,56	0,64	0,47
13200	Londža, most u Pleternici	HR-K_2B	2,76	0,67	0,76	0,60
13202	Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	HR-K_2B	2,97	0,58	0,66	0,49
13203	Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	HR-K_2B	2,99	0,57	0,65	0,48
13504	Vucjak	HR-K_1B	2,42	0,82	0,93	0,77
15107	Dovodni kanal akumulacije Pakra-Jamarica	HR-K_2B	3,30	0,39	0,50	0,32
15108	Pakra, Janja Lipa	HR-K_2B	2,83	0,57	0,73	0,56
15109	Pakra, Jagma	HR-K_2B	2,86	0,56	0,71	0,55
15221	Ilova, Veliko Vukovje	HR-K_2A	2,93	0,53	0,68	0,51
15223	Ilova, most na cesti Tomašica - Sokolovac	HR-K_2B	3,21	0,42	0,54	0,36
15226	Ilova, Maslenjača	HR-K_2B	2,45	0,72	0,92	0,76
15228	Ilova, Veliki Zdrenci	HR-K_2B	2,85	0,57	0,72	0,55
15229	Ilova, ribnjaci	HR-K_2A	2,90	0,55	0,69	0,53
15232	Toplica, Sokolovac	HR-K_2B	2,84	0,57	0,72	0,56
15348	Česma, Međurača	HR-K_2A	3,07	0,48	0,61	0,44
15353	Česma, Narta	HR-K_2A	2,68	0,63	0,80	0,64
15355	Česma, Pavlovac	HR-K_2A	2,47	0,71	0,91	0,75
15360	Bjelovacka, cesta Veliko i Malo Korenovo	HR-K_1B	2,88	0,62	0,70	0,53
15361	Severinska, Severin	HR-K_1B	3,05	0,54	0,62	0,45
15362	Lateralni kanal, G. Narta	HR-K_6C	2,82	0,64	0,73	0,56
15371	Glogovnica, prije utoka u Česmu	HR-K_2B	2,77	0,60	0,76	0,59
15388	Vrtlin, nizv. od Križevaca	HR-K_1B	4,30	0,00	0,00	-0,20
15450	Gracenica, Donja Gracenica	HR-K_1A	2,68	0,70	0,80	0,64
15451	Križ, Novoselec	HR-K_1A	2,82	0,64	0,73	0,57
15474	Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	HR-K_6C	2,80	0,59	0,74	0,58
15486	Orešcak, na cesti Sveti Ivan Zelina - Hrastje	HR-K_1B	3,31	0,43	0,49	0,31
15488	Sloboština, Okucani	HR-K_2B	2,57	0,75	0,86	0,70
15496	Subocka, N. Grabovac	HR-K_2B	2,66	0,71	0,81	0,65
15590	Zelina, Laktec	HR-K_2A	3,02	0,50	0,64	0,47
15591	Zelina, Božjakovina	HR-K_2A	2,94	0,53	0,67	0,50
15592	Spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma, crp.st. Poljanski Lug	HR-K_6C	2,64	0,65	0,82	0,66
15594	Lateralni kanal Deanovac, cesta Ivanić Grad - Crna Humka	HR-K_6C	3,76	0,24	0,27	0,08
15597	Salnik, na cesti Rakovec - Samoborec	HR-K_1A	2,91	0,60	0,69	0,52
16100	Sunja, Strmen	HR-K_2A	2,92	0,54	0,68	0,51
16106	Skopljak, Gradec Pokupski	HR-K_1B	3,97	0,14	0,16	-0,03
16109	Blatnica, Blatnica	HR-K_1A	4,25	0,02	0,02	-0,17
16217	Spojni kanal Kupčina	HR-K_2B	2,70	0,63	0,79	0,63
16218	Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina	HR-K_2A	2,52	0,70	0,88	0,72
16224	Kupčina, Lazina	HR-K_2B	2,68	0,63	0,80	0,64
16228	Reka, Domagović	HR-K_1B	2,83	0,64	0,73	0,57
16233	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta	HR-K_1A	2,11	0,95	1,08	0,93
16241	Spojni kanal (vt749), Jastrebarsko-Domagović	HR-K_6C	4,15	0,07	0,07	-0,12

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI _{HR}	OEK_TDI _{HR}	OEK_ZPVT/UVT	OEK_ZPVT/UVT_norm
17004	Krapina, Bedekovčina	HR-K_2A	3,37	0,40	0,46	0,28
17011	Lucelnica, Hruševac Kupljenski - most	HR-K_1B	2,83	0,64	0,73	0,56
17012	Luka, Luka	HR-K_1B	2,89	0,61	0,70	0,53
17305	Velika, uzvodno od Poznanovca	HR-K_1A	2,95	0,59	0,67	0,50
17504	Bistrica, Podgrade Bistricko	HR-K_1A	2,44	0,81	0,92	0,76
17606	Presecno, Draškovic	HR-K_1B	2,75	0,67	0,77	0,60
17704	Pinja, Selnica	HR-K_1B	2,94	0,59	0,67	0,50
17705	Žitomirka, Špoljari	HR-K_1A	2,71	0,69	0,79	0,62
18001	Sutla, Harmica	HR-K_1B	2,91	0,54	0,69	0,52
18006	Sutla, D. Brezno	HR-K_1B	2,83	0,58	0,73	0,56
21000	Baranjska Karašica, Batina	HR-K_2A	2,94	0,53	0,67	0,50
21006	Baranjska Karašica, Branjin Vrh	HR-K_2B	2,99	0,51	0,65	0,48
21012	Karašica, Črnkovci	HR-K_2B	3,11	0,46	0,59	0,42
21015	Županijski kanal, Kapinci	HR-K_2A	2,87	0,56	0,71	0,54
21020	Vucica, Marjancaci	HR-K_2A	3,20	0,48	0,54	0,37
21022	Čarna (G.D.K. za C.S. Zlatna Greda), Čarna - Zlatna Greda	HR-K_1B	3,1	0,52	0,59	0,42
21023	Glavni dovodni kanal Tikveš, Tikveš	HR-K_2A	3,06	0,48	0,61	0,44
21025	Kanal Karašica, Popovac	HR-K_1A	3,27	0,45	0,51	0,33
21026	Županijski kanal, Vaška	HR-K_6C	2,59	0,67	0,85	0,68
21033	Slatinska Cadavica, Cadavica	HR-K_1A	3,29	0,44	0,50	0,33
21036	Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave	HR-K_1B	3,18	0,49	0,56	0,38
21038	Bistra, jugozapadno od Darde	HR-K_6C	3,12	0,51	0,58	0,41
21041	Trnava III, most na cesti Čakovec-GP Goričan	HR-K_2A	3,22	0,42	0,53	0,36
21042	Lateralni kanal, most na cesti Čakovec - Mihovljan	HR-K_1B	3,83	0,21	0,23	0,05
21045	Murščak, most na cesti Domašinec - St. Straža	HR-K_6C	2,63	0,65	0,83	0,66
21049	Bistrec-Rakovnica I, most na cesti Hemuševac – Goričan	HR-K_1A	2,20	0,82	1,04	0,88
21050	Bistrec-Rakovnica II, most na putu polj.dobra D.Dubrava-Kotoriba	HR-K_2A	2,43	0,73	0,93	0,77
21062	Čarna, nakon crpne stanice Podunavlje-Čarna	HR-K_1B	2,84	0,64	0,72	0,56
21077	Rogstrug, Podravske Sesvete	HR-K_2A	2,79	0,59	0,75	0,58
21078	Lendava, most u Brestiću	HR-K_2B	2,93	0,54	0,68	0,51
21079	Bistra Koprivnička, most kod Molvi	HR-K_2B	2,96	0,52	0,66	0,49
21081	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin	HR-K_1B	2,75	0,67	0,77	0,60
21085	Bednja, Mali Bukovec	HR-K_2B	2,72	0,62	0,78	0,62
21099	Brzava, Delovi	HR-K_1B	2,63	0,73	0,83	0,66
21112	Cuklin, Novo Selo Podravsko	HR-K_1A	2,81	0,65	0,74	0,57
21115	Kanal C, Kelemen	HR-K_1A	2,85	0,63	0,72	0,55
21123	Mozdanski jarak (kanal Bistra), M. Hlebine	HR-K_1A	2,81	0,65	0,74	0,57
21126	Segovina, Đelekovec	HR-K_1A	3,06	0,54	0,61	0,44
21201	Crni fok, Čepinska obilaznica	HR-K_6C	3,57	0,32	0,36	0,18
21205	Iskrica, Šaptinovci	HR-K_1B	2,99	0,57	0,65	0,48

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI _{HR}	OEK_TDI _{HR}	OEK_ZPVT/UVT	OEK_ZPVT/UVT_norm
21206	Kanal Halasica, prije utoka u Barbara kanal	HR-K_6C	3,15	0,50	0,57	0,40
21209	Našicka rijeka, Jelisavac	HR-K_1B	2,87	0,62	0,71	0,54
21217	Baranjska Karašica, Draž	HR-K_2A	2,37	0,75	0,95	0,80
21218	Kanal Karašica - Drava Ivanovo	HR-K_6C	3,18	0,44	0,55	0,38
21219	Stari Travnik, Branjin Vrh	HR-K_1A	3,86	0,19	0,22	0,03
21222	Lendava, Rogovac	HR-K_1B	2,82	0,58	0,73	0,57
21223	Županijski kanal, Budrovac Lukački	HR-K_6C	3,98	0,13	0,16	-0,03
21224	Slatinska Cadavica, Slatina	HR-K_1A	3,60	0,30	0,35	0,16
21225	Bobotski kanal, Ernestinovo	HR-K_6C	3,01	0,51	0,64	0,47
21226	Strug, Gorica Valpovačka	HR-K_6C	3,52	0,34	0,38	0,20
21227	Miškaruš, Malo Gačišće	HR-K_6C	2,58	0,75	0,85	0,69
21228	Sigetec, Detkovic	HR-K_6C	3,19	0,48	0,55	0,38
21229	Krešimirovac, Rušani	HR-K_6C	2,95	0,59	0,67	0,50
21231	Lendava, Stari Gradac	HR-K_1B	3,37	0,36	0,46	0,28
21314	Vucica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj	HR-K_1B	3,08	0,53	0,60	0,43
21315	Vucica, Benicanci	HR-K_2A	3,14	0,50	0,57	0,40
21316	Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	HR-K_6C	3,01	0,56	0,64	0,47
22006	Lateralni kanal, Slakovec	HR-K_1B	3,42	0,38	0,44	0,26
29240	Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća	HR-K_1B	2,95	0,59	0,67	0,50
51129	potok Starca, Stupnik	HR-K_1B	3,47	0,36	0,41	0,23
51132	potok Rakovica, Strmec	HR-K_1B	2,7	0,70	0,79	0,63
51139	potok Medpotoki, prije utoka u Savu	HR-K_1B	2,91	0,60	0,69	0,52
51140	potok Vrapčak, nakon utoka Čnomerca	HR-K_1B	2,73	0,68	0,77	0,61
51157	potok Kašina	HR-K_1A	3,28	0,44	0,50	0,33
51160	potok Vranic	HR-K_1A	2,66	0,71	0,81	0,65
51167	Gradna, Savršćak	HR-K_1B	2,60	0,66	0,84	0,68
51168	Čnomerec, Srednjaci	HR-K_1B	2,47	0,80	0,91	0,75
51172	potok Crnec V, uz autocestu	HR-K_2A	2,77	0,66	0,76	0,59

Tipovi znatno promijenjenih vodnih tijela tekućica Grupe 2

Grupa 2 obuhvaća znatno promijenjena vodna tijela unutar tipova HR-K_3A, HR-K_3B 4. Izračun ekološkog potencijala temeljen je samo na sustavu ocjene za prirodne tekućice (prvi predloženi sustav). Razlog tome je nedostatan broj „benchmark“ postaja u tipu HR-K_3A i HR-K_3B, zbog čega nije mogla biti izračunata referentna vrijednost indeksa TDI_{HR} za „benchmark“ postaje, a samim time niti postavljen prikladan sustav ocjene prema drugom i trećem pristupu. Za ovaj tip ZPVT/UVT kao vrijednost maksimalnog ekološkog potencijala prilikom izračuna OEK-a i pripadajućeg ekološkog potencijala koristi se granica umjereno/dobro (OEK = 0,6) najbližih prirodnih tipova tekućica. Ukupan broj postaja te izračunati omjeri ekološke kakvoće prema sustavu ocjene za prirodna vodna tijela prikazani su u Tablici 4.2.3.1.-2.

Tablica 4.2.3.1.-2. Popis postaja te pripadajuće ocjene ekološkog potencijala, odnosno omjeri ekološke kakvoće (OEK) prema fitobentosu za Grupu 2 ZPVT tekućica (tipovi HR-K_3A, HR-K_3B).

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI_{HR}	OEK_ TDI_{HR}
13013	Orljava, nizvodno od pilana	HR-K_3B	2,85	0,57
17015	Krapina, Stubička Slatina	HR-K_3A	2,94	0,53
15483	O.K. Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	HR-K_3B	2,71	0,62
15352	Česma, Čazma	HR-K_3B	2,76	0,60
17001	Krapina, Zaprešić	HR-K_3A	2,86	0,56
13001	Orljava, ispod autoceste	HR-K_3B	2,92	0,54
13012	Orljava, ušće	HR-K_3B	2,95	0,53
21007	Vučica, Petrijevci	HR-K_3A	3,12	0,51
17008	Krapina, Kupljenovo	HR-K_3A	3,05	0,49
15351	Česma, Obedišće	HR-K_3A	3,62	0,27
15220	Ilova, nizvodno od utoka Kutinice	HR-K_3A	3,69	0,24
15354	Česma, Siščani	HR-K_3A	3,87	0,17
15370	Glogovica, prije utoka u Česmu, Donji Lipovčani	HR-K_3A	3,10	0,47

Tipovi znatno promijenjenih vodnih tijela tekućica Grupe 3

Grupa 3 obuhvaća znatno promijenjena vodna tijela unutar tipa HR-K_4 i HR-K_5. Ekološki potencijal izračunat je prema sva tri pristupa. Ukupan broj postaja te izračunati omjeri ekološkog potencijala prikazani su u Tablici 4.2.3.1.-3.

Tablica 4.2.3.1.-3. Popis postaja te pripadajuće ocjene ekološkog potencijala, odnosno omjeri ekološke kakvoće (OEK) prema fitobentosu za Grupu 3 (tipovi HR-K_4 i HR-K_5).

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI _{HR}	OEK_TDI _{HR}	OEK_ZPVT/UVT	OEK_ZPVT/UVT_norm
10001	Sava, nizvodno od Županje	HR-K_4	2,85	0,69	0,74	0,56
10003	Sava, nizvodno od utoka Bosne	HR-K_4	3,66	0,43	0,33	0,14
10005	Sava, nizvodno od Slavanskog Broda	HR-K_4	2,48	0,81	0,93	0,75
10006	Sava, uzvodno od Slavanskog Broda	HR-K_4	1,53	1,12	1,42	1,25
10007	Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš	HR-K_4	2,88	0,68	0,73	0,54
10008	Sava, uzvodno od utoka Vrbasa, Davor	HR-K_4	3,01	0,64	0,66	0,48
10010	Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une	HR-K_4	3,00	0,65	0,67	0,48
10011	Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec	HR-K_4	2,81	0,71	0,76	0,58
10012	Sava, Galdovo	HR-K_4	2,94	0,67	0,70	0,51
10013	Sava, Martinska Ves	HR-K_4	2,96	0,66	0,69	0,50
10016	Sava, Jankomir	HR-K_4	2,14	0,92	1,11	0,93
10019	Sava, Rugvica	HR-K_4	2,82	0,70	0,76	0,58
10023	Sava, Topolje	HR-K_4	2,85	0,69	0,74	0,56
10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-K_4	3,17	0,59	0,58	0,39
10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-K_4	2,69	0,75	0,83	0,65
10026	Sava, Slavonski Brod	HR-K_4	2,90	0,68	0,72	0,53
10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-K_4	2,99	0,65	0,67	0,49
10100	Sava, Račinovci	HR-K_4	2,91	0,67	0,71	0,53
25005	Drava, Belišće	HR-K_4	2,72	0,74	0,81	0,63
25006	Drava, Podravska Moslavina	HR-K_4	2,39	0,84	0,98	0,80
25007	Drava, Gat, Petrovo selo	HR-K_4	2,31	0,87	1,02	0,84
25009	Drava, Nard	HR-K_4	2,60	0,77	0,87	0,69
25055	Drava, 5km od ušća JDS-4	HR-K_4	2,28	0,88	1,04	0,86
25056	Drava, Novo Virje	HR-K_5	2,73	0,73	0,81	0,62
25058	Drava, blizu Svibovca Podravnog (Lijevi drenažni kanal akumulacije Varaždin)	HR-K_5	1,68	1,07	1,34	1,18
25059	Drava, Ledine Molvanske	HR-K_5	2,48	0,81	0,93	0,76
25060	Drava, Štorgač	HR-K_5	2,95	0,66	0,69	0,51
29111	Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc	HR-K_4	2,84	0,70	0,75	0,57
29120	Drava, Terezino Polje-Barč	HR-K_5	2,87	0,69	0,73	0,55
29130	Drava, Botovo-Ortilos	HR-K_5	2,91	0,67	0,71	0,53
29141	Drava, Legrad	HR-K_5	2,81	0,71	0,76	0,58
29160	Drava, Ormož	HR-K_5	2,57	0,78	0,89	0,71
29210	Mura, Goričan	HR-K_4	2,63	0,76	0,86	0,68
29220	PMF 2006, Mura, Mursko Središće	HR-K_4	2,67	0,75	0,84	0,66
29250	Mura, prije utoka u Dravu	HR-K_4	2,66	0,76	0,84	0,66

Tip umjetnih vodnih tijela tekućica Grupe 4

Grupa 4 obuhvaća umjetna vodna tijela tekućica unutar tipa HR-K_6A. Ekološki potencijal prikazan je prema sva tri izračunata pristupa. Ukupan broj postaja te izračunati omjeri ekološkog potencijala prikazani su u Tablici 4.2.3.1.-4.

Prilikom analize uzorka koji je prikupljen u sklopu ovog projektnog zadatka na postaji Odvodni kanal HE Varaždin, utvrđeno je da zajednica dijatomeja nije razvijena pa je kao takav uzorak nerelevantan te izuzet iz izrade sustava ocjene. Ekološki potencijal za postaju Odvodni kanal HE Varaždin ocjenjen je na temelju uzorka fitobentosa prikupljenog u sklopu projekta Biološka ispitivanja nadzemnih voda na HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava u 2017. godini (Mustafić, 2028). Metodologija uzorkovanja, obrade uzorka i analize dijatomejske zajednice sukladna je metodologiji korištenoj pri izradi ovog projektnog zadatka.

Tablica 4.2.3.1.-4. Popis postaja te pripadajuće ocjene ekološkog potencijala, odnosno omjeri ekološke kakvoće (OEK) prema fitobentosu za tip HR-K_6A.

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI _{HR}	OEK_TDI _{HR}	OEK_ZPVT/UVT	OEK_ZPVT/UVT_norm
22004	Dovodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	2,52	0,80	0,78	0,51
22005	Odvodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	2,45	0,82	0,81	0,53
22008	Dovodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	2,66	0,75	0,72	0,45
22009	Odvodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	2,41	0,84	0,83	0,55
22012	Dovodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	2,07	0,95	0,98	0,69
22013	Odvodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	2,16	0,92	0,94	0,65
25057	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestrni Grez	HR-K_6A	1,96	0,98	1,02	0,73

Tip umjetnih vodnih tijela tekućica Grupe 5

Grupa 5 obuhvaća umjetna vodna tijela unutar tipova HR-K_6B. Ekološki potencijal prikazan je prema sva tri izračunata pristupa. Ukupan broj postaja te izračunati omjeri ekološkog potencijala prikazani su u Tablici 4.2.3.1.-5.

Tablica 4.2.3.1.-5. Popis postaja te pripadajuće ocjene ekološkog potencijala, odnosno omjeri ekološke kakvoće (OEK) prema fitobentosu za tip HR-K_6B.

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	TDI _{HR}	OEK_TDI _{HR}	OEK_ZPVT/UVT	OEK_ZPVT/UVT_norm
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	HR-K_6B	2,88	0,68	0,66	0,40
22010	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	HR-K_6B	2,40	0,84	0,88	0,60
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-K_6B	2,09	0,94	1,03	0,73
21048	Otvoreni kolektor Prelog, prije isp. u lijevi drenažni jarak HE Dubrava	HR-K_6B	2,16	0,93	0,99	0,70
21113	Desni drenažni jarak HE Čakovec, Štefanec	HR-K_6B	3,62	0,27	0,32	0,09

Usporedba ocjene ekološkog potencijala prema prvom (OEK_TDI_{HR}) i trećem (OEK_ZPVT/UVT_norm.) predloženom pristupu

S obzirom da ocjena ekološkog potencijala izračunata prema trećem pristupu (OEK_ZPVT/UVT_norm.) predstavlja strože uvjete od ocjene prema sustavu za prirodne tekućice (OEK_TDI_{HR}), napravljena je usporedba konačnih ocjena ekološkog potencijala prema navedena dva pristupa. Usporedbom je izračunat i izražen broj i udio postaja koji se nalazi u lošijoj, odnosno nižoj kategoriji ekološkog potencijala. Rezultati usporedbe prikazani su u Tablici 4.2.3.1.-6.

Prema ekološkom potencijalu izračunatom po trećem pristupu (OEK_ZPVT/UVT_norm.) ukupno je 35% postaja unutar prve grupe ZPVT/UVT (HK-K_1B, HK-K_2A, HK-K_2B, HK-K_16C) u nižoj ekološkoj kategoriji u odnosu na ekološki potencijal istih postaja izračunat prema sustavu za prirodne tekućice (OEK_TDI_{HR}). Rezultat postavljanja stozih granica kategorija ekološkog potencijala posebno je izražen u ostalim grupama ZPVU/UVT. Prema trećem pristupu ocjene ukupno je 68% postaja unutar treće grupe (HK-K_4, HK-K_5) u nižoj kategoriji ekološkog potencijala u odnosu na ocjenu prema prirodnom sustavu. Unutar četvrte grupe (HR-R_6A) sve su istraživane postaje ocijenjene kategorijom niže u odnosu na ocjenu prema prirodnom sustavu. Ukupno 60% postaja unutar pete grupe (HR-R_6B) prema trećem je pristupu ocijenjeno nižom kategorijom ekološkog potencijala u odnosu na ocjenu prema sustavu za prirodne tekućice.

Tablica 4.2.3.1.-6. Broj i udio postaja prema grupama ZPVT/UVT čiji ekološki potencijal prema novom sustavu prelazi u nižu kategoriju u odnosu na ocjenu prema sustavu za prirodne tekućice.

Grupa	Tip ZPVT/UVT	OEK ZPVT/UVT_norm. ista kategorija	OEK ZPVT/UVT_norm. kategorija niže	OEK ZPVT/UVT_norm. kategorija niže %
1	HK-K_1B	79	43	35,40
	HK-K_2A			
	HK-K_2B			
	HK-K_6C			
2	HK-K_3A	/	/	/
	HK-K_3B			
3	HK-K_4	11	24	68,60
	HK-K_5			
4	HK-K_6A	0	7	100,00
5	HK-K_6B	2	3	60,00

Ocjena omjera ekološke kakvoće biološkog elementa fitobentos za postaje umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela Panonske ekoregije koje su dio projektnog zadatka

Ocjene omjera ekološke kakvoće (OEK) za postaje uključene u projekt „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije“ prikazane su u Tablici 4.2.3.1.-7. Ocjene su prikazane s obzirom na tri pristupa predložena unutar ovog elaborata. Radi usporedbe rezultata prikazan je OEK i ocjena ekološkog potencijala prema sustavu za prirodna vodna tijela (OEK_TDI_{HR}) te ocjena prema sustavu za umjetne i znatno promijenjene tekućice (OEK_ZPVT/UVT i OEK_ZPVT/UVT_norm.).

Tablica 4.2.3.1.-7. Prikaz ocjene omjera ekološke kakvoće postaja uključenih u projekt „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna tijela površinskih voda – III. Dio: Tekuće Panonske ekoregije“ prema sustavu za prirodne tekućice i predloženom sustavu za ekološki potencijal. *Za ocjenu ekološkog potencijala prema sustavu za prirodne tekućice koristi se indeks koji izračunava omjer ekološke kakvoće (OEK_TDI_{HR}).

Šifra	Mjerna postaja	Tip površinske vode	Tip ZPVT/UVT	TDI _H R	Ocjena prema sustavu za prirodne tekućice*		Ocjena prema sustavu za umjetne i znatno promijenjene tekućice			
					OEK_TDI _{HR}	Ocjena ekološkog potencijala	OEK ZPVT/UVT	Ocjena ekološkog potencijala	OEK ZPVT/UVT_norm.	Ocjena ekološkog potencijala
10013	Sava, Martinska Ves	HR-R_5C	HR-K_4	2,96	0,66	Dobar i bolji	0,69	Dobar i bolji	0,50	Umjeren
10023	Sava, Topolje	HR-R_5B	HR-K_4	2,85	0,69	Dobar i bolji	0,74	Dobar i bolji	0,56	Umjeren
10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-R_5C	HR-K_4	3,17	0,59	Umjeren	0,58	Umjeren	0,39	Loš
10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-R_5C	HR-K_4	2,69	0,75	Dobar i bolji	0,83	Dobar i bolji	0,65	Dobar i bolji
10026	Sava, Slavonski Brod	HR-R_5C	HR-K_4	2,90	0,68	Dobar i bolji	0,72	Dobar i bolji	0,53	Umjeren
10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-R_5C	HR-K_4	2,99	0,65	Dobar i bolji	0,67	Dobar i bolji	0,49	Umjeren
10503	Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-R_2A	HR-K_6C	2,77	0,67	dobar i bolji	0,76	Dobar i bolji	0,69	Dobar i bolji
12309	Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	HR-R_3B	HR-K_2A	3,12	0,46	Umjeren	0,58	Dobar i bolji	0,41	Umjeren
12310	Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci - Piškorevci	HR-R_3B	HR-K_6C	2,97	0,52	Umjeren	0,66	Dobar i bolji	0,49	Umjeren
12515	Strušac, Retkovci	HR-R_4	HR-K_6C	3,16	0,44	Umjeren	0,56	Umjeren	0,39	Loš
13013	Orljava, nizvodno od pilana	HR-R_4	HR-K_3B	2,85	0,57	Umjeren	-	-	-	-
13014	Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	HR-R_2B	HR-K_1A	2,42	0,82	Dobar i bolji	0,93	Dobar i bolji	0,77	Dobar i bolji
13015	Vodno tijelo 131, Siče	HR-R_2A	HR-K_6C	3,01	0,56	Umjeren	0,64	Dobar i bolji	0,47	Umjeren
13202	Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	HR-R_2A	HR-K_2B	2,97	0,58	Umjeren	0,66	Dobar i bolji	0,49	Umjeren
13203	Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	HR-R_2A	HR-K_2B	2,99	0,57	Umjeren	0,65	Dobar i bolji	0,48	Umjeren
15107	Dovodni kanal akumulacije Pakra-Jamarica	HR-R_4	HR-K_2B	3,3	0,39	Umjeren	0,50	Umjeren	0,32	Loš
15108	Pakra, Janja Lipa	HR-R_4	HR-K_2B	2,83	0,57	Umjeren	0,73	Dobar i bolji	0,56	Umjeren
15228	Ilova, Veliki Zdrenci	HR-R_4	HR-K_2B	2,85	0,57	Umjeren	0,72	Dobar i bolji	0,55	Umjeren
15229	Ilova, ribnjaci	HR-R_4	HR-K_2A	2,9	0,55	Umjeren	0,69	Dobar i bolji	0,53	Umjeren
15348	Česma, Međurača	HR-R_4	HR-K_2A	3,07	0,48	Umjeren	0,61	Dobar i bolji	0,44	Umjeren
15362	Lateralni kanal, G. Narta	HR-R_2A	HR-K_6C	2,82	0,64	Dobar i bolji	0,73	Dobar i bolji	0,56	Umjeren

Šifra	Mjerna postaja	Tip površinske vode	Tip ZPVT/UVT	TDI _R	OEK -TDI _{HR}	Ocjena ekološkog potencijala	OEK ZPVT/UVT	Ocjena ekološkog potencijala	OEK ZPVT/UVT -norm.	Ocjena ekološkog potencijala
15370	Glogovica, prije utoka u Česmu, Donji Lipovčani	HR-R_4	HR-K_3A	3,1	0,47	Umjeren	-	-	-	-
15474	Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	HR-R_4	HR-K_6C	2,8	0,59	Umjeren	0,74	Dobar i bolji	0,58	Umjeren
16217	Spojni kanal Kupčina	HR-R_4	HR-K_2B	2,7	0,63	Dobar i bolji	0,79	Dobar i bolji	0,63	Dobar i bolji
16218	Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina	HR-R_4	HR-K_2A	2,52	0,70	Dobar i bolji	0,88	Dobar i bolji	0,72	Dobar i bolji
17015	Krapina, Stubička Slatina	HR-R_4	HR-K_3A	2,94	0,53	Umjeren	-	-	-	-
18006	Sutla, D. Brezno	HR-R_4	HR-K_1B	2,83	0,58	Umjeren	0,73	Dobar i bolji	0,56	Umjeren
21006	Baranjska Karašica, Branjin Vrh	HR-R_3B	HR-K_2B	2,99	0,51	Umjeren	0,65	Dobar i bolji	0,48	Umjeren
21015	Županijski kanal, Kapinci	HR-R_4	HR-K_2A	2,87	0,56	Umjeren	0,71	Dobar i bolji	0,54	Umjeren
21217	Baranjska Karašica, Draž	HR-R_3B	HR-K_2A	2,37	0,75	Dobar i bolji	0,95	Dobar i bolji	0,80	Dobar i bolji
21218	Kanal Karašica - Drava Ivanovo	HR-R_3B	HR-K_6C	3,18	0,44	Loš	0,55	Umjeren	0,38	Loš
21219	Stari Travnik, Branjin Vrh	HR-R_2A	HR-K_1A	3,86	0,19	Vrlo loš	0,22	Loš	0,03	Vrlo loš
21225	Bobotski kanal, Ernestinovo	HR-R_4	HR-K_6C	3,01	0,51	Umjeren	0,64	Dobar i bolji	0,47	Umjeren
21226	Strug, Gorica Valpovačka	HR-R_2B	HR-K_6C	3,52	0,34	Loš	0,38	Dobar i bolji	0,20	Loš
21227	Miškaruš, Malo Gačišće	HR-R_2A	HR-K_6C	2,58	0,75	Dobar i bolji	0,85	Dobar i bolji	0,69	Dobar i bolji
21228	Sigetec, Detkovac	HR-R_2A	HR-K_6C	3,19	0,48	Umjeren	0,55	Umjeren	0,38	Loš
21229	Krešimirovac, Rušani	HR-R_2A	HR-K_6C	2,95	0,59	Umjeren	0,67	Dobar i bolji	0,50	Umjeren
21231	Lendava, Stari Gradac	HR-R_3B	HR-K_1B	3,37	0,36	Loš	0,46	Dobar i bolji	0,28	Loš
21316	Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	HR-R_2B	HR-K_6C	3,01	0,56	Umjeren	0,64	Dobar i bolji	0,47	Umjeren
22004	Dovodni kanal HE Varaždin	HR-R_5B	HR-K_6A	2,52	0,80	Dobar i bolji	0,78	Dobar i bolji	0,51	Umjeren
22005	Odvodni kanal HE Varaždin	HR-R_5B	HR-K_6A	2,45	0,82	Dobar i bolji	0,81	Dobar i bolji	0,53	Umjeren
22006	Lateralni kanal, Slakovec	HR-R_2A	HR-K_1B	3,42	0,38	Umjeren	0,44	Umjeren	0,26	Loš
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	HR-R_3A	HR-K_6B	2,88	0,68	Dobar i bolji	0,66	Dobar i bolji	0,40	Loš
22008	Dovodni kanal HE Čakovec	HR-R_5B	HR-K_6A	2,66	0,75	Dobar i bolji	0,72	Dobar i bolji	0,45	Umjeren
22009	Odvodni kanal HE Čakovec	HR-R_5B	HR-K_6A	2,41	0,84	Dobar i bolji	0,83	Dobar i bolji	0,55	Umjeren
22010	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	HR-R_3A	HR-K_6B	2,4	0,84	Dobar i bolji	0,88	Dobar i bolji	0,60	Dobar i bolji
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-R_3A	HR-K_6B	2,09	0,94	Dobar i bolji	1,03	Dobar i bolji	0,73	Dobar i bolji
22012	Dovodni kanal HE Dubrava	HR-R_5B	HR-K_6A	2,07	0,95	Dobar i bolji	0,98	Dobar i bolji	0,69	Dobar i bolji

Šifra	Mjerna postaja	Tip površinske vode	Tip ZPVT/UVT	TDI _H _R	OEK -TDI _{HR}	Ocjena ekološkog potencijala	OEK ZPVT/UVT	Ocjena ekološkog potencijala	OEK ZPVT/UVT -norm.	Ocjena ekološkog potencijala
22013	Odvodni kanal HE Dubrava	HR-R_5B	HR-K_6A	2,16	0,92	Dobar i bolji	0,94	Dobar i bolji	0,65	Dobar i bolji
25006	Drava, Podravska Moslavina	HR-R_5C	HR-K_4	2,39	0,84	Dobar i bolji	0,98	Dobar i bolji	0,80	Dobar i bolji
25007	Drava, Gat, Petrovo selo	HR-R_5C	HR-K_4	2,31	0,87	Dobar i bolji	1,02	Dobar i bolji	0,84	Dobar i bolji
25009	Drava, Nard	HR-R_5C	HR-K_4	2,6	0,77	Dobar i bolji	0,87	Dobar i bolji	0,69	Dobar i bolji
25057	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestni Grez	HR-R_5B	HR-K_6A	1,96	0,98	Dobar i bolji	1,02	Dobar i bolji	0,73	Dobar i bolji
25058	Drava, blizu Svibovca Podravskog	HR-R_5B	HR-K_5	1,68	1,07	Dobar i bolji	1,34	Dobar i bolji	1,18	Dobar i bolji
25059	Drava, Ledine Molvanske	HR-R_5B	HR-K_5	2,48	0,81	Dobar i bolji	0,93	Dobar i bolji	0,76	Dobar i bolji
25060	Drava, Štorgač	HR-R_5B	HR-K_5	2,95	0,66	Dobar i bolji	0,69	Dobar i bolji	0,51	Umjeren
29240	Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća	HR-R_2A	HR-K_1B	2,95	0,59	Umjeren	0,93	Dobar i bolji	0,50	Umjeren
29250	Mura, prije utoka u Dravu	HR-R_5B	HR-K_4	2,66	0,76	Dobar i bolji	0,84	Dobar i bolji	0,66	Dobar i bolji
51167	Gradna, Savršćak	HR-R_4	HR-K_1B	2,6	0,66	Dobar i bolji	0,73	Dobar i bolji	0,68	Dobar i bolji
51168	Črnomerec, Srednjaci	HR-R_2A	HR-K_1B	2,47	0,80	Dobar i bolji	0,77	Dobar i bolji	0,75	Dobar i bolji

4.2.3.2. Odnosi Trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}) i Omjera ekološke kakvoće (OEK) sa osnovnim fizikalno-kemijskim pokazateljima; analizani pritisci i odziv zajednice dijatomeja

Razvijeni sustav ocjene ekološkog potencijala testiran je s obzirom na odgovor sustava na fizikalno-kemijske pokazatelje. U tu svrhu, osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji korelirani su sa izabranim indeksom, Trofičkim indeksom dijatomeja (TDI_{HR}) te ekološkim potencijalima izračunatima na osnovu tri predložena pristupa (OEK_ TDI_{HR} , OEK_ZPVT/UVT, OEK_ZPVT/UVT_norm.). Odnosi među spomenutim pokazateljima opisani su Spearmanovim koeficijentom korelacije obzirom na prirodu distribucije podataka. Kao ulazni podaci korištene su srednje godišnje vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja te medijani godišnjih vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja. Naime, srednje godišnje vrijednosti pokazatelja koristile se u interkalibracijskim procesima kao standardan oblik praćenja pokazatelja. S druge strane, u obzir je uzeta i činjenica da se prema Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 96/2019) fizikalno-kemijski pokazatelji u Republici Hrvatskoj ocjenjuju na temelju medijana godišnjih vrijednosti.

Srednje godišnje vrijednosti te medijani godišnjih vrijednosti osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja korišteni su kako bi se ispitali i provjerili odzivi izračunatih metrika svih triju testiranih pristupa na iste. Tablični prikaz rezultata odnosa indeksa i svih izračunatih OEK-a sa srednjim godišnjim vrijednostima osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja prikazan je u Tablici 4.2.3.2.-1.. Rezultati odnosa indeksa te svih izračunatih OEK-a i medijana godišnjih vrijednosti osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja prikazani su u Tablici 4.2.3.2.-2. Obzirom na navedeno, izračunate metrike pokazuju sličan odziv na srednje godišnje vrijednosti kao i na medijane godišnjih vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja. Uporedbom Tablica 4.2.3.2.-1. i 4.2.3.2.-2. može se zaključiti kako je broj pokazatelja na koje je TDI_{HR} dao statistički značajan odziv veći za srednje godišnje vrijednosti (19), u odnosu na medijane godišnjih vrijednosti pokazatelja (16), kao što je i slučaj sa svim vrijednostima OEK-a. Nadalje, od svih predloženih OEK-a, statistički najznačajniji odziv na najvažnije pokazatelje, kao što su ukupni dušik, ukupni fosfor, otopljeni silikati i otopljeni kisik, imao je OEK_ TDI_{HR} . Stoga su kao najrelevantniji odnosi u nastavku opisani samo odgovori Trofičkog indeksa dijatomeja (TDI_{HR}) i Omjera ekološke kakvoće (OEK_ TDI_{HR}) na srednje godišnje vrijednosti osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja prikazani u Tablici 4.2.3.2.-1. Najvažniji odabrani odgovori navedenih metrika (TDI_{HR} , OEK_ TDI_{HR}) na srednje godišnje vrijednosti osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja prikazani su grafički na Slikama 4.2.3.2.-1. - 4.2.3.2.-6. Prema Spearmanovom koeficijentu korelacije, Trofički indeks dijatomeja (TDI_{HR}) imao je najveći pozitivan odziv na sljedeće pokazatelje: otopljeni organski ugljik (DOC) ($r=0,504^{**}$; $p=0,000$), ukupni organski ugljik (TOC) (mgC/l) ($r=0,482^{**}$; $p=0,000$), ukupni fosfor (mgP/l) ($r=0,427^{**}$; $p=0,000$), biološka potrošnja kisika (BPK_5 , mgO₂/l) ($r=0,382^{**}$; $p=0,000$), kemijska potrošnja kisika (KPK-Mn, mgO₂/l) ($r=0,399^{**}$; $p=0,000$). Odgovor Omjera ekološke kakvoće (OEK_ TDI_{HR}) statistički je pozitivno značajan na sljedeće fizikalno-kemijske pokazatelje: otopljeni organski ugljik (DOC) ($r=0,646^{**}$; $p=0,000$), ukupni organski ugljik (TOC) (mgC/l) ($r=0,604^{**}$; $p=0,000$), ukupni fosfor (mgP/l) ($r=0,507^{**}$; $p=0,000$), BPK_5 (mgO₂/l) ($r=0,498^{**}$; $p=0,000$), KPK-Mn (mgO₂/l) ($r=0,519^{**}$; $p=0,000$). Svi prethodno navedeni odnosi statistički su značajni pri vrijednostima $p \leq 0.01$. Odnosi metrika sa organskom tvari i ukupnim fosforom jakom statističkom značajnošću podupiru odabir prvog pristupa, odnosno izračuna ekološkog potencijala prema prirodnim vodnim tijelima, kao najboljeg u praćenju eutrofikacije kao primarnog pritiska na zajednice dijatomeja u znatno promijenjenim i umjetnim vodnim tijelima. Morfološke i ekološke značajke bentoskih dijatomeja čine ih jednim od najboljih bioindikatora pritisaka poput antropogene eutrofikacije, prvenstveno u obliku organskog onečišćenja i ukupne koncentracije fosfora.

Tablica 4.2.3.2.-1. Prikaz Spearman korelacije TDI_{HR}, OEK_TDI_{HR}, OEK_ZPVT/UVT, OEK_ZPVT/UVT_norm. sa srednjim godišnjim vrijednostima fizikalno-kemijskih pokazatelja.

Spearman's rho	TDI _{HR}			OEK_TDI _{HR}			OEK_ZPVT/UVT			OEK_ZPVT/UVT_norm.		
	Korelacijski koeficijent	p-vrijednosti	N	Korelacijski koeficijent	p-vrijednosti	N	Korelacijski koeficijent	p-vrijednosti	N	Korelacijski koeficijent	p-vrijednosti	N
Alkalitet m-vrijednost (mgCaCO ₃ /l)	,314**	,000	179	-,397**	,000	179	-,353**	,000	167	-,297**	,000	167
Alkalitet p-vrijednost (mgCaCO ₃ /l)	,217	,641	7	-,217	,641	7	-,217	,641	7	-,217	,641	7
Boja (mg/l Pt/Co)	,141	,169	97	-,176	,084	97	-,165	,116	92	-,181	,084	92
Električna vodljivost pri 25°C (μS/cm)	,354**	,000	179	-,450**	,000	179	-,380**	,000	167	-,312**	,000	167
Mutnoća (mgSiO ₂ /l)	-,700	,188	5	,400	,505	5	,700	,188	5	,700	,188	5
pH vrijednost	-,259**	,000	179	,326**	,000	179	,267**	,000	167	,224**	,004	167
Suspendirane tvari ukupne (mg/l)	,166*	,027	179	-,186*	,013	179	-,159*	,040	167	-,167*	,031	167
Temperatura vode (°C)	,082	,281	177	-,056	,462	177	-,081	,302	165	-,094	,231	165
Tvrdoća ukupna (mgCaCO ₃ /l)	,250**	,001	176	-,345**	,000	176	-,280**	,000	164	-,216**	,006	164
Amonij (mgN/l)	,387**	,000	179	-,479**	,000	179	-,395**	,000	167	-,349**	,000	167
Anorganski dušik (mgN/l)	,159*	,041	166	-,170*	,028	166	-,100	,218	154	-,078	,336	154
Neionizirani amonijak (mgNH ₃ /l)	,299**	,006	83	-,470**	,000	83	-,320**	,005	75	-,286*	,013	75
Nitrati (mgN/l)	,011	,879	179	,020	,791	179	,070	,367	167	,078	,315	167
Nitriti (mgN/l)	,303**	,000	179	-,438**	,000	179	-,301**	,000	167	-,242**	,002	167
Organski dušik (mgN/l)	,130	,095	166	-,211**	,006	166	-,177*	,028	154	-,153	,057	154
Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	,338**	,000	179	-,410**	,000	179	-,334**	,000	167	-,301**	,000	167
Otopljeni organski ugljik (DOC) (mgC/l)	,504**	,000	119	-,646**	,000	119	-,539**	,000	110	-,439**	,000	110
Ukupni dušik (mgN/l)	,235**	,002	179	-,292**	,000	179	-,210**	,006	167	-,178*	,021	167
Ukupni fosfor (mgP/l)	,417**	,000	179	-,507**	,000	179	-,421**	,000	167	-,360**	,000	167
Ukupni organski ugljik (TOC) (mgC/l)	,482**	,000	175	-,604**	,000	175	-,513**	,000	163	-,435**	,000	163
Silikati otopljeni (mgSiO ₂ /l)	,252*	,027	77	-,371**	,001	77	-,289*	,013	74	-,232*	,047	74
Sulfati (mg/l)	-,111	,262	104	,156	,115	104	,161	,117	96	,135	,190	96
BPK ₅ (mgO ₂ /l)	,382**	,000	179	-,498**	,000	179	-,404**	,000	167	-,355**	,000	167
KPK-Mn (mgO ₂ /l)	,399**	,000	179	-,519**	,000	179	-,429**	,000	167	-,359**	,000	167
Otopljeni kisik (mgO ₂ /l)	-,239**	,001	179	,290**	,000	179	,260**	,001	167	,247**	,001	167
Zasićenje kisikom (%)	-,264**	,000	177	,321**	,000	177	,285**	,000	165	,266**	,001	165

** . Korelacija je značajna na razini p<0.01.

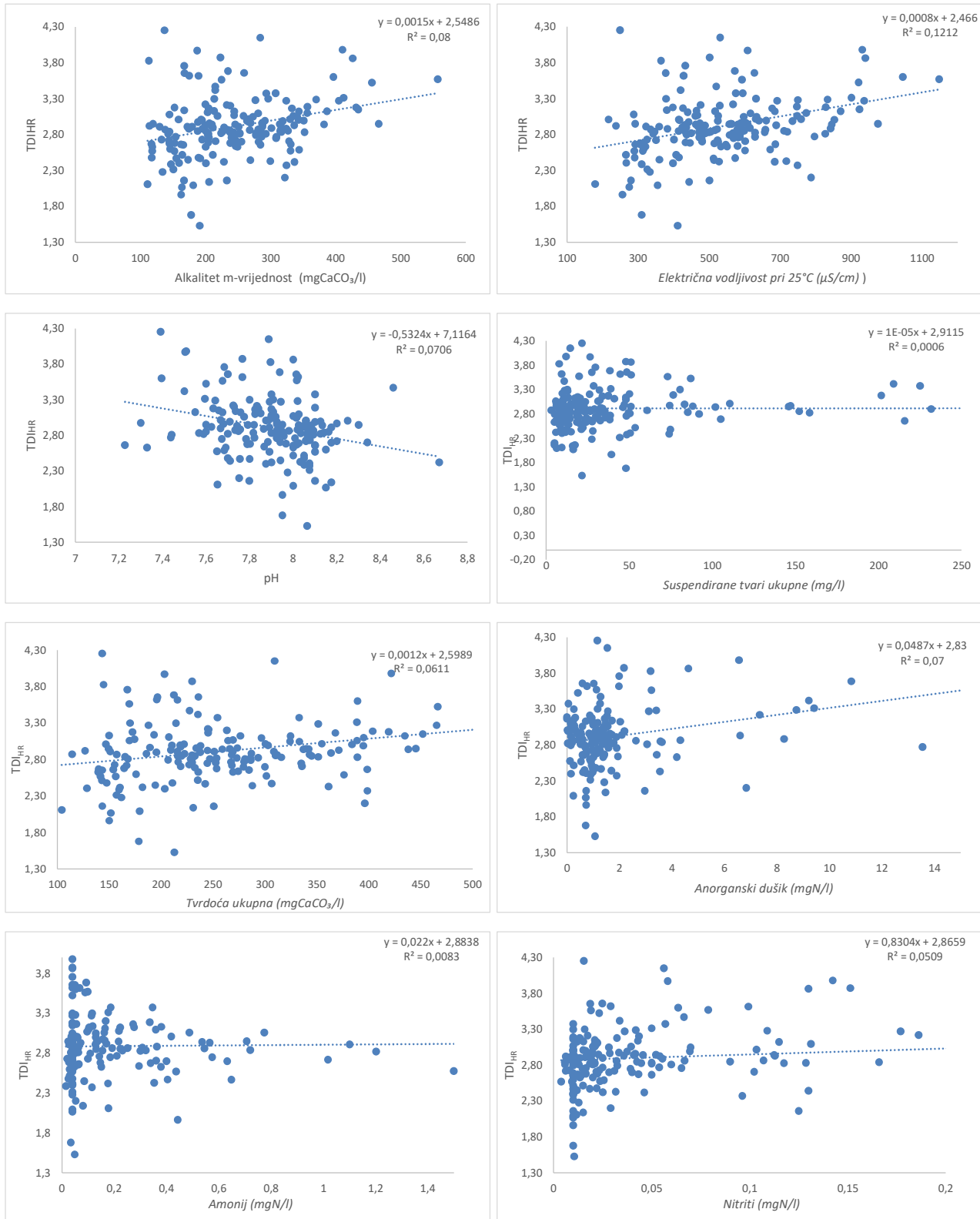
* . Korelacija je značajna na razini p<0.05.

Tablica 4.2.3.2.-2. Prikaz Spearman korelacije TDI_{HR}, OEK_TDI_{HR}, OEK_ZPVT/UVT, OEK_ZPVT/UVT_norm. sa medijanama godišnjih vrijednosti fizikalno-kemijskih pokazatelja.

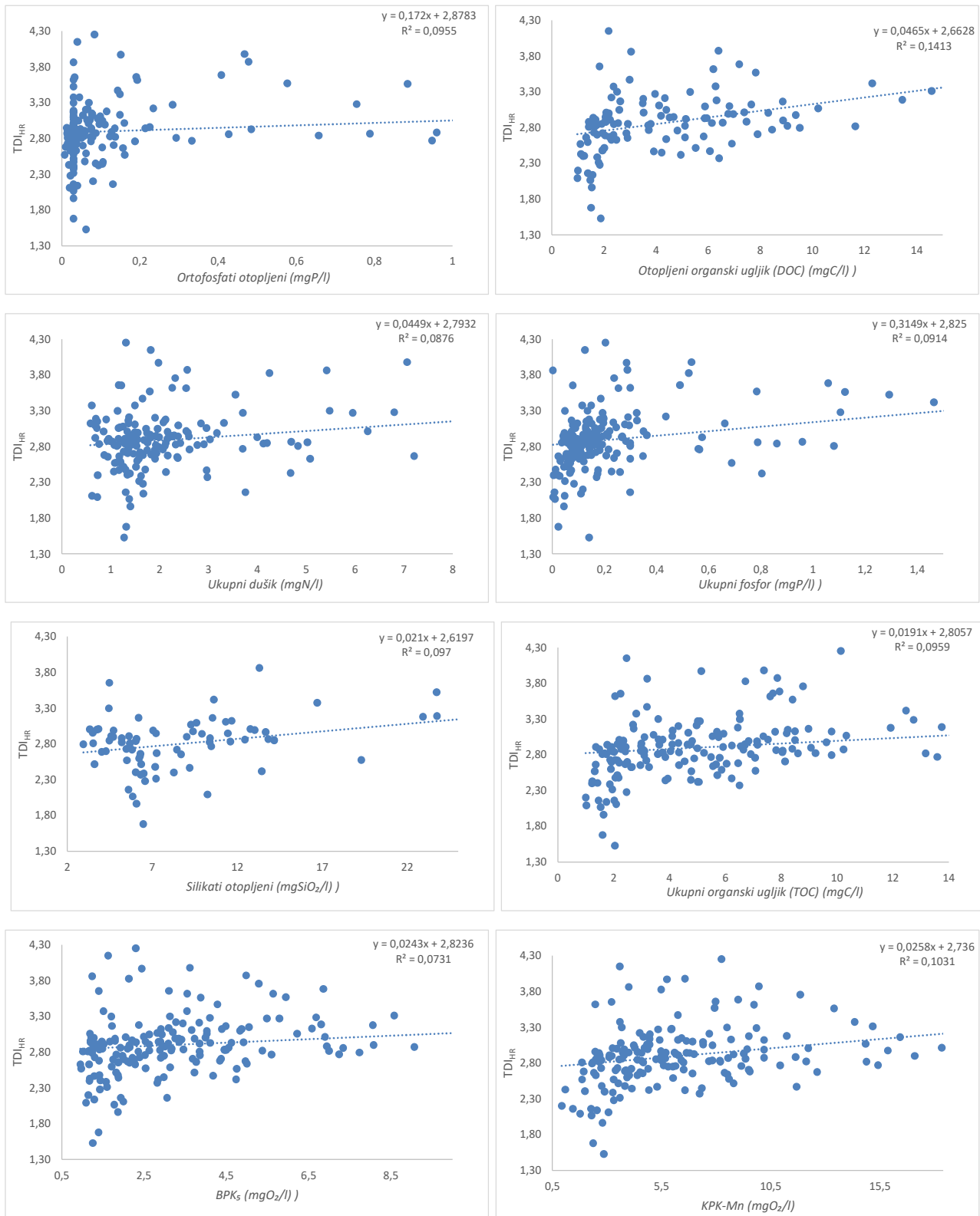
Spearman's rho	TDI _{HR}			OEK_TDI _{HR}			OEK_ZPVT/UVT			OEK_ZPVT/UVT_norm.		
	Korelacijski koeficijent	p-vrijednost	N	Korelacijski koeficijent	p-vrijednost	N	Korelacijski koeficijent	P-vrijednost	N	Korelacijski koeficijent	p-vrijednost	N
Alkalitet m-vrijednost (mgCaCO ₃ /l)	,304**	,000	179	-,395**	,000	179	-,350**	,000	167	-,291**	,000	167
Alkalitet p-vrijednost (mgCaCO ₃ /l)	,217	,641	7	-,217	,641	7	-,217	,641	7	-,217	,641	7
Boja (mg/l Pt/Co)	,103	,316	97	-,141	,168	97	-,137	,194	92	-,163	,121	92
Električna vodljivost pri 25°C (μS/cm)	,314**	,000	179	-,414**	,000	179	-,338**	,000	167	-,268**	,000	167
Mutnoća (mgSiO ₂ /l)	-,600	,285	5	,300	,624	5	,600	,285	5	,600	,285	5
pH vrijednost	-,291**	,000	179	,349**	,000	179	,290**	,000	167	,248**	,001	167
Suspendirane tvari ukupne (mg/l)	,138	,065	179	-,145	,053	179	-,126	,104	167	-,143	,066	167
Temperatura vode (°C)	,111	,141	177	-,089	,238	177	-,107	,170	165	-,122	,119	165
Tvrdoća ukupna (mgCaCO ₃ /l)	,219**	,003	178	-,310**	,000	178	-,244**	,002	166	-,183*	,018	166
Amonij (mgN/l)	,374**	,000	177	-,459**	,000	177	-,377**	,000	165	-,344**	,000	165
Anorganski dušik (mgN/l)	,086	,268	166	-,088	,259	166	-,017	,834	154	,001	,993	154
Neionizirani amonijak (mgNH ₃ /l)	,271*	,013	83	-,435**	,000	83	-,274*	,017	75	-,247*	,033	75
Nitrati (mgN/l)	-,101	,180	179	,145	,053	179	,194*	,012	167	,196*	,011	167
Nitriti (mgN/l)	,236**	,001	179	-,355**	,000	179	-,220**	,004	167	-,169*	,029	167
Organski dušik (mgN/l)	,166*	,033	166	-,248**	,001	166	-,205*	,011	154	-,187*	,020	154
Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	,314**	,000	179	-,370**	,000	179	-,310**	,000	167	-,287**	,000	167
Otopljeni organski ugljik (DOC) (mgC/l)	,455**	,000	124	-,594**	,000	124	-,488**	,000	115	-,395**	,000	115
Ukupni dušik (mgN/l)	,106	,158	178	-,139	,065	178	-,061	,432	166	-,047	,550	166
Ukupni fosfor (mgP/l)	,427**	,000	175	-,516**	,000	175	-,431**	,000	163	-,368**	,000	163
Ukupni organski ugljik (TOC) (mgC/l)	,480**	,000	175	-,603**	,000	175	-,511**	,000	163	-,435**	,000	163
Silikati otopljeni (mgSiO ₂ /l)	,201	,080	77	-,318**	,005	77	-,230*	,048	74	-,176	,134	74
Sulfati (mg/l)	-,146	,139	104	,187	,057	104	,196	,056	96	,167	,103	96
BPK ₅ (mgO ₂ /l)	,374**	,000	179	-,481**	,000	179	-,398**	,000	167	-,352**	,000	167
KPK-Mn (mgO ₂ /l)	,415**	,000	179	-,523**	,000	179	-,446**	,000	167	-,380**	,000	167
Otopljeni kisik (mgO ₂ /l)	-,266**	,000	179	,306**	,000	179	,281**	,000	167	,269**	,000	167
Zasićenje kisikom (%)	-,276**	,000	177	,340**	,000	177	,295**	,000	165	,271**	,000	165

** . Korelacija je značajna na razini p<0.01.

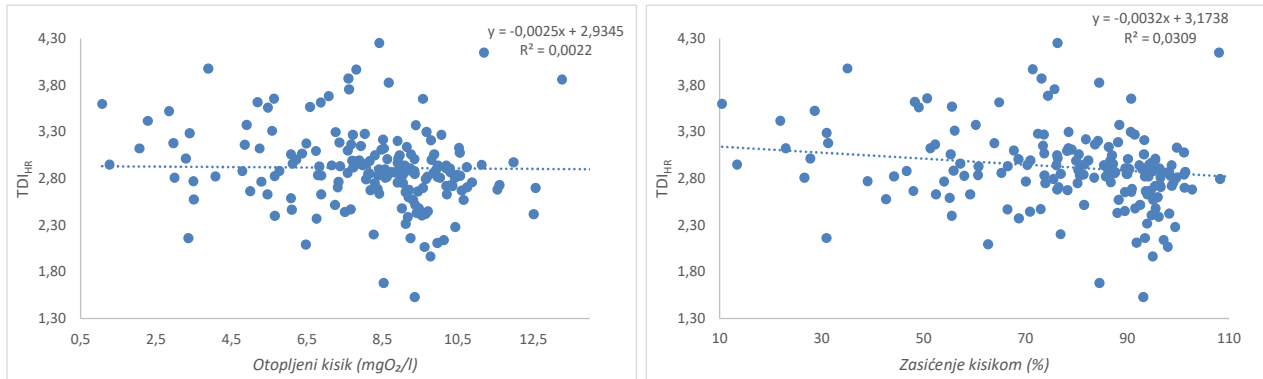
* . Korelacija je značajna na razini p<0.



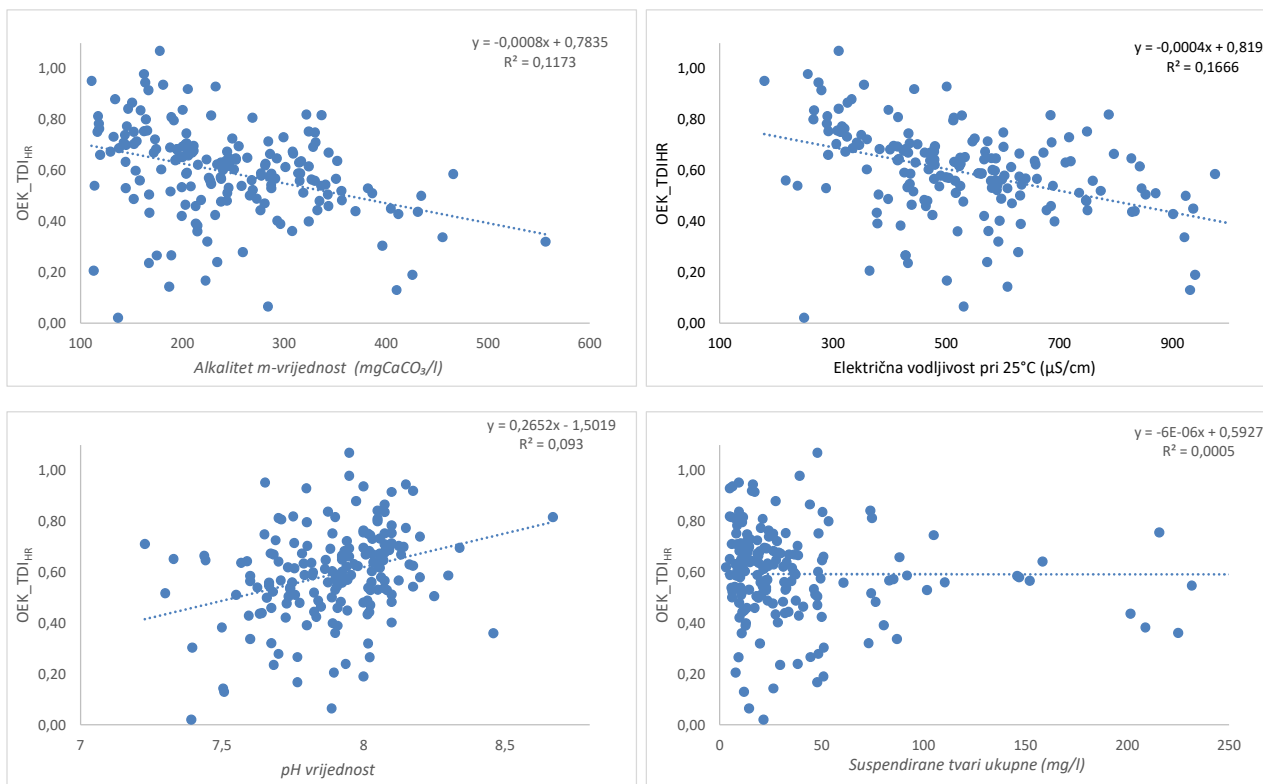
Slika 4.2.3.2.-1. Grafički prikaz linearne regresije trofičkog indeksa dijatomeja (OEK_TDI_{HR} i srednjih godišnjih vrijednosti alkaliniteta m-vrijednost (mgCaCO₃/l), električne vodljivosti (μS/cm), pH, suspendirane tvari (mg/l), ukupne tvrdoća (mgCaCO₃/l), anorganskog dušika (mgN/l), amonija (mgN/l) i nitrita (mgN/l) u umjetnim i znatno promjenjenim vodnim tijelima Panonske ekoregije u Republici Hrvatskoj.



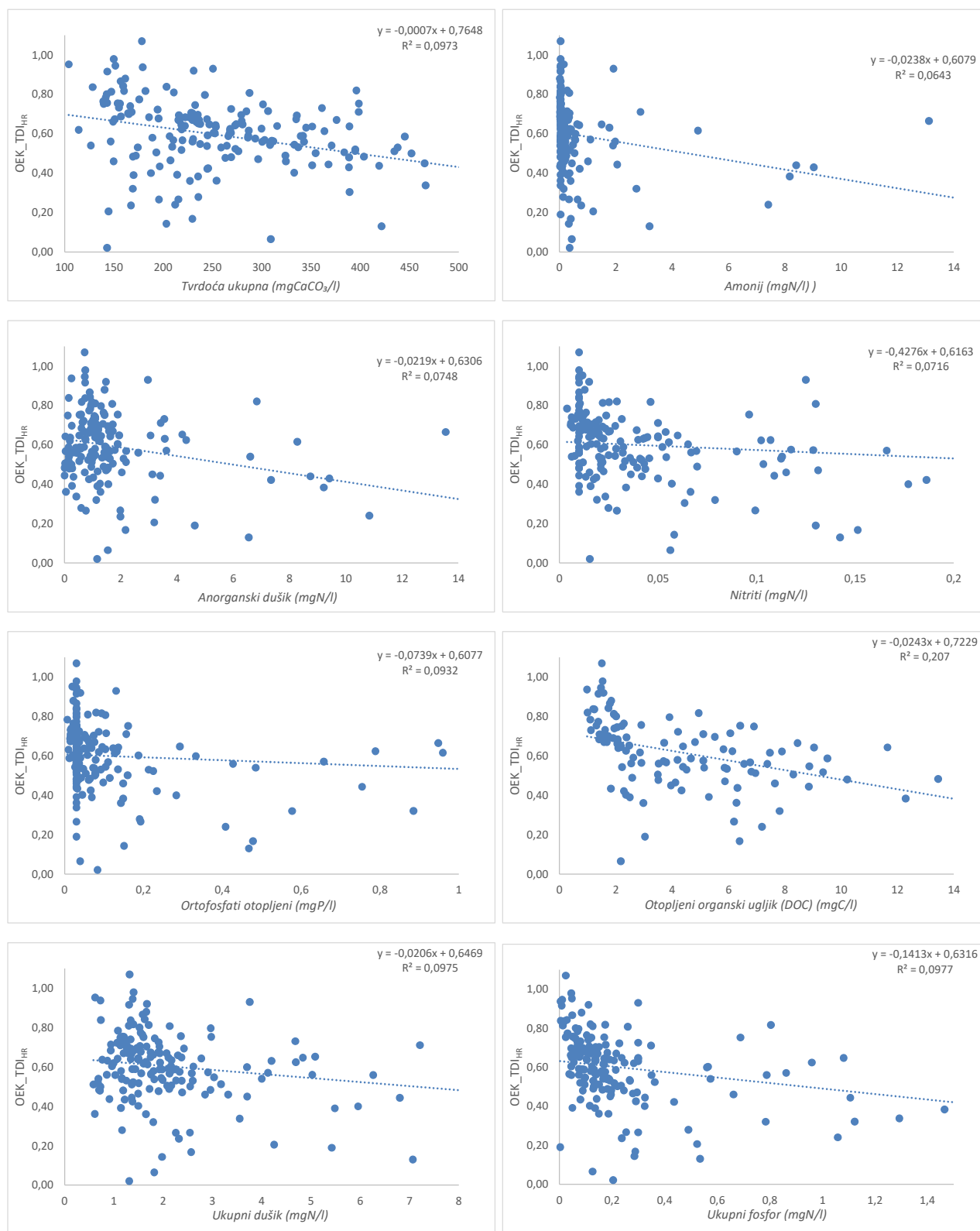
Slika 4.2.3.2.-2. Grafički prikaz linearne regresije trofičkog indeksa dijatomeja (OEK_ TDI_{HR} i srednjih godišnjih vrijednosti ortofosfata(mgP/l), otopljenog organskog ugljika (DOC) (mgC/l), ukupnog dušika (mgN/l), ukupnog fosfora (mgP/L), otopljenih silikata (mgSiO₂/l), ukupnog organskog ugljika (TOC) (mgC/l), BPK₅ (mgO₂/l), i KPK-Mn (mgO₂/l) u umjetnim i znatno promjenjenim vodnim tijelima Panonske ekoregije u Republici Hrvatskoj.



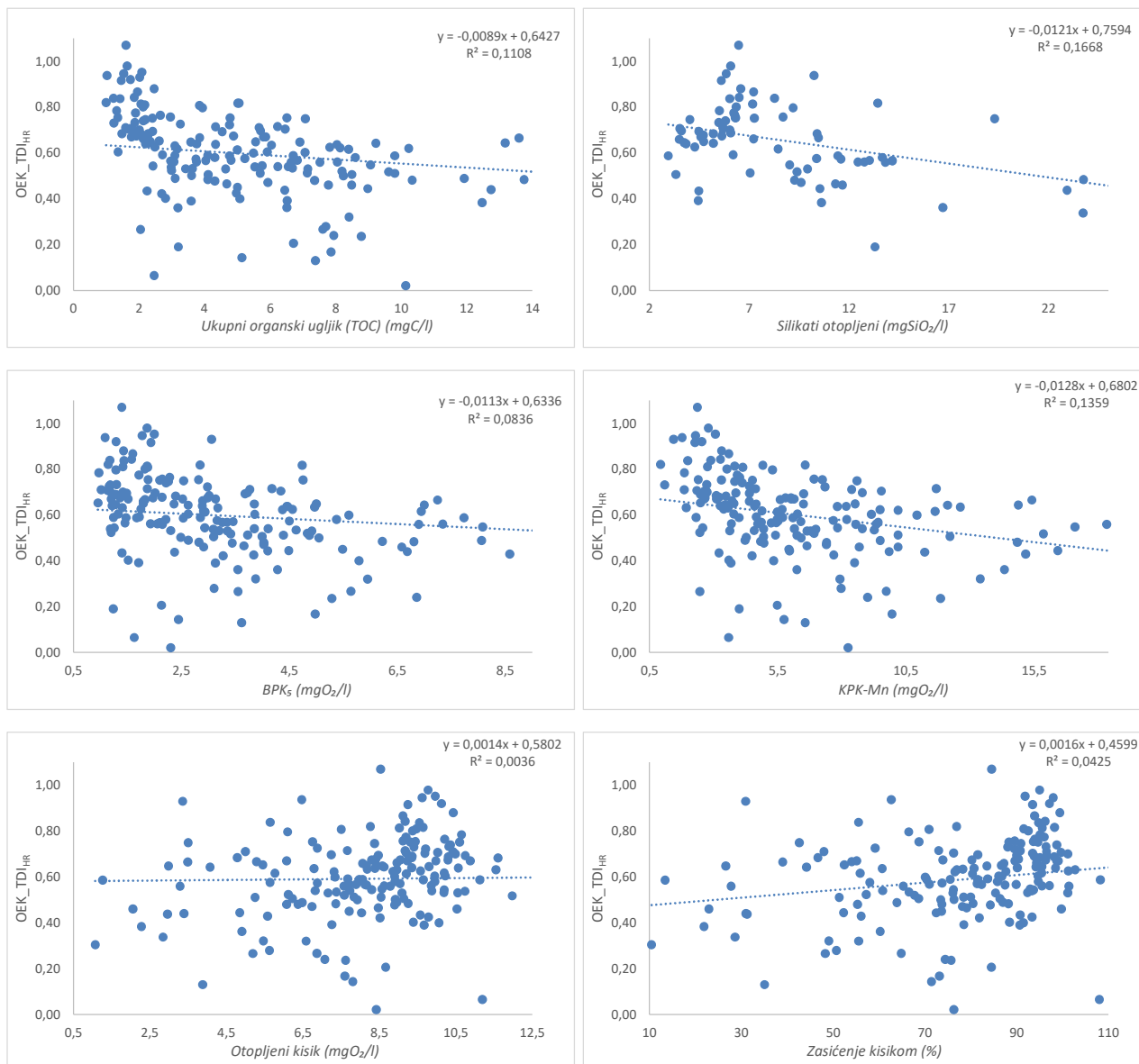
Slika 4.2.3.2.-3. Grafički prikaz linearne regresije trofičkog indeksa dijatomeja (OEK_TDI_{HR}) i srednjih godišnjih vrijednosti otopljenog kisika (mgO₂/l) te zasićenja kisikom (%) u umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima Panonske ekoregije u Republici Hrvatskoj.



Slika 4.2.3.2.-4. Grafički prikaz linearne regresije trofičkog indeksa dijatomeja (OEK_TDI_{HR}) i srednjih godišnjih vrijednosti alkaliniteta m-vrijednost (mgCaCO₃/l), električne vodljivosti (µS/cm), pH i suspendirane tvari (mg/l) u umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima Panonske ekoregije u Republici Hrvatskoj.



Slika 4.2.3.2.-5. Grafički prikaz linearne regresije trofičkog indeksa dijatomeja (OEK_TDI_{HR}) i srednjih godišnjih vrijednosti ukupne tvrdoće (mgCaCO₃/l), amonija (mgN/l), anorganskog dušika (mgN/l), nitrita (mgN/l), ortofosfata (mgP/l), otopljenog organskog ugljika (DOC) (mgC/l), ukupnog dušika (mgN/l) te ukupnog fosfora (mgP/l) u umjetnim i znatno promijenjenim tijelima Panonske ekoregije u Republici Hrvatskoj.



Slika 4.2.3.2.-6. Grafički prikaz linearne regresije trofičkog indeksa dijatomeja (OEK_TDI_{HR}) i srednjih godišnjih vrijednosti ukupnog organskog ugljika (TOC) (mgC/l), otopljenih silikata (mgSiO₂/l), BPK₅ (mgO₂/l), KPK-Mn (mgO₂/l), otopljenog kisika (mgO₂/l) te zasićenja kisikom (%) u umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima Panonske ekoregije u Republici Hrvatskoj.

4.2.3.3. Analiza strukturalne različitosti dijatomejskih zajednica na istraživanim postajama Panonske ekoregije

Na osnovi izračunatog EP prema OEK_TDI_{HR} napravljena je analiza strukture dijatomejskih zajednica na istraživanim postajama Panonske ekoregije. Sličnosti dijatomejskih zajednica u različitim kategorijama (grupama) ekološkog potencijala utvrđena je na osnovu SIMPER analize u statističkom programu Primer v7 (Gorley i Clarke, 2015.), pri čemu je korištena log transformacija podataka o relativnoj učestalosti na osnovu Bray-Curtis sličnosti (do 90% doprinosa prosječnoj sličnosti). Ista je analiza korištena i za utvrđivanje vrsta dijatomeja koje najviše doprinose (do 90% kumulativnog doprinosa) u prosječnoj različitosti i sličnosti između kategorija ekološkog potencijala (kategorije: Dobar i bolji, Umjeren, Loš i Vrlo Loš).

Dvije vrste najviše doprinose u uočenoj sličnosti, dok su ostale vrste sa značajnim doprinosom imale mali doprinos sličnosti (Tablica 4.2.3.3.-1.). Grupne sličnosti bile su relativno niske, što ukazuje na visoku varijabilnost unutar pojedinih kategorija ekološkog potencijala. *Achnantheidium minutissimum* (Kützing) Czarnecki najviše doprinosi sličnosti unutar grupe Dobar i bolji ekološki potencijal, a donekle i vrste *Achnantheidium pyrenaicum* (Hustedt) H.Kobayasi, *Encyonopsis minuta* Krammer & E.Reichardt i *Cocconeis placentula* Ehrenberg. Najveći doprinos sličnosti unutar grupe Loš ekološki potencijal daju vrste *Achnantheidium minutissimum* i *Cocconeis placentula*. Zbog jako malog broja uzoraka (postaja), sličnosti unutar ostalih dviju kategorija ekološkog potencijala (kategorija Umjeren – samo jedna postaja, kategorija Vrlo Loš – dvije postaje) nisu bile statistički obradive, stoga su opisi sličnosti unutar navedenih kategorija izrađeni na osnovu tablica s relativnim učestalostima dijatomejskih vrsta. Najviši doprinos u relativnoj učestalosti dijatomeja u postaji klasificiranoj kao Umjeren ekološki potencijal imale su vrste *Navicula rostellata* Kützing, *Eolimna subminuscula* (Manguin) Gerd Moser, Lange-Bertalot & D.Metzeltin, *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère, *Planothidium frequentissimum* (Lange-Bertalot) Round & L.Bukhtiyarova i *Navicula erifuga* Lange-Bertalot. Unutar grupe Vrlo loš ekološki potencijal, sličnostima između dvije postaje najviše doprinose vrste *Achnantheidium minutissimum* i *Cocconeis placentula*.

Tablica 4.2.3.3.-1. Simper analiza na Bray-Curtis matrici sličnosti vrsta na osnovi brojnosti (relativne učestalosti) dijatomeja. Vrste s najvećim doprinosom sličnosti unutar kategorija ekološkog potencijala su izdvojene.

Grupa Dobar i bolji			
Srednja sličnost: 25,69			
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Doprinos vrste (%)	Kumulativan doprinos (%)
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	3,15	41,15	41,15
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i>	1,33	8,40	49,55
<i>Encyonopsis minuta</i>	1,09	8,14	57,70
<i>Cocconeis placentula</i>	0,72	5,02	62,72
<i>Denticula tenuis</i>	0,84	4,51	67,23
<i>Encyonema minutum</i>	0,63	3,84	71,07
<i>Amphora pediculus</i>	0,53	2,98	74,05

Grupa Loš			
Srednja sličnost: 29,16			
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Doprinos vrste (%)	Kumulativan doprinos (%)
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4,06	63,62	63,62
<i>Cocconeis placentula</i>	2,34	28,68	92,30

Prema SIMPER analizi utvrđene su velike prosječne različitosti između kategorija ekološkog potencijala (76,45 – 100,00%, Tablica 4.2.3.3.-2). Prosječne razlike kategorija su sljedeće: kategorije Dobar i bolji te Umjeren ekološki potencijal prosječno su se razlikovale za 88%, kategorije Dobar i bolji te Loš ekološki potencijal za 76%, kategorije Dobar i bolji te Vrlo loš ekološki potencijal za 96%, a kategorije Umjeren te Loš ekološki potencijal za 87%. Tako visok postotak različitosti ukazuje na izuzetan bioindikatorski značaj i snagu dijatomejske zajednice u opisu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela, odnosno robustnost, ali i osjetljivost dijatomejskih vrsta u prikazu ekološkog raslojavanja vodnih tijela na različite kategorije ekološkog potencijala, ovisno o prevladavajućim okolišnim uvjetima.

Kategorije Dobar i bolji te Umjeren ekološki potencijal razlikovale su se prema doprinosima vrsta *Navicula rostellata*, *Eolimna subminuscula*, *Navicula erifuga* te *Ulnaria ulna* u kategoriji Umjeren ekološki potencijal, odnosno vrsta *Achnanthydium pyrenaicum*, *Encyonopsis minuta*, *Denticula tenuis* Kützing i *Encyonema minutum* (Hilse) D.G.Mann u kategoriji Dobar i bolji ekološki potencijal. Grupe Dobar i bolji i Loš ekološki potencijal razlikovale su se doprinosom vrsta *Achnanthydium pyrenaicum*, *Encyonopsis minuta*, *Denticula tenuis* i *Encyonema minutum* u grupi Dobar i bolji ekološki potencijal, te vrsta *Gomphonema* spp. Ehrenberg, *Navicula upsaliensis* (Grunow) M.Peragallo, *Navicula reichardtiana* Lange-Bertalot, *Nitzschia dealpina* Lange-Bertalot & G.Hofmann i *Surirella brebissonii* var. *kuetzingii* Krammer & Lange-Bertalot u grupi Loš ekološki potencijal. Prema usporedbi kategorija Dobar i bolji te Vrlo loš ekološki potencijal, razlikama su najviše doprinijele vrste roda *Achnanthydium* (*A. minutissimum*, *A. pyrenaicum*), zatim *Encyonopsis minuta*, *Denticula tenuis*, *Cocconeis placentula* i *Encyonema minutum* za grupu Dobar i bolji ekološki potencijal, odnosno vrste *Planothydium lanceolatum* (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot, *Navicula moenofranconica* Lange-Bertalot, *Navicula viridula* (Kützing) Ehrenberg, *Epithemia muelleri* Fricke i *Melosira* sp. C.Agardh za grupu Vrlo loš ekološki potencijal. Kategorije Umjeren i Loš ekološki potencijal razlikovale su se prema doprinosima vrsta *Navicula rostellata*, *Eolimna subminuscula*, *Planothydium frequentissimum*, *Navicula erifuga*, *Lemnicola hungarica* (Grunow) Round & Basson i *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith u kategoriji Umjeren ekološki potencijal, odnosno vrsta *Cocconeis placentula* var. *lineata* (Ehrenberg) Van Heurck, *Gomphonema* spp. Ehrenberg, vrsta roda *Navicula* (*Navicula upsaliensis*, *N. reichardtiana* Lange-Bertalot, *N. viridula*, *N. cryptotenella* Lange-Bertalot) te *Nitzschia draveillensis* Coste & Ricard u kategoriji Loš. Kategorije Umjeren i Vrlo loš ekološki potencijal razlikovale su se doprinosom vrsta *Navicula rostellata*, *Eolimna subminuscula*, *Ulnaria ulna*, *Planothydium frequentissimum*, *Navicula erifuga*, *Lemnicola hungarica* i *Cyclotella meneghiniana* Kützing u kategoriji Umjeren ekološki potencijal, te vrsta *Planothydium lanceolatum*, *Navicula moenofranconica*, *Navicula viridula*, *Epithemia muelleri*, *Melosira* sp. te *Nitzschia palea* var. *tenuirostris* Grunow u kategoriji Vrlo loš ekološki potencijal. Prema usporedbi grupa Loš i Vrlo loš ekološki potencijal, razlikama su najviše doprinijele vrste *Achnanthydium minutissimum*, *Planothydium lanceolatum*, vrste roda *Cocconeis* (*Cocconeis placentula*, *C. placentula* var. *lineata*), *Gomphonema* spp., vrste roda *Navicula* (*Navicula upsaliensis*, *N. reichardtiana*) te *Nitzschia draveillensis* za grupu Loš ekološki potencijal, odnosno *Melosira*

sp., *Gomphonema procerum* E.Reichardt & Lange-Bertalot, *Craticula accomoda* (Hustedt) D.G.Mann, *Ulnaria ulna* var. *danica* (Kützing) M.A.Harper za grupu Vrlo loš ekološki potencijal.

Tablica 4.2.3.3.-2. Simper analiza na Bray-Curtis matrici sličnosti vrsta na osnovi brojnosti (relativne učestalosti) dijatomeja s prikazom doprinosa vrsta u različitosti između kategorija ekološkog potencijala Dobar i bolji – Umjeren, Dobar i bolji – Loš, Dobar i bolji – Vrlo loš, Umjeren – Loš, Umjeren – Vrlo loš te Loš – Vrlo loš.

Grupe: Dobar i bolji – Umjeren				
Srednja različitost: = 88,11				
	Grupa Dobar i bolji	Grupa Umjeren	Vrsta	
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Brojnost (sr. vr.)	pridonosi s %	Kumulativno (%)
<i>Navicula rostellata</i>	0,02	3,05	6,57	6,57
<i>Eolimna subminuscula</i>	0,01	2,90	6,27	12,84
<i>Navicula erifuga</i>	0	2,45	5,31	18,15
<i>Ulnaria ulna</i>	0,21	2,64	5,30	23,45
<i>Planothidium frequentissimum</i>	0,11	2,47	5,12	28,57
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	3,15	1,16	4,61	33,18
<i>Lemnicola hungarica</i>	0	1,78	3,85	37,03
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	0,06	1,59	3,33	40,36
<i>Gomphonema parvulum</i>	0,10	1,43	2,89	43,25
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i>	1,33	0	2,89	46,14
<i>Nitzschia palea</i>	0,38	1,54	2,63	48,77
<i>Encyonopsis minuta</i>	1,09	0	2,36	51,13
<i>Navicula veneta</i>	0,13	1,16	2,32	53,46
<i>Melosira varians</i>	0,05	1,09	2,24	55,70
<i>Denticula tenuis</i>	0,84	0	1,86	57,56
<i>Encyonema minutum</i>	0,63	0	1,34	58,91
<i>Cocconeis placentula</i>	0,72	0,80	1,26	60,17
<i>Amphora pediculus</i>	0,53	0	1,10	61,27
<i>Cocconeis pediculus</i>	0,40	0,40	0,98	62,25
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0,44	0	0,92	63,17
<i>Brachysira neoexilis</i>	0,19	0,40	0,91	64,09
<i>Fragilaria pinnata</i>	0,43	0	0,90	64,99
<i>Encyonopsis microcephala</i>	0,14	0,40	0,87	65,86
<i>Craticula buderi</i>	0	0,40	0,87	66,72

Grupe: Dobar i bolji - Loš				
Srednja različitost: = 76,45				
	Grupa Dobar i bolji	Grupa Loš	Vrsta	
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Brojnost (sr. vr.)	pridonosi s %	Kumulativno (%)
<i>Cocconeis placentula</i>	0,72	2,34	4,99	4,99
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	1,33	0	4,08	9,08
<i>Gomphonema</i> spp.	0,17	1,36	3,66	12,73
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	3,15	4,06	3,42	16,16
<i>Encyonopsis minuta</i>	1,09	0	3,34	19,49
<i>Denticula tenuis</i>	0,84	0	2,66	22,15
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	0,11	0,62	2,30	24,45
<i>Navicula upsaliensis</i>	0,05	0,80	2,14	26,59
<i>Nitzschia draveillensis</i>	0,20	0,72	2,02	28,62
<i>Navicula reichardtiana</i>	0,05	0,72	1,93	30,54
<i>Encyonema minutum</i>	0,63	0	1,88	32,43
<i>Navicula viridula</i>	0,13	0,66	1,80	34,23
<i>Amphora pediculus</i>	0,53	0,41	1,66	35,89
<i>Diploneis separanda</i>	0,22	0,55	1,64	37,53
<i>Navicula cuspidata</i> f. <i>heribaudi</i>	0,30	0,46	1,60	39,13
<i>Navicula cryptotenella</i>	0,39	0,57	1,57	40,69
<i>Nitzschia dealpina</i>	0	0,40	1,41	42,10
<i>Nitzschia inconspicua</i>	0,02	0,40	1,40	43,51
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0,44	0	1,29	44,80
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	0,24	0,35	1,28	46,08
<i>Fragilaria pinnata</i>	0,43	0	1,26	47,34
<i>Nitzschia dissipata</i>	0,38	0,11	1,23	48,57
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	0,01	0,35	1,20	49,78
<i>Encyonopsis microcephala</i>	1,03	1,01	1,62	34,31

Grupe: Dobar i bolji – Vrlo loš				
Srednja različitost: = 96,90				
	Grupa Dobar i bolji	Grupa Vrlo loš	Vrsta	
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Brojnost (sr. vr.)	pridonosi s %	Kumulativno (%)
<i>Planothidium lanceolatum</i>	0,04	3,55	8,83	8,83
<i>Navicula moenofranconica</i>	0,07	3,43	8,47	17,30
<i>Achnantheidium minutissimum</i>	3,15	0	7,96	25,26
<i>Navicula viridula</i>	0,13	2,70	6,55	31,80
<i>Epithemia muelleri</i>	0,07	2,65	6,52	38,32
<i>Melosira</i> sp.	0,09	1,60	3,98	42,30
<i>Achnantheidium pyrenaicum</i>	1,33	0	3,35	45,65
<i>Encyonopsis minuta</i>	1,09	0	2,74	48,39
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	0,24	1,17	2,69	51,08
<i>Gomphonema procerum</i>	0,18	0,91	2,21	53,30
<i>Denticula tenuis</i>	0,84	0	2,18	55,48
<i>Cocconeis placentula</i>	0,72	0	1,74	57,22
<i>Encyonema minutum</i>	0,63	0	1,55	58,76
<i>Craticula accomoda</i>	0,01	0,56	1,39	60,15
<i>Ulnaria ulna</i> var. <i>danica</i>	0,05	0,56	1,34	61,49
<i>Amphora pediculus</i>	0,53	0	1,26	62,76
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0,44	0	1,06	63,82
<i>Fragilaria pinnata</i>	0,43	0	1,03	64,85
<i>Nitzschia dissipata</i>	0,38	0	0,96	65,82
<i>Cocconeis pediculus</i>	0,40	0	0,94	66,75
<i>Nitzschia palea</i>	0,38	0	0,90	67,65
<i>Navicula cryptotenella</i>	0,39	0	0,90	68,55
<i>Diatoma moniliformis</i>	0,36	0	0,86	69,40
<i>Nitzschia subacicularis</i>	0,17	0,22	0,79	70,19

Grupe: Umjeren – Loš				
Srednja različitost: = 87,65				
	Grupa Umjeren	Grupa Loš	Vrsta	
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Brojnost (sr. vr.)	pridonosi s %	Kumulativno (%)
<i>Navicula rostellata</i>	3,05	0	7,33	7,33
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	1,16	4,06	7,08	14,41
<i>Eolimna subminuscula</i>	2,90	0	6,97	21,38
<i>Planothydium frequentissimum</i>	2,47	0	5,93	27,31
<i>Navicula erifuga</i>	2,45	0	5,88	33,19
<i>Ulnaria ulna</i>	2,64	0,20	5,80	38,98
<i>Lemnicola hungarica</i>	1,78	0	4,27	43,25
<i>Nitzschia palea</i>	1,54	0	3,71	46,96
<i>Cocconeis placentula</i>	0,80	2,34	3,51	50,47
<i>Gomphonema parvulum</i>	1,43	0	3,44	53,91
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1,59	0,22	3,30	57,21
<i>Gomphonema spp.</i>	0	1,36	2,88	60,09
<i>Navicula veneta</i>	1,16	0	2,80	62,89
<i>Melosira varians</i>	1,09	0	2,61	65,50
<i>Navicula upsaliensis</i>	0	0,80	1,70	67,20
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	0	0,62	1,68	68,88
<i>Navicula reichardtiana</i>	0	0,72	1,53	70,41
<i>Nitzschia draveillensis</i>	0	0,72	1,53	71,94
<i>Navicula viridula</i>	0	0,66	1,40	73,33
<i>Navicula cryptotenella</i>	0	0,57	1,27	74,60
<i>Diploneis separanda</i>	0,22	0,55	1,22	75,82
<i>Nitzschia dealpina</i>	0	0,40	1,09	76,91
<i>Nitzschia inconspicua</i>	0,22	0,40	1,03	77,94
<i>Encyonopsis microcephala</i>	0,40	0,41	0,97	78,91

Grupe: Umjeren – Vrlo loš				
Srednja različitost: = 100,00				
	Grupa Umjeren	Grupa Vrlo loš	Vrsta	
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Brojnost (sr. vr.)	pridonosi s %	Kumulativno (%)
<i>Planothidium lanceolatum</i>	0	3,55	7,76	7,76
<i>Navicula moenofranconica</i>	0	3,43	7,49	15,25
<i>Navicula rostellata</i>	3,05	0	6,67	21,92
<i>Eolimna subminuscula</i>	2,90	0	6,34	28,26
<i>Navicula viridula</i>	0	2,70	5,91	34,16
<i>Epithemia muelleri</i>	0	2,65	5,79	39,96
<i>Ulnaria ulna</i>	2,64	0	5,77	45,73
<i>Planothidium frequentissimum</i>	2,47	0	5,39	51,12
<i>Navicula erifuga</i>	2,45	0	5,35	56,47
<i>Lemnicola hungarica</i>	1,78	0	3,88	60,35
<i>Melosira sp.</i>	0	1,60	3,51	63,86
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	1,59	0	3,48	67,34
<i>Nitzschia palea</i>	1,54	0	3,37	70,71
<i>Gomphonema parvulum</i>	1,43	0	3,13	73,84
<i>Nitzschia palea var. tenuirostris</i>	0	1,17	2,57	76,41
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	1,16	0	2,55	78,96
<i>Navicula veneta</i>	1,16	0	2,55	81,50
<i>Melosira varians</i>	1,09	0	2,37	83,88
<i>Gomphonema procerum</i>	0	0,91	1,99	85,87
<i>Cocconeis placentula</i>	0,80	0	1,75	87,62
<i>Craticula accomoda</i>	0	0,56	1,22	88,84
<i>Ulnaria ulna var. danica</i>	0	0,56	1,22	90,05

Grupe: Loš – Vrlo loš				
Srednja različitost: = 94,28				
	Grupa Loš	Grupa Vrlo loš	Vrsta	
Vrsta	Brojnost (sr. vr.)	Brojnost (sr. vr.)	pridonosi s %	Kumulativno (%)
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	4,06	0	12,08	12,08
<i>Planothydium lanceolatum</i>	0	3,55	10,39	22,47
<i>Navicula moenofranconica</i>	0,11	3,43	9,76	32,23
<i>Epithemia muelleri</i>	0	2,65	7,76	39,99
<i>Cocconeis placentula</i>	2,34	0	6,55	46,54
<i>Navicula viridula</i>	0,66	2,70	6,28	52,82
<i>Melosira</i> sp.	0	1,60	4,70	57,51
<i>Gomphonema</i> spp.	1,36	0	3,36	60,88
<i>Gomphonema procerum</i>	0	0,91	2,67	63,55
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	0,35	1,17	2,58	66,13
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	0,62	0	2,12	68,25
<i>Navicula upsaliensis</i>	0,80	0	1,99	70,23
<i>Navicula reichardtiana</i>	0,72	0	1,79	72,02
<i>Nitzschia draveillensis</i>	0,72	0	1,79	73,81
<i>Craticula accomoda</i>	0	0,56	1,63	75,44
<i>Ulnaria ulna</i> var. <i>danica</i>	0	0,56	1,63	77,07
<i>Navicula cryptotenella</i>	0,57	0	1,51	78,57
<i>Nitzschia inconspicua</i>	0,40	0	1,37	79,94
<i>Nitzschia dealpina</i>	0,40	0	1,37	81,31
<i>Diploneis separanda</i>	0,55	0	1,36	82,67
<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i>	0,35	0	1,17	83,84
<i>Navicula cuspidata</i> f. <i>heribaudi</i>	0,46	0	1,13	84,97
<i>Amphora pediculus</i>	0,41	0	1,00	85,97
<i>Encyonopsis microcephala</i>	0,41	0	1,00	86,97

Zaključak

Na osnovi tri predstavljenih pristupa predlažemo ocjenu ekološkog potencijala na temelju ekološkog stanja za prirodna vodna tijela (prvi pristup), čime se osigurava zaštita znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela. Pritom naglašavamo da se umjetna vodna tijela u izračunu pridružuju najbližem tipu prirodnog vodnog tijela. Smatramo da je prijedlog ocjene ekološkog potencijala koji se temelji na izračunu ekološkog stanja za prirodna vodna tijela znanstveno utemeljen, budući da pokazuje statistički značajan odgovor metrike na soli dušika i fosfora kao najbitnijih okolišnih pritisaka za biološki element kakvoće fitobentos. Uz navedeno, isti je pristup uspješno prošao službeni interkalibracijski postupak uz međunarodnu reviziju.

Literatura

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

Hrvatske vode 2016. Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

Mihaljević, Z. i sur. 2020. Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofita i makrozoobentos u europskim interkalibracijskih tipovima rijeka Panonske ekoregije; analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće. Elaborat, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

Mustafić, P., Mrakovčić, M., Plenković-Moraj, A., Mihaljević, Z., Kerovec, M., Alegro, A., Zanella, D., Marčić, Z., Čaleta, M., Gligora Udovič, M., Žutinić, P., Kulaš, A., Horvatić, S. 2018. Biološka ispitivanja nadzemnih voda na HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava u 2017. godini. Elaborat, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

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. pp 248.

Uredba o standardu kakvoće voda 2019. Narodne novine. Službeni list Republike Hrvatske, NN 96/2019.

WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 report – River/EC GIG/Phytobenthos 2012. European Commission Directorate General. JRC. Institute of Environment and Sustainability. pp 23.

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

4.3. Biološki element: Makrofita

4.3.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji

4.3.1.1. 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 minimalno 50 m koji se po potrebi produžuje dok se ne zaustavi prirast novih vrsta. Odsječak mora bez vidljivih vanjskih poremećaja (npr. mostovi i druge gradnje, utoci 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 tekućice.

Duljina odsječaka 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 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 državne 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, vodootporni flomaster, uljni marker otporan na etilni alkohol,
- polarizacijske naočale,
- fotoaparatus obavezno s GPS-om i poželjno s polarizacijkom lećom,
- 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 glicerol u 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),
- 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 potencijala prikazan je u Prilogu 2.

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. 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 4.3.1.1.-1.).

Vrste makrofita koje je teže determinirati (mahovine, žabnjaci (*Ranunculus* spp.), uskolisni mriješnjaci (*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.

Procjena pokrovnosti na terenu

Za procjenu pokrovnosti vodenih makrofita koristi se peterostupanjska skala po Kohler-u (Tablica 4.3.1.1.-1.).

Tablica 4.3.1.1.-1. 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%

4.3.1.2. 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
- mehaničkim 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.

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 tekućica i stajaćica.

Pehrana 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 voodopornim 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 potencijala, 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!

4.3.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala

Ocjena ekološkog potencijala 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 dobar ekološki potencijal tekućica, 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 zajednicama s maksimalnim ekološkim potencijalom te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju. Dakle, referentni indeks definira vrste za tip specifična referentna stanja i vrste koje indiciraju poremećaje, odnosno nespecifična stanja za određeni tip umjetnih i znatno promijenjenih tekućica. Vrste koje se uzimaju u obzir pripadaju parožinama i ostalim makroalgama, mahovinama i vaskularnim biljkama.

Prije računanja referentnog indeksa, brojnosti odn. abundancije prema Kohlerovoj skali (A) valja pretvoriti u količine (Q) prema formuli:

$$Q = A^3$$

Referentni indeks (RI) se zatim računa 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 zatim se korigira za:

-50 ukoliko u zajednici Sp ima manje od tri submerzna ili flotantna ukorijenjena makrofita koji nisu pokazatelji poremećaja,

-50 ukoliko u svim zajednicama (osim u slučaju zajednica u tipu 6C) dominira vegetacija trščaka, odnosno ukoliko je čitavo korito obraslo vrstama kao što su trska, rogozi, visoki šaševi, ježinici i slične vrste uobičajene u močvarnoj vegetaciji.

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

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

4.3.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U ZNATNO PROMIJENJENIM I UMJETNIM VODNIM TIJELIMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA MAKROFITIMA

Na temelju dosadašnjih iskustava u ocjeni ekološkog stanja tekućica i ekološkog potencijala stajaćica, usporedbe s drugim sustavima ocjenjivanja iz Istočnokontinentalnog i Mediteranskog geografskog područja i provedenog post-interkalibracijskog postupka usklađenja, predlažemo da se i za potrebe ocjene ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica također koristi referentni indeks (RI) s jednakim sustavom referentnih zajednica koje su opisane i za prirodne tekućice (Alegro 2020a, b) (PRILOG 2).

Makrofitske zajednice

Referentni uvjeti, odnosno uvjeti s maksimalnim ekološkim potencijalom definirani su unutar svakog tipa umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske regije (vidi poglavlje 4-1 – Makrozoobentos, Prijedlog sustava ocjene ekološkog potencijala u umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima Panonske ekoregije), te su analizirane zajednice na postajama s maksimalnim ekološkim potencijalom. Podaci o makrofitskim zajednicama na postajama s maksimalnim ekološkim potencijalom nalaze se u tablicama 4.3.3.1.-1. - 4.3.3.1.-3. Iz tih je tablica vidljivo da vrijednosti OEK na referentnim postajama uglavnom iznose 0. Drugim riječima, tako odabrane referentne postaje ne odgovaraju dobrom stanju makrofitskih zajednica. To je također specifičnost prirodnih tekućica čitavog Istočnokontinentalnog geografskog područja, kojem pripada i Panonska ekoregija Hrvatske, te su u svim zemljama koje mu pripadaju kako sustavi za ocjenu ekološkog stanja tako i usklađenja granica provedeni korištenjem specifičnih postupaka (Birk i sur. 2011a, b, 2016; Alegro 2019b).

Međutim, bez obzira na to moguće je odrediti koji tip makrofitske vegetacije se nalazi na pojedinoj postaji ili bi se trebao nalaziti s obzirom na veličinu tekućice i njezinu morfologiju (Tablica 4.3.3.1.-4.). Te zajednice su iste kao u prirodnim vodotocima, no načelno jednostavnije strukture s manje vrsta i morfoloških tipova u odnosu na iste zajednice u koje nalazimo u prirodnim vodotocima, ako nisu izložene značajnim pritiscima. Također je vidljivo da iako u pojedinom tipu tekućice postoji prevalencija određene zajednice, ne postoji potpuna podudarnost između pojedinog tipa tekućice i makrofitske zajednice. Dva su osnovna razloga tomu. Jedan je što prilikom izrade tipologije makrofitska vegetacija nije uzimana u obzir, a drugi i važniji je mozaičan raspored makrofitske vegetacije. Naime, često se na relativno kratkom odsječku vodotoka zbog izmjene mikrohabitata (npr. slapovi s brzicama, područja s položenom obalom, područja sa strmijom obalom i dubljom vodom), javljaju različite zajednice. Spajanje tih zajednica u jedan vegetacijski tip dovodi do dva suprotna efekta. S jedne strane kriteriji za odabir indikatorskih vrsta mogu se postaviti strogo, što bi dovelo i do strožih ocjena ekoloških potencijala, a s druge strane suviše poopćeni pristup može dovesti i do široko definiranih indikatorskih vrsta koje bi pak dovele do blažih, odnosno uprosječenih ocjena ekološkog potencijala. Stoga smatramo da je za optimalno ocjenjivanje ekološkog potencijala potrebno zadržati sustav makrofitskih zajednica koje su definirane prije svega morfološkim tipovima makrofita koji

su pak posljedica prilagodbe na životne uvjete u specifičnim hidrološkim prilikama vodotoka. Zato ne postoji potpuna podudarnost između pojedinih tipova umjetnih i znatno promijenjenih tekućica i makrofitskih zajednica, ali postoji prevalencija određene zajednice u određenom tipu tekućice što je navedeno u tekstu koji slijedi.

4.3.3.1. Referentne zajednice makrofita u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije

- Zajednica u kojoj dominiraju morfološki tipovi nimfeide i valisneride, odnosno zajednica u kojoj rastu makrofiti plutajućih listova i submerzni makrofiti različitih morfoloških tipova (Sp – *Nuphar-Sparganium* tip) najčešća je zajednica u umjetnim i znatno promijenjenim vodotocima. Neke od vrsta čestih u toj zajednici su: *Nuphar lutea*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nymphaea alba*, *Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia* i druge. Moguća je i pojava vrsta oligotrofnih i slabo eutrofnih voda: *Callitriche hamulata*, *Characeae*, *Lemna trisulca*, *P. gramineus*, *Riccia fluitans*, *Utricularia* spp., *Hippuris vulgaris* i druge. To je zajednica koja se redovito javlja u grupama 1, 2, 3 i 6C. U posljednjem tipu zbog smanjenih protoka može doći do zamočvarenja ove zajednice.

U dobrom i boljem potencijalu ovo je vrlo bujna zajednica s velikim brojem vrsta koje pripadaju različitim morfološkim oblicima. Na dobri i bolji potencijal upućuje pojavljivanje vrsta kao što su *Chara* spp. *Callitriche brutia* ssp. *hamulata*, *Hippuris vulgaris*, *Lemna trisulca*, *Nitellopsis obtusa*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *Utricularia* spp., *Riccia fluitans*.

U umjerenom stanju raznolikost zajednice se smanjuje kako s obzirom na broj vrsta, tako i s obzirom na broj morfoloških oblika. Osobito se smanjuje broj i abundancija prethodno nabrojanih vrsta koje indiciraju dobar i bolji potencijal. Nadalje, javljaju se pokazatelji poremećaja (*Ceratophyllum demersum*, uskolisne vrste roda *Potamogeton*, veći udio helofita, nitrofilnih i invazivnih vrsta), ali oni ne smiju potisnuti karakteristične vrste zajednice, niti zajednica smije imati manje od tri submerzne ili ukorijenjene flotantne vrste koje nisu pokazatelji poremećaja.

- Zajednica u kojoj dominiraju herbidi i drugi morfološki oblici vaskularnih biljaka (miriofilidi i magnopotamidi prije svega) (BN – *Berula-Nasturtium* tip) javlja se rijetko unutar tipa 1 i 2B. Ta zajednica javlja se unutar ekološkog raspona rasprostranjenosti prethodne zajednice, ali na mjestima gdje je voda plića, te ne dozvoljava dominaciju submerznih i plutajućih vrsta. U ovoj zajednici dominiraju zeljaste vrste izronjenih listova. 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.

U dobrom i boljem potencijalu u ovoj zajednici dominiraju karakteristične vrste. To je prije svega *Berula erecta* kojoj se pridružuju *Mentha aquatica*, vodene vrste roda *Veronica*, *Juncus acuticulatus* i druge navedene vrste uključujući mahovine i submerzne parožine i druge submerzne vrste ukoliko postoji dublja voda (npr. vrste roda *Potamogeton* i *Myriophyllum spicatum*).

U umjerenom potencijalu smanjuje se raznolikost zajednice, tako da ju može graditi monodominantna sastojina jedne od navedenih herbidnih vrsta sa svega sporadičnim pojavljivanjem drugih vrsta. Mogu se pojaviti i neke nitrofilnije vrste kao što su rogozi ili visoki šaševi, no njihova pokrovnost je mala. Nadalje, s malim udjelom se mogu javiti i neke ruderalne ili invazivne vrste, pojava submerznih pokazatelja poremećaja (npr. *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*) bi trebala izostati ili se oni mogu javiti tek s pojedinačnim jedinkama.

- Zajednica u kojoj dominiraju širokolisne vrste mrijesnjacka (Po – *Potamogeton* tip) druga je po učestalosti, te je rasprostranjena ili bi trebala biti rasprostranjena u tipovima 4 i 5, te dijelom u tipu 6A. Ova zajednica razlikuje se od *Nuphar-Sparganium* zajednice po tome što u njoj uglavnom dominiraju submerzni makrofiti, osobito širokolisni mrijesnjacki (*Potamogeton. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. gramineus*) dok su vrste s plutajućim listovima također ograničene na vrste roda *Potamogeton*, dok se ostale javljaju sporadično i s malim abundancijama. Ovo je prije svega zajednica vrlo velikih rijeka gdje bi trebala naseljavati priobalne dijelove s mirnijom vodom, rukavce i slična staništa. Zbog regulacije takvih rijeka, izgradnje obaloutvrda, nasipa i općenito umjetnog ustrmljavanja obala, ova zajednica na većini postaja nije razvijena ili je prisutna samo u vrlo fragmentiranom obliku.

U dobrom i boljem potencijalu u ovoj zajednici dominiraju širokolisni mrijesnjacki kako je to prethodno opisano, s time da to može biti i monodominantna sastojina samo jedne vrste širokolisnog mrijesnjacka kojoj se mogu pridružiti vrste kao što su *Ranunculus trichophyllus*, *Myriophyllum spicatum* *M. verticillatum*, *Chara* spp. Pokazatelji poremećaja izostaju ili su sporadični.

U umjerenom stanju ova zajednica može biti znatno prorijeđena, odnosno građena od malobrojnih jedinki širokolisnih mrijesnjacka kojima se pridružuju prethodno navedene vrste, također s manjim abundancijama. Pokazatelji poremećaja su malobrojni.

- Zajednica u kojoj dominira miriofilidni morfološki tip (My – *Myriophyllum* tip) prisutna je samo unutar tipa 6A. Tu zajednicu čine vrste nitasto razdijeljenih listova, prije svega *Myriophyllum spicatum* s kojim može doći i *Ranunculus trichophyllus*, a moguće su i druge vrste vodenih žabnjaka (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*), te širokolisne vrste mrijesnjacka (*P. lucens*, *P. perfoliatus*). Ova zajednica prilagođena je brzom protoku vode, odnosu naglim fluktuacijama protoka.

U dobrom i boljem potencijalu u ovoj zajednici dominiraju vrste miriofilidnog morfloškog tipa, tj. vrste nitasto razdijeljenih listova prilagođenih na brzi protok vode. To su redovito prethodno navedene vrste. Nadalje, mogu se javljati i pokazatelji dobrog stanja kao što su parožine (*Characeae*), *Hippuris vulgaris*, vodene mahovine i neke druge vrste.

U umjerenom stanju raznolikost zajednice se smanjuje, tako da može preostati samo vrsta *Myriophyllum spicatum*. Mogu se javljati i pokazatelji poremećaja, osobito vrsta *Ceratophyllum demersum*, ali negova abundancija ne smije premašiti abundanciju vrsta karakterističnih za zajednicu.

Sumarno, prema tipovima umjetnih i znatno promijenjenih tekućica raspodjela mahrofitskih zajednica je sljedeća:

- tipovi HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B, HR-K_3A, HR-K_3B – redovno se javlja *Nuphar-Sparganium* (Sp) zajednica
- tipovi HR-K_1A, HR-K_1B i HR-K_2B – rijetko se javlja *Berula-Nasturtium* (BN) zajednica
- tipovi HR-K_4 i HR-K_5 – očekivana zajednica je *Potamogeton* (Po) zajednica u većini slučajeva
- tip HR-K_6A – ponekad je moguć razvoj *Myriophyllum* (My) zajednice ili *Potamogeton* (Po) zajednice
- tip HR-K_6B – redovno se javlja *Berula-Nasturtium* (BN) zajednica
- tip HR-K_6C - redovno se javlja *Nuphar-Sparganium* (Sp) zajednica

Tablica 4.3.3.1.-1. Postaje tipova HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B, HR-K_3A, HR-K_3B, HR-K_4 i HR-K_5 iz projekta „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije“ koje zadovoljavaju kriterije za referentne postaje s nestandardiziranim OEK vrijednostima na temelju makrofita.

Šifra	Tip ZPVT/UVT	Naziv	Referentna zajednica	OEK
25059	HR-K_5	Drava, Ledine Molvanske	Po	0
25060	HR-K_5	Drava, Štorgač	Po	0
25006	HR-K_4	Drava, Podravska Moslavina	Po	0
25007	HR-K_4	Drava, Gat, Petrovo selo	Po	0
25009	HR-K_4	Drava, Nard	Po	0
29250	HR-K_4	Mura, prije utoka u Dravu	Po	0
25058	HR-K_5	Drava, blizu Svibovca Podravskeg	Po	0
10024	HR-K_4	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	Po	0
10026	HR-K_4	Sava, Slavonski Brod	Po	0

Tablica 4.3.3.1.-2. Dodatne postaje tipova HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_2A, HR-K_2B, HR-K_3A, HR-K_3B, HR-K_4 i HR-K_5 koje zadovoljavaju kriterije za referentne postaje s nestandardiziranim OEK vrijednostima na temelju makrofita.

Šifra	Tip ZPVT/UVT	Naziv	Referentna zajednica	OEK
16233	HR-K_1A	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta	nm	0
10011	HR-K_4	Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec	Po	0
10100	HR-K_4	Sava, Račinovci	Po	0
13012	HR-K_3B	Orljava, ušće		
16584	HR-K_1A	Ribnjak, prije utoka u Dobru	BN	0.8
29111	HR-K_4	Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc	Po	0
29160	HR-K_5	Drava, Ormož	Po	0.27
29210	HR-K_4	Mura, Goričan	Po	0
29120	HR-K_5	Drava, Terezino Polje-Barč	Po	0
29130	HR-K_5	Drava, Botovo-Ortilos	Po	0
10006	HR-K_4	Sava, uzvodno od Slavanskog Broda	Po	0.24
10010	HR-K_4	Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une	Po	0
29220	HR-K_4	PMF 2006, Mura, Mursko Središće	Po	0
17606	HR-K_1B	Presecno, Draškovic	BN	0.28
15226	HR-K_2B	Ilova, Maslenjača	Sp	0.15
25056	HR-K_5	Drava, Novo Virje	Po	0
29141	HR-K_5	Drava, Legrad	My	0
10007	HR-K_4	Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš	Po	0.71
10019	HR-K_5	Sava, Rugvica	Po	0.2
21081	HR-K_1B	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin	BN	0.1

Tablica 4.3.3.1.-3. Postaje tipova HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C iz „originalnog“ projekta koje zadovoljavaju kriterije za referentne postaje s nestandardiziranim OEK vrijednostima na temelju makrofita.

Šifra	Tip ZPVT/UVT	Naziv	Referentna zajednica	OEK
22012	HR-K_6A	Dovodni kanal HE Dubrava	Po	0
22009	HR-K_6A	Odvodni kanal HE Čakovec	Po	0.66
22013	HR-K_6A	Odvodni kanal HE Dubrava	nm	0
22004	HR-K_6A	Dovodni kanal HE Varaždin	Po	0.25
25057	HR-K_6A	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestrni Grez	nm	0
22005	HR-K_6A	Odvodni kanal HE Varaždin	My	0.95
22008	HR-K_6A	Dovodni kanal HE Čakovec	nm	0
22010	HR-K_6B	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok		0.86
22011	HR-K_6B	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	BN	0.66
22007	HR-K_6B	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	BN	0.72
15362	HR-K_6C	Lateralni kanal, G. Narta	Sp	0.38
21229	HR-K_6C	Krešimirovac, Rušani	Sp	0.43

Tablica 4.3.3.1.-4. Postaje iz projekta „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije“, raspodijeljene po grupama za ocjenu ekološkog potencijala i s pridruženim makrofitskim zajednicama (BN – *Berula-Nasturtium* tip, Sp – *Nuphar-Sparganium* tip, My – *Myriophyllum* tip, Po – *Potamogeton* tip, nm – nema makrofita).

Grupa	Tip	Šifra	Vodno tijelo	Makrofitska zajednica
1	A	13014	Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	Sp
		21219	Stari Travnik, Branjin Vrh	BN
	B	18006	Sutla, D. Brezno	Sp
		21231	Lendava, Stari Gradac	Sp
		22006	Lateralni kanal, Slakovec	Sp
		29240	Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća	Sp
		51167	Gradna, Savršćak	BN
		51168	Črnomerec, Srednjaci	BN
2	A	12309	Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	Sp
		15229	Ilova, ribnjaci	Sp
		15348	Česma, Međurača	Sp
		16218	Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina-Šišljavić	Sp
		21015	Županijski kanal, Kapinci	Sp
		21217	Baranjska Karašica, Draž	Sp
		B	13202	Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača
	13203		Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	BN
	15107		Dovodni kanal akumulacije Pakra, Jamarica	Sp
	15108		Pakra, Janja Lipa	Sp
		15228	Ilova, Veliki Zdenci	Sp

Grupa	Tip	Šifra	Vodno tijelo	Makrofitska zajednica
		16217	Spojni kanal Kupčina	Sp
		21006	Baranjska Karašica, Branjin Vrh	Sp
3	A	15370	Glogovnica, prije utoka u Česmu, D. Lipovčani	Sp
		17015	Krapina, Stubička Slatina	Sp
	B	13013	Orljava, nizvodno od pilana	
4		10013	Sava, Martinska Ves	Po
		10023	Sava, Topolje	Po
		10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	Po
		10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	Po
		10026	Sava, Slavonski Brod	Po
		10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	Po
		25006	Drava, Podravska Moslavina	Po
		25007	Drava, Gat, Petrovo selo	Po
		25009	Drava, Nard	Po
		29250	Mura, prije utoka u Dravu	Po
5		25058	Drava, blizu Svibovca Podravskog	Po
		25059	Drava, Ledine Molvanske	Po
		25060	Drava, Štorgač	Po
6	A	22004	Dovodni kanal HE Varaždin	Po
		22005	Odvodni kanal HE Varaždin	My
		22008	Dovodni kanal HE Čakovec	nm
		22009	Odvodni kanal HE Čakovec	Po
		22012	Dovodni kanal HE Dubrava	Po
		22013	Odvodni kanal HE Dubrava	nm
		25057	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestrni Grez	nm
6	B	22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	BN
		22010	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	BN
		22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	BN
	C	10503	Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	Sp
		12310	Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci - Piškorevci	Sp
		12515	Strušac, Retkovci	Sp
		13015	Vodno tijelo 131, Siče	Sp
		15362	Lateralni kanal, G. Narta	Sp
		15474	Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	Sp
		21218	Kanal Karašica-Drava, Ivanovo	Sp
		21225	Bobotski kanal, Ernestinovo	Sp
		21226	Strug, Gorica Valpovačka	Sp
		21227	Miškaruš, Malo Gačišće	Sp
		21228	Sigetec, Detkovic	Sp
		21229	Krešimirovac, Rušani	Sp
21316	Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	Sp		

4.3.3.2. Utvrđivanje granice klasa

Ekološki potencijal raspodijeljen je u četiri klase: dobar i bolji, umjeren, loš i vrlo loš (Tablica 4.3.3.2.-1.).

Kako je vidljivo iz tablica 4.3.3.1.-1. – 4.3.3.1.-3., velika većina postaja koje su odabrane kao one koje zadovoljavaju kriterije fizikalno-kemijskih parametara i hidromorfoloških ocjena za referentne postaje nemaju razvijenu makrofitsku vegetaciju ili je ona oskudna. Nepostojanje referentnih i odgovarajućih alternativnih referentnih postaja za makrofitsku vegetaciju u prirodnim tekućicama uočeno je na razini čitavog Istočnokontinentalnog GIG-a (Birk i sur. 2011a, b; 2016) kojem u cijelosti pripada i Panonska ekoregija Hrvatske, tako da su i za postupke usklađenja (interkalibracije) korišteni posebni postupci.

Zbog nepostojanja referentnih i njima odgovarajućih postaja granice klasa određene su na specifičan, relativan način s time da je izračun obavljen na široj bazi podataka koja je obuhvatila i odgovarajuće tipove prirodnih tekućica (ukupno 189 postaja).

Granica dobrog i boljeg te umjerenog ekološkog potencijala određena je kao 90% vrijednosti medijana vrijednosti OEK viših od 0.5. Pritom je uzeto u obzir da na postajama nije bilo znatnog udjela pokazatelja poremećaja i da fizikalno-kemijski parametri također ukazuju na loše stanje. Vrijednost OEK od 0.5 izabrana je kao teoretska granica pri kojoj dominiraju vrste širih ekoloških amplituda, a abundancije pokazatelja dobrog stanja i pokazatelja poremećaja su izjednačene. Tako npr. izračunati medijan za zajednicu Sp iznosi 0.508, pa je 90% njegove vrijednosti 0.45. Ta vrijednost je postavljena kao granična između dobrog i boljeg te umjerenog ekološkog potencijala.

Granica između umjerenog i lošeg ekološkog potencijala je točka u kojoj indikatori poremećaja počinju dominirati nad ostalim skupinama i ona odgovara aritmetičkoj sredini granica između G/M i P/B. Kako loše stanje (B) označava gubitak makrofita, odnosno OEK = 0, tada granica M/P teoretski odgovara vrijednosti od 0.25. Ukoliko se granica G/M umanjuje za 0.2 dobivaju se slične vrijednosti koje se u ovisnosti o zajednici kreću u rasponu od 0.2 do 0.25.

Granica između lošeg i vrlo lošeg ekološkog potencijala znači potpuni gubitak makrofita zbog nekog od pritisaka, tj. u tom stanju OEK = 0.

Na ovaj način mogle su se izračunati granice klasa za zajednice Sp, Po i My. Međutim, zajednica BN ima niske vrijednosti OEK i građena je u znatno osiromašenom obliku, tako da su za nju preuzete granice na temelju izračuna za Dinaridsku ekoregiju gdje je i središte rasprostranjenosti te zajednice u Hrvatskoj, odnosno gdje je prisutna u znatno prirodnijem stanju.

Kako svaka od zajednica ima vlastite granice klasa, one su naknadno usklađene linearnim transformacijama tako da budu jedinstvene za sve zajednice (Tablica 4.3.3.2.-2.).

Tablica 4.3.3.2.-1. OEK vrijednosti za pojedine klase ekološkog potencijala za makrofitske zajednice umjetnih i znatno promijenjenih tekućica.

Ekološki potencijal		BN	Sp	Po	My	usklađene granice
dobar i bolji	4	>0.36	>0.45	>0.40	>0.40	>0.6
umjeren (M)	3	0.16-0.36	0.25-0.45	0.2-0.4	0.2-0.4	0.4-0.6
loš (P)	2	0-0.16	0-0.25	0-0.2	0-0.2	0.2-0.4
vrlo loš (B)	1	-	-	-	-	0-0.2

Tablica 4.3.3.2.-2. Makrofitske zajednice s izvornim granicama klasa ekološkog potencijala i transformacijskim jednadžbama za usklađenje tih granica.

Ekološki potencijal	Zajednica	Raspon OEK	Usklađeni raspon OEK	Transformacijske jednadžbe
Dobar i bolji	BN	>0.36	>0.6	$0.6+0.4*(OEK-0.36)/0.64$
	Sp	>0.45	>0.6	$0.6+0.4*(OEK-0.45)/0.55$
	My, Po	>0.40	>0.6	$0.6+0.4*(OEK-0.40)/0.60$
Umjeren	BN	0.16-0.36	0.4-0.6	$0.4+0.2*(OEK-0.16)/0.20$
	Sp	0.25-0.45	0.4-0.6	$0.4+0.2*(OEK-0.25)/0.20$
	My, Po	0.20-0.40	0.4-0.6	$0.4+0.2*(OEK-0.20)/0.20$
Loš	BN	0-0.16	0.2-0.4	$0.2+0.2*(OEK)/0.16$
	Sp	0-0.25	0.2-0.4	$0.2+0.2*(OEK)/0.25$
	My, Po	0-0.20	0.2-0.4	$0.2+0.2*(OEK)/0.20$
Vrlo loš	BN	-	<0.2	-
	Sp	-	<0.2	-
	My, Po	-	<0.2	-

4.3.3.3. Analizirani pritisci I odaziv zajednice makrofita

Pritisci koje detektira metoda ocjene ekološkog potencijala na temelju makrofita su eutrofikacija i opća degradacija. Na temelju rezultata analiza korelacije (Tablice 4.3.3.3.-1. i 4.3.3.3.-2.) može se zaključiti da metoda odgovora na mjerene okolišne pritiske. U usporedbi s prirodnim tekućicama (Alegro 2020a, b) te korelacije su slabije što je objašnjivo time što su u znatno promijenjenim i umjetnim tekućicama gradijenti kraći, odn. veća je učestalost nižih vrijednosti OEK, što je i očekivano s obzirom da na takvim staništima ne možemo očekivati punu raznolikost makrofitskih zajednica. Bez obzira na to uočljive su značajne negativne korelacije s dušikovim spojevima (amonijem, nitritima i ukupnim dušikom) i spojevima fosfora (ortofosfatima i ukupnim fosforom). To su ujedno i glavni spojevi koje dovode do eutrofikacije i zatim posredno do degradacije makrofitskih zajednica.

Nadalje, uočljive su korelacije s hidromorfološkim ocjenama, te negativne s udjelima površina pod ekstenzivnom i intenzivnom poljoprivredom i urbaniziranim površinama. Te korelacije su niske, ali značajne, također zbog kraćih gradijenata, odn. veće učestalosti niskih vrijednosti OEK, a s druge strane i stoga što je dobar dio promatranih vodnih tijela okružen poljoprivrednim površinama, pa je i taj gradijent kraći.

Tablica 4.3.3.3.-1. Korelacijski koeficijenti između OEK vrijednosti na temelju makrofita i fizikalno-kemijskih parametara vode.

	OEK	
	Pearsonov koeficijent korelacije	Značajnost
log_t	-.092	.136
log_pH	.080	.169
log_električna vodljivost	-.162*	.026
log_ukupne suspendirane tvari	-.146*	.040
log_alkalitet	-.076	.184
log_tvrdoća	-.074	.191
log_O ₂ _otopljeni	.029	.368
log_O ₂ _zasićenost	.062	.233
log_NH ₄ ⁺	-.187*	.012
log_NO ₂ ⁻	-.249**	.001
log_NO ₃ ⁻	-.064	.221
log_N_ukupni	-.207**	.006
log_PO ₄ ³⁻	-.197*	.009
log_P_ukupni	-.250**	.001

** . Korelacija je značajna na razini 0.01.

* . Korelacija je značajna na razini 0.05.

Tablica 4.3.3.3.-2. Korelacijski koeficijenti između OEK vrijednosti na temelju makrofita, različitih mjera opće degradacije i zemljišnog pokrova (, hidrologija – hidrološka degradacija, uzdužna – uzdužna povezanost, morfologija – opća morfologija; POE – % ekstenzivna poljoprivreda, POI – % intenzivna poljoprivreda, PRI – % prirodna i poluprirodna područja, URB – % urbanizirana područja).

	OEK	
	Spearmanov koeficijent korelacije	Značajnost
Hidrologija	-.322**	.006
Uzdužna	-.018	.446
Morfologija	-.289**	.012
log_POE_T	-.228**	.040
log_POI_T	-.262*	.022
log_PRI_T	-.250*	.027
log_URB_T	-.257*	.024

** . Korelacija je značajna na razini 0.01.

* . Korelacija je značajna na razini 0.05.

4.3.3.4. Ocjena ekološkog potencijala prema makrofitima za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije

U Tablicama 4.3.3.4.-1. i 4.3.3.4.-2. navedene su ocjene ekološkog potencijala prema prethodno opisanoj metodologiji. Dio postaja koje nije ocijenjen. Radi se o postajama koje pripadaju grupama 4 i 5, odnosno na vrlo velikim rijekama Savi i Dravi i jedna postaja na Muri. U tim rijekama je makrofitska vegetacija vrlo oskudna, čine ju malobrojne sporadične jedinke, a često se na dugačkim odsječcima rijeke makrofiti uopće ne mogu naći. Obale su strme, naglo se ruše u dubinu, tako da nema raspoloživih staništa za makrofite. U takvim rijekama makrofitska vegetacija vezana je uz rukavce, mrtvice i sporije meandrirajuće dijelove rijeke kakvih više nema. Stoga smatramo da u ovakvim uvjetima makrofiti nisu dobar element za ocjenu kako ekološkog stanja, tako i ekološkog potencijala. Nadalje, dovodni i odvodni kanali hidrocentrala betoniranih korita također su izuzeti iz ocjene potencijala jer takva podloga ne dozvoljava naseljavanje makrofita. Moguće je da je u takvim kanalima pronađena određena makrofitska vegetacija, ali ona odražava trenutno, ne stalno stanje zbog cikličnih čišćenja u kojima se takva vegetacija uklanja. Na tim postajama upitno je korištenje makrofita kao elementa za ocjenu ekološkog potencijala.

Tablica 4.3.3.4.-1. Postaje iz projekta „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – III. Dio: Tekućice Panonske ekoregije“ s ocjenama ekološkog potencijala prema makrofitima. U zgradu su stavljene ocjene dovodnih i odvodnih kanala hidroelektrana na kojima je u trenutku uzorkovanja bila razvijena određena vegetacija, ali smatramo da je ona epizodna s obzirom na mjere održavanja tih kanala, te predlažemo da se makrofiti izuzmu kao element ocjene ekološkog potencijala.

Grupa	Tip	Šifra	Vodna tijela	OEK	Ekološki potencijal
1	A	13014	Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	0.40	umjeren
		21219	Stari Travnik, Branjin Vrh	0.48	umjeren
	B	18006	Sutla, D. Brezno	0.00	vrlo loš
		21231	Lendava, Stari Gradac	0.40	umjeren
		22006	Lateralni kanal, Slakovec	0.40	umjeren
		29240	Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća	0.40	umjeren
		51167	Gradna, Savrščak	0.57	umjeren
		51168	Črnomerec, Srednjaci	0.54	umjeren
2	A	12309	Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	0.46	umjeren
		15229	Ilova, ribnjaci	0.41	umjeren
		15348	Česma, Međurača	0.63	dobar i bolji
2	A	16218	Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina-Šišljavić	0.76	dobar i bolji
		21015	Županijski kanal, Kapinci	0.61	dobar i bolji
		21217	Baranjska Karašica, Draž	0.55	umjeren
	B	13202	Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	0.49	umjeren
		13203	Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	0.00	vrlo loš
		15107	Dovodni kanal akumulacije Pakra, Jamarica	0.43	umjeren
		15108	Pakra, Janja Lipa	0.65	dobar i bolji
		15228	Ilova, Veliki Zdenci	0.51	umjeren
		16217	Spojni kanal Kupčina	0.54	umjeren
21006	Baranjska Karašica, Branjin Vrh	0.40	umjeren		

Grupa	Tip	Šifra	Vodna tijela	OEK	Ekološki potencijal
3	A	15370	Glogovnica, prije utoka u Česmu, D. Lipovčani	0.35	loš
		17015	Krapina, Stubička Slatina	0.40	umjeren
	B	13013	Orljava, nizvodno od pilana	0.00	vrlo loš
4		10013	Sava, Martinska Ves	-	-
		10023	Sava, Topolje	-	-
		10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	-	-
		10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	-	-
		10026	Sava, Slavonski Brod	-	-
		10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	-	-
		25006	Drava, Podravska Moslavina	-	-
		25007	Drava, Gat, Petrovo selo	-	-
		25009	Drava, Nard	-	-
		29250	Mura, prije utoka u Dravu	-	-
5		25058	Drava, blizu Svibovca Podravskog	-	-
		25059	Drava, Ledine Molvanske	-	-
		25060	Drava, Štorgač	-	-
6	A	22004	Dovodni kanal HE Varaždin	(0.45)	(umjeren)
		22005	Odvodni kanal HE Varaždin	(0.97)	(dobar i bolji)
		22008	Dovodni kanal HE Čakovec		-
		22009	Odvodni kanal HE Čakovec	(0.77)	(dobar i bolji)
		22012	Dovodni kanal HE Dubrava	-	-
		22013	Odvodni kanal HE Dubrava	-	-
		25057	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestri Grez	-	-
	B	22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	0.80	dobar i bolji
		22010	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	0.91	dobar i bolji
		22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	0.79	dobar i bolji
	C	10503	Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	0.36	loš
		12310	Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci - Piškorevci	0.64	dobar i bolji
		12515	Strušac, Retkovci	0.33	loš
		13015	Vodno tijelo 131, Siče	0.40	umjeren
		15362	Lateralni kanal, G. Narta	0.53	umjeren
		15474	Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	0.47	loš
		21218	Kanal Karašica-Drava, Ivanovo	0.40	umjeren
		21225	Bobotski kanal, Ernestinovo	0.46	umjeren
		21226	Strug, Gorica Valpovačka	0.40	umjeren
		21227	Miškaruš, Malo Gačišće	0.28	loš
		21228	Sigetec, Detkovic	0.52	umjeren
		21229	Krešimirovac, Rušani	0.24	loš
21316	Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	0.45	umjeren		

Tablica 4.3.3.4.-2. Dodatne postaje i ocjene ekološkog potencijala prema makrofitima.

Grupa	Tip	Šifra	Vodna tijela	OEK	Ekološki potencijal
1	A	10442	Trnava, Visoka Greda	0,00	vrlo loš
		10443	Starca, D. Bogicevci	-	-
		15450	Gracenica, Donja Gracenica	0,51	umjeren
		15451	Križ, Novoselec	0,00	vrlo loš
		15597	Salnik, na cesti Rakovec - Samoborec	0,39	loš
		16109	Blatnica, Blatnica	0,64	dobar i bolji
		16233	Perna, most nizvodno od vodocrpilišta	-	-
		17305	Velika, uzvodno od Poznanovca	0,42	umjeren
		17504	Bistrica, Podgrade Bistricko	0,68	dobar i bolji
		17705	Žitomirka, Špoljari	0,39	loš
		21025	Kanal Karašica, Popovac	0,22	loš
		21033	Slatinska Cadavica, Cadavica	0,59	umjeren
		21049	Bistrec-Rakovnica I, most na cesti Hemuševac – Goričan	0,83	dobar i bolji
		21112	Cuklin, Novo Selo Podravsko	0,62	dobar i bolji
		21115	Kanal C, Kelemen	0,44	umjeren
		21123	Mozdanski jarak (kanal Bistra), M. Hlebine	0,51	umjeren
		21126	Segovina, Đelekovec	0,70	dobar i bolji
		21224	Slatinska Cadavica, Slatina	0,52	umjeren
		51157	potok Kašina	0,69	dobar i bolji
		51160	potok Vranic	0,50	umjeren
	B	13504	Vucjak	-	-
		15360	Bjelovacka, cesta Veliko i Malo Korenovo	0,41	umjeren
		15361	Severinska, Severin	0,61	dobar i bolji
		15388	Vrtlin, nizv. od Križevaca	0,39	loš
		15486	Oreščak, na cesti Sveti Ivan Zelina - Hrastje	0,52	umjeren
		16106	Skopljak, Gradec Pokupski	0,54	umjeren
		16228	Reka, Domagović	0,61	dobar i bolji
		17011	Lucelnica, Hruševac Kupljenski - most	0,51	umjeren
		17012	Luka, Luka	0,39	loš
		17606	Presecno, Draškovic	0,52	umjeren
		17704	Pinja, Selnica	-	-
		21022	Čarna (G.D.K. za C.S. Zlatna Greda), Čarna - Zlatna Greda	0,64	dobar i bolji
		21036	Našička rijeka, Ribnjak - uzvodno od ustave	0,32	loš
		21042	Lateralni kanal, most na cesti Čakovec - Mihovljan	0,52	umjeren
		21062	Čarna, nakon crpne stanice Podunavlje-Čarna	0,36	loš
		21081	Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin	0,33	loš
		21099	Brzava, Delovi	0,53	umjeren
		21205	Iskrica, Šaptinovci	0,39	loš
		21209	Našička rijeka, Jelisavac	0,33	loš
		21222	Lendava, Rogovac	0,40	umjeren
		21314	Vucica, most na cesti Staro Petrovo Polje - Zokov Gaj	0,53	umjeren
		51129	potok Starca, Stupnik	0,39	loš
51132	potok Rakovica, Strmec	0,55	umjeren		
51139	potok Medpotoki, prije utoka u Savu	0,45	umjeren		
51140	potok Vrapčak, nakon utoka Črnomerca	0,49	umjeren		

Grupa	Tip	Šifra	Vodna tijela	OEK	Ekološki potencijal
2	A	15221	Ilova, Veliko Vukovje	0,32	loš
		15353	Česma, Narta	0,64	dobar i bolji
		15355	Česma, Pavlovac	0,40	umjeren
		15590	Zelina, Laktec	0,32	loš
		15591	Zelina, Božjakovina	0,00	vrlo loš
		16100	Sunja, Strmen	0,58	umjeren
		17004	Krapina, Bedekovčina	0,34	loš
		18001	Sutla, Harmica	0,71	dobar i bolji
		21000	Baranjska Karašica, Batina	0,39	loš
		21020	Vucica, Marjancaci	0,47	umjeren
		21041	Trnava III, most na cesti Čakovec-GP Goričan	0,67	dobar i bolji
		21050	Bistrec-Rakovnica II, most na putu polj.dobra D.Dubrava-Kotoriba	0,64	dobar i bolji
		21077	Rogstrug, Podravske Sesvete	0,64	dobar i bolji
		21315	Vucica, Benicanci	0,40	umjeren
		51172	potok Crnec V, uz autocestu	0,44	loš
	B	10502	Rešetarica, Vrbje	0,34	loš
		10700	Obodni kanal Jelas polje, istočni, Slavonski Brod	0,38	loš
		13200	Londža, most u Pleternici	0,61	umjeren
		15109	Pakra, Jagma	0,24	loš
		15223	Ilova, most na cesti Tomašica - Sokolovac	0,43	umjeren
		15226	Ilova, Maslenjača	0,32	loš
		15232	Toplica, Sokolovac	0,33	loš
		15488	Sloboština, Okucani	0,49	umjeren
		15496	Subocka, N. Grabovac	0,61	dobar i bolji
		16224	Kupčina, Lazina	0,43	umjeren
		21012	Karašica, Črnkovi	0,57	umjeren
		21078	Lendava, most u Brestiću	0,44	umjeren
		21079	Bistra Koprivnička, most kod Molvi	0,73	dobar i bolji
21085	Bednja, Mali Bukovec	0,32	loš		
3	A	15220	Ilova, nizvodno od utoka Kutinice	-	-
		15351	Česma, Obedišće	0,53	umjeren
		15352	Česma, Čazma	0,58	umjeren
		15354	Česma, Siščani	0,38	loš
		15371	Glogovnica, prije utoka u Česmu	0,43	umjeren
		17001	Krapina, Zaprešić	0,39	loš
		17008	Krapina, Kupljenovo	0,53	umjeren
		21007	Vucica, Petrijevcu	0,44	umjeren
		B	13001	Orljava, ispod autoceste	0,32
	13012		Orljava, ušće	0,58	umjeren
	15483		O.K. Lonja - Strug (Trebež), ustava Trebež	0,39	loš

Grupa	Tip	Šifra	Vodna tijela	OEK	Ekološki potencijal
4		10001	Sava, nizvodno od Županje	-	-
		10003	Sava, nizvodno od utoka Bosne	-	-
		10004	Sava, uzvodno od utoka Bosne	-	-
		10005	Sava, nizvodno od Slavenskog Broda	-	-
		10006	Sava, uzvodno od Slavenskog Broda	-	-
		10007	Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš	-	-
		10008	Sava, uzvodno od utoka Vrbasa, Davor	-	-
		10010	Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une	-	-
		10011	Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec	-	-
		10012	Sava, Galdovo	-	-
		10100	Sava, Račinovci	-	-
		25005	Drava, Belišće	-	-
		25055	Drava, prije utoka u Dunav	-	-
		29111	Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc	-	-
		29210	Mura, Goričan	-	-
29220	PMF 2006, Mura, Mursko Središće	-	-		
5		10015	Sava, Petruševac	-	-
		10016	Sava, Jankomir	-	-
		10019	Sava, Rugvica	-	-
		25056	Drava, Novo Virje	-	-
		29120	Drava, Terezino Polje-Barč	-	-
		29130	Drava, Botovo-Ortilos	-	-
		29141	Drava, Legrad	-	-
		29160	Drava, Ormož	-	-
6	B	21048	Otvoreni kolektor Prelog, prije isp.u dren.kanal ak. HE Dubrava	-	-
		21113	Desni drenažni jarak HE Čakovec, Štefanec	0,30	loš
	C	10441	Mackovac - Lufinja, Dolina	0,00	vrlo loš
		12304	Zap. lateralni kanal Biđ polja, Poljanci prije utoka u Savu	0,64	dobar i bolji
		13008	Lateralni kanal Adžamovka, Orljava - Lužani	0,59	umjeren
		15592	Spojni kanal Zelina-Lonja-Glogovnica-Česma, crp.st. Poljanski Lu	0,61	dobar i bolji
		15594	Lateralni kanal Deanovac, cesta Ivanić Grad - Crna Humka	0,40	umjeren
		16241	Spojni kanal (vt749), Jastrebarsko-Domagović	0,39	loš
		17305	Crni fok, Čepinska obilaznica	0,50	umjeren
		21023	Glavni dovodni kanal Tikveš, Tikveš	0,52	umjeren
		21026	Županijski kanal, Vaška	0,55	umjeren
		21037	Sifonski kanal, Podunavlje	0,39	loš
		21038	Bistra, jugozapadno od Darde	0,60	dobar i bolji
		21045	Murščak, most na cesti Domašinec - St. Straža	0,40	umjeren
		21206	Kanal Halasica, prije utoka u Barbara kanal	0,65	dobar i bolji
		21208	Kanal VI., Zornice	0,54	umjeren
		21214	Poganovečko - Kravički kanal, Josipovac	0,56	umjeren
21223	Županijski kanal, Budrovac Lukački	0,39	loš		

Zaključak

Predložena metoda za ocjenu ekološkog potencijala sukladna je metodi za ocjenu ekološkog stanja. Temelji se na uzorkovanju makrofita sa svih staništa koja se nalaze u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama. Referentni indeks definira vrste za tip specifična referentna stanja i vrste koje indiciraju poremećaje, odnosno nespecifična stanja za određeni tip umjetnih i znatno promijenjenih i tekućica. 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 u načelu su niže u odnosu na granice za prirodne tekućice.

Uzevši u obzir postaje iz ovog projektnog zadatka, vrlo loš ekološki potencijal ocijenjen je na tri postaje na kojima nije bilo nikakve makrofitske vegetacije iako je ona s obzirom na tip staništa očekivana.

Loš ekološki potencijal ocijenjen je na 18 postaja. Tu se radi o postajama na kojima postoje bar neke vrste makrofita, a redovno se radi o vrlo siromašnim zajednicama, zamočvarenim koritima i sličnim prilikama kakve se ne bi trebale očekivati u tekućici.

Umjeren ekološki potencijal ocijenjen je na 14 postaja. Na tim postajama postoje elementi zajednica koje se javljaju u referentnim stanjima ili donekle organizirana zajednica koju čine druge vrste, a da korito pri tome nije zamočvareno.

Dobar i bolji ekološki potencijal ocijenjen je na osam postaja za koje se manje-više jasno može ustanoviti makrofitska zajednica koja bi bila prisutna i u referentnom stanju, iako najčešće nije razvijena u punom obliku.

Za čak 17 postaja nije bilo moguće ocijeniti ekološki potencijal na temelju makrofita. Tu se mahom radi o vrlo velikim rijekama (Savi, Dravi i Muri), te od dovodnim i odvodnim kanalima hidroelektrana koji imaju betonirana korita te stoga ni ne postoje uvjeti za razvoj trajne makrofitske vegetacije. U tri takva kanala (Dovodni kanal HE Varaždin; Dovodni kanal HE Čakovec i Odvodni kanal Čakovec) u trenutku uzorkovanja pronađena je oskudna makrofitska vegetacija, no kako je korito betonirano, a propisi o njihovom održavanju zahtijevaju redovno čišćenje, razvoj stabilnih makrofitskih zajednica nije moguć, te predlažemo da se makrofite kao biološki element isključi prilikom ocjene ekološkog potencijala.

Literatura

Alegro, A. 2019a. Report on fitting Croatian classification method for rivers using macrophytes to the results of the completed intercalibration of the Med GIG (R-M1 and R-M2) 3.0. Hrvatske vode, Zagreb.

Alegro, A. 2019b. Report on fitting the Croatian classification method for macrophytes in rivers to the results of the completed intercalibration of the Eastern-Continental GIG (R-E2 and R-E3) 3.0. Hrvatske vode, Zagreb.

Hrvatske vode 2016. Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

Birk, S., Pall, K., Gecheva, A., Lukács, B., Balazi, P., Urbanič, G. 2011a. Eastern Continental River GIG – Macrophytes Intercalibration Exercise – WFD Intercalibration Phases 2 – Milestone 6 report.- 2011 Intercalibration Technical Report, 23pp.

Birk, S., Willby, N. 2011b. CBrivGIG Intercalibration Exercise "Macrophytes" – WFD Intercalibration Phase 2: Milestone 6 Report.- Joint Research Institute, Ispra (IT), 41 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 1 – August 2016. EC-technical report, 219pp.

4.4. Biološki element: Ribe

4.4.1. UMJETNE STAJAĆICE PANONSKE EKOREGIJE

4.4.1.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji

UZORKOVANJE

Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje je potrebno provoditi u toplijem dijelu godine, u razdoblja od travnja do studenog, što je razdoblje kada su ribe aktivne u stajaćim vodama. Salmonidne vrste moguće je uzorkovati i tijekom hladnog dijela godine, ali je potrebno izbjegavati razdoblje mrijesta.

Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Uzorkuje se na način da se osigura prikupljanje reprezentativnog uzorka za određenu ihtiocenozu. Broj mreža koje je potrebno postaviti ovisi o površini umjetne stajaćice (Tablica 4.4.1.1.-1.), a raspoređuju se jednoliko na svim dubinama.

Tablica 4.4.1.1.-1. Najmanji broj bentičkih mreža „Nordijskog“ tipa kojeg je potrebno koristiti u istraživanjima u odnosu na površinu umjetne stajaćice.

Površina vodenog tijela (ha)	Broj mreža s različitom veličinom oka po lovnoj noći		
	Ukupno	U epi-/metalimniju	U hipolimniju
≤ 50	4	2	2
51-300	8	4	4
301-2000	16	8	8
> 2000	24	12	12

Način uzorkovanja

Uzorkovanje je potrebno provoditi u skladu sa standardom HRN EN 14757:2015, odnosno upotrebom mreža različite veličine oka (EN 14757:2015), a mjesto postavljanja mreža ovisi o površini i dubini stajaćice. Koriste se standardne jednostruke najlonske mreže nordijskog tipa, a broj mreža koje je potrebno postaviti ovisi o površini i dubini stajaćice (Tablica 4.4.1.1.-1.). Postavljaju se mreže duljine 30 m, a visine 1,5 m. Svaka mreža nordijskog tipa sastoji se od 12 polja s veličinom oka 5-55 mm i duljine 2,5 m. Mreže je u jezerima potrebno ostaviti 12 sati (preko noći).

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

Ribu je potrebno što je moguće brže izvaditi iz mreže te provesti determinaciju ulovljenih jedinki. Determinacija riba vrši se na temelju vanjskih morfoloških značajki uz pomoć determinacijskih ključeva (Vuković i Ivanović, 1971; Povž i Sket, 1990; Miller i Loates 1997; Kottelat i Freyhof, 2007). Determinaciju je potrebno provesti do razine vrste. U slučaju sumnje u točnost određivanja (hibridi, vrlo bliske vrste,

mlade jedinke), takve jedinke potrebno je konzervirati i odnijeti u laboratorij radi precizne determinacije. Za konzervaciju se koristi 4%-tna otopina formaldehida. Konzervirane jedinke s različitih postaja potrebno je odvajati u zasebne, dobro obilježene posude. Na terenu se bilježe vrste prisutne na nekom lokalitetu te njihov broj.

LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

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

4.4.1.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih stajaćica

Pokazatelji za ocjenu ekološkog potencijala

Pokazatelji za izračun ekološkog potencijala umjetnih stajaćica Panonske ekoregije na temelju riba su sljedeći:

Udio jedinki nativnih vrsta u ukupnom broju jedinki (uSn)

Broj bentopelagičkih vrsta (WCOL)

Odnos između alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim zabilježenim vrstama (Arat)

Udio psamofilnih vrsta (pPSAM)

Navedene četiri metrike ribljih zajednica odabrane su za uključenje u izračun Hrvatskog ribljeg indeksa za umjetne stajaćice (HRIuS) jer su u statističkoj proceduri pokazale značajan odgovor na određene antropogene pritiske.

Maksimalni i dobar ekološki potencijal umjetnih stajaćica Panonske ekoeregije

Prilikom razvoja klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala za umjetne stajaćice korišten je pristup odabira referentnih uvjeta, kao vrijednosti metrika ribljih zajednica bitnih za izračun indeksa, kakve bi bile u slučaju ostvarivanja najboljih mogućih zajednica unutar pojedine stajaćice, a time i postizanja najboljih mogućih uvjeta unutar pojedinih vodnih tijela. Ovaj se pristup, dakle, temelji na procjeni referentnih uvjeta koji odgovaraju maksimalnom ekološkom potencijalu. Međutim, on je za ribe također usklađen i s pristupom određivanja MEP-a identifikacijom mjera ublažavanja, s obzirom da će kvalitetna primjena predloženih mjera ublažavanja, prilagođenih za svaki pojedini lokalitet, omogućiti stabilizaciju ribljih zajednica i njihovo poboljšanje prema najboljim mogućim (referentnim) uvjetima, a time onda i povišenje ekološkog potencijala prema maksimalnom ekološkom potencijalu pojedinih umjetnih i znatno promijenjenih stajaćica u Hrvatskoj. Stoga maksimalni ekološki potencijal odgovara vrijednostima omjera ekološke kakvoće od 1, a dobar i bolji ekološki potencijal vrijednostima omjera ekološke kakvoće većima od 0,6. Najlošije moguće vrijednosti pojedinih ribljih metrika određene su kao najgore zabilježene vrijednosti u slučaju izrazito promijenjenih zajednica ili stručne procjene najgore moguće vrijednosti (npr.

ako se radi o metrikama koje opisuju udio stranih vrsta, onda je najgore moguće stanje da su na nekom lokalitetu zabilježene isključivo strane vrste). U Tablici 4.4.1.2.-1. navedene su vrijednosti pokazatelja, odnosno metrika riblje zajednice za ocjenu ekološkog potencijala kod maksimalnog ekološkog potencijala i u najgorim mogućim uvjetima.

Tablica 4.4.1.2.-1. Vrijednosti pokazatelja (metrika riblje zajednice) ekološkog potencijala kod maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) te u najgorim mogućim uvjetima za umjetne stajačice.

METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	MEP	NAJGORI UVJETI
Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	1	0
Broj bentopelagičkih vrsta (WCOL)	3	10
Odnos između Alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Arat)	1	0
Udio psamofilnih vrsta (pPSAM)	0,25	0

Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

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

OEKmetrika = (Vrijednost metrike – Donja granica)/(Gornja granica – Donja granica), za metrike čija vrijednost pada s porastom vrijednosti pritiska (uSn, Arat i pPSAM),

odnosno

OEKmetrika = 1- (Vrijednost metrike – Donja granica)/(Gornja granica – Donja granica), za metrike čija vrijednost raste s porastom vrijednosti pritiska (WCOL).

Generiranje Hrvatskog indeksa za umjetne stajačice Panonske ekoregije prema ribama (HRIuS)

Hrvatski indeks ekološkog potencijala za umjetne stajačice Panonske ekoregije temeljen na ribama (HRIuS) računa se tako da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće metrika i podijele s brojem omjera ekološke kakvoće:

$$HRIuS = (OEK(uSn) + OEK(WCOL) + OEK(Arat) + OEK(pPSAM)) / 4$$

HRIuS je multimetrijski indeks, koji integrira više metrika te objedinjuje odgovore na više pritiska.

Granice klasa za umjetne stajačice Panonske ekoregije prema ribama

Vrijednosti HRIuS-a veće od 0,6 ukazuju na dobar i bolji ekološki potencijal vodotoka. Ako HRIuS na nekom lokalitetu ima vrijednost između 0,4 i 0,59 označavaju umjeren ekološki potencijal prema ribama kao biološkom elementu. Loš ekološki potencijal imaju vodotoci za koje HRIuS ima vrijednosti 0,21-0,39, dok vrijednosti HRIuS-a manje od 0,20 ukazuju na vrlo loš ekološki potencijal (Tablica 4.4.1.2.-2.).

Tablica 4.4.1.2.-2. Klasifikacija Hrvatskog indeksa za umjetne stajačice Panonske ekoregije prema ribama – granice klasa za ribe kao biološki element potencijala.

EKOLOŠKI POTENCIJAL	GRANICE KLASA HRIuS-a
DOBAR I BOLJI	0,60-1,00
UMJEREN	0,40-0,59
LOŠ	0,21-0,39
VRLO LOŠ	0,00-0,20

4.4.1.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA U UMJETNIM STAJAĆICAMA PANONSKE EKOREGIJE PREMA RIBAMA

Pokazatelji za ocjenu ekološkog potencijala

Opis ribljih metrika korištenih za opisivanje ribljih zajednica hrvatskih umjetnih stajaćica

Sve uzorkovane vrste riba grupirane su prema supstratu na kojem mrijeste (litofili, fitofili, fitolitofili, pelagofili, vrste koje se mrijeste u moru), prema tipu prehrane (herbivori, planktivori, invertivori, piscivori, omnivori) te prema načinu života (bentopelagičke – hrane se u vodenom stupcu i bentičke – hrane se pri dnu) (Tablica 4.4.1.3.-1.). U Tablici 4.4.1.3.-1., u operativnoj listi svojih ribljih vrsta vodotoka Dunavskog slijeva Hrvatske, tamnim slovima označene su vrste koje su zabilježene u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije, dok su crvenim slovima označene strane vrste zabilježene u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije. Postoji mogućnost da će u narednim godinama u navedenim stajaćicama biti zabilježene još j druge strane vrste, kao i da će neke od trenutno zabilježenih nestati, tako da listu treba gledati kao trenutni popis koji je podložan pozitivnim i negativnim promjenama.

Tablica 4.4.1.3.-1. Operativna lista svojiti riba hrvatskih vodotoka Dunavskog slijeva s navedenim ekološkim značajkama važnima za utvrđivanje metrika ribljih zajednica. Tamnim slovima označene su native vrste zabilježene u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije, crvenim slovima označene su zabilježene strane vrste, dok ostale vrste koje se nalaze u tablici nisu ulovljene tijekom ovog projekta u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije, ali su prisutne u vodotocima dunavskog slijeva Hrvatske (native vrste) te postoji mogućnost i njihova ulova u nekoj od stajaćica u budućim istraživanjima. *Vrsta *Babka gymnotrachelus* strana je vrsta prisutna vodotocima dunavskog slijeva, ali nije zabilježena u ovom istraživanju u umjetnim stajaćicama.

Latinski naziv vrste	Stupac vode	Supstrat za mrijest	Prehrambena strategija	Ekološki zahtjevi
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Ameiurus melas</i> Rafinesque, 1820)	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	More	Invertivor/ Piscivor	Euritopna
<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)*	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fito	Omnivor	Euritopna
<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Litofil	Herbivor	Reofilna
<i>Cobitis bilineata</i> Canestrini, 1865	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Vodeni stupac	Pelagofil	Herbivor	Euritopna
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Eudontomyzon vladkovi</i> Oliva & Zanandrea, 1959	Bentos	Litofil	Detritivor	Reofilna
<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Gymnocephalus baloni</i> Holčík & Hensel, 1974	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Euritopna
<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Euritopna
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Leuciscus aspilus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Piscivor	Reofilna
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Reofilna
<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Omnivor	Reofilna
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepede, 1802)	Vodeni stupac	Fitolitofil/ psamofil	Piscivor	Limnofilna
<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	Bentos	Speleofil	Invertivor	Euritopna
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Bentos	Litofil	Invertivor	Euritopna
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/ Piscivor	Reofilna
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Fitolitofil	Invertivor/ Piscivor	Euritopna

Latinski naziv vrste	Stupac vode	Supstrat za mrijest	Prehrambena strategija	Ekološki zahtjevi
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	Bentos	Litofil	Invertivor	Euritopna
<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837)	Bentos	Speleofil	Invertivor/ Piscivor	Euritopna
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	Vodeni stupac	Ostrakofil	Omnivor	Euritopna
<i>Romanogobio kesslerii</i> (Dybowski, 1862)	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Romanogobio vladykovi</i> (Fang, 1943)	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Sabanejewia balcanica</i> (Karaman, 1922)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Sabanejewia larvata</i> (De Filippi, 1859)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Salmo labrax</i> Pallas, 1814	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/ Piscivor	Reofilna
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/ Piscivor	Reofilna
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1789)	Vodeni stupac	Litofil/ Psamofil	Invertivor/ Piscivor	Euritopna
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Bentos	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Omnivor	Reofilna
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Umbra krameri</i> Walbaum, 1792	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna

Nakon uzorkovanja, determinacije i mjerenja vrsta, pripremili smo ukupno 88 metrika koje opisuju riblje zajednice (Tablica 4.4.1.3.-2.). Metrike su grupirane tako da opisuju četiri karakteristična tipa (prema Furse i sur., 2006), osim toga uključene su i dodatne metrike, slično kao što je rađeno u prijašnjim procjenama indeksa temeljenih na ribljim zajednicama (npr. Petriki i sur., 2017).

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

Tablica 4.4.1.3.-2. Pregled metrika koje opisuju riblju zajednicu (kratice su u zagradama pored naziva metrike) te koje su uključene u statističke analize umjetnih stajaćica Panonske ekoergije.

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

Metrike sastava zajednice	Metrike bogatstva/ raznolikosti	Metrike osjetljivosti/ tolerancije	Funkcionalne metrike	Ostale metrike
	Anat-A (Adif)		Udio biomase bentopelagičkih vrsta (bWCOL)	
	dnat-d (ddif)		Udio biomase bentičkih vrsta (bBENT)	
	Hnat/H (Hrat)		Udio biomase vrsta reda Salmoniformes (bSALM)	
	1/Snat/1/S (1/Srat)		Udio biomase vrsta reda Cypriniformes (bCYPR)	
	Mlnat/MI (Mlrat)		bSALM/bCYPR	
	Anat/A (Arat)			
	dnat/d (drat)			

Opis okolišnih parametara i indikatora

Ukupno je 20 okolišnih parametara uključeno u statističke analize. Ti parametri opisuju stanišne uvjete i antropogene pritiske, uključujući fizikalno-kemijske, morfološke i hidrološke uvjete (temperatura zraka, temperatura vode, prozirnost, koncentracija klorofila α , pH vrijednost, koncentracija suspendiranih tvari, alkalinitet, salinitet, koncentracija otopljenog kisika, biološka potrošnja kisika (BPK₅), koncentracija amonija, nitrita, nitrata, ukupnog dušika, ortofosfata, ukunog fosfora, otopljenih silikata, ukupna koncentracija organskog ugljika (TOC), hidrološki režim i srednja morfološka ocjena). U analizu su uključene prosječne vrijednosti svih fizikalno-kemijskih parametara mjerene u toplijem dijelu godine (od travnja do rujna).

Opis statističkih analiza uključenih u selekciju ribljih metrika umjetnih stajaćica Panonske ekoregije

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

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

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

4.4.1.3.1. Odnosi pritisak-odgovor i metrike odabrane za izračune indeksa

U Tablici 4.4.1.3.1.-1. navedene su metrike riblje zajednice koje su pokazale jasan odgovor na određeni pritisak za umjetne stajačice, a uz to imaju normalnu distribuciju i zadovoljavaju pretpostavke linearnosti te su, kao što će biti detaljnije opisano kasnije, korištene za izračun Hrvatskog indeksa za umjetne stajačice prema ribama (HRIuS). Iako je razvijena tipologija umjetnih stajačica te sve analizirane stajačice ne pripadaju istom tipu, najznačajniji odgovori na pritiske dobiveni su kada su svi lokaliteti promatrani zajedno pa je, u konačnici, razvijen jedan indeks za ocjenu svih umjetnih stajačica, bez obzira kojem tipu prema nacionalnoj klasifikaciji pripadaju. Kao što je već opisano u prethodnim poglavljima, za utvrđivanje statistički značajnih odgovora korištena je linearna regresija te su oni odgovori kod kojih je R^2 bilo veće od 0,4, a p manje od 0,05 smatrani statistički značajnima. Ti su odgovori navedeni u Tablici 4.4.1.3.1.-1., opisani u sljedećem poglavlju i, u konačnici, uključeni u izračun Hrvatskog indeksa za umjetne stajačice prema ribama (HRIuS).

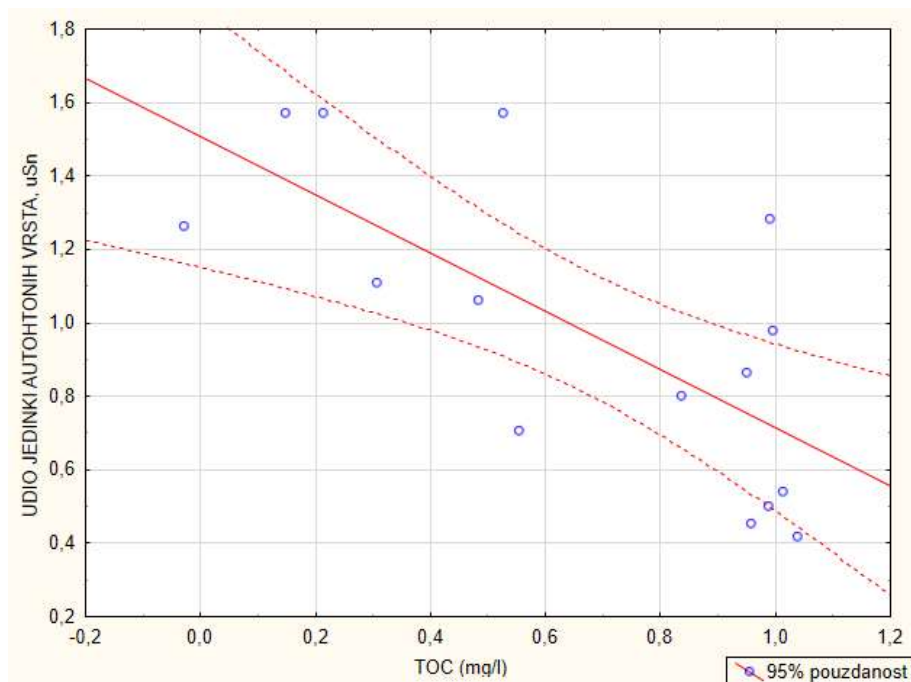
Tablica 4.4.1.3.1.-1. Metrike riblje zajednice koje su pokazale odgovore na pojedine pritiske za umjetne stajačice Panonske ekoregije.

ODNOS PRITISAK - ODGOVOR	R^2	p
Udio jedinki autohtonih vrsta (uSn) pokazuje odgovor na ukupnu koncentraciju organskog ugljika (TOC)	0,468	0,003
Broj bentopelagičkih vrsta (WCOL) pokazuje odgovor na temperaturu vode	0,402	0,007
Odnos Alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim zabilježenim vrstama (Arat) pokazuje odgovor na koncentraciju suspendirajućih čestica	0,431	0,005
Udio psamofilnih vrsta (pPSAM) pokazuje odgovor na srednju morfološku ocjenu	0,544	0,001

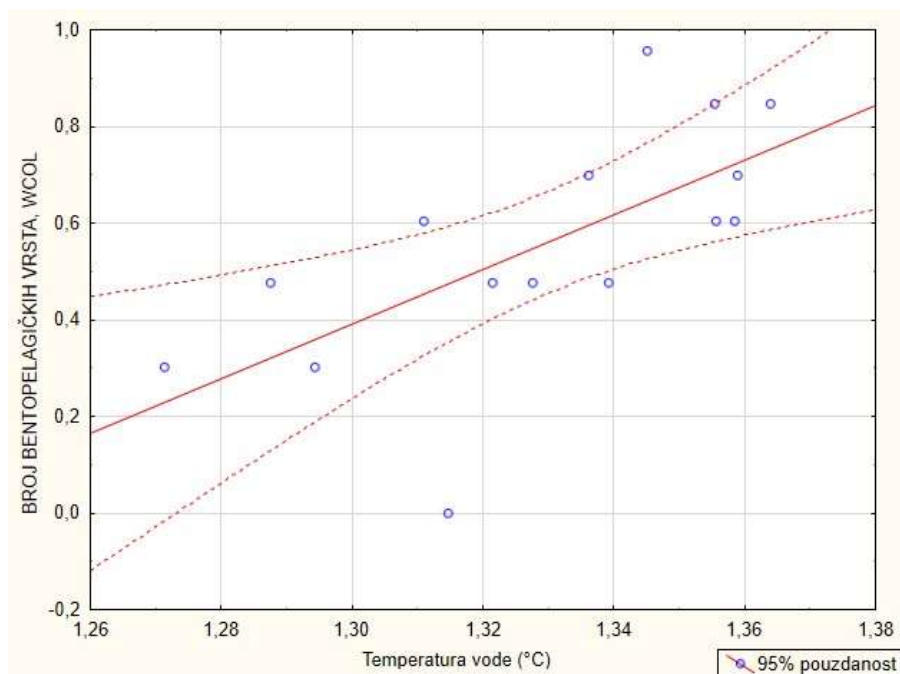
Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije (tipovi HR-R 2A, HR-R 2B, HR-R 3B, HR-R 4 i HR-R 5B):

- Udio jedinki autohtonih vrsta (uSn) pokazuje statistički značajan odgovor na koncentraciju organskog ugljika (TOC) ($R^2=0,468$, $p=0,003$; Slika 4.4.1.3.1.-1.). S obzirom da su autohtone (nativne) vrste redovito osjetljivije i lošije podnose promijenjene i/ili suboptimalne i nepovoljne uvjete u okolišu, ovaj odgovor vrlo jasno pokazuje kako je koncentracija organskog ugljika u umjetnim i znatno promijenjenim stajaćicama problematičan pritisak koji dovodi do smanjenja udjela autohtonih vrsta i jedinki. Istovremeno, što je također pokazano analizom regresije, dolazi do povećanja udjela alohtonih (stranih) vrsta, koje bolje podnose lošije okolišne uvjete. Osim toga, možemo pretpostaviti kako i samo povećanje udjela stranih vrsta i jedinki stranih vrsta dovodi do povećanja koncentracije organskog ugljika (uslijed mikrobne razgradnje metaboličkih produkata i uginulih jedinki), što dodatno pogoršava stanišne uvjete za autohtone vrste. **Stoga uklanjanjem stranih vrsta i osiguranjem zadovoljavajuće kvalitete vode, možemo očekivati kako će indeksi ekološkog potencijala na temelju riba u stajaćicama biti popravljeni.**

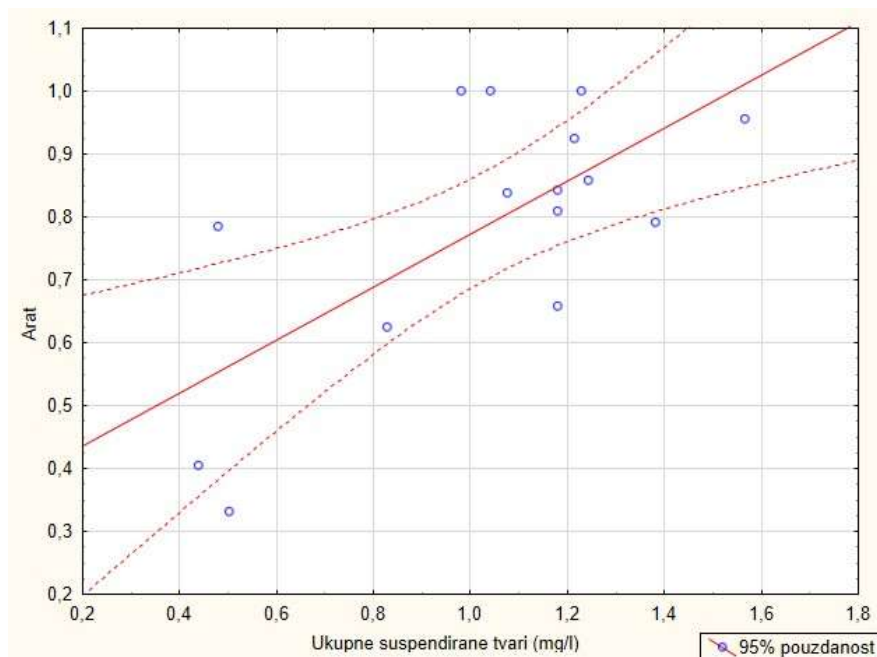
- Broj bentopelagičkih vrsta (WCOL) pokazuje statistički značajan odgovor na temperaturu vode ($R^2=0,402$, $p=0,007$; Slika 4.4.1.3.1.-2.). Odgovori parametara ribljih zajednica na promjenu temperature primijećeni su i na prirodnim vodotocima, a logično ih je očekivati u svim situacijama kada dolazi do usporavanja tekućica ili stvaranja stajaćica iz tekućica, ali promjene temperature često prate i eutrofikacijske procese. Nadalje, do porasta temperature u vodotocima dolazi i uslijed klimatskih promjena, s tim da možemo očekivati kako će negativni učinci klimatskih promjena najprije doći do izražaja upravo u plćim, stajaćim vodama. Porast temperature vode česta je posljedica hidroloških i morfoloških promjena na vodotocima. Povišena temperatura vode često je suboptimalna ili posve nepogodna za native vrste, osobito osjetljive, dok invazivne vrste redovito imaju širu ekološku valenciju i dobro podnose temperaturne fluktuacije i povišenje temperature. **Smatramo kako je, bez obzira što se radi o umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima u kojima su hidrološki uvjeti uvelike određeni njegovom namjenom, moguće barem do određene mjere utjecati na temperaturu vode mjerama poput odgovarajuće zasjenjenosti vodotoka, smanjenja eutrofikacije, a na nekim lokalitetima moguće i očuvanjem/obnovom utoka.**
- Odnos alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i istog indeksa temeljenog na svim vrstama zabilježenima na nekom lokalitetu (Arat) pokazuje statistički značajan odgovor na koncentraciju suspendirajućih čestica u vodi ($R^2=0,431$, $p=0,005$; Slika 4.4.1.3.1.-3.). Koncentracija suspendiranih čestica u stupcu vode može imati utjecaja na vrste koje se tamo hrane. Ti utjecaji mogu biti različiti ovisno o tipu i koncentraciji čestica, no kao najvažnije negativne posljedice možemo istaknuti smanjenu vidljivost koja dovodi do smanjenja hranjenja, abrazije na koži koje mogu dovesti do infekcija pa čak i začepjenja škrga i krvnih žila riba. Porast koncentracije suspendiranih tvari u vodi povezuje se s različitim tipovima onečišćenja vode. Iz ovog odgovora možemo zaključiti kako se strane vrste, koje su često oportunisti te bolje podnose promjene fizikalno-kemijskih čimbenika od nativnih vrsta, bolje prilagođavaju uvjetima povišene koncentracije suspendiranih čestica u vodi. **Ovaj pritisak zasigurno može biti smanjen mjerama usmjerenima smanjenju eutrofikacije stajaćica, sprječavanju njihova onečišćenja organskim i anorganskim česticama, dok će i samo uklanjanje stranih vrsta (koje svojim metaboličkim produktima također pridonose povećanju koncentracije suspendirajućih čestica u vodi) također popraviti omjer ekološke kakvoće temeljen na Arat metrici.**
- Udio psamofilnih vrsta (pPSAM) pokazuje odgovor na srednju morfološku ocjenu ($R^2=0,544$, $p=0,001$; Slika 4.4.1.3.1.-4.). Očekivano, promjene morfologije vodotoka utječu na prisutnost vrsta koje su vezane uz specifična staništa pa je tako utvrđen odgovor udjela psamofilnih vrsta na morfološku ocjenu. Udio psamofilnih jedinki je veći što je više promijenjena morfologija nekog vodnog tijela, što možemo povezati s većim nakupljanjem sitnijih čestica zbog smanjene odvodnje uslijed promjene tekućice u stajaćicu. **Kao mjeru poboljšanja ovog aspekta možemo predložiti stvaranje, odnosno obnovu i očuvanje mozaika staništa čak i u umjetnim i znatno promijenjenim staništima, što uključuje osiguranje šljunkovitih i kamenitih mikrostaništa u stajaćicama gdje prirodno obitavaju vrste koje zahtijevaju takva staništa bilo umjetnim stvaranjem takvih staništai/ili osiguranjem čišćenja pijeska i mulja.**



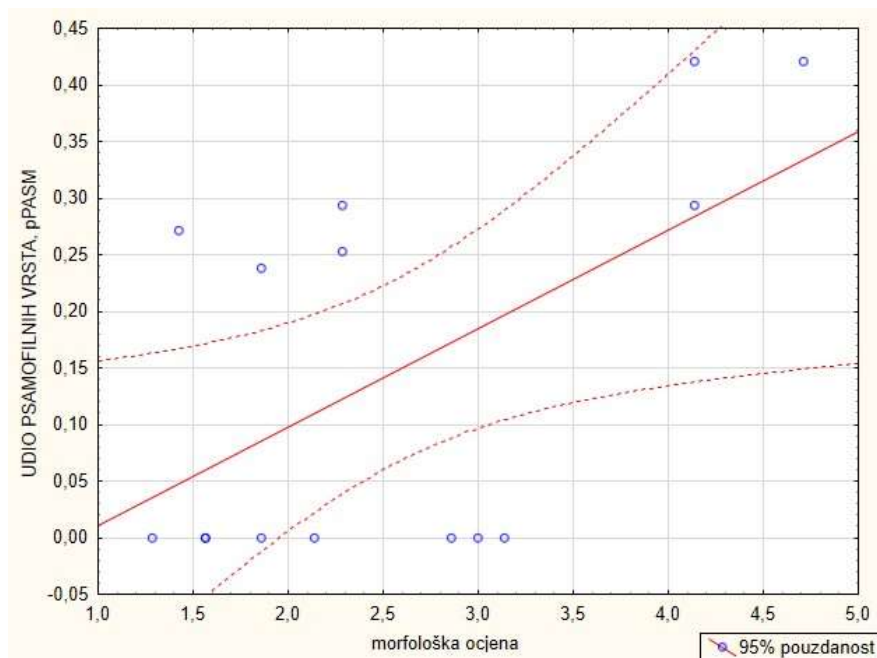
Slika 4.4.1.3.1.-1. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki nativnih vrsta riba (uSn) i ukupne koncentracije organskog ugljika (TOC), na temelju standardiziranih mjera u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije.



Slika 4.4.1.3.1.-2. Grafički prikaz linearne regresije između broja pelagičkih vrsta riba (WCOL) i temperature vode, na temelju standardiziranih mjera umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije.



Slika 4.4.1.3.1.-3. Grafički prikaz linearne regresije između omjera alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Arat) riba i koncentracije suspendiranih tvari, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije.



Slika 4.4.1.3.1.-4. Grafički prikaz linearne regresije između udjela psamofilnih vrsta riba i morfološke ocjene, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije.

4.4.1.3.2. Maksimalni i dobar ekološki potencijal umjetnih stajaćica Panonske ekoregije prema ribama

Prilikom razvoja klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala za umjetne stajaćice korišten je pristup odabira referentnih uvjeta, kao vrijednosti metrika ribljih zajednica bitnih za izračun indeksa, kakve bi bile u slučaju ostvarivanja najboljih mogućih zajednica unutar pojedine stajaćice, a time i postizanja najboljih mogućih uvjeta unutar pojedinih vodnih tijela. Ovaj se pristup, dakle, temelji na procjeni referentnih uvjeta koji odgovaraju maksimalnom ekološkom potencijalu. Međutim, on je za ribe također usklađen i s pristupom određivanja MEP-a identifikacijom mjera ublažavanja, s obzirom da će kvalitetna primjena mjera ublažavanja, prilagođenih za svaki pojedini lokalitet, omogućiti stabilizaciju ribljih zajednica i njihovo poboljšanje prema najboljim mogućim (referentnim) uvjetima, a time onda i povišenje ekološkog potencijala prema maksimalnom ekološkom potencijalu pojedinih umjetnih stajaćica u Hrvatskoj. Stoga maksimalni ekološki potencijal odgovara vrijednostima omjera ekološke kakvoće od 1, a dobar i bolji ekološki potencijal vrijednostima omjera ekološke kakvoće većima od 0,6. Najlošije moguće vrijednosti pojedinih ribljih metrika određene su kao najgore zabilježene vrijednosti u slučaju izrazito promijenjenih zajednica ili stručne procjene najgore moguće vrijednosti (npr. ako se radi o metrikama koje opisuju udio stranih vrsta, onda je najgore moguće stanje da su na nekom lokalitetu zabilježene isključivo strane vrste). U Tablici 4.4.1.3.2.-1. navedene su vrijednosti pokazatelja, odnosno metrika riblje zajednice za ocjenu ekološkog potencijala kod maksimalnog ekološkog potencijala i u najgorim mogućim uvjetima.

Tablica 4.4.1.3.2.-1. Vrijednosti pokazatelja (metrika riblje zajednice) kod maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) te u najgorim mogućim uvjetima za umjetne stajaćice Panonske ekoregije.

METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	MEP	NAJGORI UVJETI
Udio jedinki nativnih vrsta (uSn)	1	0
Broj bentopelagičkih vrsta (WCOL)	3	10
Odnos između Alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama (Arat)	1	0
Udio psamofilnih vrsta (pPSAM)	0,25	0

4.4.1.3.3. Izračunavanje indeksa/pokazatelja i ocjena ekološkog potencijala prema ribama umjetnih stajaćica Panonske ekoregije

Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

OEK računaju se zasebno za svaku metriku ribljih zajednica koja se uključuje u izračun indeksa za umjetne stajaćice prema sljedećim formulama:

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

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

Generiranje Hrvatskog indeksa za umjetne stajaćice Panonske ekoregije prema ribama (HRIuS)

Hrvatski indeks ekološkog potencijala za umjetne stajaćice temeljen na ribama (HRIuS) računa se tako da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće metrika i podijele s brojem omjera ekološke kakvoće:

$$HRIuS = \frac{OEK(uSn) + OEK(WCOL) + OEK(Arat) + OEK(pPSAM)}{4}$$

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

Utvrđivanje granica klasa

Vrijednost HRIuS-a, kao multimetrijskog indeksa, zapravo je prosječna vrijednost svih omjera ekološke kakvoće metrika utvrđenih za umjetne stajaćice. Stoga HRIuS pokazuje odnos primijećenih metrika riblje zajednice i metrika koje odgovaraju ostvarivanju maksimalnog ekološkog potencijala, a ekološki potencijal vodnog tijela moguće je uvrstiti u jedan od četiri razreda (klasa), u skladu sa zahtjevima ODV (Tablica 4.4.1.3.3.-1.) Vrijednosti indeksa koje su blizu 1 odnose se na maksimalan ekološki potencijal. S druge strane, ako su vrijednosti indeksa bliže 0, znači da su riblje zajednice izrazito promijenjene uslijed antropogenih pritisaka. Granice klasa raspoređene su ekvidistalno u odnosu na MEP, s time da dobar i bolji potencijal obuhvaća dvostruki raspon širina vrijednosti u odnosu na umjeren, loš i vrlo loš potencijal (obuhvaćaju po 0,2 širina svake klase).

Tablica 4.4.1.3.3.-1. Klasifikacija Hrvatskog indeksa za umjetne stajaćice Panonske ekoregije prema ribama – granice klasa za ribe kao biološki element potencijala.

EKOLOŠKI POTENCIJAL	GRANICE KLASA HRIuS-a
DOBAR I BOLJI	0,60-1,00
UMJEREN	0,40-0,59
LOŠ	0,21-0,39
VRLO LOŠ	0,00-0,20

Opisi zajednica koje odgovaraju dobrom i boljem te umjerenom ekološkom potencijalu umjetnih stajaćica Panonske ekoregije

Dobrom i boljem ekološkom potencijalu odgovaraju riblje zajednice koje su posve ili uglavnom sastavljene od nativnih vrsta, a strane vrste nisu prisutne ili su prisutne s malim brojem vrsta i jedinki. U zajednicama je prisutna veća raznolikost vrsta (šest ili više nativnih vrsta različitih ekoloških značajki), a odnosi u zajednici omogućuju stabilnost svih nativnih vrsta. U zajednici su prisutne bentopelagičke vrste s malim do umjerenim brojem vrsta (3-5), dok je udio psamofilnih vrsta između 0,15 i 0,25 od ukupnog broja vrsta. Moguća je ocjena dobrog i boljeg ekološkog potencijala i na lokalitetima gdje je neka od navedenih metrika lošija od opisanih vrijednosti, pod uvjetom da su ostale metrike blizu vrijednosti koje odgovaraju maksimalnom ekološkom potencijalu.

Umjerenom ekološkom potencijalu odgovaraju zajednice u kojima su strane vrste prisutne s većim brojem i gustoćom jedinki te imaju negativan utjecaj na autohtonu ihtiofaunu. Udio nativnih vrsta u tipičnom slučaju iznosi 0,4-0,6 od kupnog broja vrsta. Broj nativnih vrsta je smanjen, kao i njihove gustoće, a odnosi u zajednicama djelomično poremećeni. Za umjeren ekološki potencijal karakteristična je prisutnost 5-8 bentopelagičkih vrsta, dok je udio psamofila smanjen te uglavnom iznosi 0,1-0,15 od ukupnog broja vrsta.

4.4.1.3.4. Vrijednosti ekološkog potencijala utvrđene u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije te prijedlog mjera za ublažavanje pritisaka

U Tablici 4.4.1.3.4.-1. nalaze se vrijednosti OEK i izračuni ekološkog potencijala za umjetne stajaćice Panonske ekoregije. Kao što se može vidjeti, ekološki potencijal veći je u onim vodnim tijelima gdje je veća zastupljenost nativnih vrsta, a ujedno su u takvim vodotocima i riblje metrike, za koje je utvrđeno da pokazuju odgovor na antropogene prijetnje, bliže vrijednostima koje odgovaraju maksimalnom ekološkom potencijalu. Svakako možemo očekivati kako će uklanjanje/kontrola i sprječavanje širenja stranih vrsta, osiguranje adekvatnih mikrostaništa i povoljnih fizikalno-kemijskih čimbenika te sprječavanje onečišćenja dovesti do poboljšanja ekološkog potencijala istraživanih stajaćica.

Tablica 4.4.1.3.4.-1. Vrijednosti ekološkog potencijala u umjetnim stajaćicama Panonske ekoregije prema ribama.

Lokalitet	Tip	OEK(uSn)	OEK(uPSAM)	OEK(WCOL)	OEK(Arat)	HRIuS	Ekološki potencijal
Jošava	HR-R_2A	0,26	0,05	0,71	0,96	0,49	UMJEREN
Stara Drava Čingi Lingi	HR-R_2A	0,23	0,00	0,43	0,92	0,40	UMJEREN
Popovac	HR-R_2A	0,17	0,00	0,71	0,66	0,38	LOŠ
akumulacija Grabova	HR-R_3B	0,58	0,06	1,00	0,81	0,61	DOBAR I BOLJI
Pakra Banova Jaruga	HR-R_4	0,52	0,02	0,43	0,84	0,45	UMJEREN
Finzula, šljunčara Rakitje	HR-R_5B	1,00	0,02	0,86	1,00	0,72	DOBAR I BOLJI
Lapovac II	HR-R_2B	0,92	0,14	1,00	0,84	0,72	DOBAR I BOLJI
Borovik	HR-R_2B	0,19	0,00	1,00	0,62	0,45	UMJEREN
Sakadaško jezero Sakadaš	HR-R_4	0,69	0,00	0,14	0,79	0,41	UMJEREN
Jarunsko jezero (Veliko jezero)	HR-R_5B	0,80	0,00	0,86	0,33	0,50	UMJEREN
šoderica Koprivnica		0,42	0,00	0,86	0,78	0,52	UMJEREN
Novo Čiče	HR-R_3B	0,91	0,00	1,00	0,41	0,58	UMJEREN
HE Varaždin (Ormoško jezero)	HR-R_5B	0,76	0,93	1,00	0,86	0,89	DOBAR I BOLJI

Lokalitet	Tip	OEK(uSn)	OEK(uPSAM)	OEK(WCOL)	OEK(Arat)	HRIuS	Ekološki potencijal
HE Čakovec	HR-R_5B	1,00	0,56	1,00	1,00	0,89	DOBAR I BOLJI
HE Dubrava	HR-R_5B	1,00	0,57	1,00	1,00	0,89	DOBAR I BOLJI

S obzirom na utvrđene vrijednosti ekološkog potencijala na temelju riba kao BEK (Tablica 4.4.1.3.-1.) možemo zaključiti kako je ekološki potencijal većine umjetnih stajaćica umjeren i dobar i bolji, dok je na samo jednom lokalitetu loš (Popovac).

Ekološki potencijal istraživanih akumulacija na Dravi procijenjen je kao dobar i bolji (najviše vrijednosti među istraživanim postajama), što je odraz toga da je u njima prisutan veći broj nativnih vrsta (9, odnosno 10), dok strane vrste nisu utvrđene (HE Čakovec, HE Dubrava) ili su prisutne s manjim brojem vrsta i jedinki (HE Varaždin). Iako je naravno broj vrsta koje bi prirodno obitavale na ovim staništima znatno veći te, bez sumnje, brane i akumulacije imaju znatnog utjecaja na ihtiofaunu rijeka, a utjecaje fragmentacije i degradacije staništa na riječnu ihtiofaunu je svakako potrebno rješavati, što se same ihtiofaune akumulacija tiče, smatramo kako njen sastav odgovara dobrom i boljem ekološkom potencijalu ovih vodnih tijela. Važno je naglasiti kako uslijed širenja i povećanja gustoće populacija stranih vrsta koje su već utvrđene na HE Varaždin možemo očekivati daljnje negativne utjecaje po autohtonu ihtiofaunu, kao i snižavanje ekološkog potencijala ovih jezera. Stoga kao nužne **mjere očuvanja** utvrđenog stanja smatramo mjere usmjerene uklanjanju stranih vrsta iz HE Varaždin i sprječavanje pojavljivanja novih stranih vrsta, dok konkretne mjere i aktivnosti trebaju biti razrađene u skladu sa specifičnostima svakog pojedinog lokaliteta (npr. uspostavljanje sustava za rano uočavanje i brzo djelovanje u slučaju pojave stranih vrsta; sprječavanje poribljavanja Drave i pritoka stranim vrstama strogom kontrolom i edukacijom ribiča i lokalnog stanovništva).

Dobar i bolji ekološki potencijal također je utvrđen na lokalitetima Grabova, Rakitje i Lapovac II, s tim da se ovdje radi o nešto nižim vrijednostima indeksa, osobito u slučaju akumulacije Grabova, čiji je potencijal na granici umjeren i dobre i bolje klase te postoji opasnost njegovog pada u umjereni, osobito u slučaju daljnjeg povećanja gustoće populacija stranih vrsta koje su tamo već prisutne. Na ovim je lokalitetima također važno osigurati održanje kvalitete vode, s obzirom da je značajna koncentracija suspenziranih čestica, kao i povišenje temperature vode već prisutno. Osim uslijed onečišćenja organskim ili anorganskim česticama, već i prisutnost stranih vrsta s gustim populacijama dovodi do pogoršanja kvalitete vode uslijed velike koncentracije metaboličkih produkata koji dospijevaju u okoliš, kao i mikrobne razgradnje uginule organske tvari. Na većini lokaliteta na kojima je utvrđen umjeren ekološki potencijal (Jošava, Stara Drava, Pakra Banova Jaruga, Borovik, Sakadaš, Jarunsko jezero, šoderica Koprivnica i Novo Čiče), radi se upravo o daljnjem pogoršanju kvalitete vode i znatnijem utjecaju stranih vrsta koje su zastupljene s još većim brojem vrsta i jedinki. Stoga je na navedenim lokalitetima, osim mjera uklanjanja i kontrole stranih vrsta, važno provesti i mjere osiguranja zadovoljavajuće kvalitete vode, čime možemo očekivati kako će njihov ekološki potencijal biti poboljšan. Kao i na svim lokalitetima konkretne mjere ublažavanja potrebno je osmisliti i prilagoditi ovisno o specifičnostima lokaliteta, namjene vodnog tijela i specifičnostima riblje zajednice, a moguće mjere ublažavanja uključuju: uklanjanje stranih vrsta, uspostavljanje sustava za rano uočavanje i brzo djelovanje u slučaju pojave stranih vrsta, sprječavanje poribljavanja stranim vrstama strogom kontrolom i edukacijom ribiča i lokalnog stanovništva, poticanje poribljavanja autohtonim vrstama u odgovarajućoj količini (poštujući kapacitet staništa kako ne bi dolazilo do prevelikog nakupljanja

metaboličkih produkata i intenziviranja bakterijske razgradnje) koje će pridonijeti postizanju i očuvanju dobrog i boljeg ekološkog potencijala, kontrolu eutrofikacije, sprječavanje onečišćenja vodnih tijela iz drugih izvora, osiguranje odgovarajućih mikrostaništa (postavljam odgovarajuće podloge i biljne vegetacije), a s ciljem osiguranja uvjeta za sve stadije nativnih vrsta riba, što će pridonijeti stabilizaciji autohtone ihtiofaune.

Na lokalitetu Popovac na temelju riba utvrđen je loš ekološki potencijal, a strane vrste prevladavaju u broju jedinki te je broj i gustoća nativnih vrsta smanjena. Na ovom je lokalitetu utvrđena osobito visoka koncentracija suspendirajućih čestica i povišena temperatura. Osim uklanjanja stranih vrsta i obnove native riblje zajednice, kao **mjeru ublažavanja** važno je istaknuti očuvanje kvalitete vode, što će djelomično biti postignuto kontrolom i uklanjanjem stranih vrsta riba, no moguće je da su prisutni još neki izvori onečišćenja ili pokretači eutrofikacije, pa je i njih potrebno ukloniti.

Zaključno, u Tablici 4.4.1.3.4.-2. dan je komparativan prikaz vrijednosti indeksa na temelju riba za umjetne stajačice Panonske ekoregije, korištenjem metodologije razvijene za prirodna vodna tijela tekućica te novorazvijene metodologije prilagođene umjetnim stajaćicama.

Tablica 4.4.1.3.4.-2. Usporedni prikaz ekološkog stanja/potencijala za umjetne stajačice Panonske ekoregije prema ribama, na temelju metodologije za prirodna vodna tijela tekućica i metodologije za umjetne stajačice Panonske ekoregije.

Lokalitet	Tip	Metodologija za prirodna vodna tijela tekućica		Metodologija za umjetne stajačice	
		HRIR	Ekološko stanje	HRIuS	Ekološki potencijal
Jošava	HR-R_2A	0,45	UMJERENO	0,49	UMJEREN
Stara Drava Čingi Lingi	HR-R_2A	0,40	UMJERENO	0,40	UMJEREN
Popovac	HR-R_2A	0,35	LOŠE	0,38	LOŠ
akumulacija Grabova	HR-R_3B	0,78	DOBRO	0,61	DOBAR I BOLJI
Pakra Banova Jaruga	HR-R_4	0,68	DOBRO	0,45	UMJEREN
Finzula, šljunčara Rakitje	HR-R_5B	/	/	0,72	DOBAR I BOLJI
Lapovac II	HR-R_2B	0,55	UMJERENO	0,72	DOBAR I BOLJI
Borovik	HR-R_2B	0,25	LOŠE	0,45	UMJEREN
Sakadaško jezero Sakadaš	HR-R_4	0,64	DOBRO	0,41	UMJEREN
Jarunsko jezero (Veliko jezero)	HR-R_5B	/	/	0,50	UMJEREN
šoderica Koprivnica		/	/	0,52	UMJEREN
Novo Čiče	HR-R_3B	0,80	VRLO DOBRO	0,58	UMJEREN
HE Varaždin (Ormoško jezero)	HR-R_5B	/	/	0,89	DOBAR I BOLJI
HE Čakovec	HR-R_5B	/	/	0,89	DOBAR I BOLJI
HE Dubrava	HR-R_5B	/	/	0,89	DOBAR I BOLJI

Premda su oba sustava, i onaj razvijen za prirodne tekućice Panonske ekoregije, kao i novorazvijeni sustav za umjetne stajaćice Panonske ekoregije u dijelu slučajeva rezultirale istim rezultatom, postoji određeni stupanj nesklada između ta dva sustava pa čak i slučajevi da sustav za prirodne tekućice rezultira boljom ocjenom od novorazvijenog sustava (Tablica 4.4.1.3.4.-2.). To, međutim, nikako ne znači da je bolje i dobro primjenjivati taj sustav niti da je stanje ribljih zajednica na tim lokalitetima zadovoljavajuće, već je isključivo posljedica nekompatibilnosti sustava razvijenog za prirodne tekućice za ocjenu umjetnih i znatno promijenjenih stajaćica. Naime, uvjeti koji vladaju u umjetnim stajaćicama nisu uopće bili uključeni u razvoj metodologije za prirodne tekućice, zbog čega one metrike koje su se kod tih vodnih tijela pokazale bitnima za uljučenje u indeks ekološkog potencijala, nisu uključene u indeks ekološkog stanja tekućica. Posljedično, niti struktura riblje zajednice u odnosu na referentne uvjete nije prezentirana indeksom razrađenim za prirodna vodna tijela te on nikako nije relevantan za umjetna i znatno promijenjena vodna tijela, već njihov potencijal dobro opisuje novorazvijeni indeks HRIuS. Stoga je za procjenu i monitoring ekološkog stanja umjetnih stajaćica Panonske ekoregije na temelju riba potrebno koristiti novorazvijeni indeks HRIuS, koji, osim što daje kvantitativnu procjenu ekološkog potencijala navedenih vodotoka utvrđenu statističkom procedurom koja se smatra adekvatnom za razvoj klasifikacijskih sustava, također će omogućiti i primjećivanje i kvantificiranje promjena tog ekološkog potencijala ovisno kako će se mijenjati oni pritisci koji su se pokazali značajnima upravo za umjetne stajaćice Panonske ekoregije.

4.4.2. UMJETNE I ZNATNO PROMIJENJENE TEKUĆICE PANONSKE EKOREGIJE

4.4.2.1. Uzorkovanje i laboratorijska obrada podataka prema poglavljima definiranim u Metodologiji

UZORKOVANJE

Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje je potrebno provoditi u toplijem dijelu godine, u razdoblja od travnja do studenog, što je razdoblje kada su aktivne i ciprinidne i salmonidne vrste. Salmonidne vrste moguće je uzorkovati i tijekom hladnog dijela godine, ali je potrebno izbjegavati razdoblje mrijesta.

Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Uzorkovanje je potrebno provoditi tako da se maksimalno obuhvati raznolikost svih tipova staništa pojedinog lokaliteta. Na vodotocima čija je širina manja od 5 m uzorkuje se cijela širina vodotoka u dužini od minimalno 80 m. Na vodotocima širine od 5 do 15 m potrebno je uzorkovati čitavu širinu vodotoka u dužini od minimalno 150 m, a na vodotocima širim od 15 metara uzorkovanje se provodi samo uz obalu (lijevu, desnu ili obje) u dužini od minimalno 300 m. Izuzetak su dovodni kanali HE na Dravi gdje je uzorkovanje moguće samo na mjestima koja su predviđena za spuštanje čamaca.

Način uzorkovanja

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

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

Determinacija riba vrši se odmah po ulovu, na temelju vanjskih morfoloških značajki uz pomoć determinacijskih ključeva (Vuković i Ivanović, 1971; Povž i Sket, 1990; Miller i Loates, 1997; Kottelat i Freyhof, 2007). Determinaciju je potrebno provesti do razine vrste. U slučaju sumnje u točnost određivanja (hibridi, vrlo bliske vrste, mlade jedinke), takve jedinke potrebno je konzervirati i odnijeti u laboratorij radi precizne determinacije. Za konzervaciju se koristi 4%-tna otopina formaldehida. Konzervirane jedinke s različitih postaja potrebno je odvajati u zasebne, dobro obilježene posude. Većinu jedinki (osim onih nesigurnog taksonomskog statusa) potrebno je odmah nakon determinacije pustiti nazad u vodotok. Na terenu se bilježe vrste prisutne na nekom lokalitetu te njihov broj.

LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

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

4.4.2.2. Izračunavanje indeksa/pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica panonske ekoregije

Pokazatelji za ocjenu ekološkog potencijala

Pokazatelji za izračun ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije na temelju riba su sljedeći:

- Udio autohtonih vrsta (pSn)
- Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV)
- Udio jedinki litofilnih vrsta (uLITH)
- Udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes (uCIPR)
- Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC)
- Udio jedinki fitofilnih vrsta (uFITO)
- Broj stranih vrsta (Sa)
- Broj vrsta piscivora (PISC)

Navedene metrike ribljih zajednica uključene su u izračun Hrvatskog ribljeg indeksa za umjetne i znatno promijenjene tekućice (HRIuT) jer su u statističkoj proceduri pokazale značajan odgovor na određene antropogene pritiske. U Tablici 4.4.2.2.-1. prikazane su metrike riblje zajednice koje se koriste za izračun indeksa ekološkog potencijala za pojedine tipove umjetnih i znatno promijenjenih tekućica.

Tablica 4.4.2.2.-1. Metrike ribljih zajednica koje se uključuju u izračun indeksa ekološkog potencijala za pojedine tipove umjetnih i znatno promijenjenih tekućica.

OZNAKA TIPOVA	TIPOVI VODOTOKA PREMA NACIONALNOJ KLASIFIKACIJI	METRIKA	OZNAKA METRIKE
HR-K_1A i HR-K_1B	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i slivnim područjem površine 5-100 km ² te Male znatno promijenjene tekućice s promjenjenom morfologijom i uzdužnom povezanošću toka te slivnim područjem površine 5-100 km ² u Panonskoj ekoregiji	Udio autohtonih vrsta	pSn
		Udio jedinki invertivornih vrsta	uINV
		Udio jedinki litofilnih vrsta	uLITH
HR-K_2A i HR-K_2B	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i slivnim područjem površine 100-1000 km ² te Srednje velike znatno izmijenjene tekućice s promjenjenom morfologijom i uzdužnom povezanošću, a slivnim područjem površine 100-1000 km ² u Panonskoj ekoregiji	Udio nativnih vrsta	pSn
		Udio invertivornih vrsta	pINV
		Udio vrsta iz reda Cypriniformes	pCIPR
HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4	Velike znatno promijenjene tekućice promjenjene morfologije i slivnog područja površine 1000-10000 km ² , Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka slivnog područja 1000-10000 km ² , te Vrlo velike znatno promijenjene tekućice s promjenjenom morfologijom i slivnim područjem površine veće od 10000 km ² u Panonskoj ekoregiji	Udio jedinki invertivornih vrsta	uINV
		Udio jedinki piscivornih vrsta	uPISC
		Udio jedinki fitofilnih vrsta	uFITO
HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C	Znatno promijenjene tekućice s velikim promjenama protoka, Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka (dovodni i odvodni kanali na hidroenergetskim postrojenjima), Umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda te Umjetne tekućice s velikim sezonskim promjenama protoka	Broj alohtonih vrsta	Sa
		Broj piscivornih vrsta	PISC

U Tablici 4.4.2.2.-2. navedene su vrijednosti pokazatelja ekološkog potencijala, odnosno metrika tiblje tajednice za ocjenu ekološkog potencijala kod maksimalnog ekološkog potencijala i u najgorim mogućim uvjetima.

Tablica 4.4.2.2.-2. Vrijednosti pokazatelja ekološkog potencijala (metrike riblje zajednice) kod maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) te u najgorim mogućim uvjetima za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije.

TIP TEKUĆICA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	MEP	NAJGORI UVJETI
HR-K_1A i HR-K_1B	Udio nativnih vrsta (pSn)	1	0
	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV)	0,9	0
	Udio jedinki litofilnih vrsta (uLITH)	0,8	0
HR-K_2A i HR-K_2B	Udio nativnih vrsta (pSn)	1	0
	Udio invertivornih vrsta (pINV)	0,5	0

TIP TEKUĆICA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	MEP	NAJGORI UVJETI
	Udio vrsta iz reda Cypriniformes (pCIPR)	0,5	1
HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV)	0,9	0
	Udio jedinki omnivornih vrsta (uOMNI)	0,05	0
	Udio jedinki fitofilnih vrsta (uFITO)	0,5	0,01
HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C	Broj stranih vrsta (Sa)	0	5
	Broj piscivornih vrsta (PISC)	1,5	0

Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

Omjeri ekološke kakvoće (OEK) računaju se zasebno za svaku metriku ribljih zajednica koja se uključuje u izračun indeksa za tekućice prema sljedećim formulama:

OEKmetrika = (Vrijednost metrike – Donja granica)/(Gornja granica – Donja granica), za metrike čija vrijednost pada s porastom vrijednosti pritiska (pSn, uINV, uLITH, uINV, uOMNI, PISC),

odnosno

OEKmetrika = 1- (Vrijednost metrike – Donja granica)/(Gornja granica – Donja granica), za metrike čija vrijednost raste s porastom vrijednosti pritiska (pCIPR, uFITO, Sa).

Generiranje Hrvatskog indeksa za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije prema ribama (HRIuT)

Hrvatski indeks ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije temeljen na ribama (HRIuT) računa se tako da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće i podijele s brojem omjera ekološke kakvoće (Tablica 4.4.2.2.-3.).

Tablica 4.4.2.2.-3. Formule za izračun indeksa ekološkog potencijala za pojedine tipove umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije.

TIP TEKUĆICA	FORMULA ZA IZRAČUN HRIuT-a
HR-K_1A i HR-K_1B	$HRIuT = \frac{OEK(pSn) + OEK(uINV) + OEK(uLITH)}{3}$
HR-K_2A i HR-K_2B	$HRIuT = \frac{OEK(pSn) + OEK(pINV) + OEK(pCIPR)}{3}$
HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4	$HRIuT = \frac{OEK(uINV) + OEK(uOMNI) + OEK(uFITO)}{3}$
HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C	$HRIuT = \frac{OEK(Sa) + OEK(PISC)}{2}$

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

Granice klasa

Vrijednosti HRIuT-a veće od 0,6 ukazuju na dobar i bolji ekološki potencijal vodotoka. Ako HRIuT na nekom lokalitetu ima vrijednost između 0,4 i 0,59, one označavaju umjeren ekološki potencijal prema ribama kao biološkom elementu. Loš ekološki potencijal imaju vodotoci za koje HRIuT ima vrijednosti 0,21-0,39, dok vrijednosti HRIuT-a manje od 0,20 ukazuju na vrlo loš ekološki potencijal (Tablica 4.4.2.2.-4.)

Tablica 4.4.2.2.-4. Klasifikacija Hrvatskog indeksa ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice prema ribama – granice klasa za ribe kao BEK.

EKOLOŠKI POTENCIJAL	GRANICE KLASA HRIuT-a
DOBAR I BOLJI	0,60-1,00
UMJEREN	0,40-0,59
LOŠ	0,21-0,39
VRLO LOŠ	0,00-0,20

4.4.2.3. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA UMJETNIH I ZNATNO PROMIENJENIH TEKUĆICA PANONSKE EKOREGIJE PREMA RIBAMA

Pokazatelji za ocjenu ekološkog potencijala

Sve uzorkovane vrste riba grupirane su prema supstratu na kojem mrijeste (litofili, fitofili, fitolitofili, pelagofili, vrste koje mrijeste u moru), prema tipu prehrane (herbivori, planktivori, invertivori, piscivori, omnivori) te prema načinu života (bentopelagičke – vrste koje se hrane u stupcu vode i bentičke) (Tablica 4.4.2.3.-1.). U Tablici 4.4.2.3.-1., u operativnoj listi svojti ribljih vrsta vodotoka dunavskog slijeva Hrvatske, tamnim slovima označene su vrste koje su native za ovu ekoregiju, a koje su zabilježene u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije, dok su crvenim slovima označene strane vrste zabilježene u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske regije. Postoji mogućnost da će u narednim godinama u navedenim tekućicama biti zabilježene još i druge strane vrste, kao i da će neke od trenutno zabilježenih nestati, tako da listu treba gledati kao trenutni popis koji je podložan pozitivnim i negativnim promjenama.

Tablica 4.4.2.3.-1. Operativna lista svojiti riba hrvatskih vodotoka dunavskog slijeva s navedenim ekološkim značajkama važnima za utvrđivanje metrika ribljih zajednica. Tamnim slovima označene su native vrste zabilježene tijekom ovog istraživanja, crveni nazivi označavaju strane vrste prisutne u dunavskom slijevu Hrvatske koje su sve, osim vrste *Micropterus salmoides*, također i ulovljene tijekom ovog istraživanja u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije.

Latinski naziv vrste	Stupac vode	Supstrat za mrijest	Prehrambena strategija	Ekološki zahtjevi
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch, 1782)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Alburnus alburnus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Ameiurus melas Rafinesque, 1820</i>	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	More	Invertivor/ Piscivor	Euritopna
<i>Babka gymnotrachelus</i> (Kessler, 1857)	Bentos	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Barbatula barbatula</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Barbus balcanicus</i> Kotlík, Tsigenopoulos, Ráb & Berrebi, 2002	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Barbus barbus</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Blicca bjoerkna</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fito	Omnivor	Euritopna
<i>Carassius carassius</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Chondrostoma nasus</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Litofil	Herbivor	Reofilna
<i>Cobitis bilineata</i> Canestrini, 1865	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Cobitis elongata</i> Heckel & Kner, 1858	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Cobitis elongatoides</i> Băcescu & Mayer, 1969	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Ctenopharyngodon idella</i> (Valenciennes, 1844)	Vodeni stupac	Pelagofil	Herbivor	Euritopna
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Bentos	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Eudontomyzon vladykovi</i> Oliva & Zanandrea, 1959	Bentos	Litofil	Detritivor	Reofilna
<i>Gasterosteus aculeatus</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Fitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Gobio obtusirostris</i> Valenciennes, 1842	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Gymnocephalus baloni</i> Holčík & Hensel, 1974	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Euritopna
<i>Gymnocephalus cernua</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Euritopna
<i>Lepomis gibbosus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Leuciscus aspilus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Piscivor	Reofilna
<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Reofilna
<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Omnivor	Reofilna
<i>Micropterus salmoides</i> (Lacepede, 1802)*	Vodeni stupac	Fitolitofil/ psamofil	Piscivor	Limnofilna
<i>Misgurnus fossilis</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas, 1814)	Bentos	Speleofil	Invertivor	Euritopna
<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas, 1814)	Bentos	Litofil	Invertivor	Euritopna
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/ Piscivor	Reofilna
<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Fitolitofil	Invertivor/ Piscivor	Euritopna
<i>Phoxinus phoxinus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor	Reofilna
<i>Ponticola kessleri</i> (Günther, 1861)	Bentos	Litofil	Invertivor	Euritopna
<i>Proterorhinus semilunaris</i> (Heckel, 1837)	Bentos	Speleofil	Invertivor/ Piscivor	Euritopna

Latinski naziv vrste	Stupac vode	Supstrat za mrijest	Prehrambena strategija	Ekološki zahtjevi
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Rhodeus amarus</i> (Bloch, 1782)	Vodeni stupac	Ostrakofil	Omnivor	Euritopna
<i>Romanogobio kesslerii</i> (Dybowski, 1862)	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Romanogobio vladykovi</i> (Fang, 1943)	Bentos	Psamofil	Invertivor	Reofilna
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitolitofil	Omnivor	Euritopna
<i>Rutilus virgo</i> (Heckel, 1852)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Sabanejewia balcanica</i> (Karaman, 1922)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Reofilna
<i>Sabanejewia larvata</i> (De Filippi, 1859)	Bentos	Fitofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Salmo labrax</i> Pallas, 1814	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/ Piscivor	Reofilna
<i>Salmo trutta</i> Linnaeus, 1758	Vodeni stupac	Litofil	Invertivor/ Piscivor	Reofilna
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Sander volgensis</i> (Gmelin, 1789)	Vodeni stupac	Litofil/ Psamofil	Invertivor/ Piscivor	Euritopna
<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Fitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Silurus glanis</i> Linnaeus, 1758	Bentos	Fitofil	Piscivor	Euritopna
<i>Squalius cephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Vodeni stupac	Litofil	Omnivor	Reofilna
<i>Tinca tinca</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Fitofil	Omnivor	Limnofilna
<i>Umbra krameri</i> Walbaum, 1792	Bentos	Fitolitofil	Invertivor	Limnofilna
<i>Vimba vimba</i> (Linnaeus, 1758)	Bentos	Litofil	Invertivor	Reofilna

Nakon uzorkovanja, determinacije i mjerenja vrsta, pripremili smo ukupno 88 metrika koje opisuju riblje zajednice (Tablica 4.4.2.3.-2.). Metrike su grupirane tako da opisuju četiri karakteristična tipa (prema Furse i sur., 2006), osim toga uključene su i dodatne metrike, slično kao što je rađeno u prijašnjim procjenama indeksa temeljenih na ribljim zajednicama (npr. Petriki i sur., 2017).

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

Tablica 4.4.2.3.-2. Pregled metrika koje opisuju riblju zajednicu (kratice su u zagradama pored naziva metrika) te koje su uključene u statističke analize u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije.

Metrike sastava zajednice	Metrike bogatstva/ raznolikosti	Metrike osjetljivosti/ tolerantnosti	Funkcionalne metrike	Ostale metrike
Udio nativnih vrsta (pSn)	Udio vrsta iz reda Cypriniformes (pCYPR)	Udio jedinki fito-litofilnih vrsta (uPHLI)	Broj invertivornih vrsta (INV)	Ukupna duljina vrste s najvećom gustoćom s obzirom na broj jedinki (TLmaxn)
Udio stranih vrsta (pSa)	pSALM/pCYPR	Udio jedinki pelagofilnih vrsta (uPEL)	Broj vrsta koje mrijeste u moru (SEA)	Ukupna duljina vrste koja zauzima najveći

Metrike sastava zajednice	Metrike bogatstva/ raznolikosti	Metrike osjetljivosti/ tolerantnosti	Funkcionalne metrike	Ostale metrike
				udio u biomasi (TLmaxb)
Udio fitofilnih vrsta (pPHYT)	pPERC (udio vrsta iz reda Perciformes)/ pCYPR	Udio jedinki psamofilnih vrsta (uPSAM)	Broj omnivornih vrsta (OMNI)	
Udio fito-litofilnih vrsta (pPHLI)	Shannonov indeks (H)	Udio jedinki vrsta koje mrijeste u moru (uSEA)	Broj piscivornih vrsta (PISC)	
Udio pelagofilnih vrsta (pPEL)	Recipročni Simpsonov indeks (1/S)	Udio jedinki invertivora (uINV)	Broj bentopelagičkih vrsta (WCOL)	
Udio psamofilnih vrsta (pPSAM)	Margalefov indeks (MI)	Udio jedinki omnivora (uOMNI)	Broj bentičkih vrsta (BENT)	
Udio vrsta koje mrijeste u moru (pSEA)	Alpha indeks (A)	Udio jedinki piscivora (uPISC)	Udio biomase fitofilnih vrsta (bPHYT)	
Udio invertivornih vrsta (pINV)	Berger-Parkerov indeks (d)	Udio biomase jedinki nativnih vrsta (bnat)	Udio biomase fito-litofilnih vrsta (bPHLI)	
Udio omnivornih vrsta (pOMNI)	Shannonov Indeks temeljen na nativnim vrstama (Hnat)	Udio jedinki bentopelagičkih vrsta (uWCOL)	Udio biomase pelagofilnih vrsta (bPEL)	
Udio piscivornih vrsta (pPISC)	Recipročni Simpsonov indeks temeljen na nativnim vrstama (1/S)	Udio jedinki bentičkih vrsta (uBENT)	Udio biomase psamofilnih vrsta (bPSAM)	
pPISC/pINV	Margalefov indeks temeljen na nativnim vrstama (Mlnat)	Udio jedinki vrsta iz reda Salmoniformes (uSALM)	Udio biomase vrsta koje mrijeste u moru (bSEA)	
Udio bentopelagičkih vrsta (pWCOL)	Alpha indeks temeljen na nativnim vrstama (Anat)	uPERC (udio jedinki vrsta iz reda Cypriniformes)/uCYPR	Udio biomase invertivornih vrsta (bINV)	
Udio bentičkih vrsta (pBENT)	Berger-Parkerov indeks temeljen na nativnim vrstama (dnat)	uPISC/uINV	Udio biomase omnivornih vrsta (bOMNI)	
	Hnat-H (Hdif)	Udio biomase jedinki stranih vrsta (balo)	Udio biomase piscivornih vrsta (bPISC)	
	1/Snat-1/S (1/Sdif)	uSALM/uCYPR	bPISC/bINV	
	Mlnat-MI (Mldif)		Udio biomase bentopelagičkih vrsta (bWCOL)	
	Anat-A (Adif)		Udio biomase bentičkih vrsta (bBENT)	
	dnat-d (ddif)		Udio biomase vrsta reda Salmoniformes (bSALM)	
	Hnat/H (Hrat)		Udio biomase vrsta reda Cypriniformes (bCYPR)	
	1/Snat/1/S (1/Srat)		bSALM/bCYPR	
	Mlnat/MI (Mlrat)			
	Anat/A (Arat)			
	dnat/d (drat)			

Opis okolišnih parametara i indikatora

Ukupno je 21 okolišni parametar uključen u statističke analize. Ti parametri opisuju stanišne uvjete i antropogene pritiske, uključujući fizikalno-kemijske, morfološke i hidrološke uvjete (temperatura zraka, temperatura vode, prozirnost, koncentracija klorofila α , pH vrijednost, koncentracija suspendiranih tvari, alkalinitet, salinitet, koncentracija otopljenog kisika, biološka potrošnja kisika (BPK₅), koncentracija amonija, nitrita, nitrata, ukupnog dušika, ortofosfata, ukupnog fosfora, otopljenih silikata, koncentracija ukupnog organskog ugljika (TOC), hidrološki režim, uzdužna povezanost i morfološka ocjena). U analizu su uključene prosječne vrijednosti svih fizikalno-kemijskih parametara mjerene u toplijem dijelu godine (od travnja do rujna).

Opis statističkih analiza uključenih u selekciju metrika

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

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

Odgovori ribljih metrika na sve okolišne parametre i pritiske analizirani su linearnom regresijom. Metrike koje su pokazale značajnu korelaciju s barem jednim pritiskom ($R^2 > 0,34$, $p < 0,05$) su provjerene u skladu s pretpostavkama linearne regresije (normalna distribucija, linearnost i izostanak multikolinearnosti). Metrike za koje su oba uvjeta bila zadovoljena (značajna korelacija s barem jednim pritiskom i linearnost), uključene su u razradu indeksa. Nadalje, korelacijski koeficijenti su izračunati između metrika unutar oba seta podataka, u slučajevima kada su pokazali značajnu korelaciju, one metrike za koje su dobiveni bolji odgovori na pritiske su na koncu uključene u izračun indeksa.

4.4.2.3.1. Odnosi pritisak-odgovor i metrike odabrane za izračune indeksa u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije

Odgovori ribljih metrika na okolišne pritiske utvrđeni su zasebno za pojedine tipove/skupine tipova umjetnih i znatno promijenjenih tekućica. U Tablici 4.4.2.3.1.-1. navedene su metrike riblje zajednice koje su pokazale jasan odgovor na određeni pritisak za umjetne i znatno promijenjene tekućice, a uz to imaju normalnu distribuciju i zadovoljavaju pretpostavke linearnosti te su, kao što će biti detaljnije opisano kasnije, korištene za izračun Hrvatskog indeksa za umjetne i znatno promijenjene tekućice prema ribama (HRIuT). Statistički značajni odgovori (utvrđeni metodom linearne regresije uz uvjete $R^2 > 0,34$ i $p < 0,05$) opisani su i ilustrirani u sljedećim poglavljima.

Tablica 4.4.2.3.1.-1. Metrike riblje zajednice koje su pokazale odgovore na pojedine pritiske za umjetne i znatno promijenjene tekućice.

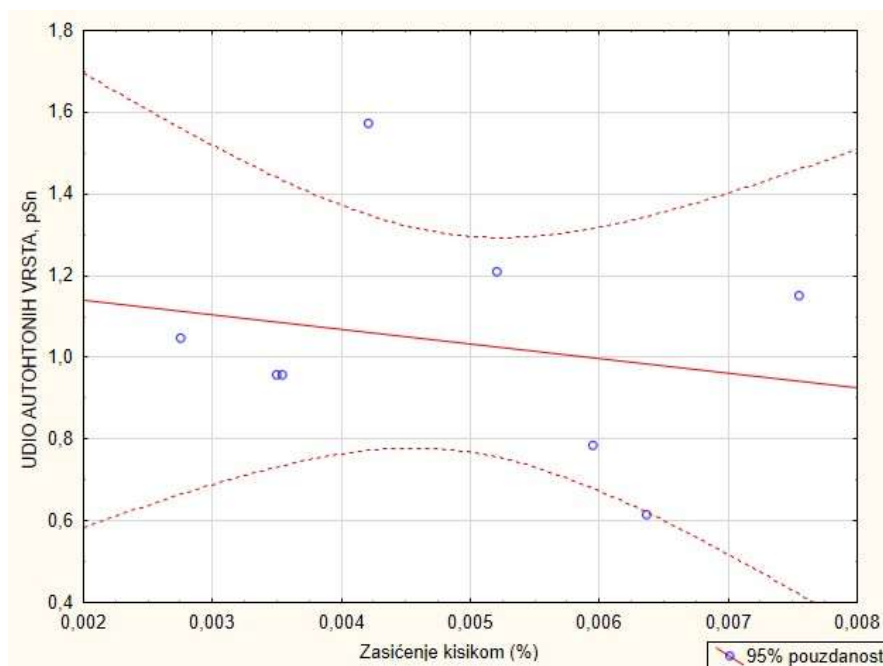
TIP VODOTOKA PREMA NACIONALNOJ KLASIFIKACIJI	ODNOS PRITISAK - ODGOVOR	R ²	p
HR-K_1A i HR-K_1B	Udio autohtonih vrsta (pSn) pokazuje odgovor na zasićenje kisikom	0,721	0,000
	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenog kisika	0,508	0,029
	Udio jedinki litofilnih vrsta (uLITH) pokazuje odgovor na temperaturu	0,427	0,047
HR-K_2A i HR-K_2B	Udio nativnih vrsta (pSn) pokazuje odgovor na zasićenje kisikom	0,721	0,000
	Udio invertivornih vrsta (pINV) pokazuje odgovor na koncentraciju kisika	0,566	0,002
	Udio vrsta iz reda Cypriniformes (pCIPR) pokazuje odgovor na uzdužnu povezanost	0,495	0,004
HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV) pokazuje odgovor na temperaturu vode	0,438	0,011
	Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenih nitrata	0,566	0,003
	Udio jedinki fitofilnih vrsta (uFITO) pokazuje odgovor na morfološku ocjenu	0,344	0,027
HR-K_5, HR-K_6A, HR- K_6B i HR-K_6C	Broj alohtonih vrsta (Sa) pokazuje odgovor na zasićenje kisikom	0,424	0,003
	Broj piscivornih vrsta (PISC) pokazuje odgovor na koncentraciju otopljenih nitrata u vodi	0,405	0,004

Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u malim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i slivnim područjem površine 5-100 km² te malim znatno promijenjenim tekućicama s promjenjenom morfologijom i uzdužnom povezanošću toka te slivnim područjem površine 5-100 km² u Panonskoj ekoregiji (tipovi HR-K_1A i HR-R_1B):

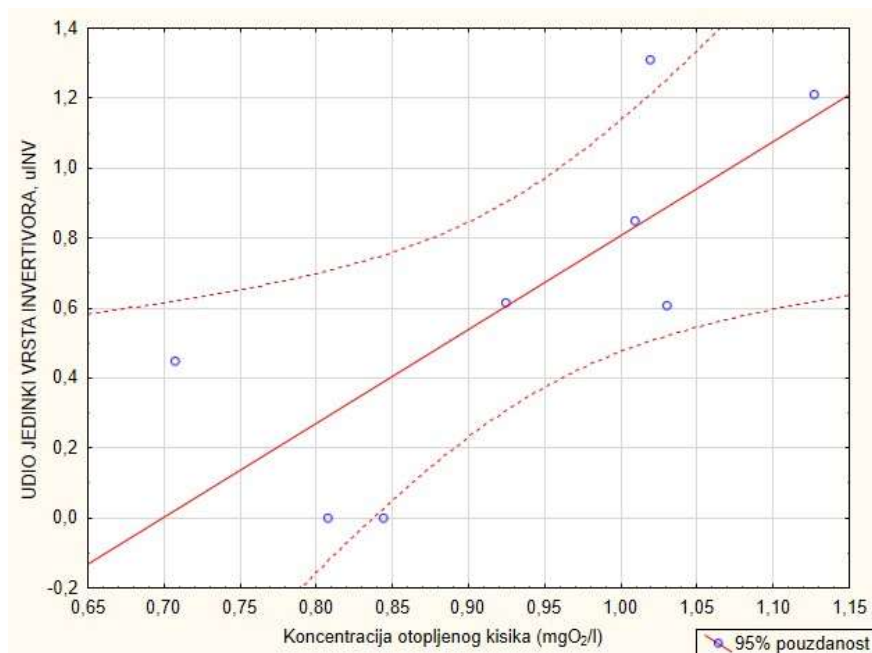
- Udio autohtonih vrsta (pSn) pokazuje odgovor na zasićenje kisikom (R²=0,721, p=0,000; Slika 4.4.2.3.1.-1.). Nativne vrste obično su osjetljivije na promjene fizikalno-kemijskih značajki na staništima, osobito na smanjenje koncentracije kisika. Istovremeno, strane vrste koje bolje podnose fluktuacije i/ili smanjenje koncentracije kisika na takvim lokalitetima lakše uspostavljaju stabilne populacije te dodatno negativno djeluju na autohtone vrste i dovode do smanjenja gustoća njihovih populacija.
- Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV) pokazuje statistički značajan odgovor na koncentraciju otopljenog kisika (R²=0,508, p=0,0209; Slika 4.4.2.3.1.-2.). Možemo očekivati kako promjene koncentracije kisika mogu biti uzrokovane morfološkim i hidrološkim promjenama vodotoka, a na njih su osobito osjetljive nativne, stenoosne vrste, koje prirodno obitavaju u malim tekućicama. Smanjenje koncentracije kisika, osobito u malim vodotocima, također može biti indikator onečišćenja vodotoka i njihove eutrofikacije, odnosno pojačanje mikrobiološke razgradnje pa, ako

su morfološki i hidrološki uvjeti već promijenjeni, posebno je osigurati čistoću vode, obogaćenje kisikom stvaranjem umjetnih kaskada te sprječavanje eutrofikacije. Također je nužno ukloniti već prisutne strane vrste, kao i spriječiti pojavu stranih vrsta, s obzirom da one svojim metaboličkim produktima i biomasom koja troši kisik, dovode do dodatnog smanjenja koncentracije kisika na što su, kao što smo već naveli, autohtone vrste malih vodotoka (od kojih su mnoge upravo invertivori) osobito osjetljive.

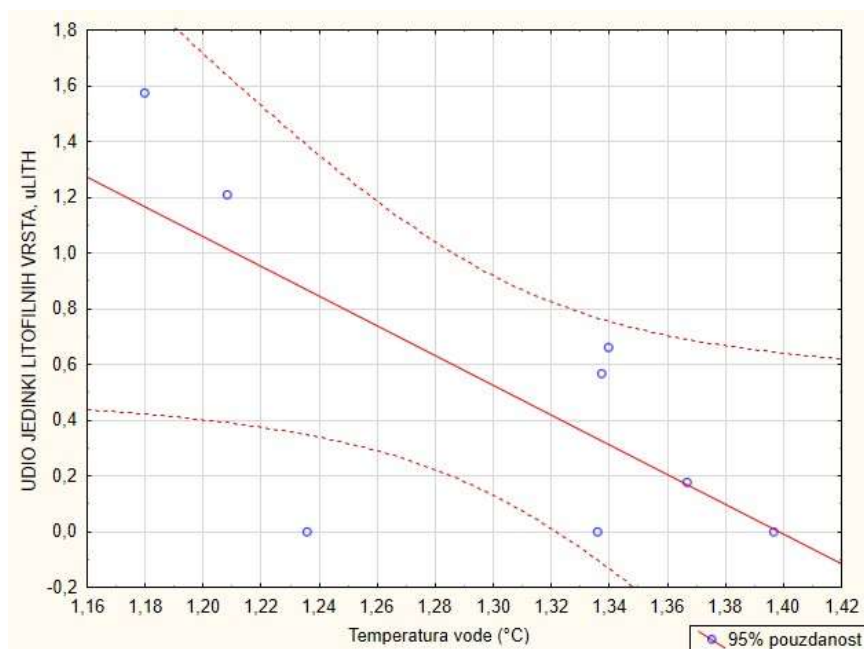
- Udio jedinki litofilnih vrsta (uLITH) pokazuje statistički značajan odgovor na temperaturu vode ($R^2=0,427$, $p=0,047$; Slika 4.4.2.3.1.-3.). Promjene temperature također su česta popratna pojava morfoloških i hidroloških modifikacija vodotoka, osobito njihova usporavanja. Slično kao i s prethodnim čimbenikom, na promjene temperature osobito su osjetljive nativne vrste malih vodotoka (od kojih su mnoge litofilne vrste), koje su inače stenovalentne te uvjeti za njih postaju suboptimalni, a, u slučajevima izrazitije promjene temperature, dolazi do nemogućnosti obavljanja životnih funkcija, poremećaja životnog ciklusa te pada gustoće populacija. S druge strane, alohtone vrste puno bolje podnose promjene temperature, njima obično čak i odgovara povišena temperatura, čime se dodatno pojačava njihov reproducijski uspjeh, ali i invazivni učinak na nativnu zajednicu.



Slika 4.4.2.3.1.-1. Grafički prikaz linearne regresije između udjela autohtonih vrsta riba (pSn) i zasićenja kisikom, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.



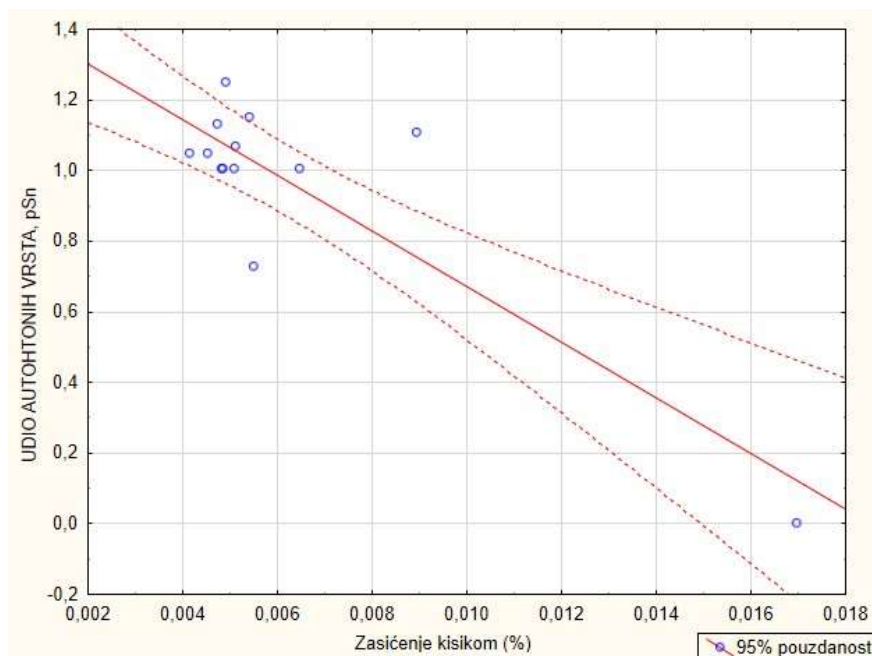
Slika 4.4.2.3.1.-2. Grafički prikaz linearne regresije između udjela broja jedinki invertivornih vrsta riba (uINV) i koncentracije otopljenog kisika, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.



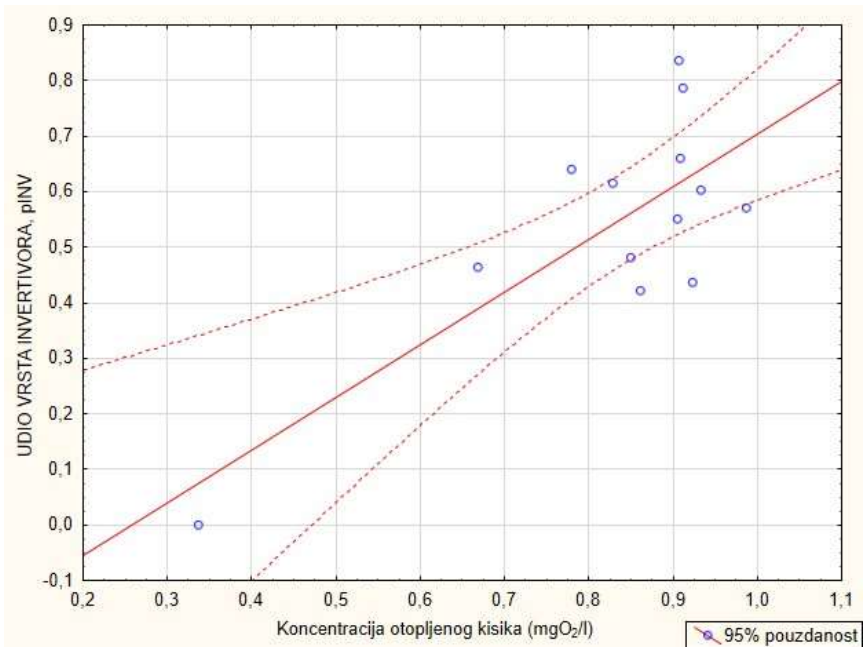
Slika 4.4.2.3.1.-3. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki litofilnih vrsta riba (uLITH) i temperature vode, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.

Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u srednje velikim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i slivnim područjem površine 100-1000 km² te srednje velikim znatno izmijenjenim tekućicama s promjenjenom morfologijom i uzdužnom povezanošću, a slivnim područjem površine 100-1000 km² u Panonskoj ekoregiji (tipovi HR-K 2A i HR-K 2B):

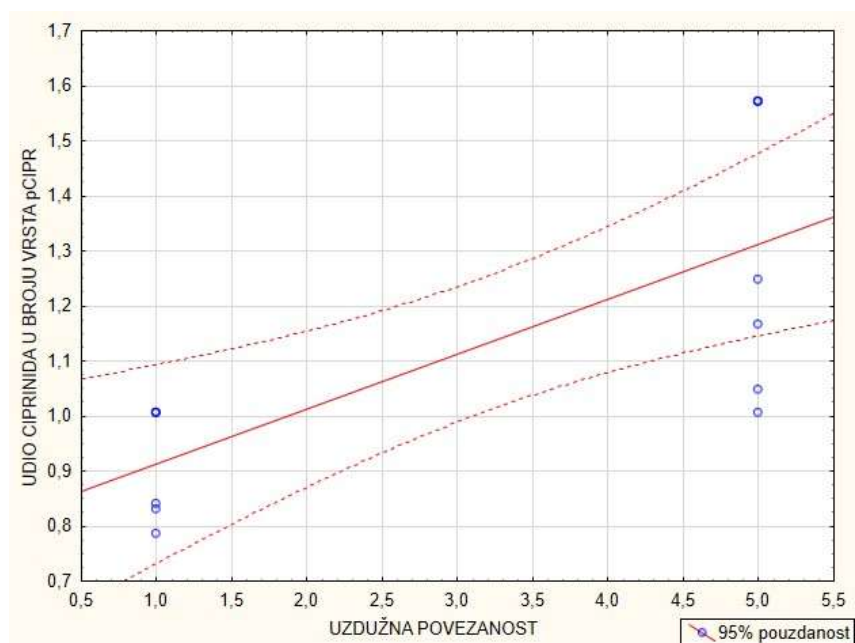
- Udio nativnih vrsta riba (pSn) pokazuje statistički značajan odgovor na zasićenje kisikom ($R^2=0,721$, $p=0,000$; Slika 4.4.2.3.1.-4.). Kao što je već navedeno kod prethodnih tipova, do promjene u koncentraciji kisika često dolazi uslijed morfoloških i hidroloških izmjena na vodotocima, što loše podnose upravo native vrste. Stoga smo upravo odgovore na smanjenu koncentraciju kisika ili zasićenje kisikom utvrdili kod većine tipova znatno promijenjenih tekućica.
- Udio vrsta invertivora (pINV) pokazuje statistički značajan odgovor na koncentraciju otopljenog kisika ($R^2=0,566$, $p=0,002$; Slika 4.4.2.3.1.-5.). Sličan odgovor dobiven je u prethodnim tipovima (odnose se na male znatno promijenjene tekućice), samo što je tamo bolji odgovor dobiven na temelju udjela jedini invertivornih vrsta. Očito je kako su autohtone, invertivorne vrste osobito osjetljive na promjene koncentracije kisika te kako su poremećaji sadržaja kisika česta prateća pojava izmjene morfološkog i hidrološkog stanja rijeka, kao i uzdužne povezanosti.
- Udio vrsta koje pripadaju redu Cypriniformes (pCIPR) pokazuje odgovor na remećenje uzdužne povezanosti vodotoka ($R^2=0,495$, $p=0,004$; Slika 4.4.2.3.1.-6.). Izostanak riječnog kontinuiteta fragmentacijom onemogućuje migracije koje su prirodan dio životnog ciklusa mnogih vrsta riba i nužne za njihov reproduktivni uspjeh. Osim toga, izgradnjom brana i drugih pregrada na vodotocima mijenjaju se fizikalno-kemijski uvjeti te stanište prestaje biti zadovoljavajuće kvalitete za autohtone vrste. S druge strane, upravo se na takvim mjestima, gdje su stanišni uvjeti promijenjeni, a prirodne zajednice oslabljene, strane vrste najčešće pojavljuju i najbrže uspostavljaju stabilne populacije.



Slika 4.4.2.3.1.-4. Grafički prikaz linearne regresije između udjela nativnih vrsta riba (pSn) i zasićenja kisikom, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.



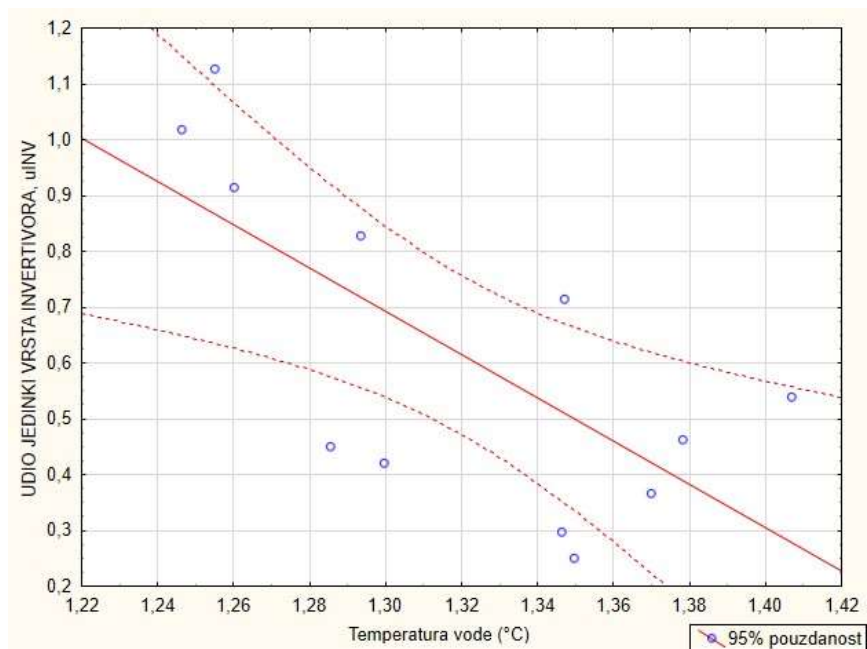
Slika 4.4.2.3.1-5. Grafički prikaz linearne regresije između udjela vrsta invertivora (pINV) i koncentracije otopljenog kisika, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.



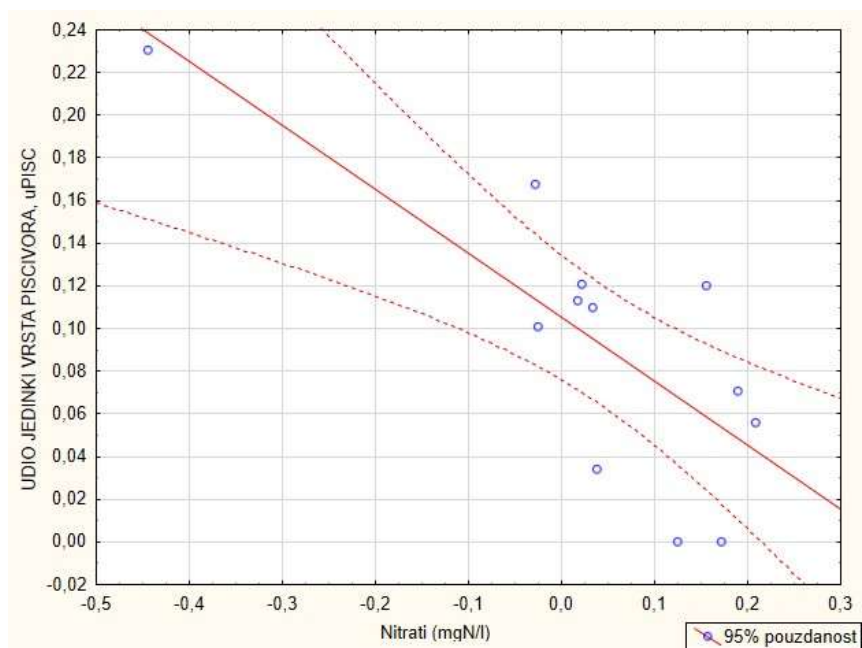
Slika 4.4.2.3.1-6. Grafički prikaz linearne regresije između udjela vrsta iz reda Cypriniformes (pCIPR) i uzdužne povezanosti vodotoka, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.

Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u velikim znatno promijenjenim tekućicama promjenjene morfologije i slivnog područja površine 1000-10000 km², velikim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka slivnog područja 1000-10000 km², te vrlo velikim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i slivnim područjem površine veće od 10000 km² u Panonskoj ekoregiji (tipovi HR-K 3A, HR-K 3B i HR-K 4):

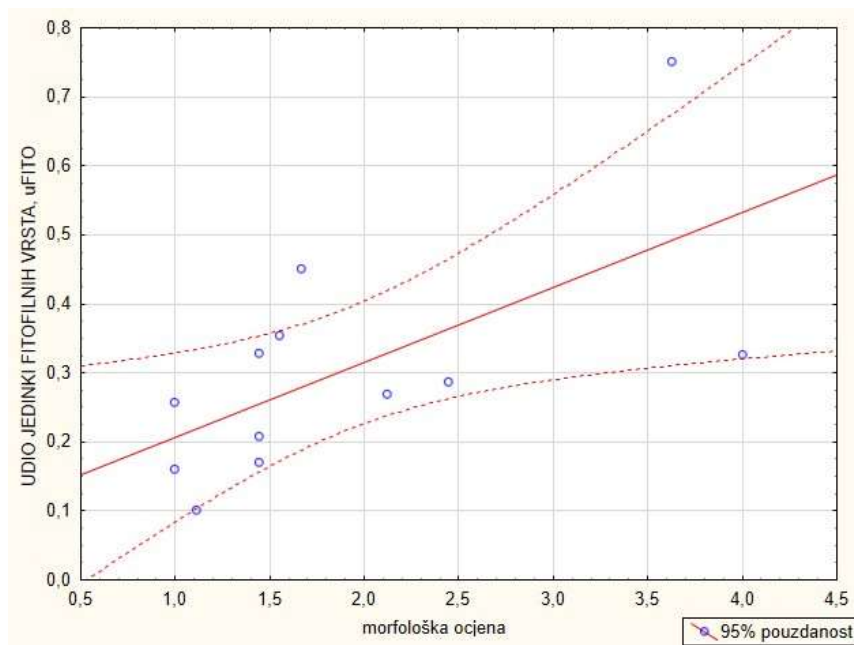
- Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV) pokazuje statistički značajan odgovor na temperaturu vode ($R^2=0,438$, $p=0,011$; Slika 4.4.2.3.1.-7.). Kao što je već navedeno kod prethodnih tipova, do promjene u temperaturi vode može doći uslijed morfoloških i hidroloških promjena na vodotocima te pregrađivanja vodotoka, a promjene temperature štetno djeluju na native vrste riba. Udio vrsta i jedini invertivora u zajednici ponovno se pokazuje kao metrika riblje zajednice osobito osjetljiva na pritiske.
- Udio jedinki piscivornih vrsta (uPISC) pokazuje statistički značajan odgovor na koncentraciju otopljenih nitrata ($R^2=0,566$, $p=0,003$; Slika 4.4.2.3.1.-8.). Nitrati su, uz fosfor, jedan od bitnih pokazatelja i pokretača eutrofikacije, iako ju oni uzrokuju indirektnim mehanizmom. Njihov porast u tekućicama posljedica je ispiranja s poljoprivrednih površina te raznih oblika onečišćenja, a imaju negativan utjecaj na native vrste riba i gustoće njihovih populacija. Ovdje je važno primijetiti kako ni znatno promijenjena i umjetna vodna tijela, očekivano, nisu pošteđena i od ostalih antropogenih utjecaja, poput eutrofikacije i onečišćenja. S obzirom da su morfološki i hidrološki uvjeti, kao i kontinuitet protoka u tim vodotocima značajno poremećeni, native riblje zajednice su pod višestrukim negativnim utjecajima, koji dovode do još značajnijih negativnih posljedica u njihovoj strukturi, gustoći i vijabilnosti. Na umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima nužno je osigurati uklanjanje ostalih prijetnji (stranih vrsta, onečišćenja, eutrofikacije, prelova), a utjecaje hidroloških i morfoloških promjena ublažiti adekvatnim mjerama te svesti na najmanju moguću razinu.
- Udio jedinki fitofilnih vrsta pokazuje statistički značajan odgovor na stupanj promijenjenosti morfologije vodotoka ($R^2=0,344$, $p=0,0277$; Slika 4.4.2.3.1.-9.). Jasno je kako promjene morfologije dovode do izostanka optimalnih staništa za native vrste, a izgleda kako su fitofilne vrste osobito ugrožene, što možemo objasniti nestankom karakterističnih biljnih zajednica prilikom izmjene obala i korita vodotoka. Stvaranjem adekvatnih mikrostaništa i obnovom/stvaranjem adekvatne biljne zajednice čak i na umjetnim i znatno promijenjenim vodnim tijelima ovaj bi negativan učinak mogao biti ublažen.



Slika 4.4.2.3.1-7. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki invertivornih vrsta riba (uINV) i temperature vode, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.



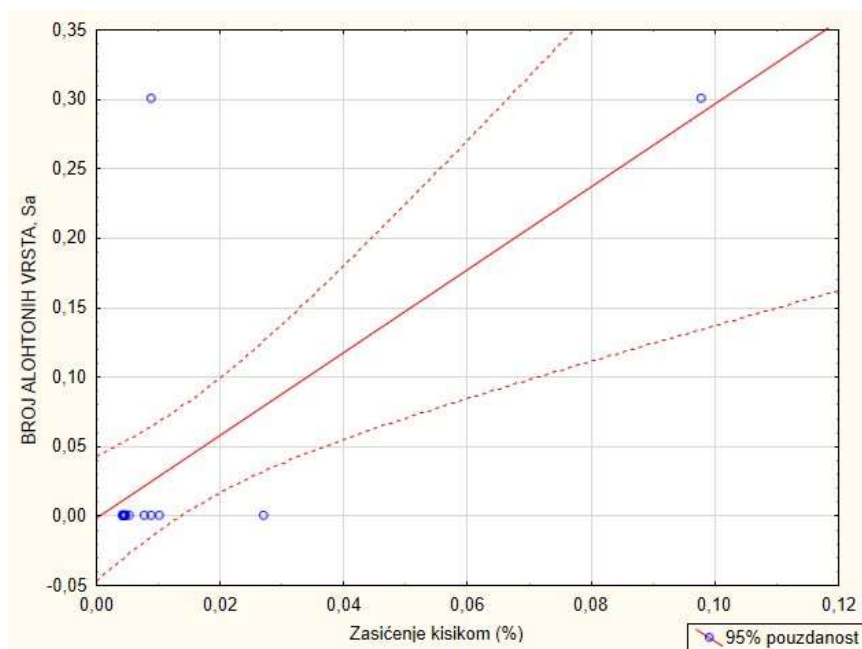
Slika 4.4.2.3.1-8. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki piscivornih vrsta (uPISC) i koncentracije otopljenih nitrata u vodi, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.



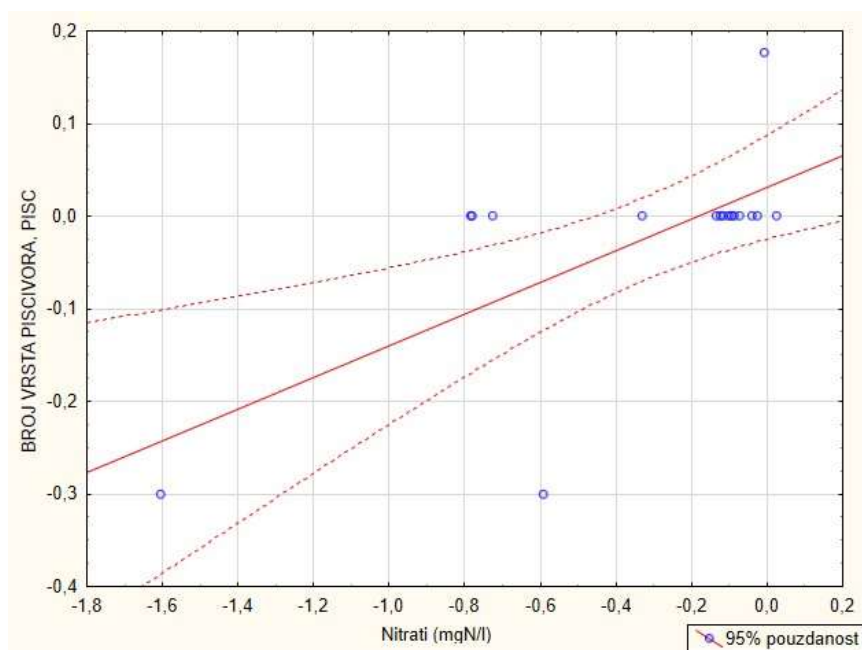
Slika 4.4.2.3.1.-9. Grafički prikaz linearne regresije između udjela jedinki fitofinih vrsta (uFITO) i morfološke ocjene, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.

Opisi odgovora metrika riblje zajednice na pritiske u znatno promijenjenim tekućicama s velikim promjenama protoka, umjetnim tekućicama s velikim dnevnim promjenama protoka (dovodni i odvodni kanali na hidroenergetskim postrojenjima), umjetnim tekućicama s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda te umjetnim tekućicama s velikim sezonskim promjenama protoka (tipovi HR-K 5, HR-K 6A, HR-K 6B i HR-K 6C):

- Broj stranih vrsta (pSa) pokazuje statistički značajan odgovor na zasićenje kisikom ($R^2=0,424$, $p=0,003$; Slika 4.4.2.3.1.-10.). Kao što je već spomenuto, promjene u sadržaju kisika znatno bolje podnose strane vrste, dok su native riblje vrste obično osjetljivije na promjene koncentracije i zasićenja kisikom.
- Broj piscivornih vrsta (PISC) pokazuje statistički značajan odgovor na koncentraciju otopljenih nitrata u vodi ($R^2=0,405$, $p=0,004$; Slika 4.4.2.3.1.-11.). Nitrati su, uz fosfor, jedan od bitnih pokazatelja i pokretača eutrofikacije, a njihov porast u tekućicama posljedica je ispiranja s poljoprivrednih površina te raznih oblika onečišćenja.



Slika 4.4.2.3.1.-10. Grafički prikaz linearne regresije između broja alohtonih vrsta riba (Sa) i zasićenja vode kisikom, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.



Slika 4.4.2.3.1.-11. Grafički prikaz linearne regresije između broja psicivornih vrsta (PISC) i koncentracije nitrata u vodi, na temelju standardiziranih mjera u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.

4.4.2.3.2. Maksimalni i dobar ekološki potencijal umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije

Prilikom razvoja klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice korišten je pristup odabira referentnih uvjeta, kao vrijednosti metrika ribljih zajednica bitnih za izračun indeksa, kakve bi bile u slučaju ostvarivanja najboljih mogućih zajednica unutar pojedine tekućice, a time i postizanja najboljih mogućih uvjeta unutar pojedinih vodnih tijela. Ovaj se pristup, dakle, temelji na procjeni referentnih uvjeta koji odgovaraju maksimalnom ekološkom potencijalu. Međutim, on je za ribe također usklađen i s pristupom određivanja MEP-a identifikacijom mjera ublažavanja, s obzirom da će kvalitetna primjena mjera ublažavanja, prilagođenih za svaki pojedini lokalitet, omogućiti stabilizaciju ribljih zajednica i njihovo poboljšanje prema najboljim mogućim (referentnim) uvjetima, a time onda i povišenje ekološkog potencijala prema maksimalnom ekološkom potencijalu pojedinih umjetnih i znatno promijenjenih tekućica u Hrvatskoj. Stoga maksimalni ekološki potencijal odgovara vrijednostima omjera ekološke kakvoće od 1, a dobar i bolji ekološki potencijal vrijednostima omjera ekološke kakvoće većima od 0,6. Najlošije vrijednosti pojedinih ribljih metrika određene su kao najgore zabilježene vrijednosti u slučaju izrazito promijenjenih zajednica ili stručne procjene najgore moguće vrijednosti (npr. ako se radi o metrikama koje opisuju udio stranih vrsta, onda je najgore moguće stanje da su na nekom lokalitetu zabilježene isključivo strane vrste). U Tablici 4.4.2.3.2.-1. navedene su vrijednosti pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala kod maksimalnog ekološkog potencijala i u najgorim mogućim uvjetima.

Tablica 4.4.2.3.2.-1. Vrijednosti pokazatelja ekološkog potencijala, odnosno metrika riblje zajednice kod maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) te u najgorim mogućim uvjetima za umjetne i znatno promijenjene tekućice.

TIP TEKUĆICA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	MEP	NAJGORI UVJETI
HR-K_1A i HR-K_1B	Udio nativnih vrsta (pSn)	1	0
	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV)	0,9	0
	Udio jedinki litofilnih vrsta (uLITH)	0,8	0
HR-K_2A i HR-K_2B	Udio nativnih vrsta (pSn)	1	0
	Udio invertivornih vrsta (pINV)	0,5	0
	Udio vrsta iz reda Cypriniformes (pCIPR)	0,5	1
HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4	Udio jedinki invertivornih vrsta (uINV)	0,9	0
	Udio jedinki omnivornih vrsta (uOMNI)	0,05	0
	Udio jedinki fitofilnih vrsta (uFITO)	0,5	0,01
HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C	Broj stranih vrsta (Sa)	0	5
	Broj piscivornih vrsta (PISC)	1,5	0

4.4.2.3.3. Izračunavanje indeksa/pokazatelja i ocjena ekološkog potencijala prema ribama umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panoske ekoregije

Izračun omjera ekološke kakvoće (OEK)

Omjeri ekološke kakvoće (OEK) računaju se zasebno za svaku metriku ribljih zajednica koja se uključuje u izračun indeksa za tekućice prema sljedećim formulama:

OEK_{metrika} = (Vrijednost metrike – Donja granica)/(Gornja granica – Donja granica), za metrike čija vrijednost pada s porastom vrijednosti pritiska (pSn, uINV, uLITH, uINV, uOMNI, PISC),

odnosno

OEK_{metrika} = 1- (Vrijednost metrike – Donja granica)/(Gornja granica – Donja granica), za metrike čija vrijednost raste s porastom vrijednosti pritiska (pCIPR, uFITO, Sa).

Generiranje Hrvatskog indeksa za umjetne i znatno promijenjene tekućice prema ribama (HRIuT)

Hrvatski indeks ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panoske ekoregije temeljen na ribama (HRIuT) računa se tako da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće i podijele s brojem omjera ekološke kakvoće (Tablica 4.4.2.3.3.-1.).

Tablica 4.4.2.3.3.-1. Formule za izračun indeksa ekološkog potencijala za pojedine tipove umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panoske ekoregije.

TIP TEKUĆICA	FORMULA ZA IZRAČUN HRIuT-a
HR-K_1A i HR-K_1B	$HRIuT = \frac{OEK(pSn) + OEK(uINV) + OEK(uLITH)}{3}$
HR-K_2A i HR-K_2B	$HRIuT = \frac{OEK(pSn) + OEK(pINV) + OEK(pCIPR)}{3}$
HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4	$HRIuT = \frac{OEK(uINV) + OEK(uOMNI) + OEK(uFITO)}{3}$
HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C	$HRIuT = \frac{OEK(Sa) + OEK(PISC)}{2}$

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

Utvrđivanje granica klasa

Vrijednost HRIuT-a, kao multimetrijskog indeksa, zapravo je prosječna vrijednost svih omjera ekološke kakvoće utvrđenih za određene tipove vodotoka. Stoga HRIuT pokazuje odnos primijećenih metrika riblje zajednice i referentnih vrijednosti istih metrika (vrijednosti kakve bi metrike imale da se radi o najboljem mogućem stanju u nekom vodotoku – maksimalnom ekološkom potencijalu, odnosno u stabilnoj, prirodnoj ihtiocenozi), a ekološki potencijal vodotoka moguće je uvrstiti u jedan od četiri razreda (klasa), u skladu sa zahtjevima ODV. Vrijednosti indeksa koje su blizu 1 odnose se na malo promijenjene zajednice,

a njihovo postizanje značit će uspostavljanje najstabilnije moguće riblje zajednice, sastavljene od nativnih vrsta unutar nekog vodnog tijela, odnosno postizanje maksimalnog ekološkog potencijala. S druge strane, ako su vrijednosti indeksa bliže 0, znači da su riblje zajednice izrazito promijenjene uslijed izmjene vodnih tijela, ali i drugih antropogenih pritisaka. S obzirom da su Omjeri ekološke kakvoće, a onda i cjelokupan indeks rađeni u odnosu na referentno stanje, slijedili smo preporuku (Furse i sur., 2006) i ekvidistalno uređenje granica klasa kako bismo dobili jednake raspone širina vrijednosti (po 0,2 širina svake klase), osim za prvu klasu (dobar i bolji potencijal), čija je širina dvostruko veća (Tablica 4.4.2.3.3.-2.).

Tablica 4.4.2.3.3.-2. Klasifikacija Hrvatskog indeksa ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice prema ribama – granice klasa za ribe kao BEK.

EKOLOŠKI POTENCIJAL	GRANICE KLASA HRIuT-a
DOBAR I BOLJI	0,60-1,00
UMJEREN	0,40-0,59
LOŠ	0,21-0,39
VRLO LOŠ	0,00-0,20

Opisi zajednica koje odgovaraju dobrom i boljem te umjerenom ekološkom potencijalu umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije

Dobrom i boljem ekološkom potencijalu odgovaraju riblje zajednice koje su posve ili uglavnom sastavljene od nativnih vrsta, a strane vrste nisu prisutne ili su prisutne s malim brojem vrsta i jedinki. U zajednicama je prisutna veća raznolikost vrsta te vrste prisutne u odgovarajućim prirodnim zajednicama, a odnosi u zajednici omogućuju stabilnost svih nativnih vrsta. U malim znatno promijenjenim tekućicama prevladavaju vrste koje su po supstratu na kojem mrijeste litofili (udio litofila u broju jedinki tipično iznosi više od polovice ukupnog broja jedinki), a po načinu prehrane invertivori (udio invertivora u broju jedinki veći je od 0,54). U srednje velikim znatno promijenjenim tekućicama koje karakterizira dobar i bolji ekološki potencijal invertivorne vrste čine između trećine i polovice od ukupnog broja vrsta, a vrste koje pripadaju redu Cypriniformes ne dominiraju značajno brojem vrsta, već također čine oko polovice od ukupnog broja vrsta. Kod velikih i vrlo velikih znatno izmijenjenih tekućica ihtiocenoza koja odgovara dobrom i boljem potencijalu ima udio jedinki invertivornih vrsta 0,54 ili više, udio jedinki omnivornih vrsta 0,03 ili više, a udio jedinki fitofilnih vrsta 0,3 ili više.

Umjerenom ekološkom potencijalu odgovaraju zajednice u kojima su strane vrste prisutne s većim brojem i gustoćom jedinki te imaju negativan utjecaj na autohtonu ihtiofaunu. Broj nativnih vrsta je smanjen, kao i njihove gustoće, a odnosi u zajednicama djelomično poremećeni. Izostaju osjetljive native vrste određenih ekoloških zahtjeva. U malim znatno promijenjenim tekućicama umjerenog ekološkog potencijala strane vrste čine 40-60 % vrsta, a udio jedinki invertivornih i litofilnih vrsta je smanjen te iznosi između trećine i polovine ukupnog broja jedinki. Umjeren ekološki potencijal srednje velikih znatno promijenjenih tekućica također karakterizira veći udio stranih vrsta (40-60 %), dok je udio invertivornih vrsta smanjen (0,2-0,3), a udio jedinki koje pripadaju redu Cypriniformes povećan te one predstavljaju više od polovice ukupnog broja vrsta. U ihtiocenzama koje karakteriziraju umjeren ekološki potencijal velikih i vrlo velikih znatno promijenjenih tekućica smanjeni su udjeli broja jedinki invertivornih vrsta (0,36-0,54), omnivornih vrsta (0,02-0,03), kao i fitofilnih vrsta (0,2-0,3).

4.4.2.3.4. Vrijednosti ekološkog potencijala utvrđene u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije te prijedlog mjera za ublažavanje pritisaka

Slijedeći opisanu metodologiju za svaki je lokalitet umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije uključen u ovaj projekt, a na kojem su ulovljene ribe, ocijenjen ekološki potencijal. U sljedećim poglavljima prikazujemo OEK i Hrvatske indekse ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice prema ribama (HRIuT) za sve lokalitete na kojima ih je bilo moguće odrediti, poredane prema tipovima za koje je utvrđena jedinstvena metodologija. Uz sve tipove/skupine tipova također navodimo i prijedloge mjera ublažavanja čija kvalitetna implementacija će dovesti do poboljšanja ekološkog potencijala.

Ocjena ekološkog potencijala u malim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i slivnim područjem površine 5-100 km² te malim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanošću toka te slivnim područjem površine 5-100 km² u Panonskoj ekoregiji (tipovi HR-K_1A i HR-K_1B) prikazana je u tablici 4.4.2.3.4.-1.

Tablica 4.4.2.3.4.-1. Omjeri ekološke kakvoće (OEK) i utvrđeni indeksi ekološkog potencijala (HRIuT) prema ribama u malim znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije (tipovi HR-K_1A i HR-K_1B).

Naziv lokaliteta	Tip ZPVT/UVT	OEK(pSn)	OEK(uINV)	OEK(uLITH)	HRIuT	Ekološki potencijal
Stari Travnik, Branjin Vrh	HR-K_1A	0,67	0,36	0,36	0,46	UMJEREN
Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	HR-K_1A	0,75	0,97	0,04	0,59	UMJEREN
Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	HR-K_1A	0,67	0,63	0,00	0,43	UMJEREN
Bobotski kanal, Ernestinovo	HR-K_1A	0,50	0,00	0,00	0,17	VRLO LOŠ
Lateralni kanal, G. Narta	HR-K_1B	0,33	0,00	0,00	0,11	VRLO LOŠ
Čnomerec, Srednjaci	HR-K_1B	0,88	0,37	1,09	0,78	DOBAR I BOLJI
Lendava, Stari Gradac	HR-K_1B	0,83	0,21	0,47	0,50	UMJEREN
Gradna, Savršćak	HR-K_1B	1,00	1,00	1,00	1,00	DOBAR I BOLJI

Iz OEK utvrđenog za male znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije (u kojima je promijenjena morfologija ili i morfologija i uzdužna povezanost), najizraženije promjene u ribljim zajednicama uzrokovane su uslijed smanjenja koncentracije i zasićenja vode kisikom te povišenja temperature vode, a te obje promjene redovito prate morfološke promjene staništa, kao i stvaranje pregrada na vodotocima, iako mogu biti uzrokovane i drugim čimbenicima (eutrofikacija). Veliki problem predstavljaju i strane vrste koje su prisutne na svim istraživanim lokalitetima osim lokaliteta Gradna, Savršćak, a na nekim lokalitetima i dominiraju u broju jedinki. Osobito su problematični lokaliteti Bobotski kanal, Ernestinovo te Lateralni kanal, G. Narta, na kojima je došlo do zamjene nativnih vrsta stranima, pa izostaju tipične invertivorne i litofilne vrste, a prisutan je izuzetno velik udio stanih vrsta. Uklanjanje stranih vrsta, ali i obnova populacija autohtonih vrsta, svakako su mjere koje će dovesti do poboljšanja ekološkog potencijala svih lokaliteta,

osim Gradne, Savršćak, s obzirom da je tamo prisutna prirodna zajednica. Iz širokog spektra mogućih mjera usmjerenih rješavanju utvrđenih prijetnji, potrebno je odabrati i prilagoditi adekvatne mjere za svaki pojedini lokalitet, a prijedlozi mogućih mjera uključuju na primjer: uklanjanje stranih vrsta, uspostavljanje sustava za rano uočavanje i brzo djelovanje u slučaju pojave stranih vrsta, sprječavanje poribljavanja stranim vrstama strogo kontrolom i edukacijom ribiča i lokalnog stanovništva, poticanje poribljavanja autohtonim vrstama u odgovarajućoj količini (poštujući kapacitet staništa kako ne bi dolazilo do prevelikog nakupljanja metaboličkih produkata i intenziviranja bakterijske razgradnje), reintrodukcije nativnih litofilnih i invertivornih vrsta koje su nestale s pojedinih lokaliteta uslijed promjene staništa, osiguranje adekvatnog staništa za mrijest litofilnih vrsta (šljunkovite podloge), sprječavanje onečišćenja vodnih tijela iz drugih izvora, osiguranje odgovarajuće koncentracije kisika obnovom prirodnih ili stvaranjem umjetnih kaskada, očuvanjem utoka manjih vodotoka te obnovom i očuvanjem vodenih i priobalnih biljnih zajednica, sprječavanje većih temperaturnih promjena osiguranjem odgovarajuće dubine vodotoka, sprječavanjem eutrofikacije, osiguranjem odgovarajućeg zasjenjena, ali i održanjem ribljih zajednica na razini kapaciteta okoliša.

Ocjena ekološkog potencijala u srednje velikim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i slivnim područjem površine 100-1000 km² te srednje velikim znatno izmijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanošću, a slivnim područjem površine 100-1000 km² u Panonskoj ekoregiji (tipovi HR-K_2A i HR-K_2B) prikazana je u tablici 4.4.2.3.4.-2.

Tablica 4.4.2.3.4.-2. Omjeri ekološke kakvoće (OEK) i utvrđeni indeksi ekološkog potencijala (HRIuT) prema ribama u srednje velikim znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije (tipovi HR-K_2A i HR-K_2B).

Naziv lokaliteta	Tip ZPVT/UVT	OEK(pSn)	OEK(pINV)	OEK(pCIPR)	HRIuT	Ekološki potencijal
Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	HR-K_2A	0,00	0,00	1,00	0,33	LOŠ
Baranjska Karašica, Draž	HR-K_2A	0,44	0,33	0,89	0,56	UMJEREN
Ilova, ribnjaci	HR-K_2A	0,71	0,36	0,57	0,55	UMJEREN
Česma, Međurača	HR-K_2A	0,71	0,64	0,57	0,64	DOBAR I BOLJI
Glogovnica, prije utoka u Česmu, D. Lipovčani	HR-K_2A	0,71	0,43	0,57	0,57	UMJEREN
Županijski kanal, Kapinci	HR-K_2A	0,82	0,55	0,91	0,76	DOBAR I BOLJI
Dovodni kanal akumulacije Pakra, Jamarica	HR-K_2B	0,71	0,71	0,57	0,67	DOBAR I BOLJI
Pakra, Janja Lipa	HR-K_2B	0,90	1,00	0,20	0,70	DOBAR I BOLJI
Ilova, Veliki Zdenci	HR-K_2B	0,77	1,00	0,31	0,69	DOBAR I BOLJI
Spojni kanal Kupčina	HR-K_2B	0,75	0,58	0,50	0,61	DOBAR I BOLJI
Sutla, D. Brezno	HR-K_2B	0,80	0,40	0,00	0,40	UMJEREN
Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	HR-K_2B	0,75	0,75	0,00	0,50	UMJEREN
Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	HR-K_2B	0,83	0,67	0,00	0,50	UMJEREN

U umjetnim i znatno promijenjenim srednje velikim tekućicama Panonske ekoregije situacija je slična kao i u malim znatno promijenjenim vodotocima te osobito velik problem predstavljaju strane vrste koje koriste pogoršanje stanišnih uvjeta i stabilnosti populacija nativnih vrsta te stvaraju guste, stabilne populacije na ovakvim lokalitetima. Stvaranjem odgovarajućih mikrostanja unutar umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela te poboljšanjem stanišnih uvjeta, osobito koncentracije kisika i temperature, uz aktivno uklanjanje stranih vrsta, zasigurno je moguće poboljšati ekološki potencijal ovih vodnih tijela. Također je važno navesti kako je unutar ovog tipa utvrđena i statistički značajna povezanost između remećenja uzdužne povezanosti vodotoka i negativnih utjecaja u zajednici tako da je rješavanje posljedica fragmentacije također nužno za obnovu ribljih zajednica u ovim tipovima. Štoviše, ova će mjera imati pozitivne posljedice i na riblje zajednice u malim znatno promijenjenim vodotocima, s obzirom da će omogućiti da migratorne vrste migriraju na mrijest u uzvodnije dijelove vodotoka, gdje se nalaze najkvalitetnija mrijestilišta. Time se, posljedično, povećava reproduktivni uspjeh i potiče prirodna obnova nativnih vrsta.

Lokalitet za kojeg je unutar ovih tipova utvrđen najlošiji ekološki potencijal, Biđ, zaista i ima najlošije stanje riblje zajednice, s obzirom da su na njemu utvrđene isključivo jedinke dviju stranih vrsta, a autohtone vrste uopće nisu prisutne. Na ostalim lokalitetima unutar ovih tipova, kao što to odražava njihov umjeren te dobar i bolji ekološki potencijal, zabilježen je veći broj autohtonih vrsta (na nekim lokalitetima i zadovoljavajuće bogatstvo nativne zajednice u kojoj je prisutno 9 ili 10 nativnih vrsta). Međutim, na svim su lokalitetima prisutne strane vrste, a njihov veći broj (kako vrsta, tako i jedinki) sve značajnije dovodi do smanjenja ekološkog potencijala na tim lokalitetima. Važno je naglasiti kako, ako se ubrzo ne poduzmu djelotvorne mjere uklanjanja i/ili kontrole populacija stranih vrsta, možemo očekivati daljnje povećanje gustoća njihovih populacija i još izraženije negativne efekte po autohtonu ihtiofaunu, što će dovesti do sniženja ekološkog potencijala. Dakle, ne možemo očekivati da će ekološki potencijal na istraživanim lokalitetima ostati ovakav u slučaju nepoduzimanja mjera, već je realno za očekivati njegovo smanjenje.

Stoga kao preliminarni **prijedlog mjera očuvanja i poboljšanja stanja**, kojeg je potrebno prilagoditi svakom pojedinom lokalitetu, a moguće i nadopuniti dodatnim mjerama i tehničkim rješenjima, možemo nabrojiti sljedeće mjere: uklanjanje stranih vrsta, uspostavljanje sustava za rano uočavanje i brzo djelovanje u slučaju pojave stranih vrsta, sprječavanje poribljavanja stranim vrstama strogom kontrolom i edukacijom ribiča i lokalnog stanovništva, poticanje poribljavanja autohtonim vrstama u odgovarajućoj količini (poštujući kapacitet staništa kako ne bi dolazilo do prevelikog nakupljanja metaboličkih produkata i intenziviranja bakterijske razgradnje), reintrodukcije nativnih vrsta s ciljem povećanja raznolikosti zajednica, na lokalitetima gdje su neke vrste nestale, augmentacije populacija nativnih vrsta radi povećanja gustoće (do razine kapaciteta staništa) i stabilnosti njihovih populacija, rješavanje negativnih efekata fragmentacije staništa i osiguranje riječnog kontinuiteta, osiguranje različitih mikrostanja u vodotocima, sprječavanje onečišćenja vodnih tijela iz drugih izvora, osiguranje odgovarajuće koncentracije kisika obnovom prirodnih ili stvaranjem umjetnih kaskada, očuvanjem utoka manjih vodotoka, obnovom i očuvanjem vodenih i priobalnih biljnih zajednica.

Ocjena ekološkog potencijala u velikim znatno promijenjenim tekućicama promjenjene morfologije i slivnog područja površine 1000-10000 km², velikim znatno promijenjenim tekućicama s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka slivnog područja 1000-10000 km², te vrlo velikim znatno promijenjenim tekućicama s promjenjenom morfologijom i slivnim poručjem površine veće od 10000 km² u Panonskoj ekoregiji (tipovi HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4) prikazana je u tablici 4.4.2.3.4.-3.

Tablica 4.4.2.3.4.-3. Omjeri ekološke kakvoće (OEK) i utvrđeni indeksi ekološkog potencijala (HRIuT) prema ribama u velikim i vrlo velikim znatno promijenjenim tekućicama Panonske ekoregije (tipovi HR-K_3A, HR-K_3B i HR-K_4).

Naziv lokaliteta	Tip ZPVT/UVT	OEK(uINV)	OEK(uPISC)	OEK(uFITO)	HRIuT	Ekološki potencijal
Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina-Šišljavić,	HR-K_3A	0,48	1,00	0,07	0,52	UMJEREN
Krapina, Stubička Slatina	HR-K_3A	0,21	0,00	0,81	0,34	LOŠ
Orljava, nizvodno od pilana	HR-K_3B	0,29	0,06	0,88	0,41	UMJEREN
Mura, prije utoka u Dravu	HR-K_4	0,80	0,00	0,93	0,58	UMJEREN
Sava, Martinska Ves	HR-K_4	0,60	0,10	0,63	0,45	UMJEREN
Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-K_4	0,07	0,29	0,96	0,44	UMJEREN
Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-K_4	0,22	0,24	0,78	0,41	UMJEREN
Sava, Slavonski Brod	HR-K_4	0,14	0,29	0,81	0,41	UMJEREN
Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-K_4	0,09	0,02	0,86	0,32	LOŠ
Drava, Podravska Moslavina	HR-K_4	0,18	0,25	0,97	0,47	UMJEREN
Drava, Gat, Petrovo selo	HR-K_4	0,91	0,56	0,89	0,78	DOBAR I BOLJI
Drava, Nard	HR-K_4	0,70	0,20	1,00	0,63	DOBAR I BOLJI

Osim već spomenutih negativnih efekata u ribljim zajednicama koji su posljedica promjene temperature vode, riblje zajednice unutar velikih i vrlo velikih znatno promijenjenih tekućica direktno odražavaju promjene morfologije vodotoka. Također je važno istaknuti i značajan odgovor na koncentraciju nitrata u vodi, s obzirom da on ukazuje i na prisutnost dodatnih antropogenih pritisaka, osim onih uzrokovanih izmjenama mofoloških i hidroloških značajki. Ekološki potencijal većine lokaliteta na velikim i vrlo velikim znatno izmijenjenim tekućicama uglavnom je umjeren i loš, s time da su lokaliteti na Savi pod većim pritiskom, a riblje zajednice znatnije promijenjene no što je to slučaj u porječju Drave. Važno je naglasiti kako su na gotovo svim lokalitetima iz ovih tipova također prisutne strane vrste te možemo očekivati kako one dodatno negativno utječu na autohtonu ihtiofaunu.

Iz dobivenih rezultata očito je, a slično je zaključeno i za prirodne tekućice, kako su pritisci sve izraženiji, a stanje ribljih zajednica sve lošije kako idemo od malih, preko srednje velikih do velikih vodotoka. Mjere ublažavanja za koje možemo očekivati kako će dovesti do poboljšanja ekološkog potencijala unutar ovih tipova, vrlo su slične mjerama ublažavanja predloženima za srednje velike znatno izmijenjene tekućice, s tim je važno spriječiti onečišćenja vodotoka iz različitih izvora, eutrofikaciju te osigurati obnovu staništa u

najvećoj mogućoj mjeri. Kao što je već naglašeno, mjere ublažavanja trebaju biti odabrane i prilagođene kako bi najbolje odgovarale svakoj pojedinoj lokaciji, a neke od mogućih mjeraza očuvanje i poboljšanje ekološkog potencijala velikih i vrlo velikih znatno izmijenjenih tekućica su: uklanjanje stranih vrsta, uspostavljanje sustava za rano uočavanje i brzo djelovanje u slučaju pojave stranih vrsta, sprječavanje poribljavanja stranim vrstama strogom kontrolom i edukacijom ribiča i lokalnog stanovništva, poticanje poribljavanja autohtonim vrstama u odgovarajućoj količini (poštujući kapacitet staništa kako ne bi dolazilo do prevelikog nakupljanja metaboličkih produkata i intenziviranja bakterijske razgradnje), reintrodukcije nativnih vrsta s ciljem povećanja raznolikosti zajednica, na lokalitetima gdje su neke vrste nestale, augmentacije populacija nativnih vrsta radi povećanja gustoće (do razine kapaciteta staništa) i stabilnosti njihovih populacija, rješavanje negativnih efekata fragmentacije staništa i osiguranje riječnog kontinuiteta, osiguranje različitih mikrostaništa u vodotocima, sprječavanje onečišćenja vodnih tijela iz drugih izvora, sprječavanje eutrofikacije, sprječavanje unosa hranjivih tvari ispiranjem iz poljoprivrednih zemljišta.

Ocjena ekološkog potencijala u znatno promijenjenim tekućicama s velikim promjenama protoka, umjetnim tekućicama s velikim dnevnim promjenama protoka (dovodni i odvodni kanali na hidroenergetskim postrojenjima), umjetnim tekućicama s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda te umjetnim tekućicama s velikim sezonskim promjenama protoka (tipovi HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C) prikazana je u tablici 4.4.2.3.4.-4.

Tablica 4.4.2.3.4.-4. Omjeri ekološke kakvoće (OEK) i utvrđeni indeksi ekološkog potencijala prema ribama u tekućicama Panonske ekoregije s velikim promjenama protoka te poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda (tipovi HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C).

Naziv lokaliteta	Tip ZPVT/UVT	OEK(Sa)	OEK(PISC)	HRIuT	Ekološki potencijal
Drava, blizu Svibovca Podravskog (Lijevi drenažni jarak HE Varaždin)	HR-K_5	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-K_6B	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Drava, Ledine Molvanske	HR-K_5	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Drava, Štorgač	HR-K_5	0,67	1,00	0,83	DOBAR I BOLJI
Dovodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Odvodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	1,00	0,67	0,83	DOBAR I BOLJI
Dovodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Odvodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Dovodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Odvodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	0,67	0,67	0,67	DOBAR I BOLJI
Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestri Grez	HR-K_6A	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	HR-K_6B	0,33	0,33	0,33	LOŠ
Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-K_6C	0,67	0,00	0,33	LOŠ
Vodno tijelo 131, Siče	HR-K_6C	0,33	0,33	0,33	LOŠ
Miškaruš, Malo Gačišće	HR-K_6C	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Krešimirovac, Rušani	HR-K_6C	1,00	0,00	0,50	UMJEREN
Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	HR-K_6C	0,67	0,00	0,33	LOŠ
Strušac, Retkovci	HR-K_6C	0,67	0,00	0,33	LOŠ

Tipovi za koje su rezultati OEK i ocjene ekološkog potencijala na temelju riba prezentirani u Tablici 4.4.2.3.4.-4., prilično su različiti po svojim značajkama, ali i s obzirom na riblju zajednicu koja u njima obitava. Zajedničko im je to da predstavljaju problematične uvjete za razvoj ribljih zajednica zbog značajnih fluktuacija vodnog režima uvjetovanih njihovim funkcijama. Drenažni jarci akumulacija na Dravi radi specifičnih ekoloških uvjeta (pune se procjedom vodama iz akumulacija i rijeke Drave te imaju relativno niske koncentracije otopljenog kisika) nemaju dobre uvjete za razvoj stabilnih ribljih zajednica. Povremeno se u njima mogu zabilježiti pojedine vrste koje ovdje najvjerojatnije dolaze iz starih rukavaca rijeke Drave koji su na više mjesta betonskim cijevima povezani s drenažnim jarcima. S obzirom na navedeno, smatramo kako su drugi biološki elementi adekvatniji za određivanje ekološkog potencijala ovih vodnih tijela, te da u njima ribe nisu relevantni biološki elementi. To ne znači da se ribe mogu u potpunosti zanemariti, već je potrebno provoditi monitoring ribljih zajednica i na ovim lokalitetima, i to prvenstveno s ciljem sprječavanja širenja stranih vrsta. Naime, iako ovi lokaliteti ne predstavljaju adekvatna staništa za riblje zajednice, mogu stvoriti velike probleme ako postanu putevi širenja stranih vrsta. Stoga predlažemo utvrđivanje ekološkog potencijala tipova HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C na temelju drugih bioloških elemenata, ali monitoring riba i mjere namijenjene uklanjanju stranih vrsta gdje su prisutne i sprječavanju njihova širenja.

Zaključno, u Tablici 4.4.2.3.4.-5. dan je komparativan prikaz vrijednosti indeksa na temelju riba za tekućice Panonske ekoregije, korištenjem metodologije razvijene za prirodna vodna tijela te novorazvijene metodologije prilagođene umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama.

Tablica 4.4.2.3.4.-5. Usporedni prikaz indeksa ekološkog stanja/potencijala za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije, na temelju metodologije za prirodna vodna tijela i metodologije za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije.

Naziv lokaliteta	Tip ZPVT/UVT	Metodologija za prirodne tekućice		Metodologija za umjetne i znatno promijenjene tekućice	
		HRIR/IBI	Ekološko stanje	HRIuT	Ekološki potencijal
Stari Travnik, Branjin Vrh	HR-K_1A	0,50	UMJERENO	0,46	UMJEREN
Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	HR-K_1A	0,60	DOBRO	0,59	UMJEREN
Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	HR-K_1A	0,80	VRLO DOBRO	0,43	UMJEREN
Bobotski kanal, Ernestinovo	HR-K_1A	0,40	UMJERENO	0,17	VRLO LOŠ
Lateralni kanal, G. Narta	HR-K_1B	0,05	VRLO LOŠE	0,11	VRLO LOŠ
Črnomerec, Srednjaci	HR-K_1B	0,76	DOBRO	0,78	DOBAR I BOLJI
Lendava, Stari Gradac	HR-K_1B	0,77	DOBRO	0,50	UMJEREN
Gradna, Savrščak	HR-K_1B	1,00	VRLO DOBRO	1,00	DOBAR I BOLJI
Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	HR-K_2A	0,30	LOŠE	0,33	LOŠ
Baranjska Karašica, Draž	HR-K_2A	0,50	UMJERENO	0,56	UMJEREN
Ilova, ribnjaci	HR-K_2A	0,60	DOBRO	0,55	UMJEREN
Česma, Međurača	HR-K_2A	0,58	UMJERENO	0,64	DOBAR I BOLJI
Glogovnica, prije utoka u Česmu, D. Lipovčani	HR-K_2A	0,80	VRLO DOBRO	0,57	UMJEREN

Naziv lokaliteta	Tip ZPVT/UVT	Metodologija za prirodne tekućice		Metodologija za umjetne i znatno promijenjene tekućice	
		HRIR/IBI	Ekološko stanje	HRIuT	Ekološki potencijal
Županijski kanal, Kapinci	HR-K_2A	0,80	VRLO DOBRO	0,76	DOBAR I BOLJI
Dovodni kanal akumulacije Pakra, Jamarica	HR-K_2B	0,75	DOBRO	0,67	DOBAR I BOLJI
Pakra, Janja Lipa	HR-K_2B	0,90	VRLO DOBRO	0,70	DOBAR I BOLJI
Ilova, Veliki Zdenci	HR-K_2B	0,67	DOBRO	0,69	DOBAR I BOLJI
Spojni kanal Kupčina	HR-K_2B	0,69	DOBRO	0,61	DOBARI BOLJI
Sutla, D. Brezno	HR-K_2B	0,90	VRLO DOBRO	0,40	UMJEREN
Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	HR-K_2B	0,61	DOBRO	0,50	UMJEREN
Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	HR-K_2B	0,59	UMJERENO	0,50	UMJEREN
Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina-Šišljavić,	HR-K_3A	0,55	UMJERENO	0,52	UMJEREN
Krapina, Stubička Slatina	HR-K_3A	0,79	DOBRO	0,34	LOŠ
Orljava, nizvodno od pilana	HR-K_3B	0,59	UMJERENO	0,41	UMJEREN
Mura, prije utoka u Dravu	HR-K_4	0,97	VRLO DOBRO	0,58	UMJEREN
Sava, Martinska Ves	HR-K_4	0,82	DOBRO	0,45	UMJEREN
Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-K_4	0,75	DOBRO	0,44	UMJEREN
Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-K_4	0,76	DOBRO	0,41	UMJEREN
Sava, Slavonski Brod	HR-K_4	0,78	DOBRO	0,41	UMJEREN
Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-K_4	0,84	DOBRO	0,32	LOŠ
Drava, Podravska Moslavina	HR-K_4	0,79	DOBRO	0,47	UMJEREN
Drava, Gat, Petrovo selo	HR-K_4	0,80	DOBRO	0,78	DOBAR I BOLJI
Drava, Nard	HR-K_4	0,80	DOBRO	0,63	DOBAR I BOLJI
Drava, blizu Svibovca Podravskeg (Lijevi drenažni jarak HE Varaždin)	HR-K_5	0,99	VRLO DOBRO	0,50	UMJEREN
Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-K_5	0,84	DOBRO	0,50	UMJEREN
Drava, Ledine Molvanske	HR-K_5	0,97	VRLO DOBRO	0,50	UMJEREN
Drava, Štorgač	HR-K_5	0,84	DOBRO	0,83	DOBAR I BOLJI
Dovodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	0,73	UMJERENO	0,50	UMJEREN
Odvodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	0,74	UMJERENO	0,83	DOBAR I BOLJI
Dovodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	/	VRLO LOŠE	0,50	UMJEREN
Odvodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	0,87	DOBRO	0,50	UMJEREN
Dovodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	0,91	VRLO DOBRO	0,50	UMJEREN
Odvodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	0,56	UMJERENO	0,67	DOBAR I BOLJI
Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestni Grez	HR-K_6A	/	VRLO LOŠE	0,50	UMJEREN
Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok	HR-K_6B	0,69	UMJERENO	0,33	LOŠ

Naziv lokaliteta	Tip ZPVT/UVT	Metodologija za prirodne tekućice		Metodologija za umjetne i znatno promijenjene tekućice	
		HRIR/IBI	Ekološko stanje	HRIuT	Ekološki potencijal
Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-K_6C	0,42	UMJERENO	0,33	LOŠ
Odvodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	0,56	UMJERENO	0,67	DOBAR I BOLJI
Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestrni Grez	HR-K_6A	/	VRLO LOŠE	0,50	UMJEREN
Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-K_6C	0,42	UMJERENO	0,33	LOŠ
Vodno tijelo 131, Siče	HR-K_6C	0,39	LOŠE	0,33	LOŠ
Miškaruš, Malo Gačišće	HR-K_6C	0,41	UMJERENO	0,50	UMJEREN
Krešimirovac, Rušani	HR-K_6C	0,41	UMJERENO	0,50	UMJEREN
Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	HR-K_6C	0,40	UMJERENO	0,33	LOŠ
Strušac, Retkovci	HR-K_6C	0,40	UMJERENO	0,33	LOŠ

Iz Tablice 4.4.2.3.4.-5. vidljivo je da postoji određeni stupanj nesklada između ocjena dobivenih primjenom dva različita sustava pa čak i slučajevi da sustav za prirodne tekućice rezultira boljom ocjenom od novorazvijenog sustava za umjetne i znatno promijenjene tekućice (Tablica 4.4.2.3.4.-5.). To, međutim, nikako ne znači da je bolje i dobro primjenjivati taj sustav niti da je stanje ribljih zajednica na tim lokalitetima zadovoljavajuće, već je posljedica nekompatibilnosti sustava razvijenog za prirodne tekućice za ocjenu umjetnih i znatno promijenjenih tekućica. Naime, uvjeti koji vladaju u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama, a proizlaze iz njihovih namjena, primjerice usporavanje protoka, uklanjanje vodene i priobalne vegetacije, hidromorfološki utjecaji, nisu uopće bili uključeni u razvoj metodologije za prirodne tekućice, zbog čega one metrike koje su se kod tih vodnih tijela pokazale bitnima za uljučenje u indeks ekološkog potencijala, nisu uključene u indeks ekološkog stanja tekućica. Posljedično, niti struktura riblje zajednice u odnosu na referentne uvjete nije prezentirana indeksom razrađenim za prirodna vodna tijela te on nikako nije relevantan za umjetna i znatno promijenjena vodna tijela, već njihov potencijal dobro opisuje novorazvijeni indeks HRIuT. Također je važno spomenuti kako su indeksi po metodologiji za prirodne tekućice prezentirani u Tablici 4.4.2.3.4.-5. zapravo rezultat dva klasifikacijska sustava (IBI i HRIR), zbog čega se granice klasa ne poklapaju u potpunosti. Za procjenu i monitoring ekološkog stanja umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije na temelju riba potrebno je koristiti novorazvijeni indeks HRIuS, koji, osim što daje kvantitativnu procjenu ekološkog potencijala navedenih vodotoka utvrđenu statističkom procedurom koja se smatra adekvatnom za razvoj klasifikacijskih sustava, također će omogućiti i primjećivanje i kvantificiranje promjena tog ekološkog potencijala ovisno kako će se mijenjati oni pritisci koji su se pokazali značajnima upravo za umjetne i znatno promijenjene tekućice Panonske ekoregije.

Literatura

Furse, M.T., Hering, D., Brabec, K., Buffagni, A., Sandin, L., Verdonschot, P.F.M. 2006. The ecological status of European rivers, Evaluation and intercalibration of assessment methods. *Hydrobiologia*, 566, 3-29.

Kottelat, M., Freyhof, J. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat Cornol, Switzerland. Freyhof Berlin, Germany, str. 646.

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

Petriki, O., Lazaridou, M., Bobori, D., 2017. A fish-based index for the assessment of the ecological quality of temperate lakes. *Ecological Indicators*, 78, 556-565.

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

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

5. Prateći fizikalno-kemijski pokazatelji

5.1. Prijedlog graničnih vrijednosti za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje

Radi potpunog usklađivanja ocjene ekološkog potencijala, u ovom poglavlju prijedlažemo granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala UVT i ZPVT tekućica te prijedlog granica klasa u skladu s točkom 4.2.5. Projektnog zadatka.

Predlažemo granice klasa za pokazatelje hranjivih tvari (nitrate, ukupni dušik, ortofosfate i ukupni fosfor) i parametre organske tvari (BPK₅, KPK-Mn), jer na navedene pokazatelje BEK pokazuju jasan odziv. Budući da je temeljem BEK Fitobentos predloženo da se ocjena ekološkog potencijala ocijenjuje temeljem sustava za ocjenu ekološkog stanja, držimo da je razložno da se granice ekološkog potencijala temeljem pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja također baziraju na granicama koje su već određene za relevantne, odnosno najbliže tipove prirodnih tekućica (Miliša i sur., 2019 i Mihaljević i sur., 2020). Preuzimanje granica prema najbližim tipovima prirodnih vodnih tijela ima za cilj I zaštitu i spriječavanje prevelikog opterećenja znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela, budući da radi hidromorfoloških promjena i bržeg otjecanja vode imaju smanjenu mogućnost samopročišćavanja.

Granice klasa za parametre hranjivih tvari preuzete su iz elaborata „Izrada kriterija za određivanje stupnjeva trofije stajaćica i tekućica“ (Miliša i sur., 2019). 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, PO₄³⁻ (mgP/l) - koncentracija ortofosfata i NO₃⁻ (mgN/l) - koncentracija nitrata) s indeksom korištenja zemljišta. Kao što je vidljivo iz tablice 5.1.-1. za sve tipove prirodnih vodotokova, odnosno u ovom slučaju za UVT i ZPVT predložene su iste granice za parametre hranjivih tvari. Granicu loš-vrlo loš predstavljaju najviše zabilježene vrijednosti u bazi podataka za potrebe elaborata „Izrada kriterija za određivanje stupnjeva trofije stajaćica i tekućica“ (Miliša i sur. 2019).

Što se tiče predloženih graničnih vrijednosti za parametre organske tvari (BPK₅, KPK-Mn) za tipove UVT i ZPVT tekućica HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_6B i HR-K_6C, predložene granične vrijednosti ekološkog potencijala odgovaraju hrvatskim prirodnim tekućicama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5. Tip UVT tekućica HR-K_6C je heterogen i obuhvaća tekućice koje pripadaju najbližim prirodnim tipovima hrvatskih tekućica zajedničkih interkalibracijskih tipova R-EX5 i R-E2, no iz pragmatičnih razloga preporučamo da se ekološki potencijal za parametre organske tvari ocijenjuje prema hrvatskim prirodnim tekućicama koje pripadaju zajedničkom interkalibracijskom tipu R-EX5, jer isti ima nešto blaže granice za dobar ekološki potencijal. Za tipove HR-K_2A, HR-K_2B, granične vrijednosti odgovaraju prirodnim tekućicama zajedničkog interkalibracijskog tipa R-E2.

Budući da u elaboratu Mihaljević i sur. (2020) tema nisu bile vrlo velike rijeke te nisu predložene granične vrijednosti za pokazatelje organske tvari, stoga smo na temelju kriterija i postupka odabira referentnih postaja (vidi poglavlje 4.1.3.1. Određivanje i definiranje kriterija za postaje maksimalnog ekološkog potencijala) temeljem odgovarajućih percentila preporučili granice za ocjenu ekološkog potencijala.

U setu podataka za tipove HR-K_4 i 5 utvrđeno je 26 postaja s maksimalnim ekološkim potencijalom:

- Sava, cesta između Lonje i Trebeža
- Sava, nizvodno od Stare Gradiške
- Sava, Slavonski Brod
- Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja
- Drava, Podravska Moslavina
- Drava, Gat, Petrovo selo
- Drava, Nard
- Mura, prije utoka u Dravu
- Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec
- Sava, Račinovci
- Drava, Belišće
- Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc
- Mura, Goričan
- Sava, uzvodno od Slavenskog Broda
- Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une
- PMF 2006, Mura, Mursko Središće
- Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš
- Drava, blizu Svibovca Podravskog
- Drava, Ledine Molvanske
- Drava, Štorgač
- Drava, Ormož
- Drava, Terezino Polje-Barč
- Drava, Botovo-Ortilos
- Drava, Novo Virje
- Drava, Legrad
- Sava, Rugvica

Vrijednost maksimalnog ekološkog potencijala za pokazatelje organske tvari izračunate su kao 25-ti percentil vrijednosti parametara izmjerenih na gore navedenim alternativnim referentnim postajama ($BPK_5 = 1,85 \text{ mg O}_2/\text{L}$; $KPK = 3,14 \text{ mgO}_2/\text{L}$), dok je granica vrlo dobro/ dobro određena kao medijan ($BPK_5 = 2 \text{ mg O}_2/\text{L}$; $KPK = 3,5 \text{ mg O}_2/\text{L}$). Ova granica je relevantna za prirodne tekućice i ne primjenjuje se kod ekološkog potencijala te nije prikazana u tablici 5.1.-1. Budući da se baza podataka vrlo velikih rijeka Hrvatske odlikuje s malim gradijentom vrijednosti pokazatelja organske tvari, granica loše/vrlo loše (0.2) predstavlja 90-ti percentil vrijednosti čitavog seta podatka za zajedničke interkalibracijske tipove R-E2 i R-E3 koji je uključivao 98 postaja (Mihaljević i sur., 2020). Držimo da je navedeni postupak opravdan, jer kada bi se vrlo velike rijeke u Hrvatskoj snažnije opteretile organskim tvarima vjerojatno bi vrijednosti pokazatelja bile slične kao i u srednje velikim i velikim rijekama Panonske ekoregije Republike Hrvatske. Donja prihvatljiva granica dobrog ekološkog potencijala za parametre organske tvari za tipove HR-K_4 i HR-K_5 određna je ekvidistalno. Predlažemo da se navedene granice primjenjuju i za prirodne tipove hrvatskih tekućica tipova HR-R_5B i HR-R_5C.

U tablici 5.1.-1. prikazane su predložene granične vrijednosti parametara organske tvari i hranjivih tvari za grupe tipova UVT i ZPVT tekućica.

Tablica 5.1.-1. Predložene granične vrijednosti parametara hranjivih tvari i organske tvari za umjetna i znatno promijenjena vodna i tijela tekućica Panonske ekoregije.

	BPK ₅ (mg O ₂ /l)	KPK-Mn (mg O ₂ /l)	Nitrati (mg N/l)	Ukupni dušik (mg N/l)	Ortofosfati (mg P/l)	Ukupni fosfor (mg P/l)
HR-K_1A, HR-K_1B, HR-K_6B i HR-K_6C						
dobar i bolji	≤ 4,1	≤ 7,9	≤ 1,30	≤ 2,40	≤ 0,20	≤ 0,25
umjeren	4,2 – 5,4	8,0 – 10,2	1,31-1,65	2,41-3,20	0,21-0,30	0,26-0,40
loš	5,5 – 6,9	10,3 -12,5	1,66-1,99	3,21-3,99	0,31-0,39	0,41-0,49
vrlo loš	>7,0	>12,6	> 2,00	> 4,00	> 0,40	> 0,50
HR-K_2A, HR-K_2B						
dobar i bolji	≤ 3,4	≤ 7,6	≤ 1,30	≤ 2,40	≤ 0,20	≤ 0,25
umjeren	3,5 – 4,3	7,7 – 9,6	1,31-1,65	2,41-3,20	0,21-0,30	0,26-0,40
loš	4,4 – 5,3	9,7 -11,7	1,66-1,99	3,21-3,99	0,31-0,39	0,41-0,49
vrlo loš	>5,4	>11,8	> 2,00	> 4,00	> 0,40	> 0,50
HR-K_3A i HR-K_3B						
dobar i bolji	≤ 3,5	≤ 8,3	≤ 1,30	≤ 2,40	≤ 0,20	≤ 0,25
umjeren	3,6 – 4,3	8,4 - 9,9	1,31-1,65	2,41-3,20	0,21-0,30	0,26-0,40
loš	4,4 – 5,3	10,0 - 11,7	1,66-1,99	3,21-3,99	0,31-0,39	0,41-0,49
vrlo loš	> 5,4	> 11,8	> 2,00	> 4,00	> 0,40	> 0,50
HR-K_4, HR-K_5 i HR-K_6A						
dobar i bolji	≤ 2,9	≤ 5,7	≤ 1,30	≤ 2,40	≤ 0,20	≤ 0,25
umjeren	3,0 – 3,7	5,8 – 7,7	1,31-1,65	2,41-3,20	0,21-0,30	0,26-0,40
loš	3,8 – 5,3	7,8 - 11,7	1,66-1,99	3,21-3,99	0,31-0,39	0,41-0,49
vrlo loš	> 5,4	> 11,8	> 2,00	> 4,00	> 0,40	> 0,50

Temeljem kriterija i postupka odabira referentnih postaja (vidi poglavlje 4.1.3.1. Određivanje i definiranje kriterija za postaje maksimalnog ekološkog potencijala) pokušali smo iz postaja koje odgovaraju maksimalnom ekološkom potencijalu korištenjem odgovarajućih percentila predložiti granične vrijednosti za pokazatelje hranjivih tvari te parametre organske tvari za pojedine tipove UVT i ZPVT tekućica Panonske ekoregije, ali su dobivene granične vrijednosti ekološkog potencijala uglavnom strože u odnosu na prirodne tekućice, što je najvjerojatnije posljedica relativno male baze podataka. Navedeni izračuni priloženi su kao Prilog 3 i 4 ovom Elaboratu.

Literatura

Miliša M., Gligora Udovič M., Žutinić P. 2019. Izrada kriterija za određivanje stupnjeva trofije stajaćica i tekućica. Elaborat, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.

Mihaljević, Z. i sur. 2020. 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. Elaborat, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilišta u Zagrebu.

6. ZAKLJUČAK

Kao što je i predviđeno projektnim zadatkom, u ovom projektu predložena je tipologija umjetnih i znatno promijenjenih vodnih tijela tekućica Panonske ekoregije te su za prethodno definirane tipove razvijene metode za ocjenu ekološkog potencijala za sve biološke elemente kakvoće prema zahtjevima Okvirne direktive o vodama (fitobentos, makrofita, makrozoobentos i ribe). Na temelju biološkog elementa kakvoće - ribe u okviru ovog projektnog zadatka, dodatno je razvijen i sustav ocjene ekološkog potencijala za umjetne stajačice Panonske ekoregije. Za ostale biološke elemente sustav ocjene ekološkog potencijala za umjetne stajačice razvijen je i objavljen 2018. godine.

U sklopu ovog projektnog zadatka izvršeno je uzorkovanje na 60 postaja tekućica za sve biološke elemente kakvoće, a na 3 umjetne stajačice uzorkovane su ribe. Radi razvoja pouzdanijeg sustava ocjene ekološkog potencijala za BEK makrozoobentos, makrofita i fitobentos izabrane su i dodatne postaje iz programa monitoringa tekućica te projektnog zadatka koji je bio usmjeren na razvoj sustava ocjene ekološkog stanja prirodnih tekućica. Uz biološku bazu podataka, prikupljeni su i podatci o pritiscima (hidromorfološke ocjene, podatci o karakteristikama zemljišnog pokrova u slivu i fizikalno-kemijski pokazatelji u vodi), koje je isporučio Naručitelj. Za izradu klasifikacijskog sustava ocjene ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa za tipove HR-K_5, HR-K_6A, HR-K_6B dodatno su korišteni i podatci iz elaborata Biološka ispitivanja nadzemnih voda na HE Varaždin, HE Čakovec i HE Dubrava od 2012. – 2019. godine. Podatci se odnose na postaju koja je smještena na starom koritu rijeke Drave iza akumulacijskog jezera HE Varaždin (postaja koja je sukladna s postajom Drava, blizu Svibovca Podravskeg (25058), te postaje na lijevom drenažnom jarku HE Čakovec, desnom drenažnom jarku HE Dubrava i odvodnim kanalima HE Čakovec i HE Dubrava.

Prema Okvirnoj direktivi o vodama i relevantnim CIS vodičima, prilikom određivanja ekološkog potencijala mogu se koristiti dva pristupa. Prvi pristup uključuje prepoznavanje i primjenu mjera ublažavanja pritisa, s tim da te mjere ne bi trebale same po sebi uzrokovati negativne posljedice po okoliš niti imati značajan utjecaj na namjenu umjetnih/znatno promijenjenih vodnih tijela. Na taj je način moguće definirati vrijednosti odabranih karakteristika bioloških elemenata kakvoće (metrike) u uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala, odnosno kada su poduzete i efikasno provedene sve predložene mjere za ublažavanje pritisa. Dobar ekološki potencijal (DEP) zatim se definira kao blagi otklon vrijednosti metrika za koje je utvrđeno da odgovaraju MEP-u.

Drugi način predstavlja tzv. referentni pristup, odnosno utvrđivanje vrijednosti odabranih metrika (odnosno pojedinih segmenata zajednica) za biološke elemente kakvoće u uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala. Temeljem vrijednosti metrika u uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala i najgorih mogućih vrijednosti tih metrika, moguće je izraditi klasifikacijski sustav ocjene ekološkog potencijala. Budući da u Republici Hrvatskoj nije razmatran pristup uz prethodnu primjenu mjera ublažavanja, u ovom projektnom zadatku primijenjen je referentni pristup.

Prilikom razvoja sustava, u obzir su uzeti sustavi ocjene najbližnjih prirodnih tipova tekućica pri čemu su korištene iste metrike ili su, ovisno o odgovoru na specifične pritiske, selektirane metrike koje koreliraju s hidromorfološkim ocjenama, parametrima zemljišnog pokrova i fizikalno-kemijskim parametrima u vodi. Za biološke elemente kakvoće makrozoobentos, fitobentos i makrofita odabrani su parametri zajednica (metrike) koji imaju najbolji odnos s pritiscima u najbližim prirodnim tipovima tekućica.

Uglavnom su korišteni slični principi koju su razvijeni i interkalibrirani za prirodna vodna tijela tekućica i stajaćica (ribe), uz jasno prilagođene vrijednosti metrika koje odgovaraju uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala.

Ocjena ekološkog potencijala prema makrozoobentosu slijedi slični pristup kao kod prirodnih tekućica, te se temelji na izračunu dva modula: modula saprobnosti i modula opća degradacija. Odabrane su metrike koje se koriste za najbliži tip prirodnih vodnih tijela te su dale najbolji odgovor zajednice na pritiske. Za grupe tipova umjetnih i znatno promijenjenih tekućica razvijeni su milimetrički indeksi za modul opća degradacija, dok je za modul saprobnost predložen Hrvatski saprobni indeks. Saprobnost indeks, kao i Multimetrički indeks opće degradacije jasno odgovaraju na antropogeni utjecaj te stoga mogu vjerodostojno poslužiti u procjeni ekološkog potencijala.

Za ocjenu ekološkog potencijala temeljem fitobentosa korišten je Trofički indeks dijatomeja (TDI_{HR}), koji reagira na promjene u koncentracijama hranjivih tvari. Testirana su tri različita pristupa, te se za ocjenu ekološkog potencijala predlaže sustav koji se temelji na ocjeni ekološkog stanja za prirodna vodna tijela (prvi pristup), čime se osigurava zaštita znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela. Pritom naglašavamo da se umjetna vodna tijela u izračunu pridružuju najbližem tipu prirodnog vodnog tijela. Smatramo da je prijedlog ocjene ekološkog potencijala koji se temelji na izračunu ekološkog stanja za prirodna vodna tijela znanstveno utemeljen, budući da pokazuje statistički značajan odgovor metrike na soli dušika i fosfora kao najbitnijih okolišnih pritisaka za biološki element kakvoće fitobentos. Uz navedeno, isti je pristup uspješno prošao službeni interkalibracijski postupak uz međunarodnu reviziju.

Predložena metoda za ocjenu ekološkog potencijala na temelju biološkog elementa makrofita sukladna je metodi za ocjenu ekološkog stanja te se temelji na izračunu referentnog indeksa (RI). Temelji se na uzorkovanju makrofita sa svih staništa koja se nalaze u umjetnim i znatno promijenjenim tekućicama. Referentni indeks definira vrste za tip specifična referentna stanja, odnosno uvjete maksimalnog ekološkog potencijala i vrste koje indiciraju poremećaje, odnosno nespecifična stanja za određeni tip umjetnih i znatno promijenjenih tekućica. 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 u načelu su niže u odnosu na granice za prirodne tekućice.

Uzevši u obzir postaje iz ovog projektnog zadatka, za čak 17 postaja nije bilo moguće ocijeniti ekološki potencijal na temelju makrofita. Tu se mahom radi o vrlo velikim rijekama (Savi, Dravi i Muri), te od dovodnim i odvodnim kanalima hidroelektrana koji imaju betonirana korita te stoga ni ne postoje uvjeti za razvoj trajne makrofitske vegetacije. U tri takva kanala (Dovodni kanal HE Varaždin; Dovodni kanal HE Čakovec i Odvodni kanal HE Čakovec) u trenutku uzorkovanja pronađena je oskudna makrofitska vegetacija, no kako je korito dovodnih kanala betonirano, a propisi o njihovom održavanju zahtijevaju redovno čišćenje, razvoj stabilnih makrofitskih zajednica nije moguć, te predlažemo da se makrofiti isključe iz ocjene ekološkog potencijala navedenih umjetnih vodnih tijela.

Ekološki potencijal umjetnih i znatno promijenjenih tekućica i umjetnih stajaćica na temelju riba određuje se primjenom multimetričkih indeksa $HRIuT$ i $HRIuS$ koje čine metrike s značajnim odgovorom na pojedine pritiske. Sustav ocjene se bazira na tzv. referentnom pristupu. Međutim, ovaj pristup je također usklađen i s pristupom određivanja maksimalnog ekološkog potencijala identifikacijom mjera ublažavanja. Stoga se za svaku umjetnu stajaćicu te skupine tipova umjetnih i znatno promijenjenih tekućica navode i moguće

mjere ublažavanja, primjena kojih omogućuje stabilizaciju ribljih zajednica i njihovo poboljšanje prema maksimalnom ekološkom potencijalu.

Tipovi umjetnih tekućica HR-K_6A, HR-K_6B i HR-K_6C prilično su različiti po svojim značajkama, ali i s obzirom na riblju zajednicu koja u njima obitava. Zajedničko im je to da predstavljaju problematične uvjete za razvoj ribljih zajednica zbog značajnih fluktuacija vodnog režima uvjetovanih njihovim funkcijama. Također, valja napomenuti da je posebice u dovodnim kanalima hidroelektrana na Dravi uzorkovanje riba otežano i opasno, pa ostavljamo mogućnost da se ovo umjetno vodno tijelo ocijeni temeljem uzorka riba prikupljenim na vodnim tijelima koje im prethode. Drenažni jarci akumulacija na Dravi, radi specifičnih ekoloških uvjeta (pune se procjednim vodama iz akumulacija i rijeke Drave te imaju relativno niske koncentracije otopljenog kisika), nemaju dobre uvjete za razvoj stabilnih ribljih zajednica. Povremeno se u njima mogu zabilježiti pojedine vrste koje ovdje najverojatnije dolaze iz starih rukavaca rijeke Drave jer su isti na više mjesta betonskim cijevima povezani s drenažnim jarcima. S obzirom na navedeno, smatramo kako su drugi biološki elementi adekvatniji za određivanje ekološkog potencijala ovih vodnih tijela, te da u njima ribe nisu relevantni biološki elementi. To ne znači da se ribe mogu u potpunosti zanemariti, već je potrebno provoditi monitoring ribljih zajednica i na ovim lokalitetima, i to prvenstveno s ciljem sprječavanja širenja stranih vrsta. Naime, iako ovi lokaliteti ne predstavljaju adekvatna staništa za riblje zajednice, mogu stvoriti velike probleme ako postanu putevi širenja stranih vrsta. Stoga predlažemo utvrđivanje ekološkog potencijala tipova HR-K_6A i HR-K_6B i HR-K_6C na temelju drugih bioloških elemenata, ali i monitoring riba te mjere namijenjene uklanjanju stranih vrsta gdje su prisutne i sprječavanju njihova širenja

U tablici 6.-1. prikazana je zbirna ocjena ekološkog potencijala prema novopredloženim sustavima ocjene, za postaje koje su dio ovog projektnog zadatka, dok je u tablici 6.-2. prikazana ocjena ekološkog potencijala istraživanih umjetnih stajaćica temeljem biološkog elementa – ribe. Ukupnu ocjenu ekološkog potencijala određuje onaj biološki element koji ukazuje na najlošiji ekološki potencijal. Za pojedine biološke elemente kakvoće nije bilo moguće dati ocjenu ekološkog potencijala, jer na nekim monitoring postajama nisu zabilježene ribe ili makrofiti. U PRILOGU 5 koji je priložen ovom elaboratu kao MS Excell dokument prikazane su ocjene ekološkog potencijala za postaje iz ovog projektnog zadatka te dodatne postaje koje su korištene u izradi sustava ekološkog potencijala tekućica Panonske ekoregije za biološke elemente kakvoće makrozoobentos, fitobentos i makrofita. Uz ocjene ekološkog potencijala temeljem bioloških elemenata kakvoće, prikazane su i hidromorfološke ocjene te ocjene ekološkog potencijala prema predloženim granicama za relevantne fizikalno-kemijske pokazatelje (ekološki potencijal je ocijenjen temeljem medijana i srednjih godišnjih vrijednosti).

Radi potpunog usklađivanja ocjene ekološkog potencijala, u ovom poglavlju predlažemo granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja za ocjenu ekološkog potencijala UVT i ZPVT tekućica te prijedlog granica klasa u skladu s točkom 4.2.5. Projektnog zadatka.

Predlažemo granice klasa za pokazatelje hranjivih tvari (nitrate, ukupni dušik, ortofosfate i ukupni fosfor) i parametre organske tvari (BPK₅, KPK-Mn), jer na navedene pokazatelje BEK pokazuju jasan odziv. Budući da je temeljem BEK Fitobentos predloženo da se ocjena ekološkog potencijala ocijenuje temeljem sustava za ocjenu ekološkog stanja, držimo da je razložno da se granice ekološkog potencijala temeljem pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja također baziraju na granicama koje su već određene za relevantne, odnosno najbliže tipove prirodnih tekućica (Miliša i sur., 2019 i Mihaljević i sur., 2020). Preuzimanje granica prema najbližim tipovima prirodnih vodnih tijela ima za cilj I zaštitu i sprječavanje prevelikog opterećenja znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela, budući da radi hidromorfoloških promjena i

bržeg otjecanja vode imaju smanjenu mogućnost samopročišćavanja. U ovom elaboratu predlažu se nove granične vrijednosti za pokazatelje organske tvari za tipove znatno promijenjenih tekućica HR-K_4 i HR-K_5, te se predlaže da se navedene granice primjenjuju i za prirodne tipove hrvatskih tekućica tipova HR-R_5B i HR-R_5C.

Kao što je vidljivo veći broj postaja ne udovoljava uvjetima dobrog i boljeg ekološkog potencijala, te ako se prihvate predloženi sustavi ocjene ekološkog potencijala u budućnosti valja razmatrati primjenu adekvatnih mjera ublažavanja ili u određenim slučajevima primjenu izuzeća.

Tablica 6.-1. Ocjena ekološkog potencijala temeljem svih bioloških elemenata kakvoće za postaje koje su definirane projektnim zadatkom.

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	MZB OEK	FB OEK	Ribe OEK	Makrofiti OEK	Konačni OEK	Konačna ocjena ekološkog potencijala
10013	Sava, Martinska Ves	HR-K_4	0,63	0,66	0,45	xxx	0,45	Umjeren
10023	Sava, Topolje	HR-K_4	0,69	0,69	xxx	xxx	0,69	Dobar i bolji
10024	Sava, cesta između Lonje i Trebeža	HR-K_4	0,43	0,59	0,44	xxx	0,43	Umjeren
10025	Sava, nizvodno od Stare Gradiške	HR-K_4	0,30	0,75	0,41	xxx	0,30	Loš
10026	Sava, Slavonski Brod	HR-K_4	0,42	0,68	0,41	xxx	0,41	Umjeren
10027	Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja	HR-K_4	0,71	0,65	0,32	xxx	0,32	Loš
10503	Istočni lateralni kanal, Bodovaljci	HR-K_6C	0,45	0,67	0,33	0,36	0,33	Loš
12309	Biđ, cesta Prkovci - Babina Greda	HR-K_2A	0,56	0,46	0,33	0,46	0,33	Loš
12310	Zapadni lateralni kanal Biđ Polja, cesta N. Perkovci - Piškorevci	HR-K_6C	0,65	0,52	xxx	0,64	0,52	Umjeren
12515	Strušac, Retkovci	HR-K_6C	0,55	0,44	0,33	0,33	0,33	Loš
13013	Orljava, nizvodno od pilana	HR-K_3B	0,34	0,57	0,41	0,00	0,00	Vrlo loš
13014	Istočni lateralni kanal Jelas polje, Stanci	HR-K_1A	0,44	0,82	0,59	0,40	0,40	Umjeren
13015	Vodno tijelo 131, Siče	HR-K_6C	0,37	0,56	0,33	0,40	0,33	Loš
13202	Londža, cesta između Ciglenika i V. Bilača	HR-K_2B	0,48	0,58	0,50	0,49	0,48	Umjeren
13203	Londža, cesta između Čaglina i Kneževaca	HR-K_2B	0,57	0,57	0,50	0,20	0,20	Loš
15107	Dovodni kanal akumulacije Pakra, Jamarica	HR-K_2B	0,40	0,39	0,67	0,43	0,39	Loš
15108	Pakra, Janja Lipa	HR-K_2B	0,31	0,57	0,70	0,65	0,31	Loš
15228	Ilova, Veliki Zdenci	HR-K_2B	0,45	0,57	0,69	0,51	0,45	Umjeren
15229	Ilova, ribnjaci	HR-K_2A	0,26	0,55	0,55	0,41	0,26	Loš
15348	Česma, Međurača	HR-K_2A	0,72	0,48	0,64	0,63	0,48	Umjeren
15362	Lateralni kanal, G. Narta	HR-K_6C	0,34	0,64	0,11	0,53	0,11	Vrlo loš
15370	Glogovnica, prije utoka u Česmu, D. Lipovčani	HR-K_3A	0,38	0,47	0,57	0,35	0,35	Loš
15474	Kanal Lonja - Strug, cesta Okučani-St. Gradiška	HR-K_6C	0,29	0,59	0,43	0,47	0,29	Loš
16217	Spojni kanal Kupčina	HR-K_2B	0,56	0,63	0,61	0,54	0,54	Umjeren
16218	Oteretni kanal Kupa-Kupa, cesta D. Kupčina-Šišljavić,	HR-K_2A	0,64	0,70	0,52	0,76	0,52	Umjeren
17015	Krapina, Stubička Slatina	HR-K_3A	0,62	0,53	0,34	0,40	0,34	Loš
18006	Sutla, D. Brezno	HR-K_1B	0,42	0,58	0,40	0,00	0,00	Vrlo loš

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	MZB OEK	FB OEK	Ribe OEK	Makrofiti OEK	Konačni OEK	Konačna ocjena ekološkog potencijala
21006	Baranjska Karašica, Branjin Vrh	HR-K_2B	0,61	0,51	xxx	0,40	0,40	Umjeren
21015	Županijski kanal, Kapinci	HR-K_2A	0,40	0,56	0,76	0,60	0,40	Umjeren
21217	Baranjska Karašica, Draž	HR-K_2A	0,42	0,75	0,56	0,55	0,42	Umjeren
21218	Kanal Karašica-Drava, Ivanovo	HR-K_6C	0,40	0,44	xxx	0,40	0,40	Umjeren
21219	Stari Travnik, Branjin Vrh	HR-K_1A	0,67	0,19	0,46	0,48	0,19	Vrlo loš
21225	Bobotski kanal, Ernestinovo	HR-K_6C	0,43	0,51	0,17	0,46	0,17	Vrlo loš
21226	Strug, Gorica Valpovačka	HR-K_6C	0,60	0,34	xxx	0,40	0,34	Loš
21227	Miškaruš, Malo Gačišće	HR-K_6C	0,60	0,75	0,50	0,28	0,28	Loš
21228	Sigetec, Detkovac	HR-K_6C	0,53	0,48	xxx	0,52	0,48	Umjeren
21229	Krešimirovac, Rušani	HR-K_6C	0,38	0,59	0,50	0,24	0,24	Loš
21231	Lendava, Stari Gradac	HR-K_1B	0,74	0,36	0,50	0,40	0,36	Loš
21316	Nova Rijeka, most na cesti Staro Obradovci - Zokov Gaj	HR-K_6C	0,51	0,56	0,33	0,45	0,33	Loš
22004	Dovodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	*	0,80	*	*	0,80	Dobar i bolji
22005	Odvodni kanal HE Varaždin	HR-K_6A	0,73	0,82	*	*	0,73	Dobar i bolji
22006	Lateralni kanal, Slakovec	HR-K_1B	0,17	0,38	xxx	0,40	0,17	Vrlo loš
22007	Lijevi drenažni jarak HE Čakovec, Novo Selo na Dravi	HR-K_6B	0,69	0,68	*	0,80	0,68	Dobar i bolji
22008	Dovodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	*	0,75	*	*	0,75	Dobar i bolji
22009	Odvodni kanal HE Čakovec	HR-K_6A	0,94	0,84	*	*	0,84	Dobar i bolji
22010	Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-K_6B	0,75	0,84	*	0,91	0,75	Dobar i bolji
22011	Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovica	HR-K_6B	0,76	0,94	*	0,79	0,76	Dobar i bolji
22012	Dovodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	*	0,95	*	*	0,95	Dobar i bolji
22013	Odvodni kanal HE Dubrava	HR-K_6A	0,82	0,92	*	*	0,82	Dobar i bolji
25006	Drava, Podravska Moslavina	HR-K_4	0,50	0,84	0,47	xxx	0,47	Umjeren
25007	Drava, Gat, Petrovo selo	HR-K_4	0,82	0,87	0,78	xxx	0,78	Dobar i bolji
25009	Drava, Nard	HR-K_4	0,77	0,77	0,63	xxx	0,63	Dobar i bolji
25057	Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), Cestrni Grez	HR-K_6A	1,03	0,98	0,50	xxx	0,50	Umjeren
25058	Drava, blizu Svibovca Podravskog (Lijevi drenažni jarak HE Varaždin)	HR-K_5	0,88	1,07	0,50	xxx	0,50	Umjeren

Šifra	Mjerna postaja	Tip ZPVT/UVT	MZB OEK	FB OEK	Ribe OEK	Makrofiti OEK	Konačni OEK	Konačna ocjena ekološkog potencijala
25059	Drava, Ledine Molvanske	HR-K_5	0,88	0,81	0,50	xxx	0,50	Umjeren
25060	Drava, Štorgač	HR-K_5	0,55	0,66	0,83	xxx	0,55	Umjeren
29240	Stara Mura, cesta između Sv. Martina na Muri i Murskog Središća	HR-K_1B	0,65	0,59	xxx	0,40	0,40	Umjeren
29250	Mura, prije utoka u Dravu	HR-K_4	1,15	0,76	0,58	xxx	0,58	Umjeren
51167	Gradna, Savršćak	HR-K_1B	0,64	0,66	1,00	0,57	0,57	Umjeren
51168	Črnomerec, Srednjaci	HR-K_1B	0,53	0,80	0,78	0,54	0,53	Umjeren

xxx – nema podataka

* - predlaže se da se biološki element kakvoće izuzme iz ocjene ekološkog potencijala jer zbog specifične namjene nije moguć razvoj stabilnih zajednica

Tablica 6.-2. Ocjena ekološkog potencijala istraživanih umjetnih stajaćica temeljem biološkog elementa - ribe.

Lokalitet	Tip	OEK(uSn)	OEK(uPSAM)	OEK(WCOL)	OEK(Arat)	HRIuS	Ekološki potencijal
Jošava	HR-R_2A	0,26	0,05	0,71	0,96	0,49	Umjeren
Stara Drava Čingi Lingi	HR-R_2A	0,23	0	0,43	0,92	0,4	Umjeren
Popovac	HR-R_2A	0,17	0	0,71	0,66	0,38	Loš
akumulacija Grabova	HR-R_3B	0,58	0,06	1	0,81	0,61	Dobar i bolji
Pakra Banova Jaruga	HR-R_4	0,52	0,02	0,43	0,84	0,45	Umjeren
Finzula, šljunčara Rakitje	HR-R_5B	1	0,02	0,86	1	0,72	Dobar i bolji
Lapovac II	HR-R_2B	0,92	0,14	1	0,84	0,72	Dobar i bolji
Borovik	HR-R_2B	0,19	0	1	0,62	0,45	Umjeren
Sakadaško jezero Sakadaš	HR-R_4	0,69	0	0,14	0,79	0,41	Umjeren
Jarunsko jezero (Veliko jezero)	HR-R_5B	0,8	0	0,86	0,33	0,5	Umjeren
šoderica Koprivnica		0,42	0	0,86	0,78	0,52	Umjeren
Novo Čiče	HR-R_3B	0,91	0	1	0,41	0,58	Umjeren
HE Varaždin (Ormoško jezero)	HR-R_5B	0,76	0,93	1	0,86	0,89	Dobar i bolji
HE Čakovec	HR-R_5B	1	0,56	1	1	0,89	Dobar i bolji
HE Dubrava	HR-R_5B	1	0,57	1	1	0,89	Dobar i bolji

7. PRILOZI

Popis priloga: 1. Terenski protokol za uzorkovanje BEK fitobentos u tekućicama

2. Indikatorske vrste makrofita prema zajednicama
3. Granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja polazeći od 25-tog percentila alternativnih referentnih postaja kao granice maksimalnog ekološkog potencijala te 75-tog percentila kao donje granice dobrog ekološkog potencijala
4. Granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja polazeći od medijana alternativnih referentnih postaja kao granice maksimalnog ekološkog potencijala
5. Ocjene ekološkog potencijala temeljem bioloških, fizikalno-kemijskih i hidromorfoloških elemenata kakvoće
6. Operativna lista svojti fitobentosa
7. Operativna lista svojti makrozoobentosa
8. Baza podataka svih bioloških elemenata kakvoće za postaje iz ovog Projektnog zadatka
9. Baza podataka dodatnih postaja za BEK makrozoobentos
10. Baza podataka dodatnih postaja za BEK fitobentos
11. Baza podataka dodatnih postaja za BEK makrofita + foto dokumentacija s postaja
12. Baza podataka stajaćica za BEK ribe koji nisu dio ovog projektnog zadatka
13. Preslike terenskih protokola za BEK makrozoobentos + foto dokumentacija s postaja
14. Preslike terenskih protokola za BEK fitobentos
15. Preslike terenskih protokola za BEK ribe + foto dokumentacija s postaja
16. Baza podataka s fizikalno-kemijskim parameterima za dodatne postaje koje su korištene prilikom razvoja sustava ocjene ekološkog potencijala temeljem makrofita
17. Izvorni statistički proračuni za sve BEK
- 18-a. Identitet vodnih tijela iz projektnog zadatka (MS Word dokument)
- 18-b. Identitet vodnih tijela iz projektnog zadatka (MS Word dokument)
19. Prostorni raspored mjernih postaja

Prilozi 5. - 19. nalaze se u elektroničkom obliku i priloženi su ovom elaboratu.

PRILOG 1. Terenski protokol za uzorkovanje BEK fitobentos 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 transeka vodenom vegetacijom (%) - (nadpovršinska, podpovršinska, plutajuća, slobodno plutajuća, bez plutajuće vegetacije),
- smjer uzorkovanog transeka (uzvodno, nizvodno),
- zastupljenost mikrostaništa u uzorkovanom transektu (megalital, makrolital, mezolital, mikrolital, akal, psamal, psamopelal, pelal, argilal, tehrolital),
- razina vode (poplava, visoka, srednja razina, niska),
- zamućenost (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 (obalne utvrde, 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.

PRILOG 2. Indikatorske vrste makrofita prema zajednicama (BN – Berula-Nasturtium tip, Sp – Nuphar-Sparganium tip, My – Myriophyllum tip, Po – Potamogeton tip)

	BN	Sp	My	Po
<i>Acorus calamus</i> L.	C	B	C	B
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	B	B	B	B
<i>Alisma lanceolatum</i> With.	B	B	C	B
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	B	B	C	C
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp.	B	B	B	B
<i>Amblystegium varium</i> (Hedw.) Lindb.	B	B	B	B
<i>Apium repens</i> (Jacq.) Lag.	A	B	A	B
<i>Azolla filiculoides</i> Lam.	C	C	C	C
<i>Batrachospermum</i> spp. Roth, 1797	A	A	A	A
<i>Berula erecta</i> (Huds.) Coville	A	A	A	A
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	C	B	B	B
<i>Brachythecium rivulare</i> Schimp.	A	A	A	A
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) P. Gaertn., B. Mey. & Scherb.	A	A	A	A
<i>Butomus umbellatus</i> L.	C	B	B	B
<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	B	B	B	B
<i>Callitriche cophocarpa</i> Sendtn.	B	B	B	B
<i>Callitriche hamulata</i> Kütz. ex W.D.J.Koch	A	A	A	A
<i>Callitriche obtusangula</i> Le Gall ex Hegelm.	B	B	B	B
<i>Callitriche palustris</i> L.	B	B	B	B
<i>Callitriche platycarpa</i> Kütz.	B	B	B	B
<i>Caltha palustris</i> L.	B	B	B	B
<i>Cardamine amara</i> L.	B	B	B	B
<i>Carex acuta</i> L.	B	B	B	B
<i>Carex acutiformis</i> Ehrh.	B	B	B	B
<i>Carex elata</i> All.	B	B	B	B
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	C	C	C	C
<i>Ceratophyllum submersum</i> L.	C	C	C	C
<i>Chara aspera</i> Willdenow 1809	A	A	A	A
<i>Chara contraria</i> A.Braun ex Kützing 1845	A	A	A	A
<i>Chara globularis</i> Thuiller 1799	A	A	A	A
<i>Chara hispida</i> Linnaeus, nom. et typ. cons. 1753	A	A	A	A
<i>Chara intermedia</i> A.Braun ex Lange, nom. illeg. 1859	A	A	A	A
<i>Chara tomentosa</i> Linnaeus 1753	A	A	A	A
<i>Chara vulgaris</i> Linnaeus 1753	A	A	A	A
<i>Cinclidotus riparius</i> (Host ex Brid.) Arn.	A	A	A	A

	BN	Sp	My	Po
<i>Cinclidotus aquaticus</i> (Hedw.) Bruch & Schimp.	A	B	A	A
<i>Cinclidotus danubicus</i> Schiffner & Baumgartner	A	A	A	A
<i>Cinclidotus fontinaloides</i> (Hedw.) P. Beauv.	A	A	A	A
<i>Cladophora</i> sp. Kützing, 1843, nom. cons.	C	C	C	C
<i>Conocephalum conicum</i> (L.) Underw.	B	B	B	B
<i>Conocephalum salebrosum</i> Szweyk., Buczkowska & Odrzykoski	B	B	B	B
<i>Cratoneuron filicinum</i> (Hedw.) Spruce	A	A	A	A
<i>Cyperus longus</i> L.	B	B	B	B
<i>Didymodon tophaceus</i> (Brid.) Lisa	A	A	A	A
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	B	A	B	B
<i>Egeria densa</i> Planch.	C	C	C	C
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. & Schult.	C	B	C	B
<i>Elodea canadensis</i> Michx.	C	C	C	C
<i>Elodea nutallii</i> (Planch.) H.St.John	C	C	C	C
<i>Equisetum arvense</i> L.	C	B	C	B
<i>Equisetum palustre</i> L.	C	B	C	B
<i>Eurhynchium praelongum</i> (Hedw.) Schimp.	B	A	A	A
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	B	A	A	A
<i>Fissidens crassipes</i> Wilson ex Bruch & Schimp.	A	A	A	A
<i>Fissidens rufulus</i> Schimp.	A	A	A	A
<i>Galium palustre</i> L.	B	B	B	B
<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R.Br.	B	B	B	B
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	C	B	C	B
<i>Hippuris vulgaris</i> L.	A	A	A	A
<i>Holoschoenus vulgaris</i> Link	B	B	B	B
<i>Hottonia palustris</i> L.	B	A	B	B
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	C	B	B	C
<i>Hygroamblystegium tenax</i> (Hedw.) Jenn.	B	A	A	A
<i>Hygrohypnum luridum</i> (Hedw.) Jenn.	A	A	A	A
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i> (Hedw.) Dixon	A	A	A	A
<i>Iris pseudacorus</i> L.	C	B	B	B
<i>Juncus articulatus</i> L.	C	A	B	B
<i>Juncus bulbosus</i> L.	A	A	A	A
<i>Juncus compressus</i> Jacq.	B	B	B	B
<i>Juncus inflexus</i> L.	B	B	B	B
<i>Jungermannia atrovirens</i> Dumort.	A	A	A	A

	BN	Sp	My	Po
<i>Lemanea</i> sp. Bory, 1808, nom. cons.	A	A	A	A
<i>Lemna gibba</i> L.	C	C	C	C
<i>Lemna minor</i> L.	C	B	C	C
<i>Lemna trisulca</i> L.	B	A	B	B
<i>Leptodictyum riparium</i> (Hedw.) Warnst.	C	C	C	C
<i>Lophocolea bidentate</i> (L.) Dumort.	B	B	B	B
<i>Lunularia cruciate</i> (L.) Dumort. ex Lindb.	B	B	B	B
<i>Lycopus europaeus</i> L.	C	B	C	B
<i>Lysimachia nummularia</i> L.	C	B	C	B
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	C	B	C	B
<i>Lythrum salicaria</i> L.	C	B	C	B
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	B	B	B	B
<i>Marsilea quadrifolia</i> L.	B	A	B	B
<i>Mentha aquatica</i> L.	B	B	B	B
<i>Myosotis scorpioides</i> L.	B	B	B	B
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	B	B	A	B
<i>Myriophyllum verticillatum</i> L.	B	B	A	B
<i>Najas marina</i> L.	C	B	B	B
<i>Najas minor</i> All.	C	B	B	B
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	B	B	B	B
<i>Nitella</i> spp. C.Agardh, 1824	A	A	A	A
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desvaux) J.Groves 1919	A	A	A	A
<i>Nuphar lutea</i> (L.) Sm.	C	B	C	B
<i>Nymphaea alba</i> L.	C	B	B	B
<i>Nymphoides peltata</i> (S.G.Gmel.) Kuntze	C	B	C	C
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	C	B	B	B
<i>Oenanthe fistulosa</i> L.	B	B	B	B
<i>Palustriella commutata</i> (Hedw.) Ochyra	A	A	A	A
<i>Pellia endiviaefolia</i> (Dicks.) Dumort.	A	A	A	A
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	B	B	B	B
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	B	B	C	B
<i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop.	B	B	B	B
<i>Platyhypnidium riparioides</i> (Hedw.) Dixon	B	B	B	B
<i>Pohlia ludwigii</i> (Spreng. ex Schwägr.) Broth.	B	B	B	B
<i>Polygonum amphibium</i> L.	B	B	B	B
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	C	B	C	C
<i>Potamogeton berchtoldii</i> Fieber	C	C	C	C

	BN	Sp	My	Po
<i>Potamogeton crispus</i> L.	C	C	C	C
<i>Potamogeton gramineus</i> L.	B	A	A	A
<i>Potamogeton lucens</i> L.	B	A	A	A
<i>Potamogeton natans</i> L.	B	B	B	B
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	C	A	B	B
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.	C	C	C	C
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	A	A	A	A
<i>Potamogeton pusillus</i> L.	C	C	C	C
<i>Potamogeton trichoides</i> Cham. & Schldl.	C	C	C	C
<i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Gaertn.	C	C	C	C
<i>Ranunculus aquatilis</i> L.	B	B	A	B
<i>Ranunculus circinatus</i> Sibth.	B	B	A	B
<i>Ranunculus flammula</i> L.	A	A	A	A
<i>Ranunculus fluitans</i> Lam.	A	B	A	B
<i>Ranunculus peltatus</i> Schrank	A	B	A	B
<i>Ranunculus repens</i> L.	C	B	C	B
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	A	B	C	B
<i>Ranunculus trichophyllus</i> Chaix ex Vill.	A	B	A	B
<i>Riccia fluitans</i> L.	A	A	B	A
<i>Ricciocarpos natans</i> (L.) Corda	B	B	C	B
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	B	B	B	B
<i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser	C	B	B	B
<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	C	B	C	B
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	C	B	B	C
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	C	B	C	C
<i>Scirpus lacustris</i> L.	B	B	B	B
<i>Sparganium emersum</i> Rehmman	B	B	B	B
<i>Sparganium erectum</i> L.	B	B	B	B
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	B	B	C	B
<i>Spirogyra</i> sp. Link, 1820, nom. cons.	C	C	C	C
<i>Thamnobryum alopecurum</i> (Hedw.) Nieuwl. ex Gangulee	A	A	A	A
<i>Tolypella</i> spp. (A.Braun) A.Braun, 1857	A	A	A	A
<i>Trapa natans</i> L.	C	B	C	C
<i>Typha angustifolia</i> L.	B	B	C	C
<i>Typha latifolia</i> L.	B	B	B	B
<i>Ulva</i> sp. Linnaeus, 1753, nom. et typ. cons.	C	C	C	C

	BN	Sp	My	Po
<i>Urtica dioica</i> L.	C	C	C	C
<i>Utricularia australis</i> R.Br.	C	A	C	B
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	C	A	C	B
<i>Veronica anagalis-aquatica</i> L.	B	B	B	B
<i>Veronica anagaloides</i> Guss.	B	B	B	B
<i>Veronica beccabunga</i> L.	B	A	B	B
<i>Veronica catenata</i> Pennell	B	B	B	B
<i>Wolffia arrhiza</i> (L.) Horkel ex Wimm.	C	B	C	C
<i>Zannichellia palustris</i> L.	C	C	C	C

PRILOG 3. Granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja polazeći od 25-tog percentila alternativnih referentnih postaja kao granice maksimalnog ekološkog potencijala te 75-tog percentila kao donje granice dobrog ekološkog potencijala

Temeljem kriterija i postupka odabira referentnih postaja (vidi poglavlje 4.1.3.1. Određivanje i definiranje kriterija za postaje maksimalnog ekološkog potencijala) izdvojene su postaje koje odgovaraju kriterijima maksimalnog ekološkog potencijala.

U setu podataka za tipove HR-K_1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B i 6C utvrđeno je osam postaja maksimalnog ekološkog potencijala:

- Perna, most nizvodno od vodocrpilišta
- Ribnjak, prije utoka u Dobru
- Presecno, Draškovic
- Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin
- Ilova, Maslenjača
- Lateralni kanal, G. Narta
- Krešimirovac, Rušani
- Orljava, ušće

Vrijednosti granica maksimalnog ekološkog potencijala za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao 25-ti percentil vrijednosti zabilježenih na gore navedenim postajama. Vrijednosti granice dobro/umjereno (0.6) izračunate su kao 75-ti percentil istih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom između 0.6 (dobro/umjereno) i 0.2 (loše/vrlo loše):

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tipove: HR-K_1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B i 6C:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,06	0,43	0,02	1,31	0,13	3,17	1,84
0,6	0,18	0,96	0,08	1,57	0,15	5,77	4,96
0,4	0,28	1,14	0,10	2,03	0,18	6,94	5,93
0,2	0,38	1,31	0,12	2,49	0,21	8,11	6,90

U setu podataka za tipove HR-K_4 i 5 utvrđeno je 26 postaja maksimalnog ekološkog potencijala:

- Sava, cesta između Lonje i Trebeža
- Sava, nizvodno od Stare Gradiške

- Sava, Slavonski Brod
- Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja
- Drava, Podravska Moslavina
- Drava, Gat, Petrovo selo
- Drava, Nard
- Mura, prije utoka u Dravu
- Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec
- Sava, Račinovci
- Drava, Belišće
- Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc
- Mura, Goričan
- Sava, uzvodno od Slavenskog Broda
- Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une
- PMF 2006, Mura, Mursko Središće
- Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš
- Drava, blizu Svibovca Podravskog
- Drava, Ledine Molvanske
- Drava, Štorgač
- Drava, Ormož
- Drava, Terezino Polje-Barč
- Drava, Botovo-Ortilos
- Drava, Novo Virje
- Drava, Legrad
- Sava, Rugvica

Vrijednosti granice maksimalnog ekološkog potencijala za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao 25-ti percentil vrijednosti zabilježenih na ovim postajama. Vrijednosti granice dobro/umjereno (0.6) izračunate su kao 75-ti percentil istih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom između 0.6 (dobro/umjereno) i 0.2 (loše/vrlo loše):

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tipove: HR-K_4 i 5:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,02	0,97	0,02	1,65	0,04	1,85	3,14
0,6	0,03	1,10	0,02	1,81	0,06	2,27	3,80
0,4	0,20	1,21	0,07	2,15	0,14	5,19	5,35
0,2	0,38	1,31	0,12	2,49	0,21	8,11	6,90

U setu podataka za tip HR-K_6A utvrđeno je sedam postaja maksimalnog ekološkog potencijala za koje postoje čak i višegodišnji podaci:

- Dovodni kanal HE Dubrava
- Odvodni kanal HE Čakovec
- Odvodni kanal HE Dubrava
- Dovodni kanal HE Varaždin
- Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), CestriGrež
- Odvodni kanal HE Varaždin
- Dovodni kanal HE Čakovec

Vrijednosti granice maksimalnog ekološkog potencijala za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao 25-ti percentil vrijednosti ovih postaja. Vrijednosti granice dobro/umjereno (0.6) izračunate su kao 75-ti percentil istih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom između 0.6 (dobro/umjereno) i 0.2 (loše/vrlo loše):

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tip: HR-K_6A:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,02	0,80	0,02	1,42	0,02	1,77	2,17
0,6	0,03	0,88	0,02	1,50	0,04	2,01	2,69
0,4	0,20	1,10	0,07	1,99	0,13	5,06	4,80
0,2	0,38	1,31	0,12	2,49	0,21	8,11	6,90

U setu podataka za tip HR-K_ 6B utvrđeno su samo dvije postaje maksimalnog ekološkog potencijala, no za ove postaje postoje višegodišnji podaci:

- Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok
- Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovac

Vrijednosti granice maksimalnog ekološkog potencijala za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao 25-ti percentil vrijednosti ovih postaja. Vrijednosti granice dobro/umjereno (0.6) izračunate su kao 75-ti percentil istih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom između 0.6 (dobro/umjereno) i 0.2 (loše/vrlo loše):

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tip: HR-K_ 6B:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,02	0,25	0,02	0,69	0,02	0,83	1,83
0,6	0,02	0,57	0,02	0,75	0,08	1,43	2,48
0,4	0,20	0,94	0,07	1,62	0,15	4,77	4,69
0,2	0,38	1,31	0,12	2,49	0,21	8,11	6,90

PRILOG 4. Granične vrijednosti pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja polazeći od medijana alternativnih referentnih postaja kao granice maksimalnog ekološkog potencijala

Temeljem kriterija i postupka odabira referentnih postaja (vidi poglavlje 4.1.3.1. Određivanje i definiranje kriterija za postaje maksimalnog ekološkog potencijala) izdvojene su postaje koje odgovaraju kriterijima maksimalnog ekološkog potencijala.

U setu podataka za tipove HR-K_1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B i 6C utvrđeno je osam postaja maksimalnog ekološkog potencijala:

- Perna, most nizvodno od vodocrpilišta
- Ribnjak, prije utoka u Dobru
- Presecno, Draškovic
- Gliboki I, most na cesti Koprivnica – Varaždin
- Ilova, Maslenjača
- Lateralni kanal, G. Narta
- Krešimirovac, Rušani
- Orjava, ušće

Vrijednosti granice maksimalnog ekološkog potencijala (1) za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao medijan vrijednosti ovih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom :

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tipove: HR-K_1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B i 6C:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,18	0,62	0,03	1,44	0,14	3,39	3,04
0,6	0,61	1,45	0,18	2,18	0,20	7,17	6,39
0,4	0,82	1,86	0,25	2,55	0,23	9,06	8,07
0,2	1,04	2,28	0,32	2,92	0,26	10,94	9,74

U setu podataka za tipove HR-K_4 i 5 utvrđeno je 26 postaja maksimalnog ekološkog potencijala:

- Sava, cesta između Lonje i Trebeža
- Sava, nizvodno od Stare Gradiške
- Sava, Slavonski Brod
- Sava, nizvodno od ispusta otpadnih voda Županja
- Drava, Podravska Moslavina
- Drava, Gat, Petrovo selo
- Drava, Nard
- Mura, prije utoka u Dravu
- Sava, nizvodno od utoka Kupe, Lukavec
- Sava, Račinovci
- Drava, Belišće
- Drava, Donji Miholjac-Dravasabolc
- Mura, Goričan
- Sava, uzvodno od Slavenskog Broda
- Sava, Jasenovac, uzvodno od utoka Une
- PMF 2006, Mura, Mursko Središće
- Sava, nizvodno od utoka Orljave, Sl. Kobaš
- Drava, blizu Svibovca Podravnog
- Drava, Ledine Molvanske
- Drava, Štorgač
- Drava, Ormož
- Drava, Terezino Polje-Barč
- Drava, Botovo-Ortilos
- Drava, Novo Virje
- Drava, Legrad
- Sava, Rugvica

Vrijednosti granice maksimalnog ekološkog potencijala (1) za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao medijan vrijednosti ovih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom :

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tipove: HR-K_4 i 5:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,02	1,06	0,02	1,73	0,04	2,01	3,51
0,6	0,53	1,67	0,17	2,32	0,15	6,48	6,63
0,4	0,78	1,97	0,25	2,62	0,20	8,71	8,18
0,2	1,04	2,28	0,32	2,92	0,26	10,94	9,74

U setu podataka za tip HR-K_6A utvrđeno je sedam postaja maksimalnog ekološkog potencijala za koje postoje čak i višegodišnji podaci:

- Dovodni kanal HE Dubrava
- Odvodni kanal HE Čakovec
- Odvodni kanal HE Dubrava
- Dovodni kanal HE Varaždin
- Kanal HE Formin (granica sa Slovenijom), CestniGrez
- Odvodni kanal HE Varaždin
- Dovodni kanal HE Čakovec

Vrijednosti granice maksimalnog ekološkog potencijala (1) za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao medijan vrijednosti ovih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom :

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tip: HR-K_6A:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,02	0,74	0,02	1,38	0,02	1,64	2,18
0,6	0,53	1,51	0,17	2,15	0,14	6,29	5,96
0,4	0,78	1,89	0,25	2,53	0,20	8,62	7,85
0,2	1,04	2,28	0,32	2,92	0,26	10,94	9,74

U setu podataka za tip HR-K_ 6B utvrđeno je samo dvije postaje maksimalnog ekološkog potencijala, no za ove postaje postoje višegodišnji podaci:

- Lijevi drenažni jarak HE Dubrava, Otok
- Desni drenažni jarak HE Dubrava, Dubovac

Vrijednosti granice maksimalnog ekološkog potencijala (1) za sve fizikalno kemijske parametre izračunate su kao medijan vrijednosti ovih postaja. Vrijednosti za granicu loše/vrlo loše (0.2) izračunati su kao 90-ti percentil iz cijelog seta podataka istraživanih tekućica. Ostale granice za ove parametre izračunate su ekvidistalnom raspodjelom :

Granice kategorija stanja ekološkog potencijala za fizikalno kemijske parametre za tip: HR-K_ 6B:

Granice kategorija ekološkog potencijala	Amonij (mgN/l)	Nitrati (mgN/l)	Ortofosfati otopljeni (mgP/l)	Ukupni N (mgN/l)	Ukupni P (mgP/l)	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	KPK (mgO ₂ /l)
1	0,02	0,57	0,02	0,75	0,08	1,02	1,83
0,6	0,53	1,42	0,17	1,83	0,17	5,98	5,79
0,4	0,78	1,85	0,25	2,38	0,21	8,46	7,76
0,2	1,04	2,28	0,32	2,92	0,26	10,94	9,74