



HRVATSKE VODE

pravna osoba za upravljanje vodama
ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220



1000364333

KLASA: 325-04/15-03/0000006

URBROJ: 374-1-2-25-6

Zagreb, 19.02.2026.

Na temelju članka 19. stavka 6. Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 96/19, 20/23 i 50/23 - ispravak), članka 205., stavka 2., točke 5. Zakona o vodama (Narodne novine, br. 66/19, 84/21 i 47/23) i članka 21. stavka 1. točke 12. Statuta Hrvatskih voda, donosi se

ODLUKA

O DONOŠENJU METODOLOGIJE UZORKOVANJA, LABORATORIJSKIH ANALIZA I ODREĐIVANJA OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE BIOLOŠKIH ELEMENATA KAKVOĆE

1. Donosi se Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

Metodologija iz točke 1. ove Odluke sastavni je dio ove Odluke.

2. Ova Odluka stupa na snagu danom donošenja i biti će objavljena na mrežnim stranicama Hrvatskih voda (internet).
3. Stupanjem na snagu ove Odluke prestaje važiti Odluka o donošenju Metodologije uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće od 12. travnja 2016. godine, Klasa: 325-04/15-03/6, Urbroj: 374-1-2-16-5.

GENERALNI DIREKTOR
mr.sc. Zoran Đuroković, dipl.ing.građ.



23.

O TOME OBAVIJEST:

1. Ministarstvo zaštite okoliša i zelene tranzicije, Uprava vodnoga gospodarstva i zaštite mora
2. Institut za vode Josip Juraj Strossmayer
3. Ured generalnog direktora
4. ✓ Sektor razvitka i vodnogospodarskog planiranja
5. Pismohrana

METODOLOGIJA UZORKOVANJA,
LABORATORIJSKIH ANALIZA I ODREĐIVANJA
OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE BIOLOŠKIH
ELEMENATA KAKVOĆE

SADRŽAJ

1.	UVOD	1
1.1.	POJMOVNIK STRUČNIH IZRAZA I KRATICA	3
1.2.	STANDARDI ZA UZORKOVANJE I OBRADU UZORAKA BIOLOŠKIH ELEMENATA KAKVOĆE	7
1.3.	PREPORUKE ZA UZORKOVANJE PRATEĆIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH POKAZATELJA ..	8
1.3.1.	RIJEKE I JEZERA	8
1.3.2.	PRIJELAZNE I PRIOBALNE VODE	8
2.	TIPOVI POVRŠINSKIH VODA	10
2.1.	TIPOLOGIJA RIJEKA	10
2.1.1.	PRIRODNE RIJEKE	10
2.1.2.	ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE	16
2.2.	TIPOLOGIJA JEZERA	18
2.2.1.	PRIRODNA JEZERA	18
2.2.2.	ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA	21
2.3.	TIPOLOGIJA PRIJELAZNIH VODA	28
2.4.	TIPOLOGIJA PRIOBALNIH VODA	29
2.5.	BOJE ZA PRIKAZIVANJE KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA / POTENCIJALA	31
3.	BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE U RIJEKAMA I JEZERIMA	32
3.1.	FITOPLANKTON	32
3.1.1.	UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U RIJEKAMA	32
3.1.2.	UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U JEZERIMA	33
3.1.3.	KONZERVIRANJE I POHRANA UZORAKA FITOPLANKTONA	38
3.1.4.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA FITOPLANKTONA	39
3.1.5.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM FITOPLANKTONA	47
3.1.5.1.	VRLO VELIKE RIJEKE	47
3.1.5.2.	PRIRODNA JEZERA	50
3.1.5.3.	ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA	54
3.2.	FITOBENTOS	59
3.2.1.	UZORKOVANJE FITOBENTOSA U RIJEKAMA	59
3.2.2.	UZORKOVANJE FITOBENTOSA U JEZERIMA	61
3.2.3.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA FITOBENTOSA	64
3.2.4.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM FITOBENTOSA	67
3.2.4.1.	PRIRODNE, ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE	67
3.2.4.2.	PRIRODNA JEZERA	70
3.2.4.3.	ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA	74

3.3.	MAKROFITA.....	79
3.3.1.	UZORKOVANJE MAKROFITA U RIJEKAMA.....	79
3.3.2.	UZORKOVANJE MAKROFITA U JEZERIMA	81
3.3.3.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROFITA	83
3.3.4.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM MAKROFITA. 85	
3.3.4.1.	PRIRODNE, ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE	85
3.3.4.2.	PRIRODNA JEZERA.....	94
3.3.4.3.	ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA	102
3.4.	MAKROZOOBENTOS	105
3.4.1.	UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U RIJEKAMA	105
3.4.2.	UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U JEZERIMA.....	108
3.4.3.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROZOOBENTOSA	109
3.4.4.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA	111
3.4.4.1.	PRIRODNE, ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE	111
3.4.4.2.	PRIRODNA, ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA.....	116
3.5.	RIBE	118
3.5.1.	UZORKOVANJE RIBA U RIJEKAMA.....	118
3.5.2.	UZORKOVANJE RIBA U JEZERIMA.....	119
3.5.3.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA RIBA	121
3.5.4.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM RIBA	122
3.5.4.1.	PRIRODNE RIJEKE	122
3.5.4.2.	ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE	124
3.5.4.3.	PRIRODNA JEZERA.....	125
3.5.4.4.	ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA	125
4.	BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE U PRIJELAZNIM I PRIOBALNIM VODAMA	127
4.1.	FITOPLANKTON	127
4.1.1.	UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIJELAZNIM VODAMA.....	127
4.1.2.	UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIOBALNIM VODAMA.....	127
4.1.3.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA FITOPLANKTONA	128
4.1.3.1.	KONCENTRACIJA KLOROFILA A.....	128
4.1.3.2.	SASTAV I BROJNOSTI FITOPLANKTONSKE ZAJEDNICE.....	130
4.1.4.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM FITOPLANKTONA	133
4.1.4.1.	PRIJELAZNE VODE.....	133
4.1.4.2.	PRIOBALNE VODE.....	135
4.2.	MORSKE CVJETNICE	137
4.2.1.	UZORKOVANJE MORSKIH CVJETNICA U PRIJELAZNIM VODAMA.....	137
4.2.2.	UZORKOVANJE MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALNIM VODAMA	137
4.2.3.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MORSKIH CVJETNICA.....	139
4.2.4.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM MORSKIH CVJETNICA	140

4.2.4.1.	PRIJELAZNE VODE – <i>ZOSTERA NOLTII</i>	140
4.2.4.2.	PRIOBALNE VODE – <i>POSIDONIA OCEANICA</i>	142
4.3.	MAKROALGE	144
4.3.1.	KARTIRANJE I UZORKOVANJE MAKROALGA U PRIOBALNIM VODAMA.....	144
4.3.2.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROALGA.....	144
4.3.3.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM MAKROALGA U PRIOBALNIM VODAMA	145
4.4.	MAKROZOOBENTOS	148
4.4.1.	UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIJELAZNIM I PRIOBALNIM VODAMA	148
4.4.2.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROZOOBENTOSA	149
4.4.3.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA	149
4.4.3.1.	PRIJELAZNE VODE.....	149
4.4.3.2.	PRIOBALNE VODE	151
4.5.	RIBE	153
4.5.1.	UZORKOVANJE RIBA U PRIJELAZNIM VODAMA	153
4.5.2.	LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA RIBA	154
4.5.3.	METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM RIBA U PRIJELAZNIM VODAMA	154
5.	DETERMINACIJSKI KLJUČEVI	157
5.1.	BIOLOŠKI ELEMENTI RIJEKA I JEZERA	157
5.1.1.	FITOPLANKTON I FITOBENTOS	157
5.1.2.	MAKROFITA.....	158
5.1.3.	MAKROZOOBENTOS	160
5.1.4.	RIBE	161
5.2.	BIOLOŠKI ELEMENTI PRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA	163
5.2.1.	FITOPLANKTON	163
5.2.2.	MAKROALGE PRIOBALNIH VODA.....	164
5.2.3.	MAKROZOOBENTOS	164
5.2.4.	RIBE PRIJELAZNIH VODA	165
6.	PRILOZI ZA RIJEKE I JEZERA.....	166
7.	PRILOZI ZA PRIJELAZNE I PRIOBALNE VODE	167
	LITERATURA	168

1. UVOD

U skladu s člankom 19. Uredbe o standardu kakvoće voda („Narodne novine“, br. 96/19., 20/23. i 50/23. – ispravak, u daljnjem tekstu Uredba o standardu kakvoće voda) Hrvatske vode donose Metodologiju uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće (u daljnjem tekstu Metodologija). Metodologija sadrži kriterije na temelju kojih se određuju tipovi površinskih voda, način uzorkovanja s terenskim protokolom, postupak laboratorijske analize i obrade podataka, referentne vrijednosti pokazatelja/indeksa, odgovarajuće taksonomske razine za pokazatelje/indekse potrebne za postizanje odgovarajuće pouzdanosti i točnosti pri ocjeni bioloških elemenata kakvoće voda, postupak izračunavanja bioloških pokazatelja / indeksa i omjera ekološke kakvoće, referentne i operativne liste taksona (svojt) i popis determinacijskih ključeva. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja i ekološkog potencijala bioloških elemenata kakvoće propisane su u Prilogu 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda.

Ovim dokumentom novelirana je Metodologija iz 2016. godine na temelju rezultata provedenog interkalibracijskog procesa. Ova Metodologija je izrađena u Hrvatskim vodama, uz suradnju s Biološkim odsjekom Prirodoslovno – matematičkog fakulteta u Zagrebu, Institutom za oceanografiju i ribarstvo u Splitu, Centrom za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković i Institutom za vode Josip Juraj Strossmayer.

U Metodologiji se nalaze klasifikacijski sustavi ekološkog stanja bioloških elemenata kakvoće koji su prošli interkalibracijski ili post-interkalibracijski postupak, kao i klasifikacijski sustavi koje nije bilo moguće interkalibrirati te su prijavljeni i prihvaćeni od strane Europske komisije. U *Tablici 1* je pregled godina završetka i načina provedbe interkalibracijskih postupaka. Sve granice kategorija ekološkog stanja bioloških elemenata kakvoće koje su prošle interkalibracijski ili post-interkalibracijski postupak i/ili postupak prihvaćanja od strane Europske komisije, propisane su u Odluci o utvrđivanju vrijednosti za klasifikacije u sustavima praćenja kao rezultat postupka interkalibracije (Europska Unija, 2024), kao i u Uredbi o standardu kakvoće voda.

Metodologija se sastoji od metodologije za prirodne i znatno promijenjene i umjetne rijeke i jezera te metodologije za prirodna vodna tijela prijelaznih i priobalnih voda. Prilozi Metodologije sadrže važeće detaljne informacije specifične za hrvatske površinske vode, nalaze se u Hrvatskim vodama i mogu se dobiti na upit.

Tablica 1. 1 Pregled godina završetka i načina provedbe interkalibracije klasifikacijskih sustava ekološkog stanja bioloških elemenata kakvoće u Republici Hrvatskoj

VRSTA VODE	FITOPLANKTON	FITOBENTOS	MAKROFITA	MAKROZOOBENTOS	RIBE
Rijeke	vrlo velike rijeke 2016 ^a	vrlo velike rijeke 2016 ^a	–	vrlo velike rijeke 2016 ^a	vrlo velike rijeke 2022 ^a
	–	ostale rijeke 2020 ^b	ostale rijeke 2020 ^b	ostale rijeke 2020 ^b	ostale rijeke 2021 ^b
Jezera	2020 ^c	2020 ^b	2020 ^c	2020 ^c	2020 ^c

VRSTA VODE	FITOPLANKTON	FITOBENTOS	MAKROFITA	MAKROZOOBENTOS	RIBE
Prijelazne vode	2018 ^c	–	morske cvjetnice 2018 ^c	2019 ^c	2017 ^c
Priobalne vode	2013 ^a	–	makroalge i morske cvjetnice 2013 ^a	2021 ^b	–
^a interkalibracijski postupak (proveden na razini EU) ^b post-interkalibracijski postupak (uklapanje nacionalnih granica kategorija ekološkog stanja u rezultate prethodno završenog interkalibracijskog postupka na razini EU) ^c nije moguće interkalibrirati jer nije proveden interkalibracijski postupak na razini EU. Klasifikacijski sustav je usklađen s normativnim definicijama Okvirne direktive o vodama i prihvaćen od Europske komisije. – nije relevantno za vrstu vode					

1.1. POJMOVNIK STRUČNIH IZRAZA I KRATICA

POJAM	DEFINICIJA
Akal	mineralno mikrostanište sastavljeno od finih do srednje velikih čestica u koritu tekućice veličine 0,2 do 2 cm
Amfifit	makrofitska vrsta koja može rasti potpuno uronjena u vodu ili potpuno izvan vode; takve biljke tipično rastu u uvjetima velike promjene vodostaja
Argilal	mineralno mikrostanište sastavljeno od gline i anorganskog mulja veličine < 6 µm
Bentos	organizmi koji žive na dnu, odnosno površini sedimenta ili u sedimentu mora i slatkih voda
Bentoske zajednice	zajednice organizama koje naseljavaju dno vodenih staništa (kopnenih voda i mora)
Biocenoza (životna zajednica)	skup populacija različitih jedinki biljnih i životinjskih vrsta koje su povezane međuosobnim odnosima na ograničenom životnom prostoru
Biološki element kakvoće (BEK)	sastavnica vodenog ekosustava koja se može mjeriti pokazateljima kao što su sastav svojti i biomasa, a biološki je indikator promjena u vodenom ekosustavu u odnosu na referentne uvjete
Biološki indeks / pokazatelj	mjera procesa koji se odvijaju u zajednici (biološkom elementu kakvoće), koja se mijenja u skladu s gradijentom čovjekovog utjecaja
Biomasa	ukupna masa žive organske tvari unutar sustava ili svojte
Biovolumen	ukupni volumen jednog taksona, uključujući i staničnu stijenku (ako postoji), s izuzetkom lorike i/ili želatinozne ovojnice te struktura stanične stijenke poput bodlji, trnova, ljuski i sličnog.
„Bottom up“ pristup („Odozdo prema gore“)	utvrđivanje tipova površinskih voda temeljem biotičkih čimbenika
CARLIT metoda	metoda kartiranja litoralnih zajednica (Cartography of littoral rocky-shore communities) koja obuhvaća kartiranje zajednica makroalgi u mediolitoralu i gornjem infralitoralu te obradu prikupljenih podataka pomoću geografskog informacijskog sustava (GIS)
Chl a (klorofil-a)	fotosintetski pigment neophodan za proces fotosinteze i nalazi se u svim fitoplanktonskim stanicama. Određivanje koncentracije klorofila a najjednostavnija je metoda za procjenu biomase fitoplanktona.
CTD sonda	elektronički uređaj za mjerenje vodljivosti (saliniteta), temperature i dubine u prirodnim vodama
Diadromne vrste riba	vrste riba koje zbog raznih fizioloških potreba, najčešće zbog mrijesta, migriraju iz slatke vode u mora i oceane ili obrnuto
Dijatomeje (alge kremenjašice)	jednostanične alge koje žive pojedinačno ili u kolonijama, karakteriziraju ih ljušturice od silicijevog dioksida. S obzirom na način života mogu biti planktonske (u stupcu vode) ili bentoske (na organskom ili anorganskom supstratu)
DMS	kratica za „Degrees/Minutes/Seconds“ (stupnjevi/minute/sekunde)
Dubinski uzorkivač	uzorkivač vode oblika šupljeg valjka koji se spušta na željenu dubinu vode gdje se zatvore gornji i donji poklopac te se na taj način dobije reprezentativan uzorak vode s određene dubine
Epilimnij (Z _{epi})	sloj vode između površine i termokline u kojemu su gustoća i temperatura vode otprilike ujednačeni (temperatura se mijenja < 1°C po metru dubine)

POJAM	DEFINICIJA
Estuarijske rezidentne vrste riba	vrste riba koje su stalno nastanjene u estuarijima i to od nedoraslog stadija do uginuća
Estuarijski tolerantne vrste riba	vrste riba koje često obitavaju u estuarijskim područjima, posebice njihovi nedorasli stadiji i to radi ishrane i rasta, a zapravo su prave morske vrste
Eufotička zona (Z_{eu})	sloj vode ispod površine u kojem prodire svjetlost te se odvija proces fotosinteze.
Fitobentos	zajednica fototrofnih algi i cijanobakterija koje žive na dnu vodenog ekosustava
Fitoplankton	zajednica slobodno plivajućih, suspendiranih, fotosintetskih organizama u vodenim ekosustavima koja se sastoji od cijanobakterija i algi
Formaldehid-octena kiselina-etilni alkohol (FOA)	standardni konzervans za botaničke preparate
Frustula	stanična stjenka dijatomeja sačinjena od silikata, a sastoji se od dvije međusobno povezane valve
GIS	geografski informacijski sustav za upravljanje, analizu, vizualizaciju i distribuciju geoprostornih informacija, odnosno informacija o objektima i pojavama čiji je referentni sustav definiran na površini Zemlje
Helofit	makrofitska vrsta kojoj su samo bazalni dijelovi potopljene, dok su listovi i cvjetovi iznad razine vode.
Hidrofit	makrofitska vrsta koja je u potpunosti ili većim dijelom uronjena u vodu, čiji listovi, cvjetovi i podovi plutaju na vodi, ili pak koja čitava pluta na vodi (pravi makrofit)
Hranjive soli	otopljene soli dušika (nitrat, nitrit, amonijeve soli), fosfora (ortofosfat) i silicija (ortosilikat) koje sudjeluju u primarnoj proizvodnji organske tvari u prirodnim vodama
Indikatorske vrste organizama	odabrane vrste koje su pokazatelji promjena u okolišu
Integrirani uzorkivač	uzorkivač vode kojim se uzorkuje kontinuiran i reprezentativan uzorak u određenom stupcu vode
Interkalibracija	postupak provjere i usklađivanja nacionalnih granica kategorija vrlo dobrog i dobrog ekološkog stanja biološkog elementa kakvoće s normativnim definicijama Okvirne direktive o vodama unutar iste geografske interkalibracijske skupine
Jedinica za brojenje fitoplanktona	jedna stanica ili nakupina (kolonija, filament, cenobij) jedne ili više stanica algi koje se broje tijekom analize fitoplanktona, a razlikuje se od drugih čestica u uzorku
Konzerviranje	zaštita morfoloških struktura organizama od raspadanja
Kracer	ručna bentos mreža za uzorkovanje makrozoobentosa, donjeg ravnog dijela okvira širine 25 cm
Krenal	područje izvora koje obuhvaća izvorište - eukrenal ili mjesto gdje voda izlazi na površinu i izvorski tok - hipokrenal, tok nizvodno od eukrenala
Ksilal	organsko mikrostanište u koritu tekućice koje se sastoji od odumrlih drvenih ostataka, grana i korijenja
Litoral	priobalje, područje mora, jezera ili rijeke uz obalu, koje se proteže od crte visoke vode (plime ili visokog vodostaja) do crte niske vode (oseke ili niskog vodostaja). Obilježava ga gibanje vode, erozija, jaka sedimentacija, kolebanje temperature i bogatstvo biljnog i životinjskog svijeta
Makrofiti	zajednica vodenih biljaka koje se, u pravilu, mogu determinirati golim okom do razine vrste i čiji su fotosintetski dijelovi trajno ili barem nekoliko mjeseci

POJAM	DEFINICIJA
	uronjeni u vodu ili plutaju na površini vode (prema Cook et al, 1974. Casper & Krausch, 1980)
Makrolital	mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od većeg kamenja i šljunka veličine 20 do 40 cm
Makroskopska bentoska alga	višestanična alga ili nakupina jednostaničnih algi koje žive pričvršćene na supstrat i vidljive su golim okom
Maksimalna vegetacijska dubina	krajnja dubinska granica do koje su vodeni makrofiti ukorijenjeni u sediment
Makrozoobentos	zajednica makroskopskih beskralješnjaka koji naseljavaju pridnene supstrate (sediment, nanose, makrofite, filamentozne alge i dr.) barem jednim dijelom svog životnog ciklusa
Megalital	mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od vrlo velikog kamenja, blokova i stijena, većih od 40 cm
Mezolital	mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od kamenja veličine od 6,3 do 20 cm, s različitim udjelom šljunka i pijeska
Metrike	obilježja zajednice organizama koje se koriste prilikom ocjene ekološkog stanja / potencijala te su sastavni dio multimetričkih indeksa; ekološke karakteristike, sastav zajednice, udio pojedinih organizama unutar zajednice, raznolikost i bogatstvo svojti i dr.
Miješanje vode	miješanje cijelog stupca vode
Mikrolital	mineralno mikrostanište u koritu tekućice koje se sastoji od šljunka veličine od 2 do 6,3 cm, s različitim udjelom srednje velikog i finog šljunka i pijeska
Modul	skupina bioloških pokazatelja / indeksa koji ukazuju na istu vrstu opterećenja, odnosno daju istovrsnu informaciju o stanju vodnog tijela
NMDS analiza	statistička metoda nemetričkog multidimenzionalnog skaliranja
Normalizacija vrijednosti omjera ekološke kakvoće	pretvaranje graničnih vrijednosti omjera ekološke kakvoće na standardne granične vrijednosti: 0-0.19, 0.2-0.39, 0.4-0.59, 0.6-0.79, >0.8
Odsječak	određena dužina vodotoka koja je glavna podjedinica riječnog korita definirana fizikalnim, kemijskim ili hidrološkim značajkama (ili njihovom kombinacijom), a razlikuje se od nizvodnog i uzvodnog dijela vodotoka
Omjer ekološke kakvoće biološkog elementa (OEK)	prosječna vrijednost omjera ekološke kakvoće pojedinačnih pokazatelja / metrika
Omjer ekološke kakvoće pokazatelja/indeksa (OEK _{biološki indeks})	omjer između izmjerenih vrijednosti i referentnih vrijednosti pokazatelja / indeksa za određeni tip površinske vode
Pelagijal	zona slobodne vode, odnosno vode koja nije blizu dna ili obale
Pelal	mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od mulja i sluzi veličine čestica < 0,063 mm
Plitko jezero	polimiktičko jezero s maksimalnom dubinom ≤ 10 m te srednjom dubinom do 3 m
Pleustofit	makrofitska vrsta koja slobodno pluta na vodenoj površini
Pojasni odsječak	definirana uzdužna zona rijeke ili jezera unaprijed određene širine po kojoj se vrši opažanje
POMI (<i>Posidonia oceanica</i>)	metoda koja se zasniva na uzorkovanju morske cvjetnice <i>Posidonia oceanica</i> i mjerenju više fizioloških elemenata stanja biljke te značajki čitave zajednice

POJAM	DEFINICIJA
multivarijatni indeks)	
Polimiktičko jezero	plitko jezero koje godišnje ima više od dvije faze miješanja cijelog stupca vode
Potamal	područje donjeg toka tekućice, odnosno područje sporijeg toka tekućice
Profundal	područje dna u termalno stratificiranom jezeru (stajaćici), koje počinje na dubini donje granice termokline, pa sve do najdubljih dijelova stajaćice
Psamal	mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od pijeska veličine čestica od 0,063 do 2 mm
Psamopelal	mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od pijeska i organskog mulja veličine čestica od 0,063 do 2 m.
Referentna vrijednost pokazatelja / indeksa	za pokazatelje / indekse koji se koriste za ocjenjivanje ekološkog stanja /potencijala voda; referentna vrijednost se definira kao vrijednost određena na referentnim mjestima, odnosno procijenjena vrijednost za uvjete vrlo niskog opterećenja (bez utjecaja industrijalizacije, urbanizacije, intenzivne poljoprivrede) ili za uvjete s vrlo malim promjenama hidromorfoloških, bioloških i fizikalno-kemijskih pokazatelja - to je vrijednost indeksa / metrika u prirodnim uvjetima, bez ili sa minimalnim utjecajem čovjeka
Referentni uvjeti	uvjeti koji odražavaju potpuno nenarušeno stanje ili stanje s vrlo malim ljudskim utjecajem
Ritral	područje gornjeg, brzog toka tekućice
Salinitet (S)	masa (g) otopljenih soli u 1 kg morske vode kad su svi bromidi i jodidi zamijenjeni jednakom količinom klorida, a sva organska tvar oksidirana
Secchi dubina	najveća dubina kod koje je bijeli Secchi disk još uvijek vidljiv - to je srednja vrijednost dviju dubina: dubine na kojoj ploča nestaje prilikom spuštanja i dubine na kojoj se ploča ponovno pojavljuje prilikom podizanja
Standardizacija indeksa	pretvaranje vrijednosti bioloških indeksa u raspon od 0 do 1, koji predstavlja omjer ekološke kakvoće
Stanište	područje koje naseljava pojedini organizam, odnosno zajednica, a određeno je zemljopisnim, biotičkim i abiotičkim svojstvima
Submerzan	u potpunosti uronjen u vodu
Stratifikacija	stanje vodnog tijela tijekom kojeg vertikalni gradijent gustoće u vodenom stupcu sprječava njegovo potpuno miješanje
Stupanj pokrovnosti	postotak pokrivenog supstrata nekim organizmom na istraživanoj postaji
Svojta (takson)	skupina organizama koja je povezana s određenom hijerarhijskom razinom u biološkoj identifikaciji, nomenklaturi i klasifikaciji
Tehnotital	mikrostanište u koritu tekućice, na kojemu se nalazi čvrst materijal, obično kamenje i betonski blokovi položeni u tekućicu zbog uređivanja korita
Termoklina (metalimnija)	sloj u stupcu vode s najvećim vertikalnim gradijentom gustoće, koji je posljedica temperaturnog gradijenta koji se mijenja $> 1^{\circ}\text{C}$ po metru dubine
„Top down“ pristup („Od vrha prema dolje“)	utvrđivanje tipova površinskih voda temeljem abiotičkih čimbenika
Transekt	stalni, u prostoru točno određeni pravac kojem dužina i širina ovise o istraživanoj taksonomskoj skupini i lokalnim terenskim uvjetima
Trofija	pojam koji općenito označava razinu primarne produktivnosti u površinskim vodama
Valva	strukturna jedinica dijatomejske frustule
Vrijeme zadržavanja vode u jezeru	prosječno vrijeme potrebno da se izmijeni cjelokupan volumen vode u jezeru

1.2. STANDARDI ZA UZORKOVANJE I OBRADU UZORAKA BIOLOŠKIH ELEMENATA KAKVOĆE

Metode koje se koriste za praćenje bioloških elemenata kakvoće u ovoj Metodologiji u skladu su s međunarodnim i hrvatskim standardima koji su ovdje navedeni, u mjeri u kojoj oni obuhvaćaju praćenje te kojima se osigurava dobivanje usporedivih podataka istovjetne znanstvene kvalitete:

standardi za fitoplankton

- HR EN 16698:2015 Kakvoća vode – Upute za kvantitativno i kvalitativno uzorkovanje fitoplanktona iz kopnenih voda (EN 16698:2015)
- HRN EN 15972:2011 Kakvoća vode – Smjernice za kvantitativno i kvalitativno istraživanje morskog fitoplanktona (EN 15972:2011)
- HRN EN 15204:2008 Kakvoća vode – Savjetodavna norma za brojenje fitoplanktona pomoću inverznog mikroskopa (Utermöhl tehnikom) (EN 15204:2006)
- HRN ISO 10260:2001 Kakvoća vode – Mjerenje biokemijskih pokazatelja – Spektrometrijsko određivanje koncentracije klorofila a (ISO 10260:1992)

standardi za makrofita i fitobentos

- HRN EN 15460:2008 Kakvoća vode – Savjetodavna norma za ispitivanje makrofita u jezerima (EN 15460:2007)
- HRN EN 14184:2014 Kakvoća vode – Upute za ispitivanje akvatičkih makrofita u tekućicama (EN 14184:2014)
- HRN EN 15708:2010 Kakvoća vode – Savjetodavna norma za ispitivanje, uzorkovanje i laboratorijsku analizu fitobentosa u plitkim tekućicama (EN 15708:2009)
- HRN EN 13946:2014 Kakvoća vode – Upute za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih i jezerskih bentoskih dijatomeja (EN 13946:2014)
- HRN EN 14407:2014 Kakvoća vode – Upute za identifikaciju i brojenje dijatomeja u uzorcima riječnog i jezerskog bentosa (EN 14407:2014)

standardi za bentičke beskralježnjake

- HRN EN ISO 10870:2012 Kakvoća vode – Smjernice za odabir metoda i naprava za uzorkovanje bentoskih slatkovodnih makrobescralježnjaka (ISO 10870:2012; EN ISO 10870:2012)
- HRN EN 15196:2008 Kakvoća vode – Smjernice za uzorkovanje i obradu kukuljičnih svlakova trzalaca Chironomidae (Red Diptera: dvokrilci) za ekološko ocjenjivanje (EN 15196:2006)
- HRN EN 16150:2012 Kakvoća vode – Smjernice za ravnomjerno uzorkovanje bentoskih makrobescralježnjaka u plitkim rječicama prema zastupljenosti različitih staništa (EN 16150:2012)
- HR EN ISO 19493:2008 Kakvoća vode – Smjernice za biološka ispitivanja morskih zajednica čvrste podloge (ISO 19493:2007; EN ISO 19493:2007)
- HRN EN ISO 16665:2014 Kakvoća vode – Smjernice za kvantitativno uzorkovanje i obradu uzoraka morske makrofaune mekog dna (ISO 16665:2014; EN ISO 16665:2013)

standardi za ribe

- HRN EN 14962:2007 Kakvoća vode — Smjernice za područje primjene i odabir metoda uzorkovanja riba (EN 14962:2006)
- HRN EN 14011:2005 Kakvoća vode — Uzorkovanje riba električnom strujom (EN 14011:2003)
- HRN EN 15910:2014 Kvaliteta vode — Upute za procjenu brojnosti riba mobilnim hidroakustičnim metodama (EN 15910:2014)
- HRN EN 14757:2015 Kakvoća vode — Uzorkovanje riba mrežama raznih veličina oka (EN 14757:2015)

1.3. PREPORUKE ZA UZORKOVANJE PRATEĆIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH POKAZATELJA

Osnovni fizikalno–kemijski elementi kakvoće prateći su biološkim elementima u ocjeni ekološkog stanja, imaju presudan utjecaj na sve biološke zajednice i odgovorni su za sastav i strukturu istih. U nastavku su preporuke za obavljanje uzorkovanja vode za analizu fizikalno–kemijskih elemenata.

1.3.1. RIJEKE I JEZERA

- prilikom uzorkovanja potrebno je voditi računa da se uvijek uzorkuje na zadanim lokacijama, s točnim koordinatama
- uzorkovanje vode se obavlja u skladu s hrvatskim normama: Upute za uzorkovanje vode rijeka i potoka (HRN EN ISO 5667-6:2016/A11:2020), Upute za uzorkovanje vode prirodnih i umjetnih jezera (HRN ISO 5667-4:2016), Čuvanje i rukovanje uzorcima vode (HRN EN ISO 5667-3:2024) i Upute za osiguravanje kvalitete i kontrolu kvalitete pri uzorkovanju i rukovanju uzorcima vode iz okoliša (HRN EN ISO 5667-14:2016)

rijeke

- uzorkovanje vode se obavlja iz matice rijeke gdje god je to moguće
- uzorkovanje se obavlja svaki mjesec kada god je to moguće
- kalendar uzorkovanja treba prilagoditi tako da se uzorkovanje obavlja u svim hidrometeorološkim uvjetima uključujući ekstremne hidrometeorološke uvjete, i to: neposredno nakon prestanka obilnih kiša, velika voda, srednja voda, mala voda, stagnacija vode, nema povezanosti toka
- u slučaju kada zbog nepovoljnih hidrometeoroloških prilika uzorak nije moguće uzeti u određenom mjesecu, uzorkovanje se može obaviti u sljedećem mjesecu, uz uvjet da vremenski razmak između uzorkovanja ne bude manji od tri tjedna
- na mjernim postajama na kojima se uzima uzorak fitoplanktona, uzorke za analizu fizikalno–kemijskih i kemijskih pokazatelja potrebno uzeti iz istog uzorka iz kojeg je uzet uzorak fitoplanktona
- u slučaju kada je potrebno vodu iz rijeke uzeti više od jednog puta (kantom ili uzorkivačem), fizikalno-kemijski pokazatelji obavezno trebaju biti uzorkovani iz iste vode

jezera

- uzorkovanje se obavlja svaki mjesec kada god je to moguće
- uzorkovanje kompozitnog uzorka vode se obavlja iz čamca na najdubljoj točki u jezeru, s izuzetkom mjernih postaja na kojima je to drugačije dopušteno jer uzorkovanje iz čamca nije moguće (s brane, mosta i sl.)
- uzorkovanje vode za analizu fizikalno-kemijskih pokazatelja se obavlja prema protokolu uzorkovanja fitoplanktona (Poglavlje 3.1.2)

1.3.2. PRIJELAZNE I PRIOBALNE VODE

- prilikom uzorkovanja potrebno je voditi računa da se uvijek uzorkuje na zadanim lokacijama, s točnim koordinatama
- uzorkovanje vode se obavlja u skladu s hrvatskim normama: Smjernice za uzorkovanje morske vode (HRN ISO 5667-9:2001), Čuvanje i rukovanje uzorcima vode (HRN EN ISO 5667-3:2024) i Upute za osiguravanje kvalitete i kontrolu kvalitete pri uzorkovanju i rukovanju uzorcima vode iz okoliša (HRN EN ISO 5667-14:2016)
- mjerenja „in situ“ se izvode prema uputama proizvođača, vodeći računa o odzivu pojedinog senzora
- sondu treba držati uronjenu na površini mora barem 2 minute, da se svi senzori stabiliziraju te da proradi pumpa (ukoliko je uređaj opremljen pumpom)
- sonda se spušta prema dnu konstantnom brzinom, ne većom od 1,0 m/s

- sondu treba spustiti što bliže dnu vodeći računa o sigurnosti uređaja, zadržati desetak sekunda pri dnu, a zatim je podizati prema površini
- potrebno je koristiti podatke koje sonda izmjeri prilikom spuštanja
- potrebno je prvo iz crpca uzeti uzorke vode za određivanje kisika jer je to najosjetljiviji pokazatelj
- uzorke za kisik treba što je moguće ranije fiksirati
- uzorke vode za određivanje hranjivih soli treba čuvati u zamrzivaču
- uzorke vode za određivanje pH treba napuniti do vrha i odrediti nakon 10 minuta
- zadnja dubina uzorkovanja u stupcu vode je 2 m iznad dna da se ne kontaminira uzorak zbog zamućenja
- posljednji se uzorkuje sediment pomoću grabila ili korera da se izbjegne zamućivanje stupca vode

2. TIPOVI POVRŠINSKIH VODA

U skladu s Okvirnom direktivom o vodama (Europska komisija, 2000), rijeke, jezera, prijelazne vode i priobalne vode su razvrstane u tipove na temelju čimbenika (deskriptora) koji bitno određuju prirodna ekološka obilježja tih tipova, a koji su zadani (tipizacijski sustav A) ili se biraju (tipizacijski sustav B). U Hrvatskoj se koristi tipizacijski sustav B, jer je fleksibilniji i omogućuje definiranje tipologije koja bolje opisuje ekološku raznolikost površinskih voda.

2.1. TIPOLOGIJA RIJEKA

2.1.1. PRIRODNE RIJEKE

Tipizacija rijeka provedena je na svim tekućicama sa slivnom površinom većom od 10 km². U nacionalnu tipologiju rijeka prema sustavu B uključeni su obavezni i izborni čimbenici, uz podjelu na ekoregije¹ prema sustavu A, koristeći „top down“ – „bottom up“ pristup. Odabir izbornih čimbenika zasniva se na hrvatskim ekološkim i faunističkim specifičnostima. Primjenom abiotičkih čimbenika (Tablica 2.1) u hrvatskoj hidrografskoj mreži određena su 24 tipa i 47 podtipova, ukupno 71 abiotički tip rijeka.

Tablica 2.1 Kriteriji za tipizaciju prirodnih rijeka sa slivnom površinom većom od 10 km²

ABIOTIČKI ČIMBENICI ZA TIPIZACIJU PRIRODNIH RIJEKA	
Obavezni	EKOREGIJA¹ Panonska ekoregija Dinaridska ekoregija – Dinaridska kontinentalna subekoregija – Dinaridska primorska subekoregija – Dinaridska primorska subekoregija – Istra
	VELIČINA SLIVA – 10 - 100 km² - potoci i male tekućice – 100 – 1 000 km² - srednje velike tekućice – 1 000 – 10 000 km² - velike tekućice i – > 10 000 km² - vrlo velike tekućice
	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA – silikatna – vapnenačka – miješana silikatno-vapnenačka ili vapnenenačko-silikatna (ovisno o tome koja je više zastupljena), odnosno vapnenačko-flišna – organogena – miješana silikatno-organogena – miješana vapnenačko-organogena
	NADMORSKA VISINA – nizinske tekućice (< 200 m) – prigorske tekućice (200 - 500 m) – gorske (planinske) tekućice ili gorski potoci (> 500 m)
Izborni	GRANULOMETRIJSKI SASTAV SUPSTRATA – sitne čestice supstrata (< 2 mm) – srednje krupne čestice supstrata (> 2 mm) – krupni supstrat (> 6 cm) NAGIB KORITA < 1‰ – aluvijalne tekućice

¹ položaj rijeke u limnološkoj regionalizaciji Europe prema Illiesu (1978)

ABIOTIČKI ČIMBENICI ZA TIPIZACIJU PRIRODNIH RIJEKA	
	– tekućice krških polja KRŠKE TEKUĆICE S PADOM KORITA > 5‰ POVREMENE TEKUĆICE KRŠKE TEKUĆICE S BARAŽNIM UJEZERENJEM

Nakon provedene multivarijantne statističke analize (klaster analiza i NMDS analiza) u skladu s „bottom up“ pristupom, abiotički tipovi su grupirani na temelju sličnosti zajednice makrozoobentosa u 19 tipova s podtipovima, što čini ukupno 28 biotičkih tipova rijeka.

U postupku interkalibracije neki biotički tipovi su prema veličini sliva ili geološkoj i litološkoj podlozi dodatno raščlanjeni kako bi bili svrstani u odgovarajući interkalibracijski tip. Na ovaj način je definirano 35 tipova prirodnih rijeka.

Popis tipova prirodnih rijeka nalazi se u Prilogu 12.A Uredbe o standardu kakvoće voda, a značajke tipova rijeka u tablici u nastavku (*Tablica 2.2*).

Tablica 2. 2 Značajke tipova prirodnih rijeka sa slivnom površinom većom od 10 km²

OZNAKA TIPA	NAZIV	GEOLOŠKA PODLOGA	SUPSTRAT	NADMORSKA VISINA (m)	VELIČINA SLIVA (km ²)	ALUVIJALNA TEKUĆICA	TEKUĆICA KRŠKIH POLJA	KRŠKA TEKUĆICA PADOM KORITA > 5‰	POVREMENA TEKUĆICA	KRŠKA TEKUĆICA S BARAŽNIM UJEZERENJEM
PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)										
HR-R_1	Gorske i prigrorske male tekućice	silikatna, vapnenačka	akal, makrolital, mezo, mikrolital	>200	10-100					
HR-R_2A	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	silikatna, silikatno- vapnenačka, vapnenačko- organogena	akal, argilal, psamal	<200	10-100					
HR-R_2B	Nizinske male tekućice s šljunkovito-valutičastom podlogom	silikatna, vapnenačka	akal, mezolital, mikrolital, psamal	<200	10-100					
HR-R_3A	Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito- valutičastom podlogom	silikatna	akal, fital, mikrolital	<200	10-100	Da				
HR-R_3B	Nizinske male aluvijalne tekućice s glinovito- pjeskovitom podlogom	organogena, silikatna, silikatno- organogena, vapnenačka	fital, mikrolital, argilal, psamal	<200	10-100	Da				
HR-R_3C	Nizinske srednje velike aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom	organogena, silikatna, silikatno- organogena	fital, mikrolital, argilal, psamal	<200	100-1000	Da				
HR-R_3D	Nizinske velike aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom	silikatno-organogena	fital, mikrolital, argilal, psamal	<200	1000- 10000	Da				
HR-R_4A	Nizinske srednje velike tekućice	silikatna, silikatno- vapnenačka, vapnenačka	akal, mezolital, mikrolital, psamal	<200	100-1000					
HR-R_4B	Nizinske velike tekućice	silikatna	akal, mezolital, mikrolital, psamal	<200	1000- 10000					

OZNAKA TIPA	NAZIV	GEOLOŠKA PODLOGA	SUPSTRAT	NADMORSKA VISINA (m)	VELIČINA SLIVA (km ²)	ALUVIJALNA TEKUĆICA	TEKUĆICA KRŠKIH POLJA	KRŠKA TEKUĆICA PADOM KORITA > 5‰	POVREMENA TEKUĆICA	KRŠKA TEKUĆICA S BARAŽNIM UJEZERENJEM
HR-R_4C	Nizinske velike tekućice s izvorištem lociranim u Dinaridskoj ekoregiji	silikatna	akal, mezolital, mikrolital	<200	1000-10000					
HR-R_5B	Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj i vapnenačkoj podlozi - Donji tok Mure i srednji tok Drave i Save	silikatna, vapnenačka	akal, mikrolital	<200	>10000					
HR-R_5C	Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Donji tok Drave i Save	silikatna	akal, mikrolital, psamal	<200	>10000					
HR-R_5D	Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Dunav	silikatna	akal, mikrolital, psamal	<200	>10000					
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN), DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA										
HR-R_6	Gorske i prigorske male tekućice	silikatna, silikatno-vapnenačka, vapnenačka	makrolital, mezolital, akal, mikrolital	>200	10-100					
HR-R_7	Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice	silikatno-vapnenačka, vapnenačka	mezolital, akal, argilal, mikrolital, s mjestimično većim udjelom fitala	>200	100-10000					
HR-R_8A	Nizinske srednje velike tekućice	vapnenačka, vapnenačko-silikatna	akal, fital, makrolital, mikrolital, argilal, psamal	<200	100-1000					
HR-R_8B	Nizinske velike tekućice	vapnenačka	akal, fital, makrolital, mikrolital, argilal, psamal	<200	1000-10000					

OZNAKA TIPA	NAZIV	GEOLOŠKA PODLOGA	SUPSTRAT	NADMORSKA VISINA (m)	VELIČINA SLIVA (km ²)	ALUVIJALNA TEKUĆICA	TEKUĆICA KRŠKIH POLJA	KRŠKA TEKUĆICA PADOM KORITA > 5‰	POVREMENA TEKUĆICA	KRŠKA TEKUĆICA S BARAŽNIM UJEZERENJEM
HR-R_9	Gorske i prigorske srednje velike tekućice krških polja	vapnenačka	argilal, fital, izvorišna područja makrolital	>200	100-1000		Da			
HR-R_10A	Gorske i prigorske male povremene tekućice	vapnenačka	argilal, makrolital, mezolital	>200	10-100				Da	
HR-R_10B	Gorske srednje velike povremene tekućice	vapnenačka	argilal, fital, makrolital, mezolital, mikrolital	>200	100-1000				Da	
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN), DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA										
HR-R_11A	Nizinske i prigorske male tekućice u vapnenačkoj podlozi	vapnenačka	akal, fital, makrolital, mezolital, mikrolital	0 - 500	10-100				Da	
HR-R_11B	Prigorske male tekućice u vapnenačko-silikatnoj podlozi	vapnenačko-silikatna	akal, fital, makrolital, mezolital, mikrolital	0 - 500	10-100					
HR-R_12	Prigorske srednje velike i velike tekućice	vapnenačka	makrolital, megalital, mezolital, mikrolital	200-500	100-10000					
HR-R_13	Nizinske srednje velike i velike tekućice	vapnenačka	akal, fital, makrolital, mezolital, psamal	<200	100-10000					
HR-R_13A	Nizinske velike tekućice s baražnim ujezerenjem	vapnenačka	fital, mezolital, mikrolital	<200	1000-10000					Da
HR-R_14A	Nizinske male tekućice kratkih tokova s padom > 5 ‰	vapnenačka	makrolital, megalital, mezolital, mikrolital	<200	10-100			Da		

OZNAKA TIPA	NAZIV	GEOLOŠKA PODLOGA	SUPSTRAT	NADMORSKA VISINA (m)	VELIČINA SLIVA (km ²)	ALUVIJALNA TEKUĆICA	TEKUĆICA KRŠKIH POLJA	KRŠKA TEKUĆICA PADOM KORITA > 5‰	POVREMENA TEKUĆICA	KRŠKA TEKUĆICA S BARAŽNIM UJEZERENJEM
HR-R_14B	Nizinske srednje velike tekućice kratkih tokova s padom > 5 ‰ u vapnenačkoj podlozi	vapnenačka	makrolital, meglital, mezolital, mikrolital	<200	100-1000			Da		
HR-R_14C	Nizinske srednje velike tekućice kratkih tokova s padom > 5 ‰ u vapnenačko-silikatnoj podlozi	vapnenačko-silikatna	makrolital, meglital, mezolital, mikrolital	<200	100-1000			Da		
HR-R_15A	Prigorske i nizinske male tekućice krških polja	vapnenačka	argilal, fital, makrolital, mezolital, mikrolital	<200	10-100		Da			
HR-R_15B	Prigorske i nizinske srednje velike tekućice krških polja	vapnenačka	argilal, fital, makrolital, mezolital, mikrolital	200-500	100-1000		Da			
HR-R_16A	Prigorske male i srednje velike povremene tekućice	vapnenačka, vapnenačko-silikatna	fital, makrolital, meglital	200-500	10-1000				Da	
HR-R_16B	Nizinske male povremene tekućice	vapnenačka, vapnenačko-silikatna	akal, mezolital	<200	10-100				Da	
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN), DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA - ISTRA										
HR-R_17	Nizinske i prigorske male tekućice Istre	vapnenačko-flišna	argilal, makrolital, mezolital, mikrolital	0 - 500	10-100					
HR-R_18	Nizinske srednje velike tekućice Istre	vapnenačko-flišna	argilal, fital, mezolital	<200	100-1000					
HR-R_19	Povremene tekućice Istre	vapnenačko-flišna	fital, makrolital, mezolital, mikrolital	<200	10-100				Da	

2.1.2. ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE

Tipizacija znatno promijenjenih i umjetnih rijeka provedena je na svim vodnim tijelima tekućica sa slivnom površinom većom od 5 km² u Panonskoj ekoregiji odnosno 2 km² u Dinaridskoj ekoregiji, koja su u Planu upravljanja vodnim područjima (Hrvatske vode, 2023) proglašena znatno promijenjenim ili umjetnim vodnim tijelima. Svrha tipizacije je razvoj klasifikacijskih sustava za tip-specifičnu ocjenu ekološkog potencijala. Utvrđivanje tipova znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela rijeka se djelomično temelji na tipologiji prirodnih vodnih tijela rijeka, odnosno podjeli na ekoregije prema sustavu A te obaveznom čimbeniku sustava B, veličini sliva. Ostali čimbenici odnose se na podrijetlo vodnog tijela i dominantne hidromorfološke promjene obilježja vodnih tijela povezane s jednom ili više namjena korištenja voda. Primjenom ovih čimbenika (Tablica 2.3) određeno je 17 tipova znatno promijenjenih i 5 tipova umjetnih vodnih tijela rijeka.

Tablica 2. 3 Kriteriji za tipizaciju znatno promijenjenih i umjetnih rijeka sa slivnom površinom većom od 10 km²

ČIMBENICI ZA TIPIZACIJU ZNATO PROMIJENJENIH I UMJETNIH RIJEKA	
Obavezni	EKOREGIJA ² Panonska ekoregija Dinaridska ekoregija
	VELIČINA SLIVA – 5 - 100 km ² - potoci i male tekućice Panonske ekoregije – 2 - 100 km ² - potoci i male tekućice Dinaridske ekoregije – 100 – 1 000 km ² - srednje velike tekućice – 1 000 – 10 000 km ² - velike tekućice i – > 10 000 km ² - vrlo velike tekućice
Izborni (značajne hidromorfološke promjene)	PODRIJETLO VODNOG TIJELA – znatno promijenjeno vodno tijelo – umjetno vodno tijelo
	ZNAČAJNA HIDROMORFOLOŠKA PROMJENA – promijenjena morfologija – promijenjena uzdužna povezanost toka – velike dnevne promjene protoka – velike sezonske promjene protoka – poremećen odnos površinskih i podzemnih voda

Popis tipova znatno promijenjenih i umjetnih rijeka nalaze se u Prilogu 12.F Uredbe o standardu kakvoće voda, a značajke tipova u tablici u nastavku (Tablica 2.4).

² položaj rijeke u limnološkoj regionalizaciji Europe prema Illiesu (1978)

Tablica 2. 4 Značajke tipova znatno promijenjenih i umjetnih rijeka sa slivnom površinom većom od 2 km²

OZNAKA TIPA	NAZIV	EKOREGIJA	VELIČINA SLIVA (km ²)
HR-K_1A	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	5-100
HR-K_1B	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	5-100
HR-K_2A	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	100-1000
HR-K_2B	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	100-1000
HR-K_3A	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	1000-10000
HR-K_3B	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	1000-10000
HR-K_4	Vrlo velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	>10000
HR-K_5	Znatno promijenjene tekućice s velikim promjenama protoka	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	
HR-K_6A	Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	
HR-K_6B	Umjetne tekućice s poremećenim odnosom površinskih i podzemnih voda	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	
HR-K_6C	Umjetne tekućice s velikim sezonskim promjenama protoka	Panonska ekoregija (11. Mađarska nizina)	
HR-K_7A	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	2-100
HR-K_7B	Male znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	2-100
HR-K_8A	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	100-1000
HR-K_8B	Srednje velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	100-1000
HR-K_9A	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	1000-10000
HR-K_9B	Velike znatno promijenjene tekućice s promijenjenom morfologijom i uzdužnom povezanosti toka	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	1000-10000
HR-K_10	Znatno promijenjene povremene tekućice s promijenjenom morfologijom	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	
HR-K_11	Znatno promijenjeni bujični tokovi s promijenjenom morfologijom	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	
HR-K_12	Znatno promijenjene tekućice s velikim promjenama protoka	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	
HR-K_13A	Umjetne tekućice s velikim dnevnim promjenama protoka	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	
HR-K_13B	Umjetne tekućice s velikim sezonskim promjenama protoka	Dinaridska ekoregija (5. Dinarski zapadni Balkan)	

2.2. TIPOLOGIJA JEZERA

2.2.1. PRIRODNA JEZERA

U nacionalnu tipologiju jezera prema sustavu B uključeni su obavezni i izborni čimbenici, a obvezni proizlaze iz implementacije sustava A. Odabir izbornih čimbenika sustava B zasniva se na nacionalnim ekološkim specifičnostima (*Tablica 2.5*). Tipizirana su prirodna jezera površine veće od 0,5 km² i budući da su sva prirodna jezera s obzirom na izborne abiotičke čimbenike različita, njih devet podijeljeno je u osam tipova. Kopačko jezero je u Panonskoj ekoregiji, a ostala jezera su u Dinaridskoj ekoregiji (*Tablica 2.6*).

Tablica 2. 5 Kriteriji za tipizaciju prirodnih jezera površine veće od 0,5 km²

ABIOTIČKI ČIMBENICI ZA TIPIZACIJU PRIRODNIH JEZERA	
Obavezni	EKOREGIJA Panonska ekoregija Dinaridska ekoregija – Dinaridska kontinentalna subekoregija – Dinaridska primorska subekoregija
	POVRŠINA JEZERA – 0,5 km² do 1 km² - mala jezera – od 1 km² do 10 km² - srednje velika jezera – od 10 km² do 100 km² - velika jezera
	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA – karbonatna – organogena
	NADMORSKA VISINA – gorska (planinska) jezera (> 500 m n.v.) – nizinska jezera (< 200 m n.v.)
	SREDNJA DUBINA – plitka jezera (< 3m) – srednje duboka jezera (3 – 15 m) – duboka jezera (> 15 m)
Izborni	STUPANJ TROFIJE JEZERA – oligotrofno – oligotrofno-mezotrofno – mezotrofno – eutrofno-hipertrofno JEZERSKA TERMIKA – monomiktička – dimiktička – polimiktička STRATIFIKACIJA SADRŽAJA OTOPLJENOG KISIKA U LJETNOJ STAGNACIJI – klinogradna – ortogradna do klinogradna PODRIJETLO JEZERA – u poplavnom području vrlo velike rijeke – krško, baražno – kriptodepresija

Popis tipova prirodnih jezera nalazi se u Prilogu 12.B Uredbe o standardu kakvoće voda, a značajke tipova prirodnih jezera u tablici u nastavku (*Tablica 2.6*).

Tablica 2. 6 Značajke tipova prirodnih jezera s površinom većom od 0,5 km²

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	NAZIV PRIRODNOG JEZERA	POVRŠINA JEZERA (km ²)	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA	NADMORSKA VISINA (m n.v.)	SREDNJA DUBINA (m)	STUPANJ TROFIJE JEZERA	JEZERSKA TERMIKA	STRATIFIKACIJA SADRŽAJA OTOPLJENOG KISIKA U LJETNOJ STAGNACIJI	PODRIJETLO JEZERA
PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)										
HR-J_7	Plitka srednje velika jezera u poplavnom području vrlo velike rijeke	Kopačko jezero	> 1 - 10	organogena	< 200	< 3	eutrofno-hipertrofno	polimiktička	-	u poplavnom području vrlo velike rijeke
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN), DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA										
HR-J_1A	Oligotrofna planinska, duboka, mala jezera na karbonatnoj podlozi	Plitvička jezera, jezero Kozjak	0,5 - 1	vapnenačka	> 500	> 15	oligotrofno	dimiktička	klinogradna	krško, baražno
HR-J_1B	Oligotrofno-mezotrofna planinska, duboka, mala jezera na karbonatnoj podlozi	Plitvička jezera, Prošćansko jezero	0,5 - 1	vapnenačka	> 500	> 15	oligotrofno-mezotrofno	dimiktička	klinogradna	krško, baražno
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN), DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA										
HR-J_2	Nizinska, duboka, srednje velika jezera; kriptodepresije na karbontanoj podlozi	Vransko jezero, Cres	> 1 - 10	vapnenačka	< 200	> 15	oligotrofno	monomiktička	ortogradna do klinogradna	kriptodepresija
HR-J_3	Nizinska, srednje duboka, mala jezera; kriptodepresije na karbonatnoj podlozi	Baćinska jezera, jezero Crniševo i jezero Oćuša	0,5 - 1	vapnenačka	< 200	3 – 15	mezotrofno	monomiktička	klinogradna	kriptodepresija
HR-J_4	Nizinska, plitka, velika jezera;	Vransko jezero, Biograd na moru	> 10 - 100	vapnenačka	< 200	< 3	mezotrofno	polimiktička	-	kriptodepresija

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	NAZIV PRIRODNOG JEZERA	POVRŠINA JEZERA (km ²)	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA	NADMORSKA VISINA (m n.v.)	SREDNJA DUBINA (m)	STUPANJ TROFIJE JEZERA	JEZERSKA TERMIKA	STRATIFIKACIJA SADRŽAJA OTOPLJENOG KISIKA U LJETNOJ STAGNACIJI	PODRIJETLO JEZERA
	kriptodepresije na karbonatnoj podlozi									
HR-J_5	Nizinska, srednje duboka i srednje velika jezera na karbonatnoj podlozi	Visovačko jezero	> 1 - 10	vapnenačka	< 200	3 – 15	oligotrofno- mezotrofno	monomiktička	ortogradna do klinogradna	krško, baražno
HR-J_6	Nizinska, plitka, mala jezera; kriptodepresije na karbonatnoj podlozi	jezero Kuti	0,5 - 1	vapnenačka	< 200	< 3	oligotrofno- mezotrofno	polimiktička	-	-

2.2.2. ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA

Tipizacija znatno promijenjenih i umjetnih jezera provedena je na svim vodnim tijelima jezera s površinom većom od 0,5 km² koja su u Planu upravljanja vodnim područjima (Hrvatske vode, 2023) proglašena znatno promijenjenim ili umjetnim vodnim tijelima. Tipizacija je provedena i na nekim znatno promijenjenim i umjetnim jezerima površine manje od 0,5 km² koja su značajna sa stanovišta gospodarenja vodama, i to: Sakadaško jezero, Tribalj, Đale, Golubić, Brljan, Gusić polje i Vlačine. Svrha tipizacije je razvoj klasifikacijskih sustava za tip-specifičnu ocjenu ekološkog potencijala. Utvrđivanje tipova znatno promijenjenih i umjetnih vodnih tijela jezera temelji se na obaveznim čimbenicima za prirodna jezera prema sustavu B, uz podjelu na ekoregije prema sustavu A. Ostali čimbenici odnose se na dominantne hidromorfološke promjene obilježja jezera povezane s jednom ili više namjena korištenja voda. Primjenom ovih čimbenika (Tablica 2.7) određeno je 12 abiotičkih tipova u Panonskoj ekoregiji i 21 abiotički tip u Dinaridskoj ekoregiji.

Tablica 2. 7 Kriteriji za tipizaciju znatno promijenjenih i umjetnih jezera površine veće od 0,5 km²

ČIMBENICI ZA TIPIZACIJU ZNATNO PROMIJENJENIH I UMJETNIH JEZERA	
Obavezni	EKOREGIJA Panonska ekoregija Dinaridska ekoregija – Dinaridska kontinentalna subekoregija – Dinaridska primorska subekoregija
	POVRŠINA JEZERA – do 1 km² – male akumulacije, umjetne stajačice i umjetne stajačice šljunčare – od 1 km² do 10 km² - srednje velike akumulacije, umjetne stajačice i umjetne stajačice šljunčare – od 10 km² do 100 km² – velike akumulacije i umjetne stajačice
	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA – karbonatna – silikatna – miješana karbonatno-silikatna ili silikatno-karbonatna (ovisno o tome koja je više zastupljena) – organogena – miješana karbonatno-organogena – miješana silikatno-organogena
	NADMORSKA VISINA – gorske akumulacije i umjetne stajačice (> 500 m n.v.) – prigorske akumulacije i umjetne stajačice (200 – 500 m n.v.) – nizinske akumulacije, umjetne stajačice i umjetne stajačice šljunčare (< 200 m n.v.)
	SREDNJA DUBINA – vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice (< 3 m) – plitke akumulacije i umjetne stajačice (3 – 10 m) – duboke akumulacije i umjetne stajačice (> 10 m)
Izborni (značajne hidromorfološke promjene)	VRIJEME ZADRŽAVANJA VODE – dugo vrijeme zadržavanja vode > 14 dana – kratko vrijeme zadržavanja vode ≤ 14 dana INTENZITET FLUKTUACIJA I OSCILACIJA VODOSTAJA – male sezonske oscilacije vodostaja < 5 m – velike sezonske oscilacije vodostaja ≥ 5 m

Daljnja analiza pokazala je da se abiotička tipologija može grupirati u biotičku tipologiju na temelju relevantnih abiotičkih čimbenika, srednje dubine i sezonskih oscilacija vodostaja. U uvjetima velikog intenziteta oscilacija vodostaja nije moguć razvoj stabilnih zajednica makrofita i makrozoobentosa u

litoralnoj zoni, zbog čega ovi biološki elementi nisu relevantni za biotički tip dubokih akumulacija s velikim oscilacijama vodostaja. Vrijeme zadržavanja vode je ključni čimbenik za razvoj planktonske zajednice te je u biotičkom tipu akumulacija s kratkim vremenom zadržavanja vode fitoplankton nerelevantan biološki element. Na taj način su određena četiri biotička tipa u Panonskoj i četiri biotička tipa u Dinaridskoj ekoregiji (*Tablica 2.8*).

Tablica 2. 8 Značajke tipova znatno promijenjenih i umjetnih jezera s površinom većom od 0,5 km² i s površinom manjom od 0,5 km² (Sakadaško jezero, Tribalj, Đale, Golubić, Brljan, Gusić polje i Vlačine)

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	NAZIV TIPA PREMA FITOPLANKTONU I FITOBENTOSU	NAZIV TIPA PREMA MAKROFITA I MAKROZOOBENTOSU	NAZIV ZNATNO PROMIJENJENOG ILI UMJETNOG JEZERA	POVRŠINA JEZERA (km ²)	SREDNJA DUBINA (m)	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA	NADMORSKA VISINA (m n.v.)
PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)								
HR-AP_1A	Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u silikatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Popovac	< 1	< 3	silikatna	< 200
HR-AP_1B	Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Jošava	< 1	< 3	silikatno-karbonatna	< 200
HR-AP_2A	Nizinske srednje velike i vrlo plitke umjetne stajačice u miješanoj silikatno organogenoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Biljsko jezero	1 - 10	< 3	silikatno-organogena	< 200
HR-AP_2B	Nizinske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u silikatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Grabovo, Pakra	1 - 10	< 3	silikatna	< 200
HR-AP_2C	Nizinske srednje velike i vrlo plitke umjetne stajačice u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice šljunčare	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Rakitje	1 - 10	< 3	silikatno-karbonatna	< 200
HR-AP_3A	Nizinske male i plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Lapovac II	< 1	3 - 10	silikatno-karbonatna	< 200
HR-AP_3B	Nizinske male i plitke umjetne stajačice u miješanoj silikatno organogenoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Sakadaško jezero	< 1	3 - 10	silikatno-organogena	< 200

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	NAZIV TIPA PREMA FITOPLANKTONU I FITOBENTOSU	NAZIV TIPA PREMA MAKROFITA I MAKROZOOBENTOSU	NAZIV ZNATNO PROMIJENJENOG ILI UMJETNOG JEZERA	POVRšina JEZERA (km ²)	SREDNJA DUBINA (m)	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA	NADMORSKA VISINA (m n.v.)
HR-AP_4A	Nizinske srednje velike i plitke umjetne stajačice u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Borovik, Koritnjak	1 - 10	3 - 10	silikatno- karbonatna	< 200
HR-AP_4B	Nizinske srednje velike i plitke umjetne stajačice u silikatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice šljunčare	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Šoderica Koprivnica	1 - 10	3 - 10	silikatna	< 200
HR-AP_4C	Nizinske srednje velike i plitke umjetne stajačice u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice šljunčare	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Jarun	1 - 10	3 - 10	silikatno- karbonatna	< 200
HR-AP_5A	Nizinske srednje velike i plitke akumulacije u silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije na velikim rijekama s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i stajačice	Čakovec, Dubrava, Varaždin	1 - 10	3 - 10	silikatna	< 200
HR-AP_6	Nizinske male i duboke umjetne stajačice u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Duboke akumulacije i umjetne stajačice šljunčare	Duboke akumulacije i umjetne stajačice	Novo Čiče	< 1	> 10	silikatno- karbonatna	< 200
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN), DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA								
HR-AD_4	Gorske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	Krušćica	1 - 10	> 10	karbonatna	> 500
HR-AD_5	Gorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj i silikatno	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	Lokvarka	1 - 10	> 10	karbonatna	> 500

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	NAZIV TIPA PREMA FITOPLANKTONU I FITOBENTOSU	NAZIV TIPA PREMA MAKROFITA I MAKROZOOBENTOSU	NAZIV ZNATNO PROMIJENJENOG ILI UMJETNOG JEZERA	POVRSINA JEZERA (km ²)	SREDNJA DUBINA (m)	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA	NADMORSKA VISINA (m n.v.)
	karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja							
HR-AD_7	Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Gusić polje	< 1	3 - 10	karbonatna	200 - 500
HR-AD_10	Prigorske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (s kratkim vremenom zadržavanja vode)	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice s kratkim vremenom zadržavanja vode	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Sabljaci	1 - 10	< 3	karbonatna	200 - 500
HR-AD_19	Nizinske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	Lešće	1 - 10	> 10	karbonatna	< 200
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN), DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA								
HR-AD_1	Gorske male i vrlo plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj i karbonatno silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Bajer, Opsenica	< 1	< 3	silikatno- karbonatna i karbonatno- silikatna	> 500
HR-AD_2	Gorske male i duboke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Duboke akumulacije i umjetne stajačice	Duboke akumulacije i umjetne stajačice s velikim oscilacijama vodostaja	Lepenica	< 1	> 10	silikatno- karbonatna	> 500

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	NAZIV TIPA PREMA FITOPLANKTONU I FITOBENTOSU	NAZIV TIPA PREMA MAKROFITA I MAKROZOOBENTOSU	NAZIV ZNATNO PROMIJENJENOG ILI UMJETNOG JEZERA	POVRSINA JEZERA (km ²)	SREDNJA DUBINA (m)	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA	NADMORSKA VISINA (m n.v.)
	s velikim oscilacijama vodostaja							
HR-AD_3	Gorske srednje velike i plitke akumulacije u miješanoj karbonatno silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Štikada	1 - 10	3 - 10	karbonatno- silikatna	> 500
HR-AD_6	Prigorske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Golubić	< 1	< 3	karbonatna	200 - 500
HR-AD_8	Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Prančevići	< 1	3 - 10	karbonatna	200 - 500
HR-AD_9	Prigorske male i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	Đale	< 1	> 10	karbonatna	200 - 500
HR-AD_11	Prigorske srednje velike i plitke umjetne stajačice u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Prološko blato	1 - 10	3 - 10	karbonatna	200 - 500
HR-AD_12	Prigorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	Ričica	1 - 10	> 10	silikatno- karbonatna	200 - 500

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	NAZIV TIPA PREMA FITOPLANKTONU I FITOBENTOSU	NAZIV TIPA PREMA MAKROFITA I MAKROZOOBENTOSU	NAZIV ZNATNO PROMIJENJENOG ILI UMJETNOG JEZERA	POVRSINA JEZERA (km ²)	SREDNJA DUBINA (m)	GEOLOŠKA I LITOLOŠKA PODLOGA	NADMORSKA VISINA (m n.v.)
HR-AD_13	Prigorske velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	Peruća	10 - 100	> 10	karbonatna	200 - 500
HR-AD_14	Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Tribalj	< 1	< 3	karbonatna	< 200
HR-AD_15A	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Brljan	< 1	3 - 10	karbonatna	< 200
HR-AD_15B	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Razovac	< 1	3 - 10	karbonatna	< 200
HR-AD_16A	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Njivice	< 1	3 - 10	karbonatna	< 200
HR-AD_16B	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Vlačine	< 1	3 - 10	karbonatna	< 200
HR-AD_17	Nizinske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice	Ponikve	1 - 10	< 3	karbonatna	< 200
HR-AD_18	Nizinske srednje velike i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	Botonega	1 - 10	3 - 10	karbonatna	< 200

2.3. TIPOLOGIJA PRIJELAZNIH VODA

U nacionalnu tipologiju prijelaznih voda prema sustavu B uključeni su obavezni i izborni čimbenici, uz određivanje ekoregije prema sustavu A. Tipizirane su prijelazne vode čija je granica definirana salinitetom većim od 0,5, a u području ušća poveznicom između suprotnih obala ušća ili pojavom izraženog horizontalnog gradijenta saliniteta (*Tablica 2.9*).

Tablica 2. 9 Kriteriji za tipizaciju prijelaznih voda

ČIMBENICI ZA TIPIZACIJU PRIJELAZNIH VODA	
Obavezni	EKOREGIJA – Mediteranska ekoregija
	RASPON PLIME I OSEKE – mikroplimni
	SREDNJI GODIŠNJI SALINITET (s) – $s < 0,5$ slatka voda – $0,5 < s < 10$ - oligohalina voda – $s \geq 10$ – mezo- i polihalina voda
Izborni	SASTAV SUPSTRATA – krupnozrnati sediment – sitnozrnati sediment

Na ovaj način su određena četiri tipa prijelaznih voda. Popis tipova prijelaznih voda nalazi se u Prilogu 12.C Uredbe o standardu kakvoće voda, a značajke tipova u tablici u nastavku (*Tablica 2.10*).

Tablica 2. 10 Značajke tipova prijelaznih voda

OZNAKA TIPA	NAZIV TIPA	SREDNJI GODIŠNJI SALINITET	RASPON PLIME I OSEKE	SASTAV SUPSTRATA
MEDITERANSKA EKOREGIJA (6. SREDOZEMNO MORE)				
HR-P1_2	Oligohalini estuarij krupnozrnatog sedimenta	$0,5 < s < 10$	mikroplimni	krupnozrnati sediment
HR-P1_3	Oligohalini estuarij sitnozrnatog sedimenta	$0,5 < s < 10$	mikroplimni	sitnozrnati sediment
HR-P2_2	Mezo- i polihalini estuarij krupnozrnatog sedimenta	$s \geq 10$	mikroplimni	krupnozrnati sediment
HR-P2_3	Mezo- i polihalini estuarij sitnozrnatog sedimenta	$s \geq 10$	mikroplimni	sitnozrnati sediment

2.4. TIPOLOGIJA PRIOBALNIH VODA

Tipizacija priobalnih voda provedena je na svim vodama koje se nalaze unutar crte udaljene jednu nautičku milju od polazne crte od koje se mjeri širina teritorijalnog mora u smjeru pučine, a u smjeru kopna se protežu do vanjske granice prijelaznih voda. U tipologiji priobalnih voda korišten je sustav B koji uključuje obavezne i izborne čimbenike, uz određivanje ekoregije i srednje dubine prema sustavu A (*Tablica 2.11*). Granica srednjeg godišnjeg saliniteta je podešena na 37,5, jer je to granica saliniteta između dva interkalibracijska tipa priobalnih voda, IIA Adriatic ($< 37,5$) i IIW ($\geq 37,5$), kojima pripadaju priobalne vode istočne obale Jadrana (Odluka o utvrđivanju vrijednosti za klasifikacije u sustavima praćenja kao rezultat postupka interkalibracije, 2024).

Tablica 2. 11 Kriteriji za tipizaciju priobalnih voda

ČIMBENICI ZA TIPIZACIJU PRIOBALNIH VODA	
Obavezni	EKOREGIJA – Mediteranska ekoregija
	RASPON PLIME I OSEKE – mikroplimni
	SREDNJI GODIŠNJI SALINITET (s) – $s < 37,5$ – poli- i euhalina voda – $s \geq 37,5$ – euhalina voda
Izborni	SASTAV SUPSTRATA – krupnozrnati sediment – sitnozrnati sediment
	SREDNJA DUBINA – < 40 m – plitka voda – ≥ 40 m – srednje duboka i duboka voda

Određeno je sedam tipova priobalnih voda, od kojih četiri pripadaju interkalibracijskom tipu IIA Adriatic, a tri interkalibracijskom tipu IIW. Popis nacionalnih i interkalibracijskih tipova priobalnih voda nalazi se u Prilogu 12.D Uredbe o standardu kakvoće voda, a značajke tipova u tablici u nastavku (*Tablica 2.12*).

Tablica 2. 12 Značajke tipova priobalnih voda

OZNAKA TIPA	NAZIV	SREDNJA DUBINA (m)	SREDNJI GODIŠNJI SALINITET	RASPON PLIME I OSEKE	SUSTAV SUPSTRATA
MEDITERANSKA EKOREGIJA (6. SREDOZEMNO MORE)					
HR-O3_12	Poli- i euhaline plitke priobalne vode krupnozrnatog sedimenta	$z < 40$	$< 37,5$	mikroplimni	krupnozrnati sediment
HR-O3_13	Poli- i euhaline plitke priobalne vode sitnozrnatog sedimenta	$z < 40$	$< 37,5$	mikroplimni	sitnozrnati sediment
HR-O3_22	Poli- i euhaline priobalne vode krupnozrnatog sedimenta	$z > 40$	$< 37,5$	mikroplimni	krupnozrnati sediment
HR-O3_23	Poli- i euhaline priobalne vode sitnozrnatog sedimenta	$z > 40$	$< 37,5$	mikroplimni	sitnozrnati sediment
HR-O4_13	Euhaline plitke priobalne vode sitnozrnatog sedimenta	$z < 40$	$> 37,5$	mikroplimni	sitnozrnati sediment
HR-O4_22	Euhaline priobalne vode krupnozrnatog sedimenta	$z > 40$	$> 37,5$	mikroplimni	krupnozrnati sediment
HR-O4_23	Euhaline priobalne vode sitnozrnatog sedimenta	$z > 40$	$> 37,5$	mikroplimni	sitnozrnati sediment

2.5. BOJE ZA PRIKAZIVANJE KATEGORIJA EKOLOŠKOG STANJA / POTENCIJALA

U člancima 15. i 18. Uredbe o standardu kakvoće voda propisane su boje za prikazivanje kategorija ukupnog ekološkog stanja i ekološkog potencijala te kategorija stanja na temelju pojedinačnih elemenata kakvoće. Ekološki potencijal se dodatno prikazuje tamnosivim prugama (znatno promijenjena vodna tijela) ili svijetlosivim prugama (umjetna vodna tijela). Boje za prikaz ekološkog stanja vodnih tijela određene su u Dodatku 11 Vodiča za izvješćivanje o provedbi Okvirne direktive o vodama (Europska komisija, 2022).

Tablica 2. 13 Boje kojima se prikazuju kategorije ekološkog stanja/potencijala. RGB (Red, Green, Blue) i HEX (Heksadecimalni) su modeli boja koji imaju jedinstvene kodove za svaku boju.

	BOJA	RGB	HEX	EKOLOŠKO STANJE/ POTENCIJAL
	plava	rgb (88,147,169)	#5893A9	vrlo dobro stanje
	zelena	rgb (111,178,44)	#6FB22C	dobro stanje dobar i bolji potencijal
	žuta	rgb (255,246,166)	#FFF6A6	umjereno stanje umjeren potencijal
	narandžasta	rgb (246,168,0)	#F6A800	loše stanje loš potencijal
	crvena	rgb (230,61,92)	#E63D5C	vrlo loše stanje vrlo loš potencijal

3. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE U RIJEKAMA I JEZERIMA

3.1. FITOPLANKTON

3.1.1. UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U RIJEKAMA

vrijeme uzorkovanja

- tijekom dana, jednom mjesečno od travnja do rujna tekuće godine
- razdoblje između dva uzorkovanja treba biti najmanje tri tjedna

mjesto uzorkovanja

- zajednička mjerna postaja za uzorkovanje fitoplanktona i osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja
- uzorkovati na mjestu najdubljeg dijela toka rijeke, tzv. „thalweg“
- zabilježiti GPS-om koordinate mjesta uzorkovanja, kako bi se redovito moglo uzorkovati na istom vertikalnom profilu

oprema za uzorkovanje

- topografske karte u mjerilu 1:25 000 i 1:50 000
- terenski protokol za uzorkovanje fitoplanktona u rijekama i jezerima (ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje fitoplanktona u rijekama i jezerima nalazi se u Prilogu 6.3)
- planktonska mrežica veličine oka između 10 i 25 μm
- plastična kanta ili crpac
- staklene bezbojne boce sa širokim grlom (200 -250 mL) za spremanje direktnog uzorka, označene vodootpornom etiketom
- plastične bočice (do 100 mL) za spremanje kvalitativnog mrežnog uzorka
- otopina za fiksiranje uzorka (Lugolova otopina)
- fotoaparat
- GPS uređaj
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar)
- grafitne i kemijske olovke, vodootporni flomaster
- gumene čizme
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, terenske sandale, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom
- zaštitne rukavice od neoprena ili sličnog materijala (kožne rukavice sa ili bez prstiju), prema potrebi
- papirnati ručnici
- putni hladnjak
- terenska torbica s prvom pomoći
- čamac i pojas za spašavanje (prema potrebi)
- tablet (opcionarno)

način uzorkovanja

- označiti bočice za uzorke prije uzorkovanja (šifra i naziv mjerne postaje, analitički broj uzorka, datum uzorkovanja)
- koristiti vodootporne flomastere (vodootporne etikete na bočicama mogu biti i prethodno računalno

ispisane s praznim prostorom za dodatne podatke koji se upisuju na terenu)

- fitoplankton se uzorkuje na dva načina, ovisno o tome hoće li uzorak biti kvalitativno ili kvantitativno analiziran, a obavlja se prema Uputama za kvantitativno i kvalitativno uzorkovanje fitoplanktona u kopnenim vodama (HR EN 16698:2015)
- bočice s uzorcima dopremiti do laboratorija u neprozirnom, tamnom prijenosnom hladnjaku na 4 °C do 10 °C

a) uzorkovanje za kvalitativnu analizu

- kvalitativni uzorci (mrežni uzorci fitoplanktona) se uzorkuju planktonskom mrežicom promjera oka između 10 i 25 µm na način da se planktonska mrežica 5 do 10 puta potapa u rijeku i povlači potezom
- koliko puta će se spustiti mrežica u rijeku ovisi o količini suspendirane tvari u rijeci
- kako bi se izbjeglo zatvaranje pora na planktonskoj mrežici, u slučaju kada je u rijeci mnogo suspendirane tvari, dovoljno je potopiti mrežicu 5 puta
- sadržaj mrežice se ispusti u plastičnu bočicu za spremanje uzorka i dopremi u laboratorij
- uzorkovanje se obavlja s mosta ili iz čamca/broda

NAPOMENA - planktonske mrežice s promjerom oka 25 µm preporučuju se koristiti u uvjetima povišene suspendirane tvari te uvjetima povišenog stupnja trofije

b) uzorkovanje za kvantitativnu analizu

- kvantitativni uzorak fitoplanktona uzima se iz površinskog sloja kantom ili uzorkivačem na najdubljem dijelu rijeke (tzv. thalweg)
- kvantitativne uzorke iz kante ili crpca potrebno je prelići u bočice za uzorke i odmah konzervirati
- uzorkovanje se obavlja s mosta ili iz čamca/broda

3.1.2. UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U JEZERIMA

vrijeme uzorkovanja

- tijekom dana, jednom mjesečno od travnja do rujna tekuće godine
- razdoblje između dva uzorkovanja treba biti najmanje tri tjedna

mjesto uzorkovanja

- uzorci za kvalitativnu i kvantitativnu analizu fitoplanktona uzimaju se iz čamca, na najdubljem mjestu u jezeru
- u ekstremno sušnim uvjetima u kojima je jezero skoro u potpunosti presušeno (ovakva situacija moguća je primjerice u Kopačevskom jezeru) uzorci se uzimaju na sredini jezera pri dubini od cca. 40 cm
- u Kopačevskom jezeru, u ekstremno sušnim uvjetima u kojima je jezero skoro u potpunosti presušeno, uzorci se uzimaju na sredini jezera pri dubini od cca. 40 cm
- koordinate mjesta uzorkovanja zabilježiti GPS-om kako bi se redovito moglo uzorkovati na istom vertikalnom profilu, osim kada je na mjestu uzorkovanja fiksno postavljena bova

oprema za uzorkovanje

- terenski protokol za uzorkovanje fitoplanktona u rijekama i jezerima (u Prilogu 6.3 nalazi se ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje fitoplanktona u rijekama i jezerima)
- čamac
- batimetrijska karta
- GPS uređaj
- dubinomjer
- fotoaparat
- Secchi disk
- vitlo s užetom
- integrirani uzorkivač za kompozitni uzorak stupca vode
- dubinski uzorkivač za vodu
- cijev za uzorkovanje u plitkim jezerima
- planktonska mreža s promjerom oka između 10 i 25 μm
- plastična kanta volumena 10 - 15 L
- staklene bezbojne boce sa širokim grlom (200 - 250 mL) za spremanje uzorka označene voodootpornom etiketom
- plastične bočice (do 100 mL) za spremanje kvalitativnog mrežnog uzorka
- prijenosni hladnjak
- grafitna olovka i voodootporni flomaster
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar)
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica)
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, terenske sandale, kapa ili šešir, krema s zaštitnim faktorom
- zaštitne rukavice od neoprena ili sličnog materijala, prema potrebi
- papirnati ručnici
- pojas za spašavanje
- terenska torbica s prvom pomoći
- tablet (opcionalno)

način uzorkovanja

- prije početka uzorkovanja izmjeriti temperaturu i koncentraciju kisika u stupcu vode, na svakom metru dubine do 1 m od dna, a u dubokim jezerima po mogućnosti do dubine od 1 m iznad dna ili do minimalne dubine od 30 m
- prije početka uzorkovanja u stratificiranim jezerima potrebno je odrediti dubinu eufotičke zone i dubinu epilimnija te temperaturnu stratifikaciju u stupcu vode
- dubina eufotičke zone se računa tako što se Secchi dubina pomnoži s koeficijentom 2,5 ($Z_{eu} = \text{Secchi dubina} \times 2,5$)
- reprezentativan kvantitativni uzorak fitoplanktona uzorkuje se uzorkivačem
- uzorkivač ne smije dotaknuti dno jezera kako se ne bi kontaminirao uzorak - u tom slučaju uzorkovanje treba ponoviti podalje od mjesta na kojem je uznemiren sediment kako bi se uzeo ispravan uzorak
- bočice za uzorke označiti voodootpornim etiketama prije uzorkovanja kako bi se izbjegla zamjena uzoraka - voodootporne etikete na bočicama mogu biti i prethodno računalno ispisane s praznim prostorom za dodatne podatke koji se upisuju na terenu
- za ručno pisanje po etiketama koristiti voodootporne flomastere
- bočice s uzorcima dopremiti do laboratorija u neprozirnom, tamnom prijenosnom hladnjaku na 4 °C do 10 °C

a) uzorkovanje za kvalitativnu analizu

- kvalitativni uzorci (mrežni uzorci fitoplanktona) uzorkuju se planktonskom mrežicom promjera oka između 10 i 25 μm .

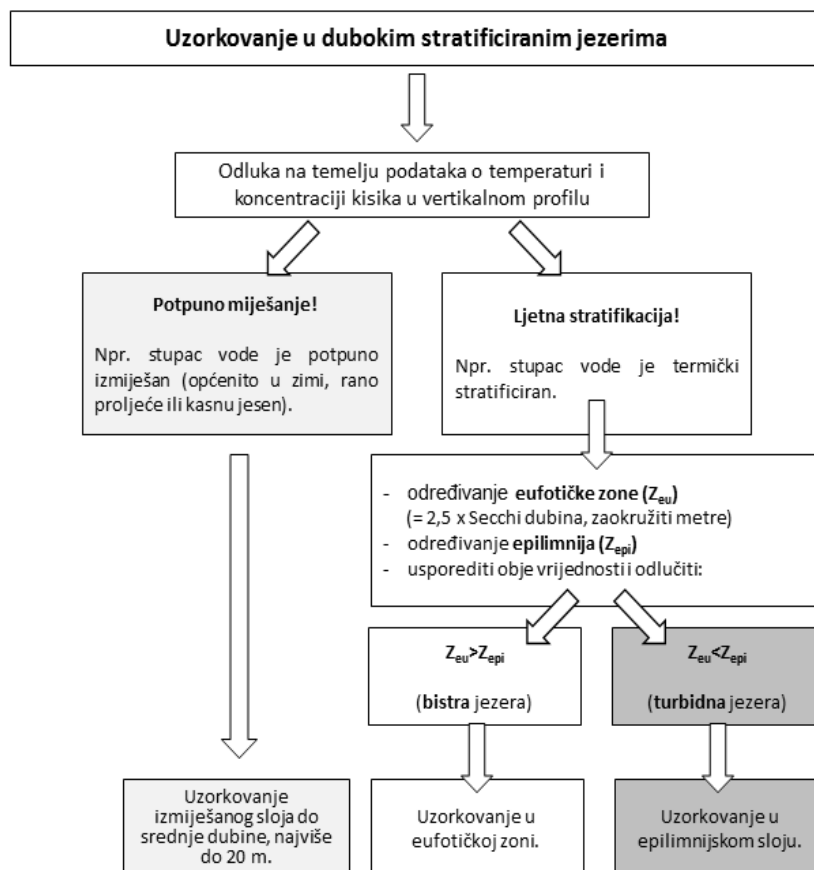
- uzorak se uzima potezom s jednake dubine s koje se uzima i kompozitni uzorak - planktonska mrežica spusti se do određene dubine te se lagano i jednakomjerno povlači prema površini (uzorak koji se skupio u posudi na kraju mrežice prelije se u pravilno označenu bočicu)
- nakon uzorkovanja mrežicu se nekoliko puta uranja u jezersku vodu do ruba obruča mrežice, kako bi se isprao zaostali materijal na unutarnjim stijenkama mrežice te se i taj sadržaj dodaje u bočicu s uzorkom
- bočica s uzorkom se pohrani u prijenosni hladnjak tijekom transporta do laboratorija
- nakon svakog uzorkovanja planktonska mrežica se na terenu mora dobro isprati vodom jezera, a potom u laboratoriju destiliranom vodom
- ako se jedna mrežica koristi za više točaka uzorkovanja, nakon svakog uzorkovanja mrežica se na terenu dodatno ispire i destiliranom vodom

NAPOMENA - ako se kvalitativni, tzv. mrežni uzorci fitoplanktona koriste za kasniju determinaciju dijatomeja tada promjer oka na mrežici mora biti 10 μm - u slučaju visoke gustoće fitoplanktona i planktonske mrežice s promjerom oka 25 μm mogu se koristiti za analizu manjih frakcija jer se pore začepe te u mrežici ostanu i manje frakcije fitoplanktona

b) uzorkovanje za kvantitativnu analizu

- kvantitativni uzorak fitoplanktona u jezerima je kompozitni uzorak uzet iz cijelog stupca vode posebnim uzorkivačima - ovisno o tipu jezera te njegovoj stratificiranosti, prvo se odabire način uzorkovanja (Slika 3.1)
- tijekom faze miješanja vode u **plitkim jezerima** uzima se kompozitni uzorak iz cijelog stupca vode do dubine od 1 m iznad dna - u **dubokim jezerima** uzima se kompozitni uzorak najdublje do 20 m dubine ili do dubine 1 m iznad dna
- tijekom ljetne stagnacije u **polimiktičnim (plitkim)** jezerima (s najvećom dubinom ≤ 10 m) uzorkovanje seže do dubine od 6 m ili do dubine 1 m iznad dna - u **stratificiranim (dubokim)** jezerima (s najvećom dubinom ≥ 10 m) postoji razlika za uzorkovanje tijekom ljetne stagnacije ovisno o turbiditetu jezera:
 - 1) turbidna jezera kod kojih je dubina eufotičke zone manja od dubine epilimnija ($Z_{\text{eu}} < Z_{\text{epi}}$), kompozitni se uzorak dobiva uzorkovanjem cijelog stupca epilimnija
 - 2) bistra jezera kod kojih je dubina eufotičke zone veća od dubine epilimnija ($Z_{\text{eu}} > Z_{\text{epi}}$), kompozitni se uzorak dobiva uzorkovanjem cijelog stupca eufotičke zone

NAPOMENA - plitka jezera su definirana kao polimiktična jezera - njihova maksimalna dubina je najčešće ≤ 10 m, a srednja dubina manja od 3 m



Slika 3. 1 Shema načina uzorkovanja fitoplanktona u dubokim i stratificiranim jezerima

uzorkovanje i priprema kompozitnog uzorka

- prilikom uzorkovanja plitkih vodnih tijela, prije samog mjesta uzorkovanja valja ugasiti vanbrodski motor kako propeler ne bi podigao čestice sedimenta
- tijekom uzorkovanja uzorkivač ne smije dotaknuti dno jezera kako se ne bi kontaminirao uzorak
- preporučena metoda za uzorkovanje fitoplanktona je uzorkovanje crpcem, no moguće je uzorkovati i s integriranim uzorkivačem

a) uzorkovanje i priprema kompozitnog uzorka uz pomoću crpca

- kada je dubina uzorkovanja kompozitnog uzorka unaprijed određena da ne prelazi dubinu od 10 m (plitka jezera ili turbidna jezera), udaljenost između poduzoraka ne smije biti veća od 1 m
- kada je dubina uzorkovanja kompozitnog uzorka unaprijed određena da prelazi dubinu od 10 m (duboka bistra jezera u kojima eufotički sloj i/ili epilimnij prelaze 10 m), tada udaljenost između poduzoraka može biti najviše 2 m
- poduzorci sakupljeni s različitih dubina se trebaju izmiješati u plastičnoj kanti s poklopcem kako bi uzorak tijekom miješanja bio zaštićen od direktnih sunčevih zraka ili vremenskih nepogoda poput kiše
- ovisno o broju poduzoraka, ukupni izmiješani volumen mora biti dostatan za uzimanje uzorka fitoplanktona i svih ostalih pratećih uzoraka (uzorci za koncentraciju hranjivih tvari, klorofila a itd.)

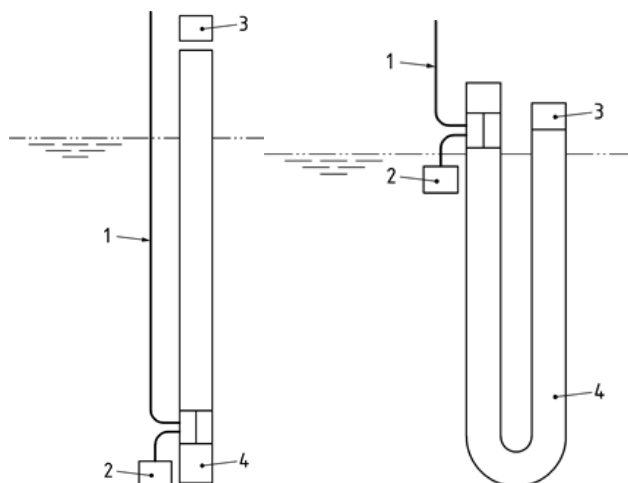
b) uzorkovanje kompozitnog uzorka integriranim uzorkivačem

- na integriranom uzorkivaču se pomoću ručne jedinice programira dubina uzorkovanja, a potom se prema naznačenoj brzini na ručnoj jedinici spušta nešto dublje od željene dubine - elektronički dio na uzorkivaču regulira uzimanje vode tijekom spuštanja, ako brzina nije konstantna zbog ljuljanja čamca, valova na vodi i slično
- sva voda iz uzorkivača se ispusti u plastičnu kantu kako bi se izbjeglo taloženje unutar samog uzorkivača
- kvantitativni uzorak fitoplanktona i uzorci za druge pokazatelje se uzimaju iz plastične kante

NAPOMENA - uzorkivači s poklopcem ili čepom samo na jednoj strani, pri čemu nije otvoren cijeli presjek uzorkivača prilikom spuštanja u vodu, ne preporučuju se (npr. Ruttnerova boca)

c) uzorkovanje kompozitnog uzorka pomoću cijevi

- potrebna je silikonska cijev s minimalnim unutarnjim promjerom od 1,6 cm (ne gumena cijev), uže, gumeni čep i uteg (prsten napravljen od nehrđajućeg čelika na ulaznom dijelu cijevi)
- cijev na ulaznom dijelu ima učvršćen uteg od nehrđajućeg čelika na koji je privezano uže (uteg omogućava vertikalno postavljanje cijevi u vodenom stupcu (Slika 3.2).
- cijev se lagano okomito spušta u vodu s krajem na kojemu je uteg - na željenoj dubini, gornji kraj cijevi se začepi, a donji dio cijevi se lagano povuče na površinu pomoću užeta
- uzorak vode prelije se u plastičnu kantu
- postupak se može ponoviti ako nije uzet dovoljan volumen vode za punjenje svih pratećih uzoraka (npr. klorofil a i hranjive tvari)
- nakon upotrebe, oprema se mora isprati destiliranom vodom i prije pohrane dobro osušiti



Slika 3. 2 Način uzorkovanja kompozitnog uzorka fitoplanktona pomoću silikonske cijevi. 1 – uže, 2 – uteg; 3 – čep; 4 – cijev

NAPOMENA - uzorkovanje fitoplanktona po dubini ili integrirano uzorkovanje mora biti u skladu s Uputama za kvantitativno i kvalitativno uzorkovanje fitoplanktona u kopnenim vodama (HR EN 16698:2015)

3.1.3. KONZERVIRANJE I POHRANA UZORAKA FITOPLANKTONA

konzerviranje uzoraka

a) direktni kompozitni uzorci

- pohranjuju se u staklene bočice sa širokim grlom volumena 200-250 mL
- fiksiraju se Lugolovom otopinom - kiselu Lugolovu otopinu se koristi kada je pH vode < 7, a lužnata kada je pH vode > 7.
- konzerviraju se u omjeru 5 mL Lugolove otopine na 1 L uzorka, što ovisi o gustoći algi u uzorku - preporuka je za mezotrofna i posebice oligotrofna jezera ne koristiti više od 2 mL Lugolove otopine na 1 L uzorka, jer prekomjerna količina mijenja strukturu algi što otežava determinaciju (općenito treba slijediti pravilo da konačna boja konzerviranog uzorka bude boja konjaka)

NAPOMENA - nedostatak bezbojnog stakla bočica za uzorke je taj što je Lugolova otopina fotolabilna te je potrebno pažljivije čuvanje bočica u tami, dok je nedostatak bočica sa zatamnjanim staklom taj što se ne vidi boja uzorka koji je obojan Lugolovom otopinom te je boju uzorka potrebno provjeriti na drugi način, npr. kapalicom - svakako je bolje uzorke stavljati u bočice od bezbojnog stakla i držati u zatamnjenom hladnjaku

priprema Lugolove otopine

- *kisela Lugolova otopina*: otopiti 100 g kalijevog jodida (KI) u 1 L destilirane ili deionizirane vode; u otopinu zatim dodati 50 g krutog joda i miješati dok se jod ne otopi, a potom dodati 100 g ledene octene kiseline (CH_3COOH); ako ostane neotopljenih kristalića joda, otopinu treba dekantirati - tako pripremljena otopina prelije se i čuva u tamnoj boci na sobnoj temperaturi, a može se upotrebljavati do godinu dana od datuma pripreme
- *lužnata Lugolova otopina*: otopiti 100 g kalijevog jodida (KI) u 1 L destilirane ili deionizirane vode; u otopinu zatim dodati 50 g krutog joda i miješati dok se jod ne otopi, a potom dodati 100 g natrijevog acetata ($\text{CH}_3\text{COO-Na}$); ako ostane neotopljenih kristalića joda, otopinu treba dekantirati - tako pripremljena otopina prelije se i čuva u tamnoj boci na sobnoj temperaturi, a može se upotrebljavati do godinu dana od datuma pripreme

b) mrežni kvalitativni uzorci

- spremaju se u plastične bočice volumena do 100 mL
- ne konzerviraju se na terenu jer se koriste za determinaciju vrsta iz živog materijala - nakon što je determinacija živog materijala gotova, uzorci se konzerviraju 96 %-nim etilnim alkoholom do konačne koncentracije od 20 %
- konzervirani uzorci koriste se za izradu trajnih preparata zbog determinacije dijatomeja
- ukoliko je potrebno sačuvati dio uzorka zbog potvrde determinacija pojedinih vrsta, on se može konzervirati formaldehidom do konačne koncentracije od 4 %

NAPOMENA - ukoliko se koristi alkohol kao konzervans prilikom označavanja bočica potrebno je zamijeniti alkoholni marker uljnim markerom

pohrana uzoraka

a) mrežni kvalitativni uzorci

- mrežni kvalitativni uzorci, tzv. živi uzorci, čuvaju se u tami na temperaturi između 4 i 10 °C
- uzorci skupljeni u jezerima s visokom temperaturom vode trebaju se postupno ohladiti kako ne bi došlo do oštećenja stanica fitoplanktona
- analiza živih uzoraka mora se provesti unutar 36 sati, a najbolje je pregledati ih u roku od 24 sata

b) konzervirani uzorci

- čuvaju se u tami na temperaturi između 4 i 8 °C, osim ako nisu analizirani unutar 3 tjedna, kada mogu biti čuvani u tami na sobnoj temperaturi
- razina uzorka u bočici treba biti označena vodootpornim flomasterom prije skladištenja kako bi se znalo je li dio uzorka ishlapio, što je vrlo bitno kod kasnijeg preračunavanja broja stanica

NAPOMENA - pohrana uzoraka u tami je važna zbog sprječavanja foto oksidacije; maksimalno vrijeme pohrane uzoraka konzerviranih Lugolovom otopinom u tami na temperaturi između 4 i 8 °C je godina dana, ali se uzorci moraju provjeravati s vremena na vrijeme i u njih dodavati Lugolova otopina u slučaju foto oksidacije - čuvanje i skladištenje u dužem razdoblju od godine dana nije preporučljivo, a ako se mora učiniti tada se u uzorak dodaje formaldehid

označavanje i etiketiranje uzorka

- šifra i naziv mjerne postaje
- analitički broj uzorka
- datum uzorkovanja

3.1.4. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA FITOPLANKTONA

popis potrebne opreme pri mikroskopiranju uzoraka fitoplanktona

- komorice za sedimentaciju po Utermöhl-u s cilindrima 5 - 100 mL
- invertni mikroskop s Nomarski i/ili faznim kontrastom koji sadržava:
 - a) kondenzor s velikom radnom daljinom i numeričkom aperturom > 0,5
 - b) binokulare 10x ili 12,5x (od kojih jedan ima okularni mikrometar, ako se ne mjeri pomoću računalnog programa)
 - c) objektivne 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s Nomarski i/ili faznim kontrastom
 - d) digitalnu kameru povezanu s računalom
 - e) mehaničko postolje
- imerzijsko ulje
- staklene kapalice, staklene čaše, boce štrcalice
- predmetna i pokrovna stakalca
- laboratorijski protokol

NAPOMENA - uz invertni mikroskop je potrebno imati i uspravan mikroskop s povećanjima 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s Nomarski i/ili faznim kontrastom zbog determinacije dijatomeja

- sva oprema mora biti kalibrirana na određene ponuđene volumene posudica za sedimentaciju, veličine komorica te sva povećanja mikroskopa na kojem se određuje brojnost prema Savjetodavnoj normi za brojanje fitoplanktona pomoću invertnog mikroskopa (Utermöhl tehnikom) HRN EN 15204:2008

kvalitativna analiza

- obuhvaća određivanje kvalitativnog sastava fitoplanktona (determinaciju vrsta) i ocjenu relativne brojnosti, što se postiže obradom mrežnog (živog) uzorka fitoplanktona
- koristi se invertni ili klasični svjetlosni mikroskop s povećanjima 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s Nomarski i/ili faznim kontrastom
- kvalitativnu analizu nije potrebno vršiti u uzorcima u kojima dominiraju alge kremenjašice koje se ne mogu determinirati pomoću svjetlosnog mikroskopa iz živog uzorka, tj. u riječnim uzorcima - takvi uzorci se konzerviraju formalinom, a redeterminacija se po potrebi vrši naknadno
- ako je zbog tehničkih poteškoća nemoguće napraviti kvalitativnu analizu uzoraka fitoplanktona, iste je potrebno konzervirati formalinom, a analizu napraviti najkasnije prije analize kvantitativnog uzorka
- u uzorcima fitoplanktona čije se analize vrše kontinuirano kroz godine u okviru monitoringa, nije potrebno svake godine napraviti kvalitativnu analizu fitoplanktona već po potrebi i procjeni analitičara
- prilikom determinacije svakoj vrsti se dodjeljuje relativna brojnost od 1 do 5 prema skali u *Tablici 3.1*

Tablica 3. 1 Skala za ocjenu relativne brojnosti fitoplanktona

RELATIVNA BROJNOST	OPIS
1	povremena vrsta
2	rijetka vrsta
3	umjereno prisutna vrsta
4	brojna vrsta
5	masovno prisutna vrsta

- za pravilnu determinaciju vrsta potrebno je koristiti determinacijske ključeve koji su navedeni u Poglavlju 5.1.1

kvantitativna analiza

- postupak uključuje bilježenje uočenih vrsta i njihov broj na poznatoj površini komorice za brojanje (određivanje brojnosti fitoplanktona)
- kada su poznati površina i volumen cijele komorice, izračuna se koncentracija svake pojedine vrste (broj stanica u litri, br. stan. L^{-1})
- analiza uključuje i mjerenje veličine svake pojedine vrste te izračunavanje njihovog biovolumena i preračunavanje u biomasu, koja se uz poznatu površinu i volumen cijele komorice preračuna u koncentraciju (mgL^{-1})

NAPOMENA - kvantitativna analiza uzoraka fitoplanktona se provodi prema Savjetodavnoj normi za brojanje fitoplanktona pomoću invertnog mikroskopa (Utermöhl tehnikom) (HRN EN 15204:2008), a mjerenje i računanje biovolumena i biomase prema Uputama za procjenu biovolumena fitoplanktona (HRN EN 16695:2015)

a) priprema uzoraka za analizu

- uzorci se izvade iz hladnjaka i ostave na sobnoj temperaturi da se temperiraju

b) homogenizacija uzorka

- tijekom skladištenja uzorka, suspendirane čestice se talože na dno pri čemu može doći do agregacije ili adhezije algi iz fitoplanktona na suspendirane čestice ili na druge alge - resuspenzija se postiže vrlo nježnim protresanjem uzorka
- ručna homogenizacija uzoraka se uvijek mora obavljati na jednak način kako bi se smanjila standardna pogreška - preporuča se homogenizirati uzorak kombinacijom vodoravnog kotrljanja bočice i okomitog okretanja (broj okreta mora jasno biti definiran i identičan za sve uzorke)

NAPOMENA - naglo protresanje bočice uzrokuje stvaranje mjehurića zraka koji otežavaju ujednačeno taloženje materijala, a također i razara kolonijalne oblike što može dovesti do pogreške u determinaciji ili brojanju te se svakako treba izbjeći

c) pripremanje poduzorka i punjenje sedimentacijske komorice

- nakon homogenizacije, komorica se puni ulijevanjem određenog volumena uzorka u sedimentacijsku kolonu ili cilindar za sedimentiranje
- pravilno punjenje komorice je iznimno važno, jer utječe na krajnju raspodjelu čestica u komorici - nasumična raspodjela čestica u komorici omogućuje ujednačeno brojanje te osigurava točnost.
- komorica se napuni direktnim prelijevanjem homogeniziranog uzorka iz bočice; točan volumen uzorka koji se taloži ovisi o gustoći algi - za oligotrofna jezera najčešće je potrebno istaložiti i do 100 mL uzorka; kada je u uzorku prisutna velika koncentracija suspendiranog materijala, potrebno je razrijediti homogenizirani uzorak - razrjeđenje se priprema na način da se staklenom ili automatskom pipetom uzme određeni volumen uzorka koji se zatim ispusti u cilindar sedimentacijske komorice; ostatak cilindra se do vrha ispuni filtriranom destiliranom vodom u koju je dodana otprilike jednaka koncentracija Lugolove otopine u odnosu na koncentraciju u uzorku - također je preporučljivo sve manje volumene uzorka (npr. 2 mL, 5 mL, 10 mL, 20 mL i 25 mL itd.) sedimentirati u cilindrima od 50 mL s dodatkom vode kako bi se osigurala ravnomjerna raspodjela čestica u sedimentacijskoj komorici.
- za optimalno punjenje sedimentacijske komorice treba paziti da je sav korišten pribor temperiran na sobnu temperaturu; komorica se postavlja na vodoravnu površinu i puni uzorkom u jednom potezu tako da na površini sedimentacijskog cilindra ne ostane zraka; sedimentacijski cilindar se zatim

- poklopi pokrovnim staklom pri čemu se mora izbjeći zadržavanje mjehurića zraka - sedimentacija se odvija u tami na čvrstoj vodoravnoj površini koja nije podložna utjecaju vanjskih vibracija
- trajanje sedimentacije uzoraka konzerviranih Lugolovom otopinom prikazano je u *Tablici 3.2*

Tablica 3. 2 Vrijeme sedimentacije za uzorke konzervirane Lugolovom otopinom

VOLUMEN SEDIMENTACIJSKE KOMORICE (ml)	VISINA CILINDRA (cm)	VRIJEME POTREBNO ZA SEDIMENTACIJU (h)
2	1	3
10	2	8
25	5	12
50	10	24
100	20	48

- nakon što je sedimentiranje uzorka završeno, sedimentacijski se cilindar izmakne pomoću kvadratnog stakla za odstranjivanje sedimentacijskog cilindra te se na taj način zatvori komorica; pri postupku zatvaranja komorice treba izbjegavati stvaranje mjehurića zraka što se može postići tako da se prije uklanjanja cilindra, pomoću kapalice doda malo vode uz rub cilindra i tek tada izmakne
- kada je komorica zatvorena spremna je za mikroskopiranje; pri tome treba paziti da se komorica do mikroskopa prenese vrlo pažljivo kako ne bi došlo do pomicanja istaloženih čestica

NAPOMENA - važno je da je otvor pipete ili nastavka na automatskoj pipeti dovoljno velik kako velikim algama (npr. *Ceratium hirundinella*) ne bi bio onemogućen ulaz; predugo sedimentiranje (nekoliko dana) uzrokuje nastajanje mjehurića zraka koji onemogućavaju mikroskopiranje - ukoliko su u uzorku prisutne vrste koje zbog svoje strukture ne tonu (npr. cijanobakterije sa zračnim vakuolama; *Botryococcus* sp. s nakupinama lipida) u uzorak se može dodati 5 do 10 kapi ledene octene kiseline direktno prije homogeniziranja

d) mikroskopiranje uzorka za kvantitativnu analizu

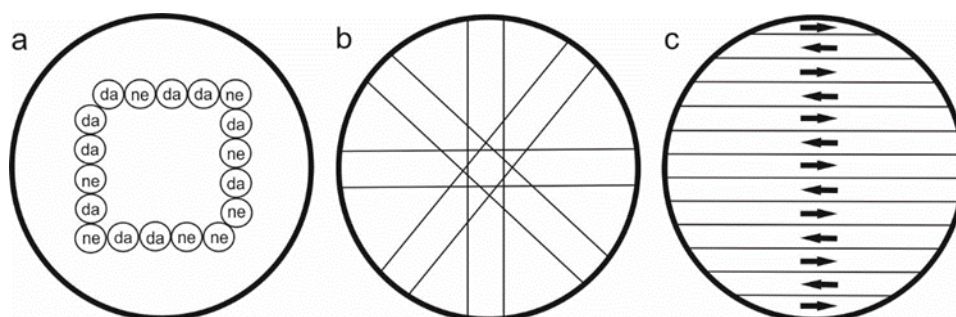
- izbor načina brojanja ovisi o gustoći algi u uzorku: strategije brojanja mogu biti sljedeće:
 1. brojanje unutar probnih polja – neovisno o povećanju, broje se alge u probnim poljima koje može predstavljati vidno polje ili polje mrežice postavljene u okular (Slika 3.3.a)
 2. brojanje unutar transekata – neovisno o povećanju, broje se alge u transektu, bilo širine vidnog polja ili mrežice u okularu (*Slika 3.3.b*)
 3. brojanje unutar cijele komorice – na velikom povećanju od 100x pregledava se pola ili cijela komorica prilikom čega se broje vrste velikih dimenzija, npr. *Ceratium hirundinella* (*Slika 3.3.c*)
- kvantitativna analiza (brojanje stanica) obuhvaća tri koraka:
 1. na velikom povećanju od 400x korištenjem probnih polja ili transekata prebrojati vrste malih dimenzija; potrebno je prebrojati onoliko vidnih polja ili transekata kako bi se izbrojalo najmanje 400 jedinica (stanica, cenobija, kolonija ili filamenata) – Napomena: transekt se uvijek broji u cijelosti
 2. prebrojati 1 - 4 transekta na povećanju od 200x kako bi se prebrojale srednje velike vrste koje su premale za brojanje na malom povećanju, ali prevelike da bi ih se moglo kvalitetno pregledati korištenjem probnih polja na velikom povećanju
 3. na malom povećanju od 100x treba prebrojati pola ili cijelu komoricu kako bi se prebrojale velike vrste; komoricu treba pregledati detaljnim nizom horizontalnih transekata i prebrojati vrste

velikih dimenzija (npr. *Ceratium* spp.), velike kolonije ili nitaste oblike (npr. *Microcystis* spp., *Fragilaria* spp. itd.) i rijetke vrste

- kod brojanja stanica metodom slučajnih polja treba imati dosljedan pristup u odlučivanju koje će se od stanica na rubu mrežice brojati - jednostavno pravilo usvojeno u metodi HRN EN 15204:2008 glasi: stanice, kolonije ili filamenti koji prelaze ili se sijeku s gornjim rubom i lijevom stranom mrežice se ne broje, dok oni objekti koji prelaze dno ili desnu stranu mrežice se broje; u slučaju kad vidno polje označava probno polje, stanice, kolonije ili filamenti koji prelaze ili se sijeku s rubom lijeve polovice vidnog polja se ne broje, a oni objekti koji prelaze rub desne polovice vidnog polja se broje

e) strategije brojanja

1. brojanje jedinica algi u nasumično odabranim probnim poljima - prikladno za brojanje algi malih i srednjih veličina u uzorcima visoke gustoće
2. brojanje jedinica algi u transektu - prikladno za brojanje algi male i srednje veličine u uzorcima srednje gustoće
3. brojanje jedinica algi u cijelim komoricama - prikladno za brojanje vrsta male i srednje veličine u uzorcima male gustoće i za brojanje vrsta velikih veličina u uzorcima, bez ograničenja na njihovu gustoću u uzorku



Slika 3. 3 Metoda brojanja u nasumično odabranim probnim poljima, u transektu i u cijeloj komorici

Posebne smjernice:

- kolonije roda *Microcystis* broje se u cijeloj komorici ili u transektu, dok se pojedinačne stanice istog roda (prisutne ukoliko su kolonije raspadnute) broje slučajnim odabirom polja; slični primjeri istih rodova algi s različitim pristupom u brojanju uključuju: kolonijalne oblike (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Coelomorion*, *Coelosphaerium*, *Cyanodictyon*, *Cyanonephron*, *Gomphosphaeria*, *Radiocystis*, *Snowella*, *Woronichinia*, *Coelosphaerium*, *Planktosphaeria*, *Sphaerocystis*), vrste prisutne i kao pojedinačne stanice i kao kolonije (*Aulacoseira*, *Dinobryon*, *Melosira*), cenobijalne oblike (*Desmodesmus/Scenedesmus*, *Pandorina*, *Crucigenia*) te nitaste oblike (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Planktothrix*)
- vrste kod kojih je prisutna visoka varijabilnost u veličini stanica mogu se razvrstati u veličinske kategorije npr. *Cryptomonadales*: < 16 µm, 16-26 µm, > 26 µm ili *Bacillariophyceae*: < 8 µm, 8-14 µm, 14-20 µm, > 20 µm - veličinske kategorije se mogu razlikovati u pojedinim staništima
- brojanje kod kolonijalnih i nitastih oblika obuhvaća prebrojavanje svih stanica u cijeloj koloniji odnosno niti; ukoliko je kolonija izrazito velika ili su pak stanice u koloniji vrlo male, tada se direktno prebrojavanje radi na najmanje 30 manjih segmenata te se izračuna srednja vrijednost broja stanica u odnosu na prosječnu veličinu segmenta. Pomoću tako dobivene mjerne jedinice radi se procjena omjera mjerne jedinice i stvarne kolonije - kod oblika čiji talus stvara spiralne niti (*Anabaena* spp.), izbroji se srednji broj stanica po navoju spirale te se procijeni broj navoja po niti; umnožak tih dvaju

- brojeva daje procijenjeni broj stanica po filamentu. Unatoč informaciji o broju stanica u pojedinim kolonijalnim oblicima, filamentima i cenobijima, kada se primjenjuje pravilo iz prvog koraka koje se odnosi na brojanje najmanje 400 jedinica, tada kolonija, filament ili cenobij označavaju jednu jedinicu
- prazne silikatne ljušturice dijatomeja se ne broje, dok se prazne lorike vrsta poput *Dinobryon* spp. broje jer je najčešći slučaj da je zbog konzerviranja uzorka sama stanica ispala iz lorike.

Strategije za određivanje neodređenih jedinica - u istraživanjima dijatomeja, neodređena jedinica obično označava da razina taksonomske identifikacije ne prelazi razinu roda; uzorke u kojima je broj neidentificiranih jedinica veći od 12 % nije preporučljivo koristiti u ocjeni kakvoće vode - u takvim je slučajevima potrebno ponovno pripremiti uzorke (npr. kod frustula u pleuralnom položaju ili oštećenih valvi) ili je potrebno uzorke pregledati pod elektronskim mikroskopom (npr. u slučaju stranih, neobičnih svojti)

Frustule u pleuralnom položaju: osim nekih svojti (npr. *Rhoicosphenia abbreviata*), dijatomeje nije moguće odrediti do razine vrsta ukoliko su okrenute na pleuralnu stranu

Oštećene valve: takve se valve bilježe i broje samo ukoliko je prisutno približno $\frac{3}{4}$ valvi i ako se mogu lako prepoznati i odrediti; ako se u uzorcima nalaze brojne oštećene valve, postupak pripreme trajnih preparata treba ponoviti

f) čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata

- za precizno određivanje dijatomeja potrebno je pripremiti trajne preparate prema postupku opisanom u Poglavlju 3.2.3. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA - Čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata

g) mikroskopiranje uzorka fitoplanktona za kvantitativnu analizu dijatomeja

- većinu dijatomeja nemoguće je determinirati prilikom kvalitativne analize uzorka pri zadanim povećanjima (100, 200 i 400x) te se one broje opisno ili u veličinskim kategorijama. Za svaku se pojedinu veličinsku ili opisnu kategoriju dijatomeja (npr. male centrice, srednje velike centrice, tanka *Fragilaria*) odrede udjeli pojedinih vrsta u trajnom preparatu na povećanju od 1000x. Udjeli se dobiju tako da se odrede vrste unutar minimalno 20 nasumično prebrojanih algi. Konačan broj pojedinih vrsta se dobije tako da se dobiveni udjeli veličinske ili opisne kategorije primjene na izbrojanu vrijednost iste.

h) izračunavanje broja stanica

- broj prebrojanih stanica potrebno je preračunati na broj stanica po litri (br. stan. L^{-1}), pomoću sljedeće formule:

$$N = x \eta$$

gdje je:

N – broj stanica po litri (br. L^{-1})

x – ukupan broj svih prebrojanih stanica, cenobija, kolonija ili filamenata u transektima, probnim poljima ili komorici

η – koeficijent za preračunavanje

- koeficijent za preračunavanje (η) se računa prema sljedećoj formuli:

$$\eta = \frac{P_k 1000}{P_x V_s}$$

gdje je:

η – koeficijent za preračunavanje

P_k – površina komorice izražena u mm² ili u postotku (100 %)

P_x – površina transeкта ili svih probnih polja izražena u mm² ili u postotku (x %)

V_s – volumen sedimentirang poduzorka (mL)

izračunavanje biomase fitoplanktona

- brojnost prebrojanih stanica vrsta u fitoplanktonu ne odražava nužno stvaran omjer jedne vrste u ukupnoj biomasi zajednice fitoplanktona - nekoliko velikih prebrojanih stanica ili jedinica (cenobiji, kolonije, filamenta) može značajnije doprinijeti ukupnoj biomasi nego mnogo sitnih stanica
- biomasa je relevantnija mjera od brojnosti fitoplanktona kod ocjene ekološkog stanja i važno ju je točno izračunati

a) princip izračunavanja biomase

- svaka vrsta fitoplanktona se opisuje najbližim geometrijskim tijelom: ako nije moguće neku vrstu opisati jednostavnim geometrijskim tijelom, tada se koriste kombinacije geometrijskih tijela (npr. stožac s pola kugle) ili njihovi dijelovi (npr. pola kugle)
- dodjela geometrijskog tijela mora biti zasnovana na jednoj stanici - kod kolonijalnih oblika gdje je teško raspoznati oblik pojedine stanice može se koristiti geometrijsko tijelo cijele kolonije

NAPOMENA - popis geometrijskih tijela s formulama za računanje njihovih volumena, popis algi s pripadajućim geometrijskim tijelima te faktori preračunavanja za treću dimenziju koja često nije vidljiva dati su u Uputama za procjenu biovolumena fitoplanktona (HRN EN 16695:2015) - moguća su odstupanja od preporučenih izračuna zbog specifičnosti oblika pojedinih svojti, a ako se odstupa, to mora jasno biti naznačeno u procesu izračuna

b) određivanje potrebnih dimenzija

- potrebne dimenzije (npr. promjer, visina, dužina, širina itd.) pripadajućeg geometrijskog tijela trebaju se izmjeriti za svaku vrstu; barem 20 jedinki iste vrste treba izmjeriti kako bi se osiguralo da standardna pogreška bude < 10 % - ako je varijabilnost u veličini pojedine vrste mala, tada se može izmjeriti samo 5-10 stanica. Isto tako, ako je u uzorku utvrđeno samo nekoliko stanica pojedine vrste, moguće je izmjeriti i manje
- u monitoringu se mogu primjenjivati srednje vrijednosti stanica izračunate vlastitim mjerenjima u prijašnjim godinama istraživanja za isto područje - tijekom ovakvog postupanja s vremenom na vrijeme potrebno je provjeravati da li dimenzije odgovaraju trenutnim srednjim vrijednostima

- mjerenje se provodi pomoću okularnog mikrometra ili digitalne kamere i odgovarajućeg računalnog programa; obavlja se tijekom brojanja stanica na što većem povećanju zbog što veće preciznosti, ali tako da cijela stanica stane u vidno polje - okularni mikrometar ili digitalna kamera s odgovarajućim računalnim programom moraju biti kalibrirani pomoću umjerenog mikrometarskog preparata i to za svaki okular svakog mikroskopa posebno

c) izračunavanje biomase

- biovolumen se izražava u jedinicama mm^3L^{-1} , a dobije se računanjem volumena pripadajućih geometrijskih tijela algi i cijanobakterija
- s pretpostavkom da je gustoća algi i cijanobakterija jednaka gustoći vode (1 gcm^{-3}), biomasa se iz biovolumena pretvara na sljedeći način:

$$1\text{ mm}^3\text{L}^{-1} = 1\text{ cm}^3\text{m}^3 = 1\text{ mgL}^{-1}$$

$$1\text{ mm}^3\text{m}^3 = 10^6\mu\text{m}^3\text{L}^{-1} = 1\text{ }\mu\text{gL}^{-1}$$

- ukupna biomasa stanica pojedine svojte dobije se tako da se izračunata biomasa stanice pomnoži s ukupnim brojem stanica
- ukupna biomasa fitoplanktona jednog uzorka zbroj je svih biomasa utvrđenih svojti

3.1.5. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM FITOPLANKTONA

3.1.5.1. VRLO VELIKE RIJEKE

- fitoplankton je relevantan za ocjenu ekološkog stanja samo u HR-R_5C i HR-R_5D tipovima rijeka, izuzev rijeke Save
- potrebno je odrediti modul za Trofičnost uzimajući u obzir Riječni potamoplanktonski indeks (HRPI- Hungarian River Phytoplankton Index) (Tablica 3.3)

Tablica 3. 3 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja vrlo velikih rijeka na temelju fitoplanktona

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
fitoplankton	Riječni potamoplanktonski indeks (HRPI)	opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

klorofil a

- za ocjenjivanje ekološkog stanja vrlo velikih rijeka u prvom koraku potrebno je uzeti u obzir izmjerenu vrijednost koncentracije klorofila a, koja predstavlja biomasu fitoplanktona
- granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja vrlo velikih rijeka na temelju koncentracije klorofila a navedene su u Tablica 3. 4 3.4
- iako su vrijednosti tip-specifične, na temelju ovog pokazatelja direktno se ne određuje ekološko stanje nego se isti koristi u drugom koraku kao sastavni dio indeksa za fitoplankton rijeka (HRPI)

Tablica 3. 4 Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja vrlo velikih rijeka na temelju koncentracije klorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$)

OZNAKA TIP A	VRLO DOBRO	DOBRO	UMJERENO	LOŠE	VRLO LOŠE
HR-R_5C	5,9	10,0	18,3	27,6	>27,6
HR-R_5D	20,0	40,0	60,0	80,0	>80,0

indeks za fitoplankton rijeka (HRPI)

- računa se u nekoliko koraka:
 - 1) računanje Indeksa sastava zajednice fitoplanktona u rijekama - Q_r indeksa i standardizacija u Q_{r_stand}
 - 2) normalizacija vrijednosti standardiziranog Q_r indeksa - Q_{r_stand} (NQ_{r_stand})
 - 3) normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila a ($NChl\ a$)
 - 4) izračun HRPI indeksa
- 1) računanje Indeksa sastava zajednice fitoplanktona u rijekama - Q_r indeksa

- računa se prema formuli, pri čemu se dobije vrijednost između 0 i 5:

$$Q_r = \sum_{i=1}^n p_i F_i$$

gdje je:

p_i = relativni udio i-te funkcionalne grupe u ukupnoj biomasi fitoplanktona

F_i = faktor, tj. brojčana vrijednost pridružena i-toj funkcionalnoj grupi (FG) u vrlo velikim rijekama

- operativna lista svojti fitoplanktona rijeka i jezera s pripadajućim funkcionalnim grupama nalazi se u Prilogu 6.1, a brojčana vrijednost faktora (F) pojedine funkcionalne grupe fitoplanktona dana je u *Tablici 3.5*

Tablica 3. 5 Popis funkcionalnih grupa fitoplanktona vrlo velikih rijeka s pripadajućim faktorima (F)

FG	E	F	W2	W _S	T _D	N	P	T	Z	X3	X1	Y	A	B	C	D	X2	T _B
F	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5

- standardizacija Q_r indeksa u vrijednost Q_{r_stand} se izračuna tako da se Q_r indeks podijeli s 5 pri čemu se dobije vrijednost između 0 i 1:

$$Q_{r_stand} = Q_r/5$$

2) normalizacija standardiziranih vrijednosti Q_r indeksa (NQ_{r_stand})

- standardizirana vrijednost Q_r indeksa (Q_{r_stand}) se normalizira prema jednadžbama u *Tablici 3.6*

Tablica 3. 6 Regresijske jednadžbe za normalizaciju vrijednosti Q_r indeksa (y – normalizirana vrijednost standardiziranog Q_r indeksa (NQ_{r_stand}); x – standardizirana vrijednost Q_r indeksa (Q_{r_stand}))

OZNAKA TIPA	REGRESIJSKA JEDNADŽBA
HR-R_5C	$y = 1,205x^2 - 0,1805x - 0,0063$
HR-R_5D	$y = 0,7334x^2 + 0,3253x - 0,0137$

3) normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila a ($NChl\ a$)

- vrijednost koncentracije klorofila a normalizira se prema jednadžbama u *Tablici 3.7*

Tablica 3. 7 Regresijske jednadžbe za normalizaciju vrijednosti koncentracije klorofila a (y – normalizirana vrijednost koncentracije klorofila a ($NChl\ a$); x – koncentracija klorofila a (μgL^{-1}))

OZNAKA TIPA	REGRESIJSKA JEDNADŽBA
HR-R_5C	$y = 1,0728e^{-0,0584x}$
HR-R_5D	$y = -0,01x + 1$

NAPOMENA - ukoliko su normalizirane vrijednosti pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0

4) izračun HRPI indeksa

- formula za izračunavanje HRPI indeksa:

$$HRPI = \frac{2NChl\ a + NQr_stand}{3}$$

gdje je:

$NChl\ a$ = normalizirana vrijednost klorofila a

NQr_stand = normalizirana vrijednost standardiziranog Q_r indeksa

omjer ekološke kakvoće (OEK) na temelju fitoplanktona vrlo velikih rijeka i ocjena ekološkog stanja

- ukupna ocjena ekološkog stanja vrlo velikih rijeka na temelju biološkog elementa kakvoće fitoplankton je vrijednost indeksa HRPI, odnosno omjer ekološke kakvoće $OEK_{\text{fitoplankton rijeka}} = HRPI$
- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 7 iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda

NAPOMENA

$NChl\ a = OEK_{Chl\ a} = OEK$ koncentracije klorofila a

$NQr_stand = OEK_{Qr} = OEK$ indeksa sastava zajednica fitoplanktona u rijekama

$OEK_{\text{fitoplankton rijeka}} = OEK_{HRPI} = HRPI$

- memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitoplankton u rijekama nalazi se u Prilogu 6.2.a

3.1.5.2. PRIRODNA JEZERA

- potrebno je odrediti modul za Trofičnost uzimajući u obzir Indeks za fitoplankton jezera (HLPI – Hungarian Lake Phytoplankton Index) (Tablica 3.8)

Tablica 3. 8 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja prirodnih jezera na temelju fitoplanktona

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
fitoplankton	Indeks za fitoplankton jezera (HLPI)	opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

klorofil a

- u prvom koraku potrebno je uzeti u obzir izmjerenu vrijednost koncentracije klorofila a, koja predstavlja biomasu fitoplanktona
- granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja prirodnih jezera na temelju koncentracije klorofila a navedene su u Tablici 3.9
- iako su vrijednosti tip-specifične, na temelju ovog pokazatelja direktno se ne određuje ekološko stanje, nego se isti koristi u drugom koraku kao sastavni dio indeksa za fitoplankton jezera (HLPI)

Tablica 3. 9 Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja prirodnih jezera na temelju koncentracije klorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$)

OZNAKA TIPA	NAZIV BIOTIČKOG TIPA TEMELJEM FITOPLANKTONA	VRLO DOBRO	DOBRO	UMJERENO	LOŠE	VRLO LOŠE
HR-J_1A	Duboka i srednje duboka jezera	$\leq 2,0$	$\leq 5,3$	$\leq 25,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-J_1B	Duboka i srednje duboka jezera	$\leq 2,0$	$\leq 5,3$	$\leq 25,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-J_2	Duboka i srednje duboka jezera	$\leq 2,0$	$\leq 5,3$	$\leq 25,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-J_3	Duboka i srednje duboka jezera	$\leq 2,0$	$\leq 5,3$	$\leq 25,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-J_4	Plitka jezera	$\leq 11,0$	$\leq 23,0$	$\leq 35,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-J_5	Duboka i srednje duboka jezera	$\leq 2,0$	$\leq 5,3$	$\leq 25,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-J_6	Plitka jezera	$\leq 11,0$	$\leq 23,0$	$\leq 35,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-J_7	Plitka jezera	$\leq 45,7$	$\leq 63,5$	$\leq 81,4$	$\leq 99,2$	$> 99,2$

indeks za fitoplankton jezera (HLPI)

- računa se u nekoliko koraka:
 - 1) računanje Indeksa sastava zajednice fitoplanktona u jezerima - Q_k indeksa i standardizacija u Q_{k_stand}
 - 2) normalizacija vrijednosti standardiziranog Q_k indeksa - Q_{k_stand} (NQ_{k_stand})
 - 3) normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila a ($NChl\ a$)
 - 4) izračun HLPI indeksa
 - 1) računanje Indeksa sastava zajednice fitoplanktona u jezerima - Q_k indeksa
- računa se prema formuli, pri čemu se dobije vrijednost između 0 i 9:

$$Q_k = \sum_{i=1}^n p_i F_i$$

gdje je:

p_i - relativni udio i-te funkcionalne grupe u ukupnoj biomasi fitoplanktona

F_i - faktor, tj. brojčana vrijednost pridružena i-toj funkcionalnoj grupi (FG) u prirodnim jezerima

- operativni popis svojiti fitoplanktona rijeka i jezera s pripadajućim funkcionalnim grupama nalazi se u Prilogu 6.1, a brojčana vrijednost faktora (F) pojedine funkcionalne grupe (FG) fitoplanktona dana je u *Tablici 3.10*

Tablica 3. 10 Popis funkcionalnih grupa fitoplanktona prirodnih jezera s pripadajućim faktorima (F)

FG	S1	S2	S _N	X _{Ph}	H1	G	J	M	C	P	T	X1	L _M	W1	W2	Q
F	1	1	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
FG	D	Y	E	K	L _O	W _S	MP	A	B	N	Z	X3	X2	F	U	V
F	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9

- Q_k indeks se izračunava za svaki analizirani uzorak fitoplanktona
- vrijednost Q_k indeksa standardizira se na vrijednost između 0 i 1 tako što se izračunata vrijednost
- Q_k indeksa dijeli s maksimalnom vrijednošću indeksa (9) prema jednadžbi:

$$Q_{k_stand} = Q_k/9$$

2) normalizacija standardiziranih vrijednosti Q_k indeksa (NQ_{k_stand})

- standardizirana vrijednost Q_k indeksa (Q_{k_stand}) se normalizira prema jednadžbama za pojedini tip jezera prema *Tablici 3.11*

Tablica 3. 11 Polinomska regresijska jednadžba za normalizaciju vrijednosti standardiziranog Qk indeksa (y – normalizirana vrijednost standardiziranog Qk indeksa (NQk_stand); x – standardizirana vrijednost Qk indeksa (Qk_stand))

OZNAKA TIPA	POLINOMSKA REGRESIJSKA JEDNADŽBA
HR-J_1A	$y = 7e^{-13}x^3 - 9e^{-13}x^2 + 0,8696x - 2e^{-14}$
HR-J_1B	$y = 0,8989x - 4e^{-15}$
HR-J_2	$y = -2e^{-13}x^3 - 8e^{-14}x^2 + 0,9302x - 2e^{-14}$
HR-J_3	$y = 7e^{-13}x^2 + 0,9195x - 8e^{-15}$
HR-J_4	$y = 7e^{-13}x^3 - 9e^{-13}x^2 + 0,9877x - 6e^{-14}$
HR-J_5	$y = -2e^{-13}x^3 - 9e^{-14}x^2 + 0,9756x - 8e^{-14}$
HR-J_6	$y = 0.9792x - 4e^{-14}$
HR-J_7	$x > 0.4; y = 5.511x^3 - 11.971x^2 + 9.1614x - 1.7019; x$

3) normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila a (NChl a)

vrijednost koncentracije klorofila a se normalizira (NChl a) prema jednadžbama za pojedini tip prirodnog jezera prema Tablici 3.12

Tablica 3. 12 Regresijske jednadžbe za normalizaciju vrijednosti koncentracije klorofila a (y – normalizirana vrijednost koncentracije klorofila a (NChl a); x – koncentracija klorofila a (μgL^{-1}))

OZNAKA TIPA	POLINOMSKA REGRESIJSKA JEDNADŽBA
HR-J_1A HR-J_1B HR-J_2 HR-J_3 HR-J_5	$x \leq 5,3; y = 0,0074x^2 - 0,1149x + 1$ $x > 5,3; y = 0,00005x^2 - 0,0118x + 0,6617$
HR-J_4	$x < 50; y = - 0,0161x + 0,9826$
HR-J_6	$x > 50; y = - 0,004x + 0,4$
HR-J_7	$x \leq 27.832; y = 1$ $27.832 < x < 99.235; y = 3e-10x^3 - 6e-0.8x^2 - 0.0112x + 1.3118$ $99.235 \leq x < 200; y = 0.0013x + 0.0683$ $x \geq 200; y = 0$

4) izračun HLPI indeksa

- kombinacija normaliziranih vrijednosti standardiziranog Q_k indeksa (NQ_k_stand) i normaliziranih vrijednosti koncentracije klorofila a ($NChl\ a$) predstavlja Indeks za fitoplankton jezera (HLPI), koji se računa prema formuli:

$$HLPI = \frac{NQ_k_stand + 2NChl\ a}{3}$$

gdje je:

NQ_k_stand - normalizirana vrijednost standardiziranog Q_k indeksa

$NChl\ a$ - normalizirana vrijednost koncentracije klorofila a

omjer ekološke kakvoće (OEK) na temelju fitoplanktona jezera i ocjena ekološkog stanja

- ukupna ocjena ekološkog stanja prirodnih jezera na temelju biološkog elementa kakvoće fitoplankton je vrijednost indeksa HLPI, odnosno omjer ekološke kakvoće $OEK_{fitoplankton\ jezera} = HLPI$
- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 12 iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda (NN 20/2023)

NAPOMENA

$NChl\ a = OEK_{Chl\ a} = OEK\ koncentracije\ klorofila\ a$

$NQ_k_stand = OEK\ Q_k = OEK\ indeksa\ sastava\ zajednica\ fitoplanktona\ u\ jezerima$

$OEK_{fitoplankton\ jezera} = OEK_{HLPI} = HLPI$

primjena indeksa za ocjenu cvjetanja algi

- za tipove HR-J_1A, HR-J_1B, HR-J_2, HR-J_3, HR-J_4 i HR-J_5 (Vransko jezero kod Biograda na moru te duboka i srednje duboka jezera) indeks se primjenjuje na sljedeći način:
 - biomasa cijanobakterija $< 2\ mgL^{-1}$: potrebno je primijeniti vrijednost OEK_{HLPI}
 - biomasa cijanobakterija $> 2\ mgL^{-1}$:
 - vrijednost $OEK_{HLPI} > 0,6$ OEK potrebno sniziti za 0,2
 - vrijednost $OEK_{HLPI} < 0,6$ bez promjene
- za tipove HR-J_6 i HR-J_7 (plitka jezera) indeks se primjenjuje na sljedeći način:
 - biomasa cijanobakterija $< 10\ mgL^{-1}$: potrebno primijeniti vrijednost OEK_{HLPI}
 - biomasa cijanobakterija $> 10\ mgL^{-1}$:
 - vrijednost $OEK_{HLPI} > 0,6$ OEK potrebno sniziti za 0,2
 - vrijednost $OEK_{HLPI} < 0,6$ bez promjene
- memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitoplankton u prirodnim jezerima nalazi se u Prilogu 6.2.b

3.1.5.3. ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA

- ekološki potencijal vrlo plitkih, plitkih i dubokih akumulacija, umjetnih stajaćica i umjetnih stajaćica šljunčara ocjenjuje se prema istom principu kao i ekološko stanje prirodnih jezera; potrebno je odrediti modul za trofičnost, uzimajući u obzir indeks za fitoplankton jezera (HLPI) (*Tablica 3.8*)
- ekološki potencijal akumulacija s kratkim vremenom zadržavanja vode se ne ocjenjuje na temelju fitoplanktona, izuzev akumulacije Lešće, čiji se ekološki potencijal ocjenjuje po istom principu kao i kod dubokih akumulacija, umjetnih stajaćica i umjetnih stajaćica šljunčara; potrebno je odrediti modul za trofičnost uzimajući u obzir indeks za fitoplankton jezera (HLPI) (*Tablica 3.8*)

klorofil a

- za ocjenjivanje ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera u prvom koraku potrebno je uzeti u obzir izmjerenu vrijednost koncentracije klorofila a, koja predstavlja biomasu fitoplanktona
- koncentracija klorofila a koristi se kao sastavni dio indeksa za fitoplankton jezera (HLPI)
- granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera na temelju koncentracije klorofila a navedene su u *Tablici 3.13*

Tablica 3. 13 Granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera na temelju koncentracije klorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$)

OZNAKA TIPA	NAZIV BIOTIČKOG TIPA TEMELJEM FITOPLANKTONA	DOBAR I BOLJI	UMJEREN	LOŠ	VRLO LOŠ
PANONSKA EKOREGIJA					
HR-AP_1A, HR-AP_1B, HR-AP_2A, HR-AP_2B, HR-AP_2C	Vrlo plitke akumulacije, umjetne stajaćice i umjetne stajaćice šljunčare	$\leq 24,6$	$\leq 64,8$	$\leq 105,1$	$> 105,1$
HR-AP_3A, HR-AP_3B, HR-AP_4A, HR-AP_4B, HR-AP_4C	Plitke akumulacije, umjetne stajaćice i umjetne stajaćice šljunčare	≤ 12	$\leq 64,8$	$\leq 105,1$	$> 105,1$
HR-AP_6	Duboke akumulacije i umjetne stajaćice šljunčare	$\leq 15,0$	$\leq 30,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
DINARIDSKA EKOREGIJA - KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA					
HR-AD_4, HR-AD_5	Duboke akumulacije	$\leq 5,3$	$\leq 25,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$
HR-AD_19	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	$\leq 8,7$	$\leq 18,5$	$\leq 28,0$	$> 28,0$
DINARIDSKA EKOREGIJA – PRIMORSKA SUBEKOREGIJA					
HR-AD_14, HR-AD_17	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	$\leq 23,0$	$\leq 35,0$	$\leq 50,0$	$> 50,0$

OZNAKA TIPA	NAZIV BIOTIČKOG TIPA TEMELJEM FITOPLANKTONA	DOBAR I BOLJI	UMJEREN	LOŠ	VRLO LOŠ
HR-AD_11, HR-AD_16A, HR-AD_16B, HR-AD_18	Plitke akumulacije i umjetne stajačice	≤10.5	≤35.0	≤50,0	>50,0
HR-AD_2, HR-AD_12, HR-AD_13	Duboke akumulacije	≤5,3	≤25,0	≤50,0	>50,0

- kod vrlo plitkih, plitkih i dubokih akumulacija, umjetnih stajačica i umjetnih stajačica šljunčara te za tip HR-AD_19 primjenjuje se Indeks za fitoplankton jezera (HLPI)
- indeks je sastavljen iz dva dijela:
 - prvi dio je Q_k indeks koji predstavljaju sastav fitoplanktona
 - drugi dio je koncentracija klorofila a , koja predstavlja biomasu fitoplanktona
- HLPI indeks se računa u nekoliko koraka:
 - 1) računanje Q_k indeksa (Indeks sastava zajednice fitoplanktona znatno promijenjenog i umjetnog jezera) i standardizacija vrijednosti Q_k indeksa (Q_{k_stand})
 - 2) normalizacija standardiziranog Q_k indeksa (NQ_{k_stand})
 - 3) normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila a ($NChl\ a = OEK_{Chl\ a}$)
 - 4) Izračun HLPI indeksa

1) računanje Q indeksa (Indeks sastava zajednice fitoplanktona)

Q_k indeksi računaju se prema formuli:

$$Q_k = \sum_{i=1}^n p_i F_i$$

gdje je:

p_i - relativni udio i -te funkcionalne grupe u ukupnoj biomasu fitoplanktona

F_i - faktor, tj. brojčana vrijednost pridružena i -toj funkcionalnoj grupi (FG)

- operativna lista svojti fitoplanktona s pripadajućim funkcionalnim grupama nalazi se u Prilogu 6.1, a brojčana vrijednost faktora (F) pojedine funkcionalne grupe (FG) fitoplanktona dana je u *Tablici 3.14*

Tablica 3. 14 Popis funkcionalnih grupa fitoplanktona s pripadajućim faktorima (F) kod vrlo plitkih, plitkih i dubokih akumulacija, umjetnih stajačica i umjetnih stajačica šljunčara

FG	S1	S2	S _N	X _{Ph}	H1	G	J	M	C	P	T	X1	L _M	W1	W2	Q
F	1	1	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
FG	D	Y	E	K	L _O	W _S	MP	A	B	N	Z	X3	X2	F	U	V
F	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9

- Q_k indeks izračunava se za svaki analizirani uzorak fitoplanktona
- vrijednost Q_k indeksa standardizira se na vrijednost između 0 i 1 tako što se izračunata vrijednost Q_k indeksa dijeli s maksimalnom vrijednošću indeksa (9) prema jednadžbi:

$$Q_{k_stand} = Q_k/9$$

- za daljnje računanje HLPI indeksa dobivena standardizirana Q vrijednost (Q_{k_stand}) se normalizira

2) normalizacija Q_{k_stand}

- vrijednost standardiziranog Q_{k_stand} , ovisno o tipu znatno promijenjenog ili umjetnog vodnog tijela, se normalizira prema jednadžbama za određeni tip znatno promijenjenog i umjetnog jezera prema *Tablici 3.15*

Tablica 3. 15 Polinomska regresijska jednadžba za normalizaciju vrijednosti Q_{k_stand} indeksa znatno promijenjenih i umjetnih jezera (y – normalizirana vrijednost standardiziranog Q_k ; x – standardizirana vrijednost Q_k (Q_{k_stand}))

OZNAKA TIP A	POLINOMSKA REGRESIJSKA JEDNADŽBA
PANONSKA EKOREGIJA	
svi tipovi	$x > 0,4$; $y = 5,511x^3 - 11,971x^2 + 9,1614x - 1,7019$
DINARIDSKA EKOREGIJA - KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA	
HR-AD_4, HR-AD_5, HR-AD_19*	$x > 0,4$; $y = 5,511x^3 - 11,971x^2 + 9,1614x - 1,7019$
DINARIDSKA EKOREGIJA – PRIMORSKA SUBEKOREGIJA	
HR-AD_14, HR-AD_17, HR-AD_11, HR-AD_16A, HR-AD_16B, HR-AD_18, HR-AD_2, HR-AD_12, HR-AD_13	$x > 0,4$; $y = 5,511x^3 - 11,971x^2 + 9,1614x - 1,7019$
*tip HR-AD_19 ubraja se u duboke akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode te se Indeks sastava zajednice fitoplanktona (Q_k) računa prema jednadžbi za duboke akumulacije	

3) normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila a (NChl a)

- vrijednosti koncentracije klorofila a normaliziraju se prema jednadžbama za određeni tip prirodnog jezera prema *Tablici 3.16*

Tablica 3. 16 Regresijske jednadžbe za normalizaciju vrijednosti koncentracije klorofila a (y – normalizirana vrijednost koncentracije klorofila a za znatno promijenjena i umjetna jezera (NChl a); x – koncentracija klorofila a ($\mu\text{g L}^{-1}$))

OZNAKA TIP A	POLINOMSKA REGRESIJSKA JEDNADŽBA
PANONSKA EKOREGIJA	
HR-AP_1A, HR-AP_1B, HR-AP_2A,	$x \geq 200$; $y = 0$

OZNAKA TIPA	POLINOMSKA REGRESIJSKA JEDNADŽBA
HR-AP_2B, HR-AP_2C	$x \leq 105,1; y = -0,000002444x^3 + 0,0004479x^2 - 0,0294x + 1,089$ $105,1 < x < 200; y = -0,002x + 0,3949$
HR-AP_3A, HR-AP_3B, HR-AP_4A, HR-AP_4B, HR-AP_4C	$x \leq 12; y = -0,001x^2 - 0,0219x + 1$ $x > 12; y = 1e^{-07}x^3 - 4e^{-05}x^2 - 0,0016x + 0,6246$
HR-AP_6	$x \leq 100; y = 2 \times 0,000001x^3 + 0,0004x^2 - 0,0301x + 1,0014$ $x > 100; y = 0$
DINARIDSKA EKOREGIJA - KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA	
HR-AD_4, HR-AD_5, HR-AD_19*	$x \leq 5,3; y = 0,0074x^2 - 0,1149x + 1$ $x > 5,3; y = 0,00005x^2 - 0,0118x + 0,6617$
DINARIDSKA EKOREGIJA – PRIMORSKA SUBEKOREGIJA	
HR-AD_14, HR-AD_17	$x \leq 50; y = -0,0161x + 0,9826$ $x > 50; y = -0,004x + 0,4$
HR-AD_11, HR-AD_16A, HR-AD_16B, HR-AD_18	$x \leq 7,0; y = -0,0286x + 1$ $x > 7,0; y = 3,1505x^{-0,701}$
HR-AD_2, HR-AD_12, HR-AD_13	$x \leq 5,3; y = 0,0074x^2 - 0,1149x + 1$ $x > 5,3; y = 0,00005x^2 - 0,0118x + 0,6617$
* tip HR-AD_19 ubraja se u duboke akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode, pa se koncentracija klorofila a (NChl a) računa prema jednadžbi za duboke akumulacije	

4) Izračun HLPI indeksa

- formula za izračunavanje HLPI indeksa:

$$HLPI = \frac{NQ_{k_stand} + 2 NChl a}{3}$$

gdje je:

NQ_{k_stand} - normalizirana vrijednost standardiziranog Q_k indeksa

$NChl a$ - normalizirana vrijednost koncentracije klorofila a

omjer ekološke kakvoće (OEK) na temelju fitoplanktona znatno promijenjenih i umjetnih jezera i ocjena ekološkog potencijala

- ukupna ocjena ekološkog potencijala vrlo plitkih, plitkih i dubokih akumulacija, umjetnih stajaćica i umjetnih stajaćica šljunčara na temelju biološkog elementa kakvoće fitoplankton je vrijednost indeksa

- HLPI, odnosno omjer ekološke kakvoće $OEK_{\text{fitoplankton akumulacija}} = HLPI$
- kategorije ekološkog potencijala i granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 13 iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

NAPOMENA

$NChl\ a = OEK_{Chl\ a} = OEK$ koncentracije klorofila a

$NQ_{k_stand} = OEK\ Q_k = OEK$ indeksa sastava zajednica fitoplanktona u vrlo plitkim, plitkim i dubokim akumulacijama, umjetnim stajaćicama i umjetnim stajaćicama šljunčarama

$OEK_{\text{fitoplankton akumulacija}} = OEK_{HLPI} = HLPI$

primjena indeksa za ocjenu cvjetanja algi

- kod znatno promijenjenih i umjetnih jezera potrebno je uzeti u obzir učestalost i intenzitet cvjetanja algi
- za duboke akumulacije i umjetne stajaćice indeks se primjenjuje na sljedeći način:
 - biomasa cijanobakterija $< 2\text{ mgL}^{-1}$: potrebno je primijeniti vrijednost OEK_{HLPI}
 - biomasa cijanobakterija $> 2\text{ mgL}^{-1}$:
 - nacionalna vrijednost $OEK_{HLPI} > 0,6$ OEK potrebno sniziti za 0,2
 - nacionalna vrijednost $OEK_{HLPI} < 0,6$ bez promjene
- za vrlo plitke i plitke akumulacije, umjetne stajaćice i umjetne stajaćice šljunčare indeks se primjenjuje na sljedeći način:
 - biomasa cijanobakterija $< 10\text{ mgL}^{-1}$: potrebno primijeniti vrijednost OEK_{HLPI}
 - biomasa cijanobakterija $> 10\text{ mgL}^{-1}$:
 - vrijednost $OEK_{HLPI} > 0,6$ OEK potrebno sniziti za 0,2
 - vrijednost $OEK_{HLPI} < 0,6$ bez promjene
- memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitoplankton u znatno promijenjenim i umjetnim jezerima nalazi se u Prilogu 6.2.c

3.2. FITOBENTOS

3.2.1. UZORKOVANJE FITOBENTOSA U RIJEKAMA

vrijeme uzorkovanja

- u proljetnom razdoblju, u vrijeme niskog ili srednjeg vodostaja i stabilnih hidroloških prilika, najmanje dva tjedna nakon visokog vodostaja
- velike i vrlo velike rijeke je najpovoljnije uzorkovati u vrijeme niskog vodostaja, najčešće od travnja do lipnja ili do rujna
- iznimno se rijeke Mura i Drava u slučaju nepovoljnih hidroloških prilika u ljetnim mjesecima, zbog glacijalnog režima, mogu uzorkovati i u zimskom razdoblju kada prirodno imaju najniži vodostaj
- tekućice koje presušuju najbolje je uzorkovati tijekom veljače i ožujka - ako nema vode u koritu u to vrijeme moguće je uzorkovanje u studenom ili prosincu
- prigrorske i gorske tekućice valja uzorkovati tijekom ožujka i travnja
- uzorkovanje nizinskih tekućica treba provesti od ožujka do svibnja, a najkasnije u lipnju
- uzorkovanje umjetnih vodnih tijela vezanih za objekte Hrvatske elektroprivrede (HEP) - u dogovoru s istim uzimajući u obzir rad strojarnica i vodni režim umjetne tekućice

mjesto uzorkovanja

- u glavnom koritu rijeke (zona rijeke koja je konstantno pod vodom)
- izbjegavati mjesta sa značajno usporenim tokom jer se tamo može razviti netipična zajednica
- pomno promotriti dionicu na kojoj se planira uzorkovanje (brzina toka, osvjetljenost, sastav i zastupljenost vrsta podloge i sl.), jer količina svjetla, dubina vodotoka, vrsta supstrata i brzina strujanja vode izravno utječu na kvalitativni sastav fitobentosa - promjene u kvalitativnoj zastupljenosti vrsta algi često se mogu makroskopski vidjeti kao promjene boje i teksture samog supstrata (tamno zelene, zelene ili smeđe nakupine)
- odabirom različitih mikrostaništa objedinjuju se utjecaji svih dostupnih abiotičkih čimbenika na istraživanom odsječku vodnog tijela
- uzorkovanje u odsječcima od 25 – 50 m, neovisno o veličini slivne površine mjerne postaje

oprema za uzorkovanje

- terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u rijekama (ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje fitobentosa nalazi se u Prilogu 6.7)
- plastične bočice sa širokim grlom od 20 do 50 mL
- grafitna olovka
- vodootporni flomaster
- uljni flomaster (otporan na alkohol i vodu)
- gumene čizme
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, terenske sandale, kapa ili šešir
- krema sa zaštitnim faktorom
- skalpel
- tvrda četkica za zube
- plastična kadica
- boca za ispiranje
- žlica ili lopatica
- pinceta
- kracer (ručna bentos mreža)
- gumene rukavice – kraće i duge do ramena
- otopina za fiksiranje uzorka
- fotoaparat

- GPS uređaj
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar)
- pomagalo za gledanje pod vodom
- prijenosni hladnjak
- terenska torbica s prvom pomoći
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama
- tablet (opcionalno)

način uzorkovanja

- reprezentativno mikrostanište za uzorkovanje je površina potopljenog kamena
- po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ („*single habitat sampling*“) s 5 kamena veličine mezolitala (6-20 cm) na različitim mjestima uzorkovanog odsječka
- ako u koritu nema kamena veličine mezolitala, uzorkovati alternativna mikrostaništa - makrofitsku vodenu vegetaciju, nepomične stijene, sitni supstrat (mulj, pijesak) ili umjetne okomite površine
- postupci uzorkovanja s različitih supstrata prikazani su u *Tablici 3.17*

Tablica 3. 17 Postupci uzorkovanja fitobentosa s prirodnih supstrata u rijekama

TIP SUPSTRATA	POSTUPAK UZORKOVANJA	
Tvrdi pomični supstrat: kamenje, oblutci	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice (pet kamena veličine 6 - 20 cm)
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadu uz dodatak vode iz tekućice
	3	Supstrat u kadu fotografirati
	4	Skalpelom ili četkicom potpuno sastrugati gornju površinu supstrata uz ispiranje korištenog alata i supstrata vodom koja se nalazi u kadu
	5	Supstrat vratiti u vodotok, a sastrugani materijal (ukoliko u kadu ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	6	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani pomični supstrat: mahovina, makrofita, manje korijenje bilja, lisne plovke	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadu uz dodatak vode iz tekućice
	3	Supstrat dobro ručno protresti/sastrugati ili iscijediti (postupak ponoviti 4 - 5 puta) u vodi koja se nalazi u kadu
	4	Supstrat vratiti u vodotok, a isprani materijal (ukoliko u kadu ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	5	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani sediment: pijesak, mulj, fini organski materijal, glina	1	Posudu ili donji dio Petrijeve zdjelice postaviti na supstrat tako da njen otvor prekrije površinu koja se uzorkuje; zdjelicu lagano pritisnuti na supstrat tako da sediment ispunji 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 dodati po potrebi destilirane vode; uzorak dobro protresti i kratko sedimentirati - postupak ispiranja sedimenta destiliranom vodom i dekantiranja supernatanta ponoviti 4 puta
	4	Supernatant dekantirati i pohraniti u pravilno označenu bočicu
	5	Fiksirati uzorak

TIP SUPSTRATA	POSTUPAK UZORKOVANJA	
Tvrđi nepomični, umjetni vertikalni supstrat	1	Uzorkovanje se obavlja uz pomoć kracera ili plastične bočice volumena 20-50 mL
	2	Vertikalnu površinu (cca 10 cm ²), sastrugati s dubine od barem 30-ak cm
	3	Postupak struganja ponoviti barem 3 puta
	4	Uzorak sakupljen na metalnom okviru kracera pohraniti u pravilno označenu bočicu te fiksirati
	5	Uzorak sastrugan direktno bočicom samo fiksirati, ili pohraniti u željene bočice

NAPOMENA - *dijatomejski se uzorak s pet sastruganih kamena (ili sastrugana površina alternativnih mikrostaništa) sakupi u kadicu te odlije u jednu bočicu dostatnog volumena - u bočicu s uzorkom dodaje se fiksativ bez odlijevanja supernatanta, kako ne bi došlo do odlijevanja manjih i lakših stanica koje ne tonu brzo, što bi u konačnici moglo imati utjecaj na konačan rezultat*

- svaki uzorak neophodno je pohraniti u bočice koje moraju biti označene i potrebno je naznačiti:
 - šifra i naziv mjerne postaje
 - datum uzorkovanja
- ukoliko se za struganje fitobentosa koristi četkica, za svako je novo uzorkovanje neophodno koristiti uvijek novu četkicu radi sprječavanja moguće kontaminacije uzoraka
- uz uzorkovanje fitobentosa, potrebno je obaviti *in situ* mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja (temperature vode, pH, električne vodljivosti, zasićenja vode kisikom, koncentracije otopljenog kisika u vodi)

otopina za fiksiranje

- etilni alkohol do konačne koncentracije najmanje 20 %, neovisno o vremenu skladištenja

NAPOMENA - *ukoliko se koristi alkohol kao konzervans potrebno je prilikom označavanja bočica zamijeniti alkoholni marker uljnim markerom*

3.2.2. UZORKOVANJE FITOBENTOSA U JEZERIMA

vrijeme uzorkovanja

- u proljeće (najpovoljnije u svibnju) u litoralnoj zoni jezera

mjesto uzorkovanja

- osunčani odsječak od 100 m na kojem se zatim izabere kraći reprezentativni dio
- izbjegavati mjesta s dotjecanjem, odnosno istjecanjem jezerske vode te dobro procijeniti dionicu na kojoj se planira uzorkovanje (dubina, osvjetljenost, sastav i zastupljenost vrsta podloge i sl.)
- uzorkuje se do dubine od 60 cm
- uzorkuje se pri stabilnom vodostaju; najmanje 4 tjedna razina vode mora biti stabilna kako bi se ponovno uspostavila optimalna kolonizacija potopljenog supstrata algama, izuzev Kopačevskog jezera gdje uzorkovanje treba prilagoditi uvjetima ekstremne suše u pojedinim godinama

oprema za uzorkovanje

- terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u jezerima (ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje fitobentosa nalazi se u Prilogu 6.7)
- plastične bočice sa širokim grlom od 20 do 50 mL
- grafitna olovka
- vodootporni flomaster
- uljni flomaster (otporan na alkohol i vodu)
- grabilo
- četkica za zube
- skalpel
- pinceta
- škare
- žličica
- lopatica
- plastična kadica
- plastična ili metalna pločica
- kapalica
- staklena čaša,
- boca sa destiliranom vodom
- otopina za fiksiranje uzorka
- vodootporni fotoapararat
- GPS uređaj
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar)
- gumene čizme
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom
- pojas za spašavanje
- terenska torbica za prvu pomoć
- tablet (opcionalno)

način uzorkovanja

- sa supstrata koji je stalno potopljen u vodi
- po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ (eng.: „*single habitat sampling*“) - uzorkuje se mineralni supstrat, odnosno 5 kamena s različitih mjesta na uzorkovanom odsječku
- ako u litoralu jezera nema reprezentativnog mineralnog mikrostaništa, kamena, treba uzorkovati alternativno mikrostanište (*Tablica 3.18*)

NAPOMENA – izuzetak kod uzorkovanja su jezero Kuti, gdje je reprezentativno mikrostanište trska (<i>Phragmites australis</i>) i Kopačevsko jezero, gdje su reprezentativna mikrostaništa okrugolisni plavun (<i>Nymphoides peltata</i>), srušena stabla i sediment
--

uzorkovanje s mineralnog supstrata

- najbolji supstrat je mineralni mezolital (kamenje promjera od 6 cm do 20 cm) - uzorak fitobentosa prikuplja se s najmanje pet kamena koji moraju biti potopljene najmanje četiri tjedna kako bi se prikupio potpuno razvijen biofilm
- ako nije dostupno kamenje navedenih veličina, uzorkovati s pet većih kamena (promjera > 20 cm) ili deset manjih kamena (promjera od 2 cm i do 6 cm)
- nakon odabira, mineralnu podlogu, kao i sve labavo pričvršćene površinske elemente isprati vodom
- staviti podlogu u plastičnu kadu koja sadrži 30-50 mL destilirane vode, a biofilm pomoću skalpela ili četkice isprati u kadu
- nakon homogenizacije, uzorak iz kadice prebaciti u bočicu za pohranu i fiksirati

uzorkovanje s emergentnih makrofita i srušenih stabala

- uzorci se prikupljaju samo s dijelova koji su trajno potopljani i koji nisu u doticaju s dnom
- rezanjem pet stabljika u visini vodene površine i na najnižem dijelu, nakon čega se gornji dijelovi stabljika koji nisu trajno uronjeni uklanjaju
- nakon toga slijede dvije mogućnosti:
 - 1) izravno na terenu sastrugati biofilm s dijelova stabljika ili srušenih stabala pomoću noža, skalpela ili četkice u plastičnu posudu koja sadrži 30-50 mL destilirane vode te nakon homogenizacije uzorak iz posude prebaciti u bočicu za pohranu i fiksirati
 - 2) staviti stabljike ili dijelove srušenih stabala u bočice za pohranu sa destiliranom vodom te uzorak prenijeti u laboratorij; postupak uzorkovanja u laboratoriju isti je kao i na terenu

uzorkovanje s mekog sedimenta: pijesak, mulj, fini organski materijal, glina

- za uzorkovanje sedimenta potrebno je posudu ili donji dio Petrijeve zdjelice postaviti na supstrat tako da njen otvor prekrije površinu koja se uzorkuje; posudu ili Petrijevu zdjelicu je potrebno lagano pritisnuti na supstrat tako da sediment ispuni cijeli volumen unutrašnjeg dijela posude ili Petrijeve zdjelice
- kada sediment ispuni cijeli volumen posude ili Petrijeve zdjelice lagano se podvuče metalna ili plastična pločica (površine veće od promjera zdjelice) pod posudu ispunjenu sedimentom
- sabrani sediment se u cijelosti prenese u staklenu čašu te se doda po potrebi destilirana voda; uzorak treba dobro protresti i kratko sedimentirati, postupak ispiranja sedimenta destiliranom vodom i dekantiranja supernatanta se ponavlja 4 puta
- supernatant se dekantira i pohrani u pravilno označenu bočicu; zadnji korak je fiksiranje uzorka

Tablica 3. 18 Postupci uzorkovanja fitobentosa s prirodnog supstrata u jezerima

TIP SUPSTRATA	POSTUPAK UZORKOVANJA	
Tvrdi pomični supstrat: kamenje	1	Izvaditi pet kamena veličine 6 – 20 cm iz litoralne zone jezera
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadu uz dodatak destilirane vode
	3	Supstrat u kadu fotografirati
	4	Skalpelom ili četkicom potpuno sastrugati gornju površinu supstrata uz ispiranje korištenog alata i supstrata vodom koja se nalazi u kadu
	5	Supstrat vratiti u jezero
	6	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani pomični supstrat: makrofita (<i>Phragmites australis</i> , <i>Scirpus</i> , <i>Cladium mariscus</i> i <i>Nymphoides peltata</i>) i srušena stabla	1	Izvaditi reprezentativne dijelove emergentnih makrofita ili srušenih stabala iz litoralne zone jezera. U slučaju emergentnih makrofita uzorci se prikupljaju samo s dijelova koji su trajno potopljani i koji nisu u doticaju s dnom
	2	Dijelove pet stabljika makrofita ili srušenih stabala staviti u plastičnu kadu uz dodatak 30-50 mL destilirane vode
	3	Supstrat u kadu fotografirati
	4	Skalpelom ili četkicom potpuno sastrugati gornju površinu makrofita ili srušenih stabla uz ispiranje korištenog alata i supstrata vodom koja se nalazi u kadu
	5	Supstrat vratiti u jezero, a isprani materijal (ukoliko u kadu ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	6	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati Napomena: Stabljike ili dijelovi srušenih stabala se mogu i pohraniti u bočice za pohranu sa destiliranom vodom te uzorak prenijeti u laboratorij - postupak čišćenja u laboratoriju isti je kao i na terenu
Mekani sediment:	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/Petrieve zdjelice

TIP SUPSTRATA	POSTUPAK UZORKOVANJA	
pijesak, mulj, fini organski materijal, glina	2	Lagano podvući metalnu ili plastičnu pločicu (površine veće od promjera zdjelice) pod posudu ispunjenu sedimentom
	3	Sabrani sediment u cijelosti prenijeti u staklenu čašu te dodati po potrebi destilirane vode. Uzorak dobro protresti i kratko sedimentirati.
	4	Postupak ispiranja sedimenta destiliranom vodom i dekantiranja supernatanta ponoviti 4 puta
	5	Supernatant dekantirati i pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati

- svaki sabrani uzorak pohraniti u bočice koje moraju biti pravilno označene:
 - šifra i naziv mjerne postaje
 - datum uzorkovanja

NAPOMENA - dijatomejski se uzorak s pet sastruganih kamena (ili sastrugana površina alternativnih mikrostaništa) sakupi u kadicu te odlije u jednu bočicu dostatnog volumena - u bočicu s uzorkom dodaje se fiksativ bez odlijevanja supernatanta, kako ne bi došlo do odlijevanja manjih i lakših stanica koje ne tonu brzo, što bi u konačnici moglo imati utjecaj na konačan rezultat

- za fiksaciju uzoraka koristi se etilni alkohol uz napomenu da konačna koncentracija u uzorku treba biti 20 % (etilni alkohol)
- ukoliko se za struganje fitobentosa koristi četkica, svakako se preporučuje uvijek koristiti novu četkicu

NAPOMENA - ukoliko se koristi alkohol kao konzervans potrebno je prilikom označavanja bočica zamijeniti alkoholni marker uljnim markerom

- uz uzorkovanje fitobentosa, potrebno je obaviti *in situ* mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja (temperature vode, pH, električne vodljivosti, zasićenja vode kisikom, koncentracije otopljenog kisika u vodi)

3.2.3. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA FITOBENTOSA

preporučena oprema za laboratorijski rad

- električna ploča za zagrijavanje uzorka
- Erlenmeyer tikvice od 100 mL
- kuglice za vrenje
- staklene epruvete za centrifugiranje (cca 15 mL)
- centrifuga
- laboratorijska vaga
- bočice za pohranjivanje dobivenih uzoraka
- predmetna stakalca
- pokrovna stakalca
- kapalice
- plamenik
- smola za izradu trajnih preparata

- ručna automatska pipeta
- nastavci za pipetu
- drvena štipaljka
- drveni štapić
- stakleni štapić
- zaštitne naočale
- histološka iglica
- vakuum sisaljka
- kemikalije
- destilirana voda
- imerzijsko ulje
- 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 do 2 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
- uzorak se stavlja u vodenu kupelj i kuha 45 min na srednjoj temperaturi sve do obezbojenja (ili žućkaste boje) - kuhanjem uzoraka u Erlenmeyerovim tikvicama obavlja se uz obavezan dodatak kuglica za vrenje
- hlađenje uzoraka 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 ispirati dodatkom destilirane 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 organske tvari iz uzorka

- provodi se u epruvetama s debelim dnom ili Erlenmeyerovim tikvicama dodavanjem 96 % sumporne kiseline u dvostrukom omjeru u odnosu na talog (uzorak)
- smjesu uzorka i kiseline pažljivo zagrijavati na plinskom plameniku ili električnoj ploči do pojave bijelih para, kada se uzorak zacrni
- ohladiti uzorak, dodati H_2O_2 (2 mL ili više, ovisi o uzorku) te ponovno zagrijavati; ukoliko u uzorku ima malo organske tvari smjesa se sama obezboji, a ukoliko ima puno organske tvari smjesa ostaje crna te se uzorku doda još H_2O_2 koji će smjesu obezbojiti
- obezbojeni uzorak ponovo ispirati destiliranom vodom te centrifugirati (7 min/2000 RPM) dok se ne postigne pH 6-7

uklanjanje karbonata iz uzorka

- dodati uzorku u jednakom volumenu 25 %-tnu klorovodičnu kiselinu
- kuhati uzorak oko 30 minuta na 200°C
- nakon završene reakcije (pjenjenje uzorka) kalcijevog ili magnezijevog karbonata i klorovodične kiseline uzorak ponovno ispirati destiliranom vodom prema prethodno opisanom postupku (centrifugiranje 7 min/2000 RPM dok se ne postigne pH 6-7) koji se ponavlja 4 puta
- ukoliko je uzorak sakupljen u vodotoku s niskom koncentracijom karbonatnih iona, dodavanje klorovodične kiseline nije potrebno

izrada trajnih preparata

- uzorak pripremljen na gore opisani način, uz dodatak destilirane vode, pohraniti u čiste i pravilno označene bočice
- u nastavku izrade trajnih preparata, ukoliko je potrebno s obzirom na kvalitetu, pokrovno stakalce treba uroniti u 0,1 M H_2SO_4 , ispirati u destiliranoj vodi i osušiti; na tako pripremljenu pokrovnicu nanese se ona količina uzorka koja u potpunosti prekriva površinu pokrovnog stakalca; pri nakapavanju uzorka neophodno je procijeniti optimalnu gustoću frustula
- mliječno bijeloj suspenziji dodaje se destilirana voda kako bi se smanjila gustoća frustula - nakapavanje uzorka optimalne gustoća važno je radi lakšeg određivanja i brojanja 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 staviti kap smole, a na nju prevrtanjem postaviti pokrovno stakalce (strana s osušenom suspenzijom pokriva kapljicu); preparat lagano zagrijavati 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 provjeriti jesu li stakalca dobro zaljepljena
- preostali dio očišćenog uzorka fiksirati glicerolom (uz minimalnu količinu destilirane vode) i pohraniti na hladnom mjestu

NAPOMENA - navedene su dvije metode čišćenja dijatomeja za izradu trajnih preparata - ostale metode čišćenja dijatomeja detaljno su opisane u Uputama za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih i jezerskih 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
- metode brojanja detaljno su opisane u poglavlju 3.1. FITOPLANKTON, 3.1.4. Laboratorijska obrada uzoraka, Strategije brojanja
- popis relevantne literature za determinaciju algi u fitobentosu naveden je u Poglavlju 5.1.1

NAPOMENE - uzorkovanje bentoskih dijatomeja mora biti u skladu sa Uputama za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih i jezerskih 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 brojanje dijatomeja mora biti u skladu sa Uputama za identifikaciju i brojenje dijatomeja u uzorcima riječnog i jezerskog bentosa (HRN EN 14407:2014)

3.2.4. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM FITOBENTOSA

3.2.4.1. PRIRODNE, ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE

- potrebno je odrediti dijatomejske vrste algi, a razina opterećenja hranjivim tvarima izražava se kao Trofički indeks dijatomeja (Tablica 3.19)

Tablica 3. 19 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja/potencijala prirodnih i znatno promijenjenih i umjetnih rijeka na temelju fitobentosa

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
fitobentos	Trofički indeks dijatomeja (TID _{HR})	opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

operativni popis svojti dijatomeja (OLS - TIDHR)

- sadrži brojčane podatke o indikatorskim vrijednostima i težinama trofičkog indeksa za svojte dijatomeja koje se mogu naći u hrvatskim rijekama i jezerima (Prilog 6.4)
- vrste kojima za sada nisu dodijeljeni brojčani podaci ne uzimaju se u obzir kod izračunavanja indeksa, osim ako njihova učestalost prelazi 60 frustula, odnosno njihova relativna učestalost je više od 15 % - tada se uzimaju indikatorska vrijednost i težina roda
- za determinirane vrste u svakom uzorku odrede se trofičke indikatorske vrijednosti i težine prema Operativnom popisu svojti dijatomeja za rijeke i jezera (OLS - TID_{HR}) navedene u Prilogu 6.4

izračunavanje Trofičkog indeksa dijatomeja (TIDHR)

- računa se prema modificiranoj jednadžbi Zelinka-Marvan (1961.):

$$TID_{HR} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \times IV_i \times IT_i}{\sum_{i=1}^n A_i \times IT_i}$$

gdje je:

A_i = relativna učestalost vrste/abundancija vrste u uzorku

IV_i = indikatorska vrijednost (osjetljivost) pojedine vrste

IT_i = indikatorska težina (tolerantnost) pojedine vrste

- relativna učestalost (A_i) neke vrste u uzorku predstavlja broj pojedine vrste na 400 izbrojanih dijatomeja

izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

- ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće fitobentosa je OEK TID_{HR}.
- računa se po formuli:

$$OEK\ TID_{HR} = \frac{\text{vrijednost TID}_{HR} \text{ indeksa} - \text{najlošija vrijednost TID}_{HR} \text{ indeksa}}{\text{referentna vrijednost TID}_{HR} \text{ indeksa} - \text{najlošija vrijednost TID}_{HR} \text{ indeksa}}$$

- u Prilogu 6.5 nalaze se referentne i najlošije vrijednosti indeksa TID_{HR}, specifične za određeni tip rijeke
- referentne i najlošije vrijednosti za tipove znatno promijenjenih i umjetnih rijeka istovjetne su prirodnom tipu rijeke kojemu znatno promijenjeno ili umjetno vodno tijelo pripada, stoga prilikom izračuna OEK TID_{HR} za znatno promijenjene i umjetne rijeke valja koristiti prirodni tip rijeke (Prilog 6.5)
- vrijednosti OEK-a znatno promijenjenih i umjetnih rijeka koje su pridružene prirodnim tipovima rijeka s odgovarajućim interkalibracijskim tipom, potrebno je normalizirati na standardne granične vrijednosti OEK-a za znatno promijenjene rijeke, a jednadžbe za normalizaciju nalaze se u *Tablici 3.20* i u *Tablici 3.21*
- vrijednosti OEK-a znatno promijenjenih i umjetnih rijeka koje su pridružene prirodnim tipovima rijeka bez odgovarajućeg interkalibracijskog tipa se ne normaliziraju (Prilog 6.6.b)

NAPOMENA - ukoliko su vrijednosti omjera ekološke kakvoće pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0

Tablica 3. 20. Jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK-a u znatno promijenjenim i umjetnim rijekama koje su pridružene prirodnim rijekama Panonske ekoregije i Dinaridske kontinentalne subekoregije (jednadžbe su prikazane s obzirom na interkalibracijski tip kojem pripadaju prirodne rijeke)

KATEGORIJE EKOLOŠKOG POTENCIJALA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK-a	INTERKALIBRACIJSKI TIPOVI E2, E3, EX5, EX6, EX7 i EX8	INTERKALIBRACIJSKI TIP L2
Dobar i bolji	0,60-1,00	$OEK = 0,9168 \times OEK TID_{HR} + 0,0284$	$OEK = 0,9947 \times OEK TID_{HR} + 0,0002$
Umjeren	0,40-0,59	$OEK = 0,9168 \times OEK TID_{HR} + 0,0284$	$OEK = 0,9947 \times OEK TID_{HR} + 0,0002$
Loš	0,20-0,39	$OEK = 0,9168 \times OEK TID_{HR} + 0,0284$	$OEK = 0,9947 \times OEK TID_{HR} + 0,0002$
Vrlo loš	$\leq 0,19$	$OEK = 0,9168 \times OEK TID_{HR} + 0,0284$	$OEK = 0,9947 \times OEK TID_{HR} + 0,0002$

Tablica 3. 21. Jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK-a u znatno promijenjenim i umjetnim rijekama koje su pridružene prirodnim rijekama Dinaridske primorske subekoregije (jednadžbe su prikazane s obzirom na interkalibracijski tip kojem pripadaju prirodne rijeke)

KATEGORIJE EKOLOŠKOG POTENCIJALA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK-a	INTERKALIBRACIJSKI TIPOVI M1 i M2	INTERKALIBRACIJSKI TIP M5
Dobar i bolji	0,60-1,00	$OEK = 0,9823 \times OEK TID_{HR} + 0,0088$	$OEK = 1,0094 \times OEK TID_{HR} - 0,0451$
Umjeren	0,40-0,59	$OEK = 0,9823 \times OEK TID_{HR} + 0,0088$	$OEK = 1,0094 \times OEK TID_{HR} - 0,0451$
Loš	0,20-0,39	$OEK = 0,9823 \times OEK TID_{HR} + 0,0088$	$OEK = 1,0094 \times OEK TID_{HR} - 0,0451$
Vrlo loš	$\leq 0,19$	$OEK = 0,9823 \times OEK TID_{HR} + 0,0088$	$OEK = 1,0094 \times OEK TID_{HR} - 0,0451$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za prirodne rijeke Panonske i Dinaridske ekoregije, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 7. iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda
- kategorije ekološkog potencijala i granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala za znatno promijenjene i umjetne rijeke, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 8. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda
- u Prilogu 6.6.a nalazi se memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitobentos u prirodnim rijekama, a u Prilogu 6.6.b u znatno promijenjenim i umjetnim rijekama

3.2.4.2. PRIRODNA JEZERA

- potrebno je odrediti modul za Trofičnost uzimajući u obzir Multimetrijske indekse za fitobentos jezera (Tablica 3.22)

Tablica 3. 22 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja prirodnih jezera na temelju fitobentosa

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
fitobentos	Multimetrijski indeks za fitobentos jezera	opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

- mjernu postaju za uzorkovanje potrebno je postaviti u pripadajući tip jezera, uzimajući u obzir i biotičke tipove temeljem fitobentosa (Tablica 3.23)

Tablica 3. 23 Biotički tipovi prirodnih jezera temeljem fitobentosa

OZNAKA TIPA	EKOREGIJA	NAZIV BIOTIČKOG TIPA
HR-J_1A	Dinaridska	Duboka jezera
HR-J_1B	Dinaridska	Duboka jezera
HR-J_2	Dinaridska	Duboka jezera
HR-J_3	Dinaridska	Srednje duboka jezera
HR-J_4	Dinaridska	Plitka jezera
HR-J_5	Dinaridska	Srednje duboka jezera
HR-J_6	Dinaridska	Plitka jezera
HR-J_7	Panonska	Plitka jezera

- u ocjeni ekološkog stanja prirodnih jezera temeljem fitobentosa koriste se dva multimetrijska indeksa za fitobentos jezera: MIB i MIL (Tablica 3.24)
- MIB multimetrijski indeks za fitobentos jezera sadrži dijatomejske indekse
 - IBD (Biological Diatom Index) i
 - EPI-D (Eutrophication Pollution Index - Diatoms)
- MIL multimetrijski indeks za fitobentos jezera sadrži dijatomejske indekse
 - IBD,
 - EPI-D i
 - TDIL₁₋₂₀ (Trophic Diatom Index - Lakes)
- za izračun svih pojedinačnih dijatomejskih indeksa koristi se računalni program OMNIDIA ver. 5.2 (Lecointe i sur., 2008)
- računalni program DILSTORE (Hajnal i sur., 2009) sadrži vrijednosti osjetljivosti i težine za TDIL₁₋₂₀ i dostupan je na zahtjev na: <https://www.limnologia.hu/perifiton/dilstore/>
- konačni izračun indeksa TDIL₁₋₂₀ temelji se na sljedećoj jednadžbi:

$$TDIL_{1-20} = 3,8 \times \sum TDIL_{1-20} + 1$$

Tablica 3. 24 Multimetrijski indeksi za ocjenu ekološkog stanja prirodnih jezera

DINARIDSKA EKOREGIJA	
Oznaka tipa	Multimetrijski indeksi
HR-J_1A HR-J_1B HR-J_2 HR-J_3 HR-J_5	$MIL = \frac{IBD + EPI - D + TDIL_{1-20}}{3}$
HR-J_4 HR-J_6	$MIB = \frac{IBD + EPI - D}{2}$
PANONSKA EKOREGIJA	
HR-J_7	$MIL = \frac{IBD + EPI - D + TDIL_{1-20}}{3}$

- vrijednosti multimetrijskih indeksa variraju od 1 do 20 te ih je potrebno normalizirati na vrijednosti od 0 do 1
- jednadžbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa MIL i pripadajući OEK za prirodna jezera Dinaridske ekoregije koje pripadaju biotičkom tipu dubokih i srednje dubokih jezera nalaze se u (Tablica 3.25)

Tablica 3. 25 Granične vrijednosti indeksa MIL i OEK prirodnih jezera Dinaridske ekoregije koje pripadaju biotičkom tipu dubokih i srednje dubokih jezera, uz normalizacijske jednadžbe

KATEGORIJE EKOLOŠKOG STANJA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIL	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Vrlo dobro	$\geq 15,21$	$\geq 0,8$	$OEK = 0,0465 \times MIL$
Dobro	11,41-15,20	0,6-0,79	$OEK = 0,0465 \times MIL$
Umjereno	7,61-11,40	0,4-0,59	$OEK = 0,0465 \times MIL$
Loše	3,80-7,60	0,2-0,39	$OEK = 0,0465 \times MIL$
Vrlo loše	$< 3,80$	$\leq 0,19$	$OEK = 0,0465 \times MIL$

- jednađbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa MIB i pripadajući OEK za tip prirodnog jezera HR-J_4 koje pripada biotičkom tipu plitkih jezera Dinaridske ekoregije nalazi se u *Tablici 3.26*

Tablica 3. 26 Granične vrijednosti indeksa MIB i OEK prirodnog jezera Dinaridske ekoregije koje pripada biotičkom tipu plitkih jezera (HR-J_4), uz normalizacijske jednađbe

KATEGORIJE EKOLOŠKOG STANJA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIB	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Vrlo dobro	$\geq 13,60$	$\geq 0,8$	$OEK = 0,049 \times MIB$
Dobro	10,20-13,59	0,6-0,79	$OEK = 0,049 \times MIB$
Umjereno	6,80-10,19	0,4-0,59	$OEK = 0,049 \times MIB$
Loše	3,40-6,79	0,2-0,39	$OEK = 0,049 \times MIB$
Vrlo loše	$< 3,40$	$\leq 0,19$	$OEK = 0,049 \times MIB$

- jednađbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa MIB i pripadajući OEK za tip prirodnog jezera HR-J_6 koje pripada biotičkom tipu plitkih jezera Dinaridske ekoregije nalazi se u *Tablici 3.27*

Tablica 3. 27 Granične vrijednosti indeksa MIB i OEK prirodnog jezera Dinaridske ekoregije koje pripada biotičkom tipu plitkih jezera (HR-J_6), uz normalizacijske jednađbe

KATEGORIJE EKOLOŠKOG STANJA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIB	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Vrlo dobro	$\geq 16,70$	$\geq 0,8$	$OEK = 0,0479 \times MIB$
Dobro	12,53-16,69	0,6-0,79	$OEK = 0,0479 \times MIB$
Umjereno	8,35-12,52	0,4-0,59	$OEK = 0,0479 \times MIB$
Loše	4,18-8,34	0,2-0,39	$OEK = 0,0479 \times MIB$
Vrlo loše	$< 4,18$	$\leq 0,19$	$OEK = 0,0479 \times MIB$

- jednađbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa MIL i pripadajući OEK za tip HR-J_7 koje pripada biotičkom tipu plitkih jezera Panonske ekoregije nalaze se u *Tablici 3.28*

Tablica 3. 28 Granične vrijednosti indeksa MIL i OEK prirodnog jezera Panonske ekoregije koje pripada biotičkom tipu plitkih jezera

KATEGORIJE EKOLOŠKOG STANJA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIL	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Vrlo dobro	$\geq 9,95$	$\geq 0,8$	$OEK = 0,0804 \times MIL$
Dobro	7,47-9,94	0,6-0,79	$OEK = 0,0804 \times MIL$
Umjereno	4,98-7,46	0,4-0,59	$OEK = 0,0804 \times MIL$

KATEGORIJE EKOLOŠKOG STANJA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIL	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Loše	2,49-4,97	0,2-0,39	$OEK = 0,0804 \times MIL$
Vrlo loše	< 2,49	$\leq 0,19$	$OEK = 0,0804 \times MIL$

izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

- konačna ocjena ekološkog stanja (OEK) prirodnih jezera je normalizirana vrijednost multimetrijskih indeksa MIL i MIB
- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 12. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

NAPOMENA - za ocjenu ekološkog stanja prirodnih jezera te ekološkog potencijala umjetnih i znatno promijenjenih jezera na temelju fitobentosa korišteni su interkalibrirani multimetrijski indeksi MIL, MIB i IPSITl. Indeksi koji sačinjavaju multimetrijske indekse (Rott TI, Rott SI, IPS, EPI-D, IBD, TDIL₁₋₂₀) računaju se u računalnom programu OMNIDIA, a jednadžbe indeksa prikazane su u Tablici 1.

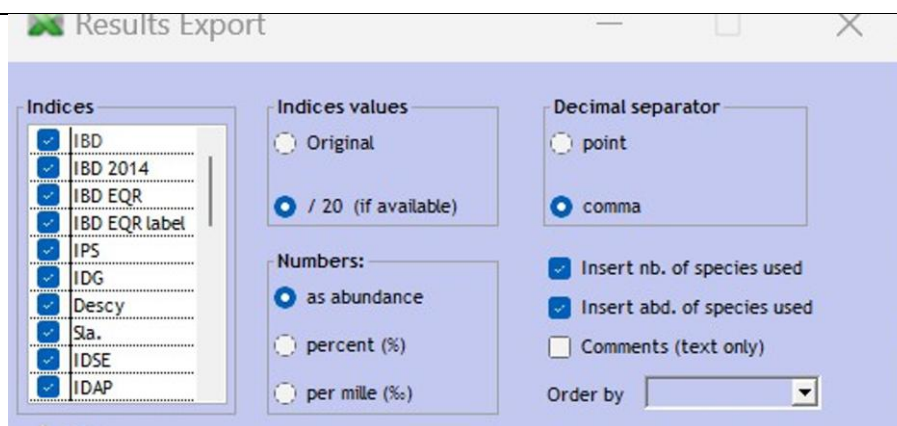
Tablica 1. Dijatomejski indeksi dostupni u programu OMNIDIA i njihove jednadžbe

Indeks	Jednadžba	Reference
TI	$TI = 21,583 - \sum TI \times 5,278$	Rott i sur., 1999
SI	$SI = 26,786 - \sum SI \times 6,786$	Rott i sur., 1997
IPS	$IPS = 4,75 \times \sum IPS - 3,75$	Cemagref, 1982
EPI-D	$EPI-D = 20 - 4,75 \times \sum EPI-D$	Dell'Uomo, 1996
IBD	$IBD = 4,75 \times \sum IBD - 8,5$	Prygiel i Coste, 1999

Konačne vrijednosti svih navedenih indeksa, osim TDIL₁₋₂₀ mogu se izračunati pomoću programa OMNIDIA (Tablica 1). Konačni izračun indeksa TDIL₁₋₂₀ temelji se na sljedećoj jednadžbi za korekciju indeksa:

$$TDIL_{1-20} = 3,8 \times \sum TDIL_{1-20} + 1$$

Program OMNIDIA računa spomenute indekse u vidu originalnih (Original) izračuna te onih preračunatih (/20) po gore navedenim formulama. Tako postoji mogućnost da „export“ rezultata budu vrijednosti indeksa u originalnom obliku (Indices values: original) te preračunatih vrijednosti (Indices values: /20). Na Slici 1 prikazana je opcija odabira vrijednosti indeksa u programu OMNIDIA. Također, vrijednosti indeksa su jednake neovisno o tome jesu li izveze brojke predstavljene kao učestalost, postotno ili percentilno. Preporuča se korištenje najnovije inačice računalnog programa OMNIDIA u provedbi izračuna ekološkog stanja i/ili potencijala, odnosno ažuriranje programa ne utječe na krajnji izračun ekološkog stanja i/ili potencijala.



Slika 1. OMNIDA „export“ rezultata

Za izračun indeksa za ocjenu ekološkog stanja i/ili potencijala koriste se preračunate vrijednosti indeksa (IBD, EPI-D, IPS, Rott SI, Rott TI) koje su u programu OMNIDIA predstavljene kao vrijednosti indeksa $\cdot 20$. Iznimno, indeks $TDIL_{1-20}$ računa se prema gore navedenoj jednadžbi za korekciju indeksa, pri čemu se originalna vrijednost indeksa izvodi uz opciju „Original“ vrijednosti indeksa u programu OMNIDA

- u Prilogu 6.6a nalazi se memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitobentos u prirodnim jezerima

3.2.4.3. ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA

- potrebno je odrediti modul za Trofičnost koristeći Multimetrijske indekse za fitobentos jezera (Tablica 3.29)

Tablica 3. 29 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera na temelju fitobentosa

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
fitobentos	Multimetrijski indeks za fitobentos jezera	opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

- mjernu postaju za uzorkovanje potrebno je postaviti u pripadajući tip znatno promijenjenog ili umjetnog jezera, uzimajući u obzir i biotičke tipove temeljem fitobentosa (Tablica 3.30 Tablica 3. 30)

Tablica 3. 30 Biotički tipovi znatno promijenjenih i umjetnih jezera temeljem fitobentosa

OZNAKA TIPA	NAZIV BIOTIČKOG TIPA TEMELJEM FITOBENTOSA
PANONSKA EKOREGIJA	
HR-AP_1A, HR-AP_1B, HR-AP_2A, HR-AP_2B, HR-AP_2C	Vrlo plitke akumulacije, umjetne stajačice i umjetne stajačice šljunčare

OZNAKA TIPA	NAZIV BIOTIČKOG TIPA TEMELJEM FITOBENTOSA
HR-AP_3A, HR-AP_3B, HR-AP_4A, HR-AP_4B, HR-AP_4C	Plitke akumulacije, umjetne stajačice i umjetne stajačice šljunčare
HR-AP_5A	Akumulacije na velikim rijekama s kratkim vremenom zadržavanja vode
HR-AP_6	Duboke akumulacije i umjetne stajačice šljunčare
DINARIDSKA EKOREGIJA - KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA	
HR-AD_4, HR-AD_5	Duboke akumulacije
HR-AD_7, HR-AD_10, HR-AD_19	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode
DINARIDSKA EKOREGIJA – PRIMORSKA SUBEKOREGIJA	
HR-AD_14, HR-AD_17	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajačice
HR-AD_11, HR-AD_16A, HR-AD_16B, HR-AD_18	Plitke akumulacije i umjetne stajačice
HR-AD_2, HR-AD_12, HR-AD_13	Duboke akumulacije
HR-AD_1, HR-AD_3, HR-AD_6, HR-AD_8, HR-AD_9, HR-AD_15A, HR-AD_15B	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode

- za ocjenu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera koriste se multimetrijski indeksi MIL, MIB i IPSITI, koji objedinjuju dijatomejske indekse IBD, EPI-D, IPS, TDIL₁₋₂₀, Rott TI i Rott SI (Tablica 3.31)
- svi se navedeni indeksi mogu se izračunati pomoću programa OMNIDIA ver. 5.2
- računalni program DILSTORE sadrži vrijednosti osjetljivosti i težine za indeks TDIL₁₋₂₀
- konačni izračun indeksa TDIL₁₋₂₀ temelji se na sljedećoj jednadžbi:

$$TDIL_{1-20} = 3,8 \times \sum TDIL_{1-20} + 1$$

Tablica 3. 31 Multimetrijski indeksi za ocjenu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera

OZNAKA TIPA	MULTIMETRIJSKI INDEKSI
PANONSKA EKOREGIJA	
HR-AP_1A HR-AR_1B HR-AP_2A HR-AP_2B HR-AP_2C HR-AP_3A HR-AP_3B HR-AP_4A HR-AP_4B HR-AP_4C HR-AP_6	$MIL = \frac{IBD + EPI - D + TDIL_{1-20}}{3}$
HR-AP_5A	$IPSITI = \frac{IPS + SI + TI}{3}$

OZNAKA TIPA	MULTIMETRIJSKI INDEKSI
DINARIDSKA EKOREGIJA	
HR-AD_11 HR-AD_14 HR-AD_16A HR-AD_16B HR-AD_17 HR-AD_18	$MIB = \frac{IBD + EPI - D}{2}$
HR-AD_2 HR-AD_4 HR-AD_5 HR-AD_12 HR-AD_13	$MIL = \frac{IBD + EPI - D + TDIL_{1-20}}{3}$
HR-AD_1 HR-AD_3 HR-AD_6 HR-AD_7 HR-AD_8 HR-AD_9 HR-AD_15A HR-AD_15B HR-AD_19	$IPSITI = \frac{IPS + SI + TI}{3}$

- vrijednosti multimetrijskih indeksa variraju od 1 - 20 te ih je potrebno normalizirati na vrijednosti od 0 do 1
- jednadžbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa MIL i pripadajući OEK vrlo plitkih, plitkih i dubokih znatno promijenjenih i umjetnih jezera Panonske ekoregije nalaze se u *Tablici 3.32*

Tablica 3. 32 Granične vrijednosti indeksa MIL i OEK vrlo plitkih, plitkih i dubokih znatno promijenjenih i umjetnih jezera Panonske ekoregije

KATEGORIJE EKOLOŠKOG POTENCIJALA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIL	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Dobar i bolji	≥12,3	0,6-1	$OEK = 0,1282 \times MIL - 0,9821$
Umjeren	8,2-12,29	0,4-0,59	$OEK = 0,1282 \times MIL - 0,9821$
Loš	4,1-8,19	0,2-0,39	$OEK = 0,0486 \times MIL$
Vrlo loš	<4,1	≤0,19	$OEK = 0,0486 \times MIL$

- jednadžbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa IPSITI i pripadajući OEK akumulacija na velikim rijekama s kratkim vremenom zadržavanja vode Panonske ekoregije nalaze se u *Tablici 3.33*

Tablica 3. 33 Granične vrijednosti indeksa IPSITI i OEK akumulacija na velikim rijekama s kratkim vremenom zadržavanja vode Panonske ekoregije (tip HR-AP_5A)

KATEGORIJE EKOLOŠKOG POTENCIJALA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA IPSITI	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Dobar i bolji	$\geq 12,9$	0,6-1	$OEK = 0,0556 \times IPSITI - 0,1167$
Umjeren	8,6-12,89	0,4-0,59	$OEK = 0,0556 \times IPSITI - 0,1167$
Loš	4,3-8,59	0,2-0,39	$OEK = 0,0465 \times IPSITI$
Vrlo loš	$< 4,3$	$\leq 0,19$	$OEK = 0,0465 \times IPSITI$

- jednadžbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa MIB i pripadajući OEK vrlo plitkih i plitkih znatno promijenjenih i umjetnih jezera Dinaridske ekoregije nalaze se u Tablici 3.34

Tablica 3. 34 Granične vrijednosti indeksa MIB i OEK vrlo plitkih i plitkih znatno promijenjenih i umjetnih jezera Dinaridske ekoregije

KATEGORIJE EKOLOŠKOG POTENCIJALA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIB	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Dobar i bolji	$\geq 15-16,89$	0,6-1	$OEK = 0,1053 \times MIB - 0,9789$
Umjeren	10-14,99	0,4-0,59	$OEK = 0,1053 \times MIB - 0,9789$
Loš	5-9,99	0,2-0,39	$OEK = 0,04 \times MIB$
Vrlo loš	< 5	$\leq 0,19$	$OEK = 0,04 \times MIB$

- jednadžbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa MIL i pripadajući OEK dubokih znatno promijenjenih i umjetnih jezera Dinaridske ekoregije nalaze se u Tablici 3.35

Tablica 3. 35 Granične vrijednosti indeksa MIL i OEK dubokih znatno promijenjenih i umjetnih jezera Dinaridske ekoregije

KATEGORIJE EKOLOŠKOG POTENCIJALA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA MIL	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Dobar i bolji	$\geq 12,3$	0,6-1	$OEK = 0,1282 \times MIL - 0,9821$
Umjeren	8,2-12,29	0,4-0,59	$OEK = 0,1282 \times MIL - 0,9821$
Loš	4,1-8,19	0,2-0,39	$OEK = 0,0486 \times MIL$
Vrlo loš	$< 4,1$	$\leq 0,19$	$OEK = 0,0486 \times MIL$

- jednadžbe za normalizaciju multimetrijskog indeksa IPSITI i pripadajući OEK akumulacija s kratkim vremenom zadržavanja vode Dinaridske ekoregije nalaze se u Tablici 3.36

Tablica 3. 36 Granične vrijednosti indeksa IPSITI i OEK akumulacija s kratkim vremenom zadržavanja vode Dinaridske ekoregije

KATEGORIJE EKOLOŠKOG POTENCIJALA	GRANIČNE VRIJEDNOSTI INDEKSA IPSITI	GRANIČNE VRIJEDNOSTI OEK	JEDNADŽBA
Dobar i bolji	$\geq 12,9$	0,6-1	$OEK = 0,0556 \times IPSITI - 0,1167$
Umjeren	8,6-12,89	0,4-0,59	$OEK = 0,0556 \times IPSITI - 0,1167$
Loš	4,3-8,59	0,2-0,39	$OEK = 0,0465 \times IPSITI$
Vrlo loš	$< 4,3$	$\leq 0,19$	$OEK = 0,0465 \times IPSITI$

izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

- konačna ocjena omjera ekološke kakvoće (OEK) umjetnih i znatno promijenjenih jezera je normalizirana vrijednost multimetrijskih indeksa MIL, MIB i IPSITI
- kategorije ekološkog potencijala i granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 13. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda
- u Prilogu 6.6.c nalazi se memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitobentos u znatno promijenjenim i umjetnim jezerima

3.3. MAKROFITA

taksonomske i ekološke skupine koje se uzorkuju u rijekama i jezerima

- vaskularne biljke (Tracheophyta), mahovine (Bryophyta), alge parožine (Charophyceae) i ostale makroalge ako se pojavljuju u većoj množini
- vrste koje su u potpunosti uronjene u vodu, vrste čiji listovi i cvjetovi plutaju na vodi ili koje čitave plutaju na vodi, biljke koje su većim dijelom uronjene u vodu, a samo manjim dijelom strše iz vode te vrste koje su samo manjim dijelom uronjene u vodu (tzv. helofiti), ali rastu u koritu
- one koje čine obalnu vegetaciju ne koriste se direktno u ocjeni stanja voda, ali mogu dati dodatne korisne informacije o stanju i ekološkim prilikama tekućice ili stajaćice te ih je preporučljivo upisati u zaseban popis
- vrste makrofita koje je teže determinirati (mahovine, žabnjaci (*Ranunculus* spp.), uskolisni mrijesnjaci (*Potamogeton* spp.), žabovlatke (*Callitriche* spp.) i parožine (Charophyceae)) potrebno je pohraniti za kasnije određivanje u laboratoriju

3.3.1. UZORKOVANJE MAKROFITA U RIJEKAMA

vrijeme uzorkovanja

- uzorkovanje se obavlja jednokratno, od lipnja do rujna (srpanj i kolovoz su optimalni za uzorkovanje); obzirom na sezonska kolebanja vremenskih prilika i vodostaja, istraživači se po potrebi mogu odlučiti i za drugo vrijeme uzorkovanja
- prirodno povremene rijeke koje pripadaju tipovima HR-R_10A, HR-R_10B, HR-R_16A, HR-R_16B i HR-R_19 uzorkuju se tijekom svibnja i lipnja, a na postajama gdje je referentna mahovinska zajednica, uzorkovanje se može obavljati i u suhom koritu tijekom vegetacijske sezone; ranije uzorkovanje vaskularnih makrofita treba izbjegavati jer se ne očekuje optimalan razvoj zajednice
- izbjegavati prerano uzorkovanje dok biljke još nisu u potpunosti razvijene jer to otežava ili u potpunosti onemogućuje njihovo određivanje, a u slučaju da zajednice nisu optimalno razvijene, procijenjene brojnosti zabilježenih vrsta će biti preniske
- izbjegavati prekasno uzorkovanje jer vegetativni dijelovi mnogih vrsta nestaju pred zimu, a biljka preživljava u obliku trajnih organa
- pogodan je srednji ili nizak vodostaj kada je vidljivost za određivanje vrsta i njihove gustoće dobra
- izbjegavati vrijeme visokih voda; između pojave visoke vode i uzorkovanja treba proći barem dva tjedna u slučaju vodotoka u Dinaridskoj ekoregiji te barem tri tjedana za vodotoke Panonske ekoregije

odabir i veličina mjesta uzorkovanja

- odabrati reprezentativni odsječak obale duljine minimalno 50 m koji se po potrebi produžuje dok se ne zaustavi prirast novih vrsta
- uzorkovanje treba započeti u jednoj točki i kretati se u predviđenom smjeru uzvodno duž toka rijeke
- reprezentativni odsječak je bez vidljivih vanjskih poremećaja (npr. mostovi i druge gradnje, utoci, poremećena obala i sl.), tj. onaj koji najbolje predstavlja opće prilike vodotoka u istraživanom dijelu
- ako se uzorkuje u blizini mosta tada uzorkovanje treba započeti uzvodno od mosta ili neke druge umjetne fizičke prepreke
- 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; u ovim riječnim tipovima, 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), a u rezultatima se prikazuje srednja vrijednost $OEK_{RI-M_{HR}}$ obje strane

- duljina odsječka ovisi o općim ekološkim prilikama tekućice:
 - ukoliko su ekološke prilike toka ujednačene, odabrati dulji odsječak
 - ukoliko se ekološke prilike češće mijenjaju duž toka (npr. slapovi, promjene nagiba, supstrata, okolne vegetacije i zasjenjenosti itd.), odabrati kraći odsječak s manje više ujednačenim prilikama

način uzorkovanja

- u terenski protokol se unose karakteristike odsječka rijeke (Prilog 6.10.a)
- 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 obavlja s obale ili se uzorkuje grabljama na teleskopskoj dršci ili grabljama na užetu te direktno sakupljanjem iz vode
- odsječci s dubljom vodom pregledavaju se iz čamca
- ukoliko se vodotok na mjestu uzorkovanja može pregaziti, procjena brojnosti makrofita uključuje čitavu širinu korita
- kod većih i dubljih vodotoka koje nije moguće pregaziti, uzorkuje se do sredine korita, a procjena brojnosti makrofita radi se na dijelu od obale do granice pojavljivanja makrofita prema sredini korita

oprema za uzorkovanje

- GPS uređaj
- grablje na užetu
- teleskopske grablje s različitim nastavcima
- terenski protokol (ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje makrofita u rijekama nalazi se u Prilogu 6.10.a)
- dalekozor
- naprava za gledanje pod vodom (plastična cijev sa staklenim dnom - aquascope), maska za ronjenje
- grafitne i kemijske olovke, vodootporni flomaster, uljni marker otporan na etilni alkohol
- fotoaparati s polarizacijskom lećom
- podvodni fotoaparat
- ručna lupa (povećanje 10 - 20x)
- dubinomjer
- čamac za uzorkovanje na velikim rijekama
- plastične vrećice sa zatvaračem različitih volumena
- plastične posude za uzorke (otvor širokog grla volumena 500 – 1 000 mL)
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke)
- herbar
- papirnatu košuljicu za uzorkovanje mahovina
- etikete od paus papira
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje
- konzervansi s etanolom i glicerinom (50 %-ni etilni alkohol i glicerol u omjeru 3:1) 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), formalin za konzerviranje nitastih makroalgi
- gumene čizme (niske i ribarske duge, sa i bez naramenica)
- zaštitna i terenska oprema
- terenska torbica s prvom pomoći
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama

- terenski ključevi za determinaciju
- tablet (opcionalno)

procjena brojnosti (pokrovnosti)

- na uzorkovanom odsječku potrebno je procijeniti ukupnu pokrovnost makrofita; ukoliko je ona manja od 2 %, smatra se da makrofiti na datoj postaji nisu relevantan element za ocjenu ekološkog stanja ili potencijala
- za procjenu abundancija pojedinih vrsta na uzorkovanom odsječku koristi se peterostupanjska skala prema Kohler-u (1978) (*Tablica 3.37*)
- zabilježiti ukoliko makrofitska vegetacije nije prisutna, jer se takve postaje potencijalno nalaze u vrlo lošem ekološkom stanju ili potencijalu

Tablica 3. 37 Skala prema Kohler-u za procjenu brojnosti vodenih makrofita

OCJENA BROJNOSTI TAKSONA	OPIS	OBJAŠNJENJE
1	vrlo rijetko, pojedinačno	samo pojedinačne biljke, do 50 jedinki
2	rijetko	više od 50 jedinki, čija je pokrovnost manja od 5%
3	rašireno	ne može se previdjeti, ali nije česta vrsta; "može se naći, a da se posebno ne traži" (5 - 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%

3.3.2. UZORKOVANJE MAKROFITA U JEZERIMA

vrijeme uzorkovanja

- tijekom ljeta i rane jeseni kada su makrofiti dobro razvijeni, tj. od lipnja do listopada (srpanj i kolovoz su optimalni za uzorkovanje)
- obavlja se jednokratno u vrijeme vegetacijske sezone
- izbjegavati prerano uzorkovanje dok biljke još nisu u potpunosti razvijene jer to otežava ili u potpunosti onemogućuje njihovo određivanje, a u slučaju da zajednice nisu optimalno razvijene, procijenjene brojnosti zabilježenih vrsta će biti preniske
- izbjegavati prekasno uzorkovanje jer vegetativni dijelovi mnogih vrsta nestaju pred zimu, a biljka preživljava u obliku trajnih organa
- pogodan je srednji ili nizak vodostaj kada je vidljivost za određivanje vrsta i njihove gustoće dobra
- uzorkovanje se ne smije obavljati za vrijeme visokih voda; između pojave visoke vode i uzorkovanja treba proći barem dva tjedna u slučaju jezera u Dinaridskoj ekoregiji, odnosno tri tjedana u slučaju jezera u Panonskoj ekoregiji

način i veličina mjesta uzorkovanja

- uzorkovanje se provodi iz čamca; grabilima, grabljama na užetu ili štapu (ovisno o dubini vode) ili direktno sakupljanjem iz vode i ronjenjem
- u znatno promijenjenim i umjetnim jezerima makrofiti se uzorkuju s obale ili iz čamca ovisno o konfiguraciji obale, mogućnosti prilaza i dubini vode
- uzorkovanje se provodi duž transekata širokih 2 - 6 m, tj. 1 - 3 m sa svake strane čamca
- transekti su okomiti na obalu i pružaju se od nje do dubinske granice makrofita
- razmak između točaka uzorkovanja unutar transekta prilagođava se veličini jezera, morfologiji obale i dna te pojavljivanju i raznolikosti makrofitske vegetacije, a koordinata svake točke bilježi se GPS uređajem
- kod jezera čije je dno čitavom površinom obraslo makrofitskom vegetacijom, transekti se rade poprečno preko čitavog jezera, a broj točaka na kojima se uzorkuje određuje se kao 15 % ukupne širine jezera
- transekti se mogu podijeliti i u različite dubinske zone koje odgovaraju različitim makrofitskim zajednicama ili pojavi i nestanku određenih vrsta ili značajnijoj promjeni njihovih brojnosti
- za transekte treba odabrati homogeno područje koje odgovara općim prilikama u jezeru
- broj transekata ovisi o veličini i pristupačnosti jezeru (*Tablica 3.38*)
- na svakoj točki je potrebno izmjeriti dubinu eho uređajem, a na najdubljoj točki jezera i prozirnost Secchi diskom
- tijekom uzorkovanja potrebno je koristiti tuljac sa staklom ili neko slično pomagalo kojim se može gledati pod vodu
- popisuju se sve vrste makrofita i procjenjuje njihova rasprostranjenost u jezeru na temelju njihove pojavnosti u pojedinim transektima
- na umjetnim i znatno promijenjenim jezerima je potrebno procijeniti abundanciju svih zabilježenih vrsta za svaki pojedini istraživani transekt prema Kohlerovoj skali (*Tablica 3.37*)
- zabilježiti ukoliko makrofitska vegetacije nije prisutna, jer se takva jezera potencijalno nalaze u vrlo lošem ekološkom stanju ili potencijalu
- prilikom uzorkovanja u terenski protokol se unose i fizičke karakteristike jezera (Prilog 6.10.b)

Tablica 3. 38 Broj transekata za uzorkovanje makrofita ovisno o površini i pristupačnosti jezeru

POVRŠINA JEZERA (km ²)	BROJ TRANSEKATA	TIP PRIRODNOG JEZERA	TIP ZNATNO PROMIJENJENOG ILI UMJETNOG JEZERA
0,5	1 - 6	HR-J_3	HR-AP_2A, HR-AP_3A, HR-AP_3B, HR-AD_7, HR-AD_1, HR-AD_6, HR-AD_8, HR-AD_9, HR-AD_14, HR-AD_15A, HR-AD_15B, HR-AD_16A, HR-AD_16B
0,5 - 2	4 - 8	HR-J_1A HR-J_1B HR-J_6	HR-AR_1B, HR-AP_2B, HR-AP_2C, HR-AP_4B, HR-AP_4C, HR-AP_5A*, HR-AD_10, HR-AD_2, HR-AD_11, HR-AD_17, HR-AD_19
2 - 5	5 - 10		HR-AP_4A, HR-AD_3, HR-AD_18
5 - 10	10 - 20	HR-J_2 HR-J_5	HR-AP_1A
> 10	15 - 25	HR-J_4	
*uzorkuje se u repnom dijelu akumulacija Čakovec i Dubrava, a kod akumulacije Varaždin i u središnjem dijelu			

pohrana uzorkovanog biljnog materijala

- vaskularne biljke se 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 (kovrte)
- parožine je preporučljivo pohraniti u konzervans jer se kod herbariziranja mogu izgubiti neka determinacijska svojstva
- svaki uzorak treba posebno etiketirati, tj. navesti:
 - naziv jezera
 - redni broj transekta i točke uzorkovanja
 - datum uzorkovanja

oprema za uzorkovanje

- čamac
- GPS uređaj
- grablje na užetu
- teleskopske grablje s različitim nastavcima
- naprava za gledanje pod vodom (plastična cijev sa staklenim dnom - aquascope), maska za ronjenje
- terenski protokol (ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje makrofita u jezerima nalazi se u Prilogu 6.10.b)
- grafitne i kemijske olovke, voodootporni flomaster, uljni marker otporan na etilni alkohol
- dalekozor
- fotoaparat s polarizacijskom lećom
- podvodni fotoaparat
- ručna lupa (povećanje 10 - 20x)
- dubinomjer
- Secchi disk
- plastične vrećice sa zatvaračem različitih volumena
- plastične posude za uzorke (otvor širokog grla volumena 500 – 1 000 mL)
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke)
- herbar
- papirnate košuljice za uzorkovanje mahovina
- etikete od paus papira
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje
- konzervans s etanolom i glicerolom (etilni alkohol, 50 %-tni i glicerol u omjeru 3:1) ili FOA (standardni konzervans za botaničke preparate – 30 dijelova destilirane vode, 15 dijelova 96 %-tnog etilnog alkohola, 5 dijelova 35 %-tne otopine formaldehida i 1 dio ledene octene kiseline) te formalin za konzerviranje nitastih makroalgi
- gumene čizme (kratke, ribarske duge, sa i bez naramenica)
- zaštitna i terenska oprema
- terenska torbica s prvom pomoći
- pojas za spašavanje
- terenski ključevi za determinaciju
- tablet (opciono)

3.3.3. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROFITA

oprema za laboratorijski rad

- 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
- 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
- etikete
- fine pincete, histološke iglice, žileti za sekciju biljnih dijelova
- plastične posudice za mokre preparate
- 5 %-tna klorovodična ili octena kiselina za uklanjanje karbonatnog pokrova s biljaka
- laboratorijski protokol
- determinacijski ključevi

determinacija makrofita

- uključuje determinaciju vrsta koje nije bilo moguće odrediti na terenu (mahovine, žabnjaci (*Ranunculus* spp.), uskolisni mrijesnjeni (*Potamogeton* spp.), žabovlatke (*Calitriche* spp.) i parožine (Charophyceae))
- determinacija se vrši do razine vrste, ukoliko postoje sva determinacijska svojstva
- vrši se 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 kalcificirani; u tom slučaju se dijelovi ili cijele biljke uranjaju u 5 %-tnu klorovodičnu ili octenu kiselinu kako bi se skinuo anorganski karbonatni pokrov i vidjele strukture potrebne za determinaciju (ovo se najčešće radi s mahovinama i parožinama krških rijeka i jezera)
- popis determinacijskih ključeva za makrofita je naveden u Poglavlju 5.1.2

NAPOMENE

- *uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu s Uputama za ispitivanje akvatičkih makrofita u tekućicama HRN EN 14184:2014*
- *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*

3.3.4. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM MAKROFITA

3.3.4.1. PRIRODNE, ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE

- potrebno je odrediti modul Opća degradacija/trofičnost na temelju Referentnog indeksa (RI-M_{HR}) (Tablica 3.39)

Tablica 3. 39 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja/potencijala prirodnih, znatno promijenjenih i umjetnih rijeka na temelju makrofita

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
Makrofita	Referentni indeks (RI-M _{HR})	Opća degradacija i opterećenje hranjivim tvarima	Opća degradacija/trofičnost

Referentni indeks (RI-M_{HR})

- razlikuje vrste karakteristične za referentne makrofitske zajednice te vrste koje indiciraju poremećaje, odnosno nespecifična stanja za određeni tip rijeke
- uključuje tri indikatorske grupe makrofita:
 - grupa A - vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro ekološko stanje/potencijal rijeke
 - grupa B - vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim ekološkim stanjima rijeka
 - grupa C - vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili hidromorfološki poremećaj (degradacija staništa, ritralizacija, potamalizacija)
- utvrđuje se referentna (tipska) zajednica koja odgovara tipu rijeke, odnosno mjernoj postaji (Prilog 6.8)
- pojedine vrste se svrstavaju u grupe A, B, C ovisi o referentnoj zajednici (Prilog 6.9.a)

referentne (tipske) zajednice makrofita

- stanje zajednice određuje se na temelju njenog sastava, odnosno prisustva karakterističnih vrsta za referentnu zajednicu, ukupnog broja vrsta i morfoloških tipova te prisustva tzv. „pokazatelja poremećaja“ ili „pokazatelja dobrog stanja“
- referentne zajednice makrofita prema tipu rijeke i mjernoj postaji nalaze se u Prilogu 6.8
- pokazatelji poremećaja kompleksna su grupa koja se može raščlaniti na pokazatelje eutrofikacije, pokazatelje potamalizacije (tj. pokazatelje usporenja toka) i pokazatelje ritralizacije (tj. pokazatelje ubrzanja toka)
- za definiranje makrofitske zajednice te njenog stanja, osim sastava zajednice, odnosno određivanja vrsta karakterističnih za referentno stanje te vrsta koje indiciraju poremećaje, važni su i tzv. morfološki tipovi čiji se opisi nalaze u Tablici 3.40
- morfološki tip objedinjuje biljke istih ili vrlo sličnih morfoloških prilagodbi na život u vodi bez obzira na njihovu međusobnu srodnost
- pojedine vrste ovisno o razvojnem stadiju ili prilikama na staništu mogu pripadati u više morfoloških tipova

1. mahovinska zajednica (*Rhynchostegium* - *Fontinalis* tip – RF = *Platyhypnidium* - *Fontinalis* – PF)

- tip zajednica svojstven za izvorišta, male i srednje velike gorske i prigorske brze tekućice na krškoj podlozi

1.1. vrstama bogata mahovinska zajednica

- svojstvena za izvorišta, gorske i prigorske vodotoke s manje više stabilnim vodostajem, odnosno vodotoke koji ne presušuju te predstavlja referentnu zajednicu brzih vodotoka
- može biti vrlo bogata vrstama ili pak građena od svega nekoliko vrsta (npr. ukoliko je brzina vode jaka ili zasjena znatna)
- uz vrste *Rhynchostegium riparioides* i *Fontinalis antipyretica*, zajednicu čine i druge vrste mahovina kao npr. *Cinclidotus aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. riparius*, *C. danubicus*, *Cratoneuron filicinum*, *Palustriella commutata*, *Hygrohypnum luridum*, *Fissidens crassipes*, *Leptodictyum riparium* i dr.
- u brdskim, brzim vodotocima na vrlo dobro stanje ukazuje izostanak pokazatelja poremećaja ili njihovo vrlo rijetko, pojedinačno pojavljivanje
- kod dobrog stanja pokazatelji poremećaja javljaju se umjereno, dok njihova kodominacija upućuje na umjereno stanje, u umjerenom stanju se smanjuje raznolikost mahovina, često preostaje 1-2 vrste, crvene alge se gube, a javljaju se vrste iz drugih zajednica i pokazatelji poremećaja
- u uvjetima dobrog i boljeg potencijala zajednicu čini više vrsta mahovina, a sastav i broj vrsta ovisi o brzini vode i eventualnom presušivanju korita: mahovinama se mogu pridružiti i crvene makroalge te parožine u slučaju vrlo oligotrofnih, svježih i dobro prozračenih voda
- pojavljivanje ove zajednice u nizinskim rijekama ukazuje na promijenjenu hidromorfologiju, odnosno na umjetno povećanu brzinu toka te ukoliko se razvijaju čiste sastojine ove zajednice bez predstavnika drugih morfoloških tipova, indiciraju loše stanje vodotoka - u ovom slučaju ova zajednica ne indicira povećanu količinu hranjivih tvari, nego povećanu brzinu toka

1.2. vrstama siromašna mahovinska zajednica

- svojstvena za manje vodotoke sa znatnim kolebanjem vodostaja, odnosno za vodotoke koji ljeti presušuju; uglavnom male tekućice u dinaridskom području prvenstveno u submediteranu
- u uvjetima ekstremnih kolebanja u količini vode, zajednicu mahovina najčešće čine samo *Fontinalis antipyretica* i *Rhynchostegium riparioides*, a druge vrste pojavljuju se sporadično i pojedinačno
- siromašne zajednice u ovom slučaju nisu dakle posljedica negativnog antropogenog utjecaja, nego prirodne hidrologije
- narušenu kvalitetu vode indiciraju iste promjene kao i u vrstama bogatoj zajednici; pojavljivanje močvarnih vrsta (helofita) koje nisu nužno vezane uz hranjivim tvarima bogate vode ukazuje na promijenjenu hidrologiju, tj. umjetno usporavanje toka i posljedično zamočvarivanje
- **pokazatelji poremećaja:**
 - **pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste makroalge iz rodova *Cladophora*, *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium* i dr. razvijene u većim količinama, uskolisni mrijesnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*), *Zanichellia palustris*, *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictyum riparium*
 - **pokazatelji potamalizacije:** *Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Glyceria maxima*, *G. fluitans* agg., *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *Lemna* spp. i sve ostale vrste sporijih i mirnih voda, te herbidne vrste
 - **pokazatelji ritralizacije:** kako se mahovinske zajednice razvijaju u najbržim vodama, dodatno ubrzanje toka u potpunosti će onemogućiti razvoj bilo kakve makrofitske vegetacije

2. herbidna zajednica (*Berula* - *Nasturtium* tip – BN)

- dominiraju herbidi i drugi morfološki oblici vaskularnih biljaka (miriofilidi i magnopotamidi) (*Tablica 3.40*)
- tip zajednica svojstven za manje i srednje velike krške tekućice mediteranskih i kontinentalnih dijelova Dinaridske ekoregije te manje i srednje velike tekućice Panonske ekoregije
- dominiraju zeljaste vrste izronjenih listova (herbidi)
- najčešća i konstantna vrsta u ovoj zajednici je *Berula erecta*
- česte su i druge herbidne vrste kao *Agrostis stolonifera*, *Mentha aquatica*, *Veronica anagallis-aquatica*, *V. beccabunga*, *Myosotis scorpioides*, *Nasturtium officinale*, *Juncus articulatus*, *Apium repens*, ali i submerzna zakorijenjena vrsta *Myriophyllum spicatum* te mahovina *Fontinalis antipyretica*
- u uvjetima vrlo dobrog ekološkog stanja, odnosno dobrog i boljeg ekološkog potencijala dominiraju gore navedene karakteristične herbidne vrste, zatim akvatičke i semiakvatičke mahovine, submerzne alge parožine, kao i druge submerzne vrste ukoliko postoji dublja voda (npr. vrste roda *Ranunculus*, *Potamogeton* i *Myriophyllum spicatum*)
- u uvjetima vrlo dobrog stanja izostaju vrste koje ukazuju na poremećaj ili su prisutne samo pojedinačno
- dobro ekološko stanje i dobar i bolji potencijal indicira mali udio vrsta indikatora poremećaja, dok njihova kodominacija pokazuje umjereno ekološko stanje/potencijal
- u umjerenom ekološkom stanju/potencijalu smanjuje se raznolikost zajednice:
 - može je graditi monodominantna sastojina jedne od karakterističnih 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 tada niska
 - s malim udjelom se mogu javiti i neke ruderalne ili invazivne vrste, a pojava submerznih pokazatelja poremećaja (npr. *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*) bi trebala izostati ili se oni mogu javiti tek s pojedinačnim jedinkama

2.1. *Berula* - *Agrostis* zajednica

- svojstvena za plitke, relativno spore vode u kršu, a posebice je značajna za sedrene slapove krških voda
- sa značajnim udjelom su prisutne i bazofilne mahovine (npr. *Palustriella commutata*, *Cinclidotus aquaticus*, *Pellia endiviifolia*, *Fissidens crassipes*, *Eucladium verticillatum* i dr.) te parožine (Characeae)
- za ljetnih mjeseci, kad je vodostaj niži, razvija se i veći broj helofita (npr. *Mentha aquatica*, *Lythrum salicaria*, *Myosotis scorpioides*, *Phragmites australis* i niz drugih)

2.2. *Berula* - *Nasturtium* zajednica

- svojstvena je za svjež, relativno brze i izvorišne dijelove vodotoka u kršu
- zbog brzine toka redovno izostaju ostali helofiti, a *Nasturtium officinale* se razvija poput velikih jastuka
- mogu se pojaviti *Hippuris vulgaris*, submerzni oblik vrste *Juncus articulatus* (također poput jastuka), *Jungermannia atrovirens* i *Fontinalis antipyretica*
- **pokazatelji poremećaja:**
 - **pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste makroalge iz rodova *Cladophora*, *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium* i dr. razvijene u većim količinama, uskolisni mrijesnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*), *Zanichellia palustris*) *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*
 - **pokazatelji potamalizacije:** *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *Spirodela polyrrhiza*, *Glyceria maxima*, *G. fluitans* agg., *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*,

Typha latifolia, *T. angustifolia*, *Potamogeton natans*, *P. nodosus*, *Nuphar lutea* i druge vrste sporih i mirnih voda

- **pokazatelji ritralizacije:** vrste nitasto razdijeljenih listova - *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus*, *R. penicillatus*

3. miriofilidna zajednica (*Myriophyllum* tip – My)

- svojstvena za prigrorske potoke, male i velike tekućice na karbonatnoj i silikatnoj podlozi Kontinentalne subekoregije Dinaridske ekoregije i Panonske ekoregije
- prilagođena je brzom protoku vode, odnosno naglim fluktuacijama protoka
- čine je vrste nitasto razdijeljenih listova, odnosno miriofilidnog morfolškog tipa (Tablica 3.40)
- u vrlo dobrom stanju svojstvene vrste su *Myriophyllum spicatum* i *Ranunculus trichophyllus* i ostale vrste uskolisnih vodenih predstavnika žabnjaka (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*) te širokolisne vrste mrijesnjacka, osobito *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. gramineus*, dok pokazatelji poremećaja izostaju ili se pojavljuju samo pojedinačno
- u dobrom stanju nešto je veća zastupljenost pokazatelja poremećaja, no oni su još uvijek slabo zastupljeni, dok su „veliki“ mrijesnjacki i dalje dobro zastupljeni
- u dobrom i boljem potencijalu dominiraju gore navedene vrste nitasto razdijeljenih listova prilagođenih na brzi protok vode, a 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, može preostati samo vrsta *Myriophyllum spicatum*, uz prisustvo pokazatelja poremećaja, osobito vrste *Ceratophyllum demersum*, ali njegova abundancija ne smije premašiti abundanciju vrsta karakterističnih za zajednicu; „veliki“ mrijesnjacki mogu ili ne moraju biti prisutni
- pojavljivanje ove zajednice u nizinskim tekućicama (tj. u području *Nuphar-Myriophyllum* zajednice) znak je promijenjene hidrologije, tj. umjetno povećane brzine strujanja vode

3.1. *Myriophyllum spicatum*-*Ranunculus trichophyllus* zajednica

- široko rasprostranjena zajednica

3.2. *Ranunculus fluitans* zajednica

- znatno rjeđa zajednica ovog tipa karakteristična za hladnije i brze vodotoke
- **pokazatelji poremećaja:**
 - **pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste makroalge iz rodova *Cladophora*, *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium* i dr. razvijene u većim količinama, uskolisni mrijesnjacki (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*), *Zanichellia palustris*, *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*
 - **pokazatelji potamalizacije:** *Sparganium emersum*, *S. erectum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Glyceria maxima*, *G. fluitans* agg., *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia*, *Lemna* spp., *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *P. nodosus*, i sve ostale vrste sporijih i mirnih voda, te helofiti
 - **pokazatelji ritralizacije:** *Rhynchosstegium riparioides*, *Fontinalis antipyretica* i ostale vrste mahovina svojstvene za mahovinske zajednice ukoliko su dominantne ili kodominantne

4. zajednica ukorijenjenih flotantnih i sumberznih makrofita (Nuphar - Myriophyllum tip – NM = Sparganium emersum tip – Sp)

- dominiraju morfološki tipovi nimfeide, odnosno valisneride (*Tablica 3.40*)
- svojstvena je za nizinske male i srednje velike tekućice Dinaridske i Panonske ekoregije na različitim supstratima
- dominiraju vrste *Nuphar lutea*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton natas*, *P. nodosus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nymphaea alba* te druge vrste oligotrofnih do slabo eutrofnih voda: *Callitriche hamulata*, Characeae (*Chara* spp., *Nitella* spp., *Nitellopsis obtusa* i *Tolypella* spp.), *Lemna trisulca*, *Potamogeton gramineus*, *Hippuris vulgaris*
- vrlo dobro stanje indicira dominacija gore navedenih vrsta *Nuphar - Myriophyllum* zajednice, visok udio pokazatelja dobrog stanja i minimalno tri morfološka tipa uz nimfeide i valisneride
- u dobrom stanju smanjena je opća bioraznolikost, a broj morfoloških tipova je sveden na svega dva tipa uz nimfeide i valisneride
- 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 hamulata*, *C. cophocarpa*, *Hippuris vulgaris*, *Lemna trisulca*, *Nitellopsis obtusa*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*
- degradacijom ove zajednice mogu nastati i drugi tipovi zajednica koji se ni u kojem tipu vodotoka ne mogu smatrati referentnim:
 - *Potamogeton pectinatus* zajednica (koju mogu činiti i drugi uskolisni mrijesnjaci) pokazatelj je eutrofikacije
 - *Elodea-Ceratophyllum* zajednica također je pokazatelj eutrofikacije, ali i usporenog vodenog toka
 - *Lemna* tip zajednice svojstvene su za stajaćice, a u tekućicama indiciraju jako promijenjene hidrološke prilike - kod jako usporenog vodenog toka zajednice ovog tipa mogu zamijeniti *Nuphar - Myriophyllum* zajednicu
 - helofitne zajednice čine močvarne vrste i one su pokazatelj tzv. zamočvarivanja rijeka
- pojavljivanje *Nuphar - Myriophyllum* zajednice u brdskim tekućicama pokazatelj je promijenjenih hidroloških prilika, tj. umjetnog usporavanja vodenog toka
- **pokazatelji poremećaja:**
 - **pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste makroalge iz rodova *Cladophora*, *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium* i dr. razvijene u većim količinama, uskolisni mrijesnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*), *Zanichellia palustris*, *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictyum riparium*
 - **pokazatelji potamalizacije:** *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *Najas marina*, *N. minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia natans*, *Glyceria maxima*, *Glyceria fluitans* agg., *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*, *Sparganium erectum* i ostale helofitne vrste
 - **pokazatelji ritralizacije:** *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus*, *R. trichophyllum* ukoliko su kodominantni ili dominantni

5. zajednica širokolisnih mrijesnjaka (Potamogeton tip – Po)

- svojstvena za velike i vrlo velike nizinske tekućice Panonske ekoregije
- srodna zajednici *Nuphar-Myriophyllum* tipa, no karakterizira je dominacija širokolisnih mrijesnjaka (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. gramineus*), tj. morfološkog tipa magnopotamide (*Tablica 3. 40*)

- najvećim dijelom je ova zajednica na velikim rijekama na području Hrvatske promijenjena i osiromašena zbog niza hidrotehničkih zahvata (utvrđivanje obala, produbljivanje korita, izravnavanje korita i umjetnog ustrmljavanja obala)
- u vrlo dobrom ekološkom stanju, odnosno dobrom i boljem potencijalu u ovoj zajednici dominiraju širokolisni mriješnjaci; to može biti i monodominantna sastojina samo jedne vrste širokolisnog mriješnjaka 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 i potencijalu zajednica je znatno prorijeđena, odnosno građena od malobrojnih jedinki širokolisnih mriješnjaka kojima se pridružuju prethodno navedene vrste, također s manjim abundancijama - pokazatelji poremećaja su malobrojni
- **pokazatelji poremećaja:**
 - **pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste makroalge iz rodova *Cladophora*, *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium* i dr. razvijene u većim količinama i uskolisni mriješnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*), *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *E. nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictyum riparium*
 - **pokazatelji potamalizacije:** *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *Spirodela polyrrhiza*, *Salvinia natans*, *Glyceria maxima*, *G. fluitans* agg., *Najas marina*, *N. minor*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia* i ostale helofitne vrste.
 - **pokazatelji ritralizacije:** *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus*, *R. trichophyllus* ukoliko su kodominantni ili dominantni

6. zajednica nezakorijenjenih makrofita (Hydrocharis-Ceratophyllum tip – HC)

- zajednica s dominacijom neukorijenjenih makrofita
- razvija se u eutrofnim do hipertrofnim, sporotekućim, gotovo ili povremeno stajaćim vodama umjetnih i znatno promijenjenih tekućica Panonske ekoregije, mahom u njezinom istočnom dijelu
- u prirodnim tekućicama javlja se kao degradacijski stadij zajednica *Nuphar-Myriophyllum* tipa
- za zajednicu je karakteristično da se razvija u eutrofnim vodama niske prozirnosti te da je dno vodotoka prekriveno uglavnom debelim naslagama organogenog mulja
- posljedica slabe prozirnosti i podloge nepodesne za ukorjenjivanje makrofita je zajednica u kojoj će dominirati neukorijenjene plutajuće vrste uz koje se javljaju malobrojne plitko uronjene vrste koje naseljavaju čitav stupac vode; iako malobrojne, one mogu dosežati visoke abundancije
- u manjoj mjeri javljaju se i ukorijenjene vrste, plutajućih listova ili submerzne, koje su inače karakteristične za zajednice *Nuphar-Myriophyllum* tipa
- s druge strane velika količina hranjivih tvari u kombinaciji s dobrom osvjetljenošću vodotoka rezultirat će znatnom raznolikošću i velikom biomasom makrofita pa ova zajednica ima i znatnu konzervacijsku vrijednost
- od neukorijenjenih plutajućih makrofita, tu se javljaju *Hydrocharis morsus-ranae*, različite vrste vodenih leća (*Lemna minor*, *Lemna gibba*, strana invazivna vrsta *L. minuta*, *Spirodella polyrrhiza* i vrlo rijetka *Wolffia arrhiza*), plutajuće paprati (*Salvinia natans* i strana *Azolla filiculoides*)
- od plitko uronjenih vrsta najčešće su *Utricularia vulgaris* i *U. australis* te *Lemna trisulca*; njihov izostanak ukazuje na vrlo nisku prozirnost te degradaciju zajednice
- vrsta redovno prisutna u cijelom stupcu vode je *Ceratophyllum demersum* koji je fiziološki prilagođen životu u vodama s vrlo niskim intenzitetom svjetla i jedan je od tipičnih indikatora eutrofnih voda. Uz njega se mogu javljati i strane invazivne vodene kuge *Elodea canadensis* i *E. nuttallii* s time da učestalost druge raste s porastom trofije
- od ukorijenjenih vrsta s flotantnim listovima česta je *Nymphoides peltata*, a povremeno se javljaju i *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba* te *Trapa natans*
- ostale submerzne vrste karakteristične za druge zajednice uglavnom ukazuju na veću prozirnost vode i niži stupanj trofije

– **pokazatelji poremećaja:**

- **pokazatelji eutrofikacije:** dominacija dugonitastih makroalgi iz rodova *Cladophora*, *Vaucheria*, *Rhizoclonium*, *Spirogyra*, *Mougeotia*, *Zygnema*, *Oedogonium*
- **pokazatelji zamočvarenja:** *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*, *T. angustifolia* i ostale helofitne vrste
- **pokazatelji ritralizacije:** *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus*, *R. trichophyllus* ukoliko su kodominantni ili dominantni

Tablica 3. 40 Opis morfoloških tipova makrofita

MORFOLOŠKI TIP	OPIS
Izoetide	niske biljke s rozetom uskih listova (<i>Juncus</i> , <i>Pilularia</i> , <i>Eleocharis acicularis</i>)
Nimfeide	biljke s plivajućim listovima (<i>Alisma</i> , <i>Baldellia</i> , <i>Hydrocotyle</i> , <i>Nymphaea</i> , <i>Nuphar</i> , <i>Potamogeton</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Sagittaria</i>)
Elodeide	sitnolisne submerzne biljke s pršljenasto poredanim nerazdijeljenim listovima (<i>Elodea</i> , <i>Hippuris</i>).
Parvopotamide	submerzne biljke s nerazdijeljenim listovima cjelovitog ruba (<i>Potamogeton</i> , <i>Zanichellia</i>)
Magnopotamidae	submerzne biljke s nerazdijeljenim, širokim listovima cjelovitih rubova (<i>Nuphar</i> , <i>Potamogeton</i>)
Miriofilide	submerzne biljke s olistalim izdancima i razdijeljenim listovima (<i>Apium</i> , <i>Hottonia</i> , <i>Myriophyllum</i> , <i>Oenanthe</i> , <i>Ranunculus</i> , <i>Sium</i>)
Haride	submerzne biljke s pršljenastim ograncima, rizoidima učvršćene u sediment (<i>Chara</i> , <i>Nitella</i> , <i>Nitellopsis</i> , <i>Tolypella</i>)
Batrahide	biljke s plivajućim i submerznim listovima - submerzni listovi razdijeljeni ili nerazdijeljeni (<i>Ranunculus</i> subgen. <i>Batrachium</i>), <i>Potamogeton</i>
Peplide	biljke s duguljastim ili lopatastim listovima koji čine rozetu na vrhu izdanka (kod submerznih formi rozeta ne mora biti uvijek razvijena) (<i>Callitriche</i> , <i>Ludwigia</i> , <i>Montia</i> , <i>Peplis</i>)
Valisneride	biljke s dugim, vrpčastim plutajućim ili plivajućim listovima skupljenim u rozetu (<i>Sparganium emersum</i> , <i>Vallisneria spiralis</i>)
Stratiotide	slobodno plivajuće biljke s emerznim listovima ili dijelovima biljke koji jasno izranjaju iz vode (<i>Hydrocotyle</i> , <i>Pistia</i> , <i>Stratiotes</i>)
Graminoide	trave, tj. pripadnici porodice Poaceae (<i>Agrostis</i> , <i>Glyceria</i> , <i>Phalaris</i>)
Herbide	zeljaste biljke, tzv. zeleni (<i>Apium</i> , <i>Berula</i> , <i>Myosotis</i> , <i>Nasturtium</i> , <i>Oenanthe</i> , <i>Sium</i> , <i>Veronica</i>)
Ekvizetide	preslice (<i>Equisetum</i> spp.)
Juncide	submerzne biljke s nerazdijeljenim, uskim, cjelovitim listovima s komoricama (<i>Juncus</i> spp.)
Lemnide	plutajuće biljke s malim plutajućim listovima ili izdancima (<i>Azolla</i> , <i>Lemna</i> , <i>Ricciocarpos</i> , <i>Spirodella</i> , <i>Wolffia</i>)
Hidroharide	plutajuće pleustofitne biljke s velikim listovima (<i>Hydrocharis</i>)
Ceratofilide	pleustofiti s velikim, razdijeljenim podvodnim listovima (<i>Ceratophyllum</i> , <i>Utricularia</i>)
Ričielide	mali submerzni pleustofiti (<i>Riccia fluitans</i> , <i>R. rhenana</i> , <i>Lemna trisulca</i>)

izračunavanje referentnog indeksa i omjera ekološke kakvoće

- pretvorba brojnosti izraženih petostupanjskom skalom po Kohleru (A) u količine (Q) prema formuli:

$$Q = A^3$$

- razvrstavanje vrsta u 3 grupe (Prilog 6.9.a):
 - grupa A - vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro ekološko stanje/potencijal tekućice
 - grupa B - vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim ekološkim stanjima
 - grupa C - vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili hidromorfološki poremećaj
- referentni indeks (RI-M_{HR}) računa se prema sljedećoj formuli:

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

gdje je:

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)

- korekcija referentnog indeksa (RI-M_{HR}) za prirodne rijeke:
 - - 30, ako u zajednici *Berula-Nasturtium* (BN) dominiraju helofiti koji nisu svojstveni za zajednicu (npr. *Typha*, *Phragmites*, *Juncus*, *Carex* i slične vrste uobičajene u močvarnoj vegetaciji)
 - - 50, ako u zajednici *Berula-Nasturtium* (BN) dominiraju helofiti koji nisu svojstveni za zajednicu (npr. *Typha*, *Phragmites*, *Juncus*, *Carex*, *Sparganium erectum* i slične vrste uobičajene u močvarnoj vegetaciji), a ima manje od 3 vrste svojstvene za zajednicu
 - - 60, ako u zajednicama *Nuphar* – *Myriophyllum* (NM) i *Potamogeton* (Po) ima manje od 3 vrste pravih submerznih ili flotančnih ukorijenjenih makrofita koji nisu pokazatelji poremećaja
- korekcija referentnog indeksa (RI-M_{HR}) za znatno promijenjene i umjetne rijeke:
 - - 50, ako u zajednici *Nuphar-Myriophyllum* (NM) ima manje od tri submerzna ili flotančna ukorijenjena makrofita koji nisu pokazatelji poremećaja
 - - 30, ako u zajednici *Hydrocharis-Ceratophyllum* (HC) ima manje od tri flotančna makrofita
 - - 50, ako u svim zajednicama (osim u slučaju zajednica u tipu HR-K_6C) dominira vegetacija tršćaka, odnosno ukoliko je čitavo korito obraslo vrstama uobičajenim u močvarnoj vegetaciji (npr. *Typha*, *Phragmites*, *Juncus*, *Carex*, *Sparganium*)
- standardizacija referentnog indeksa u skalu od 0 do 1:

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

- konačni OEK za prirodne rijeke normalizira se prema jednadžbama u *Tablici 3.41*
- konačni OEK za znatno promijenjene i umjetne rijeke normalizira se prema jednadžbama u *Tablici 3.42*
- ukoliko makrofitska vegetacija nije razvijena na odsječcima prirodnih te znatno promijenjenih i umjetnih rijeka na kojima je njeno pojavljivanje očekivano, vrijednost konačnog OEK_{RI-M_{HR}} je <0,2, a stanje/ekološki potencijal vrlo loš

NAPOMENA - ukoliko je dobivena vrijednost M manja od 0 (M<0), tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0

Tablica 3. 41 Granične vrijednosti indeksa M za pojedine kategorije ekološkog stanja prema tipskim zajednicama makrofita i normalizirani OEK (konačni OEK)

EKOLOŠKO STANJE	ZAJEDNICA	M (OEK)	NORMALIZIRANI OEK	JEDNADŽBE ZA NORMALIZACIJU
Vrlo dobro	RF	>0,70	>0,80	$0,80+0,20*(OEK-0,7)/0,30$
	BN	>0,65	>0,80	$0,80+0,20*(OEK-0,65)/0,35$
	NM, My, Po	>0,79	>0,80	$0,80+0,20*(OEK-0,79)/0,21$
Dobro	RF	0,47-0,69	0,60-0,79	$0,60+0,20*(OEK-0,47)/0,23$
	BN	0,46-0,64	0,60-0,79	$0,60+0,20*(OEK-0,46)/0,19$
	NM, My, Po	0,55-0,78	0,60-0,79	$0,60+0,20*(OEK-0,55)/0,24$
Umjereno	RF	0,29-0,46	0,40-0,59	$0,40+0,20*(OEK-0,29)/0,18$
	BN	0,24-0,45	0,40-0,59	$0,40+0,20*(OEK-0,24)/0,22$
	NM, My, Po	0,30-0,54	0,40-0,59	$0,40+0,20*(OEK-0,3)/0,25$
Loše	RF	0,00-0,28	0,20-0,39	$0,20+0,20*(OEK)/0,29$
	BN	0,00-0,23	0,20-0,39	$0,20+0,20*(OEK)/0,24$
	NM, My, Po	0,00-0,29	0,20-0,39	$0,20+0,20*(OEK)/0,29$
Vrlo loše	RF	-	<0,20	-
	BN	-	<0,20	-
	NM, My, Po	-	<0,20	-

Tablica 3. 42 Granične vrijednosti OEK za pojedine kategorije ekološkog potencijala prema tipskim zajednicama makrofita i normalizirani OEK (konačni OEK)

EKOLOŠKI POTENCIJAL	ZAJEDNICA	M (OEK)	NORMALIZIRANI OEK	JEDNADŽBE ZA NORMALIZACIJU
Dobar i bolji	RF	>0,46	>0,60	$0,60+0,40*(OEK-0,46)/0,54$
	BN	>0,36	>0,60	$0,60+0,40*(OEK-0,36)/0,64$
	NM, HC	>0,45	>0,60	$0,60+0,40*(OEK-0,45)/0,55$
	My, Po	>0,40	>0,60	$0,60+0,40*(OEK-0,40)/0,60$
Umjeren	RF	0,26-0,46	0,40-0,59	$0,40+0,20*(OEK-0,26)/0,20$
	BN	0,16-0,36	0,40-0,59	$0,40+0,20*(OEK-0,16)/0,20$
	NM, HC	0,25-0,45	0,40-0,59	$0,40+0,20*(OEK-0,25)/0,20$
	My, Po	0,20-0,40	0,40-0,59	$0,40+0,20*(OEK-0,20)/0,20$
Loš	RF	0,00-0,26	0,20-0,39	$0,20+0,20*(OEK)/0,26$
	BN	0,00-0,16	0,20-0,39	$0,20+0,20*(OEK)/0,16$

EKOLOŠKI POTENCIJAL	ZAJEDNICA	M (OEK)	NORMALIZIRANI OEK	JEDNADŽBE ZA NORMALIZACIJU
	NM, HC	0,00-0,25	0,20-0,39	$0,20+0,20*(OEK)/0,25$
	My, Po	0,00-0,20	0,20-0,39	$0,20+0,20*(OEK)/0,20$
Vrlo loš	RF	-	<0,20	-
	BN	-	<0,20	-
	NM, HC	-	<0,20	-
	My, Po	-	<0,20	-

- vrijednost normaliziranog OEK predstavlja ukupnu ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita
- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za prirodne rijeke, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 7 iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda
- kategorije ekološkog potencijala i granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala za znatno promijenjene i umjetne rijeke, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 8 iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

3.3.4.2. PRIRODNA JEZERA

- potrebno je odrediti modul Trofičnost/opća degradacija na temelju Biocenološkog indeksa (BM_{HR}) (Tablica 3.43)

Tablica 3. 43 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja prirodnih jezera na temelju makrofita

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
makrofita	Biocenološki indeks (BM_{HR})	opća degradacija, opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost / opća degradacija

- ocjenjivanje ekološkog stanja potrebno je provoditi prema jezerskim tipskim zajednicama makrofita koje su niže navedene i opisane za svako prirodno jezero

jezerske tipske zajednice makrofita

Oligotrofna i oligotrofno-mezotrofna jezera sa zajednicama parožina (HR-J 1A, HR-J 1B, HR-J 2)

A) Oligotrofno jezero – Tip HR-J_2 (Vransko jezero na Cresu)

- referentna zajednica: livade parožina (*Chara polyacantha*, *Ch. virgata* i *Nitella* spp.)
 - zbog iznimne prozirnosti makrofitska vegetacija javlja se do dubine od 30 m, a neke zelene alge čak do dubine od 50 m
 - zbog strmih obala nije razvijen kontinuirani pojas močvarne vegetacije

naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima (sjeverna obala):

- do dubine od oko 1 - 1,5 m javlja se trska (*Phragmites australis*) i oblič (*Scirpus lacustris*) među kojima se javljaju *Mentha aquatica* i *Juncus subnodulosus* te znatno rjeđe *Scirpus holoschoenus*, *Scirpus triqueter* i *Typha angustifolia*;
- od 2,5 do 5 m dubine javlja se: *Nitella hyalina*, *Najas marina*, *Chara aspera*, *Ch. globularis*, *Ch. polyacantha*, *Ch. hispida*, *Potamogeton pectinatus*;
- od 5 do 23 m rasprostranjene su livade vrste *Ch. polyacantha*;
- od 23 do 29 m pružaju se livade vrste *Ch. virgata*;
- od 27 do 30 m nalaze se vrste *Nitella opaca* i *N. confervacea*

naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima (jugoistočna obala):

- do dubine od 3 m javlja se monodominantno trska

naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima (južna obala):

- do dubine od 3 do 3,5 m javlja se *Potamogeton pectinatus*

- vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR-J_2 prikazane su u Tablici 3.44

Tablica 3. 44 Vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR-J_2

ELEMENT OCJENE	VRIJEDNOSTI ZA POJEDINE ELEMENTE OCJENE				
	5	4	3	2	1
pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
broj karakterističnih vrsta*	> 6	4 - 5	2 - 3	1, česta	0 - 1, rijetka
broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0 - 1
srednja dubinska granica makrofita (m)	> 25	25 - 15	15 - 9	9 - 2,5	< 2,5
*karakteristične vrste: <i>Chara polyacantha</i> , <i>Ch. fragilis</i> , <i>Ch. virgata</i> , <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. globularis</i> , <i>Ch. hispida</i> , <i>Nitella hyalina</i> , <i>N. opaca</i> , <i>N. confervacea</i> , <i>Najas marina</i>					
**karakteristične zajednice (dubinski pojasi): (1) zajednica s <i>Najas marina</i> i više vrsta parožina u plićoj vodi; (2) livade vrste <i>Chara polyacantha</i> ; (3) livade vrste <i>Ch. virgata</i> ; (4) livade vrsta <i>Nitella opaca</i> i <i>N. confervacea</i>					

B) Oligotrofno jezero – Tip HR- J_1A (jezero Kozjak)

- referentna zajednica: livade parožina (*Chara contraria*, *Ch. globularis* i *Nitella opaca*)
 - pružaju se od najplićih dijelova do dubine od 20,5 m
 - s dubinom pada ukupan broj vrsta, ali raste njihova abundancija
 - na strmim obalama te jače zasjenjenim mjestima pojas močvarne vegetacije u potpunosti izostaje

naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima:

- do dubine od 1 m najčešću močvarnu zajednicu čini ljutak (*Cladium mariscus*) koji tvori prostrane, monodominantne sastojine. S manjim abundancijama javljaju se vrste *Typha latifolia*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*, *Carex elata*, *C. rostrata*, *C. vesicaria*, *Alisma plantago-aquatica*, *Mentha aquatica* i *Sparganium erectum*;
- do dubine od oko 6 m javljaju se vrste *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. pusillus*, *P. pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum* i *Ranunculus trichophyllus*;
- u dubinskom pojasu od 1 - 9 (-10) m počinju se javljati i alge parožine - *Chara contraria* najbujnije livade čini u pojasu 2 - 7 m, *Ch. hispida* raste u pojasu od 2 do 8 m, a *Ch. virgata* od 6 do 9 m;
- u dubinskom pojasu od 3 - 19 m protežu se prostrane livade vrste *Ch. globularis*, a dominiraju u pojasu od 10 - 18 m te se u većem dijelu preklapaju s pojasom rasprostranjenosti vrste *Nitella opaca*, od 7 do 21 m; dominantne vrste parožina su *Ch. contraria*, *Ch. globularis* i *N. opaca*

- vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_1A prikazane su u Tablici 3.45

Tablica 3. 45 Vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_1A

ELEMENT OCJENE	VRIJEDNOSTI ZA POJEDINE ELEMENTE OCJENE				
	5	4	3	2	1
pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
broj karakterističnih vrsta*	> 10	10 - 7	7 - 3	< 3 - 1, česta	0 - 1, rijetka
broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0
srednja dubinska granica makrofita (m)	> 19	19 - 9	9 - 4,2	4,2 - 2,4	< 2,4
*karakteristične vrste: <i>Chara contraria</i> , <i>Ch. hispida</i> , <i>Ch. virgata</i> , <i>Ch. globularis</i> , <i>Ch. vulgaris</i> , <i>Ch. aspera</i> , <i>Nitella opaca</i> , <i>Potamogeton natans</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>P. nodosus</i> , <i>P. pusillus</i> , <i>P. pectinatus</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>M. verticillatum</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i>					
**karakteristične zajednice (dubinski pojasi): (1) zajednica vaskularnih makrofita u najplićem pojasu; (2) livade vrste <i>Chara contraria</i> ; (3) livade vrste <i>Ch. globularis</i> ; (4) livade (ili fragmentarne sastojine) vrste <i>Nitella opaca</i>					

C) Oligotrofno - mezotrofno jezero - HR- J_1B (Prošćansko jezero)

- referentne zajednice: sastojine vrste *Myriophyllum verticillatum*, livade parožina (*Chara contraria* i *Nitella opaca*)
 - najvažnije zajednice čine submerzni makrofiti rasprostranjeni od najplićih obalnih dijelova do dubine od 13 m, dok su najbujnije razvijeni u dubinskom pojasu od 1,5 do 11 m
 - obalni pojas čine sastojine *Scirpus lacustris*, *Equisetum fluviatile*, *Sparganium erectum*, *Carex elata* i *Cladium mariscus*, a javljaju se i drugi helofiti, *Typha latifolia*, *Mentha aquatica*, *Oenathe fistulosa*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris* i *Phragmites australis*

naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima:

- do dubine od 4 do 6 m rastu parožine (*Chara contraria*, *Ch. hispida*, *Ch. subspinososa* i *Ch. vulgaris*) te *Myriophyllum verticillatum*, *Ranunculus trichophyllus*, *R. fluitans*, *Potamogeton natans* i *P. perfoliatus*;
- do dubine od 7 m raste *Ch. vulgaris*;
- do dubine od 8 m raste *Potamogeton pusillus*;
- do dubine od 9 m raste *Ch. contraria*;
- do dubine od 9 do 13 m raste *Nitella opaca*

- vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_1B prikazane su u Tablici 3.46

Tablica 3. 46 Vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_1B

ELEMENT OCJENE	VRIJEDNOSTI ZA POJEDINE ELEMENTE OCJENE				
	5	4	3	2	1
pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina i submerznih makrofita (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 -10	< 5
broj karakterističnih vrsta*	> 12	12 - 8	8 - 4	< 4 - 1 česta	0 - 1, rijetka
broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0
srednja dubinska granica makrofita (m)	> 11	11 - 9	9 - 5	5 - 2,5	< 2,5
*karakteristične vrste: <i>Chara contraria</i> , <i>Ch. globularis</i> , <i>Ch. hispida</i> , <i>Ch. subspinososa</i> , <i>Ch. vulgaris</i> , <i>Ch. virgata</i> , <i>Nitella opaca</i> , <i>Myriophyllum verticillatum</i> , <i>Ranunculus trichophyllus</i> , <i>R. fluitans</i> , <i>Potamogeton natans</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>P. pusillus</i> , <i>Mentha aquatica</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Veronica beccabunga</i>					
**karakteristične zajednice (dubinski pojasi): (1) sastojine parožina i vaskularnih makrofita u uvalama; (2) sastojine vrste <i>Myriophyllum verticillatum</i> s drugim makrofitima; (3) livade vrste <i>Chara contraria</i> ; (4) livade ili sastojine vrste <i>Nitella opaca</i>					

Oligotrofno - mezotrofno jezero - HR-J_5 (Visovačko jezero)

- referentna zajednica: livade širokolisnih mriješnjaka (širokolisne vrste roda *Potamogeton*) i livade parožina
 - obalni pojas čine tršćaci s gustim, gotovo monodominatnim sastojinama trske (*Phragmites australis*) koju prema većoj dubini smjenjuju sastojine oblića (*Scirpus lacustris*).

emerznu vegetaciju čine: sastojine vrste *Cyperus longus*, *Typha latifolia*, *Sparganium erectum*, *Juncus compressus*, *Iris pseudacorus*, *Carex elata*, *C. pendula*, *Cladium mariscus*, *Eleocharis palustris*, *Scirpus holoschoenus*, *S. maritimus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris*, *Mentha aquatica*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Oenanthe fistulosa*, *O. silaifolia*, *Equisetum palustre*

submerznu vegetaciju čine: sastojine vrste *Hippuris vulgaris*, *Callitriche cophocarpa*, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale*, *Mentha aquatica*, *Veronica beccabunga*, *Agrsotis stolonifera*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Lemna minor*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *P. pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus trichophyllus*, *Ceratophyllum demersum* te zajednice parožina koje čine vrste: *Chara vulgaris*, *Ch. visianii* (endemična vrsta Visovačkog jezera), *Ch. contraria* (koja se osim u tipičnom obliku javlja i s f. *denundata* i f. *dalmatica*), *Nitella syncrpa*, *N. opaca*, *Nitellopsis obtusa*, *Lychonhamnus barbatus*

- vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_5 prikazane su u Tablici 3.47

Tablica 3. 47 Vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_5

ELEMENT OCJENE	VRIJEDNOSTI ZA POJEDINE ELEMENTE OCJENE				
	5	4	3	2	1
pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
broj karakterističnih vrsta*	> 10	10 - 7	7 - 3	< 3 - 1 česta	0 – 1, rijetka
broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0
srednja dubinska granica makrofita (m)	> 9	4,2 - 9	2,4 - 4,2	1,2 - 2,4	< 1,2
*karakteristične vrste: <i>Potamogeton lucens</i>, <i>P. perfoliatus</i>, <i>P. pusillus</i>, <i>P. pectinatus</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>M. verticillatum</i>, <i>Ranunculus trichophyllus</i>, <i>Chara vulgaris</i>, <i>Ch. visianii</i>, <i>Ch. contraria</i>, <i>Nitella syncrpa</i>, <i>N. opaca</i>, <i>Nitellopsis obtusa</i>, <i>Lychonhamnus barbatus</i>, <i>Berula erecta</i>, <i>Nasturtium officinale</i>, <i>Callitriche</i> spp., <i>Mentha aquatica</i>, <i>Nuphar lutea</i>, <i>Nymphaea alba</i>, <i>Oenanthe fistulosa</i>, <i>O. aquatica</i>, <i>Veronica beccabunga</i>, <i>V. anagalis-aquatica</i>, <i>Hippuris vulgaris</i> **karakteristične zajednice (dubinski pojasi): (1) zajednica vrsta <i>Berula erecta</i> i <i>Nasturtium officinale</i> s drugim vrstama vaskularnih makrofita; (2) zajednica plutajućih makrofita s lopočima i lokvanjima; (3) zajednica širokolisnih mriješnjaka (<i>Potamogeton lucens</i>, <i>P. perfoliatus</i>) s drugim vrstama vaskularnih makrofita i parožina; (4) livade parožina					

Mezotrofna jezera sa zajednicama parožina i vaskularnih makrofita (HR-J_3)

Mezotrofno jezero – Tip HR-J_3 (jezera Crniševo i Očuša)

- referentna zajednica: livade parožina i vaskularnih makrofita (*Chara corfuensis*, *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton* spp.)
 - u dublje dijelove prodire morska voda, što sprječava razvoj makrofitske vegetacije te se njena dubinska granica nalazi na oko 8 m.

emerznu vegetaciju čine: *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Cladium mariscus*, *Sparganium erectum*, *Scirpus triqueter*, *Cyperus longus*, *Alisma plantago-aquatica*

submerznu vegetaciju čine: *Potamogeton natans*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Chara virgata*, *Ch. globularis*, *Ch. corfuensis* (endemična balkanska vrsta), *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*

- vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_3 prikazane su u *Tablici 3.48*

Tablica 3. 48 Vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_3

ELEMENT OCJENE	VRIJEDNOSTI ZA POJEDINE ELEMENTE OCJENE				
	5	4	3	2	1
pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
broj karakterističnih vrsta*	> 5	4 - 5	2 - 3	1, česta	0 - 1, rijetka
broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	2	1	1, fragmentarno	samo pojedinačne biljke	0
srednja dubinska granica makrofita (m)	> 7	7 - 4,2	4,2 - 2,4	2,4 - 1,2	< 1,2
*karakteristične vrste: <i>Chara corfuensis</i> , <i>Ch. virgata</i> , <i>Ch. globularis</i> , <i>Najas marina</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Potamogeton perfoliatus</i> , <i>P. natans</i> , <i>Nymphaea alba</i> , <i>Nuphar lutea</i>					
**karakteristične zajednice (dubinski pojasi): (1) pojas plutajuće vegetacije s vrstama <i>Potamogeton natans</i> i/ili <i>Nymphaea alba</i> ; (2) livade parožina s dominantnom vrstom <i>Chara corfuensis</i>					

Mezotrofna jezera sa zajednicom parožina i travolisnog mrijesnjava (HR-J_4)

Mezotrofno jezero – Tip HR-J_4 (Vransko jezero, Biograd na Moru)

- referentna zajednica: livade parožina i travolisnog mrijesnjava (*Chara globata* i *Potamogeton pectinatus*)
 - svjetlost prodire do dubine od 5 m pa je makrofitska vegetacija razvijena na gotovo čitavoj površini dna

emerznu vegetaciju čine: *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Myosotis scorpioides*, *Carex elata*, *Cladium mariscus*, *Cyperus fuscus*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Schoenus nigricans*, *Scirpus holoschoenus*, *Scirpus litoralis*, *S. maritimus*, *Juncus acutus*, *J. articulatus*, *J. gerardi*, *J. inflexus*, *J. maritimus*, *J. subnodulosus*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Stachys palustris*, *Iris pseudacorus*, *Galium palustre*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Sparganium erectum*, *Thelypteris palustris*, *Alisma lanceolatum*, *A. plantago-aquatica*, *Berula erecta*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Nasturtium officinale*, *Lythrum salicaria*, *Samolus valerandi*

pravu makrofitsku vegetaciju čine: *Najas marina*, *Potamogeton pectinatus*, *Chara globata*, *Ch. aspera*, *Ch. contraria*, *Ch. virgata*, *Nitellopsis obtusa*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, *Utricularia australis*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton crispus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. trichoides*, *Ranunculus trichophyllus*,

- vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_4 prikazane su u Tablici 3.49

Tablica 3. 49 Vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR - J_4

ELEMENT OCJENE	VRIJEDNOSTI ZA POJEDINE ELEMENTE OCJENE				
	5	4	3	2	1
pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
broj karakterističnih vrsta*	> 5 abundancija vrste <i>Potamogeton pectinatus</i> nije veća od abundancije parožina	4 - 5	2 - 3	1, česta	0-1, rijetka
broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	2, uz udio vrste <i>P. pectinatus</i> manji od 50 %	2, uz udio vrste <i>P. pectinatus</i> veći od 50 %	1	1, fragmentarno	0
srednja dubinska granica makrofita (m)	> 5	5-4,2	4,2-2,4	2,4-1,2	<1,2
*karakteristične vrste: <i>Chara globata</i> , <i>Ch. aspera</i> , <i>Ch. contraria</i> , <i>Ch. virgata</i> , <i>Nitellopsis obtusa</i> , <i>Najas marina</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Myriophyllum verticillatum</i> , <i>Hippuris vulgaris</i> , <i>Berula erecta</i> , <i>Nasturtium officinale</i> , <i>Mentha aquatica</i> , <i>Utricularia australis</i> , <i>Potamogeton lucens</i> , <i>P. perfoliatus</i> , <i>P. trichoides</i> , <i>Nymphaea alba</i>					
**karakteristične zajednice (dubinski pojasi): (1) zajednica vrste <i>Najas marina</i> s drugim vaskularnim makrofita i parožinama; (2) livade vrste <i>Chara globata</i> i drugih parožina s različitim udjelima vrste <i>Potamogeton pectinatus</i>					

Mezotrofna jezera sa zajednicama vaskularnih makrofita (HR-J_6)

Mezotrofno jezero – Tip HR-J_6 (jezero Kuti)

- referentna zajednica: livade krocnja (*Myriophyllum verticillatum* i *M. spicatum*) s podvodnicom (*Najas marina*)
 - svjetlost prodire do dna pa je makrofitska vegetacija razvijena na čitavoj površini dna

emerznu obalnu vegetaciju čine: *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*

pravu makrofitsku vegetaciju čine: *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Nymphoides peltata*, *Utricularia australis*, *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum* i *Najas marina*

naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima:

- pojas trske (*Phragmites australis*) se razvija u najplićim dijelovima uz obalu do dubine oko 1 m;
- pojas rogoza (*Typha angustifolia*) razvija se do dubine oko 2 m;
- u ovom pojasu između rogoza dolazi i jezerski oblič (*Scirpus lacustris*) te zakorijenjene makrofitske vrste s flotantnim listovima (dominantno lopoč (*Nymphaea alba*) te ponegdje lokvanj (*Nuphar lutea*) i rijetko plavun (*Nymphoides peltata*) te submerzne vrste kao što su *Utricularia australis*, *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum* i *Najas marina*);
- pojas submerznih makrofita proteže se od dubine 2 metra do maksimalne dubine jezera; ovaj pojas čine uglavnom vrste *Myriophyllum verticillatum*, *M. spicatum* i *Najas marina*, a njihova ukupna pokrovnost se smanjuje s povećanjem dubine

- vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR- J_6 prikazane su u Tablici 3.50

Tablica 3. 50 Vrijednosti za pojedine elemente ocjene za jezerski tip HR - J_6

ELEMENT OCJENE	VRIJEDNOSTI ZA POJEDINE ELEMENTE OCJENE				
	5	4	3	2	1
pokrivenost dna makrofitskom vegetacijom (%)	> 70	50 - 70	25 - 50	5 - 25	< 5
broj karakterističnih vrsta*	6	4 - 5	2 - 3	1, česta	0 - 1, rijetka
broj karakterističnih vegetacijskih pojasa (zajednica)**	3	3	2	1	0
dubinska granica pojavljivanja makrofita (m)	maksimalna dubina jezera	-	-	1-2	0-1
*karakteristične vrste: <i>Nymphaea alba</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Nymphoides peltata</i> , <i>Utricularia australis</i> , <i>Myriophyllum verticillatum</i> , <i>M. spicatum</i> i <i>Najas marina</i>					
**karakteristične zajednice (dubinski pojasi): (1) pojas trske (<i>Phragmites australis</i>); (2) pojas rogoza (<i>Typha angustifolia</i>) s obličem (<i>Scirpus lacustris</i>) i zakorijenjenim makrofitima submerznim i onim s flotantnim listovima, (3) pojas submerznih makrofita od dubine 2 metra do maksimalne dubine jezera					

izračunavanje biocenološkog indeksa

- srednja vrijednost elemenata ocjene koji su navedeni u tablicama 3.44 do 3.50 u rasponu od 1 do 5

$$BM_{HR} = \frac{\Sigma \text{vrijednosti pojedinih elemenata ocjene}}{4}$$

izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

- izračunava se prema formuli:

$$OEK_{BM_{HR}} = \frac{\text{Vrijednost } BM_{HR}}{5}$$

- ukupna ocjena ekološkog stanja je vrijednost $OEK_{BM_{HR}}$ izračunatog biocenološkom metodom, BM_{HR}
- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za prirodna jezera izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 12 iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

NAPOMENA - ukoliko su vrijednosti omjera ekološke kakvoće pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja koristi vrijednost 0

3.3.4.3. ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA

- potrebno je odrediti modul Opća degradacija/trofičnost na temelju Referentnog indeksa ($RI-M_{HR}$) (Tablica 3.51)

Tablica 3. 51 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera na temelju makrofita

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
makrofita	Referentni indeks ($RI-M_{HR}$)	opterećenje hranjivim tvarima, opća degradacija	Opća degradacija/trofičnost

Referentni indeks (RI-MHR)

- temelji se na sustavu indikatorskih vrsta:
 - grupa A - referentne vrste, tj. vrste koje su tipične za zajednicu u neporemećenom stanju ili su indikatori dobrog ili boljeg potencijala, te u referentnim uvjetima dolaze s visokom brojnošću, a s porastom pritiska brojnost im se smanjuje
 - grupa B - indiferentne vrste, tj. vrste koje se redovito javljaju u makrofitskim zajednicama, ali zbog relativno širokih ekoloških amplituda mogu se javljati u različitim zajednicama i pri različitim uvjetima, no načelno ne ukazuju na neki poremećaj te se mogu naći zajedno s vrstama iz grupe A i vrstama iz grupe C
 - grupa C - indikatori degradacije, tj. vrste čija pojava ili masovno pojavljivanje upućuje na negativne trendove, odnosno degradaciju i osiromašenje makrofitske zajednice zbog eutrofikacije ili opće degradacije vodnog tijela), obično imaju visoku abundanciju na mjestima gdje je zastupljenost vrsta iz grupe A mala ili one potpuno izostaju
- utvrđuje se tip znatno promijenjenog ili umjetnog jezera, odnosno radi li se o vrlo plitkom (srednja dubina ≤ 3 m) ili plitkom jezeru (srednja dubina ≤ 10 m) (Prilog 6.9.b)
- pojedine vrste se svrstavaju u grupe A, B, C, ovisno o tipu znatno promijenjenog ili umjetnog jezera (Prilog 6.9.b)
- abundancije zabilježenih vrsta procijenjene na terenu prema Kohlerovoj skali (Tablica 3.37) se transformiraju u odgovarajuće količine (Q) prema Tablici 3.52

Tablica 3. 52 Kohlerova skala i odgovarajuće količine (Q) koje se koriste za izračun referentnog indeksa

KOHLEROVA SKALA	OPIS	KOLIČINA (Q)
1	vrlo rijetko, pojedinačno	3 ($0 < x \leq 5\%$)
2	rijetko	15 ($5 < x \leq 25\%$)
3	rašireno	37.5 ($25 < x \leq 50\%$)
4	često	62.5 ($50 < x \leq 75\%$)
5	vrlo često, masovno	87.5 ($75 < x \leq 100\%$)

- referentni indeks (RI-M_{HR}) računa se prema sljedećoj formuli za svaki istražen transekt na umjetnom ili znatno promijenjenom jezeru:

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

gdje je:

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)

- ako je ukupan zbroj količina (A+B+C) manji od 75, zastupljenost makrofita je niska te ocjena potencijala nije pouzdana
- ukoliko se radi o mladom vodnom tijelu u kojem se još nije stigla formirati stabilna makrofitska zajednica, sustav nije primjenjiv

- korekcija referentnog indeksa (RI-M_{HR}):
 - RI-M_{HR} se umanjuje za 50 ukoliko ne postoji makrofitska zajednica već samo rastresene pojedinačne biljke ili ukoliko u zajednici s pokrovnošću od preko 80 % dominiraju sljedeće vrste:
 - *Ceratophyllum demersum* (ili *C. submersum*)
 - *Potamogeton pectinatus*
 - *Elodea canadensis* (ili *E. nutallii*)
 - *Najas marina*
 - *Nymphoides peltata*
 - *Spirodela polyrhiza*
 - *Myriophyllum spicatum*
- izračun omjera ekološke kakvoće (OEK_{RI-M_{HR}}):

$$OEK = \frac{(RI_{MHR} + 100) 0,5}{100}$$

- konačni OEK_{RI-M_{HR}} za znatno promijenjena i umjetna jezera je srednja vrijednost OEK dobivenih za svaki pojedini istraživani transekt
- on predstavlja ukupnu ocjenu ekološkog potencijala na temelju makrofita
- ukoliko u jezeru nije razvijena makrofitska vegetacija, OEK_{RI-M_{HR}} iznosi 0 te je ekološki potencijal vrlo loš
- kategorije ekološkog potencijala i granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala, izražene kao omjer ekološke kakvoće za znatno promijenjena i umjetna jezera propisane su u Tablici 13 iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

3.4. MAKROZOOBENTOS

3.4.1. UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U RIJEKAMA

vrijeme uzorkovanja

- u proljetnom razdoblju, u vrijeme niskog ili srednjeg vodostaja i stabilnih hidroloških prilika, najmane dva tjedna nakon visokog vodostaja
- velike i vrlo velike rijeke je najpovoljnije uzorkovati u vrijeme niskog vodostaja od lipnja do rujna
- iznimno se rijeke Mura i Drava u slučaju nepovoljnih hidroloških prilika u ljetnim mjesecima, zbog glacijalnog režima, mogu uzorkovati i u zimskom razdoblju kada prirodno imaju najniži vodostaj
- tekućice koje presušuju najbolje je uzorkovati tijekom veljače i ožujka - ako nema vode u koritu u to vrijeme moguće je uzorkovanje u studenom ili prosincu
- prigrorske i gorske tekućice valja uzorkovati tijekom ožujka i travnja
- uzorkovanje nizinskih tekućica treba provesti od ožujka do svibnja, a najkasnije u lipnju
- uzorkovanje umjetnih vodnih tijela vezanih za objekte Hrvatske elektroprivrede (HEP) - u dogovoru s istim uzimajući u obzir rad strojarica i vodni režim umjetne tekućice

odabir i veličina mjesta uzorkovanja

- mjesto uzorkovanja treba biti reprezentativno za vodno tijelo tekućice
- treba izbjegavati uzorkovanje blizu hidrotehničkih objekata (mostova, preljeva, obaloutvrda, brana)
- 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)
- u slučaju prirodnih zapreka i sl., uzorkovati najveću moguću duljinu u odnosu na preporučenu

oprema za uzorkovanje

- sonde za mjerenje temperature vode, pH, provodljivost, koncentracije i zasićenja kisika
- terenski protokol i terenski ključevi za određivanje pojedinih skupina koje se samo zabilježe i vraćaju na stanište (potočni rakovi, veliki školjkaši ...) (ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje makrozoobentosa u rijekama nalazi se u Prilogu 6.13.a)
- ručna bentos mreža veličine okvira 25x25 cm, dužine mreže minimalno 50 cm s promjerom oka 500 µm (okvir mora biti pričvršćen za metalno ili drveno držalo)
- posude širokog grla za uzorke (minimalno 1 l)
- kadica
- plastična kanta
- četka
- lopatica
- odvijač ili uska špatula
- mrežica za prosijavanje s promjerom oka od 500 µm
- pinceta
- papir za etikete (paus papir)
- grafitna i kemijske olovka
- uljni flomaster otporan na vodu i alkohol
- 96 % etilni alkohol
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica)

- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom
- gumene rukavice koje dosežu do ramena
- terenska torbica s prvom pomoći
- uže za pomoć pri uzorkovanju na strmoj obali
- sita
- fotoaparati
- GPS uređaj
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama i odvodnim kanalima hidroelektrana
- tablet (opcionalno)

metoda uzorkovanja

- procjena zastupljenosti raspoloživih tipova mikrostaništa na mjernoj postaji
- mikrostanišni tip predstavlja kombinaciju mineralnog i organskog supstrata (*Tablica 3.53*)
- uzorkuju se sva raspoloživa mikrostaništa, s ukupno 20 replikata, razmjerno udjelu određenog mikrostaništa
- mikrostanište zastupljeno s manje od 5 % se ne uzorkuje, ali se bilježi u terenski protokol
- ako su prisutna do tri mikrostaništa uzorkuje se 10 poduzoraka, a u prisutnosti velike količine organske tvari (CPOM i FPOM) kada je supstrat jednolik uzorkuje se 5 poduzoraka
- zbroj prikupljenih poduzoraka predstavlja kompozitni uzorak
- uzorkovanje započinje s najizvodnijeg dijela odsječka koji se uzorkuje
- poduzorak se uzorkuje podizanjem podloge koju čini supstrat s pripadajućim životinjama s površine veličine 25 x 25 cm (0,0625 m²)
- kod uzorkovanja organskog supstrata uzorkuje se i temeljni mineralni supstrat na kojem se nalazi
- utvrđuje se udio mineralnog supstrata (čiji zbroj udjela iznosi 100%), a u drugom koraku udio organskog supstrata (0 do 100%); u trećem koraku odbije se od mineralnog supstrata udio istog koji prekriva organski supstrat
- u konačnici zbroj udjela obje vrste supstrata mora biti 100%
- dubina uzorkovanog sloja mora biti odgovarajuća kako bi se prikupile sve prisutne vrste, a ovisi o tipu supstrata
- uzorkovanje se razlikuje u ovisnosti o tipu mikrostaništa (*Tablica 3.54*)
- nakon što su prikupljena 3 – 4 poduzorka (opcionalno, ovisi o karakteru uzorkovanih supstrata), odvajanje makrofaune od organskih i anorganskih čestica vrši se na obali gdje se prikupljeni materijal prebacuje u plastičnu kantu s vodom te se odstranjuje veliko kamenje i što je više moguće anorganskog materijala, listinca i fitala; preostala makrofauna odvaja se od sedimenta metodom ispiranja i dekantiranja kroz mrežu promjera oka 500 µm, a postupak se ponavlja nekoliko puta, uz provjeru da nema zaostalih organizama
- kompozitni uzorak prebacuje se u već prethodno označenu bočicu i dodaje se 96 % etilni alkohol kako bi se uzorak konzervirao
- u bocu s uzorkom stavlja se vodootporna etiketa sa slijedećim podacima:
 - naziv tekućice
 - mjerna postaja
 - datum uzorkovanja
- velike, rijetke i zaštićene organizme, koje je lako determinirati na terenu, zabilježe se u terenskom protokolu i vraćaju u tekućicu (veliki školjkaši, potočni rak)
- po završetku uzorkovanja cijela korištena oprema se dobro ispere i pregleda kako ne bi zaostali neki organizmi te pripremi za sljedeće uzorkovanje

Tablica 3. 53 Klasifikacija mikrostaništa (supstrata)

MINERALNA MIKROSTANIŠTA	ORGANSKA MIKROSTANIŠTA
Megalital (> 40 cm) – Mg (veliko kamenje, blokovi i stijene)	Fital - F (nitaste alge, slojevi algi na kamenju)

MINERALNA MIKROSTANIŠTA	ORGANSKA MIKROSTANIŠTA
Makrolital (20 cm - 40 cm) - Ma (veće kamenje)	Fital - F (submerzne alge, mahovine i makrofiti)
Mezolital (> 6 cm - 20 cm) - Mz (kamen veličine šake, oblutak)	Fital - F (emerzna makrofitska vegetacija (helofiti), npr. <i>Typha</i> sp., <i>Carex</i> sp., <i>Pragmites</i> sp.)
Mikrolital (> 2 cm – 6 cm) - Mi (srednji i krupni šljunak do veličine šake, valutice)	Fital - F (živi dijelovi kopnenog bilja, priobalna vegetacija)
Akal (> 0,2 - 2 cm) - Ak (sitni šljunak)	Ksilal - X (veliki trupci, grane, korijenje u vodotoku)
Psamal/Psamopelal (> 6 µm - 2 mm) - P (organski mulj, pijesak)	CPOM - POM (velike čestice organske tvari; lišće)
Argilal (< 6 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)

Tablica 3. 54 Način uzorkovanja pojedinih tipova mikrostaništa/supstrata

TIP MIKROSTANIŠTA	NAČIN UZORKOVANJA
Megalital	Sa stijene se rukom, četkom ili nekim drugim oštrim predmetom odstrane organizmi i isperu u mrežu. Kada se na stijeni uzorkuje s različitih mjesta, posebno se uzorkuje svaki dio (prednja strana, stražnja strana, rub stijene), a potom se sa svih dijelova stijene skupljeni uzorci objedine u jednom poduzorku. Sabrani materijal se ispere potezanjem mreže po vodi suprotno smjeru struje vode.
Makrolital i mezolital	Najprije se s kamenja prikupe pričvršćeni organizmi i isperu u mreži. Zatim se kamenje pomakne, veće kamenje stavi u mrežu i u njoj rukom ili pincetom 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 i plićim 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.

TIP MIKROSTANIŠTA	NAČIN UZORKOVANJA
Sitna organska tvar (CPOM i FPOM)	Uzorkuje se do dubine od 10 cm te se na terenu prosijava kroz sita i ispire kroz bentos mrežu.
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.

NAPOMENA - metode i naprave za uzorkovanje makrozoobentosa u rijekama moraju biti u skladu sa Smjernicama za odabir metoda i naprava za uzorkovanje bentoskih slatkovodnih makrobeskralježnjaka (HRN EN ISO 10870:2012)

3.4.2. UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U JEZERIMA

vrijeme uzorkovanja

- od ožujka do kraja svibnja; u jezerima Dinaridske ekoregije - Primorske subekoregije tijekom ožujka ili travnja
- u akumulacijama u kojima je namjena hidroenergetsko iskorištavanje, uzorkovanje valja uskladiti s radom hidroenergetskih postrojenja

odabir i veličina mjesta uzorkovanja

- na reprezentativnoj postaji uzorkuje se područje litorala
- mjesto uzorkovanja obuhvaća transekt od 25 m širine obale jezera, sve do udaljenosti od 10 m prema otvorenoj vodi ili alternativno do točke u kojoj dubina vode doseže 1 m
- definiraju se četiri dubinska razreda: 0 - 0,25 m, 0,25 - 0,5 m, 0,5 - 0,75 m i 0,75 – 1,00 m
- maksimalna površina koja može biti uzorkovana iznosi 250 m²

oprema za uzorkovanje

- sonde za mjerenje temperature vode, pH, provodljivost, koncentracije i zasićenja kisika
- terenski protokol (ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje makrozoobentosa u jezerima nalazi se u Prilogu 6.13.b)
- ručna bentos mreža veličine okvira 25x25 cm, dužine mreže minimalno 50 cm s promjerom oka 500 µm (okvir mora biti pričvršćen za metalno ili drveno držalo)
- mjerna traka (metar) sa skalom do 10 m
- štapni dubinomjer sa skalom od 1 m
- grafitna i kemijska olovka
- bočice minimalnog volumena 0,5 l
- uljni flomaster (otporan na alkohol i vodu)
- vodootporne etikete
- plastična kanta
- kadica
- mrežica za prosijavanje s promjerom oka od 500 µm,
- pinceta
- 96 % etilni alkohol
- sita
- fotoaparata

- GPS uređaj
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica)
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom
- terenska torbica za prvu pomoć
- pojas za spašavanje
- tablet (opcionalno)

metoda uzorkovanja

- po dolasku na postaju potrebno je procijeniti zastupljenosti mikrostaništa i raspoložive dubine vode
- ovisno o postotku zastupljenosti određene dubine i supstrata sakuplja se deset poduzoraka
- poduzorci s površine 25×25 cm (0,0625 m²) uzimaju se standardnom ručnom bentos mrežom veličine oka 500 µm
- dobro isprati veće kamenje u ručnu bentos mrežu, a preporuča se i pokupiti drvene ostatke u kadicu, da bi se kasnije pincetom mogle odvojiti pričvršćene životinje na njima
- nakon što su prikupljena 3 poduzorka (opcionalno, ovisi o karakteru uzorkovanih supstrata), odvajanje makrofaune od organskih i anorganskih čestica vrši se na obali gdje se prikupljeni materijal prebacuje u plastičnu kantu s vodom te se odstranjuje veliko kamenje i što je više moguće anorganskog materijala, listinca i fitala; preostala makrofauna odvaja se od sedimenta metodom ispiranja i dekantiranja kroz mrežu promjera oka 500 µm, a postupak se ponavlja nekoliko puta, uz provjeru da nema zaostalih organizama
- kompozitni uzorak prebacuje se u već prethodno označenu bočicu i dodaje se 96 % etilni alkohol kako bi se uzorak konzervirao
- u bocu s uzorkom stavlja se vodootporna etiketa sa sljedećim podacima:
 - naziv tekućice
 - mjerna postaja
 - datum uzorkovanja
- po završetku uzorkovanja cijela korištena oprema se dobro ispere i pregleda kako ne bi zaostali neki organizmi te pripremi za sljedeće uzorkovanje

3.4.3. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROZOOBENTOSA

oprema za laboratorijski rad

- 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
- grafitna olovka
- stereo mikroskop
- pinceta
- petrijevke različitih veličina
- plastične epruvetice i manje posudice

izolacija makrozoobentosa

- uzorak se procjedi i ispere pod vodom kroz mrežu veličine oka 500 µm
- isprani materijal se u kadici za poduzorkovanje podijeli na 30 jednakih dijelova te se odabere 5 nasumičnih kvadrata iz kojih se pod stereolupom izdvajaju svi makroskopski beskralježnjaci i razvrstaju po skupinama
- bentoski beskralježnjaci 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
- prazne ljuštore puževa, školjkaša, kućice ličinka tulara te svlakovi kukaca i dijelovi organizama (noge, škrge, antene i sl.) se ne broje
- kod maločetinaša se broji cijeli primjerak ili samo prednji dio tijela.
- ukoliko je izdvojeno 700 jedinki u 5 poduzoraka utoliko daljnja izolacija prestaje, a ako nije pronađeno 700 jedinki pregledavaju se dodatni kvadrati dok se ne izdvoji minimalno 700 jedinki
- ukoliko u uzorku ima manje od 700 jedinki, potrebno je pregledati čitav uzorak

determinacija makrozoobentosa

- u *Tablici 3.55* je navedena razina determinacije makrozoobentosa potrebna za ocjenu ekološkog stanja/potencijala tekućica u Hrvatskoj
- u jezerima se determinacija vrši do najniže moguće sistematske razine prema Operativnoj listi svojiti makrozoobentosa jezera (Prilog 6.11); broj jedinki koji se determinira kod pojedinih skupina prikazan je u *Tablici 3.55*
- određene skupine makrozoobentosa izdvajaju se iz poduzorka ovisno o preporučenom broju, determiniraju te se preračunavaju na preostali dio jedinki u uzorku
- za determinaciju je potrebno koristiti determinacijske ključeve, a popis relevantne literature za determinaciju makrozoobentosa naveden je u Poglavlju 5.1.3

Tablica 3. 55 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
Polychaeta	rod, vrsta	SVE	Heteroptera	rod, vrsta	100
Oligochaeta	porodica, rod, vrsta	100	Coleoptera	rod, vrsta	100
Hirudinea	rod, vrsta	SVE	Diptera	porodica, rod, vrsta	100 *
Mollusca	porodica, rod, vrsta	100	Lepidoptera	rod, vrsta	SVE
Crustacea	rod, vrsta	100	Aranea	rod, vrsta	SVE
Plecoptera	rod, vrsta	100	Hydracarina	prisustvo	prisustvo
* za porodice skupine Diptera Chironomidae i Simuliidae primjenjuje se pravilo od 100 jedinki, dok se ostale porodice determiniraju u cijelosti					

kvantifikacija makrozoobentosa

- brojnost indikatorskih vrsta/svojti utvrđenih u cijelom uzorku preračunava se na 1 m²

3.4.4. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA

3.4.4.1. PRIRODNE, ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE

- za ocjenu ekološkog stanja/potencijala potrebno je odrediti dva modula: Saprobnost i Opća degradacija (*Tablica 3.56*)

Tablica 3. 56 Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja/potencijala prirodnih, znatno promijenjenih i umjetnih rijeka na temelju makrozoobentosa

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
Makrozoobentos	Hrvatski saprobni indeks za makrozoobentos (SI _{HR})	opterećenje organskim tvarima	Saprobnost
	Multimetrijski indeks opće degradacije makrozoobentosa rijeka (MMIR)	hidromorfološke promjene/opća degradacija	Opća degradacija

- u okviru modula Saprobnost računa se Hrvatski indeks saprobnosti za makrozoobentos (SI_{HR}) prema sljedećoj jednadžbi:

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

gdje je:

SI_{HR} = Hrvatski saprobni indeks

SI = indikatorska vrijednost pojedine vrste/svojte

u_i = broj jedinki izračunat na 1 m²

- u okviru MMIR (modul Opća degradacija) računaju se tip specifične metrike, a sve metrike koje se koriste u prirodnim rijekama nalaze se u *Tablici 3.57*

Tablica 3. 57 Metrike koje se koriste u izračunu Multimetrijskog indeksa opće degradacije makrozoobentosu rijeka za prirodne rijeke (u pojedinom tipu rijeke računaju se 2 – 4 metrike)

EKOREGIJA	METRIKA	KRATICA – NAZIV U ASTERICS PROGRAMU
Panonska	RI (Ritron indeks za makrozoobentos)	RI - Rhithron Type Index
	EPT % (Udio Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera u makrozoobentosu) (prema razredima brojnosti)	EPT % - EPT [%] (abundance classes)
	EPTCBO (Broj svojiti makrozoobentosu iz skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata)	EPTCBO - EPTCOB
	ASPT (Prosječna ocjena po svojiti makrozoobentosu)	ASPT - Average score per Taxon
	D (Margalef indeks raznolikosti makrozoobentosu)	D - Diversity (Margalef Index)
	ALP % (Udio svojiti makrozoobentosu koje preferiraju Aka+Lit+Psa)	ALP % - Type Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100%)
	RFI (Indeks riječne faune makrozoobentosu)	RFI – River Fauna Index
Dinarska - Kontinentalna	P/S % (Udio pobirača/sakupljača u makrozoobentosu)	P/S % - Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%)
	EPT% (Udio Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera u makrozoobentosu) (prema razredima brojnosti)	EPT % - EPT [%] (abundance classes)
	D (Margalef indeks raznolikosti makrozoobentosu)	D - Diversity (Margalef Index)
	RFI (Indeks riječne faune makrozoobentosu)	RFI – River Fauna Index
	H (Shannonov indeks raznolikosti makrozoobentosu)	H - Diversity (Shannon-Wiener-index)
	EPT-S (Broj svojiti Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera u makrozoobentosu)	EPT-S, EPT-Taxa
	BP (Broj porodica makrozoobentosu)	BP - Number of Families
Dinarska - Primorska	IBR (Indeks biocenotičkog područja za makrozoobentosu)	IBR - Index of Biocenotic Region
	EPT % (Udio Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera u makrozoobentosu) (prema razredima brojnosti)	EPT % - EPT [%] (abundance classes)
	ASPT (Prosječna ocjena po svojiti makrozoobentosu)	ASPT - Average score per Taxon
	r-dominantnost (Udio svojiti makrozoobentosu r-stratega)	r-dominantnost, r-dominance
	RFI (Indeks riječne faune makrozoobentosu)	RFI – River Fauna Index
	D (Margalef indeks raznolikosti makrozoobentosu)	D - Diversity (Margalef Index)
	H (Shannonov indeks raznolikosti makrozoobentosu)	H - Diversity (Shannon-Wiener-index)
	EPT-S (Broj svojiti Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera u makrozoobentosu)	EPT-S, EPT-Taxa
	BP (Broj porodica makrozoobentosu)	BP - Number of Families
	IBR (Indeks biocenotičkog područja za makrozoobentosu)	IBR - Index of Biocenotic Region

- u okviru MMIR, u znatno promijenjenim i umjetnim rijekama računaju se tip specifične metrike, a sve metrike koje se koriste nalaze se u *Tablici 3.58*

Tablica 3. 58 Metrike koje se koriste u izračunu Multimetrijskog indeksa opće degradacije makrozoobentosu rijeka za znatno promijenjene i umjetne rijeke (u pojedinom tipu rijeke računa se 2 – 5 metrika)

EKOREGIJA	METRIKA	KRATICA - NAZIV U ASTERICS PROGRAMU
Panonska	RI (Ritron indeks za makrozoobentos)	RI - Rhithron Type Index
	EPT % (Udio Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera u makrozoobentosu) (prema razredima brojnosti)	EPT % - EPT [%] (abundance classes)
	EPTCBO (Broj svojiti makrozoobentosa iz skupine Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata)	EPTCBO - EPTCOB
	ASPT (Prosječna ocjena po svojiti makrozoobentosa)	ASPT - Average score per Taxon
	D (Margalef indeks raznolikosti makrozoobentosa)	D - Diversity (Margalef Index)
	ALP % (Udio svojiti makrozoobentosa koje preferiraju Akal+Lit+Psa)	ALP % - Type Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100%)
	RFI (Indeks riječne faune makrozoobentosa)	RFI – River Fauna Index
Dinaridska	BP (Broj porodica makrozoobentosa)	BP - Number of families
	ASPT (Prosječna ocjena po svojiti makrozoobentosa)	ASPT - Average score per Taxon
	IBR (Indeks biocenotičkog područja za makrozoobentos)	IBR - Index of Biocenotic Region
	P/S % (Udio pobirača/sakupljača u makrozoobentosu)	P/S % - Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%)
	r-dominantnost (Udio svojiti makrozoobentosa r-stratega)	r-dominantnost, r-dominance
	EPT % (Udio Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera u makrozoobentosu) (prema razredima brojnosti)	EPT % - EPT [%] (abundance classes)
	EPTCBO (Broj svojiti makrozoobentosa iz skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Coleoptera, Bivalvia i Odonata)	EPTCBO - EPTCOB
	% Diptera (Udio svojiti iz reda Diptera u makrozoobentosu)	% Diptera - Diptera [%]
	D (Margalef indeks raznolikosti makrozoobentosa)	D - Diversity (Margalef Index)
	RFI (Indeks riječne faune makrozoobentosa)	RFI – River Fauna Index

- Indeks riječne faune (RFI) računa se prema tip specifičnim indikatorskim vrijednostima za prirodne rijeke ili za znatno promijenjene i umjetne rijeke prema sljedećoj jednadžbi:

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

gdje je:

aci – razred brojnosti svojte i

R_{fi} – indikatorska vrijednost pojedine svojte i

Hw_i – hidromorfološka indikatorska težina svojte i

- operativni popis svojti makrozoobentosa rijeka s tip specifičnim indikatorskim vrijednostima za SI_{HR}, R_{fi} i Hw_i nalazi se u Prilogu 6.11 (tip specifične indikatorske vrijednosti za izračun RFI grupirane su prema interkalibracijskim tipovima rijeka - veza između interkalibracijskih i HR tipova nalazi se u Prilogu 12.A. Uredbe o standardu kakvoće voda)
- za izračunavanje svih ostalih metrika (SI_{HR} i RFI računaju se zasebno) koristi se računalni program ASTERICS 4.0.4. (uz odabir hrvatske verzije s ekološkim karakteristikama svojti karakterističnim za Hrvatsku), dostupan na: https://gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=419&clang=0
- za ocjenu ekološkog stanja/potencijala vrijednosti metrika se standardiziraju na vrijednost od 0 do 1, tako da se za svaku korištenu metriku izračuna omjer ekološke kakvoće (OEK) prema formuli:

$$OEK = \frac{\text{vrijednost indeksa} - \text{donja granica}}{\text{gornja granica} - \text{donja granica}}$$

- ako su vrijednosti OEK za pojedinu metriku manje od 0, tada se za daljnji izračun koristi vrijednost 0
- ako su vrijednosti OEK za pojedinu metriku veće od 1, tada se za daljnji izračun koristi vrijednost 1
- referentne vrijednosti metrika specifičnih za određeni tip prirodne ili znatno promijenjene i umjetne rijeke (gornje granice za izračun OEK) i najlošije moguće vrijednosti metrika (donja granica za izračun OEK) nalaze se u Prilogu 6.12
- zasebno se računa omjer ekološke kakvoće za modul Saprobnost te za modul Opća degradacija
- vrijednost OEK_{SIHR} u pojedinim tipovima prirodnih rijeka potrebno je normalizirati na standardne granične vrijednosti OEK, a jednadžbe za normalizaciju nalaze se u *Tablici 3.59* i u *Tablici 3.60*

Tablica 3. 59 Jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK SIHR u tipu prirodnih rijeka HR-R_1

OEK _{SIHR}	OEK _{SIHR norm.}
≥0,91	0,8 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,91) / 0,09
0,68 - 0,91	0,6 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,68) / 0,24
0,45- 0,68	0,4 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,45) / 0,23
0,23 - 0,45	0,2 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,23) / 0,23
≤0,23	0,2 + 0,2*(OEK _{SIHR}) / 0,23

Tablica 3. 60 Jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK SIHR u tipovima prirodnih rijeka HR-R_2A, HR-R_2B, HR-R_3A, HR-R_3B

OEK _{SIHR}	OEK _{SIHR norm.}
≥0,87	0,8 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,87) / 0,13
0,65 - 0,87	0,6 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,65) / 0,22
0,44- 0,65	0,4 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,44) / 0,21
0,22 - 0,44	0,2 + 0,2*(OEK _{SIHR} - 0,22) / 0,22
≤0,22	0,2 + 0,2*(OEK _{SIHR}) / 0,22

- izračun MMIR, odnosno OEK_{MMIR} u pojedinom tipu prirodne ili znatno promijenjene i umjetne rijeke u okviru modula Opća degradacija računa se na način da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće metrika specifičnih za pojedini tip te se podijele s brojem metrika:

$$OEK (MMIR) = \frac{OEK1 + OEK2 + \dots + OEKn}{n}$$

- iznimno u tipovima prirodnih rijeka HR-R_1, HR-R_2A, HR-R_2B, HR-R_3A, HR-R_3B daje se veća težina metrici RFI te se za navedene tipove izračun OEK_{MMIR} računa preko formule:

$$OEK (MMIR) = \frac{OEK_D + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + (2 \times OEK_{RFI})}{4}$$

- tip specifične metrike koje se koriste za izračun MMIR, odnosno OEK_{MMIR} u pojedinom tipu prirodne ili znatno promijenjene i umjetne rijeke nalaze se u Prilogu 6.12
- u prirodnim rijekama Panonske ekoregije vrijednosti OEK_{MMIR} potrebno je normalizirati na standardne granične vrijednosti OEK
- jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK_{MMIR} u pojedinim tipovima prirodnih rijeka nalaze se u *tablicama 3.61 - 3.63*

Tablica 3. 61 Jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK (MMIR) u tipovima prirodnih rijeka HR-R_1, HR-R_2A, HR-R_2B, HR-R_3A, HR-R_3B

OEK (MMIR)	OEK (MMIR) norm.
≥0.82	$0,8 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0.82) / 0.18$
0.68 – 0.82	$0,6 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0.68) / 0.14$
0.55- 0.68	$0,4 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0.55) / 0.13$
0.30 – 0.55	$0,2 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0.30) / 0.25$
≤0.30	$0,2 * (OEK (MMIR)) / 0.30$

Tablica 3. 62 Jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK (MMIR) u tipovima prirodnih rijeka HR-R_3C, HR-R_3D, HR-R_4A, HR-R_4B, HR-R_4C

OEK (MMIR)	OEK (MMIR) norm.
≥0,81	$0,8 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,81) / 0,19$
0,62 - 0,81	$0,6 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,62) / 0,19$
0,45- 0,62	$0,4 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,45) / 0,17$
0,22 - 0,45	$0,2 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,22) / 0,23$
≤0,22	$0,2 * (OEK (MMIR)) / 0,22$

Tablica 3. 63 Jednadžbe za normalizaciju vrijednosti OEK (MMIR) u tipovima prirodnih rijeka HR-R_5B, HR-R_5C, HR-R_5D

OEK (MMIR)	OEK (MMIR) norm.
≥0,90	$0,8 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,90) / (1,00 - 0,90)$
0,71 - 0,89	$0,6 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,71) / (0,90 - 0,71)$
0,53 - 0,70	$0,4 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,53) / (0,71 - 0,53)$
0,23 - 0,53	$0,2 + 0,2 * (OEK (MMIR) - 0,23) / (0,53 - 0,23)$
0,00 - 0,22	$0,2 * (OEK (MMIR)) / (0,23)$

- konačna ocjena ekološkog stanja/potencijala je niža vrijednost OEK-a modula Saprobnost (OEK_{SIHR}) ili modula Opća degradacija (OEK (MMIR))

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za prirodne rijeke, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 7 iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda
- kategorije ekološkog potencijala i granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala za znatno promijenjene i umjetne rijeke, izražene kao omjer ekološke propisane su u Tablici 8 iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda
- memento izračuna omjera ekološke kakvoće za makrozoobentos nalazi se u Prilogu 6.12

3.4.4.2. PRIRODNA, ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA

- za ocjenu ekološkog stanja/potencijala potrebno je odrediti modul Opća degradacija (Tablica 3.64)

Tablica 3. 64 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja/potencijala prirodnih, znatno promijenjenih i umjetnih jezera na temelju makrozoobentosa

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
Makrozoobentos	Multimetrijski indeks za makrozoobentos jezera (MMIL)	opća degradacija	Opća degradacija

- MMIL se računa na temelju metrika prikazanih u Tablici 3.65 i u Tablici 3.66

Tablica 3. 64 Metrike koje se koriste u izračunu Multimetrijskog indeksa opće degradacije makrozoobentosa jezera za prirodna jezera

HR TIP	METRIKA	KRATICA - NAZIV U ASTERICS PROGRAMU
HR-J_1A HR-J_1B	BP (Broj porodica makrozoobentosa)	BP - Number of Families
HR-J_3	EPT% (Udio Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu) (prema razredima brojnosti)	EPT % - EPT [%] (abundance classes)
HR-J_4	D (Margalef indeks raznolikosti makrozoobentosa)	D - Diversity (Margalef Index)
HR-J_5 HR-J_6	% Chironomini (Udio jedinki iz plemena Chironomini u makrozoobentosu)	% Chironomini
HR-J_2	BP (Broj porodica makrozoobentosa)	BP - Number of Families
	EPT% (Udio Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu) (prema razredima brojnosti)	EPT % - EPT [%] (abundance classes)
	% Chironomini (Udio jedinki iz plemena Chironomini u makrozoobentosu)	% Chironomini
HR-J_7	UBS (Ukupan broj svojti)	N taxa - Number of Taxa
	H (Shannonov indeks raznolikosti makrozoobentosa)	H - Diversity (Shannon-Wiener-index)
	% Tubificinae (Udio jedinki potporodice Tubificinae u makrozoobentosu)	% Tubificinae

Tablica 3. 65 Metrike koje se koriste u izračunu Multimetrijskog indeksa opće degradacije makrozoobentosa jezera u svim tipovima znatno promijenjenih i umjetnih jezera

METRIKA	KRATICA - NAZIV U ASTERICS PROGRAMU
BP (Broj porodica makrozoobentosa)	BP - Number of Families
D (Margalef indeks raznolikosti makrozoobentosa)	D - Diversity (Margalef Index)
% Chironomini (Udio jedinki iz plemena Chironomini u makrozoobentosu)	% Chironomini

- metrike % Chironomini i % Tubificinae računaju se zasebno, dok se za izračunavanje svih ostalih metrika koristi se računalni program ASTERICS 4.0.4., dostupan na: https://gewaesser-bewertung.de/index.php?article_id=419&clang=0
- za ocjenu ekološkog stanja/potencijala vrijednosti svih metrika standardiziraju se na vrijednost od 0 do 1, tako da se za svaku metriku izračuna omjer ekološke kakvoće (OEK) prema formuli:

$$OEK = \frac{\text{vrijednost indeksa} - \text{donja granica}}{\text{gornja granica} - \text{donja granica}}$$

- ako su vrijednosti OEK pojedine metrike veće od 1, za daljnji izračun koristi se vrijednost 1
- ako su vrijednosti OEK za pojedinu metriku manje od 0, tada se za daljnji izračun koristi vrijednost 0
- referentne vrijednosti metrika specifičnih za određeni tip prirodnog ili znatno promijenjenog i umjetnog jezera (gornje granice za izračun OEK) i najlošije moguće vrijednosti metrika (donja granica za izračun OEK) nalaze se u Prilogu 6.12
- konačna ocjena ekološkog stanja za pojedini tip prirodnog jezera ili znatno promijenjenog i umjetnog jezera (OEK) izračuna se na način da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće tip specifičnih metrika te se podijele s brojem metrika:

$$OEK (MMIL) = \frac{OEK1 + OEK2 + \dots + OEKn}{n}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za prirodna jezera, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 12 iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda
- kategorije ekološkog potencijala i granične vrijednosti kategorija ekološkog potencijala za znatno promijenjena i umjetna jezera, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 13 iz Priloga 2.C Uredbe o standardu kakvoće voda
- memento izračuna omjera ekološke kakvoće za makrozoobentos nalazi se u Prilogu 6.12

3.5. RIBE

3.5.1. UZORKOVANJE RIBA U RIJEKAMA

vrijeme uzorkovanja

- u ciprinidnim vodama u toplijem dijelu godine od travnja do studenog, uz uvjet da je temperatura vode iznad 15 °C
- u salmonidnim vodama uzorkovanje je moguće tijekom cijele godine
- izbjegavati razdoblja mrijesta

odabir i veličina mjesta uzorkovanja

- maksimalno obuhvatiti raznolikost svih tipova staništa pojedinog lokaliteta, a posebice mjesta gdje se ribe mogu sakriti
- u vodotocima širine manje od 5 m uzorkuje se cijela širina vodotoka u dužini od minimalno 80 m
- u vodotocima širine od 5 do 15 m potrebno je uzorkovati čitavu širinu vodotoka u dužini od minimalno 150 m
- u vodotocima širim od 15 metara uzorkuje se samo uz obalu (lijevu, desnu ili obje) u dužini od minimalno 300 m
- u vrlo velikim rijekama (Mura, Drava, Sava i Dunav) uzorkovati minimalno 500 m riječnog toka te obuhvatiti sva postojeća staništa u litoralnoj zoni

način uzorkovanja

- provodi se metodom elektroribolova
- obavlja se 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
- u vrlo velikim rijekama lovi se iz čamca s četiri anode smještene u pravilnim razmacima na bumu širine 2 m, a ribu prikupljati naelektriziranim sakovima promjera obruča od 50 cm na dršku od stakloplastike
- ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje riba nalazi se u Prilogu 6.17

<i>NAPOMENA - uzorkovanje ihtiofaune mora biti u skladu s normom Kakvoća vode – Uzorkovanje riba električnom strujom (HRN EN 14011:2005)</i>
--

determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije ponovnog puštanja u rijeku

- determinacija se vrši odmah po ulovu, na temelju vanjskih morfoloških značajki, uz pomoć determinacijskih ključeva
- determinacija se vrši do razine vrste
- prilikom determinacije vrši se i procijenjena totalne duljina tijela (TL) (od početka glave do vrha repne peraje); povećana prisutnost malih ili jako velikih jedinki upućuje na prisutnost stresa u zajednici
- duljinu jedinke procjenjuje osoba koja obavlja determinaciju kako bi se riba što prije živa vratila u vodu i kako bi se dodatno manipuliranje jedinkom svelo na najmanju moguću mjeru
- obratiti pozornost i na moguće vanjske anomalije na jedinkama; kožna ili potkožna oštećenja, nametnici, oštećene peraje, lezije, tumori i bolesti
- ako je broj jedinki s vanjskim anomalijama izrazito veći od uobičajenog, tada se radi o stresu u zajednici

- u slučaju hibrida, vrlo bliskih vrsta, mladih jedinki, kada determinaciju sa sigurnošću nije moguće provesti na terenu - takve jedinke potrebno je konzervirati i odnijeti u laboratorij radi precizne determinacije
- za konzerviranje se koristi 4 %-tna otopina formaldehida, a u slučajevima kada je potrebno provesti molekularno genske analize radi determinacije, konzervacija se provodi u 99 %-tnoj otopini etanola
- konzervirane jedinke s različitih monitoring postaja potrebno je odvajati u zasebne, u dobro obilježene posude
- većinu jedinki (osim onih nesigurnog taksonomskog statusa te invazivnih i stranih vrsta) potrebno je odmah nakon determinacije pustiti nazad u vodotok
- na terenu se bilježe vrste prisutne na nekom lokalitetu te broj jedinki pojedine vrste

oprema za uzorkovanje

- ledni elektroagregat snage 1 - 2,5 kW
- stacionarni elektroagregati snage 3,5; 5; 7,5 ili ≥ 10 kW
- gumeni ili alu čamac prilagođen za elektroribolov
- topografske karte 1:25 000 ili 1:50 000
- GPS uređaj
- sonar i dubinomjer
- dalekozor
- terenska bilježnica ili protokoli
- grafitne olovke i voodootporni flomaster
- fotoaparati s polarizacijkom lećom
- podvodni fotoaparati
- lupa (povećanje barem 10x)
- plastične posude raznih veličina za uzorke
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke)
- voodootporne etikete
- ihtiometar
- ključevi za determinaciju
- naočale s polarizacijskim staklima
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje
- konzervansi (4 %-tna otopina formaldehida ili 96% etanol ili smrzavanje uzoraka na -18°C)
- konzervansi za molekularno genske analize radi determinacije (99 % etanol)
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica)
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom
- terenska torbica s prvom pomoći
- pojas za spašavanje
- tablet (opcionalno)

NAPOMENA - od nadležnih institucija pribaviti dozvole za znanstveno-stručno uzorkovanje riba te za namjerno hvatanje i uznemiravanje strogo zaštićenih vrsta riba

3.5.2. UZORKOVANJE RIBA U JEZERIMA

vrijeme uzorkovanja

- od travnja do studenog kako bi se obuhvatilo razdoblje najveće aktivnosti riba kada je temperatura vode iznad 15°C
- u salmonidnim vodama uzorkovanje je moguće tijekom cijele godine
- izbjegavati razdoblja mrijesta

način uzorkovanja

- koriste se jednostruke najlonske mreže nordijskog tipa
- svaka mreža nordijskog tipa sastoji se od 12 polja s veličinom oka 5-55 mm i duljine 2,5 m
- postavljaju se mreže duljine 30 m, visine 1,5 m
- mreže postavljati pod nasumičnim kutom naspram obale, uzimajući u obzir dubinu jezera, odnosno stajačice te proporcionalnu pojavnost pojedinih dubina
- mreže je potrebno ostaviti 12 sati (preko noći)
- ogledni primjerak terenskog obrasca za uzorkovanje riba nalazi se u Prilogu 6.17

odabir i veličina mjesta uzorkovanja

- maksimalno obuhvati raznolikost svih tipova staništa pojedinog lokaliteta
- veličina mjesta uzorkovanja ovisi o veličini vodnog tijela (*Tablica 3.67*) i o stupnju trofije
- u oligotrofnim jezerima i stajaćicama postavlja se do osam mreža tijekom jedne noći, dok je u jezerima većeg stupnja produktivnosti potrebno postaviti manji broj mreža
- kod malih jezera (≤ 10 ha), broj mreža treba prilagoditi uvjetima staništa, a njihov broj ne smije biti manji od 4, tijekom 12-satnog uzorkovanja

NAPOMENA - uzorkovanje ihtiofaune mora biti u skladu sa smjernicama za izbor metoda uzorkovanja riba (CEN/TC 230, Ref. No. EN 14962: 2004 E) te normom za uzorkovanje riba mrežama različitih veličina oka (CEN/TC 230, Ref. No. EN 14757: 2005 E)

Tablica 3. 66 Najmanji broj bentičkih mreža nordijskog tipa kojeg je potrebno koristiti u istraživanjima u odnosu na površinu jezera

POVRŠINA STAJAČICE (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

determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije ponovnog puštanja u rijeku

- ukloniti ribe iz mreže što je prije moguće
- ako se ulovi veća količina jedinki, mreže treba skloniti na hladnija mjesta kako bi se spriječio pomor uhvaćene ribe, iako se podrazumijeva da lov mrežama sa sobom nosi visoku stopu mortaliteta jedinki
- determinacija se vrši odmah po ulovu, na temelju vanjskih morfoloških značajki, uz pomoć determinacijskih ključeva
- determinacija se vrši do razine vrste
- u slučaju hibrida, vrlo bliskih vrsta, mladih jedinki, kada determinacija sa sigurnošću nije moguće provesti na terenu - takve jedinke potrebno je konzervirati i odnijeti u laboratorij radi precizne determinacije
- za konzerviranje se koristi 4 %-tna otopina formaldehida ili 96 %-tni etilni alkohol ili smrzavanje uzoraka na -18°C
- konzervirane jedinke s različitih monitoring postaja potrebno je odvajati u zasebne, dobro obilježene posude
- jedinke koje režive lov mrežama (osim onih nesigurnog taksonomskog statusa te invazivnih i stranih vrsta) potrebno je odmah nakon determinacije pustiti nazad u jezero,
- na terenu se bilježe vrste prisutne na nekom lokalitetu te broj jedinki pojedine vrste

oprema za uzorkovanje

- jednostruke najlonske mreže nordijskog tipa
- plutajuće oznake za označavanje mreža
- stacionarni elektroagregati snage 3,5; 5; 7,5 ili ≥ 10 kW
- vršegumeni čamac prilagođen za elektroribolov
- topografske karte 1:25 000 ili 1:50 000
- GPS uređaj
- dubinomjer i sonar
- dalekozor
- terenska bilježnica ili protokoli
- grafitne olovke i vodootporni flomaster
- podvodni fotoaparati
- lupa (povećanje barem 10x)
- plastične posude raznih veličina za uzorke
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke)
- vodootporne etikete
- ihtiometar
- ključevi za determinaciju
- naočale s polarizacijskim staklima
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje
- konzervansi (4 %-tna otopina formaldehida ili 96% alkohol ili smrzavanje uzoraka na -18°C)
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica)
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom
- terenska torbica s prvom pomoći
- pojas za spašavanje
- tablet (opcionalno)

3.5.3. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA RIBA

oprema za laboratorijski rad

- etilni alkohol
- rukavice
- škare
- paus papir
- grafitna olovka
- stereo mikroskop (lupa)
- binokularni mikroskop
- pinceta
- petrijevke različitih veličina

determinacija jedinki riba

- podrazumijeva determinaciju onih riba koje nisu mogle biti determinirane na terenu, zbog nejasnih morfoloških obilježja, ulovljenih primjeraka slabo poznatih vrsta ili novih vrsta
- ključevi za determinaciju riba navedeni su u Poglavlju 5.1.4

3.5.4. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA/POTENCIJALA TEMELJEM RIBA

- bazira se na Hrvatskom multimetrijskom indeksu za ribe (HRI, eng. CFI); sastoji od nekoliko pokazatelja, odnosno omjera ekološke kakvoće (OEK-a), koji pokazuju odstupanje metrika ribljih zajednica od tih metrika u referentnim zajednicama, a metrike su specifične za pojedine tipove rijeka i jezera
- operativni popis ribljih vrsta s ekološkim značajkama nalazi se u Prilogu 6.14
- referentne vrijednosti metrika specifičnih za određeni tip rijeke/jezera (gornje granice za izračun OEK) i najlošije moguće vrijednosti metrika (donja granica za izračun OEK) nalaze se u Prilogu 6.15
- koristeći tip specifične gornje i donje granice metrika, vrši se usporedba metrike s referentnom vrijednosti te metrike (njenom vrijednosti u prirodnoj, nepromijenjenoj zajednici) te se za svaku metriku zasebno izračunava omjer ekološke kakvoće (OEK) korištenjem sljedećih formula:
- za metrike čija vrijednost pada s porastom vrijednosti pritiska:

$$\text{OEK metrike} = \frac{\text{vrijednost metrike na monitoring postaji} - \text{donja granica}}{\text{gornja granica} - \text{donja granica}}$$

- za metrike čija vrijednost raste s porastom vrijednosti pritiska:

$$\text{OEK metrike} = 1 - \frac{\text{vrijednost metrike na monitoring postaji} - \text{donja granica}}{\text{gornja granica} - \text{donja granica}}$$

- u slučaju kada je vrijednost metrike veća od gornje granice, vrijednost OEK za metriku se postavlja na 1
- odgovor metrika riblje zajednice na pritisak (pad ili rast vrijednosti metrike s pritiskom) nalazi se u Prilogu 6.15
- konačnu ocjenu ekološkog stanja/potencijala za pojedini tip tekućice / stajaćice (OEK) predstavlja vrijednost Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe (HRI), na način da se zbroje svi omjeri ekološke kakvoće metrika specifičnih za pojedini tip rijeke / jezera te se podijele s brojem omjera ekološke kakvoće:

$$\text{OEK (HRI)} = \frac{\text{OEK1} + \text{OEK2} + \dots + \text{OEKn}}{n}$$

3.5.4.1. PRIRODNE RIJEKE

- za prirodne rijeke potrebno je odrediti modul Trofičnost/opća degradacija na temelju Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe u rijekama (HRI-R, eng. CFIR) (Tablica 3.68)

Tablica 3. 67 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja prirodnih rijeka na temelju riba

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
Ribe	Hrvatski multimetrijski indeks za ribe u rijekama (HRI-R, eng. CFIR)	hidromorfološke promjene, opterećenje hranjivim tvarima, opća degradacija i zastupljenost stranih vrsta riba	Trofičnost/ opća degradacija

- operativni popis svojti riba s ekološkim značajkama nalazi se u Prilogu 6.14
- u okviru HRI-R u pojedinom tipu prirodne rijeke računaju se 2-4 metrike riblje zajednice, a sve metrike koje se koriste u prirodnim rijekama nalaze se u *Tablici 3.69*

Tablica 3. 68 Metrike riblje zajednice koje se koriste u izračunu Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe u rijekama (u pojedinom tipu rijeke računaju se 2-4 metrike)

EKO-REGIJA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	KRATICA
Panonska	Broj nativnih vrsta riba	Sn
	Broj stranih vrsta riba	Sa
	Odnos Shannonovog indeksa raznolikosti temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama riba	Hrat
	Razlika između Shannonovog indeksa raznolikosti temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama riba	Hdif
	Udio broja litofilnih vrsta riba	pLITH
	Udio broja piscivornih vrsta riba	pPISC
	Udio broja psamofilnih vrsta riba	pPSAM
Dinaridska	Fisherov alpha indeks nativnih vrsta riba	Anat
	Broj invertivornih vrsta riba	INV
	Odnos Shannonovog indeksa raznolikosti temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama riba	Hrat
	Odnos udjela broja jedinki piscivornih i invertivornih riba	uPISC/uINV
	Shannonov indeks raznolikosti temeljen na nativnim vrstama riba	Hnat
	Udio broja bentopelagičkih vrsta riba	pWCOL
	Udio broja fitofilnih vrsta riba	pFITO
	Udio broja invertivornih vrsta riba	pINV
	Udio broja jedinki invertivornih vrsta riba	uINV
	Udio broja jedinki nativnih vrsta riba	uSn
	Udio broja jedinki omnivornih vrsta riba	uOMNI
	Udio broja jedinki piscivornih vrsta riba	uPISC
	Udio broja jedinki vrsta riba iz reda Cypriniformes	uCIPR
	Udio broja litofilnih vrsta riba	pLITH
	Udio broja omnivornih vrsta riba	pOMNI
	Udio broja stranih vrsta riba	pSa

- tip specifične metrike (gornje i donje granice te trend vrijednosti metrike s rastom pritiska) koje se izračunavaju u okviru HRI-R i memento izračuna omjera ekološke kakvoće nalaze se u Prilogu 6.15
- vrijednost HRI-R predstavlja konačni OEK čije se granične vrijednosti nalaze u Tablici 7 Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda
- iako rijetki, postoje lokaliteti gdje prirodno nema riba pa se na njih ne primjenjuje klasifikacijski sustav (Prilog 6.16)

3.5.4.2. ZNATNO PROMIJENJENE I UMJETNE RIJEKE

- za znatno promijenjene i umjetne rijeke potrebno je odrediti modul Trofičnost/opća degradacija na temelju Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe u rijekama (*Tablica 3.70*)

Tablica 3. 69 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih rijeka na temelju riba

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
Ribe	Hrvatski multimetrijski indeks za ribe u rijekama (HRI-R, eng CFIR)	opterećenje hranjivim tvarima, hidromorfološke promjene i zastupljenost stranih vrsta riba	Trofičnost / opća degradacija

- operativni popis svojti riba s ekološkim značajkama nalazi se u Prilogu 6.14
- u okviru HRI-R u pojedinom tipu znatno promijenjene i umjetne rijeke računaju se 2-3 metrike, a sve metrike koje se koriste u znatno promijenjenim i umjetnim rijekama nalaze se u *Tablici 3.71*

Tablica 3. 70 Metrike riblje zajednice koje se koriste u izračunu Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe u znatno promijenjenim i umjetnim rijekama (u pojedinom tipu računaju se 2-3 metrike)

EKOREGIJA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	KRATICA
Panonska	Broj piscivornih vrsta riba	PISC
	Broj stranih vrsta riba	Sa
	Udio broja jedinki fitofilnih vrsta riba	uFITO
	Udio broja jedinki invertivornih vrsta riba	uINV
	Udio broja jedinki vrsta riba iz reda Cypriniformes	uCIPR
	Udio broja jedinki litofilnih vrsta riba	uLITH
	Udio broja jedinki piscivornih vrsta riba	uPISC
	Udio broja nativnih vrsta riba	pSn
Dinarska	Udio broja jedinki nativnih vrsta riba	uSn
	Udio broja jedinki vrsta riba iz reda Cypriniformes	uCIPR
	Udio broja jedinki vrsta riba iz reda Perciformes	uPERC
	Udio broja jedinki vrsta riba iz reda Salmoniformes	uSALM
	Udio broja piscivornih vrsta riba	pPISC

- tip specifične vrijednosti metrika (gornje i donje granice te trend vrijednosti metrike s rastom pritiska) koje se izračunavaju u okviru HRI-R i memento izračuna omjera ekološke kakvoće nalaze se u Prilogu 6.15
- vrijednost HRI-R predstavlja konačni OEK čije se granične vrijednosti nalaze u Tablici 8 Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

3.5.4.3. PRIRODNA JEZERA

- za prirodna jezera potrebno je odrediti modul Opća degradacija na temelju Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe u jezerima (HRI-J, eng. CFIL) (Tablica 3.72)

Tablica 3. 71 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja prirodnih jezera na temelju riba

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
Ribe	Hrvatski multimetrijski indeks za ribe u jezerima (HRI-J, eng. CFIL)	opterećenje hranjivim tvarima, opća degradacija, zastupljenost stranih vrsta riba	Opća degradacija

- operativni popis svojti riba s ekološkim značajkama nalazi se u Prilogu 6.14
- u okviru HRI-J za sve tipove prirodnih jezera računa se 5 metrika riblje zajednice (Tablica 3.73)

Tablica 3. 72 Metrike riblje zajednice koje se koriste u izračunu Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe u svim tipovima prirodnih jezera

METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	KRATICA
Udio broja jedinki litofilnih vrsta riba	uLITH
Udio broja piscivornih vrsta riba	pPISC
Razlika između Fisherovog alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama riba	Adif
Odnos između Shannonovog indeksa raznolikosti temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama riba	Hrat
Udio broja jedinki nativnih vrsta riba	uSn

- tip specifične gornje i donje granice metrika koje se izračunavaju u okviru HRI-J, trend vrijednosti metrika s rastom pritiska i memento izračuna omjera ekološke kakvoće nalaze se u Prilogu 6.15
- vrijednost HRI-J predstavlja konačni OEK čije se granične vrijednosti nalaze u Tablici 12 Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

3.5.4.4. ZNATNO PROMIJENJENA I UMJETNA JEZERA

- za znatno promijenjena i umjetna jezera potrebno je odrediti modul Opća degradacija na temelju Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe u jezerima (Tablica 3.74)

Tablica 3. 73 Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog potencijala znatno promijenjenih i umjetnih jezera na temelju riba

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
Ribe	Hrvatski multimetrijski indeks za ribe u jezerima (HRI-J, eng. CFIL)	opća degradacija, opterećenje organskim tvarima, zastupljenost stranih vrsta riba	Opća degradacija

- operativni popis svojti riba s ekološkim značajkama nalazi se u Prilogu 6.14
- u izračunu HRI-J u svim tipovima znatno promijenjenih i umjetnih jezera Panonske i Dinaridske ekoregije koriste se po 4, za ekoregiju specifične metrike (*Tablica 3.75*)

Tablica 3. 74 Metrike riblje zajednice koje se koriste u izračunu Hrvatskog multimetrijskog indeksa za ribe znatno promijenjenih i umjetnih jezera Panonske i Dinaridske ekoregije

EKOREGIJA	METRIKA RIBLJE ZAJEDNICE	KRATICA
Panonska	Broj bentopelagičkih vrsta riba	WCOL
	Odnos Fisherovog alpha indeksa temeljenog na nativnim vrstama i na svim zabilježenim vrstama	Arat
	Udio broja jedinki nativnih vrsta riba	uSn
	Udio broja psamofilnih vrsta riba	pPSAM
Dinaridska	Shannonov indeks raznolikosti temeljen na nativnim vrstama riba	Hnat
	Udio broja jedinki nativnih vrsta riba	uSn
	Udio broja litofilnih vrsta riba	pLITH
	Udio broja vrsta riba iz reda Cypriniformes	pCIPR

- tip specifične gornje i donje granice metrika koje se izračunavaju u okviru HRI-J za znatno promijenjena i umjetna jezera Panonske i Dinaridske ekoregije, trend vrijednosti metrika s rastom pritiska i memento izračuna omjera ekološke kakvoće nalaze se u Prilogu 6.15
- vrijednost HRI-J predstavlja konačni OEK čije se granične vrijednosti nalaze u Tablici 13 Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE U PRIJELAZNIM I PRIOBALNIM VODAMA

4.1. FITOPLANKTON

4.1.1. UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIJELAZNIM VODAMA

vrijeme uzorkovanja

- uzorkovanje se obavlja sezonski, tijekom dana, usporedo s mjerenjem i uzorkovanjem vode za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje

odabir mjesta i dubine uzorkovanja

- uzorkovanje se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se mjere i na kojima se uzorkuje voda za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje, na dvije dubine u vertikalnom profilu vodenog stupca (0,5 m i dno); preporučuje se uzorkovanje iz čitavog stupca vode kako bi se dobio uvid u stanje čitavog stupca, ali nije obvezno

način uzorkovanja

- uzorkovanje fitoplanktona se obavlja crpcem s istraživačkog broda opremljenog za specifične potrebe istraživanja prijelaznih i priobalnih voda
- morska voda iz crpca se uzima u plastične voće za uzorke volumena 250 ml u kojima je prethodno dodan fiksativ (razrijeđeni formaldehid) do konačne koncentracije formaldehida u uzorku od 0,36%
- svaki uzorak mora biti pravilno označen naljepnicom koja mora sadržavati sljedeće podatke: oznaku mjerne postaje, dubinu uzorkovanja i datum i vrijeme uzorkovanja
- uzorci se do obrade čuvaju u zamračenom prostoru

oprema za uzorkovanje

- Niskin-ove i/ili Nansen-ove crpce
- hidraulična (oceanografska) vitla
- utezi za zatvaranje crpaca
- polietilenske ili staklene bočice od 250 ili 500 mL
- Secchi ploča za određivanje prozirnosti
- višeparametarska CTD sonda
- zamrzivač
- hladnjak
- terenski protokol
- grafitna i kemijska olovka
- vodootporni flomaster
- samoljepive naljepnice

4.1.2. UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIOBALNIM VODAMA

vrijeme uzorkovanja

- uzorkovanje se obavlja sezonski, tijekom dana, usporedo s mjerenjem i uzorkovanjem vode za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje

odabir mjesta i dubine uzorkovanja

- uzorkovanje se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se mjere i na kojima uzorkuje voda za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje, na dvije razine (0,5m i 10m); preporučuje se uzorkovanje iz čitavog stupca vode kako bi se dobio uvid u stanje čitavog stupca, ali nije obvezno

metoda uzorkovanja

- uzorkovanje fitoplanktona se obavlja crpcem s istraživačkog broda opremljenog za specifične potrebe istraživanja prijelaznih i priobalnih voda
- morska voda iz crpca se uzima u plastične boce za uzorke volumena 250 ml u kojima je prethodno dodan fiksativ (razrijeđeni formaldehid) do konačne koncentracije formaldehida u uzorku od 0,36%
- svaki uzorak mora biti pravilno označen naljepnicom koja mora sadržavati sljedeće podatke: oznaku mjerne postaje, dubinu uzorkovanja i datum i vrijeme uzorkovanja
- uzorci se do obrade čuvaju u zamračenom prostoru

oprema za uzorkovanje

- Niskin-ove i/ili Nansen-ove crpce
- hidraulična (oceanografska) vitla
- utezi za zatvaranje crpaca
- polietilenske ili staklene bočice od 250 ili 500 mL
- Secchi ploča za određivanje prozirnosti
- višeparametarska CTD sonda
- zamrzivač
- hladnjak
- terenski protokol
- grafitna i kemijska olovka
- vodootporni flomaster i samoljepive naljepnice

4.1.3. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA FITOPLANKTONA

- u laboratoriju se određuje koncentracija klorofila *a*, te sastav i brojnost fitoplanktonske zajednice. Mjerenje koncentracije klorofila *a* je najjednostavnija i najčešće primjenjivana metoda za određivanje biomase fitoplanktona. Sastav i brojnost zajednice omogućuju praćenje promjena bioraznolikosti

4.1.3.1. KONCENTRACIJA KLOOROFILA A

- koncentracija klorofila *a* određuje se fluorimetrijskom metodom (Strickland i Parsons, 1972)

oprema za laboratorijski rad

- centrifuga
- laboratorijski fluorimetar
- homogenizator
- vakuumska pumpa
- sustav za filtraciju
- epruveta za homogeniziranje
- kivete za centrifugiranje, 10 mL
- staklene kivete za fluorimetar, okrugle, 12x35 mm s kapicom s navojem

- pinceta
- hladnjak
- zamrzivač
- Mili-Q voda
- aceton p. a.
- 0,1 M HCl
- filtri od staklenih vlakana (Whatman GF/F), veličine pora 0,7 µm, promjera 47 mm
- staklena menzura, 500 mL
- Büchner-ov lijevak
- kapaljka
- alu-folija

priprema uzorka

- uzorci morske vode (do 500 mL) filtriraju se kroz staklene filtre promjera 47 mm i veličine pora 0,7 µm, uz podtlak do 20 kPa
- filter s ostatkom se ispere malom količinom Mili-Q vode, filtrira do suhoga, presavije i zaštiti alu folijom te označi (vodno tijelo, postaja, datum i vrijeme uzorkovanja, dubina, volumen filtrirane vode) i pohrani u zamrzivaču na -20 °C do određivanja, a najduže do mjesec dana

ekstrakcija, mjerenje i izračunavanje koncentracije klorofila a

- filter se odmrzne i homogenizira (homogenizatorom) u posebnoj epruveti za homogenizaciju u kojoj se nalazi približno 7 mL 90%-nog acetona. Homogenizacija traje oko 1 min pri brzini od 30 okr/min
- homogenat se prelije u kivetu za centrifugiranje, nadolije 90 %-nim acetonom do 10 ml ukupnog volumena te ostavi u mraku najmanje 2 sata; nakon toga se centrifugira 10 min pri 5 000 okr/min i potom fluorimetrom odredi fluorescencija
- koncentracija klorofila a izračuna se prema jednadžbi (Strickland i Parsons, 1972.):

$$C(\text{Chla}) = \frac{F_D \left(\frac{T}{T-1} \right) (R_B - R_A) v}{V}$$

gdje je:

C(Chla) – koncentracija klorofila izražena u µg L⁻¹

FD - faktor vrata izražen u µg L⁻¹ i po jedinici fluorescencije,

T - odnos fluorescencije klorofila a prije i poslije zakiseljenja (R_B/R_A),

R_B - fluorescencija uzorka prije zakiseljenja,

R_A - fluorescencija uzorka poslije zakiseljenja,

v - volumen ekstrakta klorofila a u litrama,

V - volumen profiltriranog uzorka u litrama.

NAPOMENA: Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu sa Smjernicama za osiguranje kakvoće biološkog i ekološkog ispitivanja u vodenome okolišu (HRN EN 14996:2007).

4.1.3.2. SASTAV I BROJNOSTI FITOPLANKTONSKE ZAJEDNICE

- sastav i brojnosti fitoplanktonske zajednice određuju se metodom mikroskopiranja inverznim mikroskopom prema Utermöhl metodi (HRN EN 15204:2008 Kakvoća vode – Savjetodavna norma za brojenje fitoplanktona pomoću inverznog mikroskopa (Utermöhl tehnikom) (EN 15204:2006))

oprema za laboratorijski rad

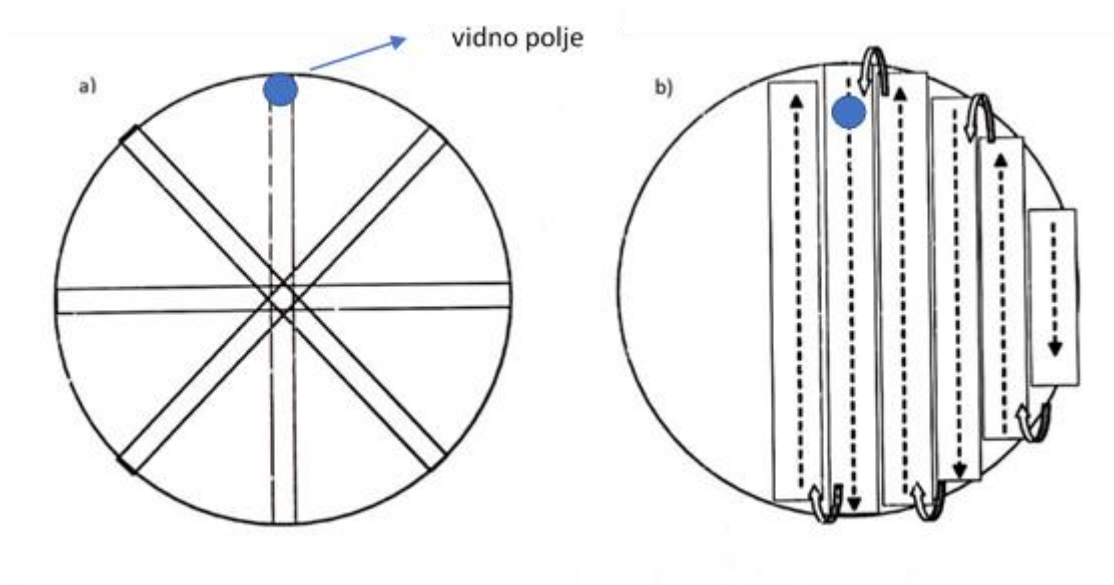
- obrnuti svjetlosni mikroskop
- komorice za sedimentaciju fitoplanktona volumena 10ml, 25ml, 50ml i 100 ml
- pipeta
- fiksativi (formaldehid ili glutaraldehid ili otopina lugola)
- alkohol (30%) i otopina HCL (10%) za čišćenje
- radne bilježnice za evidenciju uzoraka i rezultata mikroskopskih analiza
- hladnjak

priprema uzorka

- aklimatizacija uzorka na sobnu temperaturu u prostoriji u kojoj će se obaviti sedimentiranje kako bi se izbjeglo stvaranje mjehurića zraka zbog temperaturne razlike uzorka i prostorije
- uzorke čuvane u hladnjaku izvaditi najmanje 12 sati prije homogenizacije i sedimentacije
- homogenizacija uzorka kako bi se dobila homogena raspodjela fitoplanktonskih organizama u poduzorku
- uzorak morske vode se homogenizira nježnim okretanjem boce s uzorkom na način da se zglobovi okreću lijevo-desno, minimalno 50 puta
- sedimentacija uzorka nalijevanjem poduzorka u komorice za sedimentaciju; za obalne i prijelazne vode uglavnom se koriste komorice volumena 10 ml i 25 ml, a za otvorene i kanalske vode komorice volumena 50 ml i 100 ml
- evidencija sedimentacije koja traje od 8 do 40 sati ovisno o volumenu komorice
- nakon sedimentacije slijedi mikroskopiranje

mikroskopiranje

- mikroskopiranje obuhvaća određivanje sastava i brojnosti fitoplanktonske zajednice pretraživanjem dna sedimentacijske komorice postavljene na stoliću mikroskopa
- ovisno o gustoći i veličini pojedine vrste, stanice se broje u slučajno odabranim vidnim poljima, dijametralnom transektu ili u polovici dna komorice (*Slika 4.2*)
- ukoliko je velika gustoća organizama kao što je slučaj prilikom cvjetanja fitoplanktona stanice se broje u slučajno odabranim poljima. Nanoplankton (stanice 2-20 μm) se broji u transektu pomoću objektiva 40x. Mikroplankton (stanice > 20 μm) se broje duž jednog ili više dijametralnih transekata s pomoću objektiva 20x ili 40x. Stanica koje su rijetke u komorici broje se u pola dna komorice uz manje povećanje (objektiv 20x)
- za taksonomsku identifikaciju vrsta se koriste determinacijski ključevi (Prilog 5.2.1)
- sastav i brojnost fitoplanktonskih vrsta kao i popratni podaci o uzorku se upisuje u Obrazac za mikroskopiranje (*Slika 4.1*)



Slika 4. 2 a) Brojanje stanica u dijametralnom transektu b) Brojanje stanica na dnu komorice pomicanjem vidnog polja na način ilustriran na slici

izračun brojnosti stanica

- broj stanica u litri vode se izračunava ovisno o pregledanoj površini dna komorice. Površina dna komorice koja se pregledava ovisi o brojnosti određene vrste. U pravilu se pregledava manja površina dna komorice što je brojnost vrste veća; broj stanica se izračunava prema formuli:

$$N = nst \times \frac{Pk}{Pp} \times \frac{1}{V}$$

gdje je:

N - broj stanica (L⁻¹)

nst - broj prebrojanih stanica

Pk - površina dna komorice

Pp - površina pregledanog područja dna komorice

V - volumen poduzorka (L)

4.1.4. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM FITOPLANKTONA

4.1.4.1. PRIJELAZNE VODE

- za ocjenu ekološkog stanja prijelaznih voda potrebno je odrediti modul za trofičnost pomoću Multimetrijskog indeksa fitoplanktona (MPI) kojeg su predložili Facca i sur. (2013) (*Tablica 4.1*)

Tablica 4. 1 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
fitoplankton	Multimetrijski indeks fitoplanktona (MPI)	opterećenje hranjivim tvarima	trofičnost

- indeks ujedinjuje slijedeće četiri komponente: Hulburtov indeks dominacije (δ_2), učestalost cvatnji (F), Menhinickov indeks raznolikosti (D) i koncentraciju klorofila a (Chl a)
- pri izračunavanju MPI indeksa, brojčana vrijednost Hulburtovog indeksa dominacije (δ_2) i učestalosti cvatnji (F) se oduzima od 100

izračunavanje komponenti Multimetrijskog indeksa fitoplanktona (MPI)

- Hulburtov indeks dominacije (δ_2) se izračunava prema sljedećoj formuli:

$$\delta_2 = 100(n_1 + n_2)/N$$

gdje je:

n_1 – abundancija najdominantnije vrste

n_2 – abundancija druge najdominantnije vrste

N – ukupna abundancija

- učestalost cvatnji (F) nam pokazuje koliko je puta abundancija jedne vrste premašila 50% ukupne abundancije uz uvjet da je abundancija te vrste veća od 5×10^5 stanica/L

- Menhinickov indeks raznolikosti (D) se računa prema sljedećoj formuli:

$$D = S/\sqrt{N}$$

gdje je:

S – broj vrsta

N – ukupna abundancija

- Menhinickov indeks se korigira množenjem s određenim faktorom u cilju smanjivanja pogreške nastale zbog izostavljanja pojedinih organizama koji nisu determinirani do razine vrste već su navedeni kao grupa vrsta (npr. *Pseudo-nitzschia* spp.). Faktor korekcije se računa kao omjer abundancije organizama određenih do razine vrste i ukupne abundancije koja uključuje abundanciju

organizama određenih do razine vrste i abundanciju organizama koji nisu određeni do razine vrste već su navedeni kao grupa vrsta

- podaci o koncentraciji klorofila a analiziraju se na način da se uklone ekstremne vrijednosti i izračunava se geometrijski srednjak
- referentne vrijednosti potrebne za izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK) za svaku pojedinu komponentu navedene su u *Tablici 4.2*

Tablica 4. 2 Referentne vrijednosti komponenti potrebnih za izračunavanje Multimetrijskog indeksa fitoplanktona (MPI)

METRIK	REFERENTNA VRIJEDNOST
Hulburtov indeks (100 - $\delta 2$)	40
učestalost cvatnji (100 - F)	100
Menhinickov indeks (D)	0,025
Geometrijski srednjak Chl a	0,5

izračunavanje omjera ekološke kakvoće komponenti Multimetrijskog indeksa fitoplanktona (MPI)

- omjer ekološke kakvoće (OEK) na skali od 0 do 1 koristi se za procjenu stanja. Omjer ekološke kakvoće za Hulburtov indeks (100 - $\delta 2$), učestalost cvatnji (100 - F) i Menhinickov indeks (D) određuje se kao omjer između srednje godišnje vrijednosti za određenu postaju i referentne vrijednosti:

$OEK (100 - \delta 2; 100 - F; D) = \text{srednja godišnja vrijednost komponenti} / \text{referentna vrijednost na određenoj postaji}$

- omjer ekološke kakvoće za koncentraciju klorofila a računa se kao omjer referentne vrijednosti i srednje godišnje vrijednosti na određenoj postaji

$OEK (Chl a) = \text{referentna vrijednost} / \text{godišnji geometrijski srednjak na određenoj postaji}$

izračunavanje omjera ekološke kakvoće na osnovu Multimetrijskog indeksa fitoplanktona (MPI)

- konačna vrijednost MPI indeksa se dobije kao srednja vrijednost sva 4 omjera ekološke kakvoće (OEK) komponenti koje su uključene u MPI indeks:

$MPI = \text{srednja vrijednost } OEK (100 - \delta 2); OEK (100 - F); OEK (D); OEK (Chl a)$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za fitoplankton u prijelaznim vodama izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 17. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4.1.4.2. PRIOBALNE VODE

- za ocjenu ekološkog stanja priobalnih voda koristi se koncentracija klorofila *a* izračunata kao godišnji geometrijski srednjak odnosno kao 90-ti percentil (*Tablica 4.3*)

Tablica 4. 3 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
fitoplankton	klorofil <i>a</i>	opterećenje hranjivim tvarima	trofičnost

- uz istočnu obalu Jadranskog mora dvije su skupine nacionalnih tipova priobalnih voda s obzirom na salinitet: poli-euhaline priobalne vode (interkalibracijski tip IIA) sa salinitetom $34,5 \leq s < 37,5$ i euhaline priobalne vode (interkalibracijski tip IIW) sa salinitetom $s \geq 37,5$
- referentne i granične vrijednosti ekološkog stanja kao i vrijednosti omjera ekološke kakvoće za tip voda IIA i IIW su prikazane u *Tablici 4.4* i u *Tablici 4.5*.

*Tablica 4. 4 Geometrijski srednjak i 90-ti percentil referentne vrijednosti i graničnih vrijednosti kategorija ekološkog stanja za klorofil *a* ($\mu\text{g/L}$), stvarni i normalizirani omjeri ekološke kakvoće (OEK) za tip voda IIA*

Ekološko stanje	Geometrijski srednjak ($\mu\text{g/L}$)	90-ti percentil ($\mu\text{g/L}$)	OEK stvarni	OEK normalizirani
referentna vrijednost	0,33	0,80		
vrlo dobro / dobro	0,64	1,7	0,47	0,81
dobro / umjereno	1,5	4,0	0,20	0,60
umjereno / loše	3,5	9,3	0,09	0,40
loše / vrlo loše	8,2	21,7	0,04	0,19

*Tablica 4. 5 Geometrijski srednjak i 90-ti percentil referentne vrijednosti i graničnih vrijednosti kategorija ekološkog stanja za klorofil *a* ($\mu\text{g/L}$), stvarni i normalizirani omjeri ekološke kakvoće (OEK) za tip voda IIW*

Ekološko stanje	Geometrijski srednjak ($\mu\text{g/L}$)	90-ti percentil ($\mu\text{g/L}$)	OEK stvarni	OEK normalizirani
referentna vrijednost	0,16	0,4		
vrlo dobro / dobro	0,30	0,8	0,53	0,79
dobro / umjereno	0,64	1,7	0,24	0,61
umjereno / loše	1,75	4,6	0,09	0,39
loše / vrlo loše	4,10	10,9	0,04	0,20

izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

- omjer ekološke kakvoće se definira kao odstupanje od referentne vrijednosti i izračunava se kao omjer referentne i izmjerene vrijednosti koncentracije klorofila *a*

$$\text{OEK} = (\text{referentna vrijednost}) / (\text{izmjerena vrijednost } a)$$

- budući da se za određivanje graničnih vrijednosti nisu koristile jednake udaljenosti jer porast koncentracije klorofila *a* nije linearan, stvarni OEK za tipove voda IIA i IIW je normaliziran prema slijedećim jednadžbama u skladu s Giovanardi i sur. (2018)

$$\text{OEK normalizirani} = 0,246 \ln (\text{OEKstvarni}) + 0,981 \text{ za tip voda IIA}$$

$$\text{OEK normalizirani} = 0,9395 + 0,5264 * \log_{10} (\text{OEK stvarni}) \text{ za tip voda IIW}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za fitoplankton u priobalnim vodama izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 19. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4.2. MORSKE CVJETNICE

4.2.1. UZORKOVANJE MORSKIH CVJETNICA U PRIJELAZNIM VODAMA

vrijeme uzorkovanja

- tijekom srpnja, kada je cvjetnica najbolje razvijena

odabir mjesta i dubine uzorkovanja

- mjerne postaje nacionalne mreže monitoringa na kojima je prisutna morska cvjetnica *Zostera noltii*
- na dubini od 0,5 do 1 m

oprema za uzorkovanje

- brodica po potrebi (ovisno o lokaciji postaje)
- ronilačka oprema
- nazubljeni korer promjera 15 cm
- vodootporni flomaster
- plastične kadice
- najlonske vrećice
- terenski protokol (Prilog 7.3)

način uzorkovanja

- na svakoj mjernoj postaji uzorci se uzimaju pomoću nazubljenog korera na pet točaka s razmakom od 10 m na stalnoj dubini
- uzorci za kemijske analize biljnog tkiva uzimaju se ručno unutar kvadrata 20x20 cm na tri točke udaljene međusobno 20 m
- nakon uzorkovanja, uzorci se pohranjuju u najlonske vrećice te se obilježe podacima o uzorku: šifra mjerne postaje, datum uzorkovanja, broj točke uzorkovanja
- uzorci se čuvaju do daljnje obrade u zamrzivaču

4.2.2. UZORKOVANJE MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALNIM VODAMA

vrijeme uzorkovanja

- razdoblje kasnog ljeta i rane jeseni, kada je cvjetnica *Posidonia oceanica* na vrhuncu razvoja

odabir mjesta i dubine uzorkovanja

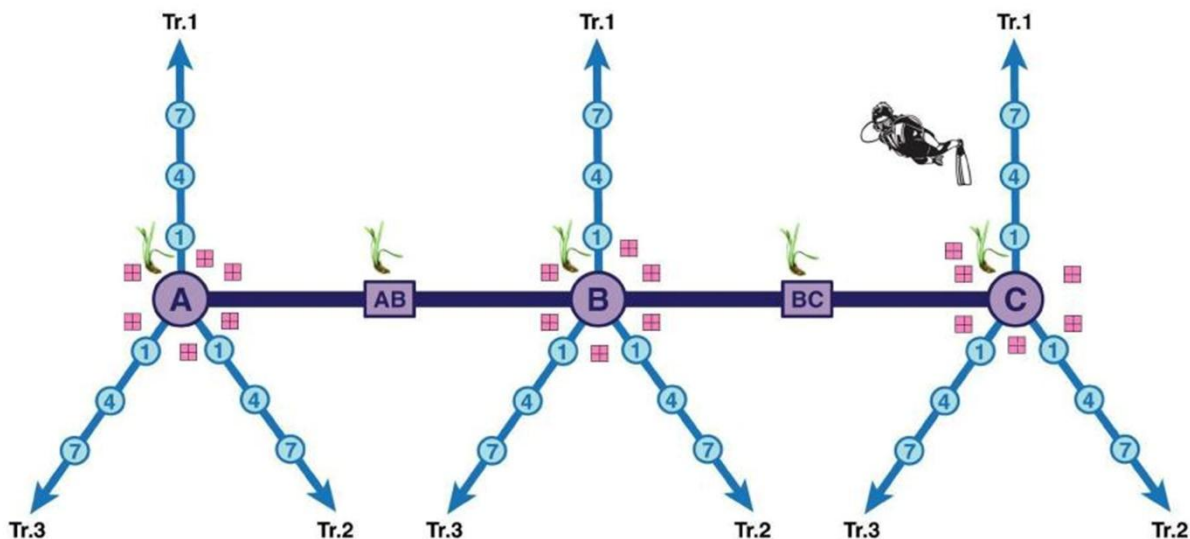
- mjerne postaje nacionalne mreže monitoringa na kojima se uzorkuju morske cvjetnice (*Posidonia oceanica*)
- dubina od 15 m (± 1 m)

oprema za uzorkovanje

- čamac
- ronilačka oprema
- kvadrati dimenzije 40x40 cm
- građevinski metar dužine 50 m
- građevinski metar dužine 10 m
- vrećice s oznakama za spremanje uzoraka posidonije
- podvodna tablica i pisaljka
- vodootporni flomaster
- posude za prijenos uzoraka
- terenski protokol (Prilog 7.3)
- grafitna i kemijska olovka
- podvodna fotografska oprema

način uzorkovanja

- uzorkovanje se obavlja metodom autonomnog ronjenja
- shema uzorkovanja prikazana je na *Slici 4.3*
- glavni transekt duljine 50 m postavlja se na dubini od 15 m, a podijeljen je na 5 točaka međusobno udaljenih 12,5 m i označenih slovima A (0 m), AB (12,5 m), B (25 m), BC (37,5 m) i C (50 m)
- označe se početak i kraj transeкта
- gustoća izdanaka odredi se metodom brojenja izdanaka u kvadratima površine 0,16 m² (40 x 40 cm)
- na svakoj od tri glavne točke transeкта (A, B i C) izbroji se broj izdanaka u šest kvadrata
- pokrovnost podloge izdancima procjeni se pomoću LIT (Line Intercept Transect) metode
- na svakoj od tri glavne točke transeкта (A, B i C) povuku se po tri podtranseкта duljine 10 m
- uzduž ovih podtransekata zabilježi se pojava čuperaka posidonije te raznih tipova dna (pijesak, stijena, mrtvi rizomi) te se zabilježi udaljenost na transektu na kojoj se ovi tipovi podloge izmjenjuju
- pokrovnost se odredi kao postotak ukupne duljine koju pokrivaju izdanci, a u ukupnu duljinu se ne uračunaju dijelovi stjenovitog dna na kojem posidonija rijetko raste
- za potrebe morfometrijske i kemijske analize uzorkuje se minimalno 10 čuperaka sa svake točke glavnog transeкта (A, AB, B, BC, C) koji se sprema u prethodno označene mrežaste vrećice
- nakon uzorkovanja uzorci se zamrznu u plastičnim vrećicama do daljnje obrade u laboratoriju



Slika 4. 3 Grafički prikaz osnovnog transeкта, podtransekata za mjerenje pokrovnosti te lokacija mjerenja gustoće i uzimanja uzoraka rizoma i listova

4.2.3. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MORSKIH CVJETNICA

laboratorijska obrada cvjetnice *Zostera noltii*

- broje se čuperci cvjetnice sakupljeni u svakom od pet korera
- prethodno izbrojani čuperci iz pet korera razdvoje se na listove, rizome i korijenje
- izdvojeni elementi suše se u sušioniku te se važu
- iz mase listova, rizoma i korijenja izračunavaju se:
 - TW - ukupna suha masa listova, rizoma i korijenja
 - RWR - omjer suhe mase korijenja i zbroja suhe mase listova i korijenja
- iz tri uzorka cvjetnice prikupljene za kemijsku analizu izdvajaju se rizomi te se suše u sušioniku
- u uzorcima osušenih rizoma mjeri se:
 - postotak dušika (%N)
 - omjer koncentracije izotopa dušika ($\delta^{15}\text{N}$)
 - udio bakra ($\mu\text{g/g}$ suhe mase)
 - udio olova ($\mu\text{g/g}$ suhe mase)
 - udio kadmija ($\mu\text{g/g}$ suhe mase)
 - udio cinka ($\mu\text{g/g}$ suhe mase)

laboratorijska obrada cvjetnice *Posidonia oceanica*

- obrađuje se i analizira uzorkovani materijal s pet točaka glavnog transeкта
- od sakupljenih izdanaka izdvoji se po jedan izdanak sa svake točke transeкта za morfometrijsku analizu: listovi izdanaka odvoje se od rizoma i svakom od njih odredi se dužina i širina, svakom listu zabilježi se prisutnost nekroze te oštećenja vrha lista
- iz zabilježenih podataka odredi se srednja lisna površina, srednji postotak listova s nekrozom i srednji postotak listova s otkinutim vrhom za svaku postaju
- preostali izdanci sa svake točke transeкта koriste se za izdvajanje epifita i rizoma
- struganjem se uklone epifiti sa svih listova preostalih izdanaka sa svake točke transeкта
- epifiti se osuše u sušioniku, usitne u fini prah u tarioniku te pohrane u označene epruvete

- svakom preostalom izdanku otkine se po 1 cm vršnog dijela rizoma, osuše se u sušioniku, samelju se u tarioniku te se pohrane u označene epruvete
- određuje se postotak dušika u epifitima
- određuje se sadržaj saharoze, omjer izotopa dušika ($\delta^{15}\text{N}$), omjer izotopa sumpora ($\delta^{34}\text{S}$) i količina olova u rizomima

oprema za laboratorijski rad

- sušionik
- geno / grinder homogenizator
- vaga
- mikrovalni sustav za digestiju
- atomski apsorpcijski spektrometar
- deionizator
- precizna mikrovaga
- digestor
- vodena kupelj
- centrifuga
- vortex
- spektrofotometar
- predmetno stakalce
- kuverte
- epruvete i kuglice za homogenizator
- plastična špatulica
- falconice 50 ml
- teflonske bočice
- pipete i nastavci za pipete
- pinceta
- kapsule (Microelemental Analysis) (promjer 4 i 5 mm)
- plastične epruvete
- staklene epruvete
- parafilm
- kemikalije (96% etanol, HNO_3 , H_2O_2 , V_2O_5 , HCl , H_2SO_4 , matična otopina saharoze, antrona ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}\text{O}$), Mili Q H_2O)

4.2.4. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM MORSKIH CVJETNICA

4.2.4.1. PRIJELAZNE VODE – *ZOSTERA NOLTII*

- za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrofita potrebno je odrediti modul za opću degradaciju izračunavanjem *Zostera noltii* multivarijatnog indeksa (ZonoMI) (Tablica 4.6)

Tablica 4. 6 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makroalga

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
morske cvjetnice	<i>Zostera noltii</i> multivarijatni indeks (ZonoMI)	opća degradacija	opća degradacija

- uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja jer su granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za biološki element kakvoće morsku cvjetnicu *Zostera noltii* zajedničke za sve tipove prijelaznih voda
- metoda ZonoMI (*Zostera noltii* multivarijantni indeks) zasniva se na mjerenju više fizioloških elemenata stanja biljke i deskriptora zajednice te njihovoj kombinaciji u završnu OEK vrijednost uz pomoć analize glavnih komponenti (PCA)
- za izračun indeksa ZonoMI potrebno je obaviti mjerenja i kemijske analize za sljedeće elemente ocjene:
 - Udio mase korijenja (RWR) – omjer suhe mase korijenja i zbroja suhih masa korijenja i listova u uzorku
 - Ukupna masa (TW) – ukupna suha masa uzorka (listovi, rizomi i korijenje)
 - Postotak dušika (%N) – postotak dušika u suhoj masi rizoma
 - Izotop dušika ^{15}N – omjer koncentracija izotopa dušika ($\delta^{15}\text{N}$) u suhoj masi rizoma
 - Udio bakra u rizomima – udio bakra ($\mu\text{g/g}$ suhe mase) u suhoj masi rizoma
 - Udio olova u rizomima – udio olova ($\mu\text{g/g}$ suhe mase) u suhoj masi rizoma
 - Udio kadmija u rizomima – udio kadmija ($\mu\text{g/g}$ suhe mase) u suhoj masi rizoma
 - Udio cinka u rizomima – udio cinka ($\mu\text{g/g}$ suhe mase) u suhoj masi rizoma
- rezultat svih izvedenih mjerenja i analiza primjenom ZonoMI metode je skup brojčanih vrijednosti izraženih u različitim jedinicama, od broja izdanaka po metru kvadratnom do koncentracija kemijskih elemenata
- ZonoMI metoda objedinjuje sve ove elemente u jedan pokazatelj
- za izračunavanje ZonoMI indeksa treba koristiti multivarijantnu statističku metodu glavnih komponenti (PCA, Principal Component Analysis) kojoj prethodi transformacija svih rezultata mjerenja
- ovom metodom dobiju se vrijednosti prve komponente (C1) koje predstavljaju vrijednost ekološkog stanja svake postaje
- vrijednost OEK-a svake postaje izračunava se prema sljedećoj formuli:

$$\text{OEK}_x = \frac{C1x - C1_{\text{najlošija}}}{C1_{\text{najbolja}} - C1_{\text{najlošija}}}$$

gdje je:

OEK_x – OEK za postaju x

$C1x$ – vrijednost komponentnih bodova PC1 za postaju x

$C1_{\text{najbolja}}$ – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najbolju postaju

$C1_{\text{najlošija}}$ – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najlošiju postaju

- u PCA analizu ulaze svi izmjereni podaci sa svih istraživanih livada
- pomoću PCA analize dobiva se po jedna brojčana vrijednost za svaku postaju – ta brojčana vrijednost je $C1x$
- $C1_{\text{najbolja}}$ i $C1_{\text{najlošija}}$ također su brojčane vrijednosti koje se dobiju u istoj analizi samo nisu za realne postaje nego za virtualno najbolju i virtualno najlošiju postaju
- pokazatelji za te virtualne postaje dobiju se tako da se uzmu najbolji, odnosno najlošiji pokazatelji svih postaja
- rezultat ZonoMI indeksa predstavlja omjer ekološke kakvoće određen na temelju morske cvjetnice (*Zostera noltii*)
- ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće morske cvjetnice je vrijednost ZonoMI indeksa, odnosno

$$\text{OEK}_{\text{morske cvjetnice}} = \text{OEK}_{\text{ZonoMI}}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 17. priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4.2.4.2. PRIOBALNE VODE – *POSIDONIA OCEANICA*

- za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće morske cvjetnice potrebno je odrediti modul za opću degradaciju izračunavanjem indeksa POMI (*Posidonia oceanica* multivarijantni indeks) (Tablica 4.7)

Tablica 4. 7 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju morskih cvjetnica

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
morske cvjetnice	<i>Posidonia oceanica</i> multivarijantni indeks (POMI)	opća degradacija	opća degradacija

- uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja jer su granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za biološki element kakvoće morsku cvjetnicu *Posidonia oceanica* zajedničke za sve tipove priobalnih voda
- POMI (*Posidonia oceanica* multivarijantni indeks) metoda zasniva se na uzorkovanju morske cvjetnice *Posidonia oceanica* i mjerenju više fizioloških elemenata stanja biljke te karakteristika čitave zajednice
- za izračun POMI indeksa potrebno je koristiti verziju indeksa POMI9 koja podrazumijeva mjerenja 9 različitih elemenata ocjene (Tablica 4.8)

Tablica 4. 8 Elementi ocjene koji se koriste u metodi POMI

ELEMENT INDEKSA	OPIS
Gustoća izdanaka	Broj izdanaka u kvadratima površine 0,16 m ² (40x40 cm)
Pokrovnost livade	Postotna pokrovnost podloge izdancima, pomoću LIT (Line Intercept Transect) metode
Lisna površina	Srednja površina listova (cm ²)
Nekroza	Srednja vrijednost nekroze listova (%)
Rezervna tvar (saharoza)	Sadržaj saharoze u rizomima (% suhe mase)
Omjer izotopa dušika ($\delta^{15}\text{N}$)	Omjer izotopa dušika u rizomima
Omjer izotopa sumpora ($\delta^{34}\text{S}$)	Omjer izotopa sumpora u rizomima
Olovo u rizomu	Količina olova u rizomima (µg/g suhe mase)
Dušik u epifitima	Količina dušika u epifitima sakupljenima s listova (% suhe mase)

- rezultat svih mjerenja i analiza primjenom POMI metode skup je brojčanih vrijednosti izraženih u različitim jedinicama, od broja izdanaka po metru kvadratnom do koncentracija kemijskih elemenata
- POMI metoda objedinjuje sve ove elemente u jedan pokazatelj

- za izračunavanje POMI indeksa treba koristiti multivarijatnu statističku metodu glavnih komponenti (PCA, Principal Component Analysis) kojoj prethodi transformacija svih rezultata mjerenja
- ovom metodom dobiju se vrijednosti prve komponente (C1) koje predstavljaju vrijednost ekološkog stanja svake postaje
- vrijednost OEK-a svake postaje izračunava se prema sljedećoj formuli:

$$OEK = \frac{OEKx + 0.11}{1 + 0.10}$$

- OEKx se izračunava prema formuli:

$$OEKx = \frac{C1x - C1najtešija}{C1najbolja - C1najtešija}$$

gdje je:

OEKx – OEK za postaju x

C1x – vrijednost komponentnih bodova PC1 za postaju x

C1najbolja – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najbolju postaju

C1najtešija – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najtešiju postaju

- u PCA analizu ulaze svi izmjereni podaci sa svih istraživanih livada
- pomoću PCA analize dobiva se po jedna brojčana vrijednost za svaku postaju – ta brojčana vrijednost je C1x
- C1najbolja i C1najtešija također su brojčane vrijednosti koje se dobiju u istoj analizi samo nisu za realne postaje nego za virtualno najbolju i virtualno najtešiju postaju
- pokazatelji za te virtualne postaje dobiju se tako da se uzmu po tri najbolja i po tri najtešija pokazatelja svih postaja iz kojih se izračuna srednja vrijednost
- rezultat POMI indeksa predstavlja omjer ekološke kakvoće određen na temelju morske cvjetnice (*Posidonia oceanica*)
- ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće morske cvjetnice je vrijednost POMI indeksa, odnosno

$$OEK_{\text{morske cvjetnice}} = OEK_{\text{POMI}}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 19. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4.3. MAKROALGE

4.3.1. KARTIRANJE I UZORKOVANJE MAKROALGA U PRIOBALNIM VODAMA

vrijeme kartiranja

- preporuka je da se kartiranje provodi tijekom proljeća ili ranog ljeta, u vrijeme vegetacijskog maksimuma makroalga

izbor mjerne postaje i područja kartiranja

- mjerne postaje nacionalne mreže monitoringa na kojima se kartiraju makroalge
- stjenovita obala
- mediolitoral i gornji infralitoral do 1 m dubine
- kartirana područja moraju biti reprezentativna za cijelo vodno tijelo s obzirom na različite vrste opterećenja
- sedimentne obale (pjeskovite i muljevite) ne uzimaju se u obzir kao ni vrlo izmijenjena staništa poput unutarnjih dijelova luka i marina, jer oni ne odražavaju ekološko stanje okolnih voda

način kartiranja

- terenski dio kartiranja provodi se metodom CARLIT
- metoda se zasniva na pregledu obalnog pojasa brodicom i na bilježenju pojave i abundancije dominantnih zajednica makroalga u mediolitoralu i gornjem infralitoralu duž hridinaste obale
- zajednice makroalga (Prilog 7.4.) i geomorfološki čimbenici, koji su jedan od glavnih ekoloških čimbenika koji oblikuju zajednice makroalga (*Tablica 4.10*), zapisuju se u kartografski prikaz istraživanog područja
- za bilježenje se koriste karte Google Earth servisa u kartografskom mjerilu koje omogućuje snalaženje na terenu i bilježenje podataka
- u karte, koje predstavljaju dio terenskog protokola, upisuje se i: datum kartiranja, oznaka vodnog tijela, naziv i oznaka mjerne postaje, opis kartiranog područja (uz zabilješke) te ime osoba koje su provele kartiranje (Prilog 7.5.)
- na samom lokalitetu se makroalge determiniraju do razine vrste ili roda

oprema za kartiranje

- brodica plitkog gaza prikladna za vožnju uz obalu (npr. gumenjak)
- isprintane karte Google Earth servisa
- vodootporni flomaster
- batiskop

4.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROALGA

- prije odlaska na teren printaju se karte odabranih sektora preko Google Earth servisa vodeći računa da se printaju ažurirane verzije satelitskih snimaka (ukoliko su dostupne) koje sadrže zadnje promjene nastale u prostoru (nove marine, lukobrani, pristaništa itd.)
- podaci kartiranja (tip zajednica makroalga i geomorfološki čimbenici) se u laboratoriju, uz pomoć posebno razvijene GIS programske podrške, unose u georeferenciranu računalnu bazu podataka,

koja sadrži informacije o dužini svakog obrađenog sektora obale, geomorfološkim čimbenicima i tipu zajednice

4.3.3. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM MAKROALGA U PRIOBALNIM VODAMA

- za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makroalga potrebno je odrediti modul za opću degradaciju koristeći metodu kartiranja litoralnih zajednica (CARLIT) (*Tablica 4.9*)

Tablica 4. 9 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makroalga

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
makroalge	Kartiranje litoralnih zajednica (CARLIT)	opterećenje hranjivim tvarima / opća degradacija	opća degradacija

- granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za biološki element makroalge zajedničke su za sve tipove priobalnih voda
- uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja
- CARLIT (Cartography of littoral rocky-shore communities, Kartiranje litoralnih zajednica) obuhvaća kartiranje zajednica makroalga u mediolitoralu i gornjem infralitoralu te obradu prikupljenih podataka pomoću geografskog informacijskog sustava (GIS)
- rezultat terenskog rada je podjela stjenovite obale na sektore, od kojih svaki karakterizira određena zajednica ili kombinacija zajednica (Prilog 7.4.) i određeni geomorfološki čimbenici obrađenih sektora obale (*Tablica 4.10*)
- svakoj vrsti zajednice pripada određena razina osjetljivosti (RO), kao mjera osjetljivosti na poremećaje u okolišu, u rasponu vrijednosti od 1 do 20
- pomoću podataka o dužini obale koju zauzima pojedina vrsta zajednice treba izračunati vrijednost ekološke kakvoće (EK) bilo kojeg dijela obale, prema formuli:

$$EK = \frac{\sum(l_i \times RO_i)}{\sum l_i}$$

gdje je:

EK – vrijednost ekološke kakvoće sektora obale

l_i – duljina sektora obale s vrstom zajednice i

RO_i – razina osjetljivosti vrste zajednice i

- izračunavanje CARLIT indeksa temelji se na omjeru izmjerene ekološke kakvoće i referentne ekološke kakvoće za tip obale gdje je zabilježena određena zajednica makroalga
- tip zajednica makroalga u prirodnim područjima ovisi o geomorfološkim čimbenicima obale (tip i morfologija obale, nagib, izloženost i sl.) za koje treba odrediti “geomorfološki relevantne situacije” (GRS) (*Tablica 4.11*), a svaku karakterizira određeni tip zajednice
- za izračun CARLIT indeksa u Hrvatskoj, koriste se dva geomorfološka čimbenika: morfologija obale i nagib

Tablica 4. 10 Geomorfološki čimbenici obale i kategorije za izračunavanje CARLIT indeksa

GEOMORFOLOŠKI ČIMBENIK	KATEGORIJE
Morfologija obale	Visoka obala Niska obala Blokovi
Podloga	Vapnenac Breča Pješčenjak Metamorfna stijena
Nagib	Horizontalni (0°-30°) Subvertikalni (30°-60°) Vertikalni (60°-90°) Prevjes
Orijentacija obale	Sjever Sjeveroistok Istok Jugoistok Jug Jugozapad Zapad Sjeverozapad
Tip obale	Prirodna Umjetna
Struktura podloge	Hrapava Glatka
Izloženost (udaljenost prema najbližoj obali)	0 – 500 m 500 – 1000 m >1000 m

- u izračunu CARLIT indeksa koriste se vrijednosti specifičnih referentnih uvjeta (srednje vrijednosti ekološke kakvoće – EK_{ref}) za svaku relevantnu situaciju (GRS) (Tablica 4.11)

Tablica 4. 11 Srednje vrijednosti ekološke kakvoće (EK_{ref}) određene za devet geomorfološki relevantnih situacija

GRS	MORFOLOGIJA OBALE	NAGIB OBALE	EK_{REF}
1	Visoka obala	Horizontalni	20,00
2	Visoka obala	Subvertikalni	17,55
3	Visoka obala	Vertikalni	12,96
4	Visoka obala	Prevjes	10,00
5	Niska obala	Horizontalni	19,02
6	Niska obala	Subvertikalni	17,72
7	Niska obala	Vertikalni	14,62
8	Niska obala	Prevjes	9,66
9	Blokovi		12,76

- vrijednost omjera ekološke kakvoće (OEK) svrstava svaki sektor obale u određenu kategoriju ekološkog stanja
- izmjerene vrijednosti pomoću CARLIT metode izražavaju se u obliku omjera ekološke kakvoće (OEK) prema sljedećoj formuli:

$$OEK_{CI} = \frac{\frac{\sum EK_{ssi} \times l_i}{EK_{rsi}}}{\sum l_i}$$

gdje je:

OEK_{CI} – OEK CARLIT indeksa

i – geomorfološki relevantna situacija (GRS)

EK_{ssi} – ekološka kakvoća (EK) za situaciju i

EK_{rsi} – ekološka kakvoća (EK) u referentnom području za situaciju i

l_i – duljina obale za situaciju i

- ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makroalge vrijednost je CARLIT indeksa, odnosno

$$OEK_{makroalge} = OEK_{CARLIT}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće određuju se prema Tablici 19. priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4.4. MAKROZOOBENTOS

4.4.1. UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIJELAZNIM I PRIOBALNIM VODAMA

vrijeme uzorkovanja

- uzorkovanje je moguće provesti tijekom cijele godine, ali optimalno razdoblje za uzorkovanje je između svibnja i listopada

mjesto i dubina uzorkovanja

- mjerne postaje nacionalne mreže monitoringa na kojima se uzorkuje fitoplankton i osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji

oprema za uzorkovanje

- istraživački brod s dizalom za grabilo
- Van Veen-ovo grabilo (0,1 m²)
- sito veličine oka 1 mm
- sustav za ispiranje uzoraka
- plastične kadice
- pincete
- lopatice, žlice za prijenos materijala iz korita u sito
- vodootporni flomasteri
- 4% formaldehid (neutralizirani)
- 70% etanol
- posude za pohranjivanje uzoraka
- pribor za etiketiranje uzorka
- terenski protokol (Prilog 7.7)
- grafitna i kemijska olovka

metoda uzorkovanja

- uzorkovanje sedimenta za analizu faune bentoskih beskralješnjaka obavlja se Van Veen grabilom zahvatne površine 0,1 m²
- na svakoj mjernoj postaji uzimaju se tri do četiri poduzorka, a svaki poduzorak tretira se posebno
- na terenu se sediment ispire i prosijava kroz sito veličine oka 1 mm
- gruba separacija većih organizama može se obavljati tijekom ispiranja te se ti organizmi konzerviraju u 70% etanolu
- ostatak sedimenta koji se zadržao na situ, a u kojem su beskralješnjaci, konzervira se u otopini 4% formaldehida (neutralizirani) ili nekim drugim prikladnim načinom konzerviranja
- uzorci se pohranjuju u posude koje se označavaju etiketom na kojoj je napisana šifra uzorka
- svi podaci koji se odnose na uzorkovanje (datum, mjerna postaja, ime osobe koja je uzorkovala, opis vremenskih prilika, dubina uzorkovanja te sve ostale moguće posebnosti) zapisuju se u unaprijed pripremljen terenski protokol

4.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA MAKROZOOBENTOSA

- materijal i oprema za analizu makrozoobentosa:
 - stereolupa
 - plastične kadice
 - sita (veličine oka 1 mm)
 - posude za pohranu uzoraka
 - Petrijeve zdjelice
 - pipete i pincete
 - pribor za etiketiranje uzorka
 - fiksativ (70% etanol)
 - grafitne i kemijske olovke
- kompletna separacija, sortiranje i određivanje bentoskih beskralješnjaka na razini viših taksonomskih skupina (koljena / razredi / redovi) iz sedimenta zadržanog na situ
 - fiksirani uzorak ispere se tekućom vodom preko sita veličine oka 0,5 mm
 - isprani uzorak rasporedi se po kadici
 - izoliraju se organizmi vidljivi prostim okom te se razvrstaju na razini viših taksonomskih skupina
 - sitniji se organizmi separiraju pod stereolupom
 - separirani i razvrstani organizmi fiksiraju se u 70% etanolu
- taksonomska obrada uzoraka
 - determinacija vrsta bentoskih beskralješnjaka provodi se korištenjem binokularne lupe do najniže taksonomske razine, obavezno do razine vrste, a u slučaju kada to nije moguće do razine roda sa specificiranim morfotipom, za skupine Polychaeta, Bivalvia i Gastropoda, koje sačinjavaju veliku većinu makrozoobentosa
 - determinacija se provodi korištenjem slikovnih i/ili dihotomnih ključeva navedenih u literaturi (Poglavlje 5. DETERMINACIJSKI KLJUČEVI, 5.2.3. Makrozoobentos)
 - svi prisutni taksoni višeg ranga (koljena / razredi / redovi) analiziraju se kvantitativno, metodom totalnog cenzusa
 - determinacija predstavnika ostalih viših taksona koji nisu taksativno nabrojeni je poželjna (posebno determinacija rakova i bodljikaša), kada postoji mogućnost taksonomske ekspertize (specijalizirani stručnjak za određenu skupinu)
 - za potrebe AMBI i M-AMBI analiza, koriste se isključivo podaci koji se odnose na materijal determiniran do razine vrste ili razine roda
 - pregledani i determinirani primjerci pohranjuju se u 70% etanolu, u epruvetama ili drugim primjerenim posudicama za dugotrajnu pohranu
 - svaka posudica označava se etiketom, koja sadrži potrebne podatke (postaja, datum uzorkovanja, oznaka taksonomske skupine)
- uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu s normom HRN EN ISO 16665:2014

4.4.3. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA

4.4.3.1. PRIJELAZNE VODE

- za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće bentoski beskralješnjaci potrebno je izračunati indeks biotičkog integriteta morskih bentoskih zajednica (AMBI), koji je primjeren modulu za degradacije općeg tipa (*Tablica 4.12*)

Tablica 4. 12 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentos

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
makrozoobentos	AMBI - biotički indeks integriteta morskih bentoskih zajednica	opterećenje organskim tvarima / opća degradacija	opća degradacija

- uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja, jer su granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja zajedničke za sve tipove prijelaznih voda
- podaci dobiveni taksonomskom analizom kvalitativno-kvantitativnog sastava faune bentoskih beskralješnjaka obrađuju se korištenjem računalnog programa AMBI (V 6.0) kreiranog i standardno primjenjivanog za ocjenu stanja ekološke kakvoće mora na temelju makrozoobentos
- determinirane vrste klasificiraju se u pet ekoloških grupa različite osjetljivosti, prema listi u sklopu računalnog programa AMBI
- AMBI je biotički indeks kojim se izražava omjer ekološke kakvoće na temelju sastava faune makrozoobentos
- AMBI indeks (AZTI Marine Biotic Index) zasniva se na udjelima relativne brojnosti pet ekoloških grupa različitog stupnja osjetljivosti prema onečišćenju, a računa prema formuli:

$$AMBI = \frac{[(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)]}{100}$$

gdje su:

- G I – osjetljive vrste
- G II – indiferentne vrste
- G III – tolerantne vrste
- G IV – oportunisti prvog reda
- G V – oportunisti drugog reda

- AMBI indeks računa se korištenjem računalnog programa AMBI V 6.0 za svaku postaju
- program AMBI V 6.0 uključuje bazu vrsta bentoskih beskralješnjaka
- program je slobodan i može se preuzeti na web stranici: <https://ambi.azti.es>
- vrijednosti biotičkog indeksa AMBI koriste se za određivanje omjera ekološke kakvoće (OEK)
- standardizacija vrijednosti AMBI indeksa na skalu od 0 do 1 za potrebe izračuna OEK_{AMBI} vrijednosti obavlja se korištenjem formule:

$$OEK_{AMBI} = (7 - AMBI) / 7$$

- na temelju izračunate vrijednosti OEK_{AMBI} rezultati se mogu svrstati u pet kategorija koje označavaju ekološko stanje
- ukupna ocjena ekološkog stanja primjenom biološkog elementa kakvoće makrozoobentos temelji se na omjeru ekološke kakvoće (OEK) koji se izražava AMBI indeksom, odnosno

$$OEK_{\text{makrozoobentos}} = OEK_{AMBI}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 17. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4.4.3.2. PRIOBALNE VODE

- za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće bentoski beskralješnjaci potrebno je izračunati indeks biotičkog integriteta morskih bentoskih zajednica (Multimetrijski AMBI, M-AMBI), koji je primjeren modulu za degradacije općeg tipa (*Tablica 4.13* *Tablica 4. 13*)

Tablica 4. 13 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
makrozoobentos	Multimetrijski AMBI - biotički indeks integriteta morskih bentoskih zajednica (M-AMBI)	opterećenje organskim tvarima / opća degradacija	opća degradacija

- uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja, jer su granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja zajedničke za sve tipove priobalnih voda
- podaci dobiveni taksonomskom analizom kvalitativno-kvantitativnog sastava faune bentoskih beskralješnjaka obrađuju se korištenjem računalnog programa AMBI V 6.0 (AZTI morski biotički indeks) kreiranog i standardno primjenjivanog za ocjenu stanja ekološke kakvoće mora na temelju makrozoobentosa
- determinirane vrste klasificiraju se u pet ekoloških grupa različite osjetljivosti, prema listi u sklopu računalnog programa AMBI
- M-AMBI (multivarijatan AMBI) je multimetrijski biotički indeks kojim se izražava omjer ekološke kakvoće na temelju sastava i bogatstva faune makrozoobentosa
- biotički indeks M-AMBI rezultat je multivarijantne faktorske (FA) i diskriminacijske analize (DA) u kojoj se kao ulazne vrijednosti koriste tri univarijantna indeksa, koji se izračunavaju na temelju taksonomskog sastava i ukupne brojnosti vrsta (odnosi se na sve poduzorke unutar jedne postaje) te relativne brojnosti pet temeljnih ekoloških grupa na svakoj mjernoj postaji
- indeksi koji se koriste su:
 - AMBI
 - broj vrsta (S)
 - Shannonov indeks raznolikosti (H')
- formula za izračunavanje indeksa raznolikosti (H'):

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

gdje je:

$p_i = n_i/N$ - udio jedinki vrste „i“ u zajednici

n_i - broj jedinki pojedine vrste

N - ukupni broj jedinki

- AMBI indeks (AZTI Marine Biotic Index) zasniva se na udjelima relativne brojnosti pet ekoloških grupa različitog stupnja osjetljivosti prema onečišćenju, a računa prema formuli:

$$AMBI = \frac{[(0 \times \%GI) + (1,5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4,5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)]}{100}$$

gdje su:

- G I – osjetljive vrste
- G II – indiferentne vrste
- G III – tolerantne vrste
- G IV – oportunisti prvog reda
- G V – oportunisti drugog reda

- M-AMBI indeks računa se korištenjem računalnog programa AMBI, uz prethodni izračun AMBI, H' i S indeksa za svaku postaju
- AMBI indeks računa se korištenjem računalnog programa AMBI V 6.0 (AZTI morski biotički indeks) za svaku postaju
- program AMBI V 6.0 uključuje bazu vrsta bentoskih beskralješnjaka
- program je slobodan i može se preuzeti na web stranici: <https://ambi.azti.es>
- program generira indekse AMBI, S i H', usrednjava ih i obavlja multivarijatne faktorske (FA) i diskriminacijske analize (DA) čiji je krajnji rezultat M-AMBI indeks, odnosno vrijednost koja ukazuje na omjer ekološke kakvoće
- ukupna ocjena ekološkog stanja primjenom biološkog elementa kakvoće makrozoobentos temelji se na omjeru ekološke kakvoće (OEK) koji se izražava M-AMBI indeksom, odnosno

$$OEK_{\text{makrozoobentos}} = OEK_{\text{M-AMBI}}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 19. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

4.5. RIBE

4.5.1. UZORKOVANJE RIBA U PRIJELAZNIM VODAMA

vrijeme uzorkovanja

- uzorkovanje je moguće provesti u proljetnom, ljetnom i jesenskom razdoblju, ali optimalno je uzorkovati u kasno proljetnom razdoblju

mjesto i dubina uzorkovanja

- veličina postaje uzorkovanja mora biti dovoljna da uključuje životni prostor dominantnih vrsta i obuhvati sva karakteristična staništa
- postaju treba odabrati i na temelju bioloških (biljni pokrov, sediment), reljefnih (položenost, nagib) i hidrografskih (dubina, brzina struje) čimbenika.
- postaja mora imati jednostavni pristup vozilom
- dubina od 0-3 m (± 1 m)

metoda uzorkovanja

- uzorkovanje mrežama potegačama se obavlja na prosječno tri (3) mikrolokacije (predstavljaju poduzorke ili replike) unutar jedne mjerne postaje čime je zahvaćen veći broj specifičnih mikrostaništa u pojedinom vodnom tijelu prijelaznih voda i osigurana reprezentativnost uzorka
- odabir broja postaja unutar vodnog tijela mora biti dovoljan za kvalitetnu procjenu strukture, gustoće i dobne strukture populacija unutar zajednica riba.
- prije uzorkovanja izmjere se geografske koordinate (pomoću GPS-a) i fotografira mjesto uzorkovanja
- uzorkovanja se obavljaju malim specijalnim potegačama za ulov nedoraslih riba
- prilikom svakog uzorkovanja potrebno je mjeriti vrijeme trajanja potega. Ribolov malim obalnim potegačama traje od početka zatvaranja lokacije mrežom do njenog izvlačenja na obalu (uobičajeno 30 minuta)
- na temelju navedenih podataka se izračunava ribolovni napor i površina zahvaćena uzorkovanjem
- ribolovni napor se računa kao ulov (broj jedinki ili biomasa) po jedinici ribolovnog napora
- jedinica ribolovnog napora je jedan poteg kod mreže potegače

oprema za uzorkovanje

- čamac
- specijane mreže potegače za ulov riblje mladši
- trostruke mreže stajačice – poponice
- kante za ulovljenu ribu
- vaga
- ihtiometar
- posude za spremanje uzoraka
- pribor za sekciju
- 4%-tna otopina formaldehida
- prijenosni hladnjak (-15°C)
- terenski protokol
- vodootporni flomaster
- grafitna i kemijska olovka
- terenska obuća i odjeća (gumene čizme, rukavice, kabanice)
- fotografski aparat
- GPS uređaj

4.5.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA RIBA

determinacija i mjerenje

- sve su ribe determinirane odmah po ulovu na temelju vanjskih morfoloških značajki uz pomoć determinacijskog ključa (Jardas, 1996)
- u slučaju sumnje u točnost određivanja (hibridi, vrlo bliske vrste, mlade jedinke, nove vrste) tsumnjive jedinke su konzervirane i odnesene u laboratorij radi daljnje determinacije
- uzorci su smrznuti u prijenosnom hladnjaku, a po dolasku u laboratorij prebačeni u hladnjak
- sve konzervirane jedinke s različitih postaja odvojene su u zasebne posude koje su obilježene izvana
- svakoj jedinki se odredi ukupna dužina tijela (TL) koja se mjeri se ihtimetrom od početka glave do vrha repne peraje i izražava se u cm; te masa ribe koja se izražava u gramima

mikroskopiranje

- laboratorijska obrada uzoraka riba predviđa determinaciju onih riba koje nisu mogle biti determinirane na terenu zbog nejasnih morfoloških obilježja te ulovljenih jedinki slabo poznatih vrsta ili novih vrsta
- u slučaju kada nije moguće makroskopski odrediti vrstu, identifikacijski elementi (npr. rupice na glavi glavoča) se promatraju mikroskopski, na lupi

kvantifikacija

- radi kvantificiranja potrebno je nakon utvrđivanja svake pojedine vrste, prebrojati jedinke po svakoj vrsti i odrediti ukupan broj vrsta

4.5.3. METODA OCJENE EKOLOŠKOG STANJA TEMELJEM RIBA U PRIJELAZNIM VODAMA

izračunavanje indeksa / pokazatelja za ocjenu ekološkog stanja

- za izračunavanje pokazatelja za ocjenu ekološkog stanja za ribe se koristi modificirani indeks za ribe u estuarijskim područjima (M-EFI) (Tablica 4.14) koji se sastoji od petnaest (15) bioloških indeksa i elemenata, a prosječna vrijednost rezultata predstavlja vrijednost M-EFI (Tablica 4.15) Referentna vrijednost je M-EFI je **4,5** što odgovara ocjeni vrlo dobrog ili referentnog stanja.

Tablica 4. 14 Pokazatelj / indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju riba

BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE	POKAZATELJ/ INDEKS	OPTEREĆENJE NA KOJE UKAZUJE INDEKS	MODUL
ribe	Modificirani indeks za ribe u estuarnim područjima (M- EFI)	hidromorfološke promjene / opća degradacija	opća degradacija

- potrebno je:
 - determinirati vrste
 - odrediti ukupan broj vrsta

- izračunati postotak zastupljenosti pojedinih indikatorskih porodica ili rodova: % plosnatice (*Solea* sp.), % gira (*Spicara* sp.), % cipli (*Mugilidae*); % ljuskavke (*Sparidae*), % lubin (*Moronidae*)
- odrediti trofički sastav prema ishrani, tj. zastupljenosti omnivornih i piscivornih riba
- grupirati vrste u kategorije i izraziti ih u postocima: tolerantne, estuarijske rezidentne vrste, diadromne vrste, nedorasle migratorne vrste te nove ili unešene vrste (Prilog 7.8.)

Tablica 4. 15 Indeksi, elementi i sustav bodovanja za M- EFI (Modified Estuarine Fish Index) za hrvatske prijelazne vode

ELEMENTI INDEKSA	BODOVI				
	1	2	3	4	5
Ukupni broj vrsta	>=2	>=4	4-9	10-19	>20
VRSTE					
% plosnatice (<i>Solea</i> sp.)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% gire (<i>Spicara</i> sp.)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% cipli (<i>Mugilidae</i>)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% ljuskavke (<i>Sparidae</i>)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% lubini (<i>Moronidae</i>)	<= 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
TROFIČKI SASTAV					
% omnivori		> 1 - 2.5 > 20 - 80			> 2.5 - 20
% piscivori	< 5 > 80	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
Tolerancija	< 1,20	1,20 – 1,59	1,60 – 1,99	2 - 3	> 3
ESTUARIJSKE REZIDENTNE VRSTE (ERS)					
Broj ERS	0	1	2	3	>4
% ERS	< 5 > 50	> 5 - 10 > 40 - 50			> 10 - < 40
% diadromne vrste	< 5 > 80	5 - 10 > 70 - 80			> 10 - 70
% morske juvenilne migrirajuće vrste	<= 10 > 90	> 5 - 10 > 50 - 80	> 20 - 30 > 70 - 80		> 30 - 70
Indikator vrste	0	1	2-3	3-5	>5
Nove/unešene vrste	0	1	2-3	3-5	>5

NAPOMENA: popisi vrsta u Prilogu 7.8. napravljeni su na temelju postojećih podataka i spoznaja, a nadopunjavat će se tijekom vremena u skladu s novim spoznajama.

izračunavanje omjera ekološke kakvoće (OEK)

- izmjerene vrijednosti M-EFI se preračunavaju u vrijednosti omjera ekološke kakvoće (OEK) tako da se referentna vrijednost podijeli s izmjerenom vrijednošću prema formuli:

$$OEK = \frac{\text{Referentna vrijednost}}{\text{Izmjerena vrijednost M – EFI}}$$

- kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće propisane su u Tablici 17. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda

5. DETERMINACIJSKI KLJUČEVI

5.1. BIOLOŠKI ELEMENTI RIJEKA I JEZERA

5.1.1. FITOPLANKTON I FITOBENTOS

1. Coesel, P. F. M., Meesters, K. J., 2009. European Flora of the Desmid Genera Part 2: Staurostrum and Staurodesmus. KNNV Publishing, Zeist. 358 str.
2. Coesel, P. F. M., Meesters, K. J., 2009. Desmids of the lowlands – Mesotaeniaceae and Desmidiaceae of the European lowlands. KNNV Publishing, Zeist. 352 str.
3. Cox, E. J., 1996. Identification of Freshwater Diatoms from Live Material. Chapman & Hall, London. 168 str.
4. Eloranta, P., Kwandrans, J., Kusel-Fetzmann, J., 2011. Süßwasserflora von Mitteleuropa 7. Rhodophyta and Phaeophyceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 155 str.
5. Ettl, H., Georloff, J., Heynig, H., 2009. Süßwasserflora von Mitteleuropa 3. Xanthophyceae I. Springer-Verlag, Heidelberg. 530 str.
6. Ettl, H., Gärtner, G., 2009. Süßwasserflora von Mitteleuropa 10. Chlorophyta II: Tetrasporales, Chlorococcales, Gloeodendrales. Springer-Verlag, Stuttgart. 436 str.
7. Ettl, H., 2010. Süßwasserflora von Mitteleuropa 9. Chlorophyta I: Phytomonadina. Gustav Fisher Verlag, Stuttgart. 824 str.
8. Hindák, F., Marvan, P., Komárek, J., Rosa, K., Popovsky, J., Lhotsky, O., 1978. Sladkovodne Riasy. Slovenske Pedagogicke Nakladatelstvo, Bratislava. 723 str.
9. Hindák, F., 2008. Colour Atlas of Cyanophytes. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava. 253 str.
10. Hofmann, G., Werum, M., Lange-Bertalot, H., 2013. Diatomeen Im Süßwasser-Benthos Von Mitteleuropa: Bestimmungsflora Kieselalgen Für Die Ökologische Praxis. Gantner Verlag, Ruggell. 908 str.
11. Huber-Pestalozzi, G., 1950. Die Binnengewässer XVI. Das Phytoplankton des Süßwassers III: Cryptophyceen, Chloromonadinen, Peridineen. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
12. Huber-Pestalozzi, G., 1955. Die Binnengewässer XVI. Das Phytoplankton des Süßwassers IV: Euglenophyceen. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
13. Huber-Pestalozzi, G., 1961. Die Binnengewässer XVI. Das Phytoplankton des Süßwassers VII: Chlorophyceae, Ordnung: Chlorococcales. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
14. John, D. M., Whitton, B. A., Brook, A. J., 2011. The Freshwater Algal Flora of the British Isles: An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae. Cambridge University Press, Cambridge. 877 str.
15. Joosten, A. M. T., Joosten, T., 2006. Flora of the Blue-Green Algae of the Netherlands Volume 1: The Non-Filamentous Species of Inland Waters. KNNV Publishing, Zeist. 240 str.
16. Komárek, J., Anagnostidis, K., 2000. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19. Cyanoprokaryota 1: Chroococcales. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 548 str.
17. Komárek, J., Anagnostidis, K., 2005. Süßwasserflora von Mitteleuropa 19. Cyanoprokaryota 2: Oscillatoriales. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 759 str.
18. Komárek, J., 2013. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Cyanoprokaryota 3: Heterocytous Genera. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 1130 str.
19. Krammer, K., 2000. Diatoms of Europe. Vol 1. The Genus Pinnularia. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 701 str.
20. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2004. Süßwasserflora von Mitteleuropa 4. Bacillariophyceae 4.Teil: Achnanthesaceae, Kritische Ergänzungen zu Achnanthes s. l., Navicula s. str., Gomphonema. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 468 str.
21. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2007. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 2.Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 610 str.
22. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2008. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 3.Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 598 str.

23. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2010. Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 876 str.
24. Kristiansen, J., Preisig, H. R., 2007. Süßwasserflora von Mitteleuropa 1. Chrysophyte and Haptophyte Algae 2. Teil: Synurophyceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 252 str.
25. Lange-Bertalot, H., 2001. Diatoms of Europe. Vol 2. Navicula Sensu Stricto, 10 Genera Separated from Navicula Sensu Lato, Frustulia. Gantner Verlag, Koenigstein. 526 str.
26. Lange-Bertalot, H., 2003. Diatoms of Europe. Vol 4. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocymbula Supplements to Cymbelloid Taxa. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 530 str.
27. Lange-Bertalot, H., Krammer, K. 2002. Diatoms of Europe. Vol 3. Cymbella. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 584 str.
28. Lange-Bertalot, H., Bąk, M., Witkowski, A., 2011. Diatoms of Europe. Vol 6. Eunotia and Some Related Genera. Gantner Verlag, Koenigstein. 747 str.
29. Levkov, Z., 2009. Diatoms of Europe. Vol 5. Amphora sensu lato. Gantner Verlag, Koenigstein. 916 str.
30. Popovský, J., Pfiester, L., 2008. Süßwasserflora von Mitteleuropa 6. Dinophyceae (Dinoflagellida). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 272 str.
31. Rieth, A. 2009. Süßwasserflora von Mitteleuropa 4. Xanthophyceae 2. Teil. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 147 str.
32. Starmach, K., 1985. Süßwasserflora von Mitteleuropa 1. Chrysophyceae und Haptophyceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart. 515 str.
33. Wołoski, K., Hindák, F., 2005. Atlas of Euglenophytes. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava. 136 str.

5.1.2. MAKROFITA

1. Atherton, I., Bosanquet, S., Lawley M., 2010. Mosses and Liverworts of Britain and Ireland – a field guide. British Bryological Society, London. 856 str.
2. Bracamonte, C.S., Molina, M.A., Murillo, G.P., 2014. Flora acuática española. Hidrófitos vasculares, Real Jardín Botánico, Madrid. 320 str.
3. Casper, S. J., Krausch, H. D., 2008. Süßwasserflora von Mitteleuropa 24. Pteridophyta und Anthophyta 1. Teil: Lycopodiaceae bis Orchidaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 403 str.
4. Casper, S. J., Krausch, H. D., 2008. Süßwasserflora von Mitteleuropa 24: Pteridophyta und Anthophyta 2. Teil: Saururaceae bis Asteraceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 942 str.
5. Coudreuse, J., Haury, J., Bardat, J., Rebillard, J.-P., 2005. Les bryophytes aquatiques et supra aquatiques. Clé d'identification pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière. Agence de l'Eau Adour Garonne, Toulouse. 132 str.
6. Domac, R., 2002. Flora Hrvatske – Priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb. 503 str.
7. Düll, R., Düll-Wunder, B., 2008. Moose einfach und sicher bestimmen. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim. 471 str.
8. Eggenberg, S., Möhl, A., 2013. Flora Vegetativa. Ein Bestimmungsbuch für Pflanzen der Schweiz im blütenlosen Zustand. Haupt Verlag, Bern. 736 str.
9. Erzberger, P., Schröder, W., 2013. The genus *Bryum* (Bryaceae, Musci) in Hungary. *Studia botanica Hungarica* 44: 5–192.
10. Erzberger, P., 2016. The genus *Fissidens* (Fissidentaceae, Bryophyta) in Hungary. *Studia botanica hungarica* 47: 41-139.
11. Erzberger, P., 2021. Keys for the identification of bryophytes occurring in Hungary. *Acta Biologica Plantarum Agriensis* 9(2): 3–260.
12. Frey, W., Frahm, J., Lobin, W., Fischer, E., 2006. Liverworts, Mosses and Ferns of Europe. Harley Books, Essex. 528 str.
13. Hedenäs, L., 2003. The European species of the *Calliergon-Scorpidium-Drepanocladus* complex, including some related or similar species. *Meylania* 28: 1–118.
14. Krausch, H. D., 1996. Farbatlas Wasser – und Uferpflanzen. Ulmer, Stuttgart. 315 str.

15. Krause, W., 2008. Süßwasserflora von Mitteleuropa 18. Charales (Charophyceae). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 202 str.
16. Kremer, B. P., Muhle, H. 1997. Flechten, Moose, Farne. Steinbachs naturführer. Mosaik Verlag GmbH, München. 287 str.
17. Jäger, E.J., Müller, F., Ritz C. M. , Welk E., Wesche, K., 2000. Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland Bd 3: Gefäßpflanzen: Atlasband. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin. 753 str.
18. John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J. (ur.), 2011. The Freshwater Algal Flora of the British Isles An Identification Guide to Freshwater and Terrestrial Algae Second Edition. Cambridge University Press, Cambridge. 878 str.
19. Lansdown, R. V., 2008. Water-starworts (*Callitriche*) of Europe. B.S.B.I. Handbook No. 11. Botanical Society of the British Isles, London. 180 str.
20. Lauber, K., Wagner, G., 2001. Flora Helvetica. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 1615 str.
21. Lüth, M., 2019. Mosses of Europe: A Photographic Flora. Volume 1-3. Poppen & Ortmann KG, Freiburg. 1360 str.
22. Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Ravnik, V., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., 2007. Mala flora Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana. 967 str.
23. Moore, J. A., 1986. Charophytes of Great Britain and Ireland. B.S.B.I. Handbook No. 5. Botanical Society of the British Isles, London. 140 str.
24. Nikolić T., 2020. Flora Croatica – vaskularna flora Republike Hrvatske. Volumen 2–3. Alfa d. d., Zagreb. 1558 str.
25. Nikolić T. 2020. Flora Croatica – vaskularna flora Republike Hrvatske. Volumen 3. Ključevi za determinaciju s pratećim podatcima: Magnoliidae – porodice FAG-ZYG. Alfa d. d., Zagreb. 704 str.
26. Papp, B., 2021. Vízi-és vízparti mohák határozója. Ökológiai Kutatóközpont, Budapest. 135 str.
27. Papp, B., 2022. Lápi mohák határozója. Ökológiai Kutatóközpont, Budapest. 167 str.
28. Pedrotti Cortini, C., 2001. Flora dei Muschi d'Italia. Parte 1: Sphagnopsida, Andreaopsida, Bryopsida (I Parte). Antonio Delfino Editore, Milano. 817 str.
29. Pedrotti Cortini, C., 2005. Flora dei Muschi d'Italia. Parte 2: Bryopsida (II Parte). Antonio Delfino Editore, Milano. 416 str.
30. Pizarro, J., 1995. Contribución al estudio taxonómico de *Ranunculus* L. subgen. *Batrachium* (DC.) A. Gray (Ranunculaceae). Lazaroa 15: 21-113.
31. Preston, C. D., 1995. Pondweeds of Great Britain and Ireland. B.S.B.I. Handbook No. 8. Botanical Society of the British Isles, London. 352 str.
32. Schubert, H., Blindow, I. 2004. Charophytes of the Baltic Sea. A.R.G.Ganter Verlag Kommanditgesellschaft, Ruggell. 332 str.
33. Smith, A. J. E., 1990. The Liverworts of Britain & Ireland. Cambridge University Press, Cambridge. 362 str.
34. Smith, A. J. E., 2004. The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press, Cambridge. 1012 str.
35. Szoszkiewicz, K., Jusik, S., Zgoła, T., 2010. Klucz do oznaczania makrofitów dla potrzeb oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. 308 str.
36. Urbaniak, J., Gąbka, M., 2014. Polish Charophytes. An illustrated guide to identification. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław. 120 str.
37. Van de Weyer, K., Schmidt, C., Kreimeier, B., Wassong, D., 2011. Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland Band 1: Bestimmungsschlüssel. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Potsdam. 166 str.
38. Van de Weyer, K., Schmidt, C., Kreimeier, B., Wassong, D., 2011. Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armleuchteralgen und Moose) in Deutschland. Band 2: Abbildungen. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Potsdam. 374 str.
39. Wiegleb, G., Kaplan, Z., 1998. An account of the species of *Potamogeton* L. (Potamogetonaceae). Folia Geobotanica 33(3): 241-316.
40. Wiegleb, G., Bobrov, A.A., Zalewska-Gałosz, J., 2017. A taxonomic account of *Ranunculus* section *Batrachium* (Ranunculaceae). Phytotaxa 319(1): 1-55.

41. Wiegleb, G., 2023. An annotated list and key to the species of *Ranunculus* sect. *Batrachium* (Ranunculaceae) in Greece. *Phytologia Balcanica* 29(2): 171-178.
42. Wood, R. D., Imahori, K., 1965. A Revision of the Characeae. Part I. Monograph of the Characeae. Verlag von J. Cramer, Weinheim. 904 str.
43. Wood, R. D., Imahori, K., 1965. A Revision of the Characeae. Part II. Iconograph of the Characeae. Verlag von J. Cramer. Weinheim. 904 str.

5.1.3. MAKROZOOBENTOS

1. Argano, R., 1979. Isopodi (Crustacea Isopoda). Guide per il riconoscimento delle specie delle acque interne italiane. 5. C.N.R., Roma. 64 str.
2. Askew, R. R., 2004. The dragonflies of Europe. Harley Books, Essex. 308 str.
3. Bauernfeind, E., Humpesch, U. H., 2001. Die Eintagsfliegen Zentraleuropas - Bestimmung und Ökologie. Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, Wien. 240 str.
4. Bole, J., 1969. Ključ za določevanje živali – IV. Mehkužci (Mollusca). Društvo biologov Slovenije, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Ljubljana. 115 str.
5. Brinkhurst, R. O., 1971. A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta. Scientific Publication No. 22. Freshwater Biological Association, Ambleside. 55 str.
6. Brinkhurst, R. O., Jamieson, B. G. M., 1971. Aquatic Oligochaeta of the World. Oliver & Boyd, Edinburgh. 860 str.
7. Brooks, S. J., Langdon, P. G., Heiri, O., 2007. The identification and use of Palaearctic Chironomidae larvae in palaeoecology. QRA Technical Guide No. 10. Quaternary Research Association, London. 276 str.
8. Ekrem, T., 2004. Immature stages of European *Tanytarsus* species I. The *eminulus*-, *gregarius*-, *lugens*- and *mendax* species groups (Diptera: Chironomidae). *Deutsche entomologische Zeitschrift* 51(1): 97-146.
9. Elliott, J. M., Humpesch, U. H., Macan, T. T., 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. Scientific Publications No. 49. Freshwater Biological Association, Ambleside. 145 str.
10. Franke, U., 1979. Bildbestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellenlarven. Stuttgarter Beitr. z. Naturkunde Serie A (Biologie) 333: 1-17.
11. Glöer, P., 2002. Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. Die Tierwelt Deutschlands Teil 73. Conchbooks, Hackenheim. 327 str.
12. Hrabe, S., 1979. Vodni maloštetnatci (Oligochaeta) Československa. *Acta Universitatis Carolinae: Biologica*. 167 str.
13. Karaman, G. S., 1977. Revision of the Echinogammarus genera-complex (fam. Gammaridae). *Archives of Biological Sciences* 27(1/2): 69-93.
14. Karaman, G. S., Pinkster, S., 1977. Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part 1. *Gammarus pulex*-group and related species. *Bijdragen tot de Dierkunde* 47(1): 1-97.
15. Karaman, G. S., 1993. Fauna d'Italia 31. Crustacea Amphipoda (d'acqua dolce). Edizione Calderini, Bologna. 337 str.
16. Karaman, M. S., 1962. Ein Beitrag zur Systematic der Astacidae (Decapoda). *Crustaceana* 3: 173-191.
17. Karaman, M. S., 1963. Studie der Astacidae (Crustacea, Decapoda) II. Teil. *Hydrobiologia* 22: 111-132.
18. Killeen, I., Aldridge, D., Oliver, G., 2004. Freshwater Bivalves of Britain and Ireland. FSC, AIDGAP Occasional Publication 82. 114 str.
19. Klink, A. G., 1983. Key to the Dutch larvae of *Paratanytarsus* Thienemann & Bause with note on the ecology and the phylogenetic relations. *Hydrobiologisch Adviesburo*. 36 str.
20. Macadam, C., Bennett, C., 2010. A Pictorial Guide to British Ephemeroptera. The Riverfly Partnership. FSC Publications, Shrewsbury. 128 str.
21. Malicky H., 2004. Atlas of European Trichoptera. Springer, Dordrecht. 360 str.
22. Minelli A., 1977. Irudinei (Hirudinea). AQ/1/2. Consiglio Nazionale delle Ricerche. 55 str.
23. Moller Pillot, H. K. M., 2009. A key to the larvae of the aquatic Chironomidae of the North-West European Lowland. Provisional translation of "De Larven der Nederlandse

- Chironomidae, 1984" with many additions. Second edition, with only minor corrections. Private publication. 77 str.
24. Müller-Liebenau, I., 1969. Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815. (Insecta, Ephemeroptera). Gewässer und Abwässer 49/49. 214 str.
 25. Nesemann, H., Neubert E., 1999. Süßwasserfauna von Mitteleuropa 6/2. Annelida, Clitellata: Branchiobdellidaa, Acanthobellea, Hirudinea. Spectrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin. 178 str.
 26. Neu, P., Tobias, W., 2004. Die Bestimmung der in Deutschland vorkommenden Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera). Identification of the German Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera). Lauterbornia 51: 1-68.
 27. Nilsson, A. (ur.), 1996. Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook Vol. 1: Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Megaloptera, Neuroptera, Coleoptera, Trichoptera and Lepidoptera. Apollo Books, Stenstrup. 274 str.
 28. Nilsson, A. (ur.), 1997. Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook Vol 2: Odonata-Diptera. Apollo Books, Stenstrup. 440 str.
 29. Orendt, C., Spies, M., 2012. Chironomini (Diptera: Chironomidae). Keys to Central European larvae using mainly macroscopic characters. Orendt Hydrobiologie, Leipzig. 64 str.
 30. Orendt, C., Spies, M., 2012. Chironomus (Meigen) (Diptera: Chironomidae). Key to the larvae of importance to biological water analysis in Germany and adjacent areas. Bilingual edition (German/English). Orendt Hydrobiologie, Leipzig. 24 str.
 31. Timm, T., 2009. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. Lauterbornia 66: 1-235.
 32. Vallenduuk, H. J., Pillot, H. K. M., 1997. Key to the larvae of *Chironomus* in Western Europe. RIZA Rapport 97.053: 1-13 + appendices.
 33. Vallenduuk, H. J., Pillot, H. K. M., 2007. Chironomidae larvae of the Netherlands and Adjacent Lowlands: general ecology and Tanytopodinae. KNNV Publishing, Zeist. 144 str.
 34. Wiederholm, T. (ur.) 1983. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1. Larvae. Entomologica Scandinavica Suppl. 19: 1-457.
 35. Pinkster, S., 1993. A revision of the genus *Echinogammarus* Stebbing, 1899 with some notes on related genera (Crustacea, Amphipoda). Memorie del Museo Civico di Storia Naturale di Verona (2 Serie) Sezione Scienze della Vita (A. Biologia) 10: 1-183.
 36. Reslová, M., 2011. Ploštěnky (Platyhelminthes: Tricladida) v ČR. Bakalářská práce, PŘF Univerzita Karlova v Praze. 40 str.
 37. Rivošecchi, L., 1984. 28. Ditteri (Diptera) Guide per il Riconoscimento delle specie animali delle acque interne Italiane. Consiglio Nazionale delle Ricerche. Museo Civico di Storia Naturale di Verona. 177 str.
 38. Stock, J. H., 1968. A revision of the European species of the *Echinogammarus pungens*-group (Crustacea, Amphipoda). Beaufortia 16(211): 13-78.
 39. Studemann, D., Landolt, P., Sartori, M., Hefti, D., Tomka, I., 1992. Ephemeroptera (Vol. 9). Insecta Helvetica. Société Entomologique Suisse, Neuchâtel. 175 str.
 40. Timm, T., 2009. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. Lauterbornia 66: 1-235.
 41. Zwick, P., 2004. Key to the West Palearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Limnologica 34: 315-348.
 42. Waringer, J., Graf, W., 2011. Atlas der mitteleuropäischen Köcherfliegenlarven – Atlas of Central European Trichoptera Larvae. Erik Mauch Verlag, Dinkelscherben. 468 str.

5.1.4. RIBE

1. Kottelat, M., Freyhof, J., 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol. 646 str.
2. Maitland, P. S., 2000. Guide to Freshwater Fish of Britain and Europe. Hamlyn, London. 272 str.
3. Miller, P. J., Loates, M. J., 1997. Fish of Britain & Europe. Harper Collins Publishers, London. 288 str.
4. Povž, M., Sket, B., 1990. Naše sladkovodne ribe. Mladinska knjiga, Ljubljana. 369 str.

5. Vuković, T., Ivanović, B., 1971. Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo. 268 str.

5.2. BIOLOŠKI ELEMENTI PRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA

5.2.1. FITOPLANKTON

1. Cupp, E. E., 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. Bull. Scripps. Inst. Oceanogr. 5: 1-283.
2. Dodge, D., 1982. Marine dinoflagellates of the british isles. Her Majesty's Stationary Office. London.
3. Hallegraeff, G.M., Y. Hara., 1995. Taxonomy of Harmful Marine Raphidophytes. In: G.M. Hallegraeff, D.M. Anderson, A.D. Cembella, (eds.) Manual on Harmful Marine Microalgae, UNESCO.
4. Hoppenrath, M., Elbrachter, M., Drebes, G., 2009. Marine Phytoplankton. Selected microphytoplankton species from the North Sea around Helgoland and Sylt. Kleine Senckenberg-Reihe 49. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
5. Hoppenrath, M., M. A. Shauna., Chomerat, N., Horiguchi, T., 2014. Marine benthic dinoflagellates – unveiling their worldwide biodiversity. Kleine Senckenberg-Reihe 54. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), Stuttgart.
6. Horner, R.A., 2002. A Taxonomic Guide To Some Common Marine Phytoplankton. Biopress Ltd, Bristol.
7. Hustedt, F., 1930. Kryptogamen-Flora: Die Kieselalgen Deuchelands, Österreich, und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Teil I:1-920. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig.
8. Hustedt, F., 1931. Kryptogamen-Flora: Die Kieselalgen Deuchelands, Österreich, und der Schweiz mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Teil II:1-736. Akademische Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig.
9. Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, 2010. Karlson, B., Cusack, C. and Bresnan, E. (editors). Microscopic and molecular methods for quantitative phytoplankton analysis. Paris, UNESCO. (IOC Manuals and Guides, no. 55.) (IOC/2010/MG/55) pp 110.
10. Kraberg, A., Baumann, M., Durselen, C.D., 2010. Coastal phytoplankton: Photo Guide for Northern European Seas. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.
11. Malinverno, E., Dimiza, D.M., Triantaphyllou, M.V., Dermizakis, M.D., Corselli, C., 2008. Coccolithophores of the Eastern Mediterranean Sea. A look into the marine microworld. Ion Publishing Group, Peristeri.
12. Reguera, B., Alonso, R., Moreira, A., Méndez, S., Dechraoui-Bottein, M.-Y. (Eds.), 2016. Guide for designing and implementing a plan to monitor toxin-producing microalgae. 2nd Ed. Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO and International Atomic Energy Agency (IAEA), Paris and Vienna. IOC Manuals and Guides, no. 59. pp. 66.
13. Schiller, J., 1933. Dinoflagellatae. In: Kolkowitz, R., (ed.), Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Teil I.
14. Schiller, J., 1937. Dinoflagellatae. In: Kolkowitz, R., (ed.), Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Teil II.
15. Sournia, A., 1986. Atlas du phytoplankton marin. Vol.1. Introduction, Cyanophycées, Dictyophycées, Dinophycées et Raphidophycées. CNRS, Paris.
16. Tomas, C. R., 1993. Marine Phytoplankton. A Guide to Naked Flagellates and Coccolithophorids. Academic Press, Inc., San Diego, California. pp 263.
17. Tomas, C. R., 1995. Identifying Marine Diatoms and Dinoflegellates. Academic Press, Inc., San Diego, California.
18. Viličić, D., 2002. Fitoplankton Jadranskoga mora: biologija i taksonomija. Školska knjiga, Zagreb.

5.2.2. MAKROALGE PRIOBALNIH VODA

1. Braune, W., 2008. Meeresalgen. Ein Farbbildführer zu den verbreiteten benthischen Grün-Braun- und Rotalgen der Weltmeere. A.R.G. Gantner Verlag, Ruggell. 596 str.
2. Coppejans, E., 1983. Bibliotheca Phycologica. Vol 63. Iconographie d'algues Méditerranées: Chlorophyta, Phaeophyta, Rhodophyta. J. Cramer Publishing, 574 str.
3. Cormaci, M., Furnari, G., Catra, M., Alongi, G., Giaccone, G., 2012. Erratum. Flora marina bentonica del Mediterraneo: Phaeophyceae. Bollettino dell'Accademia Gioenia 45: 509-510.
4. Ercegović, A., 1952. Fauna i Flora Jadrana 2. Jadranske cistozire. (Fauna et Flora Adriatica 2. Sur les cystoseira adriatiques). Institut za oceanografiju i rbarstvo, Split. 212 str.
5. Fletcher, R. L., 1987. Seaweeds of the British Isles. Vol 3. Fucophyceae (Phaeophyceae). Part 1. British Museum (Natural History). Pelagic Publishing Ltd., London. 359 str.
6. Gómez Garreta, A., Barceló Martí, M. C., Gallardo García, T., Pérez-Ruzafa, I.M., Ribera Siguán, M. A., Rull Lluch, J., 2000. Flora Phycologica Iberica. Vol 1. Fucales. Universidad de Murcia, Murcia. 192 str.
7. Rodríguez-Prieto, C., Ballesteros, E., Boisset, F., Afonso-Carrillo, J., 2013. Guía de las macroalgas y fanerógamas marinas del Mediterráneo occidental. Ediciones Omega, Barcelona. 656 str.

5.2.3. MAKROZOOBENTOS

1. Barnich, R., Fiege, D., 2003. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Band 559. The Aphroditoidea (Annelida: Polychaeta) of the Mediterranean Sea. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh, Frankfurt am Main. 167 str.
2. Bianchi, C. N., 1981. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. AQ/1/96. 5. Policheti serpuloidi. Consiglio Nazionale delle ricerche, Genova. 187 str.
3. Böggemann, M., 2002. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Revision of Glyceridae Grube, 1850 (Annelida: Polychaeta). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh, Frankfurt am Main. 249 str.
4. Carrera-Parra, L. F., 2006. Revision of Lumbrineris de Blainville, 1828 (Polychaeta: Lumbrineridae). Zootaxa 1336: 1-64.
5. Fauchald, K., 1977. The Polychaete Worms: definition and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum Los Angeles County (Science series) 28: 1-188.
6. Fauvel, P., 1923. Faune de France 5. Polychetes errantes. Paul Lechevalier, Paris. 488 str.
7. Fauvel, P., 1927. Faune de France 16. Polychetes sedentaires. Paul Lechevalier, Paris. 494 str.
8. Laubier, L., Ramos, J., 1974. [cf. issue date 1973]. Paraonidae (Polychètes sédentaires) de Méditerranée. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, Ser. 3 113(168): 1097-1148.
9. Nikiforos, G., 2002. Fauna del Mediterraneo. Giunti Edizione, Firenze. 366 str.
10. Nordsieck, F., 1969. Die europäischen Meeresmuscheln (Bivalvia). G. Fischer Verlag, Stuttgart. 256 str.
11. Parenzan, P., 1970. Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol 1: Gasteropodi. Ed. Bios Taras, Taranto. 285 str.
12. Parenzan, P., 1974. Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol 2: Bivalvi I. Ed. Bios Taras, Taranto. 264 str.
13. Parenzan, P., 1976. Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol. 2: Bivalvi II. Ed. Bios Taras, Taranto.
14. Riedel, R., 1991. Fauna e Flora del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, Padova. 777 str.
15. San Martín, G., 2003. Fauna Ibérica. Vol. 21: Annelida Polychaeta II: Syllidae. Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC, Madrid. 554. str.
16. Tebble, N., 1966. British bivalve seashells. A handbook for identification. Trustees of the British Museum (Natural History), London. 212 str.
17. Viéitez, J. M., Alos, C., Parapar, J., Besteiro, C., Moreira, J., Núñez, J., Laborda, A. J., San Martín, J. G., 2004. Fauna Ibérica Vol. 25: Annelida, Polychaeta I. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC. Madrid. 530 str.

5.2.4. RIBE PRIJELAZNIH VODA

1. Dulčić, J., Kovačić, M., 2020. Ihtiofauna Jadranskog mora. Golden marketing Tehnička knjiga, Zagreb i Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split. 677 str.
2. Jardas, I., 1996. Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb. 533 str.
3. Jardas I., Pallaoro, A., Vrgoč, N., Jukić-Peladić, S., Dadić, V., 2008. Crvena knjiga morskih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, 396 str.
4. Mrakovčić, M., Brigić, A., Buj, I., Čaleta, M., Mustafić, P., Zanella, D., 2006. Crvena knjiga slatkovodnih riba Hrvatske. Ministarstvo kulture, Državni zavod za zaštitu prirode, Republika Hrvatska, 253 str.
5. Tiralongo, F., 2020. Blennies of the Mediterranean Sea: Biology and identification of Blenniidae Clinidae Tripterygiidae. Tiralongo, F. (privately published), 139 str.

6. PRILOZI ZA RIJEKE I JEZERA

Prilog 6.1. Operativni popis svojti fitoplanktona rijeka i jezera s pripadajućim funkcionalnim grupama

Prilog 6.2.a Memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitoplankton u rijekama

Prilog 6.2.b Memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitoplankton u prirodnim jezerima

Prilog 6.2.c Memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitoplankton u znatno promijenjenim i umjetnim jezerima

Prilog 6.3. Terenski obrazac za uzorkovanje fitoplanktona u rijekama i jezerima

Prilog 6.4. Operativni popis svojti dijatomeja u fitobentosu rijeka i jezera s indikatorskim vrijednostima za TID_{HR} za rijeke

Prilog 6.5. Referentne i najlošije vrijednosti indeksa fitobentosa specifične za određeni tip rijeke

Prilog 6.6.a Memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitobentos u prirodnim rijekama i jezerima

Prilog 6.6.b Memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitobentos u znatno promijenjenim i umjetnim rijekama

Prilog 6.6.c Memento izračuna omjera ekološke kakvoće za fitobentos u znatno promijenjenim i umjetnim jezerima

Prilog 6.7. Terenski obrazac za uzorkovanje fitobentosa u rijekama i jezerima

Prilog 6.8. Referentne zajednice makrofita prema tipu rijeke/jezera i mjernoj postaji

Prilog 6.9.a Indikatorske vrijednosti svojti makrofita prema referentnim zajednicama u rijekama

Prilog 6.9.b Indikatorske vrijednosti svojti makrofita prema referentnim zajednicama u znatno promijenjenim i umjetnim jezerima

Prilog 6.10.a Terenski obrazac za uzorkovanje makrofita u rijekama

Prilog 6.10.b Terenski obrazac za uzorkovanje makrofita u jezerima

Prilog 6.11. Operativni popis svojti makrozoobentosa rijeka i jezera s indikatorskim vrijednostima za SI_{HR} , Rfi i i indikatorskom težinom Hwi

Prilog 6.12. Referentne i najlošije vrijednosti metrika makrozoobentosa specifične za određeni tip rijeke/jezera i memento izračuna omjera ekološke kakvoće za makrozoobentos

Prilog 6.13.a Terenski obrazac za uzorkovanje makrozoobentosa u rijekama

Prilog 6.13.b Terenski obrazac za uzorkovanje makrozoobentosa u jezerima

Prilog 6.14. Operativni popis svojti riba s ekološkim značajkama

Prilog 6.15. Referentne i najlošije vrijednosti indeksa riba specifične za određeni tip rijeke/jezera i memento izračuna omjera ekološke kakvoće za ribe

Prilog 6.16. Pregled mjernih postaja na kojima prirodno nema riba

Prilog 6.17. Terenski obrazac za uzorkovanje riba u rijekama i jezerima

7. PRILOZI ZA PRIJELAZNE I PRIOBALNE VODE

Prilog 7.1. Operativni popis svojti fitoplanktona prijelaznih i priobalnih voda

Prilog 7.2. Terenski obrazac za uzorkovanje fitoplanktona u prijelaznim i priobalnim vodama

Prilog 7.3. Terenski obrazac za uzorkovanje cvjetnica u prijelaznim i priobalnim vodama

Prilog 7.4. Referentne zajednice makroalga u priobalnim vodama s razinama osjetljivosti

Prilog 7.5. Terenski obrazac za kartiranje makroalga u priobalnim vodama

Prilog 7.6. Terenski obrazac za uzorkovanje makrozoobentosa u prijelaznim i priobalnim vodama

Prilog 7.7. Terenski obrazac za uzorkovanje riba u prijelaznim vodama

Prilog 7.8. Operativni popis svojti riba prijelaznih voda s ekološkim značajkama

LITERATURA

AMBI: AZTI'S MARINE BIOTIC INDEX (V 6.0, AZTI, <https://ambi.azti.es>)

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

Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L., de Torres, M., 2007. A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 172-180.

Bennett, S., Roca, G., Romero, J., Alcoverro, T., 2011. Ecological status of seagrass ecosystems: An uncertainty analysis of the meadow classification based on the *Posidonia oceanica* multivariate index (POMI). *Marine Pollution Bulletin* 62(8): 1616-21.

Bórics, G., Várbiro, G., Grigorszky, I., Krasznai, E., Szabó, S., Kiss Keve, T., 2007. A new evaluation technique of potamo-plankton for the assessment of the ecological status of rivers. *Archiv für Hydrobiologie, Supplementband Large rivers* 161(3-4): 465-486.

Bórics, G., Wolfram, G., Chiriac, G., Belkinova, D., Donabaum, K., Poikane, S., 2018. Intercalibration of the national classifications of ecological status for Eastern Continental lakes: Biological Quality Element: Phytoplankton. EUR 29338 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.

Borja, A., Muxika, I., Franco, J., 2003. The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 46: 835-846.

Borja, A., Muxica, I., 2005. Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin* 50: 787-789.

Borja, A., Mader, J., Muxika, I., 2012. Instruction for the use of the AMBI index software (version 5.0). *Revista de Investigacion Marina* 19(3): 72-82.

Buj, I., Mustafić, P., Marčić, Z., Čaleta, M., Zanella, D., Ivić, L., Raguž, L., Horvatić, S., Karlović, R., Vajdić, S., 2020. Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za ribe u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Panonske i Dinaridske ekoregije; Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Cvitković, I., Despalatović, M., Matić Skoko, S., Ninčević Gladan, Ž., Žuljević, A., 2018. Analiza biološke metode ocjene ekološkog stanja za fitoplankton, morske cvjetnice i ribe u europskim interkalibracijskim tipovima prijelaznih voda Mediterana. Institut za oceanografiju i ribarstvo, 41.

Europska komisija, 2000. Direktiva 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike (Okvirna direktiva o vodama) (SL L 327, 22. 12. 2000.), izmijenjena Direktivom Komisije 2014/101/EU od 30. listopada 2014. o izmjeni Direktive 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike. Službeni list Europske unije L327:1-72.

Europska komisija, 2024. ODLUKA KOMISIJE (EU) 2024/721 od 27. veljače 2024. o utvrđivanju, u skladu s Direktivom 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, vrijednosti za klasifikacije u sustavima praćenja u državama članicama kao rezultat postupka interkalibracije i stavljanju izvan snage Odluke Komisije (EU) 2018/229. Službeni list Europske unije, Bruxelles, 90.

Europska komisija, 2022. Vodič za izvješćivanje o provedbi Okvirne direktive o vodama, Konačni nacrt, Bruxelles, 419.

Facca, C., Bernardi Aubry, F., Socal, G., Ponis, E., Acri, F., Bianchi, F., Giovanardi, F., Sfriso, A. 2013. Description of a Multimetric Phytoplankton Index (MPI) for the assessment of transitional waters. Mar. Pollut. Bull. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.12.025>

Giovanardi, F., Francé, J., Mozetič, P., Precali, R., 2018. Development of ecological classification criteria for the Biological Quality Element phytoplankton for Adriatic and Tyrrhenian coastal waters by means of chlorophyll a (2000/60/EC WFD). Ecological Indicators, 93: 316-333.

Gligora Udovič, M., Mihaljević, Z., Plenković-Moraj, A., Žutinić, P., Kulaš, A., Ternjej, I., Gottstein, S., Lajtner, J., Ivković, M., Previšić, A., Pozojević, I., Dorić, V., Grgić, I., Vučković, N., Bartovsky, V., Dimnjaković, M., 2020. Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitoplankton, fitobentos i makrozoobentos u jezerima; Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno – matematički fakultet, Biološki odsjek.

Gligora Udovič, M., Mihaljević, Z., Alegro, A., Buj, I., Zanella, D., Mustafić, P., Marčić, Z., Žutinić, P., Pozojević, I., Vučković, N., Kulaš, A., Šegota, V., Rimac, A., Vuković, N., Pleše, S., Renić, N., Šušnajra, M., Dorić, V., Rumišek, M., Jurina, D., Bučar, M., Dimnjaković, M., 2024. Razvoj metoda ocjene ekološkog stanja za biološke elemente kakvoće fitoplankton, fitobentos, makrofita, makrozoobentos i ribe u jezeru Kut. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Hajnal, É., Stenger-Kovács, Cs., Ács, É., Padisák, J., 2009. DILSToRE software for ecological status assessment of lakes based on benthic diatoms. Fottea 9(2): 351-354.

Hrvatske vode, 2023. Plan upravljanja vodnim područjima do 2027. Hrvatske vode, Zagreb, 648.

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

Kohler, A., 1978. Methoden der Kartierung von Flora and Vegetation von Süßwasserbiotopen. Landschaft + Stadt 10: 73–85.

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

Matoničkin Kepčija, R., Gligora Udovič, M., Alegro, A., Zanella, D., Mihaljević, Z., Šumanović, M., Žutinić, P., Šušnajra, M., Buj, I., Čaleta, M., Mustafić, P., Marčić, Z., Ivić, L., Gottstein, S., Lajtner, J., Vilenica, M., Mičetić Stanković, V., Dorić, V., Miliša, M., Dražina, T., Pozojević, I., Vučković, N., Gulin, V., Koletić, N., Rimac, A., Vuković, N., Šegota, V., Vidović, S., Horvatić, S., Karlović, R., Dimnjaković, M., Vajdić, S., Bartovsky, V., 2021. Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda - 4. dio: Tekuće Dinaridske regije. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Mihaljević, Z., Urbanič, G., Antić Žiger, H., Šolčić, I., 2016. Utvrđivanje odnosa između antropogenog opterećenja i modula opće degradacije prema makrozoobentosu u vrlo velikim rijekama (studija). Prirodoslovno - matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Biološki odsjek, Zagreb i Eko-monitoring d.o.o., Varaždin.

Mihaljević, Z., Alegro, A., Kerovec, M., Ternjej, I., Gottstein, S., Miliša, M., Matoničkin Kepčija, R., Lajtner, J., Hršak, V., Previšić, A., Gligora Udovič, M., Žutinić, P., Šegota, V., Vuković, N., Pozojević, I., Rimac, A., Dorić, V., Dimnjaković, M., Bartovsky, V., Vučković, N., Koletić, N., Vilenica, M., Mičetić Stanković, V., Bórics, G., Ács, É., Görgényi, J., Bolgovics, Á., Trábert, Z., Várbró, G., B-Béres, V., Čerba, D., Ergović, V., Koh, M., 2018. Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda - 1. dio: Stajaće Panonske ekoregije. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Mihaljević, Z., Alegro, A., Kerovec, M., Ternjej, I., Gottstein, S., Miliša, M., Matoničkin Kepčija, R., Lajtner, J., Hršak, V., Previšić, A., Gligora Udovič, M., Žutinić, P., Šegota, V., Vuković, N., Pozojević, I., Rimac, A., Dorić, V., Dimnjaković, M., Bartovsky, V., Vučković, N., Koletić, N., Vilenica, M., Mičetić

Stanković, V., Bórics, G., Ács, É., Görgényi, J., Bolgovics, Á., Trábert, Z., Várbíró, G., B-Béres, V., Čerba, D., Ergović, V., Koh, M., 2018. Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – 2. dio: Stajačice Dinaridske ekoregije. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek,

Mihaljević, Z., Urbanič, G., Ternjej, I., 2019. Sustav ocjene ekološkog stanja velikih rijeka temeljem makrozoobentos, 7. Hrvatska konferencija o vodama, Zbornik radova, Opatija.

Mihaljević, Z., Alegro, A., Gligora Udovič, M., Ternjej, I., Gottstein, S., Miliša, M., Lajtner, J., Previšić, A., Ivković, M., Žutinić, P., Vuković, N., Pozojević, I., Vučković, N., Šegota, V., Rimac, A., Koletić, N., Dimnjaković, M., Bartovsky, V., Vilenica, M., Mičetić Stanković, V., Dorić, V., Čerba, D., Ergović, V., Koh, M., Graf, W., Leitner, P., Huber, T., 2020. Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofita i makrozoobentos u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Panonske ekoregije; Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Mihaljević, Z., Gligora Udovič, M., Alegro, A., Zanella, D., Pozojević, I., Vučković, N., Žutinić, P., Šušnjara, M., Buj, I., Čaleta, M., Mustafić, P., Marčić, Z., Ivić, L., Dorić, V., Lajtner, J., Rumišek, M., Ivković, M., Vilenica, M., Previšić, A., Šumanović, M., Grgić, I., Gottstein, S., Ternjej, I., Kerovec, M., Vuković, N., Šegota, V., Koletić, N., Rimac, A., Horvatić, S., Karlović, R., Dimnjaković, M., Vajdić, S., Bartovsky, V., 2021. Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda - 3. dio: Tekućice Panonske regije. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Mihaljević, Z., Gligora Udovič, M., Alegro, A., Buj, I., Žutinić, P., Šušnjara, M., Jurina, D., Stević, F., Pozojević, I., Zanella, D., Mustafić, P., Marčić, Z., Čaleta, M., 2023. Izrada studije tipologije i klasifikacijskog sustava za ocjenu ekološkog stanja za Kopačevsko jezero u okviru Aktivnosti 7.2. projekta Naturavita. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Miliša, M., Alegro, A., Gligora Udovič, M., Mihaljević, Z., Lajtner, J., Žutinić, P., Pozojević, I., Vuković, N., Šumanović, M., Vučković, N., Kulaš, A., Šušnjara, M., Šegota, V., Koletić, N., Rimac, A., Dimnjaković, M., Bartovsky, V., Vilenica, M., Mičetić Stanković, V., Dorić, V., Pišl, Z., 2020. Analiza bioloških metoda ocjene ekološkog stanja za fitobentos, makrofita i makrozoobentos u europskim interkalibracijskim tipovima rijeka Dinaridske primorske ekoregije; Analiza utjecaja okolišnih čimbenika i antropogenih opterećenja na biološke elemente kakvoće. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

Mustafić, P., Zanella, D., Marčić, Z., Čaleta, M., Buj, I., Ivić, L., Raguž, L., Horvatić, S., Karlović, R., Vajdić, S., 2020. Sustavno ispitivanje riba u površinskim kopnenim vodama u 2019. godini i metoda ocjene ekološkog stanja riba u jezerima s europskim izvješćem. Sveučilište u Zagrebu Prirodoslovno - matematički fakultet, Biološki odsjek.

"Narodne novine", br. 96/19., 20/23. i 50/23. – ispravak. Uredba o standardu kakvoće voda.

Nikolić, V., Žuljević, A., Mangialajo, L., Antolić, B., Kušpilić, G., Ballesteros, E., 2013. Cartography of littoral rocky-shore communities (CARLIT) as a tool for ecological quality assessment of coastal waters in the Eastern Adriatic Sea. *Ecological Indicators* 34: 87-93.

Rott, E., Pfister, P., van Dam, H., Pipp, E., Pall, K., Binder, N., Ortler, K., 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Fließgewässern Österreichs, Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen. *Wasserwirtschaftskataster*. - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien.

Strickland, J.D.H., T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167: 310 pp.

Travizi, A., 2019. Analiza biološke metode ocjene ekološkog stanja za makrozoobentos u europskim interkalibracijskim tipovima prijelaznih i priobalnih voda Mediterana. Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, 15.

Üthermöhl, H., 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton Methodik. Mitt. Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. 9: 1-38.

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