

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET**

Horvatovac 102a, Zagreb



**Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i  
znatno promijenjena tijela površinskih voda – 2. dio:  
Stajaćice Dinaridske ekoregije**



**Voditelj Projekta:**

**Prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević** \_\_\_\_\_

**Dekanica Prirodoslovno-matematičkog fakulteta:**

**Prof. dr. sc. Aleksandra Čižmešija** \_\_\_\_\_

**Zagreb, 2018.**

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

**Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i  
znatno promijenjena tijela površinskih voda – 2. dio:  
Stajaćice Dinaridske ekoregije**

**Projektni tim:**

prof. dr. sc. Mladen Kerovec  
prof. dr. sc. Ivančica Ternjej  
izv. prof. dr. sc. Sanja Gottstein  
izv. prof. dr. sc. Marko Miliša  
izv. prof. dr. sc. Renata Matoničkin Kepčija  
izv. prof. dr. sc. Jasna Lajtner  
izv. prof. dr. sc. Vladimir Hršak  
doc. dr. sc. Ana Previšić  
doc. dr. sc. Marija Gligora Udovič  
dr. sc. Petar Žutinić, prof. biol.  
dr. sc. Vedran Šegota  
dr. sc. Nina Vuković  
mag. oecl. et prot. nat. Ivana Pozojević  
mag. biol. exp. Anja Rimac  
mag. biol. exp. Valentina Dorić  
Mirjana Dimnjaković  
Vladimir Bartovsky

**Voditelji pojedinih projektnih timova:**

Makrofita: izv. prof. dr. sc. Antun Alegro  
Makrozoobentos: prof. dr. sc. Zlatko Mihaljević

**Suradnici na projektu:**

mag. oecl. et prot. nat. Natalija Vučković  
mag. oecl. et prot. nat. Nikola Koletić

**Vanjski suradnici:**

dr. sc. Marina Vilenica  
dr. sc. Vlatka Mičetić Stanković

**Suradničke institucije:**

1. Centar za ekološka istraživanja, Mađarske akademija znanosti:  
Gábor Borics, Éva Ács, Judit Görgényi, Ágnes Bolgovics, Zsuzsa Trábert, Gábor Várbíró,  
Viktória B-Béres
2. Odjel za Biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku:  
Dubravka Čerba, Viktorija Ergović, Miran Koh

**Zagreb, 2018**

# Sadržaj

UVOD .....	1
1. PREGLED TIPOVA STAJAĆICA U DRŽAVAMA EU .....	2
2. PREGLED BIOLOŠKIH METODA I SUSTAVA OCJENE STAJAĆICA KOJI SE KORISTE U POJEDINIM ČLANICAMA EU .....	7
3. PREGLED TIPOVA I METODA KOJE SE KORISTE U EU DRŽAVAMA ZA OCJENU STANJA VODA STAJAĆICA KOJA NISU PRIRODNOG PORIJEKLA.....	38
4. PREGLED HIDROMORFOLOŠKIH PRITISAKA KOJI SU UZROKOM POSTANKA UMJETNIH STAJAĆICA .....	41
5. ZNAČAJKE ISTRAŽIVANIH AKUMULACIJA, UMJETNIH STAJAĆICA I RETENCIJA .....	44
6. METODE UZORKOVANJA I LABORATORIJSKE ANALIZE .....	64
7. TIPIZACIJA UMJETNIH STAJAĆICA I AKUMULACIJA.....	94
8. OPERATIVNE LISTE SVOJTI.....	99
9. OCJENA EKOLOŠKOG STANJA STAJAĆICA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA I MAKROFITA KORISTEĆI MODUL OPĆE DEGRADACIJE ZA RIJEKE .....	130
10. PREGLED KORIŠTENOG SETA PODATAKA O PRITISCIMA .....	133
11. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA UMJETNIH STAJAĆICA I AKUMULACIJA TEMELJEM FITOPLANKTONA I FITOBENTOSA .....	137
12. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA UMJETNIH STAJAĆICA I AKUMULACIJA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA .....	164
13. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA AKUMULACIJA I UMJETNIH STAJAĆICA TEMELJEM MAKROFITA.....	179
14. GRANIČNE VRIJEDNOSTI ZA DOBAR I BOLJI TE UMJEREN EKOLOŠKI POTENCIJAL ZA OSNOVNE FIZIKOLNO-KEMIJSKE POKAZATELJE.....	216
15. UKUPNA OCJENA EKOLOŠKOG POTENCIJALA TEMELJEM SVIH BIOLOŠKIH ELEMENATA KAKVOĆE .....	218
16. STRATEGIJA I PRIJEDLOG MONITORINGA.....	223
17. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA.....	227

Temeljem Ugovora od 13. rujna 2016. godine, Klasa: 325-01/16-10/2 Urbroj: 374-1-2-16-9 Evid. broj ugovora: 10-023/16, sklopljenog između Hrvatskih voda i Sveučilišta u Zagrebu, Prirodoslovno-matematičkog fakulteta započela su biološko-ekološka istraživanja akumulacija i umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije, Republike Hrvatske.

Temeljni cilj ugovornih istraživanja bio je razvoj hrvatskog klasifikacijskog sustava ekološkog potencijala za stajaćice Dinaridske ekoregije, prema kriterijima Okvirne direktive o vodama EU.

## UVOD

Od kraja 2000. godine i uvođenjem Okvirne direktive o vodama EU (ODV, 2000/60/EC), temeljem novih znanstvenih spoznaja iz područja ekologije kopnenih voda, biološka obilježja i zajednice postaju ključni u određivanju ekološkog stanja. U procjeni ekološkog stanja vodnih tijela neophodno je koristiti ključne biološke zajednice (fitoplankton, fitobentos, makrofita, beskralješnjake i ribe), odnosno biološke elemente kakvoće (BEK/Biological Quality Element, s-BQEs). Prema ODV BEK čine bazu za određivanje ekološkog stanja, a osnovni-fizikalno kemijski elementi i hidromorfološki elementi su suportivni elementi. Biološke zajednice su dobri pokazatelji kakvoće vode jer integriraju uvjete okoliša tijekom duljeg razdoblja i ne zahtijevaju učestalo uzorkovanje. Poradi zahtjeva ODV, u zemljama EU razvijeni su sasvim novi modeli i sustavi ocjene ekološkog stanja/potencijala temeljem BEK. Sustavi ocjene razvijaju se za različite tipove rijeka, jezera, prijelaznih i priobalnih voda te se inkorporiraju u monitoring programe, čiji rezultati predstavljaju bazu za donošenje odluka za provedbu mjera u Planovima upravljanja vodnim područjima.

Ekološki potencijal određuje se na onim tijelima površinskih voda koja su umjetna ili znatno promijenjena, odnosno na tijelima površinskih voda za koja se utvrdi da zbog hidromorfoloških promjena ne mogu postići dobro stanje voda. Glavni uzroci hidromorfološkog opterećenja vodnog tijela su, pored izgrađenih građevina za uređenje vodotoka i zaštitu od štetnog djelovanja voda, svi radovi i mjere kojima se omogućuje kontrolirani i neškodljivi protok voda i njihovo namjensko korištenje, kao i objekti plovnih putova i postrojenja postojećih hidroelektrana. Najčešće je riječ o višenamjenskim sustavima uređenja i korištenja voda kroz izgradnju hidroenergetskih sustava.

## 1. PREGLED TIPOVA STAJAĆICA U DRŽAVAMA EU

Akumulacije i druge umjetne slatkovodne stajaćice su lentički sustavi koji su po karakteru zajednica vrlo slični prirodnim jezerima. No, budući da se radi o znatno promijenjenom ili umjetnim vodnim tijelima ne određuje se ekološko stanje, već ekološki potencijal. Principi i sustavi ocjene sukladni su u jezerima i akumulacijama.

U zemljama članicama EU u posljednjih petnaestak godina razvijeno je 100-tinjak bioloških metoda za ocjenu ekološkog stanja jezera, temeljem svih BEK (fitoplankton, fitobentos, makrozoobentos, makrofiti i ribe). ODV je prvi međunarodni akt koji podrazumijeva od zemalja članica uspostavu međusobno usporedivih sustava ocjene ekološkog stanja/potencijala za slatkovodne ekosustave. U svrhu interkalibracije, odnosno ujednačavanja sustava ocjenjivanja ekološkog stanja na razini cijele EU, formirane su geografske interkalibracijske grupe zemalja, tzv. GIG-ovi (engl. Geographical Intercalibration Groups, Tablica 1.1). GIG-ovi uključuju države/područja sličnih geoloških i geografskih podneblja s usporedivim tipovima vodnih tijela. Sustav evaluacije i tipizacije GIG-ova temelji se na Okvirnoj direktivi o vodama (2000/60/EC; Water Framework Directive: WFD). Interkalibracija pruža mehanizam usklađivanja i provjere granice ekoloških stanja između zemalja članica GIG-a (Poikane i sur., 2014). Do sada su postupci interkalibracije provedeni na zajedničkim jezerskim tipovima. Izuzetak je jedino Mediteranski GIG, gdje su interkalibrirane isključivo fitoplanktonske metode razvijene za duboke akumulacije. Interkalibracija je provedena na akumulacijama, jer su u državama članicama prirodna jezera malobrojna i raznolika te nije prisutan dovoljan broj istih jezerskih tipova.

**Tablica 1.1.** Geografske interkalibracijske grupe i zemlje članice koje su sudjelovale u interkalibraciji bioloških metoda razvijenih za jezera (EC, 2013).

GIG za vodnu kategoriju:	Zemlje članice
<b>Stajaćice</b>	
Alpski	Austrija, Francuska, Njemačka, Italija, Slovenija, Španjolska
Istočno-kontinentalni	Bugarska, Mađarska, Rumunjska
Centralno-baltički	Belgija, Danska, Estonija, Francuska, Njemačka, Irska, Latvija, Litva, Nizozemska, Poljska, Ujedinjeno Kraljevstvo
Mediteranski	Cipar, Francuska, Grčka, Italija, Portugal, Rumunjska, Španjolska
Sjeverni	Finska, Irska, Norveška, Švedska, Ujedinjeno Kraljevstvo

## 1.1. Pregled zajedničkih tipova jezera koji su interkalibrirani u pojedinim geografskim interkalibracijskim grupama (GIG)

Interkalibracija metoda se provodi samo na zajedničkim tipovima stajaćica koje imaju pojedine zemlje unutar GIG. Slijedi pregled tipova stajaćica koji su interkalibrirani u pojedinim GIG. Kao što je vidljivo u pojedinim GIG zastupljeni su zajednički tipovi jezera, ali i akumulacija (Istočno-kontinentalni GIG tip L-EC5, Mediteranski GIG).

### 1. Alpski GIG

Ovaj interkalibracijski tip uključuje slijedeće zajedničke tipove:

- L-AL3 - Stajaćice nadmorske visine od 50 - 800 m., srednje dubine veće od 15 metara.
- L-AL4 - Stajaćice nadmorske visine od 200 - 800 m, srednje dubine od 3 do 15 metara

Sve države članice imaju razvijenu vlastitu metodologiju ocjene. Referentni uvjeti, kao i granice vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno stanje temeljene su na koncentraciji klorofila *a* (*Chl-a*) i biomasi fitoplanktona koji se razlikuju po pojedinim tipovima stajaćica.

### 2. Istočno-kontinentalni GIG

Ovaj interkalibracijski tip uključuje slijedeće zajedničke tipove:

- L-EC1 - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine do 6 metara, električne vodljivosti od 300 do 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alkaliniteta od 1 - 4 meq/L
- L-EC2 - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine do 6 metara, električne vodljivosti veće od 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alkaliniteta većeg od 4 meq/L
- L-EC3 - Stajaćice nadmorske visine od 200 do 1000 m, srednje dubine do 6 metara, električne vodljivosti od 200 - 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alkaliniteta 1 - 4 meq/L
- L-EC4 - Stajaćice nadmorske visine od 200 do 1000 m, srednje dubine veće od 6 metara, električne vodljivosti od 200 - 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alkaliniteta od 1 - 4 meq/L
- L-EC5 Akumulacije - Stajaćice nadmorske visine od 200 do 1000 m, srednje dubine veće od 6 metara, električne vodljivosti od 200 - 1000  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alkaliniteta većeg od 1 - 4 meq/L

Bugarska, Mađarska i Rumunjska imaju razvijenu vlastitu metodologiju ocjene. Mađarska i Rumunjska imaju sustave za sve tipove, dok Bugarska ima samo za tip L-EC1. Referentni uvjeti, kao i granice vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno stanje temeljene su na koncentraciji *Chl-a*, koja se razlikuje po pojedinim tipovima stajaćica te abundanciji cijanobakterija.

### 3. Centralno-baltički GIG

Ovaj interkalibracijski tip uključuje slijedeće zajedničke tipove:

- L-CB1 – Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine od 3 – 15 m i alkaliniteta većeg od 1 meq/L
- L-CB2 - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine do 3 m i alkaliniteta većeg od 1 meq/L
- L-CB3 - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine od 3 - 15 m i alkaliniteta od 0,2 - 1 meq/L

Referentni uvjeti, kao i granice vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno stanje temeljene su na koncentraciji *Chl-a*, udjelu prirodnog zemljišnog pokrova i broju stanovnika u slivnom području.

#### 4. Mediteranski GIG

Ovaj interkalibracijski tip uključuje slijedeće zajedničke tipove:

- L-M5 - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine veće od 15 m i alkaliniteta do 1 meq/L
- L-M7 - Stajaćice nadmorske visine od 200 - 800 m, srednje dubine veće od 15 m i alkaliniteta od do 1 meq/L
- L-M8 - Stajaćice nadmorske visine od 0 do 800 m, srednje dubine veće od 15 m i alkaliniteta većeg od 1 meq/L

Referentni uvjeti, kao i granica dobro/umjereno stanje temeljene su na koncentraciji *Chl-a*, ukupnom biovolumenu ( $\text{mm}^3/\text{L}$ ), biomasi fitoplanktona te postotku (udjelu) cijanobakterija.

#### 5. Sjeverni GIG

Ovaj interkalibracijski tip uključuje slijedeće zajedničke tipove:

- LN1 - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine od 3 - 15 m, alkaliniteta od 0,2 - 1 meq/L, obojanosti manje od 30 mg Pt/L
- LN2a - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine od 3 - 15 m, alkaliniteta do 0,2 meq/L, obojanosti manje od 30 mg Pt/L
- LN2b - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine veće od 15 m, alkaliniteta do 0,2 meq/L, obojanosti manje od 30 mg Pt/L
- LN3a - Stajaćice nadmorske visine do 200 m, srednje dubine od 3 - 15 m, alkaliniteta do 0,2 meq/L, obojanosti od 30 - 90 mg Pt/L
- LN5a - Stajaćice nadmorske visine od 200 - 800 m, srednje dubine od 3 - 15 m, alkaliniteta do 0,2 meq/L, obojanosti do 30 mg Pt/L
- LN6a - Stajaćice nadmorske visine od 200 - 800 m, srednje dubine od 3 - 15 m, alkaliniteta do 0,2 meq/L, obojanosti od 30 - 90 mg Pt/L
- LN8a - Stajaćice nadmorske visine do 200, srednje dubine od 3 - 15 m, alkaliniteta od 0,2 - 1 meq/L, obojanosti od 30 - 90 mg Pt/L

Referentni uvjeti, kao i granice vrlo dobro/dobro i dobro/umjereno stanje temeljene su na koncentraciji *Chl-a*.

Budući da je u ovom elaboratu naglasak na tipologiji zemalja članica u području mediteranskog krša u nastavku donosimo tipologiju stajaćica dvije relevantne zemlje članice: Italije i Grčke.

U Grčkoj su klasificirana tri tipa jezera:

1. Topla, monomiktička, duboka, prirodna jezera sa srednjom dubinom većom od 9 metara (Tip GR-SNL, 8 jezera)
2. Polimiktička, plitka, prirodna jezera sa srednjom dubinom između 3 i 9 metara (Tip GR-VSNL, 8 jezera)



## 3. Vrlo plitka jezera sa srednjom dubinom manjom od 3 metra (Tip GR-VSNL, 8 jezera)

U tablici 1.2 prikazani su tipološki deskriptori i tipovi jezera i akumulacija u Italiji.

**Tablica 1.2.** Odabrani deskriptori i tipovi jezera i akumulacija u Italiji (Ca-karbonatna, Si – silikatna podloga).

Tipovi - definicija	N	Geog. širina	Nadmor. visina (m)	Dubina		Površina (km <sup>2</sup> )	Geološka podloga
				Maks. (m)	Sred. (m)		
Niske n.m.v, karbonatne podloge, plitko, male površine	1	>44° 00'	<800	<120	<15	<100	Ca
Niske n.m.v, karbonatne podloge, duboko, male površine	2	>44° 00'	<800	<120	>15	<100	Ca
Niske n.m.v, karbonatne podloge, jako duboko, velike površine	3	>44° 00'	<800	>120	#	>100	Ca
Niske n.m.v, silikatne podloge	4	>44° 00'	<800	#	#	#	Si
Visoke n.m.v, karbonatne podloge	5	>44° 00'	>800	#	#	#	Ca
Visoke n.m.v, silikatne podloge	6	>44° 00'	>800	#	#	#	Si
Niske n.m.v, karbonatne podloge, plitko	7	<44° 00'	<800	#	<15	#	Ca
Niske n.m.v, karbonatne podloge, duboko (samo prirodna jezera)	8	<44° 00'	<800	#	>15	#	Ca
Niske n.m.v, silikatne podloge (samo akumulacije)	9	<44° 00'	<800	#	#	#	Si
Visoke n.m.v, karbonatne podloge (samo prirodna jezera)	10	<44° 00'	<800	#	#	#	Ca
Visoke n.m.v, silikatne podloge (samo akumulacije)	11	<44° 00'	>800	#	#	#	Si
vulkanski	12			vulkanskog podrijetla			
S visokim salinitetom	13			Električna vodljivost > 5000 μS/cm 20°C			

## Literatura

Poikane S, Zampoukas N, Borja A, Davies SP, van de Bund W, Birk S. 2014. Intercalibration of aquatic ecological assessment methods in the European Union: lessons learned and way forward. *Environ. Sci. Policy* 44, 237–246.

[EC] European Commission 2013. Commission Decision of 20 September 2013 Establishing, Pursuant to Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, the Values of the Member State Monitoring System Classifications as a Result of the Intercalibration Exercise. *Official Journal of the European Communities*, L266/1. European Commission, Brussels

## 2. PREGLED BIOLOŠKIH METODA I SUSTAVA OCJENE STAJAĆICA KOJI SE KORISTE U POJEDINIM ČLANICAMA EU

Efektivni biološki sustavi ocjene baziraju se na pouzdanom odzivu akvatičkih zajednica u odnosu na antropogene pritiske (Hering i sur., 2006). Razvijeni su multimetrički indeksi bazirani na metrikama koje predstavljaju značajke akvatičkih cenoza, grupiranih u pet kategorija:

- a) abundancije (brojnost ili biomasa)
- b) bogatstvo i raznolikost zajednice
- c) osjetljivost / tolerantnost pojedinih svojti
- d) autekološke značajke (trofičke kategorije, preferencije pojedinih tipova supstrata, zahtjevi prema otopljenom kisiku i sl.)

Izbor pojedinih metrika u sustavima ocjene bazira se na onima koje se značajno mijenjaju duž gradijenta pritisaka. Ocjena ekološkog stanja bazira se na otklonu u odnosu na referentne uvjete te oni predstavljaju bazu svih sustava ocjene. Konačni korak u tzv. „bioasesmentu“ predstavljaju granice klasa koje se moraju bazirati na ekološki relevantnim činjenicama i principima.

Prilikom razvoja sustava ocjene, osnovni problem predstavlja činjenica da su referentni uvjeti malobrojni, radi dugotrajnih ljudskih aktivnosti i utjecaja na sve tipove vodenih ekosustava. Stoga, polovica razvijenih bioloških sustava za ocjenu jezera, referentne uvjete procjenjuje temeljem gotovo prirodnih referentnih mjesta (engl. near-natural reference sites) u kombinaciji s dodatnim pristupima kao što su povijesni podatci, modeliranje i stručna procjena. Otprilike 40% razvijenih sustava koriste subjektivne pristupe u definiranju referentnih uvjeta, jer primjerice ne postoje jasni kriteriji za definiranje gotovo prirodnih referentnih mjesta, ne postoje relevantni podatci o karakteristikama zemljišnog pokrova u slivu ili podatci o pritiscima (Bručet i sur. 2013).

Razvijeni sustavi ocjene generalno se odazivaju na slijedeće pritiske: eutrofikacija, organsko onečišćenje, hidromorfološka degradacija, acidifikacija i ostalo (teški metali, DDT, PCB, invazivne vrste).

### 2.1. Metode ocjene ekološkog stanja jezera u zemljama članicama EU: fitoplankton

Fitoplankton predstavlja jedan od tradicionalno dominantnih elemenata koji se koristi u određivanju ekološkog stanja jezera i u razvoju sustava ocjenjivanja sukladnih s Okvirnom Direktivom o vodama (ODV). Gotovo sve države potpisnice ODV razvile su vlastite metode ocjene ekološkog stanja na osnovu fitoplanktona. Od ukupno 24 razvijene metode koje su uključene u interkalibracijsku vježbu, 18 ih je uvršteno u konačne interkalibracijske rezultate. Sve razvijene metode određuju potencijalni eutrofikacijski pritisak i temelje se na sličnim principima ocjene (Tablica 2.2):

- u svim se metodama određuje brojnost fitoplanktona izraženog kao koncentracija *Chl-a*, dok se u većini određuje i ukupan biovolumen fitoplanktona (Carvalho i sur., 2013);
- u većini se metoda određuje biovolumen cijanobakterija ili postotni udio cijanobakterija u ukupnom biovolumenu fitoplanktona kao pokazatelj rizika toksičnog cvjetanja algi (Carvalho i sur., 2013);
- sve se metode temelje na trofičkim vrijednostima vrsta ili skupina algi, npr. Brettumov indeks (Austrija, Slovenija; Brettum, 1989) i PTI indeks (Finska, Švedska; Willén, 2007). Za razliku od njih, indeksi funkcionalnosti i raznolikosti se uglavnom ne koriste, osim u slučaju Estonije koja koristi Pielou-ov indeks ujednačenosti.

Unatoč određenim različitostima u načinima uzorkovanja i vremenskom razdoblju uzorkovanja među državama članicama (Nóges i sur., 2010), sve su interkalibrirane metode pokazale značajan odnos s ukupnim fosforom (TP), dok su neke metode pokazale i značajan odnos s ukupnim dušikom (TN) i karakteristikama slivnog područja. Međutim, bilo je teško odrediti odnose u slučaju istočno-kontinentalnih jezera (EC GIG) i mediteranskih akumulacija zbog manjka dostupnih podataka (Padisák i sur., 2006) i osobitosti samih vodnih tijela. Na primjer, mediteranske su akumulacije pod utjecajem ekstremnih promjena razine vode zbog jako izraženih sezonskih varijacija klime (Marchetto i sur., 2009), dok su istočno-kontinentalna jezera prirodno eutrofni sustavi s koncentracijama hranjivih soli koje su znatno iznad graničnih vrijednosti (Borics i sur., 2013).

**Tablica 2.2.** Opis interkalibriranih metoda koji koriste fitoplankton za ocjenu ekološkog stanja stajaćica korištenih u zemljama članicama.

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
%CYA	Udio cijanobakterija (udio u ukupnom biovolumenu)	Belgija, Danska, Španjolska, Finska, Švedska	Søndegaard i sur., 2011.
%CHRY	Udio Chrysophyta (udio u ukupnom biovolumenu)	Danska	Søndegaard i sur., 2011.; Phillips i sur., 2014.
Metrika klasa algi	Indeks temeljen na biovolumenu i udjelima glavnih skupina algi u specifičnim periodima godine	Njemačka	Mischke i sur., 2008.
Indeks cvatnje	Indeks baziran na cvjetanju algi (abundancija indikatorskih svojti koje cvatu)	Nizozemska	Phillips i sur., 2014.
Brettum indeks	Indeks baziran na trofičkim vrijednostima i biovolumenu indikatorskih svojti	Austrija, Slovenija	Brettum, 1989.

Tablica 2.2. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
BV-CYA	Biovolumen cijanobakterija	Cipar, Italija (akumulacije), Poljska, Portugal, UK	Carvalho i sur., 2013.
BV-CYA <sub>max</sub>	Maksimalan biovolumen cijanobakterija zabilježen u periodu od srpnja do rujna	Norveška	Solheim i sur., 2014.
Chl- <i>a</i>	Srednja vrijednost koncentracije klorofila <i>a</i>	Austrija, Belgija, Cipar, Njemačka, Danska, Estonija, Španjolska, Finska, Irska, Italija (prirodna jezera), Italija (akumulacije), Nizozemska, Norveška, Poljska, Portugal, Švedska, Slovenija, UK	Carvalho i sur., 2013.
IGA indeks	IGA (Index Des Grups Algals) Indeks temeljen na udjelu glavnih skupina algi i njihovim trofičkim preferencijama	Cipar, Španjolska, Portugal	Catalan i Ventura, 2003.
IPI indeks	Irski fitoplanktonski indeks temeljen na indikatorskim vrijednostima i abundanciji indikatorskih svojti	Irska	Free i sur., 2006.
Med PTI indeks	Mediteranski fitoplanktonski indeks temeljen na indikatorskim vrijednostima, težinskim faktorima i biovolumenu indikatorskih svojti	Italija (akumulacije)	Marchetto i sur., 2009.

Tablica 2.2. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
PCQ indeks	Nygaard-ov modificirani koeficijent temeljen na bogatstvu svojti i trofičkim preferencijama glavnih skupina algi	Estonija	Ott i Laugaste 1996., Kangro i sur., 2005.
Opis zajednice fitoplanktona	Karakterizacija rodova skupina Cyanobacteria i Chlorococcales te broj dominantnih svojti	Estonija	Philips i sur., 2014.
Pielou-ov indeks	Indeks ujednačenosti, Omjer stvarne i maksimalne vrijednosti Shannon-ovog indeksa raznolikosti	Estonija	Philips i sur., 2014.
PTI <sub>NO</sub> indeks	Trofički indeks fitoplanktona temeljen na indikatorskim vrijednostima i udjelima indikatorskih svojti	No	Ptacnik i sur., 2009.
PTI <sub>OT</sub> indeks	Trofički indeks fitoplanktona temeljen na vrijednostima optimalne tolerancije i udjelima indikatorskih svojti	Italija	Buzzi i sur., 2009.
PTI <sub>UK</sub> indeks	Trofički indeks fitoplanktona temeljen na indikatorskim vrijednostima i biovolumenu indikatorskih svojti	Njemačka	Philips i sur., 2014.
PTSI indeks	Jezerski fitoplanktonski indeks temeljen na indikatorskim vrijednostima, težinskim faktorima i abundanciji indikatorskih svojti	Njemačka	Mischke i sur., 2008.
Indeks osjetljivosti	Broj svojti koje indiciraju uvjete s malo nutrijenata umanjeno za broj svojti koje indiciraju uvjete s mnogo nutrijenata	Danska	Philips i sur., 2014.

Tablica 2.2. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
TBV	Totalni biovolumen fitoplanktona (srednja vrijednost)	Austrija, Cipar, Njemačka, Španjolska, Finska, Italija (akumulacije), Norveška, Poljska, Portugal, Švedska, Slovenija, UK	Søndegard i sur., 2011.
TPI	Trofički indeks fitoplanktona temeljen na trofičkim vrijednostima i biovolumenu indikatorskih svojti	Švedska	Willén, 2007.; SEPA, 2000.
TPI	Trofički indeks fitoplanktona temeljen na trofičkim vrijednostima i biovolumenu indikatorskih svojti	Finska	Willén, 2007.; Tikkanen, 1986.

## 2.2. Metode ocjene ekološkog stanja jezera u zemljama članicama EU: fitobentos

Iako je fitobentos samo jedan dio BEK "makrofita i fitobentos" (Dodatak V. ODV-a), većina država članica razvila je odvojene metode ocjene na temelju makrofita i na temelju zajednice fitobentosa. No, samo je 11 od 27 država članica Europske unije sudjelovalo u interkalibraciji metodologija za fitobentos (Tablica 2.3).

Mišljenje je ekspertne grupe za fitobentos (Kelly i sur., 2014) da država članica nije u potpunosti usklađena sa zahtjevima ODV-a, ukoliko ima razvijenu metodologiju samo za jedan element. Postoje slučajevi u kojima makrofitska vegetacija neće biti pouzdan pokazatelj utjecaja hranjivih soli na litoralnu floru (poput hidromorfološkog stresa koji djeluje na jezero, nekog oblika upravljanja jezerom ili sl.), kao i slučajevi kada oba elementa različito reagiraju na promjene u njihovom okruženju (Schaumburg i sur., 2004; Moser, 2009). Sve nacionalne metode za fitobentos temelje se na sastavu i relativnoj brojnosti dijatomeja kao najboljih pokazatelja ukupne fitobentičke zajednice (Tablica 2.3). Sve metode određuju potencijalni eutrofikacijski pritisak i većina je pokazala značajan odnos s koncentracijom ukupnog fosfora (TP). Izuzetak su neke metode koje se nisu pokazale dobar odnos s ukupnim fosforom u jezerima niskog alkaliniteta, zbog kombinacija kratkog gradijenta i niskog pH.

**Tablica 2.3.** Opis interkalibriranih metoda koji koriste fitobentos za ocjenu ekološkog stanja stajaćica korištenih u zemljama članicama.

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
DARLEQ	Indeks temeljen na vrijednostima osjetljivosti na nutrijente i broj valvi indikatorskih svojti dijatomeja	UK	Bennion i sur., 2012.
EPI-D indeks	Indeks eutrofikacije/zagađenja baziran na indikatorskim vrijednostima dijatomeja, vrijednostima tolerantnosti i relativnoj abundanciji svojti dijatomeja	Mađarska	Dell'Uomo, 2004.
IBD indeks	Biološki indeks dijatomeja, temeljen na trofičkim indikatorskim vrijednostima i relativnoj abundanciji indikatorskih svojti dijatomeja	Mađarska	Lenoir i Coste, 1996., Prygiel i Coste, 2000.
Indeks referentnih vrsta GR <sub>j</sub>	Suma relativnih abundancija specifičnih dijatomejskih referentnih svojti	Poljska	Kelly i sur., 2014.
IPS indeks	Indeks specifičnih zagađenja, temeljen na vrijednostima osjetljivosti i relativnim abundancijama indikatorskih svojti	Finska, Švedska	Cemagref, 1982.; Kelly i sur., 2014.
Trofički indeks dijatomeja za jezera	Indeks baziran na vrijednostima za osjetljivost na nutrijente i abundanciji valvi indikatorskih svojti dijatomeja	Irska	Kelly i sur., 2008.; UKTAG, 2008.
PISIAD indeks	Indeks temeljen na sumi relativnih abundancija osjetljivih i tolerantnih svojti dijatomeja	Belgija	Herndrickx i Denys, 2005.; Kelly i sur., 2014.
Kvocijent referentnih vrsta RAQ	Omjer broja osjetljivih i tolerantnih svojti dijatomeja	Njemačka	Schaumburg i sur., 2004.



Tablica 2.3. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
TDIL indeks	Trofički indeks dijatomeja za jezera temeljen na trofičkim indikatorskim vrijednostima, vrijednostima tolerantnosti i abundanciji indikatorskih svojti dijatomeja	Mađarska	Stenger-Kovács i sur., 2007.
Trofički indeks jezera- TI	Trofički indeks temeljen na trofičkim indikatorskim vrijednostima te abundanciji indikatorskih svojti dijatomeja	Slovenija	Rott i sur., 1998.
Trofički indeks TJ	Trofički indeks temeljen na trofičkim indikatorskim vrijednostima te abundanciji indikatorskih svojti dijatomeja	Poljska	Kelly i sur., 2014.
Trofički indeks TI <sub>Nord</sub>	Trofički indeks temeljen na trofičkim indikatorskim vrijednostima te udjelima indikatorskih svojti dijatomeja	Njemačka	Schaumburg i sur., 2004.

### 2.3. Metode ocjene ekološkog stanja jezera u zemljama članicama EU: makrozoobentos

Makrozoobentos je ocjenjen kao najzahtjevnija grupa u ocjeni ekološkog stanja/potencijala stajaćica iz tri razloga: kompleksna biotička struktura, velika temporalna i prostorna varijabilnost. Usprkos ovim poteškoćama, ukupno dvadeset sustava koji uključuju ovu skupinu su razvijena, od kojih su njih trinaest uspješno interkalibrirani. Od 44 metrike uključene u ove nacionalne sustave, njih 42% odnosi se na metrike osjetljivosti/tolerancije (tablica 2.4). Neke su zemlje koristile tradicionalne metrike poput: ASPT indeksa (Litva i Estonija), „Benthic Quality Index“ (Švedska i Finska) i indeks zakiseljenosti (Norveška i Estonija). Većina zemlja članica razvila je vlastite indekse osjetljivosti poput: Indeks faune litorala (Slovenija), Srednja vrijednost tolerantnosti (Belgija) i LAMM indeksa (Ujedinjeno Kraljevstvo). Sedam sustava uključuju i indekse bogatstva/raznolikosti od kojih su najčešće korišteni: ukupno bogatstvo svojti (N taxa), bogatstvo svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT) te Shannon- Wienerov indeks raznolikosti. Samo četiri sustava uključuju metrike strukture zajednice, dok se metrike funkcionalnih skupina rijetko koriste.

Većina sustava koji se danas koriste temelje se na značajnim povezanostima pritiska i odziva zajednice. Bez obzira na značajnost ovih veza, dio modela pokazao je malu moć razlučivanja (objašnjavanja) varijabilnosti te se njihova ocjena na poslijetku smatrala nezadovoljavajućom. Razlog tome leži u činjenicama da zajednice imaju kompleksnu biotičku strukturu, postoji utjecaj mnogobrojnih ekoloških parametara kao i pritiska istovremeno na zajednice te postoji snažan utjecaj staništa (mikrostaništa) na kompleksnost i strukturu zajednice. Ukratko, bez obzira na

veliki značaj makrozoobentosa u ocjeni stanja stajaćica, njihov doprinos u sustavu evaluacije stajaćica danas se smatra samo parcijalno uspješnim. Postoji još mnogo neobjašnjene varijabilnosti u sastavu i strukturi ovih zajednica na vremenskom i prostornom gradijentu koje je svakako potrebno dodatno istražiti kako bi imali potpunu sliku te jasan doprinos u ocjeni stanja. U novije su vrijeme stvarani multimetrički sustavi kojima se nastoji adresirati upravo ta velika varijabilnost. Ovakvi sustavi razvijeni su zasebno za zapadnu, sjevernu, srednju te južnu Europu i Mediteran te je implementacija ovakvih sustava u nacionalnim programima važan iskorak u savladavanju limitacija zasebnog korištenja metrika.

**Tablica 2.4.** Opis interkalibriranih metoda koji koriste makrozoobentos za ocjenu ekološkog stanja stajaćica korištenih u zemljama članicama.

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
Indeks acidifikacije	Prilagođeni indeks Henriksson i Medin (sastavljen od indeksa: EPT; Prisutnost porodica Gammaridae i Crangonyctidae; Prisutnost Hirudinea, Elmidae, Gastropoda i Unionidae + Margaretiferidae; Omjer osjetljivih Ephemeroptera (Baetis, Alaintes, Labiobaetis, Nigrobaetis) i Plecoptera; Broj svojti prisutnih s obzirom na standardiziranu listu svojti	Norveška	Henriksson i Medin 1986.; Sandin i sur., 2014
ASPT indeks	Prosječna ocjena po svojti, Suma ocjena podijeljena sa brojem ocjenjenih svojti	Estonija, Litva	Armitage i sur., 1983
AWIC-indeks porodica	Indeks stanja zakiseljenosti. Prosjek ocjenjenih porodica sa AWIC liste	Norveška, Švedska	Davy – Bowker i sur., 2005.; Johnson i Goedkoop 2007.; Sandin i sur., 2014.
BQI <sub>FI</sub>	Predikcija indeksa bentičke kvalitete (BQI) linearnom regresijom gdje su logaritamske vrijednosti srednje dubine glavne varijable	Finska	Wiederholm 1980., Jyväsjärvi i sur., 2010.

Tablica 2.4. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
BQI <sub>SE</sub>	BQI baziran na indikatorskim vrijednostima i abundancijom ličinaki trzalaca u profundalu	Švedska	Wiederholm 1980., Johnson i Goedkoop 2007.
CEP brojnost svojti	Broj svojti Coleoptera, Ephemeroptera i Plecoptera	Litva	Sidagyte i sur., 2013.
CPET indeks	Tehnika svlakova trzalaca, srednja vrijednost trofičkog učinka svih svojti trzalca	UK	Russe 2010.
DP%	Relativna abundancija pozitivno dominantnih svojti u uzorku	Nizozemska	Knoben i sur., 2007
DN%	Relativna abundancija negativno dominantnih svojti u uzorku	Nizozemska	Knoben i sur., 2007
Bogatstvo svojti Ephemeroptera	Broj svojti vodencvjetova	Norveška, Švedska	Johnson i Goedkoop, 2007.; Sandin i sur., 2014.
Bogatstvo EPT svojti	Bogatstvo svojti skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera	Belgija, Estonija	Lenat, 1988.; Timm i Möls, 2012.
Bogatstvo ETO svojti	Bogatstvo svojti skupina Ephemeroptera, Trichoptera, Odonata	Njemačka	Miler i sur., 2013
Fauna indeks	Indeks na temelju abundancije i indikatorske vrijednosti pojedinih svojti (koristi se za ocjenu morfološkog pritiska)	Njemačka	Miler i sur., 2013
Bogatstvo svojti Gastropoda	Broj svojti Gastropoda	Norveška, Švedska	Johnson i Goedkoop, 2007.; Sandin i sur., 2014.
Hill-ov broj	Eksponecijalna funkcija Shannon-Weaverovog indeksa	Litva	Shannon i Weaver 1949.; Hill 1973.

Tablica 2.4. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
KM%	Relativno bogatstvo indikatorskih vrsta u uzorku	Nizozemska	Knoben i sur., 2007
KM% (taxa)	Relativno bogatstvo indikatorskih vrsta u uzorku, specifično po staništima	Nizozemska	Knoben i sur., 2007
LAMM indeks	Metrika acidifikacije temeljen na makrozoobentosu stajaćica. Temeljen na osjetljivosti svojti na zakiseljavanje i abundanciji istih.	UK	McFarland i sur., 2010.
Indeks faune litorala	Suma vrijednosti osjetljivosti porodica na degradaciju obalnog pojasa	Slovenija	Urbanič, 2014.
Margalef indeks raznolikosti	Broj svojti umanjen za jedan i podijeljen sa ln (broja jedinki)	Slovenija	Margalef, 1958.
Srednja vrijednost tolerantnosti	Srednja vrijednost tolerantnosti svih prisutnih svojti. Popis svojti i vrijednosti u Gabriels i sur., 2009.	Belgija	Gabriels i sur., 2009.; Böhmer i sur., 2014.
Broj osjetljivih svojti	Broj prisutnih svojti sa vrijednošću tolerantnosti $\geq 6$ , bez EPT svojti	Belgija	Gabriels i sur., 2009.; Böhmer i sur., 2014.
r/k omjer	Omjer između svojti različitih reproduksijskih strategija	Njemačka	Miler i sur., 2013.
RA staništa lital	Relativna abundancija svojti koje kao stanište preferiraju lital (kamene podloge)	Njemačka	Miler i sur., 2013.
RA predatora	Relativna abundancija (%) predatora u uzorku	Švedska	Johnson i Goedkoop 2007.
RA dvokrilaca	Relativna abundancija (%) dvokrilaca u uzorku	Švedska	Johnson i Goedkoop 2007.

Tablica 2.4. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
RA vodencvjetova	Relativna abundancija (%) vodencvjetova u uzorku	Švedska	Johnson i Goedkoop 2007.
RA sakupljača	Relativna abundancija (%) trofičke funkcionalne skupine sakupljača u uzorku	Njemačka	Miler i sur., 2013
RA COP	Relativna abundancija (%) Coleoptera, Odonata i Plecoptera u uzorku	Litva	Sidagyte i sur., 2013.
RA vretenaca	Relativna abundancija (%) vretenaca u uzorku		Miler i sur., 2013
Shannon-Wiener indeks raznolikosti	$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ S= broj svojti, pi= relativna abundancija svojte i	Belgija, Estonija, Njemačka	Shannon i Weaver 1949
Švedski indeks acidifikacije	Multimetrički indeks temeljen na pet kategorija: prisutnost EPT svojti, prisutnost vrsta <i>Gammarus</i> spp., prisutnost svojti osjetljivih na acidifikaciju, omjer broja jedinki <i>Baetis</i> spp. i Plecoptera, Ukupan broj svojti	Estonija	Henriksson i Medin 1986.; Johnson 1999.; Timm i Möls 2012.
Ukupan broj (bogatstvo) svojti	Ukupan broj (bogatstvo) svojti, temeljen na specificiranim razinama determinacije pojedinih skupina	Belgija, Estonija, Slovenija	Gabriels i sur., 2010.

RA – relativna abundancija

## 2.4. Metode ocjene ekološkog stanja jezera u zemljama članicama EU: makrofiti

Svaka od metoda temelji se na (i) određivanju abundancije makrofitske vegetacije koja se, ovisno o državi izražava na različite načine (npr. kao dubina kolonizacije, množinom submerzne vegetacije, ukupnom pokrovnošću, srednjom pokrovnošću itd.), (ii) određivanju sastava makrofitske vegetacije (temelji se na izražavanju sastavu vrsta, bilo ukupnog, bilo indikatorskih vrsta ili odabranih vrsta) i (iii) izračunu indeksa koji pokazuju odgovor na pritiske. Tu postoji velik broj predloženih indeksa koji u većoj ili manjoj mjeri odgovaraju na pritiske (eutrofikacija, hidromorfološke modifikacije i opća degradacija) koji su izraženi indikatorima pritiska (relativna učestalost makrofiti, ukupni fosfor, ukupni dušik, *klorofil a* i prozirnost). Neke od nacionalnih

metoda uključuju i (iv) mjere funkcionalne različitosti ili bogatstva makrofita (npr. životni oblici, morfološke grupe, zoniranost vegetacije i raznolikost zajednica) (tablica 2.5) (Poikane i sur. 2015).

**Tablica 2.5.** Opis interkalibriranih metoda koji koriste makrofite za ocjenu ekološkog stanja stajaćica korištenih u zemljama članicama.

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
% Chara spp.	Postotni relativni udio svih svojti Chara spp. Samo za stajaćice sa alkalinitetom > 100 mg/L CaCO <sub>3</sub>	Irska	Free i sur., 2006.; Portielje i sur., 2014.
% Elodea spp.	Postotni relativni udio svih svojti Elodea spp.	Irska	Free i sur., 2006.; Portielje i sur., 2014.
% tolerantnih svojti	Postotni relativni udio tolerantnih svojti (sa vrijednostima TP>25 µg/L, Free i sur., 2006.)	Irska	Free i sur., 2006.; Portielje i sur., 2014.
Abundancija osjetljivih/tolerantnih svojti	Relativna abundancija vrsta Chara tomentosa / Chara hispida, Cladium mariscus (samo za priobalne stajaćice)	Estonija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija osjetljivih/tolerantnih svojti	Relativna abundancija vrsta Potamogeton perfoliatus / P. lucens (samo za stajaćice sa visokim alkalinitetom)	Latvija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija ceratofilida/ lemnida	Relativna abundancija porodica ceratofilida/ lemnida (samo za stajaćice sa visokim alkalinitetom)	Estonija, Latvija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija harofita / briofita	Relativna abundancija porodica harofita/ briofita (samo za stajaćice sa visokim alkalinitetom)	Estonija, Latvija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija elodeida	Relativna abundancija elodeida (samo za stajaćice sa niskim alkalinitetom)	Estonija, Latvija	Portielje i sur., 2014.

Tablica 2.5. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
Abundancija nitastih alga	Relativna abundancija nitastih alga (samo za stajaćice sa visokim alkalinitetom)	Estonija, Latvija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija flotantnih svojti	Relativna abundancija flotantnih svojti ( <i>Potamogeton natans</i> , <i>Nuphar lutea</i> , <i>Nyphaea candida</i> , <i>N. alba</i> ) (samo za stajaćice sa niskim alkalinitetom)	Latvija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija helofita	Relativna abundancija helofita <i>Acorus calamus</i> , <i>Butomus umbellatus</i> , <i>Glyceria maxima</i> itd. (samo za stajaćice sa niskim alkalinitetom)	Latvija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija izoedita	Relativna abundancija izoetida (samo za stajaćice sa niskim alkalinitetom)	Estonija, Latvija	Portielje i sur., 2014.
Abundancija submerzne vegetacije	Procjena abundancije submerzne vegetacije za cijelu stajaćicu	Belgija	Leysen i sur., 2005; Portielje i sur., 2014.
Prosječna dubina prisutnosti	Srednja vrijednost svih izmjerenih dubina na kojima su zabilježeni makrofiti (flotantni i submerzni)	Irska	Free i sur., 2006.; Portielje i sur., 2014.
Dubina kolonizacije	Maksimalna dubina kolonizacije submerznih makrofita	Austrija, Danska, Estonija, Irska, Italija, Njemačka, Litva, Latvija, Slovenija	Søndergaard i sur., 2010. i 2013.
Indeks kolonizacije	Omjer površine vegetacije i potencijalne fitolitoralne površine s granicom izobate dubine 2,5 metara (za stajaćice do 2,5 metra dubine)	Poljska	Ciecierska i Kolada 2014.; Portielje i sur., 2014

Tablica 2.5. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
Dubinska granica za harofite	Maksimalna dubina kolonizacije Charophyta	Slovenija	Pall i sur., 2014.
Dubinska granica za mahovine	Dubinska granica za mahovine (samo za stajačice sa niskim alkalinitetom i srednjom dubinom većom od 3 metra)	Estonija, Latvija	Portielje i sur., 2014.
Opis zajednice makrofita	Najvažnije svojite rangirane prema abundanciji (npr., <i>Elodea</i> , <i>Potamogeton</i> , Charophyta za stajačice sa niskim alkalinitetom, umjerenog statusa)	Estonija, Latvija	Portielje i sur., 2014.
Indeks sličnosti	Bray-Curtis udaljenost između trenutnog i referentnog transekta izračunatog korištenjem maksimalne abundancije u različitim dubinskim zonama	Italija	Oggioni i sur., 2011.; Pall i sur., 2014.
Indeks disturbancije	Indeks osjetljivosti temeljene na vrijednosti uznemiravanja i abundanciji indikatorskih svojti osjetljivih na disturbancije	Belgija	Leysen i sur., 2005; Portielje i sur., 2014.
Dominacija odabranih svojti	Dominantne sastojine <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>C. submersum</i> , <i>Elodea canadensis/nuttalli</i> , <i>Myriophyllum spicatum</i> , <i>Najas marina</i> subsp. <i>intermedia</i> ili <i>Potamogeton pectinatus</i>	Njemačka	Schaumburg i sur., 2004.
Dominacija odabranih svojti	Dominantne sastojine <i>Ceratophyllum demersum</i> , <i>C. submersum</i> , <i>Elodea canadensis</i> , <i>Najas marina</i> ili <i>Potamogeton pectinatus</i>	Liva	Portielje i sur., 2014
Metrika formi rasta	Forme rasta (sumerzni, emerzni, flotantne alge, amfibijski) pokrov izražen u postotku (%) ukupne površine	Nizozemska	Portielje i sur., 2014



Tablica 2.5. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
IBML indeks	Indeks osjetljivosti temeljen na indikatorskim vrijednostima i abundanciji indikatorskih svojti	Francuska	Pall i sur., 2014.
Metrike indikatorskih vrsta	Indeks izračunat na temelju specifičnih karakterističnih svoti, njihovih ocjena i abundancije	Nizozemska	Portielje i sur., 2014
Invazivne vrste	Abundancija egzotičnih svojti (Celesti-Grapow i sur., 2010) izražena kao udio ovih svojti u ukupnoj abundanciji	Italija	Oggioni i sur., 2011.; Pall i sur., 2014.
LMNI indeks	Indeks makrofita i hranjivih tvari stajaćica, izračunat kao srednja vrijednost ocjene makrofita prema preferenciji za hranjive tvari	Ujedinjeno Kraljevstvo	Willby i sur., 2009.
Morfološki oblici makrofita	Definiranje očekivanog spektra svih morfoloških oblika makrofita na za svaku stajaćicu	Belgija	Leysen i sur., 2005; Portielje i sur., 2014.
Srednja vrijednost pokrova	Srednja vrijednost pokrova hidrofita izračunata kao suma relativnih udjela svih svojti podijeljena sa brojem svojti	Ujedinjeno Kraljevstvo	Willby i sur., 2009.
Broj funkcionalnih skupina	Broj funkcionalnih skupina prisutnih u stajaćici	Ujedinjeno Kraljevstvo	Willby i sur., 2009.
Broj svojti	Ukupan broj svojti prisutnih u stajaćici	Latvija, Ujedinjeno Kraljevstvo	Portielje i sur., 2014.; Willby i sur., 2009.
Pielou-ov indeks	Indeks ujednačenosti, Omjer stvarne i maksimalne vrijednosti Shannon-ovog indeksa raznolikosti	Poljska	Ciecierska i Kolada 2014.; Portielje i sur., 2014
Trofičke vrijednosti za biljke	Prosjek svih trofičkih vrijednosti za pojedine svojte temeljene na vrijednostima ukupnog fosfora u proljetno vrijeme kad su svojte prisutne	Irska	Free i sur., 2006.; Portielje i sur., 2014.

Tablica 2.5. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
PMA indeks	Postotni model afiniteta, indeks mjera slčnosti zajednice makrofita sa modeliranom zajednicom referentnih uvjeta	Finska	Novak i Bode, 1992.; Hellsten i sur., 2014.
Prisustnost indikatorskih svojti	Prsutnost svojti koji indiciraju uvjete sa niskom koncentracijom hranjivih tvari	Danska	Søndergaard i sur., 2010.; Portielje i sur., 2014.
PTST indeks	Udio tipskih svojti (referentnih) u ukupnom broju svojti	Finska	Leka i sur., 2008.; Hellsten i sur., 2014.
Referentni indeks	Indeks izračunat temeljem abundancije osjetljivih, indiferentnih i tolerantnih svojti	Njemačka	Schaumburg i sur., 2004.
Referentni indeks	Indeks izračunat temeljem abundancije osjetljivih, indiferentnih i tolerantnih svojti	Litva	Portielje i sur., 2014.
Relativni pokrov nitastih algi	Udio pokrova nitastih algi izražen u postotcima (od ukupnog makrofitskog pokrova)	Ujedinjeno Kraljevstvo	Willby i sur., 2009.
Indeks sastava vrsta	Sličnost promatrane i modelirane referentne zajednice izražene u udaljenosti Bray-Curtis indeksa sličnosti	Austrija	Beals, 1984.; Pall i Moser, 2009.
Ukupni pokrov	Srednja vrijednost relativnog pokrova submerznih makrofita u plitkim jezerima (do 3 metra dubine)	Danska	Søndergaard i sur., 2010.; Portielje i sur., 2014.
Trofički indeks	Indeks temeljen na indikatorskim vrijednostima i abundanciji svake svojte u različitim dubinskim zonama	Austrija, Slovenija	Melzer i sur., 1988.; Melzer, 1999.; Pall i Moser, 2009.
Trofički indeks	Razlika između broja tolerantnih i osjetljivih svojti	Finska	Penning i sur., 2008.; Hellsten i sur., 2014.

Tablica 2.5. Nastavak

Metrika	Opis	Zemlja članica	Referenca
Trofički indeks	Indeks izračunat korištenjem indikatorskih vrijednosti svojti makrofita	Norveška	Hellsten i sur., 2014.
Trofički indeks	Indeks osjetljivosti temeljen na trofičkim vrijednostima indikatorskih svojti	Italija	Oggioni i sur., 2011.; Pall i sur., 2014.
Indeks sastava zajednice specifičnih svojti	Indeks temeljen na vrijednostima indikatorskih svojti specifičnih za pojedine tipove stajaćica	Belgija	Leysen i sur., 2005; Portielje i sur., 2014.
Indeks zonacije specifičnih svojti	Definiranje specifičnih svojti makrofita u pojedinim zonama stajaćica	Austrija	Pall i Moser, 2009.
Gustoća vegetacije	Sveukupna abundancija makrofita, izračunata kao kumulativni indeks mase bilja	Austrija	Pall i Moser, 2009.; Pall i sur., 2014.

## 2.5. Pregled nacionalnih metoda, bioloških elemenata kakvoće i relevantnih indeksa za ocjenu stanja stajaćica koje se koriste u članicama Unije i nalaze se u području mediteranskog krša

Glavne poteškoće u procjeni jezera u području Mediterana su mala brojnost i velika raznolikost prirodnih jezera. U cijeloj mediteranskoj regiji analizirano je 257 stajaćica (uglavnom u Španjolskoj, 84 %), a uključene su mnoge stajaćice koje zauzimaju površinu manju od 0,5 km<sup>2</sup>. Jezera su vrlo raznolika: primjerice u mediteranskom djelu Italije ima 13 jezera uključujući jezero Pergusa – jedinstveno slano jezero u Europi, Trazimensko jezero – vrlo veliko plitko jezero te nekoliko vulkanskih jezera različitih dubina. Unatoč učestalim naporima unutar mediteranske interkalibracijske grupe, interkalibracija prirodnih jezera mediteranske regije nije bila moguća zbog nedovoljnog broja jezera unutar istog tipa. Ipak, mediteranske zemlje moraju razviti metode za evaluaciju ekološkog stanja/potencijala jezera i akumulacija, iako taj razvoj ometa ograničena količina dostupnih podataka te visoka varijabilnost bioloških zajednica i fizikalno – kemijskih karakteristika vode između godina, ali i unutar jedne godine.

Iz gore navedenih razloga do sada nije pokrenuta interkalibracija za biološke elemente makrozoobentos, fitobentos i makrofita. Završen je interkalibracijski proces jedino za BEK fitoplankton i to za akumulacije.

Metode koje su razvijene u zemljama članicama za ocjenu akumulacija u Mediteranu, dizajnirane su za procjenu utjecaja eutrofikacije, kao najrelevantnijeg pritiska u ovoj regiji. Cipar i Portugal imaju sustav razvijen za dvije kategorije ekološkog potencijala: dobar i nezadovoljavajući; Rumunjski sustav ima granice za tri kategorije ekološkog potencijala: visok, dobar i umjeren ekološki potencijal, dok Španjolska, Italija i Francuska imaju razvijen sustav ocjene s pet kategorija, koje su sukladne kategorijama ekološkog stanja.

Prikaz metoda, indeksa i metrika za ocjenu stajačica temeljem fitoplanktona u zemljama članicama koje su sudjelovale u postupku interkalibracije (Mediteranski GIG) prikazan je u tablicama 2.6. i 2.7.

**Tablica 2.6.** Pregled metoda ocjene stajačica temeljem fitoplanktona u državama članicama koje su sudjelovale u MED-GIG interkalibracijskoj grupi.

Država članica	Metoda	Status nacionalne metode
Cipar (Akumulacije)	Novi mediteranski sustav procjene za akumulacije - Fitoplankton  (NMASRP)	Finalizirano i službeno dogovoreno
Francuska (Jezera i akumulacije)	Indeks jezerskog fitoplanktona (IPLAC)	Finalizirano i službeno dogovoreno
Italija (Akumulacije)	Nova talijanska metoda (NITMET)	Finalizirano i službeno dogovoreno
Italija (Jezera)	Talijanske metode za jezera (ITMET)	Finalizirano i službeno dogovoreno
Portugal (Akumulacije)	Metoda procjene biološke kakvoće u akumulacijama- Fitoplankton  (Novi mediteranski sustav procjene za akumulacije NMASRP)	Finalizirano i službeno dogovoreno
Rumunjska (Akumulacije)	Rumunjski sustav procjene za akumulacije- Fitoplankton	Finalizirano i službeno dogovoreno
Španjolska (Akumulacije)	Mediteranski sustav procjene za akumulacije- Fitoplankton (MASRP)	Finalizirano i službeno dogovoreno

**Tablica 2.7.** Pregled indeksa i metrika koje se koriste u zemljama članicama koje su sudjelovale u MED-GIG interkalibracijskoj grupi.

Država članica	Metrika biomase	Metrika sastava zajednice	Metrika cvjetanja algi	OEK
Cipar	Koncentracija Chl- <i>a</i> Ukupni biovolumen	IGA indeks	Biovolumen cijanobakterija	Aritmetička sredina OEK nakon normalizacije
Italija - akumulacije	Koncentracija Chl- <i>a</i> Ukupni biovolumen	MedPTI indeks	Biovolumen cijanobakterija	Aritmetička sredina OEK nakon normalizacije
Italija - jezera	Koncentracija Chl- <i>a</i> Ukupni biovolumen	MedPTI indeks % Cyanobacteria	Metrika nije uzeta u obzir	Aritmetička sredina OEK nakon normalizacije
Francuska	Metrika MBA biomase bazirana na Chl- <i>a</i>	MCS specifična kompozicijska metrika	Metrika nije uzeta u obzir	Ponderirani prosjek OEK nakon normalizacije
Portugal	Koncentracija Chl- <i>a</i> Ukupni biovolumen	IGA indeks	Biovolumen cijanobakterija	Aritmetička sredina OEK nakon normalizacije
Rumunjska	Koncentracija Chl- <i>a</i> Ukupni biovolumen	Ukupni broj svojti % cijanobakterija  Shannon-Wiener Indeks raznolikosti	Metrika nije uzeta u obzir	Ponderirani prosjek metrika
Španjolska	Koncentracija Chl- <i>a</i> Ukupni biovolumen	% cijanobakterija IGA indeks	Metrika nije uzeta u obzir	Aritmetička sredina OEK nakon normalizacije

Temeljem jedinstvene baze podataka utvrđeno je da u MED-GIG interkalibracijskoj grupi postoje 2 zajednička tipa, koja su i interkalibrirana s zajedničkim granicama za dobar ekološki potencijal (tablica 2.8).

**Tablica 2.8.** Zajednički tipovi akumulacija u MED-GIG interkalibracijskoj grupi.

Tip	Opis	Nadmorska visina (m)	Srednja godišnja količina padalina (mm) i T (°C)	Sred. dubina (m)	Površina (km <sup>2</sup> )	Površina slivnog područja (km <sup>2</sup> )	Alkalinitet (meq/L)
L-M5/7	Velike, duboke akumulacije u silikatnoj podlozi, „kišnog“ režima	<1000	>800 i/ili <15	>15	0,5-50	<20000	<1
I-M8	Velike, duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi	<1000	-	>15	0,5-50	<20000	>1

Tip L-M5/7 dijele slijedeće članice: Grčka, Francuska, Italija, Portugal, Rumunjska, Španjolska, dok tip je Tip L-M8 zajednički za Cipar, Francusku, Italiju, Rumunjsku i Španjolsku.

U nekim slučajevima, premda je interkalibracijska tipologija bazirana na istim deskriptorima, pojedina se akumulacija, ovisno o nacionalnoj tipologiji, može tipizirati različito. Primjeri ovoga su:

- Interkalibracijska tipologija razdvaja akumulacije „kišnih“ i „sušnih“ područja s obzirom na količinu padalina i temperaturu, dok se u Španjolskoj razlika između ova dva tipa determinira evapotranspiracijom
- Interkalibracijska tipologija razdvaja akumulacije karbonatnih i silikatnih podloga na temelju alkaliniteta, dok se u Rumunjskoj razlika između ova dva tipa determinira geološkom podlogom bazena akumulacije

## 2.6. Odabir postaja maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) u MED-GIG interkalibracijskoj grupi

### Kriterij pritiska

Prvi korak u odabiru postaja maksimalnog ekološkog potencijala je ocjena postaja temeljem uporabe zemljišta unutar slivnog područja. Kriteriji na različite pritiske bili su sljedeći:

- Postotak urbanih i industrijskih područja (CLC kategorija 1)
- Postotak intenzivne poljoprivrede (CLC kategorije 2.1, 2.2, 2.4.1, 2.4.2)
- Postotak prirodnih i poluprirodnih površina (CLC kategorije 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3, 3.2, 3.3, 4 i 5)

Dodatni pritisci u razmatranju postaja maksimalnog ekološkog potencijala su: gustoća stanovništva u slivnom području te ukupna koncentracija fosfora.

Kriterij pritiska funkcionira po principu dvije granice:

- Granica odbijanja (ako postaja premašuje jednu od zadanih granica odbijanja, automatski se isključuje iz odabira MEP postaja)
- Granica referentnog stanja (postaja mora biti unutar granica za referentno stanje u barem tri od pet kriterija)

U tablici 2.9 prikazani su kriteriji referentnih uvjeta i maksimalnog ekološkog potencijala

**Tablica 2.9.** Granice odbijanja i referentnog stanja za parametre u slivu: ALU% - „Artificial land use“ = urbana i industrijska područja; IA% - postotni udio intenzivne poljoprivrede; NASN%- prirodna i poluprirodna područja; PD - gustoća stanovništva; TP - ukupan fosfor.

	ALU (%)	IA (%)	NASN (%)	PD (stanovnik/km <sup>2</sup> )	TP (µgP/L)
Granica odbijanja	<4	<20	>70	<30	<30
Granica referentnog stanja	<1	<10	>80	<10	<12

#### Biološki kriterij

Biološke metrike korištene u odabiru postaja MEP su: koncentracija klorofila *a*, biovolumen, IGA i % cijanobakterija. Ako postaja ima dvije ili više metrike čije su vrijednosti ispod granice dobar/umjeren ona se isključuje iz razmatranja kao postaja sa MEP.

Drugi kriterij je da preostale postaje nemaju niti jednu iznimno lošu vrijednost metrike. Drugim riječima, ako je vrijednost ijedne metrike unutar raspona donjeg 25% percentila, postaja se isključuje iz razmatranja kao referentna te se smatra „nesigurnom“- kategorija A1.

U kategoriju A2 ubrajamo postaje koje imaju sve biološke metrike iznad granice dobro/umjeren, ali su isključene po kriteriju pritiska. Ove postaje također smatramo „nesigurnima“.

U tablici 2.10. navode se mediteranske akumulacije koje udovoljavaju uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala.

**Tablica 2.10.** Akumulacije maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) korištenih u interkalibracijskom procesu. CA - karbonatna podloga i „sušna“ područja; CW - karbonatna podloga i „kišna“ područja; SA - silikatna podloga i „sušna“ područja; SW - silikatna podloga i „kišna“ područja.

Zemlja	Ime akumulacije	Tip	Nacionalni ekološki potencijal	Ekološki potencijal
Cipar	Laefkara	CA	MEP	MEP
Cipar	Kannaviou	CA	MEP	A1
Španjolska	Tous	CA	MEP	A2
Španjolska	Grado 1	CA	MEP	MEP
Španjolska	El Portillo	CA	MEP	MEP
Španjolska	San Clemente	CA	MEP	A2
Španjolska	Camarasa	CA	MEP	A1
Španjolska	Arquillo de San Blas	CA	MEP	A2
Španjolska	Tranco de Beas	CA	MEP	MEP
Španjolska	Vadiello	CW	MEP	MEP
Španjolska	Mediano	CW	MEP	MEP
Španjolska	Belena	CW	MEP	A1
Španjolska	Montearagon	CW	MEP	A1
Španjolska	Mansilla	CW	MEP	MEP
Španjolska	Riano	CW	MEP	MEP
Španjolska	Porma	CW	MEP	MEP
Španjolska	Barrios de Luna	CW	MEP	MEP
Španjolska	La Requejada	CW	MEP	MEP
Španjolska	Itoiz	CW	MEP	A1
Španjolska	Ordunte	CW	MEP	A2
Španjolska	Tanes	CW	MEP	A1
Portugal	Beliche	SA	MEP	A2



Tablica 2.10. Nastavak

Zemlja	Ime akumulacije	Tip	Nacionalni ekološki potencijal	Ekološki potencijal
Portugal	Santa Clara	SA	MEP	A2
Portugal	Odeleite	SA	MEP	A2
Španjolska	Rumblar	SA	MEP	MEP
Španjolska	Yeguas	SA	MEP	MEP
Španjolska	Andevalo	SA	MEP	A2
Španjolska	Chanza	SA	MEP	MEP
Grčka	Tehniti Tavropou	Limni SW	MEP	MEP
Portugal	Santa Luzia	SW	MEP	MEP
Portugal	Castelo de Bode	SW	MEP	A2
Portugal	Villarinho Furnas	das SW	MEP	MEP
Rumunjska	Valea de Pesti	SW	MEP	MEP
Rumunjska	Polana Uzului	SW	MEP	MEP
Rumunjska	Vidraru	SW	MEP	MEP
Španjolska	Camporredondo	SW	MEP	A1
Španjolska	Uzqulza	SW	MEP	MEP
Španjolska	San Sebastian	SW	MEP	MEP
Španjolska	Bao	SW	MEP	MEP
Španjolska	Salime	SW	MEP	A1
Španjolska	Doiras	SW	MEP	MEP
Španjolska	La Cohillia	SW	MEP	MEP
Španjolska	El Atazar	SW	MEP	MEP
Španjolska	Las Portas	SW	MEP	A2
Španjolska	Cenza	SW	MEP	MEP
Španjolska	Anarbe	SW	MEP	MEP
Španjolska	Matalavilla	SW	MEP	MEP

## 2.7. Problematika bioloških elemenata u Mediteranu koji nisu interkalibrirani

Kao što je ranije i napomenuto radi velike heterogenosti stajaćica i jezera u području Mediterana i malog broja zajedničkih tipova do sada nisu provedeni postupci interkalibracije za makrofita, makrozoobentos i fitobentos. Od svih razvijenih metoda, sve nisu mogle ući u sustav interkalibracije, iako zadovoljavaju standarde ODV-a. Međusobno su usporedive samo one metode koje se baziraju na istim principima i koje pokazuju odziv na slične antropogene pritiske. Primjerice ODV komplementarne metode koje se baziraju na zajednicama makrozoobentosa sublitorala i profundala (Rosaro i sur. 2007, Ntislidou i sur. 2016), koje su primjerice razvijene u Italiji i Grčkoj nisu usporedive s onima koje se temelje na zajednicama litorala, iako imaju odziv na isti pritisak – eutrofikaciju. Budući da je veći broj zemalja razvio metode koje se baziraju na makrozoobentosu litorala, one su i sudjelovale u procesu interkalibracije. Također zemlje koje nisu razvile vlastite metode, a sudjelovale su u procesu interkalibracije, ostavljena im je mogućnost da odaberu zajedničke metrike koje su se bazirane na podacima čitave interkalibracijske grupe i s njima vezane granice klasa.

Kako dosad nije interkalibrirana ni jedna metoda iz sredozemnih zemalja za ocjenu ekološkog stanja jezera na temelju makrofita donosimo opis metode razvijene za Grčku (Zervas i sur. 2018) koja se temelji na metodi razvijenoj za Poljsku, odnosno za potrebe paneuropske interkalibracije. Metoda se naziva HeLM (Hellenic Lake Macrophyte Assessment Method) i temelji se na dvije metrike – modificiranom trofičkom indeksu i maksimalnoj dubini kolonizacije koje kvantificiraju stupanj promjene u makrofitskoj vegetaciji kao odgovor na eutrofikaciju i opću degradaciju. Metoda je razvijena na temelju podatka sa 16 grčkih jezera. Omjeri ekološke kakvoće izračunati su za svaku od metrika i za svako jezero, te je na temelju njih određeno ekološko stanje i granice klasa. Uspješnost metode potvrđena je izračunom korelacija između pojedinih metrika i ukupnih HeLM vrijednosti s uobičajenim indikatorima pritiska kao što su ukupni fosfor, *Chl-a* i prozirnost.

Makrofitima su obuhvaćene sve kritosjemenjače (helofiti, hidrofiti, amfifiti i vodeni oblici kopnenih biljaka), papratnjače, mahovine, parožine i ostale nitaste zelene alge, a njihova abundancija se određuje pomoću petostupanjske skale po Kohleru. Za svaki od istraživanih transekata izmjerena je i maksimalna dubina pojavljivanja makrofita.

Svakoj vrsti pridodaje se indikatorska LTR vrijednost, odnosno trofički rang koji ovisi o odgovoru vrste na porast trofije. Nedostajuće vrijednosti određene su na temelju Ellenbergovih indikatorskih vrijednosti za dušik pomoću regresijske jednadžbe. LTR vrijednosti za makrofite u grčkim jezerima variraju od -2.2 (ekstremno oligotrofno) do 11.4 (hiper-eutrofno). Te vrijednosti su izvorno izračunate za vrste makrofita iz poljskih jezera, ali su naknadno modificirane za grčka jezera s obzirom na lokalne specifičnosti.

Zbroj umnožaka abundancija i LTR vrijednosti za svaku vrstu predstavlja TIHeLM vrijednost. Ukoliko se na jezeru radi više transekata, tada se se TIHeLM vrijednost računa za svaki od njih, a njihova aritmetička sredina predstavlja zajedničku vrijednost za cijelo jezero i označava se kao TIHeLM LAKE. Isto tako, za svaki transekt se izmjeri maksimalna dubina pojavljivanja makrofita, a njihova srednja vrijednost predstavlja mjeru za cijelo jezero.

Zatim se računaju omjeri ekološke kakvoće (OEK) kao kvocijent TIHeLM vrijednosti u referentnim uvjetima i konkretne vrijednosti izračunate za pojedino jezero. Isto se ponavlja i s maksimalnim dubinama pojavljivanja makrofita. Dobivene vrijednosti OEK-a normaliziraju se prema određenim formulama, a zatim se računa srednja vrijednost između OEK vrijednosti dobivene na temelju abundancije vrsta i LTR vrijednosti i OEK vrijednosti dobivene na temelju maksimalne dubine pojavljivanja makrofita. Ta srednja vrijednost predstavlja HeLM indeks prema kojem se određuje ekološko stanje.

## Literatura

Armitage PD, Moss D, Wright JF, Furse MT. 1983. The performance of a new biological water quality score system based on a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.* 17:333-347.

Beals EW. 1984. Bray-Curtis ordination: an effective strategy for analysis of multivariate ecological data. *Adv Ecol Res.* 14:1-55.

Bennion H, Burgess A, Juggins S, Kelly M, Reddihough G, Yallop M. 2012. Assessment of ecological status in UK lakes using diatoms. Report SC070034/TR3, Environment Agency, Bristol.

Böhmer J, Arbaciauskas K, Benstead R, Gabriels W, Porst G, Reeze B, Timm H. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Central Baltic Lake Benthic invertebrate ecological assessment methods. Report EUR 26504 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Brettum P. 1989. Algen als Indikatoren für die Gewässerqualität in norwegischen Binnenseen. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Oslo.

Brucet S, Poikane S, Lyche -Solheim A, Birk S. 2013. Biological assessment of European lakes: ecological rationale and human impacts. *Freshwater Biology*, 58 (6) 1106-1115.

Buzzi F, Morabito G, Marchetto A. 2009. L'indice fitoplanctonico PTIot per la valutazione della qualità ecologica dei laghi In: Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi. Report CNR-ISE, 02-09: 33-49.

Carvalho L, McDonald C, de Hoyos C, Mischke U, Phillips G, Borics G, Poikane S, Skjelbred B, Lyche Solheim A, Van Wichelen J, Cardoso AC. 2013a. Sustaining recreational quality of European lakes: minimizing the health risks from algal blooms through phosphorus control. *J Appl Ecol.* 50:315-323

Carvalho L, Poikane S, Lyche Solheim A, Phillips G, Borics G, Catalan J, de Hoyos C, Drakare S, Dudley B, Järvinen M, et al. 2013b. Strength and uncertainty of lake phytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes. *Hydrobiologia* 704:127-140

Catalan J, Ventura M. 2003. Desenvolupament d'um índex integral de qualitat ecológica i regionalizació ambiental dels sistemes lacustres de Catalunya. Agència Catalana de l'Aigua.

- 
- Celesti-Grapow L, Pretto F, Brundu G, Carli E, Blasi C. 2009. Plant invasion in Italy – an overview. Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Direzione Protezione della Natura. Palombi & Partner Srl, Roma.
- Cemagref 1982. Etude des méthodes biologiques quantitatives d’appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon, Agence financière de Bassin Rhone - Méditerranée – Corse, Pierre-Bénite. 218 p.
- Ciecierska H, Kolada A. 2014. ESMI: a macrophyte index for assessing the ecological status of lakes. *Environ Mon Assess* 186(9): 5501-5517.
- Davy-Bowker J, Murphy JF, Rutt GP, Steel JEC, Furse MT. 2005. The development and testing of a macroinvertebrate biotic index for detecting the impact of acidity on streams. *Arch Hydrobiol.* 163:383-403.
- Dell’Uomo A. 2004. L’indice diatamico di eutrofizzazione/polluzione (EPI-D) nel monitoraggio delle acque correnti. Linee guida. Roma, Firenze: APAT, ARPAT, CTN.
- Ecke F. 2007. Bedomningsgrunder for makrofyter i sjoar – Bakgrundsrapport. Lulea University of Technology, Department of Chemical Engineering and Geosciences, Research Report 2007:17. Swedish
- Free G, Little R, Tierney D, Donnelly K, Caroni R. 2006. A reference based typology and ecological assessment system for Irish lakes. EPA, Ireland.
- Gabriels W, Lock K, De Pauw N, Goethals PLM. 2010. Multimetric Macroinvertebrate Index Flanders (MMIF) for biological assessment of rivers and lakes in Flanders (Belgium). *Limnologica* 40:199-207.
- Hellsten S, Willby N, Ecke F, Mjelde M, Phillips G, Tierney D. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Northern Lake Macrophyte ecological assessment methods. Report EUR 26513 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- Hendrickx A, Denys L. 2005. Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water – partim “Fytobenthos”. Rapport IN.R.2005.06, Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.
- Henrikson L, Medin M. 1986. Biologisk bedömning av försurningspåverkan på Lelångens tillflöden och grundområden 1986. *Aquaekologerna, Älvsborgs län.* Swedish.
- Hering D, Feld CK, Moog O, Ofenbock T. 2006. Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia* 566: 311–324.
- Hill MO. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427–432.
- Johnson RK, Goedkoop W. 2007. Bedömningsgrunder för bottenfauna i sjöar och vattendrag. Användarmanual och bakgrundsdocument. SLU, Uppsala. Swedish.

- Johnson RK. 1999. Benthic macroinvertebrates. In: *Bedömningsgrunder för miljökvalitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 2. Biologiska parametrar* (Ed. by T. Wiederholm). Naturvårdsverket Förlag, 85-166.
- Jyväsjärvi J, Nyblom J., Hämäläinen H. 2010. Palaeolimnological validation of estimated reference values for a lake profundal macroinvertebrate metric (Benthic Quality Index). *J Paleolimnol.* 44:253-264.
- Kangro K, Laugaste R, Nõges P, Ott I. 2005. Long-term changes and seasonal development of phytoplankton in a strongly stratified, hypertrophic lake. *Hydrobiologia* 47:91–103.
- Kelly M, Ács É, Bertrin V, Bennion H, Borics G, Burgess A, Denys L, Ecke F, Kahlert M, Karjalainen SM et al. 2014a. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Phytobenthos ecological assessment methods. EUR 26512 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Kelly M, Urbanic G, Acs E, Bertrin V, Burgess A, Denys L, Gottschalk S, Kahlert M, Karjalainen SM, Kennedy B, et al. 2014b. Comparing aspirations: intercalibration of ecological status concepts across European lakes using littoral diatoms. *Hydrobiologia* 734:125-141.
- Kelly MG, Juggins S, Bennion H, Burgess A, Yallop M, Hirst H, King L, Jamieson BJ, Guthrie R, Rippey B. 2008. Use of diatoms for evaluating ecological status in UK freshwaters. Science Report: SC030103/SR4. Environment Agency UK.
- Knoben RAE, Kamsma PAM, Pot R. (eds.) 2007. *Achtergronddocument referenties en maatlaten macrofauna ten behoeve van de kaderrichtlijn water*. STOWA, the Netherlands.
- Leka J, Toivonen H, Leikola N, Hellsten S. 2008. Makrofytyt Suomen järvien ekologisen laatutekijänä tilan ilmentäjänä. Valtakunnallisen makrofyttiaineiston käyttö ekologisen tilaluokittelun kehittämisessä. *Suomen ympäristö* 18.
- Lenat DR. 1988. Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *J N Am Benthol Soc.* 7:222-233.
- Lenoir A, Coste M. 1996. Development of a practical diatomic index of overall water quality applicable to the French National Water Board Network. In Rott, E. (ed.), 2nd Workshop on Algae for Monitoring Rivers, Innsbruck 18–19 Sept. 95, Studia Student. G.m.b.H., Innsbruck.
- Leyssen A, Adriaens P, Denys L, Packet J, Schneiders A, Van Looy K, Vanhecke L. 2005. Toepassing van verschillende biologische beoordelingssystemen op Vlaamse potentiële interkalibratielocaties overeenkomstig de Europese Kaderrichtlijn Water – Partim “Macrophyten”. Rapport Instituut voor Natuurbehoud IN.R.2004.01, Brussel.
- Lyche-Solheim A, Feld CK, Birk S, Phillips G, Carvalho L, Morabito G, Mischke U, Willby N, Søndergaard M, Hellsten S, Kolada A, Mjelde M, Bohmer J, Miler O, Pusch MT, Argillier C, Jeppesen E, Lauridsen Torben L, Poikane S. 2013. Ecological status assessment of European lakes: a comparison of metrics for phytoplankton, macrophytes, benthic invertebrates and fish. *Hydrobiologia* 704:57–74.

- Lorenz A, Hering D, Feld CK, Rolaufts P. 2004. A new method for assessing the impact of hydromorphological degradation on the macroinvertebrate fauna in five German stream types. *Hydrobiologia* 516:107-127.
- Lyche Solheim A, Phillips G, Drakare S, Free G, Järvinen M, Skjelbred B, Tierney D, Trodd W. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Northern Lake Phytoplankton ecological assessment methods. Report EUR 26503 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Marchetto A, Padedda BM, Mariani MA, Lugliè A, Sechi N. 2009. A numerical index for evaluating phytoplankton response to changes in nutrient levels in deep Mediterranean reservoirs. *J. Limnol.* 68(1): 106-121.
- Margalef R. 1958. Information theory in ecology, *Gen Syst.* 3:36–71.
- McFarland B, Carse F, Sandin L. 2009. Littoral macroinvertebrates as indicators of lake acidification within the UK. *Aquatic Conserv.* 20:S105–S116.
- Melzer A. 1999. Aquatic macrophytes as tools for lake management. *Hydrobiologia* 395(396): 181–190.
- Melzer A, Harlacher R, Held K, Vogt E. 1988. Die Makrophytenvegetation des Ammer-, Woerth- und Pilsensees sowie des Weißlinger Sees. Informationsberichte Bayer. Landesamt f. Wasserwirtschaft 1/88.
- Miler O, Brauns M, Böhmer J, Pusch M. 2013. LAWA-Abschlußbericht „Feinabstimmung des Bewertungsverfahrens von Seen mittels Makrozoobenthos“ (Projekt-Nr. O 5.10)
- Mischke U, Riedmüller U, Hoehn E, Schönfelder I, Nixdorf B. 2008. Description of the German system for phytoplankton-based assessment of lakes for implementation of the EU Water Framework Directive (WFD). In: Mischke U. and Nixdorf B. (eds.): Bewertung von Seen mittels Phytoplankton zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie Gewässerreport (Nr. 10), BTUC-AR 2/2008, ISBN 978-3-940471-06-2, University press BTU Cottbus, p. 117-146
- Ntislidou Ch, Lazaridou M, Tsiaoussi V, Bobori D. 2016. Report on the development of the national assessment method for the ecological quality of natural lakes in Greece, using the Biological Quality Element “Benthic invertebrates” (GLBil, Greek Lake Benthic invertebrate Index). Aristotle University of Thessaloniki, School of Biology, 25p
- Novak MA, Bode EW. 1992. Percent model affinity: a new measure of macroinvertebrate community composition. *J N Amer Benthol Soc.* 11:80–85.
- Oggioni A, Buzzi F, Bolpagni R. 2011. Indici macrofitici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi: MacroIMMI e MTIspecies. In: AA.VV. (Eds) Indici per la valutazione della qualità ecologica dei laghi, pp. 53-82. Report CNR – ISE, 03-11, Verbania-Pallanza.
- Ott I, Laugaste R. 1996. Futoplanktoni koondindeks (FKI), uldistus Eesti jarvede kohta. Eesti Keskkonnaministeeriumi infoleht 3: 7–8 [The Phytoplankton Compound Quotient (PCQ), generalisation about Estonian small lakes. Estonian.

- Padisák J, Borics G, Grigorszky I, Soróczki-Pintér É. 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553, 1–14.
- Pall K, Moser V. 2009. Austrian Index Macrophytes (AIM-Module 1) for lakes: a Water Framework Directive compliant assessment system. *Hydrobiologia* 633: 83-104.
- Pall K, Bertrin V, Buzzi F, Boutry S, Dutartre A, Germ M, Oggioni A, Schaumburg J, Urbanič G. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Alpine Macrophyte ecological assessment methods. Report EUR 26507 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Pall K, Mayerhofer V, Mayerhofer S, Pall S. 2015. Development of national ecological status assessment methodology for natural lakes based on macrophytes. ANAR ORDER 16477.
- Penning EW, Dudley B, Mjelde M, Hellsten S, Hanganu J, Kolada A, Berg van de M, Poikane S, Phillips G., Willby N, et al. 2008. Using aquatic macrophyte community indices to define the ecological status of European lakes. *Aquat Ecol.* 42:253-264.
- Phillips G, Free G, Karotki I, Laplace-Treyture C, Maileht K, Mischke U, Ott I, Pasztaleniec A, Portielje R, Søndergaard M, et al. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Central Baltic Lake Phytoplankton ecological assessment methods. Report EUR 26508 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Poikane S, Birk S, Carvalho L, Böhmer J, de Hoyos C, Gassner H, et al. 2015. A hitchhiker's guide to European lake ecological assessment and intercalibration. *Ecol. Indic.* 52: 533–544.
- Poikane S, Johnson RK, Sandin L, Schartau AK, Solimini AG, Urbanič G, et al. 2016. Benthic macroinvertebrates in lake ecological assessment: a review of methods, intercalibration and practical recommendations. *Sci. Total Environ.* 543: 123–134.
- Portielje R, Bertrin V, Denys L, Grinberga L, Karotki I, Kolada A, Krasovskienė J, Leiputė G, Maemets H, Ott I, et al. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Central Baltic Lake Macrophyte ecological assessment methods. Report EUR 26514 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Prygiel M, Coste M. 2000. Guide méthodologique pour la mise en oeuvre de l'indice biologique diatomées NF T90-354. Agences de l'Eau, MATE, Cemagref Bordeaux. French.
- Ptacnik R, Solimini A, Brettum P. 2009. Performance of a new phytoplankton composition metric along a eutrophication gradient in Nordic lakes. *Hydrobiologia* 633: 75-82.
- Rask M, Olin M, Ruuhijärvi J. 2010. Fish-based assessment of ecological status of Finnish lakes loagermanyd by diffuse nutrient pollution from agriculture. *Fisheries Manag Ecol.* 17: 126–133.
- Rossaro B, Marziali L, Cardoso A-C, Solimini A, Free G, Giacchini R. 2007. A biotic index using benthic macroinvertebrates for Italian lakes. *Ecological Indicators* 7:412–429.
- Rott E, Pipp E, Pfister P, van Dam H, Ortler K, Binder N, Pall K. 1999. Indikationslisten für Aufwuchsalggen. Teil 2: Trophieindikation. Bundesministerium für Land-und Forstwirtschaft, Wien. German.

- Ruse L. 2010. Classification of nutrient impact on lakes using the chironomid pupal exuvial technique. *Ecol Ind* 10:594–601.
- Sandin L, Schartau AK, Aroviita J, Carse F, Colvill D, Fozzard I, Goedkoop W, Göthe E, Little R, Mcfarland B et al. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report: Northern Lake Benthic fauna ecological assessment methods. Report EUR 26510 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Schaumburg J, Schranz C, Hofmann G, Stelzer D, Schneider S, Schmedtje U. 2004. Macrophytes and phytobenthos as indicators of ecological status in German lakes - a contribution to the implementation of the Water Framework Directive. *Limnologica* 34:302-314.
- Schaumburg J, Schmedtje U, Schranz C, Köpf B, Schneider S, Meilinger P, Stelzer D, Hofmann G, Gutowski A, Foerster J. 2004a. Erarbeitung eines ökologischen Bewertungsverfahrens für Fließgewässer und Seen im Teilbereich Makrophyten und Phytobenthos zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Abschlußbericht an das Bundesministerium für Bildung und Forschung (FKZ 0330033) und die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (Projekt Nr. O 11.03), 635 S., München.
- Schaumburg J, Schranz C, Hofmann G, Stelzer D, Schneider S, Schmedtje U. 2004b. Macrophytes and phytobenthos as indicators of ecological status in German lakes – a contribution to the implementation of the Water Framework Directive. *Limnologica* 34: 302–314.
- [SEPA] Swedish Environment Protection Agency 2010. Status, potential and quality requirements for lakes, watercourses, coastal and transitional waters – A handbook on how quality requirements in bodies of surface water can be determined and monitored Environmental Protection Agency Handbook 2007:4, Naturvårdsverket. Swedish
- Shannon CE, Weaver W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Sidagyte E, Visinskiene G, Arbaciauskas K. 2013. Macroinvertebrate metrics and their integration for assessing the ecological status and biocontamination of Lithuanian lakes. *Limnologica* 43: 308-318.
- Søndergaard M, Jeppesen E, Jensen JP, Amsinck S. 2005. Water Framework Directive: ecological classification of Danish lakes. *J Appl Ecol*. 42:616-629.
- Søndergaard M, Johansson LS, Lauridsen TL, Jørgensen TB, Liboriussen L, Jeppesen E. 2010. Submerged macrophytes as indicators of the ecological quality of lakes. *Freshwater Biol*. 55:893-908.
- Søndergaard M, Larsen SE, Jørgensen TB, Jeppesen E. 2011. Using chlorophyll a and cyanobacteria in the ecological classification of lakes. *Ecol Ind*. 11:1403-1412.
- Søndergaard M, Phillips G, Hellsten S, Kolada A, Ecke F, Mäemets H, Mjelde M, Azzella MM, Oggioni A. 2013. Maximum growing depth of submerged macrophytes in European lakes. *Hydrobiologia* 704:165–177.



- 
- Stenger–Kovács C, Padisák J, Hajnal É, Buczkó K. 2007. Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. *Hydrobiologia* 589:141–154.
- Sutela T, Olin M, Vehanen T, Rask M. 2007. Hajakuormituksen vaikutukset järvien ja jokien kalastoon ja ekologiseen tilaan. Riistaja kalatalougermanyn tutkimuslaitos. Kalaja riistaraportteja 411.
- Tikkanen T. 1986. Kasviplanktonopas (Phytoplankton guide). Suomen Luonnonsuojelun Tuki. Swedish.
- Timm H, Möls T. 2012. Littoral macroinvertebrates in Estonian lowland lakes: the effects of habitat, season, eutrophication and land use on some metrics of biological quality. *Fund Appl Limnol.* 180/2:145–156.
- UKTAG 2008. Assessment methods macrophytes and phytobenthos. Phytobenthos – Diatom assessment of lake ecological quality (DARLEQ1). Water Framework Directive - United Kingdom Advisory Group (WFD-UKTAG). SNIFFER. Scotland. [www.wfduk.org](http://www.wfduk.org)
- Urbanic G. 2014. A Littoral Fauna Index for assessing the impact of lakeshore alterations in Alpine lakes. *Ecohydrol* 7(2):703-716.
- Volta P. 2011. Indice per la valutazione germanylla qualità ecologica germanyi laghi a partire dalla composizione germanylla comunità ittica: Lake Fish Ingermanyx (LFI). In: Indici per la valutazione germanylla qualità ecologica germanyi laghi (CNR-ISE Ed.) Report CNR-ISE 03.11.
- Wiederholm T. 1980. Use of zoobenthos in lake monitoring. *J. Water Poll Cont Fed* 52:537-547.
- Willby N, Pitt JA, Phillips G. 2009. The ecological classification of UK lakes using aquatic macrophytes, Environment Agency Science Reports, Project SC010080/SR, University of Stirling, Stirling, UK.
- Willén E. 2007. Växtp plankton i sjöar – bedömningsgrunder. Institutionen för Miljöanalys (SLU). Rapport 2007:5.
- Zelinka M, Marvan P. 1961. Zur prazisierung der biologischen klassifikation der reinheit fliessender gewasser. *Archi Hydrobiol* 57:389-407.
- Zervas D, Tsiaoussi V, Tsiripidis I. 2018. HeLM: a macrophyte-based method for monitoring and assessment of Greek lakes. *Environ Monit Assess.* 19(6):326. doi: 10.1007/s10661-018-6708

### 3. PREGLED TIPOVA I METODA KOJE SE KORISTE U EU DRŽAVAMA ZA OCJENU STANJA VODA STAJAĆICA KOJA NISU PRIRODNOG PORIJEKLA

Što se tiče tipologije umjetnih stajaćica i akumulacija, one su pojedinim interkalibracijskim grupama sagledavane zajedno s prirodnim stajaćicama. Često se tipologija stajaćica bazira isključivo na akumulacijama (Mediterranski GIG) ili se akumulacije navode kao zaseban tip (Istočno kontinentalni GIG).

Mnoga europska jezera pripadaju kategoriji umjetnih (npr. ribnjaci) ili znatno promijenjenih stajaćica (npr. akumulacije koje služe za navodnjavanje ili proizvodnju električne energije). Za ovu kategoriju vodnih tijela određuje se ekološki potencijal umjesto ekološkog stanja. Zemlje članice EU deklarirale su 15,8 % slatkovodnih stajaćica kao umjetna ili znatno promijenjena vodna tijela (EEA, 2012). Dok se ekološki status određuje u odnosu na neporemećene tip-specifične referentne uvjete, ekološki potencijal se određuje u odnosu na situaciju u kojoj su negativni efekti ublaženi koliko je najviše moguće uzimajući u obzir „cost-benefit“ omjer mjera ublažavanja (Borja i Elliott 2007). Iako ODV zahtijeva interkalibraciju bioloških metoda za sva vodna tijela, uključujući znatno promijenjena i umjetna, dosad je težište bilo gotovo isključivo na prirodnim vodnim tijelima. Interkalibracija metoda za ocjenu ekološkog potencijala započela je tek nedavno, a fokus joj je uglavnom na usporedbi i usklađivanju kako različite zemlje primjenjuju mjere ublažavanja kod različite upotrebe voda, te kako se postojeće biološke metode primjenjuju u njihovoj klasifikaciji.

Prilikom ocjene ekološkog potencijala primjenjuju se isti BEK, ali je prisutna značajna razlika u pristupu pri određivanju referentnih uvjeta, odnosno maksimalnog ekološkog potencijala, koji čine osnovu svakog biološkog sustava ocjene slatkih voda. Ocjena stanja stajaćica koje nisu prirodnog podrijetla uglavnom se temelji na istim metrikama i principima kao i prilikom ocjene stanja prirodnih stajaćica, ali se isključuju iz ocjene oni pritisci radi kojih je došlo do proglašavanja znatno promijenjenog vodnog tijela (npr. promjene u hidrologiji i geomorfologiji).

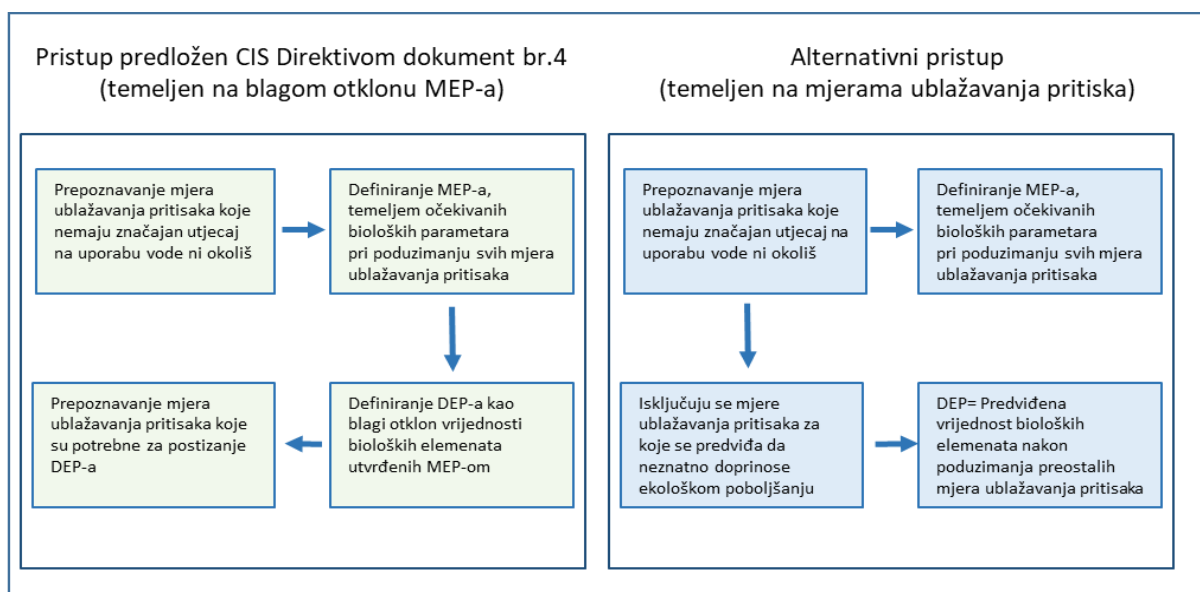
Iako su referentni uvjeti definirani isključivo za prirodna vodna tijela, ocjenu kakvoće prema ODV potrebno je dati za umjetna (antropogena), kao i za znatno promijenjena vodna tijela čije su hidromorfološke značajke znatno promijenjene u odnosu na prirodno stanje. Zbog specifičnosti gospodarenja i korištenja,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

### 3.1. Mogući pristupi korišteni pri definiranju maksimalnog i dobrog ekološkog potencijala u zemljama članicama EU te pristup primijenjen u ovom elaboratu

Vodno tijelo dobrog ekološkog potencijala (DEP) definirano je malim ili neznatno promijenjenim vrijednostima odgovarajućih bioloških elemenata kakvoće vode u usporedbi s vrijednostima pri maksimalnom ekološkom potencijalu (MEP). Za razliku od prirodnih vodnih tijela na kojima mogu postojati referentna područja (bez ili s gotovo nikakvim oblikom antropogenog utjecaja) s pripadajućim maksimalnim ekološkim stanjem (MES), za umjetna i znatno promijenjena vodna tijela takva područja ne postoje. Stoga je pristup određivanja maksimalnog ekološkog potencijala (MEP) različit određivanju maksimalnog ekološkog stanja (MES).

Tijekom implementacije ODV-a u državama članicama EU predložena su dva načina određivanja DEP-a.

Prvi pristup predlaže određivanje DEP-a iz MEP-a, koji je referentan za znatno promijenjeno vodno tijelo (engl. Heavy modified water body - HMWB). Definicija MEP-a kao ključnog elementa utvrđuje se određivanjem očekivanih bioloških vrijednosti ukoliko su poduzete sve mjere ublažavanja negativnih utjecaja. Ekološki uvjeti vodnih tijela za koje se može procijeniti MEP mogu odražavati uvjete karakteristične za najbliži usporedivi tip prirodnog vodnog tijela u referentnom stanju. Drugi, tzv. "alternativni praški pristup", temelji se na utvrđivanju mjera ublažavanja (koje uključuju sve moguće korake koji se mogu poduzeti za ublažavanje štetnih utjecaja ljudskih aktivnosti). Slično prethodnom konceptu, MEP je definiran procjenom očekivanih bioloških vrijednosti ukoliko su poduzete sve moguće mjere ublažavanja. Međutim, u ovom se pristupu DEP ne određuje izravno iz MEP-a, već se može približno odrediti iz očekivanih bioloških vrijednosti u slučajevima kada su poduzete mjere s izraženim pozitivnim učincima na kvalitetu umjetnog ili znatno promijenjenog vodnog tijela (HMWB). Pri tome se u obzir ne uzimaju mjere koje uvjetuju/omogućuju tek blago poboljšanje. Razlike između dvaju navedenih pristupa prikazane su na slici 3.1.



Slika 3.1. Mogući načini uspostavljanja dobrog ekološkog potencijala (DEP).

U ovom je elaboratu primijenjen prvi pristup pri određivanju Maksimalnog i Dobrog Ekološkog Potencijala te njihovih graničnih vrijednosti.

Tijekom određivanja DEP-a i MEP-a za akumulacije u Republici Hrvatskoj provedeni su sljedeći koraci:

1. Temeljem hidromorfoloških karakteristika vodnih tijela i prema mjerilima kriterija bioloških elemenata potrebno je odrediti najbližu usporedivu prirodnu kategoriju slatkovodnog ekosustava.
2. Nakon odabira prikladnog kategorije (rijeke ili stajaćice) prema opisnim varijablama određenog tipa i mjerilima bioloških elemenata, određuje se najbliži usporedivi tip vodnog tijela (opisne su varijable tipa one koje utječu na sastav, strukturu i biomasu bioloških elemenata, ali nisu osjetljive na ljudski utjecaj).
3. Ukoliko su vodna tijela ekoregije već svrstana u tip znatno promijenjenog ili umjetnog vodnog tijela, navedena se podjela koristi kao važeća.
4. Odabir prikladnog metričkog sustava (indeksa) za ocjenu stanja bioloških elemenata.
5. MEP se dodjeljuje vodnom tijelu uzimajući u obzir utjecaj svih potrebnih mjera ublažavanja na metrički sustav ocjene stanja bioloških elemenata.
6. Granične vrijednosti DEP-a određuju se temeljem procjene blagog odstupanja od MEP-a.

Ukoliko su metode, koje su razvijene za najbliže usporediva prirodna vodna tijela, primjenjive na umjetna i znatno promijenjena vodna tijela te daju očekivane rezultate, promjene metoda nisu nužne. U tom je slučaju vrlo dobro ekološko stanje (engl. high ecological status, HES) jednako vrlo dobrom ekološkom potencijalu (engl. high ecological potential, HEP), a dobro ekološko stanje (engl. good ecological potential, GES) jednako je dobrom ekološkom potencijalu (engl. good ecological potential, GEP).

## Literatura

Borja A, Elliott M. 2007. What does 'good ecological potential' mean, within the European Water Framework Directive? Mar. Pollut. Bull. 54, 159–1564.

[EEA] European Environment Agency 2012. European Waters – Assessment of Status and Pressures. European Environment Agency, Copenhagen.

## 4. PREGLED HIDROMORFOLOŠKIH PRITISAKA KOJI SU UZROKOM POSTANKA UMJETNIH STAJAĆICA

Kao što je i navedeno u projektnom zadatku, glavni uzroci hidromorfološkog opterećenja vodnog tijela su, pored izgrađenih građevina za uređenje vodotoka i zaštitu od štetnog djelovanja voda, svi radovi i mjere kojima se omogućuje kontrolirani i neškodljivi protok voda i njihovo namjensko korištenje, kao i objekti plovnih putova i postrojenja postojećih hidroelektrana. U Dinaridskoj regiji Republike Hrvatske najčešće je riječ o višenamjenskim sustavima uređenja i korištenja voda kroz izgradnju hidroenergetskih sustava.

Hidromorfološke promjene su izazvane antropogenim utjecajem na hidrološki režim, odnosno morfologiju rijeka. Uključuju izgradnju brana, ustave, kanaliziranje rijeka i vodotoka, obaloutvrde, hidrotehničke stepenice, regulaciju obala i prekidanje veza s poplavnim nizinama i rukavcima, plovidbu i s njom povezane mjere te izuzimanje vode za potrebe vodoopskrbe, poljoprivrede i dr. Hidromorfološko opterećenja vodnog tijela uzrokuje slijedeće promjene u riječnim i povezanim ekosustavima:

### a. Prekid riječnog i stanišnog kontinuiteta (longitudinalne povezanosti)

Akumulacije i brane prekidaju uzdužnu komunikaciju unutar riječnog sustava izazivajući na taj način brojne i često nenadoknadle štete riječnim ekosustavima. Kao dugački linearni ekosustavi, rijeke i potoci su izrazito osjetljivi na presijecanje, a uzdužna povezanost je ključna za njihovo optimalno funkcioniranje. Prisutnost poprečnih prepreka i građevina u riječnim koritima ima ozbiljne ekološke posljedice jer je spriječen prirodan tok vode, nanosa, vodenih organizama i drvenih ostataka. Kako mnoge vrste u velikoj mjeri ovise o različitim stanišnim karakteristikama, naročito za reprodukciju, neophodan je prolaz uzvodno i nizvodno.

### b. Razdvajanje susjednih močvarnih/poplavnih područja

Lateralna povezanost rijeke i poplavnog područja vrlo je važno obilježje relevantno za procjenu morfoloških promjena. Povremena plavljenja bitna su za održavanje riječnih prirodnih svojstava neophodnih za razmnožavanje i omogućavanje života mnogih vodenih organizama. Glavni uzroci smanjivanja močvarnih područja su prošireno korištenje u poljoprivredne svrhe i regulacije rijeka, uglavnom radi kontrole poplava. Mjere za poprečne građevine, nasipi, kanaliziranje, ojačanje i učvršćivanje obale te produbljivanje mijenjaju dužinu i poprečni profil rijeke i često ometaju povezanost s podzemnim vodama. Kao rezultat toga, nestaju specifična riječna staništa. Prekid veza s podzemnim vodama djeluje na hidrološki režim rijeke i ekosustava ovisnih o podzemnim vodama. Izgradnja nasipa i drugih hidrotehničkih građevina najvažniji su strukturalni elementi koji ograničavaju poplavljanje poplavnih područja tijekom redovnih poplava.

### c. Hidrološke promjene

Hidrološke promjene odnose se na pritiske koji su posljedica formiranja akumulacija, zahvaćanja vode i oscilacija vodnog lica (engl. hydropeaking), odnosno izmijenjenog režima protoka. Formiranje akumulacije dovodi do značajnih promjena / smanjenja brzine strujanja vode i akumuliranja finog sedimenta. Zahvaćanje vode u komunalne, industrijske, poljoprivredne i druge svrhe, dovodi do promjene kakvoće i protoka tekućice. Oscilacije vodnog lica dovode do promjene protoka duž rijeke, a ključni pokretač su hidroelektrane. Posljedica pregrađivanja rijeka su i veće hidrološke promjene kao što su erozija riječnog korita nizvodno od brane, podizanje temperature vode te povećana sedimentacija i fluktuacija vodostaja (Wang i Hu, 2009; Petts, 1985).

U novoformiranim akumulacijama dolazi do značajnih promjena u sastavu vodenih zajednica, jer nestaju lotička svojstva kao što su strujanje i mehanička aeracija te se razvijaju zajednice s lentičkim obilježjima (Polak, 2004). U dubljim akumulacijama tijekom toplijeg dijela godine dolazi do stratifikacije temperature vode i drugih fizikalno-kemijskih obilježja. Pridneni sloj vode u hipolimniju je značajno hladniji u odnosu na površinski epilimnijski sloj. Ako se voda iz akumulacije ispušta pri dnu, što je najčešći slučaj, nizvodno u riječni tok tijekom ljeta puštaju se značajno hladnije vode koje mogu imati značajne posljedice u tom dijelu rijeke.

Akumulacije se odlikuju i većim dotokom i akumuliranjem hranjivih tvari što uzrokuje ubrzanje procesa eutrofikacije, cvjetanja algi i učestale pojave deficita kisika (pridnenu anoksiju) i smanjenu prozirnost vode (Wiatkowski, 2011).

U akumulacijama se značajno smanjuje brzina strujanja vode, što ima za posledicu razvijanje sasvim nove, planktonske zajednice koja je prirodno prisutna samo u donjim tokovima vrlo velikih rijeka (potamoplankton). Zajednica ostaje postojana i nakon ispuštanja određene količine vode iz akumulacije (Baxter, 1977).

### d. Morfološke promjene

Ključne pokretačke silnice morfoloških promjena riječnih staništa uključuju zaštitu od poplava, plovidbu, hidroenergetske zahvate i urbanizaciju. Glavni uzroci morfoloških promjena uključuju promjene riječne geometrije, supstrata, poprečnog i uzdužnog presjeka kanala, strukture obale i lateralne povezanosti rijeke i poplavnog područja. Povećano taloženje sedimenta blizu brana mijenja mikrostanište makrozoobentosu (Rabeni and Jacobson, 1993) što uzrokuje promjenu u sastavu i strukturi zajednica makrozoobentosa. Promjena se očituje tako da makroskopski beskralješnjaci koji su prije nastanjivali takva staništa više nisu u mogućnosti opstati budući da se značajno mijenjaju fizikalno-kemijska obilježja vode i izvori hrane. Takva staništa počinju naseljavati makroskopski beskralješnjaci koji mogu živjeti u novonastalim uvjetima (Baxter, 1977).

## Literatura

Baxter RM. 1977. Environmental Effects of Dams and Impoundments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 8(1), 255–283.

Petts GE. 1985. Impounded Rivers: Perspectives for Ecological Management. *Environmental Conservation*, 12(4), 380.

Polak J. 2004. Nitrification in the surface water of the Włocławek Dam Reservoir. The process contribution to biochemical oxygen demand (N-BOD). *Polish Journal of Environmental Studies*, 13(4), 415–424.

Rabeni CF, Jacobson RB. 1993. The importance of fluvial hydraulics to fish-habitat restoration in low gradient alluvial streams. *Freshwater Biology*, 29:211–220.

Vollenweider RA., Kerekes J. 1982. Eutrophication of waters. Monitoring, assessment and control. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, Cooperative programme on monitoring of inland waters (Eutrophication control), Environment Directorate

Wang Z, Hu C. 2009. Strategies for managing reservoir sedimentation. *International Journal of Sediment Research*, 24(4), 369–384.

Wiatkowski M. 2011. Influence of ślup dam reservoir on flow and quality of water in the Nysa Szalona river. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(2), 469–478.

## 5. ZNAČAJKE ISTRAŽIVANIH AKUMULACIJA, UMJETNIH STAJAĆICA I RETENCIJA

### Akumulacija Butoniga

Butoniga je akumulacijsko jezero u Istri, na istoimenoj rijeci, pritoci Mirne. Jezero je nastalo 1988. godine, izgradnjom betonske, lučne brane visine 19,7 m. Duljina akumulacije od brane do repa je 2,3 km. Glavni pritoci jezera su rijeka Butoniga te Dragučki i Račički potok. Nadmorska visina na koti preljeva je 41 m. Površina jezera pri normalnom usporu je 2,45 km<sup>2</sup>, uz obujam od 19,7 milijuna m<sup>3</sup>. Prosječna dubina je 9,1 m, a maksimalna 19,5 m. Akumulacija se koristi za vodoopskrbu i važna je u zaštiti od poplava (slika 5.1).



Slika 5.1. Akumulacija Butoniga.

### Akumulacija Bajer

Akumulacijsko jezero je izgrađeno za potrebe HE Vinodol, radi dnevnog izravnavanja proizvodnje. Nastalo je pedesetih godina 20. stoljeća. Smješteno je u negdašnjoj atraktivnoj dolini rijeke Ličanke, uz naselje Fužine. Radi se o vrlo plitkoj akumulaciji sa srednjom dubinom od 2,68 m, koja raspolaže s približno milijun i pol m<sup>3</sup> vode. Akumulacija Bajer ostvaruje se betonskom gravitacijskom pregradom koja je visoka 10,6 metara, a izgrađena je na najužem mjestu doline Ličanke kod mjesta Fužine. Duljina akumulacije od brane do repa iznosi 2,74 km. Namjena akumulacije je već ranije spomenuto energetske iskoristavanje i obrana od poplava (slika 5.2).





Slika 5.2. Akumulacija Bajer.

### Akumulacija Lepenica

Lepenica je najveće umjetno jezero u fužinarskm kraju (Slika 5.3). Izgrađeno je 1986., formiranjem nasute brane visine 19,2 m. Dotok vode je iz rijeke Ličanke i Lepenice. Duljina akumulacije od brane do repa je 2,9 km. Prosječna dubina u akumulacije je 13,5 m, a najveća dubina je 18 metara. Površina akumulacije je 0,73 km<sup>2</sup>, a nadmorska visina 730 m. Namjena akumulacije je energetska iskoristavanje i obrana od poplava. Geografski položaj akumulacija Bajer i Lepenica prikazan je na slici 5.4.



Slika 5.3. Akumulacija Lepenica.



Slika 5.4. Položaj akumulacija Bajer i Lepenica.

### Akumulacija Lokvarka

Akumulacija je nastala od 1952. - 1955. godine pregradnjom rijeke Lokvarke nasutom branom, uz naselje Lokve. Brana je nadvišena 1976. godine, od kada visina brane iznosi 48 metara. Površina akumulacije je 2,1 km<sup>2</sup>, a nalazi se na nadmorskoj visini od 767 m. Prosječna dubina je 33,84 m, a maksimalna 44,77 m. Akumulacija Lokvarka povezana je se s akumulacijom Bajer tlačnim tunelom Lokvarka – Ličanka s kojim se odvodi voda iz Lokvarskog jezera u jezero Bajer i iz jezera Bajer u Lokvarsko jezero. Akumulacija se koristi za energetska iskorištavanje i obranu od poplava (slika 5.5).



Slika 5.5. Akumulacija Lokvarka.

### Akumulacija Tribalj

Akumulacija Tribalj nalazi se u zaleđu Crikvenice, 7 km od naselja Križišća (slika 5.6). Posebnost akumulacijskog jezera jest što se nalazi svega nekoliko kilometara od mora. Radi se o vrlo plitkoj akumulaciji s prosječnom dubinom od 2,68 m, a površina zaplavnog prostora iznosi 0,4 km<sup>2</sup>. Služi za vodoopskrbu Petrokemije Omišalj.



Slika 5.6. Akumulacija Tribalj.

### Jezero Njivice

Jezero Njivice nalazi se u krškom polju kod mjesta Njivice na otoku Krku (slika 5.7). Pregradnjom ranijih prirodnih površinskih izljevi iz krškog polja prema moru stvorena je akumulacija od oko 2-3 milijuna m<sup>3</sup>, prosječne dubine oko 4 m. Vodena površina zauzima oko 0,35 km<sup>2</sup>, a pojas trske i treseta uz obalu oko 0,6 km<sup>2</sup>. Ovisno o vodostaju jezero je duboko od 7,9 do 9,9 m s dnom kod najnižeg vodostaja na -7 m. Duljina jezera iznosi 1,2 km. Akumulacija služi za vodoopskrbu tehnološkom vodom.



**Slika 5.7.** Jezero Njivice.

#### **Akumulacija Ponikve**

Akumulacija Ponikve nastala je 1986. godine izgradnjom nasute brane visine 10,2 m, na prostoru nekadašnjega plitkog povremenog jezera, čime je odvojena ponorna zona od nepropusnijeg dijela uvale (slika 5.8). Duljina akumulacije od brane do repa je 2 km. Volumen cijele akumulacije nakon izgradnje brane je oko 1,95 milijun m<sup>3</sup>. Kota praga sadašnjeg preljeva nalazi se na 20,45 m.n.m., površina je akumulacije 1,17 km<sup>2</sup>, a prosječna dubina 3.03 m. Akumulacija se koristi za vodoopskrbu.



**Slika 5.8.** Akumulacija Ponikve.

### Akumulacija Lešće

Akumulacija je nastala 2010. godine, pregrađivanjem korita rijeke Dobre. Izgradnjom gravitacijske-betonske brane visine 52,5 metara, ostvareno je umjetno jezero ukupnog obujma 25,7 m<sup>3</sup>, te korisnog obujma 17,2 m<sup>3</sup>. Normalna kota uspora je 186 metara nad morem, a duljina umjetnog jezera 12, 61 kilometara. Površine je 1,46 km<sup>2</sup>, prosječna dubina je 21 m, a maksimalna 42,5 m. Namjena akumulacije je energetska iskoristavanje i obrana od poplava (slika 5.9).



Slika 5.9. Akumulacija Lešće.

### Akumulacija Gusić polje

Umjetno jezero Gusić polje izgrađeno je za potrebe hidroelektrane HE Senj (slika 5.10). Jedinstvenim derivacijski kanalom i tunelom dovode se vode rijeka Like i Gacke do kompenzacijskog bazena Gusić polje, koji služi za dnevno izravnanje protoka za HE Senj. Prvo punjenje akumulacije izvedeno je 1965. godine. Površina zaplavnog prostora iznosi oko 0.43 km<sup>2</sup>. Ukupna zapremnina bazena je 1,66 mil. m<sup>3</sup>. Prosječna dubina vode u bazenu kod maksimalnog vodostaja je oko 5,4 m, a maksimalna dubina je 6,5 m. Duljina akumulacije od brane do repa je 1,25 km. Kao što je i napomenuto, namjena akumulacije je energetska iskoristavanje.



**Slika 5.10.** Akumulacija Gusić polje.

#### **Akumulacija Kruščica**

Nalazi se na donjem dijelu toka rijeke Like kod sela Mlakva u Kosinju. Ime je dobilo po selu Kruščica koje je na tom mjestu potopljeno, a stanovništvo iseljeno u okolne krajeve. Nastalo je izgradnjom brane visine 80 m na rijeci Lici 1967. za potrebe HE Senj i kasnije za HE Sklope. Površina akumulacije je 8,64 km<sup>2</sup>, s zapreminom od 142 milijuna m<sup>3</sup> vode. Prosječna dubina je 37,75 m, a maksimalna 75 m. Kao što je i navedeno namjena akumulacije je energetska iskoristavanje i obrana od poplava (slika 5.11).



**Slika 5.11.** Akumulacija Kruščica.

### Akumulacija Sabljaci

Akumulacijsko jezero Sabljaci izgrađeno je 1959. godine, a udaljeno je oko 3 kilometra od grada Ogulina. Jezero je stvoreno izgradnjom nasute zemljane i betonske brane visine 10 m u svrhu akumuliranja vode rijeke Zagorske Mrežnice, za potrebe proizvodnje električne energije HE Gojak. Akumulacija je tunelom povezana s jezerom Bukovnik, koje je oko kilometar udaljena akumulacija na rijeci Dobri, odakle se nastavlja tunel prema hidroelektrani Gojak. Površina akumulacije Sabljaci je oko 1,70 km<sup>2</sup>, pa je jedanaesto po veličini u Hrvatskoj. Jezero je plitko s prosječnom dubinom od 3 m, a namjena mu je energetska iskoristavanje i obrana od poplava (slika 5.12).



Slika 5.12. Akumulacija Sabljaci.

### Akumulacija Opsenica

Kraj sela Sveti Rok na rijeci Opsenici izgrađeno je akumulacijsko jezero zapremine 2.700.000 m<sup>3</sup> za potrebe RHE Velebit kraj Obrovca (slika 5.13). Nastalo je izgradnjom nasute brane visine 9,25 m i obodnih nasipa te ima površinu 0,89 km<sup>2</sup>. Godina prvog punjenja je 1984., prosječna dubina je 2,9 m, a maksimalna 8,3 m. Vodotokom Ričice i kanalom duljine 1 460 m povezano je s akumulacijom Štikada. Namjena akumulacije je energetska iskoristavanje i obrana od poplava.



**Slika 5.13.** Akumulacija Opsenica.

### **Akumulacija Štikada**

Akumulacijsko jezero Štikada, ukupne zapremnine 13 650 000 m<sup>3</sup>, smješteno je na gračačkoj visoravni uz grad Gračac. Nastalo je izgradnjom nasipa s betonskom razdjelnom branom i prvi put napunjeno 1984. godine (slika 5.14). Akumulacija je podijeljena razdjelnom branom na dva dijela: gornje i donje jezero. Jezero prihvaća vode s gračačke visoravni te služi kao gornje akumulacijsko jezero kada elektrana radi u turbinskom radu. Osim dotoka vodotokom Ričice, u akumulaciju Štikada prebacuju se i vode vodotoka Otuča, kroz podzemni betonski kolektor. Akumulacija je relativno plitka s prosječnom dubinom od 4,3 m. Namjena akumulacije je energetska iskoristavanje, obrana od poplava i vodoopskrba.



**Slika 5.14.** Akumulacija Štikada.



### Akumulacija Razovac

Umjetno jezero Razovac smješteno je uz plato strojarnice RHE Velebit. Akumulacija Razovac stvorena je pregrađivanjem doline rijeke Zrmanje nasutom branom visine 7 m (slika 5.15). Strojarnica RHE Velebit je spojena s akumulacijom s dva izlazno-ulazna tunela. Zapremnina Razovca je 1 840 000 m<sup>3</sup>. Površina akumulacije je 0,65 km<sup>2</sup>. Prosječna dubina je 5,8 m, a maksimalna 7,5 m. Namjena akumulacije je energetska iskoristavanje i obrana od poplava.



Slika 5.15. Akumulacija Razovac.

### Akumulacija Vlačine

Nalazi se na potoku Baštici u općini Poličnik, kod mjesta Suhovare (slika 5.16). Visina nasute zemljane brane iznosi 10,2 m. površina zaplavnog prostora iznosi 0,28 km<sup>2</sup>. Duljina akumulacije od brane do repa je 860 m. Kapacitet akumulacijskog jezera Vlačine iznosi oko 900 tisuća kubičnih metara. Dubina vode varira od 2 do 12 m. Akumulacija Vlačine je višenamjenska i koristi se kao:

- retencijski prostor za zaštitu od poplava poljoprivrednih površina Gornje Baštice u jesenskom i zimskom razdoblju godine,
- akumulacijski prostor za navodnjavanje poljoprivrednih površina u sušnom ljetnom dijelu godine.



**Slika 5.16.** Akumulacija Vlačine.

### **Akumulacija Golubić**

Akumulacijsko jezero Golubić nalazi se na rijeci Butižnici, pritoci rijeke Krke (slika 5.17). Izgrađeno je za potrebe HE Golubić formiranjem betonske brane visine 11 m i nasipa. Godina prvog punjenja je 1981. Površina akumulacije je 0,17 km<sup>2</sup>. Prosječna dubina je 3 m, a maksimalna 6 m. Namjena akumulacije je višenamjenska: obrana od poplava, navodnjavanje i energetska iskorištavanje.



**Slika 5.17.** Akumulacija Golubić.

### Jezero Brljan

Dva kilometra nizvodno od Bilušića buka, na izlazu iz kanjona, Krka se proširuje u 400 m široko i 1300 m dugo, Brljansko jezero (slika 5.18). Jezero je nastalo manjim dijelom rastom sedrene barijere slapa Brljana, a većim dijelom radi gradnje betonskog praga akumulacije Brljan za potrebe hidroelektrane “Miljacke”. Voda jezera prelijeva se preko slapa Brljana samo za visokih voda jer se dio vode prokopanim tunelom odvodi do hidroelektrane. Površina akumulacijskog jezera je 0,3 km<sup>2</sup>, uz prosječnu dubinu od 10 m. Namjena akumulacijskog jezera je energetska iskoristavanje i obranu od poplava.



Slika 5.18. Jezero Brljan.

### Akumulacija Peruča

Akumulacijsko jezero na rijeci Cetini, obuhvaća 20,09 km<sup>2</sup>, sadrži 571 milijun m<sup>3</sup> vode, dugo je 20 km, prosječna dubina je 20,8 m. Jezero je nastalo izgradnjom 64,5 m visoke nasute kamene brane u blizini sela Donji Bitelić, za potrebe HE Peruča 1960 g. (slika 5.19). Namjena akumulacije je višenamjenska: obrana od poplava, navodnjavanje i energetska iskoristavanje.



**Slika 5.19.** Akumulacija Peruča.

### **Akumulacija Prančevići**

Betonskom gravitacijskom branom Prančevići, visine 35 metara stvoreno je akumulacijsko jezero Prančevići na srednjem toku rijeke Cetine, kao kompenzacijski bazen za potrebe HE Zakućac (slika 5.20). Godina prvog punjenja je 1961. Površina je 0,65 km<sup>2</sup>. Prosječna dubina je 6,3 m, a maksimalna 20. Namjena akumulacije je energetska iskoristavanje, obrana od poplava i vodoopskrba.



**Slika 5.20.** Akumulacija Prančevići.

### Akumulacija Đale

HE Đale je izgrađena na rubu akumulacije Prančevići 1989. godine, a bazen se akumulacije pri najvećoj razini prostire sve do grada Trilja. Akumulacijsko jezero HE Đale služi za dnevno izravnaje rada Betonskom gravitacijskom branom visine 40,5 metara ostvaruje se akumulacija za dnevno izravnaje rada. Akumulacija je smještena u kanjonu Cetine sa strmim obalama (slika 5.21). Ukupna zapremnina akumulacije je 3.7000.000 m<sup>3</sup> vode. Namjena akumulacije je energetska iskoristavanje i vodoopskrba.



Slika 5.21. Akumulacija Đale.

### Akumulacija Ričice

Akumulacija Ričice ostvarena je izgradnjom brane visine 45 m 1985. godine na povremenom vodotoku Ričina, sjeverno od Imotskog (slika 5.22). Izgradnjom akumulacije, potopljena su četiri zaseoka: Parlovi, Dujmovići, Gujići i Topalušić. Zaplavni prostor je izgrađen u najvećoj mjeri od prominskih naslaga; kompleksa lapora, laporovitih vapnenaca i pješčenjaka. Tektonska ispucanost i razlomljenost, pukotine, kanali, kaverne i dr. potenciraju propusnost karbonatnih naslaga, te su za akumulaciju karakteristična velika sezonska kolebanja vodostaja. Površine je 1,91 km, prosječna dubina je 16 m, a maksimalna 39 m. Namjena akumulacije je obrana od poplava i navodnjavanje.



**Slika 5.22.** Akumulacija Ričice.

### **Prološko blato**

Retencija Prološko blato se nalazi na području Imotske krajine u Splitsko-dalmatinskoj županiji (5.23). Izgrađena je 1955. formiranjem zemljanog nasipa, te je tako odvojena od drugog dijela krškog polja, koji više ne predstavlja poplavno područje. Prološko blato je poplavno područje čiji je samo jedan dio uvijek pod vodom (Prološko jezero). Dok traje razdoblje visokih voda, cijelo okolno područje biva poplavljeno. Voda do Blata dolazi rječicom Suvaja iz akumulacijskog jezera Ričice te se tako kontroliranim ispuštanjem vode iz akumulacije Ričice prelijeva u Blato. Površina Prološkog blata je 2,1 km<sup>2</sup>, a maksimalna dubina je 4,3 m. Namjena retencije je obrana od poplava.



**Slika 5.23.** Prološko blato.

## Retencija Čepić

Retencija Čepić nalazi se na području nekadašnjeg jezera, koje je pretvoreno u plodno polje iskopom kanala i tunela do mora iz prostora Kožljaka i Kršana prema Plominskom zaljevu. Iskop kanala i tunela započeo je još 1928. godine. Najprije je izgrađena brana, a potom se s obje strane počelo s prokopom kanala i tunela koji su se spojili u kolovozu 1932. Melioracijski su zahvati na Čepićkom polju dovršeni gradnjom lučne brane u središnjem dijelu vodotoka Boljunčice 1970. Čepić polje nalazi u jugoistočnoj Istri, u podnožju zapadnog i u jugozapadnog dijela planinskoga masiva Učke. Dno je polja blago nagnuto, a najniža je točka polja na 24 m n. v., u južnom dijelu udoline nedaleko od Kožljaka, na mjestu gdje je prirodno ponirala rječica Boljunčica. Boljunčica je za vrijeme zadnjeg ledenog doba nanosima začepila prirodni ponor i polje pretvorila u jezero (odatle valjda nazivi jezera i polja) u kojem se voda znala zadržavati i tijekom cijele godine. Namjena retencije je zaštita od poplava (slika 5.24).



Slika 5.24. Retencija Čepić.

## Retencija Nadin

Nadinsko blato je jedno od tektonskih zatvorenih krških polja Ravnih kotara, a smješteno je sjeverno od Vranskog polja. Površina polja je oko 5 km<sup>2</sup> od čega na obradive površine otpada 4,52 km<sup>2</sup>. Nadinsko blato je hidrološki povezano s niželežćim Polačkim poljem i Vranskim poljem. Prije izgradnje odvodnog sustava Nadin-Polača-Vrana, Nadinsko polje je svake godine bilo izloženo dugotrajnim poplavama koje su onemogućavale intenzivnu poljoprivredu. Izgradnjom spomenutog sustava, veličina i trajanje poplava su se smanjili. Izgradnjom obrambenih nasipa uz obodne kanale Nadinskog Blata ostvaren je retencijski prostor uz nasipe kojim se štiti područje Nadinskog Blata unutar nasipa od poplava velikih voda iz zaobalja i Kličevica. Dakle, uloga retencije Nadin je obrana od poplava (slika 5.25).



**Slika 5.25.** Retencija Nadin.

### **Retencija i tunel Krotuša**

Vrgorsko polje je među najnižim krškim poljima u Hrvatskoj u donjem slijevu rijeke Neretve (slika 5.26). Tvori zatvorenu kršku dolinu, nadmorske visine od 20 do 28 metara. Poljoprivredne površine zauzimaju preko 90% površine ovok krškog polja kojim protječe rijeka Matica. Na sjevernom i sjeverozapadnom rubu su brojni izvori koji često plave Vrgorsko polje i ugrožavaju poljoprivrednu proizvodnju. Radi omogućavanja nove i poboljšanja postojeće poljoprivredne proizvodnje 1938. godine iskopan je odvodni tunel dužine 2130 metara koji vodu odvodi do Baćinskih jezera. Tijekom sedamdesetih i osamdesetih godina prošlog stoljeća godine izvršeno je proširenje i betoniranje odvodnog tunela Krotuša što je u značajnoj mjeri povećalo evakuacijske kapacitete i vrijeme plavljenja Vrgorskog polja. Dakle tunel Krotuša u jednu ruku ima značaj retencije, te je plavljenja ovok krškog polja relativno kratkotrajno te nije dostatno za formiranje bioloških zajednica umjetnih stajaćica.



**Slika 5.26.** Pogled na Vrgoračko polje povrh tunela Krotuša.



## 5.1. Istraživačke postaje i vrijeme uzorkovanja

Glavnina terenskih istraživanja i prikupljanje uzoraka makrozoobentosa, fitobentosa i makrofita provedeno je od srpnja do listopada 2016. Prema projektnom zadatku uzorkovanje je predviđeno u 20 akumulacija i 4 retencije. Obidene su sve 4 retencije (Krotuša, Nadin, Boljučica/Letaj i Čepić), no uzorkovanja bioloških elemenata nisu bila moguća jer su retencije bile bez vode. Uzorkovanje makrozoobentosa i fitobentosa provedeno je u 18 akumulacija (Sabljaci, Lešće, Lokvarka, Bajer, Lepenica, Tribalj, Kruščica, Štikada, Opsenica, Razovac, Peruća, Prenjčevići, Butonega, Ponikve, Njivice, Vlačine, Prološko blato, Ričica). Litoralno područje akumulacije Đale je teško dostupno radi iznimno strmih obala, te nije provedeno uzorkovanje makrozoobentosa, fitobentosa i makrofita. Također nije provedeno uzorkovanje u starom koritu rijeke Like na postaji Selište, jer je radi remonta u sustavu HE Senj korito bilo suho do kraja rujna.

Terenska istraživanja u 2017. obavljena su u skladu s dogovorom na 4. sastanku projektnog tima o suradnji na razvoju nacionalnog sustava klasifikacije ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda, održanog 26.04.2017. Tako su iz projekta „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – 2. dio: Stajačice Dinaridske ekoregije“ dogovorno izostavljena uzorkovanja u slijedećim stajačicama: akumulacija Đale (nepristupačan teren za uzorkovanje makrozoobentosa, makrofita i fitobentosa, zbog čega je odlučeno da relevantan biološki element bude samo fitoplankton) i akumulacija Selište (na dionici od brane Sklope do brane Selište vodno tijelo nije akumulacija nego korito rijeke). Umjesto njih u sklopu ovog Projekta tijekom 2017. izvršeno je uzorkovanje makrozoobentosa, fitobentosa i makrofita u kompenzacijskom bazenu Gusić polje, akumulaciji Golubić te u jezeru Brljan, dok je od strane Naručitelja u navedenim vodnim tijelima uzorkovan fitoplankton.

Na svim istraživanim akumulacijama, uzorkovanja makrozoobentosa, fitobentosa i makrofita provedena su na 2–6 istraživačkih postaja, ovisno o konfiguraciji obale, ekološkim karakteristikama i veličini akumulacija. Izuzetak je jedino jezero Njivice, gdje je uzorkovanje u litoralu bilo moguće samo na zapadnom dijelu jezera u blizini crpne stanice, te je uzorkovanje provedeno samo na jednoj postaji.

Na mjestima prikupljanja uzoraka makrozoobentosa i fitobentosa prikupljeni su i analizirani u vertikalnim transektima i makrofita. Makrofita su osim na dvama postajama, odnosno transektima koji počinju na obali i sežu do dubine gdje prestaje pojavljivanje makrofita ili pak nema daljnje promjene u vegetaciji, uzorkovani u širim pojasima oko tih transekata kako bi se dobio uvid u ukupnu raznolikost makrofitske vegetacije. Nadalje, kako bi za potrebe ove studije mogli dati potpun opis makrofitske vegetacije uzorkovali smo i na dodatnim točkama čiji smo broj prilagodili raznolikosti vegetacije svakog istraživanog vodnog tijela. Svi podaci dostupni su u pratećoj bazi podataka.

Uzorci za kvalitativnu i kvantitativnu analizu fitoplanktona sakupljeni su od strane Naručitelja, iz čamca, na najdubljem dijelu akumulacija.

**Tablica 5.1.** Istraživačke postaje na kojima su sakupljeni uzorci makrozoobentosa, fitobentosa i makrofitna.

Akumulacije/postaje	Koordinate postaja
Bajer 1	45.31366, 14.71204
Bajer 2	45.31425, 14.71561
Butoniga 1	45.32562, 13.92199
Butoniga 2	45.33282, 13.92679
Butoniga 3	45.32177, 13.93403
Brljan 1	44.00897, 16.03684
Brljan 2	44.0082, 16.03776
Golubić 1	44.09888, 16.22131
Golubić 2	44.10106, 16.22121
Gusić polje 1	44.94508, 15.11866
Gusić polje 2	44.94874, 15.11666
Kruščica 1	44.68635, 15.27013
Kruščica 2	44.6645, 15.27254
Lepenica 1	45.32019, 14.69969
Lepenica 2	45.32028, 14.68784
Lešće 1	45.32882, 15.27543
Lešće 2*	45.35769, 15.30444
Lešće 3	45.34948, 15.34247
Lokvarka 1	45.36859, 14.70618
Lokvarka 2	45.37016, 14.67793
Njivice 1	45.16769, 14.55926
Opsenica 1	44.36745, 15.66164
Opsenica 2	44.36938, 15.66114
Peruča 1	43.82191, 16.55311
Peruča 2	43.796, 16.59107
Peruča 3*	43.79944, 16.56556
Peruča 4	43.88502, 16.46603
Peruča 5*	43.88526, 16.48191
Peruča 6*	43.91094, 16.46402
Ponikve 1	45.07746, 14.56047
Ponikve 2	45.0764, 14.55612
Prančević 1	43.56273, 16.71913
Prančević 2	43.57037, 16.70617
Prološko blato 1	43.47466, 17.12161
Prološko blato 2	43.47637, 17.11829
Razovac 1	44.20495, 15.74683
Razovac 2	44.20728, 15.74824
Ričice 1	43.49671, 17.13342
Ričice 2	43.51083, 17.1194

Tablica 5.1. Nastavak

Akumulacije/postaje	Koordinate postaja
Sabljaci 1	45.22878, 15.22602
Sabljaci 2*	45.22208, 15.22674
Štikada 1	44.29232, 15.81408
Štikada 2	44.29221, 15.80816
Štikada 3	44.30238, 15.81168
Tribalj 1	45.22876, 14.66736
Tribalj 2	45.22651, 14.67109
Tribalj 3	45.22377, 14.66439
Vlačine 1	44.15676, 15.42684
Vlačine 2	44.15368, 15.42415

\* nije uzorkovan fitobentos radi neprikladnog supstrata za uzorkovanje

## 6. METODE UZORKOVANJA I LABORATORIJSKE ANALIZE

### 6.1. Biološki element kakvoće fitobentos

Postupci uzorkovanja i analize fitobentoskih alga u akumulacijama i umjetnim stajaćicama sukladni su onima u jezerima, te smo u pravilu prilikom uzorkovanja slijedili Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće.

#### 6.1.1. Uzorkovanje

##### 6.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje treba obaviti u proljeće u litoralnoj zoni akumulacija i umjetnih stajaćica.

##### 6.1.1.2. Mjesto uzorkovanja

U prvom koraku se izabere osunčani odsječak od 100 m na kojem se zatim izabere kraći reprezentativni odsječak. Uzorkuje se do dubine od 60 cm. Pri izboru mjesta uzorkovanja treba 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 pri stabilnom vodostaju, što znači da najmanje 4 tjedna mora razina vode biti stabilna da bi se ponovno uspostavila optimalna kolonizacija potopljenog supstrata algama. Promjene u kvalitativnoj zastupljenosti vrsta alga, često se mogu makroskopski vidjeti kao promjene boje i teksture samog supstrata (tamno zelene, zelene ili smeđe nakupine) te takve podatke unijeti u terenski protokol.

##### 6.1.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje

- karta u mjerilu 1:25 000 ili 1:50 000,
- terenski protokol s pratećim terenskim sitnim priborom (grafitna olovka, voodootporan flomaster, pinceta, nožić i sl.),
- gumene čizme (ribarske duge i/ili s naramenicama),
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja,
- bočice sa širokim grlom za spremanje uzoraka označene odgovarajućom oznakom,
- plastična kadica i kapaljka,
- čajna žličica, lopatica ili sl,
- otopina za fiksiranje uzorka,
- voodootporni fotoapararat,
- GPS uređaj,
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar),
- terenska torbica za prvu pomoć i
- pojas za spašavanje.

## 6.1.1.4. Način uzorkovanja

Uzorci se uzimaju sa supstrata koji su u stalno potopljenom području. Uzorkovanje se obavlja po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ (engl. single habitat sampling), odnosno s 5 kamena uzetih s različitih mjesta na uzorkovanom odsječku. U slučaju kada u litoralu umjetne stajaćice nema reprezentativnog mikrostaništa (površine kamena), uzorkuju se alternativna mikrostaništa, poput makrofitske vodene vegetacije, nepomičnih stijena te finih supstrata poput mulja i pijeska.

Kod kamene podloge se sa skalpelom i četkicom ostruže nastali obraštaj. Kod podloge prekrivene makrofitskom vegetacijom, uzimaju se uzorci makrofita s kojih se zatim četkicom struže uzorak. Pješčani i muljeviti sedimenti se uzorkuju grabilom i za uzorak se uzima površinski sloj sedimenta. Suspenzija se skladišti u plastičnim bočicama širokog grla i fiksira.

Tablica 6.1. Način uzorkovanja fitobentosa u akumulacijama i umjetnim stajaćicama.

Tip supstrata	Postupak uzorkovanja
Tvrdi pomični supstrat: kamenje, oblutci	1 Izvaditi reprezentativne supstrate iz litorala akumulacije (pet kamena veličine 6 - 25 cm)
	2 Supstrat staviti u plastičnu kadicu uz dodatak vodovodne ili destilirane vode
	3 Supstrat u kadici fotografirati
	4 Skalpelom ili četkicom potpuno sastrugati gornju površinu supstrata uz ispiranje korištenog alata i supstrata vodom koja se nalazi u kadici
	5 Supstrat vratiti u akumulaciju
	6 Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani pomični supstrat: makrofita, manje korijenje bilja, lisne plojke	1 Izvaditi reprezentativne supstrate iz litoralne zone akumulacije
	2 Supstrat staviti u plastičnu kadicu/kantu/bocu uz dodatak vode iz tekućice
	3 Supstrat dobro ručno protresti/sastrugati ili iscijediti (postupak ponoviti 4 - 5 puta) u vodi koja se nalazi u kadici/kanti/boci
	4 Supstrat vratiti u akumulaciju, a isprani materijal (ukoliko u kadici/kanti/boci ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	5 Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati

Tablica 6.1. Nastavak

Tip supstrata	Postupak uzorkovanja
Mekani sediment: pijesak, mulj, fini organski materijal, glina	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Posudu ili donji dio Petrijeve zdjelice postaviti na supstrat tako da njen otvor prekrije površinu koja se uzorkuje. Zdjelicu lagano pritisnuti na supstrat tako da sediment ispuni cijeli volumen unutrašnjeg dijela posude/Petrijeve zdjelice Napomena: U litoralu umjetnih stajaćica moguće je gornji dio sedimenta uzeti žličicom</li> <li>2 Lagano podvući metalnu ili plastičnu pločicu (površine veće od promjera zdjelice) pod posudu ispunjenu sedimentom</li> <li>3 Sabrani sediment u cijelosti prenijeti u staklenu čašu te dodati po potrebi destilirane vode. Uzorak dobro protresti i kratko sedimentirati. Supernatant dekantirati i pohraniti u pravilno označenu bočicu</li> <li>4 Postupak ispiranja sedimenta destiliranom vodom i dekantiranja supernatanta ponoviti 4 puta</li> <li>5 Fiksirati uzorak</li> </ol>

Svaki sabrani uzorak neophodno je pohraniti u bočice koje moraju biti pravilno označene:

- naziv akumulacije ili umjetne stajaćice,
- naziv mjesta uzorkovanja,
- datum i vrijeme uzorkovanja i
- tip supstrata s kojeg je uzet uzorak

U terenski obrazac upisuju se podatci o temperaturi vode i trenutnom vodostaju.

Ukoliko se za struganje fitobentosa koristi četkica, svakako ju je za svako naredno uzorkovanje neophodno očistiti i isprati. No, zbog moguće kontaminacije sljedećeg uzorka preporučuje se koristiti uvijek novu četkicu.

Za fiksaciju uzoraka koristit se etilni alkohol ili formaldehid uz napomenu da konačna koncentracija u uzorku treba biti 20% (etilni alkohol) ili 4% (formaldehid).

## 6.1.2. Laboratorijska obrada uzoraka

### 6.1.2.1. Oprema potrebna za laboratorijski rad

- električna ploča za zagrijavanje uzorka,
- Erlenmeyer tikvice od 100 mL,
- kuglice za vrenje,
- staklene epruvete (cca 15 mL),
- centrifuga,
- laboratorijska vaga,
- bočice za pohranjivanje dobivenih uzoraka,
- predmetna stakalca,

- pokrovna stakalca,
- kapalice,
- plamenik i
- 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) digitalnu kameru povezanu s računalom,
  - d) mehaničko postolje.

#### 6.1.2.2. Čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata

Za precizno određivanje dijatomeja potrebno je pripremiti trajne preparate.

*Ispiranje uzorka* - trajni preparati dijatomeja izrađuju se iz živog ili konzerviranog materijala. Ukoliko se za izradu preparata koristi konzervirani materijal, radi uklanjanja formaldehida, uzorci se ispiru destiliranom vodom. Ispiranje se provodi na sljedeći način: u uzorak se doda toliko destilirane vode koliki je volumen uzorka. Razrijeđena se suspenzija protrese i ostavi da se materijal sedimentira tijekom najmanje 6 do 8 sati ili se centrifugira 2 minute na 2000 okretaja. Postupak se ponavlja 4 puta. Nakon svakog sedimentiranja, vrlo pažljivo se otkloni supernatant (dekantiranjem pomoću staklenog štapića ili aspiriranjem pomoću vakuum sisaljke) pazeći da se uzorak ne zamuti. Kod pripreme trajnih preparata iz živog materijala ili materijala fiksiranog etilnim alkoholom, ispiranje destiliranom vodom nije potrebno.

*Uklanjanje karbonata iz uzorka* - da bi se iz materijala uklonio kalcijev ili magnezijev karbonat uzorku se dodaje u jednakom volumenu 25%-tna klorovodična kiselina. Uzorak se kuha oko 30 minuta na 200°C. Nakon završene reakcije (pjenjenje uzorka) kalcijevog ili magnezijevog karbonata i klorovodične kiseline uzorak se ponovno ispiru destiliranom vodom prema prethodno opisanom postupku koji se ponavlja 4 puta. Ukoliko je uzorak sakupljen u vodotoku s niskom koncentracijom karbonatnih iona, dodavanje klorovodične kiseline nije potrebno.

*Uklanjanje organske tvari iz uzorka* - provodi se u epruvetama s debelim dnom dodavanjem 96% sumporne kiseline u dvostrukom omjeru u odnosu na talog (uzorak). Smjesa uzorka i kiseline pažljivo se zagrijava na plinskom plameniku do pojave bijelih para, kada se uzorak zacrni. Uzorak se potom malo ohladi, doda se H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (2 mL ili više, ovisi o uzorku), pa se opet zagrijava. Ukoliko u uzorku ima malo organske tvari smjesa se sama obezboji, a ukoliko ima puno organske tvari smjesa ostaje crna te se uzorku doda još H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> koji će smjesu obezbojiti. Obezbojeni se uzorak ponovo ispiru destiliranom vodom prema prethodno opisanom postupku, koji se ponavlja 8 puta.

#### Izrada trajnih preparata

Uzorak pripremljen na gore opisani način, uz dodatak destilirane vode (neophodno procijeniti optimalnu gustoću frustula; mliječno bijeloj suspenziji doda se destilirane vode kako bi se smanjila gustoća, radi lakšeg određivanja i brojenja), pohranjuje se u čiste i pravilno označene bočice.

U nastavku izrade trajnih preparata, ukoliko je potrebno obzirom na kvalitetu, pokrovno stakalce treba uroniti u 0,1 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, isprati u destiliranoj vodi i osušiti.

Na tako pripremljenu pokrovnicu nanese se ona količina uzorka koja u potpunosti prekriva površinu pokrovnog stakalca. Očišćeni uzorak rasporedi se po cijeloj površini pokrovnog stakalca i ostavi 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 ili nedovoljno ispranog konzervansa. Kako bi se utvrdila homogenost uzorka, predmetna stakalca s nanesenim i osušanim suspenzijama dijatomeja mogu se prije lijepljenja 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 se stavi kap smole (Naphrax, Hyrax, Canada balzama) i na nju se postavi pokrovno stakalce (strana s osušenom suspenzijom pokriva kapljicu). Preparat se lagano zagrijava na ploči za zagrijavanje ili na plinskom plameniku sve dok se, uz stvaranje mjehurića, smola ne raširi pod cijelim pokrovnim stakalcem. Pokrovno stakalce treba lagano pritisnuti histološkom iglicom i istisnuti mjehuriće zraka.

Preparat se ostavi hladiti. Pomicanjem pokrovnog stakalca po predmetnom provjeri se da li su se stakalca dobro zalijepila.

NAPOMENA: U ovom poglavlju je naveden samo jedan od načina čišćenja dijatomeja za izradu trajnih preparata pomoću klorovodične i sumporne kiseline. Ostale metode, poput čišćenja dijatomeja pomoću vrućeg ili hladnog hidrogen peroksida, detaljno su opisane u Savjetodavnoj normi za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih bentoskih dijatomeja (HRN EN 13946:2014). Primjenjivati se može metoda prema vlastitom izboru i u ovisnosti o čistoći uzorka.

Brojanje i određivanje vrsta se obavlja pregledavanjem trajnih preparata pod svjetlosnim mikroskopom (imerzijski objektiv, povećanje 1000 x). Brojnost se izražava kao apsolutan broj valvi dijatomeja izbrojan do ukupno 400 valvi ili relativna zastupljenost, tj. omjer broja jedinki jedne vrste u odnosu na ukupan broj jedinki u uzorku.

Za izračunavanje indeksa kojim se ocjenjuje ekološko stanje na temelju fitobentosa, dijatomeje se broje do 400 valvi u uzorku, odnosno trajnom preparatu.

#### 6.1.2.3. Mikroskopiranje, determinacija i kvantifikacija dijatomeja

Kvantitativna analiza uzoraka bentoskih dijatomeja temelji se na valvama kao jedinicama za brojanje. Frustule se broje kao dvostruke valve. Minimalna taksonomski prihvatljiva kategorija za determinaciju je vrsta (species). Međutim, u nekim je slučajevima rod (genus) prihvatljiv kao taksonomska kategorija. Objekti se u nemogućnosti točnije determinacije mogu nazvati i kao Centrales ili Pennales - u slučaju pleuralnog položaja kada nije moguće odrediti točan rod kod sličnih rodova.

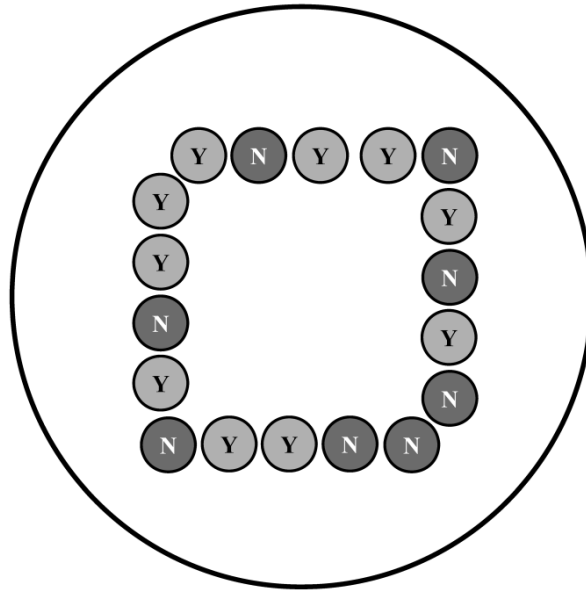
Određivanje dijatomejskih valvi do razine vrsta radi se na povećanju mikroskopa od najmanje 1000x uz imerzijsko ulje. Prema međunarodnoj praksi potrebno je identificirati najmanje 400 valvi (maksimalna pogreška  $\pm 10$ ).

Preostali dio očišćenog uzorka fiksira se glicerolom i pohranjuje na hladnom mjestu.



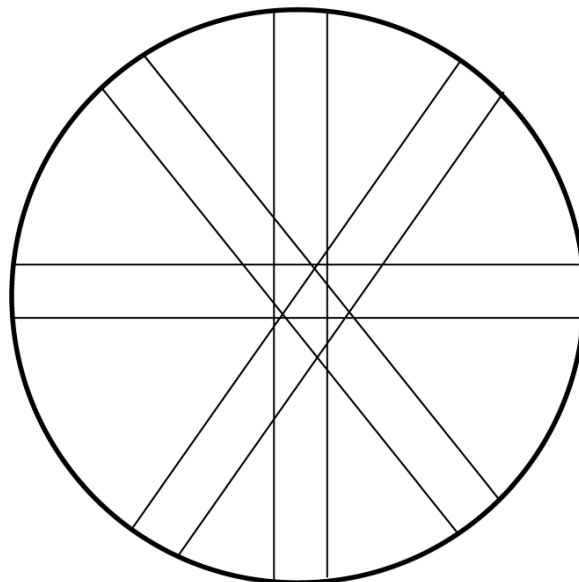
## Metode brojanja valvi

1. brojanje valvi u nasumično odabranim probnim poljima



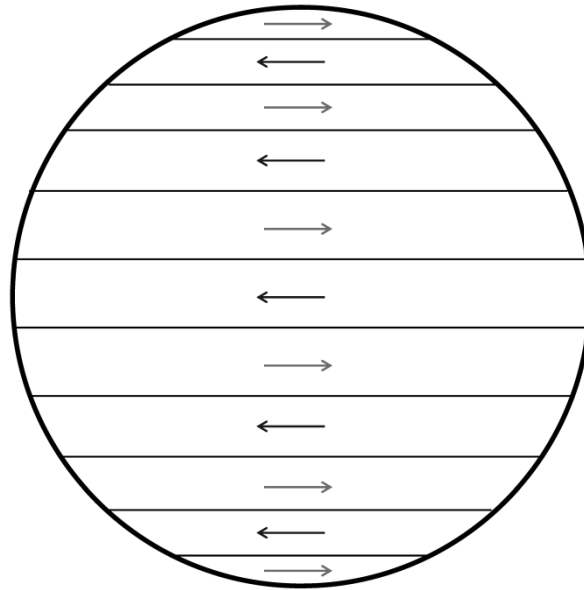
**Slika 6.1.** Metoda brojanja u nasumično odabranim probnim poljima (prema Breirley i sur., 2007).

2. brojanje valvi u transektima



**Slika 6.2.** Metoda brojanja u transektima (prema Breirley i sur., 2007).

### 3. brojanje valvi na čitavom preparatu



Slika 6.3. Metoda brojanja na čitavom preparatu (prema Breirley i sur., 2007).

#### Strategije za određivanje neodređenih jedinica

U istraživanjima dijatomeja neodređena jedinica obično označava da razina taksonomske identifikacije ne prelazi razinu vrste. 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. Ukoliko broj takvih frustula u uzorku prelazi 12 %, potrebno je napraviti nove trajne preparate.

*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.

## 6.2. Biološki element kakvoće fitoplankton

Fitoplankton kao jedan od bioloških indikatora najizravnije i u najkraćem vremenskom roku promjenom svog kvalitativnog sastava i brojnosti ukazuje na varijacije fizikalno-kemijskih čimbenika u okolišu.

### 6.2.1. Uzorkovanje

#### 6.2.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje fitoplanktona u umjetnim stajaćicama i akumulacijama obavlja se tijekom dana, jednom mjesečno od travnja do rujna tekuće godine.

#### 6.2.1.2. Mjesto uzorkovanja

Uzorci za kvalitativnu i kvantitativnu analizu fitoplanktona uzimaju se iz čamca, na najdubljem mjestu umjetne stajaćice ili akumulacije.

#### 6.2.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje

Popis potrebne terenske opreme za uzorkovanje:

- topografske karte u mjerilu 1:25 000 i 1:50 000,
- čamac,
- batimetrijska karta,
- GPS uređaj,
- fotoaparata,
- 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 10 do 25 µm,
- plastična kanta volumena 10 - 15 L,
- tamne boce sa širokim grlom i podčepom (200 - 250 mL) za spremanje direktnog uzorka označene vodootpornom etiketom,
- plastične bočice (do 100 mL) za spremanje kvalitativnog mrežnog uzorka,
- prijenosni hladnjak,
- terenski dnevnik (protokol) s pratećim terenskim sitnim priborom (olovka, flomaster, pinceta, nožić i sl.),
- 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 sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja,
- kožne rukavice sa ili bez prstiju,
- papirnati ručnici,
- pojas za spašavanje i
- terenska torbica s prvom pomoći.

#### 6.2.1.4. Način uzorkovanja

Koordinate mjesta uzorkovanja svaki puta treba zabilježiti GPS-om kako bi se redovito moglo uzorkovati na istom vertikalnom profilu.

Bez obzira uzorkuje li se duboka ili plitka umjetna stajačica ili akumulacija, prije početka uzorkovanja uvijek je obavezno izmjeriti temperaturu i koncentraciju kisika u stupcu vode, na svakom metru dubine do 1 m od dna.

Prije početka uzorkovanja fitoplanktona u stratificiranim stajaćicama potrebno je odrediti dubinu eufotičke zone te temperaturnu stratifikaciju u stupcu vode. Dubina eufotičke zone se izračuna tako što se Secchi dubina pomnoži s koeficijentom 2,5 ( $Z_{eu} = \text{Secchi dubina} \times 2,5$ ).

Reprezentativan uzorak fitoplanktona uzorkuje se prikladnim uzorkivačem (vidi Poglavlje 4.2.1.4.3.). Tijekom uzorkovanja oprema za uzorkovanje (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.

Uzorak fitoplanktona treba odmah ili nakon miješanja poduzoraka biti prebačen u odgovarajuće bočice i konzerviran za kasniju mikroskopsku analizu.

Bočice za uzorke moraju biti označene prije uzorkovanja kako bi se izbjegla zamjena uzoraka. Za označavanje treba koristiti vodootporne flomastere. Vodootporne etikete na bočicama mogu biti i prethodno računalno ispisane s praznim prostorom za dodatne podatke koji se upisuju na terenu. Upisivanje podataka direktno na bočice nije preporučljivo.

Bočice s uzorcima trebaju biti dopremljene do laboratorija u neprozirnom, tamnom prijenosnom hladnjaku.

Poduzorci za dodatne analize fitoplanktona te poduzorci za druge pokazatelje (npr. klorofil *a* i hranjive tvari) trebaju biti uzeti iz istog izmiješanog uzorka iz kojeg je uzet uzorak fitoplanktona. To znači da uzorkovani volumen kompozitnog uzorka treba biti dovoljno velik za sve prateće analize.

Terenski protokol za uzorkovanje fitoplanktona u jezerima treba pripremiti prije odlaska na teren kao obrazac u klasičnom (papirnatom) obliku ili u elektroničkom obliku (primjerice na tabletu).

##### 6.2.1.4.1. Uzorkovanje za kvalitativnu analizu

Kvalitativni uzorci (mrežni uzorci fitoplanktona) se uzorkuju planktonskom mrežicom promjera oka 10 do 25  $\mu\text{m}$ . Uzorak se uzima potezom s jednake dubine s koje se uzima i kompozitni uzorak. Uzorak se uzima na način da se planktonska mrežica spusti do određene dubine te se lagano i jednakomjerno povlači prema površini. Uzorak koji se sakupio u posudi na kraju mrežice prelije se u pravilno označenu bočicu. Nakon uzimanja uzorka mrežicu je neophodno nekoliko puta do ruba obruča uroniti u jezersku vodu kako bi se isprao zaostali materijal na unutarnjim stjenkama mrežice te se i taj sadržaj dodaje u bočicu s uzorkom. Ukoliko se koristi planktonska mrežica koja na svom kraju ima ventil, mora se paziti da prilikom uzorkovanja i ispiranja isti bude zatvoren. Bočica s uzorkom se pohrani u prijenosni hladnjak tijekom transporta do laboratorija.

Nakon svakog uzorkovanja planktonska mrežica se na terenu mora dobro isprati vodom stajaćice, a potom u laboratoriju vodovodnom vodom kako bi se smanjila mogućnost kontaminacije sljedećih uzoraka. U slučaju da se jedna mrežica koristi za više točaka uzorkovanja, na teren treba ponijeti čistu vodovodnu vodu kako bi se mrežica mogla isprati na samom terenu ili treba ponijeti nekoliko planktonskih mrežica.

*NAPOMENA: Ako se kvalitativni, tzv. mrežni uzorci fitoplanktona koriste za kasniju determinaciju dijatomeja tada promjer oka na mrežici mora biti 10  $\mu\text{m}$ . U slučaju visoke gustoće fitoplanktona i planktonske mrežice s promjerom oka do 25  $\mu\text{m}$  mogu se koristiti za analizu manjih frakcija jer se pore začepi te u mrežici ostanu i manje frakcije fitoplanktona.*

#### 6.2.1.4.2. Odabir načina uzorkovanja za kvantitativnu analizu

Kvantitativni uzorak fitoplanktona u umjetnim stajaćicama je kompozitni uzorak uzet iz cijelog stupca vode posebnim uzorkivačima. Ovisno o tipu umjetne stajaćice te njegovoj stratificiranosti, prvo se odabire način uzorkovanja. U slučaju:

- a) Faze miješanja vode (nema temperaturne stratifikacije)
 

Tijekom faze miješanja vode u **plitkim nestratificiranim umjetnim stajaćicama** treba uzeti kompozitni uzorak iz cijelog stupca vode do dubine od 1 m iznad dna.

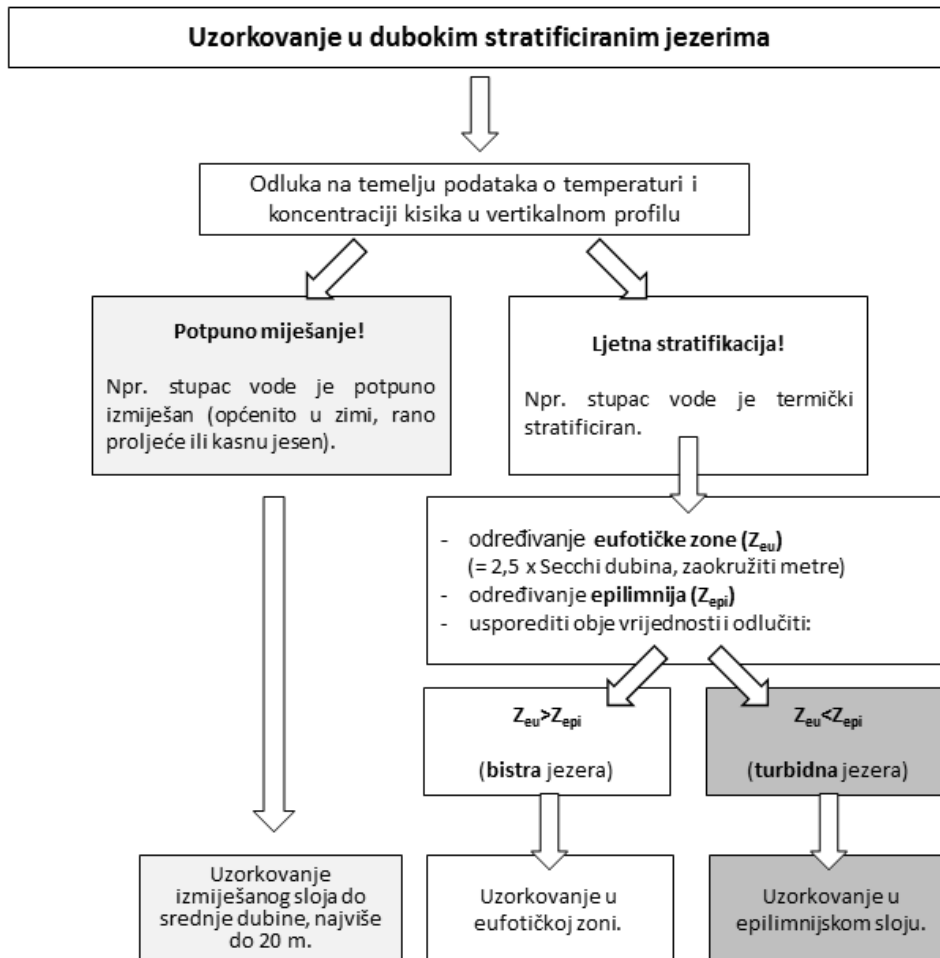
Tijekom faze miješanja vode u **dubokim stratificiranim umjetnim stajaćicama** treba uzeti kompozitni uzorak najdublje do 20 m dubine ili do dubine 1 m iznad dna.
- b) Faze ljetne stagnacije
 

Tijekom ljetne stagnacije u **polimiktičnim (plitkim) umjetnim stajaćicama** (s najvećom dubinom  $\leq 10$  m) uzorkovanje seže do dubine od 6 m ili do dubine 1 m iznad dna.

Za uzorkovanje u **stratificiranim (dubokim) umjetnim stajaćicama** (s najvećom dubinom  $\geq 10$  m) postoji razlika za uzorkovanje tijekom ljetne stagnacije ovisno o turbiditetu jezera:

  - I. 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.
  - II. 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.

Način uzorkovanja u dubokim i stratificiranim jezerima shematski prikazuje slika 6.4.



**Slika 6.4.** Shema načina uzorkovanja fitoplanktona u dubokim i stratificiranim umjetnim stajaćicama i jezerima.

**NAPOMENA:** Plitke umjetne stajaćice i akumulacije su definirane kao polimiktična jezera. Njihova maksimalna dubina je najčešće  $\leq 10$  m.

#### 6.2.1.4.3. Uzorkovanje i priprema kompozitnog uzorka

##### Uzorkovanje kompozitnog uzorka integriranim uzorkivačem

Preporučena metoda za uzorkovanje fitoplanktona je uzorkovanje integriranim uzorkivačem. To je reprezentativna i najučinkovitija metoda, jer se uzorak iz cijelog stupca vode uzima kontinuirano. 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. Uzorak fitoplanktona i ostali poduzorci uzimaju se iz plastične kante.

Ovim je uzorkivačem moguće uzeti i uzorke s odabrane dubine, npr. samo onaj dio stupca vode s dubinskim maksimumom klorofila.

#### Uzorkovanje i priprema kompozitnog uzorka uz pomoću dubinskog (cjevastog) uzorkivača

Kako bi se uzeo kompozitni uzorak cijelog vodenog stupca moguće je koristiti i standardne dubinske (cjevaste) uzorkivače, obično dužine od 0,5 do 2 m. Dubinski profil će biti pokriven uzimanjem poduzoraka u cijelom vodenom stupcu. U plitkim umjetnim stajaćicama i akumulacijama ( $Z_{\max} \leq 10$  m) udaljenost između poduzoraka ne smije biti veća od 1 m, a u dubokim jezerima 2 m. U slučaju kada je utvrđen dubinski maksimum klorofila *a* (koji je utvrđen kao maksimum koncentracije kisika ili klorofila *a* pomoću dubinske sonde), važno je uzeti poduzorak i s te dubine.

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.).

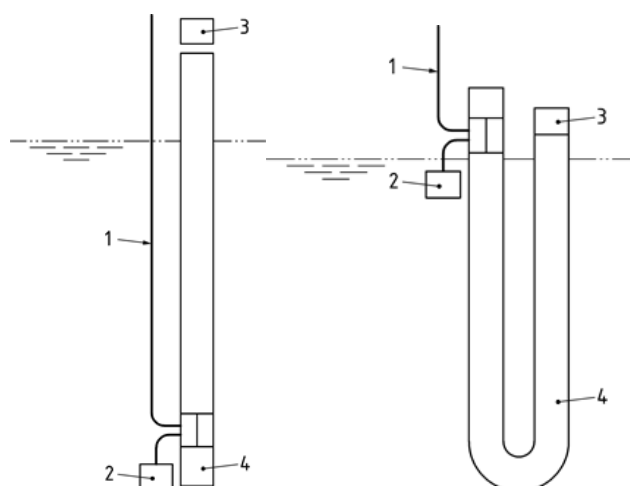
*NAPOMENA: Uzorkivači s poklopcem ili čepom samo na jednoj strani pri čemu nije otvoren cijeli presjek uzorkivača prilikom spuštanja u vodu, ne preporučaju se (npr. Ruttnerova boca).*

#### Uzorkovanje kompozitnog uzorka pomoću cijevi

Za 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. Utog omogućava vertikalno postavljanje cijevi u vodenom stupcu (Slika 6.5). Uzimanje kompozitnog uzorka se obavlja tako da se cijev lagano okomito spušta u vodu s krajem na kojemu je uteg. Kada se cijev spusti na željenu dubinu, gornji kraj cijevi se začepi, a donji dio cijevi se lagano povuče na površinu pomoću užeta. Tako prikupljen 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 vodovodnom vodom i prije pohrane dobro osušiti.



**Slika 6.5.** 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 normom za kvantitativno i kvalitativno uzorkovanje fitoplanktona u kopnenim vodama (HR EN 16698:2015).

#### 6.2.1.5. Konzerviranje i pohrana uzoraka

##### 6.2.1.5.1. Konzerviranje uzoraka

###### Direktni kompozitni uzorak

Direktni kompozitni uzorci fitoplanktona pohranjuju se u staklene bočice sa širokim grlom volumena 200-250 mL s dvostrukim čepom. Uzorci se fiksiraju Lugolovom otopinom. Kisela Lugolova otopina se koristi kada je pH vode < 7, a lužnata kada je pH vode > 7.

Standardno, uzorci se konzerviraju u omjeru 5 mL Lugolove otopine na 1 L uzorka što ovisi o gustoći algi u uzorku (pripremu vidi u Poglavlju 6. Biološki elementi kakvoće za rijeke, 6.1.1.5.1. Konzerviranje uzoraka). 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 zatamnjenim staklom taj što se ne vidi boja uzorka koji je obojan Lugolovom otopinom te je boju uzorka potrebno provjeriti na drugi način, npr. kapalicom.



### Mrežni kvalitativni uzorak

Mrežni kvalitativni uzorci fitoplanktona se spremaju u plastične bočice volumena do 100 mL. Uzorci se ne konzerviraju na terenu jer se koriste za determinaciju vrsta iz živog materijala. No, nakon što je determinacija živog materijala gotova, uzorci se konzerviraju 96%-tnim etilnim alkoholom do konačne koncentracije od 20%. Tako 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%.

#### 6.2.1.5.2. Pohrana uzoraka

### Mrežni kvalitativni uzorci

Mrežni kvalitativni uzorci, tzv. živi uzorci moraju se čuvati u tami na temperaturi između 4 i 10°C. Uzorci sakupljeni u jezerima s visokom temperaturom vode trebaju se postepeno 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.

### Konzervirani uzorci

Uzorci konzervirani Lugolovom otopinom (etilnim alkoholom ili formaldehidom) čuvaju se u tami na temperaturi između 1 i 5°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 da li je 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 1 i 5°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.*

#### 6.2.1.6. Označavanje i etiketiranje uzorka

Bočice s uzorcima moraju imati etiketu koja sadrži sljedeće podatke:

- šifra uzorka,
- naziv vodnog tijela stajaćice,
- datum uzorkovanja,
- dubina uzorkovanja i
- naziv i šifra mjerne postaje.

## 6.2.2. Laboratorijska obrada uzoraka

### 6.2.2.1. Popis potrebne opreme pri mikroskopiranju uzoraka fitoplanktona

Za mikroskopiranje uzoraka fitoplanktona potrebna je sljedeća laboratorijska oprema:

- komorice za sedimentaciju po utermöhl-u s cilindrima 5 - 100 ml i promjera 25 mm,
- invertni mikroskop s nomarski i/ili faznim kontrastom koji sadržava:
- kondenzor s velikom radnom daljinom i numeričkom aperturom > 0,5,
- binokulare 10x ili 12,5x (od kojih jedan ima okularni mikrometar),
- objektivne 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s nomarski i/ili faznim kontrastom,
- digitalnu kameru povezanu s računalom,
- mehaničko postolje,
- staklene kapalice, staklene čaše, boce štrcalice,
- predmetna i pokrovna stakalca i
- laboratorijski protokol.

*NAPOMENA: Invertni mikroskop često ne podržava imerzijski objektiv (100x) pa je u tom slučaju potrebno imati i klasičan mikroskop, s povećanjima 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s Nomarski i/ili faznim kontrastom.*

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 norma za brojenje fitoplanktona pomoću invertnog mikroskopa (Utermöhl tehnikom) HRN EN 15204:2008.

### 6.2.2.2. Kvalitativna analiza

Kvalitativna analiza obuhvaća određivanje kvalitativnog sastava fitoplanktona (determinaciju vrsta) i ocjenu relativne brojnosti, što se postiže obradom mrežnog (živog) uzorka fitoplanktona.

Za određivanje kvalitativnog sastava fitoplanktona koristi se invertni ili klasični svjetlosni mikroskop s povećanjima 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s Nomarski i/ili faznim kontrastom. Analizu je potrebno napraviti na živom (neKonzerviranom) materijalu u roku od 24 sata od uzorkovanja, a u iznimnim slučajevima ju je moguće napraviti i u roku od 36 sati. Prilikom determinacije svakoj vrsti se dodjeljuje relativna brojnost od 1 do 5 prema skali u Tablici 6.2

**Tablica 6.2.** 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

### 6.2.2.3. Kvantitativna analiza

Postupak kvantitativne analize (određivanje brojnosti fitoplanktona) uključuje bilježenje uočenih vrsta i njihov broj na poznatoj površini komorice za brojanje. Kada su poznati površina i volumen cijele komorice izračuna se koncentracija svake pojedine vrste (broj stanica u litri, br.stan.L<sup>-1</sup>).

Nadalje, kvantitativna 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<sup>-1</sup>).

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

#### 6.2.2.3.1. Priprema uzoraka za analizu

Prije analize, uzorci se izvade iz hladnjaka i ostave na sobnoj temperaturi kroz 12 sati. Vrijeme potrebno za izjednačavanje temperature uzorka i okolnog prostora prvenstveno ovisi o temperaturi prostorije i volumenu uzorka.

#### 6.2.2.3.2. 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. To se može učiniti ručno ili mehanički, pomoću aparata za trodimenzionalno miješanje uzoraka (npr. po Paul-Schatz načelu).

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 brojenju te se svakako treba izbjeći.*

#### 6.2.2.3.3. 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 brojenje 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 vodovodnom 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 6.3.

**Tablica 6.3.** 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.

#### 6.2.2.3.4. Mikroskopiranje uzorka za kvantitativnu analizu

Izbor načina brojenja ovisi o gustoći algi u uzorku. Strategije brojenja mogu biti sljedeće:

- a) brojenje unutar probnih polja – neovisno o povećanju, broje se alge u probnim poljima koje može predstavljati vidno polje ili polje mrežice postavljene u okular;
- b) brojenje unutar transekata – neovisno o povećanju, broje se alge u transektu, bilo širine vidnog polja ili mrežice u okularu;
- c) brojenje unutar cijele komorice – na velikom povećanju od 100x pregledava se pola ili cijela komorica prilikom čega se broje velike vrste, npr. *Ceratium hirundinella*.

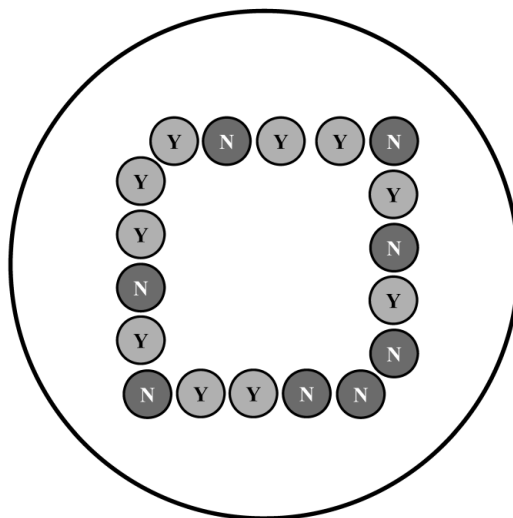
Kvantitativna analiza (brojanje stanica) obuhvaća tri koraka:

1. Na velikom povećanju od 400x korištenjem probnih polja ili transekata treba prebrojati vrste malih dimenzija. Potrebno je prebrojati onoliko vidnih polja ili transekata kako bi se izbrojalo najmanje 400 jedinica (stanica, cenobija, kolonija ili filamenata);
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 vrste. Komoricu treba pregledati detaljnim nizom horizontalnih transekata i prebrojati veće vrste (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 filament 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 filament 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.

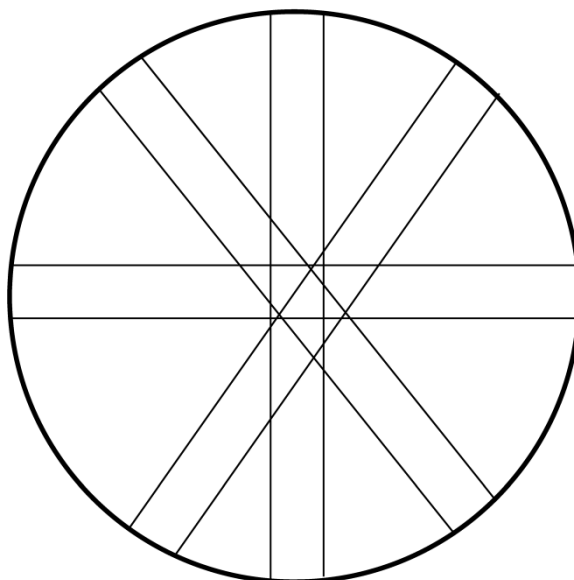
**Strategije brojanja**

1. brojanje jedinica algi u nasumično odabranim probnim poljima - prikladno za brojanje algi malih i srednjih veličina u uzorcima visoke gustoće



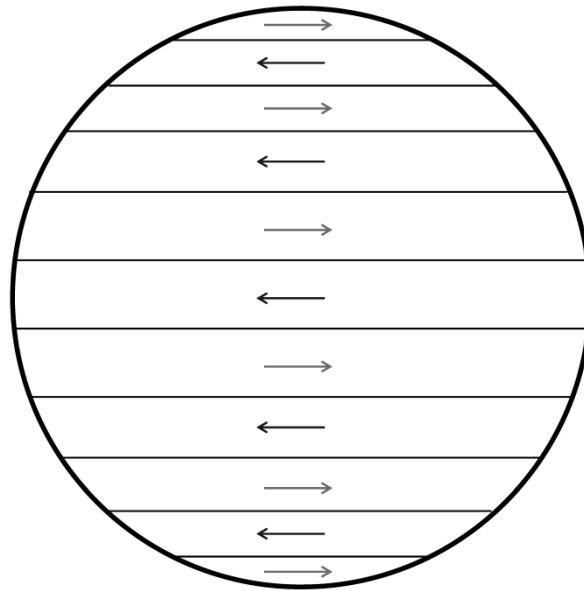
**Slika 6.6.** Metoda brojanja u nasumično odabranim probnim poljima (prema Breirley i sur., 2007.).

2. brojanje jedinica algi u transektu - prikladno za brojanje algi male i srednje veličine u uzorcima srednje gustoće



**Slika 6.7.** Metoda brojanja u transektima (prema Breirley i sur., 2007.).

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 6.8. Metoda brojanja u čitavoj komorici (prema Breirley i sur., 2007.).

#### 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 vrsta algi s različitim pristupom u brojanju uključuju: kolonijalne oblike (*Aphanocapsa*, *Aphanothece*, *Coelomonon*, *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  $\mu\text{m}$ , 16-26  $\mu\text{m}$ , >26  $\mu\text{m}$  ili *Bacillariophyceae*: <7  $\mu\text{m}$ , 7-14  $\mu\text{m}$ , 14-20  $\mu\text{m}$ , >20  $\mu\text{m}$ .
- 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*), 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

- brojenja najmanje 400 jedinica, tada kolonija, filament ili cenobij označavaju jednu jedinicu.
- Prazne silikatne ljušturice algi kremenjašica 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.

#### 6.2.2.3.5. Čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata

Za precizno određivanje dijatomeja u uzorku fitoplanktona potrebno je pripremiti trajne preparate prema postupku opisanom u poglavlju 6.1.2.2.

#### 6.1.2.3.6. Mikroskopiranje uzorka fitoplanktona za kvantitativnu analizu dijatomeja

Kako je većinu dijatomeja nemoguće determinirati prilikom kvalitativne analize uzorka pri zadanim povećanjima (100, 200 i 400x), one se broje opisno ili u veličnim kategorijama kako je navedeno u specifičnim smjernicama u poglavlju 3. Biološki elementi kakvoće za rijeke, potpoglavlju 3.2. Biološki element kakvoće fitobentos, 3.1.2.3.4. Mikroskopiranje uzoraka za kvantitativnu analizu. Međutim, točan broj pojedinih vrsta se dobije tako da se analiziraju trajni preparati napravljeni iz kvalitativnih (mrežnih) uzoraka.

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. Konačan broj pojedinih vrsta se dobije tako da se dobiveni udjeli primijene na izbrojenu vrijednost veličinske ili opisne kategorije.

#### 6.1.2.3.7. Izračunavanje broja stanica

Izračunavanje broja stanica/jedinica (jedinica/L):

prema metodi brojanja u nasumično odabranim vidnim poljima jednadžbom

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \times K_z}{n \times V}$$

gdje je:

A - ukupan broj stanica/jedinica (ukupan broj stanica/jedinica /L)

V - volumen sedimentacijske komorice (cm<sup>3</sup>)

X<sub>i</sub> - ukupan broj stanica/jedinica u izbrojanim vidnim poljima

n - broj izbrojanih vidnih polja

K<sub>z</sub> - omjer između površine komorice i vidnog polja

Izračunavanje K<sub>z</sub> jednadžbom

$$K_z = \frac{A_{ch}}{A_{fv}}$$

gdje je:

A<sub>ch</sub> - površina komorice (mm<sup>2</sup>)

A<sub>fv</sub> - površina vidnog polja (mm<sup>2</sup>)



prema metodi brojanja u transektu jedndžbom

$$A = \frac{l \times \pi \times r^2}{2 \times n \times r \times a \times V}$$

gdje je:

A - ukupan broj stanica/jedinica (jedinica/L)

l - ukupan broj stanica/jedinica u izbrojanom području

r - opseg komorice (mm)

n - broj izbrojanih transekata

a - promjer transekta (mm)

V - volumen komorice (cm<sup>3</sup>)

#### 6.2.2.4. 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, filament) može značajnije doprinijeti ukupnoj biomasi nego mnogo sitnih stanica. Stoga je biomasa relevantnija mjera od brojnosti fitoplanktona kod ocjene ekološkog stanja i važno ju je točno izračunati.

##### 6.2.2.4.1. Princip izračunavanja biomase

Svaka vrsta fitoplanktona se opisuje najsličnijim (po mogućnosti što jednostavnijim) 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). U većini slučajeva dodjela geometrijskog tijela mora biti zasnovana na jednoj stanici, no 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 Savjetodavnoj normi za procjenu biovolumena fitoplanktona (HRN EN 16695:2015).*

##### 6.2.2.4.2. 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.

Mjerenje stanica zahtijeva puno vremena, stoga se u monitoringu mogu primjenjivati srednje vrijednosti stanica izračunate vlastitim mjerenjima u prijašnjim godinama istraživanja za isto područje. Tijekom ovakvog postupanja s vremena 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 brojenja 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.

#### 6.2.2.4.3. Izračunavanje biomase

Na temelju računanja volumena pripadajućih geometrijskih tijela algi i cijanobakterija dobiva se volumen koji se naziva biovolumen i on se izražava u jedinicama  $\text{mm}^3/\text{L}$ . S pretpostavkom da je gustoća algi i cijanobakterija jednaka gustoći vode ( $1 \text{ g}/\text{cm}^3$ ) biomasa se iz biovolumena pretvara na sljedeći način:

$$1 \text{ mm}^3/\text{L} = 1 \text{ cm}^3/\text{m}^3 = 1 \text{ mg}/\text{L}$$

$$1 \text{ mm}^3/\text{m}^3 = 10^6 \mu\text{m}^3/\text{L} = 1 \mu\text{g}/\text{L}$$

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

---

## 6.3. Biološki element kakvoće makrofita

### 6.3.1. Terenski rad – prikupljanje podataka o makrofitima

#### 6.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje makrofita najbolje je obaviti tijekom ljeta i rane jeseni kad su makrofiti optimalno razvijeni, tj. od lipnja do rujna i listopada ukoliko je jesen topla s time da su srpanj i kolovoz optimalni za uzorkovanje. Proljetne mjesece koji su inače optimalni za uzorkovanje kopnene flore treba koliko je moguće izbjegavati za uzorkovanje makrofita. Voda je medij koji se sporije grije od zraka/kopna, tako da shodno tome i razvoj vegetacije kasni. Prerano uzorkovanje može uzrokovati teškoće na više razina. S obzirom da biljke još nisu optimalno razvijene ili su tek započele s razvojem procijenjene abundancije će biti manje, a i određivanje nepotpuno razvijenih biljaka može vrlo teško ili čak nemoguće. Prekasno uzorkovanje također nije preporučljivo jer vegetativni dijelovi mnogih vrsta nestaju pred zimu, te biljka preživljava u obliku trajnih organa.

Za vrijeme optimalnog razdoblja za uzorkovanje treba izbjegavati vrijeme visokih voda. Preporučljivo je da između pojave visoke vode i uzorkovanja makrofita prođu barem četiri tjedna.

#### 6.3.1.2. Uzorkovanje makrofita i procjena abundancija

Makrofita se uzorkuju s obale ili iz čamca ovisno o konfiguraciji obale, mogućnosti prilaza i dubine vode. Moguće je i uzorkovanje ronjenjem. Uzorkuje se duž transekata širokih 2-6 m, okomitih na obalu, a pružaju se od obale do dubinske granice makrofita. Ovisno o veličini vodnog tijela i raznolikosti makrofitske vegetacije uorkuje se svakih 5-10 m, a koordinata svake točke bilježi se GPS uređajem. Transekti se mogu podijeliti i u različite dubinske zone koje odgovaraju različitim makrofitskim zajednicama ili pojavi i nestanku određenih vrsta ili značajnijoj promjeni njihovih abundancija. Za transekte valja odabrati homogeno područje koje odgovara općim prilikama u jezeru. Uzorkuje se grabilima, grabljama na užetu ili štapu (ovisno o dubini vode) ili direktno sakupljanjem iz vode. Na svakoj točki uzimaju se barem tri uzorka kako bi se sakupile po mogućnosti sve vrste. Za procjenu abundancija valja koristiti tuljac sa staklom ili neko slično pomagalo kojim se može gledati pod vodu. Na svakoj točki potrebno je izmjeriti dubinu (eho uređajem) i prozirnost Secchi diskom te napraviti potpun popis vrsta makrofita i makroalgi i procijeniti njihovu abundanciju pomoću Kohlerove skale (Kohler 1978, Tablica 6.4). Uzorke je potrebno odrediti do razine vrste ukoliko postoje sva determinacijska svojstva.

**Tablica 6.4.** Skala po Kohleru za procjenu učestalosti vodenih makrofita (Kohler 1978).

Stupanj	Opis	Objašnjenje
1	Vrlo rijetko, pojedinačno	samo pojedinačne biljke, do 5 jedinki
2	rijetko	ca. 6-10 jedinki, rahlo razdijeljenih po istraživanoj površini ili do 5 pojedinačnih sastojina
3	rašireno	ne može se previdjeti, ali nije česta vrsta; "može se naći a da se posebno ne traži"
4	često	česta vrsta, ali ne masovna; nepotpuna pokrovnost s velikim prazninama
5	vrlo često, masovno	dominantna vrsta, manje-više posvuda; pokrovnost znatno veća od 50%

### 6.3.1.3. Oprema

#### 6.3.1.3.1. Oprema za uzorkovanje na terenu

- čamac
- gumene čizme ili ribičke čizme
- topografske karte 1:25 000 ili 1:50 000
- GPS uređaj
- grablje na užetu ili teleskopskom štapu
- terenska bilježnica ili protokoli
- grafitne olovke i vodootporni flomaster
- fotoaparata
- lupa (povećanje barem 10x)
- plastične vrećice (najbolje za duboko zamrzavanje, različitih volumena)
- plastične posude za uzorke
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke)
- etikete od paus papira
- ključevi za determinaciju
- naprava za gledanje pod vodom (plastična cijev sa staklenim dnom) ili maska za ronjenje
- naočale s polarizacijskim staklima
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje
- konzervans (etanol (50%) i glicerol u omjeru 1:1) ili FOA (standardni konzervans za botaničke preparate – 30 dijelova destilirane vode, 15 dijelova 96%-tnog etilnog alkohola, 5 dijelova cca. 35%-tne otopine formaldehida i 1 dio ledene octene kiseline)
- prema mogućnostima i ronilačka oprema.

### 6.3.1.3.2. Oprema za laboratorijski rad, određivanje sabranih vrsta i pohranu biljnog materijala

- petrijeve zdjelice
- histološke iglice
- pincete
- žileti
- predmetna i pokrovna stakalca
- kapaljke
- binokularna lupa i svjetlosni mikroskop
- papiri za prešanje biljaka i odgovarajuća preša
- etikete
- plastične posudice za mokre preparate
- omoti za eksikate mahovina
- ključevi za određivanje i ostala potrebna literatura

### 6.3.1.4. Taksonomske i ekološke skupine koje se uzorkuju

Od taksonomskih skupina u vodene makrofite uključene su više (ili vaskularne) biljke (Tracheophyta), mahovine (Bryophyta) i parožine (Charophyceae), te nitaste zelene alge (Chlorophyta) ako se pojavljuju u veću množini.

Više biljke se uglavnom pohranjuju u herbar, osim nekih nježnih i sitnijih koje je radi lakšeg određivanja dobro pohraniti i u konzervans (npr. uskolisne vrste roda *Potamogeton*, vrste roda *Callitriche*). Mahovine je najbolje osušiti na zraku bez prešanja i spremiti u papirne omote (koverte), dok je parožine preporučljivo pohraniti u konzervans jer se kod herbariziranja mogu izgubiti neka determinacijska svojstva.

Svaki uzorak treba posebno etiketirati.

Ekološki, uzorkuju se vrste koje su u potpunosti uronjene u vodu, čiji listovi i cvjetovi plutaju na vodi ili koje čitave plutaju na vodi te 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 (helofiti) i one koje čine obalnu vegetaciju. Te vrste iz obalne vegetacije valja jasno odvojiti zato jer se najčešće ne koriste direktno u procjeni stanja voda, ali mogu dati dodatne korisne informacije o stanju i ekološkim prilikama jezera.

## 6.4. Biološki element kakvoće makrozoobentos

Valja napomenuti da se uzorkovanje značajno razlikuje u odnosu na metodologiju uzorkovanja makrozoobentosa u jezerima opisanu u dokumentu Metodologija uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće, jer se navedena odnosi na uzorkovanje profundala jezera.

### 6.4.1. Uzorkovanje

#### 6.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorci makrozoobentosa sabiru se od travnja do rujna u vrijeme niskih stabilnih vodostaja, što je iznimno bitno za uzorkovanje u području litorala. U akumulacijama u kojima je namjena hidroenergetsko iskorištavanje, uzorkovanje valja uskladiti s radom hidroenergetskih postrojenja.

#### 6.4.1.2. Oprema potrebna za uzorkovanje

- karta u mjerilu 1:25 000 ili 1:50 000,
- terenski protokol,
- ručna bentos mreža veličine okvira 25x25 cm, promjera oka 500 µm,
- grafitna i kemijska olovka,
- mjerna traka (metar) sa skalom do 10 m,
- štapni dubinomjer sa skalom od 1 m,
- bočice minimalnog volumena 0,5 l,
- uljni flomaster (otporan na alkohol i vodu),
- vodootporne etikete,
- plastična kanta,
- plastična kadica,
- mrežica za prosijavanje s promjerom pora od 0,5 mm,
- pinceta,
- 96 % etilni alkohol,
- fotoaparata,
- GPS aparat,
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica),
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja,

- terenska torbica za prvu pomoć i
- pojas za spašavanje.

#### 6.4.1.3. Način 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. Maksimalna površina koja može biti uzorkovana iznosi 250 m<sup>2</sup>. 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. Na svakoj postaji se uzima deset poduzoraka ovisno o postotku zastupljenosti određene dubine i supstrata. Poduzorci s površine 25×25 cm (0,0625 m<sup>2</sup>) uzimaju se standardnom ručnom bentos mrežom veličine oka 500 µm (AQEM CONSORTIUM 2002). Ručna bentos mreža se postavi uspravno i čvrsto na supstrat s otvorom okrenutim prema smjeru gibanja vode koje je postignuto vrtnjom petama čizme pri čemu se uznemiruje dno supstrata, podiže ga se i takav se hvata u mrežu (eng. kick and sweep sampling). Valja 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. Sadržaj mreže se prebacuje u kantu, uklanja se veći supstrat s kojeg su prethodno odstranjeni svi organizmi. Na taj se način smanji volumen uzorka. Potom se na terenu sediment ispire i prosijava kroz mrežicu veličine oka 500 µm, pri čemu se pincetama vrši gruba separacija makrofaune. Iz takvog kompozitnog uzorka odstranjuje se voda, prebacuje se u već prethodno označenu bočicu i dodaje se 96 % etilni alkohol kako bi se uzorak konzervirao. Ako se uzorak s jedne mjerne postaje sprema u nekoliko bočica onda se one numeriraju oznakom (npr. 1/2, 2/2, itd.). Po završetku uzorkovanja cijela korištena oprema se dobro opere i pregleda kako ne bi zaostali neki organizmi te pripremi za sljedeće uzorkovanje. Po obavljenom uzorkovanju terenski protokol se pregleda i provjeri sadržava li sve potrebne podatke te se upišu i mogući problemi nastali tijekom uzorkovanja, koji bi mogli utjecati na kvalitetu uzorka.

Na bočice treba napisati:

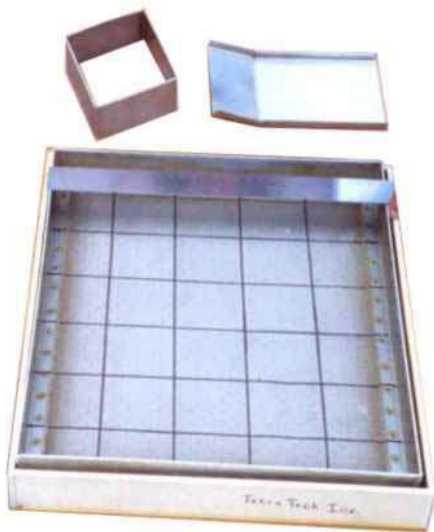
- datum uzorkovanja,
- naziv akumulacije ili umjetne stajaćice,
- oznaka mjesta uzorkovanja,
- oznaku bočice ako je potrebno (1/2, 2/2).

#### 6.4.2. Laboratorijska obrada uzoraka

Sakupljeni i pravilno označeni uzorci se dopremaju u laboratorij na daljnju obradu. U laboratoriju se uzorak makrozoobentosa podijeli na manje uzorke s ciljem skraćivanja vremena potrebnog za obradu uzorka. To se prvenstveno odnosi na uzorke s izrazito gustim populacijama makrozoobentosa. Slučajni odabir poduzoraka omogućuje da se iz velikog uzorka odabere manji broj poduzoraka, koji predstavljaju cjelokupni uzorak. Uzorak se prvo homogenizira, a poduzorkovanje se obavlja korištenjem posebne opreme (poduzorkivač). Na taj način, osigurava se proporcionalna zastupljenost organizama.

Oprema za poduzorkovanje u laboratoriju:

- kadica,
- metalna ili plastična mreža s 30 kvadrata jednake veličine; svaki kvadrat predstavlja jedan poduzorak,
- Petrijeve zdjelice čije je dno podijeljeno ne četvrtine,
- žlice ili lopatice za izolaciju materijala iz kadice,
- plastične posudice, vrećice ili kivete,
- etilni alkohol,
- rukavice,
- škare,
- paus papir i
- grafitna olovka.



**Slika 6.9.** Mreža s 30 kvadrata jednake veličine u kadici s poduzorkivačem.

Organizmi se izoliraju na sljedeći način:

- U laboratoriju se iz vrećice ili posudice s uzorkom odlije alkohol kroz mrežu promjera oka 500  $\mu\text{m}$  u odgovarajuću posudu, a sabrani materijal se ispere pod tekućom vodom i odloži u kadicu.
- Za analizu nije potrebno izdvajati organizme iz cijelog uzorka te se on raspoređuje u kadicu za poduzorkovanje, koja je podijeljena na 30 jednakih kvadrata (slika 6.9). Iz pet slučajno izabranih kvadrata/poduzoraka (jedinica za izolaciju), izdvoje se svi makroskopski beskraljčnjaci.



- Izdvajanje organizama je završeno ako u pet poduzoraka nađemo minimalno 700 jedinki, a iz ostatka uzorka izvade se životinje veće od 2 cm. Broj životinja prikupljenih iz pet kvadrata pomnoži se s 6 (da bi se dobio broj životinja u cjelokupnom uzorku, odnosno 30 kvadrata) te se navedenom broju pribroje i životinje veće od 2 cm koje su prethodno prikupljene iz cjelokupnog uzorka.
- U slučaju da se iz 5 kvadrata ne izolira više od 700 jedinki, pregledavaju se dodatni kvadrati sve dok brojnost organizama ne dosegne potrebnih 700 jedinki. Broj jedinki je potrebno preračunati na cijeli uzorak te kasnije na površinu od 1 m<sup>2</sup>.
- Organizam pripada pojedinom poduzorku ako se glava, odnosno veći dio organizma, nalazi u njoj.
- Za organizme, koji leže na gornjoj ili desnoj granici između dva poduzorka, smatra se da pripadaju tom poduzorku.
- Prazne ljuštore puževa i školjkaša te prazne kućice ličinka tulara se ne broje.
- Ne broje se svlakovi kukaca i dijelovi organizama (noge, škrge, antene i sl.).
- Kod maločetinaša se broji cijeli primjerak ili samo prednji dio tijela.
- Za izolaciju organizama se koristi stereolupa.
- Bentoski beskralješnjaci se po taksonomskim skupinama sprema u zasebne kivetice sa 75% etilnim alkoholom u koje se stavljaju etikete od paus papira s naznačenim nazivom skupine, datumom i mjestom uzorkovanja. Tako spremljeni organizmi se kasnije determiniraju do nižih sistematskih kategorija.

Ako su prikupljeni uzorci manjeg volumena, za poduzorkovanje se mogu koristiti i Petrijeve zdjelice potrebne veličine, čiji je dno podijeljeno na četvrtine. Pomoću stereo mikroskopa (lupe) izdvoje se sve životinje iz jedne četvrtine, a ostale se pospreme. Ako je u prvoj četvrtini skupljeno 700 jedinki izolacija se prekida, a iz ostale tri četvrtine (ostatak) se izvade životinje veće od 2 cm. U slučaju da je u četvrtini pregledanog uzorka zabilježeno 700 jedinki, broj životinja iz četvrtine uzorka se pomnoži s 4 te se navedenom broju pribroje i ostale životinje veće od 2 cm koje su prikupljene iz ostale tri četvrtine uzorka. Ako nije izdvojeno 700 jedinki izolira se sljedeća četvrtina. Isti proces se nastavlja dok se ne skupi 700 jedinki ili se ne izolira cijeli uzorak.

Izdvojene i prebrojene jedinke se pohranjuju u plastične epruvete s poklopcem volumena 2 ml sa 70 %-tnim etilnim alkoholom. U plastične epruvete također treba staviti etiketu s podacima o uzorku (datum uzorkovanja, naziv jezera, oznaka lokacije) i nazivu svojte koja se u njoj nalazi.

Nakon toga se pristupi determinaciji do najniže moguće sistematske razine.

## 7. TIPIZACIJA UMJETNIH STAJAĆICA I AKUMULACIJA

### 7.1. Prijedlog abiotičke tipologije stajaćica Dinaridske ekoregije

ODV je donijela novi pristup u ocjenjivanju stanja voda koji se temelji na činjenici da različiti tipovi voda imaju različite ekološke karakteristike. Ljudski utjecaj može uzrokovati dramatične posljedice na hidrološki režim vodnih tijela, mijenjajući pritom i kategorije vodnih tijela. U većini slučajeva taj se utjecaj očituje u promjeni riječnog režima u stajaćicu. Međutim, promjene koje promatrači mogu ocijeniti bitnima, ne moraju nužno rezultirati istovjetno bitnim promjenama za biotu. Zajednice organizama koji nastanjuju vodene ekosustave razlikuju se prema ekološkim preferencijama i toleranciji. Određeni deskriptori mogu biti ekološki bitni za određene BEK, ali nebitni za druge. Zahvat poput utvrđivanja glavnog kanala i izgradnje brane može stabilizirati razinu vode i stvoriti jezerske uvjete za makrofite i bentičke organizme, dok razvoj jezerske fitoplanktonske zajednice u velikoj mjeri ovisi o vremenu zadržavanja vode. Ukoliko izgrađena brana znatno ne povećava vrijeme zadržavanja vode u vodnom tijelu (engl. Water retention time), korištenje planktonskih organizama kao biološkog pokazatelja neće ukazati na promjenu kategorije vodnog tijela.

Prema kriterijima Okvirne direktive o vodama, jezerski tipovi definiraju se prema obveznim, ali i izbornim pokazateljima, koji često odražavaju specifičnost vodnih tijela pojedinih zemalja članica. Obavezni parametri koji se uzimaju u obzir prilikom definiranja jezerskih tipova u Republici Hrvatskoj (RH) su:

- 1) položaj jezera u Illiesovoj limnološkoj regionalizaciji Europe:
  - U RH razlikujemo Panonsku ekoregiju (ekoregija 11)
  - Dinaridsku ekoregiju (ekoregija 5)
- 2) površina jezera, 3 kategorije:
  - < 1 km<sup>2</sup> - mala jezera
  - od 1 km<sup>2</sup> do 10 km<sup>2</sup> - srednje velika jezera
  - od 10 km<sup>2</sup> do 100 km<sup>2</sup> - velika jezera
- 3) geološka i litološka podloga:
  - silikatna,
  - karbonatna,
  - miješana silikatno-karbonatna ili karbonatno-silikatna (ovisno o tome koja je više zastupljena)
- 4) nadmorska visina, tri kategorije:
  - gorska (planinska) jezera (> 500 m n.v.)
  - prigorska jezera (200 – 500 m n.v.)
  - nizinska jezera (< 200 m n.v.)
- 5) srednja dubina, tri kategorije:
  - plitka jezera (< 3m)
  - srednje duboka jezera (3 – 15 m)
  - duboka jezera (> 15 m)

Prilikom definiranja abiotičkih tipova akumulacija i drugih umjetnih stajaćica u RH predlažemo iste obavezne parametre kao i kod prirodnih jezera, uz jedan izuzetak koji se odnosi na srednju dubinu, gdje predlažemo 3 kategorije prema srednjoj dubini umjetnih stajaćica, obzirom na stratifikaciju i miješanje čitavog stupca vode:

- vrlo plitke umjetne stajaćice (< 3m),
- plitke umjetne stajaćice (3 – 10 m),
- duboke umjetne stajaćice (> 10 m).

Vrlo plitke umjetne stajaćice i akumulacije nisu stratificirane u toplijem dijelu godine, dok su plitke stajaćice sa srednjom dubinom do 10 m stratificirane samo u najdubljem dijelu uz brane. Budući da stratificirani dio plitkih umjetnih stajaćica zauzima samo manji dio površine stajaćica, veći dio je vrlo plitak i nestratificiran.

Od izbornih deskriptora predlažemo vrijeme zadržavanja vode, intenzitet fluktuacija i oscilacija vodostaja te izmjena vode uslijed rada reverzibilnih hidroelektrana. U nacrtu abiotičke tipologije velikim oscilacijama vodostaja smatraju se sezonske oscilacije veće od 5 m.

Obzirom na gore navedene parametre, karakteristike slivnog područja te litološku i geološku kartu RH u Dinaridskoj ekoregiji možemo razlikovati 20 abiotičkih tipova akumulacija i retencija:

1. Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Tribalj, retencije Jukani i Sepčići)
2. Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacije Vlačine i Njivice)
3. Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacije Razovac i Brljan)
4. Nizinske male i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Orašac)
5. Nizinske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Ponikve)
6. Nizinske srednje velike i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Botonega)
7. Nizinske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Lešće)
8. Prigorske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacija Golubić i Bukovnik)
9. Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacija Gusić polje)
10. Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Prančevići)
11. Prigorske male i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja (akumulacije Đale i Valići)
12. Prigorske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Sabljaci)
13. Prigorske srednje velike i plitke retencije u karbonatnoj podlozi (Prološko blato)
14. Prigorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Ričice)
15. Prigorske velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Peruča)
16. Gorske male i vrlo plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj i karbonatno silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacije Bajer i Opsenica)

17. Gorske male i plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi (akumulacija Lepenica)
18. Gorske srednje velike i plitke akumulacije u miješanoj karbonatno silikatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacija Štikada)
19. Gorske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Kruščica)
20. Gorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj i silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Lokvarka)

## 7.2. Prijedlog biotičke tipologije stajaćica Dinaridske ekoregije

Jedan od projektnih zadataka bio je i definirati biotičku tipologiju, odnosno utvrditi u kojem stupnju se raspored i struktura vodenih zajednica može pridružiti abiotičkoj tipologiji akumulacija hrvatske hidrografske mreže definirane na osnovu obaveznih i predloženih izbornih fiziografskog deskriptora.

Istraživane akumulacije i znatno promijenjene stajaćice pokazuju izrazite razlike u hidrološkim značajkama. Vrijeme zadržavanja vode predstavlja ključnu okolišnu varijablu koja određuje biološki element fitoplankton. Ukoliko se vrijeme zadržavanja vode nakon pregradnje rijeka nije značajno povećalo, fitoplanktonska zajednica će biti relativno slabo razvijena te se nastala akumulacija i dalje može s gledišta fitoplanktona kategorizirati kao rijeka, što je čest slučaj kod zahvata na velikim rijekama. U navedenom slučaju samo zajednice makrozoobentosa, makrofita i fitobentosa pokazuju sastav zajednica koji je svojstven lentičkim staništima. Međutim, u slučajevima kada je vrijeme zadržavanja vode veće od oko 14 dana, razvijaju se prave fitoplanktonske zajednice, te je najbliža usporediva kategorija vodnog tijela prirodno jezero sličnih hidromorfoloških (veličina, srednja dubina) i kemijskih značajki.

Drugi odabrani izborni pokazatelj, velike oscilacije vodostaja uslijed režima rada hidroelektrana u dubokim akumulacijama, ima krucijalan utjecaj na BEK makrofita i makrozoobentos litoralne zone, jer u takvim ekološkim uvjetima nije moguć razvoj njihovih stabilnih zajednica.

Nakon odabira prikladne kategorije vodnog tijela potrebno je odrediti najbliži usporedivi tip. Tijekom interkalibracije bioloških metoda države članice morale su uspostaviti zajedničke tzv. interkalibracijske tipove. Ti tipovi su dostupni i za Panonsku i Dinaridsku ekoregiju. Ukoliko su već prethodno određena znatno promijenjena vodna tijela (HMWB) ili umjetni tipovi u istoj ekoregiji, poželjno je upotrebljavati te tipove kao važeće (de Hoyos et al., 2014).

Temeljem našeg dugogodišnjeg iskustva te temeljem izvješća iz završenih interkalibracijskih procesa koji se baziraju na jezerima, a koji manjim dijelom uključuju i akumulacije, držimo da su najvažniji abiotički čimbenici relevantni za biotičku tipologiju umjetnih stajaćica RH srednja dubina akumulacija i vrijeme zadržavanja vode. Srednja dubina je krucijalan čimbenik koji utječe na stratifikaciju temeljnih ekoloških čimbenika u toplijem dijelu godine, a vrijeme zadržavanja vode ključni je čimbenik za razvoj planktonske zajednice.

Stoga predlažemo 4 osnovna biotička tipa stajaćica Dinaridske ekoregije:

### 1. Vrlo plitke akumulacije i retencije

Ovaj biotički tip obuhvaća slijedeće abiotičke tipove:

- Nizinske male i vrlo plitke akumulacije i retencije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Tribalj, retencije Jukani i Sepčiči)
- Nizinske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Ponikve)
- Prigorske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Sabljaci)

## 2. Plitke akumulacije, umjetne stajaćice i retencije

Ovaj biotički tip obuhvaća slijedeće abiotičke tipove

- Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacije Vlačine i Njivice)
- Gorske male i plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi (akumulacija Lepenica)
- Prigorske srednje velike i plitke retencije u karbonatnoj podlozi (Prološko blato)

## 3. Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja

Ovaj biotički tip obuhvaća slijedeće abiotičke tipove:

- Nizinske male i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Orašac)
- Prigorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Ričice)
- Prigorske velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Peruča)
- Gorske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Kruščica)
- Gorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj i silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Lokvarka)

## 4. Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode

Ovaj biotički tip obuhvaća slijedeće abiotičke tipove:

- Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacije Razovac i Brljan)
- Nizinske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Lešće)
- Prigorske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatna podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacije Golubić i Bukovnik)
- Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode (akumulacija Gusić polje)
- Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Prančevići)
- Prigorske male i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode i velikim oscilacijama vodostaja (akumulacija Đale i Valiči)

Sva četiri biotička tipa relevantni su za BEK fitoplankton i fitonbentos, dok su za BEK makrozoobentos i makrofita relevantna samo prva tri biotička tipa. Vrijeme zadržavanja vode nije relevantan deskriptor za makrozoobentos i makrofita, te se akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode grupiraju u prva tri tipa obzirom na srednju dubinu. S druge strane velike oscilacije vodostaja imaju krucijalan učinak na makrozoobentos i makrofita u litoralnoj zoni, dok je utjecaj navedenog deskriptora na fitoplankton i fitobentos nije relevantan. U Tablici 15.2 (str. 220) ovog elaborata dan je pregled Istraživanih stajaćica uz pripadajući biotički i abiotički tip. Kao što

je vidljivo u dubokim akumulacijama s velikim oscilacijama vodostaja radi režima rada hidroelektrana, predlažemo da makrozoobentos i makrofitna nisu relevantni BEK, jer mala raznolikost i „siromašne“ zajednice nisu posljedica poribljavanja i eutrofikacije, već upravo radi velikih sezonskih ili dnevnih oscilacija vodostaja.

Istraživanja u sklopu ovog projekta provedena su u 22 akumulacije i retencije, u kojima su vršena uzorkovanja BEK te su temeljem istih razvijeni sustavi ocjene ekološkog potencijala.

Tablica 1. projektnog zadatka sadrži i popis manjih stajaćica (akumulacija i retencija) gdje nisu provedena istraživanja BEK. Srednja dubina, vrijeme zadržavanja vode i dnevne i sezonske oscilacije vodostaja su ključni čimbenici koji razdvajaju biotičke tipove akumulacija u Dinaridskoj ekoregiji. Temeljem podataka površini umjetnih stajaćica, nadmorskoj visini, geološkoj i litološkoj podlozi te srednjoj dubini moguće je i manje stajaćice svrstati u abiotičke i pripadajuće biotičke tipove i po potrebi na njima provoditi monitoring temeljem razvijenih sustava za ocjenu ekološkog potencijala koji je predstavljen u nastavku ovog elaborata. Budući da je Naručitelj dostavio nepotpune podatke o navedenim stajaćicama, u odgovarajuće abiotičke i biotičke tipove svrstali smo samo dio umjetnih stajaćice za koje su dostavljeni svi traženi podatci.

## Literatura

de Hoyos C., Catalan J., Dörflinger G., Ferreira J., Kemitoglou D., Laplace-Treyture C., Pahissa López J., Marchetto A., Mihail O., Morabito G., Polykarpou P., Romão F., Tsiaoussi V. 2014. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. Mediterranean Lake Phytoplankton ecological assessment methods. JRC Technical Reports.

## 8. OPERATIVNE LISTE SVOJTI

### 8.1. Biološki element kakvoće – fitoplankton

Uz operativnu listu svojti dani su i kodoni funkcionalnih grupa za ocjenu ekološkog potencijala u akumulacijama, umjetnim stajaćicama i retencijama.

**Tablica 8.1.** Operativna lista svojti za biološki element kakvoće fitoplankton.

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Bigyra	<i>Bicosoeca petiolata</i>	X3	X3
Charophyta	<i>Actinotaenium spinospermum</i>	TID	MP
Charophyta	<i>Closterium acutum</i>	P	P
Charophyta	<i>Cosmarium abbreviatum</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium bioculatum</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium depressum</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium formulosum</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium humile</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium laeve</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium moniliforme</i>	TID	MP
Charophyta	<i>Cosmarium phaseolus</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium pseudoornatus</i>	TID	MP
Charophyta	<i>Cosmarium rectangulare</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium reniforme</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium sp.</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium subcostatum</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium tenue</i>	N	N
Charophyta	<i>Cosmarium tinctum</i>	N	N
Charophyta	<i>Elakatothrix acuta</i>	F	F
Charophyta	<i>Elakatothrix gelatinosa</i>	F	F
Charophyta	<i>Elakatothrix genevensis</i>	F	F
Charophyta	<i>Elakatothrix spirochroma</i>	F	F
Charophyta	<i>Euastrum binale</i>	TID	P
Charophyta	<i>Green fillamentous</i>	X3	X3
Charophyta	<i>Klebsormidium sp.</i>	T	T
Charophyta	<i>Mougeotia sp.</i>	T	T
Charophyta	<i>Spirogyra sp.</i>	TID	MP
Charophyta	<i>Staurastrum chaetoceras</i>	P	P
Charophyta	<i>Staurastrum sp.</i>	N	N
Charophyta	<i>Staurastrum teliferum</i>	P	P
Charophyta	<i>Staurodesmus dejectus</i>	P	P
Charophyta	<i>Zygnema sp.</i>	T	T
Chlorophyta	<i>Actinastrum gracillimum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Actinastrum hantzschii</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Ankistrodesmus sp.</i>	X1	X1

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Chlorophyta	<i>Ankyra judayi</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Ankyra lanceolata</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Botryococcus braunii</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Botryococcus</i> sp.	F	F
Chlorophyta	<i>Carteria globosa</i>	W1	W1
Chlorophyta	<i>Carteria</i> sp.	W1	X2
Chlorophyta	<i>Characium</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Chlamydomonas debaryana</i>	W0	X2
Chlorophyta	<i>Chlamydomonas globosa</i>	W0	X2
Chlorophyta	<i>Chlamydomonas</i> sp.	W0	X2
Chlorophyta	<i>Chlorella</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Chlorogonium elongatum</i>	X2	X2
Chlorophyta	<i>Chlorogonium minimum</i>	X2	X2
Chlorophyta	<i>Chlorolobion</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Chloromonas</i> sp.	X2	X2
Chlorophyta	Chlorophyceae	X1	X1
Chlorophyta	<i>Chodatella</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Choricystis chodatii</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Choricystis guttula</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Choricystis minor</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Choricystis minor</i> var <i>Gallica</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Cladophora glomerata</i>	TID	MP
Chlorophyta	<i>Closteriopsis acicularis</i>	X1	X1
Chlorophyta	Cocoid green algae cell	X1	X1
Chlorophyta	<i>Coelastrum astroideum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Coelastrum microporum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Coelastrum polychordum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Coelastrum pseudomicroporum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Coelastrum sphaericum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Coenochloris</i> sp.	F	F
Chlorophyta	<i>Coenococcus planctonicus</i>	J	F
Chlorophyta	<i>Crucigenia apiculata</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Crucigenia fenestrata</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Crucigenia tetrapedia</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Crucigeniella rectangularis</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Crucigeniella</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Dactylosphaerium jurisii</i>	J	F
Chlorophyta	<i>Desmodesmus protuberans</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Didymocystis fina</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Didymocystis inermis</i>	J	J



Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Chlorophyta	<i>Didymocystis planctonica</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Didymocystis</i> sp.	J	J
Chlorophyta	<i>Diplochloris raphidioides</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Eudorina elegans</i>	G	G
Chlorophyta	<i>Eutetramorus fottii</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Eutetramorus planctonicus</i>	J	F
Chlorophyta	<i>Eutetramorus</i> sp.	F	F
Chlorophyta	<i>Franceia ovalis</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Geminella</i> sp.	T	T
Chlorophyta	<i>Gloeocystis</i> sp.	J	J
Chlorophyta	<i>Gloeocystis vesiculosa</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Golenkinia brevispina</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Golenkinia radiata</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Gonium pectorale</i>	W1	W1
Chlorophyta	<i>Kirchneriella irregularis</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Kirchneriella lunaris</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Koliella cf nivalis</i>	X3	X3
Chlorophyta	<i>Koliella longiseta</i>	X3	X3
Chlorophyta	<i>Koliella planktonica</i>	X3	X3
Chlorophyta	<i>Koliella</i> sp.	X3	X3
Chlorophyta	<i>Koliella stagnalis</i>	X3	X3
Chlorophyta	<i>Korshikoviella limnetica</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Lagerheimia genevensis</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Lagerheimia hindakii</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Lagerheimia quadriseta</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Lagerheimia subsalsa</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Lobomonas</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Micractinium bornhemiense</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Micractinium pusillum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium arcuatum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium circinale</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium contortum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium convolutum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium dybowskii</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium griffithii</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium irregulare</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium komarkovae</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium minutum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium pusillum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium subclavatum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Monoraphidium tortile</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Neglectella asterifera</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	X2	X2

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Chlorophyta	<i>Oedogonium</i> sp.	X3	X3
Chlorophyta	<i>Oocystis lacustris</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Oocystis marssonii</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Oocystis naegelii</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Oocystis parva</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Oocystis solitaria</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Oocystis</i> sp.	F	F
Chlorophyta	<i>Oocystis submarina</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Pandorina morum</i>	G	G
Chlorophyta	<i>Pediastrum biradiatum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Pediastrum boryanum</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Pediastrum duplex</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Pediastrum simplex</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Pediastrum tetras</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Phacotus lenticularis</i>	YPh	YPh
Chlorophyta	<i>Phytomonadina</i> sp.	Wo	Wo
Chlorophyta	<i>Planktosphaeria gelatinosa</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Pseudodidymocystis inconspicua</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Pseudoschroederia robusta</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Quadricoccus ellipticus</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Radiococcus</i> sp.	F	F
Chlorophyta	<i>Scenedesmus aculeolatus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus acuminatus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus acutiformis</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus acutus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus arcuatus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus disciformis</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus ecornis</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus ellipticus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus grahneisii</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus granulatus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus intermedius</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus linearis</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus maximus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus obtusus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus</i> sp.	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus spinosus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Scenedesmus subspicatus</i>	J	J
Chlorophyta	<i>Schroederia setigera</i>	J	X1
Chlorophyta	<i>Schroederia</i> sp.	J	X1
Chlorophyta	<i>Schroederia spiralis</i>	J	X1
Chlorophyta	<i>Scourfieldia</i> sp.	X2	X2

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Chlorophyta	<i>Siderocelis kolkwitzii</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Siderocelis ornata</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Siderocelis</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Spermatozopsis exsultans</i>	X3	X3
Chlorophyta	<i>Sphaerellopsis</i> sp.	X3	X3
Chlorophyta	<i>Sphaerocystis planctonica</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Sphaerocystis schroeteri</i>	F	F
Chlorophyta	<i>Stichococcus</i> sp.	X3	X3
Chlorophyta	<i>Tetraedron caudatum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetraedron incus</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetraedron minimum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetraedron regulare</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetraedron triangulare</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetraselmis cordiformis</i>	X3	X3
Chlorophyta	<i>Tetraselmis</i> sp.	X3	X3
Chlorophyta	<i>Tetrastrum glabrum</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetrastrum komarekii</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetrastrum</i> sp.	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetrastrum staurogeniiforme</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Tetrastrum triangulare</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Treubaria triappendiculata</i>	X1	X1
Chlorophyta	<i>Volvox aureus</i>	G	G
Choanozoa	<i>Salpingoeca</i> sp.	Wo	Wo
Chrysophyta	<i>Dinobryon annulatum</i>	E	E
Cryptophyta	<i>Chroomonas coerulea</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas anas</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i> cf. <i>obovoidea</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i> cf. <i>platyuris</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas curvata</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas erosa</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas marssonii</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas obovata</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas ovata</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas phaseolus</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas reflexa</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas rostratiformis</i>	Y	Y
Cryptophyta	<i>Cryptomonas</i> sp.	Y	Y
Cryptophyta	<i>Plagioselmis lacustris</i>	X2	X2
Cryptophyta	<i>Plagioselmis nannoplanctonica</i>	X2	X2
Cyanobacteria	<i>Anabaena minderi</i>	H1	H1
Cyanobacteria	<i>Anabaena</i> sp.	H1	H1
Cyanobacteria	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	H1	H1
Cyanobacteria	<i>Aphanizomenon gracile</i>	H1	H1

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa delicatissima</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa elachista</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa incerta</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa parasitica</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa planctonica</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanocapsa pulchra</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanothece clathrata</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanothece minutissima</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanothece nebulosa</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanothece nidulans</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanothece smithii</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Aphanothece</i> sp.	K	K
Cyanobacteria	<i>Borzia trilocularis</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Chamaesiphon</i> sp.	TIC	MP
Cyanobacteria	<i>Chroococcus</i> sp.	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Chroococcus limneticus</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Chroococcus minutus</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Chroococcus</i> sp.	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Chroococcus turgidus</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Chrysosporum bergii</i>	X3	X3
Cyanobacteria	<i>Chrysosporum minor</i>	X3	X3
Cyanobacteria	<i>Chrysosporum</i> sp.	X3	X3
Cyanobacteria	<i>Coelomoron pusillum</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Coelomoron sphaericum</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Cyanodictyon planctonicum</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Cyanodictyon</i> sp.	K	K
Cyanobacteria	<i>Cyanotetras</i> sp.	K	K
Cyanobacteria	<i>Cyanothece</i> sp.	K	K
Cyanobacteria	<i>Glaucospira</i> sp.	S2	S2
Cyanobacteria	<i>Homoeothrix</i> sp.	TIC	MP
Cyanobacteria	<i>Jaaginema minimum</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Jaaginema</i> sp.	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Komvophoron breve</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Komvophoron minutum</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Komvophoron skujae</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Komvophoron</i> sp.	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Leptolyngbya</i> sp.	TIC	MP
Cyanobacteria	<i>Limnothrix redekei</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Merismopedia glauca</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Merismopedia insignis</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Merismopedia minutissima</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Merismopedia tenuissima</i>	LO	LO

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Cyanobacteria	<i>Microcystis aeruginosa</i>	M	M
Cyanobacteria	<i>Microcystis cf viridis</i>	M	M
Cyanobacteria	<i>Microcystis natans</i>	M	M
Cyanobacteria	<i>Microcystis sp.</i>	M	M
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria angusta</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria limosa</i>	TIC	MP
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria sp.</i>	TIC	MP
Cyanobacteria	<i>Oscillatoria tenuis</i>	TIC	MP
Cyanobacteria	<i>Phormidium sp.</i>	TIC	MP
Cyanobacteria	<i>Planktolyngbya limnetica</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Planktothrix agardhii</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Planktothrix clathrata</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Planktothrix rubescens</i>	R	R
Cyanobacteria	<i>Planktothrix sp.</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Pseudanabaena catenata</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Pseudanabaena limnetica</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Pseudanabaena sp.</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Rhabdoderma sp.</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Rhabdogloea smithii</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Romeria elegans</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Romeria sp.</i>	K	K
Cyanobacteria	<i>Snowella atomus</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Snowella lacustris</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Spirulina sp.</i>	S2	S2
Cyanobacteria	<i>Synechococcus nidulans</i>	Z	Z
Cyanobacteria	<i>Trichodesmium lacustre</i>	S1	S1
Cyanobacteria	<i>Woronichinia naegeliana</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Woronichinia sp.</i>	LO	LO
Cyanobacteria	<i>Woronichinia sp.</i>	LO	LO
Euglenozoa	<i>Colacium cf cyclopicola</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Colacium sideropus</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena acus</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena agilis</i>	W0	W1
Euglenozoa	<i>Euglena clavata</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena oxyuris</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena oxyuris var minor</i>	W0	W1
Euglenozoa	<i>Euglena pisciformis</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena proxima</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena sp.</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena texta</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Euglena tripteris</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Lepocinclis fusiformis</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Lepocinclis ovum</i>	W1	W1

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Euglenozoa	<i>Lepocinclis steinii</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Lepocinclis teres</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Phacus curvicauda</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Phacus inconspicuus</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Phacus longicauda</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Phacus monilatus var suecicus</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Phacus pyrum</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Phacus raciborskii</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Phacus sp.</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Rhabdomonas incurva</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Strombomonas sp.</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas acanthophora</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Trachelomonas bulla</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas cervicula</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas dybowskii</i>	W1	W1
Euglenozoa	<i>Trachelomonas furcata</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas granulosa</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas hispida</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas nigra</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas oblonga</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas planctonica</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas rugulosa</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas scrabra</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas sp.</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas verrucosa</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas volvocina</i>	W2	W2
Euglenozoa	<i>Trachelomonas volvocinopsis</i>	W2	W2
Haptophyta	<i>Chrysochromulina parva</i>	X2	X2
Miozoa	<i>Amphidinium elenkinii</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Ceratium hirundinella</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Dinophyta sp.</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Gymnodinium cf fuscum</i>	W1	W1
Miozoa	<i>Gymnodinium cf palustre</i>	W1	W1
Miozoa	<i>Gymnodinium cf thomasii</i>	W1	W1
Miozoa	<i>Gymnodinium discoidale</i>	W0	LO
Miozoa	<i>Gymnodinium hiemale</i>	W0	LO
Miozoa	<i>Gymnodinium sp.</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Gymnodinium uberrimum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Gymnodinium varians</i>	W1	W1
Miozoa	<i>Katodinium sp.</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Parvodinium inconspicuum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Parvodinium umbonatum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridiniopsis borgei</i>	LO	LO

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Miozoa	<i>Peridiniopsis cunningtonii</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridiniopsis elpatiewskyi</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium aciculiferum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium bipes</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium cinctum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium inconspicuum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium penardiforme</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium pusillum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium sp.</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium umbonatum</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium volzii</i>	LO	LO
Miozoa	<i>Peridinium willei</i>	LO	LO
Bacillariophyta	<i>Acanthoceras zachariasii</i>	A	A
Bacillariophyta	<i>Achnanthes pusilla</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Achnanthes sp.</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Achnantheidium eutrophilum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Achnantheidium pyrenaicum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Achnantheidium sp.</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Amphipleura pellucida</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Amphora affinis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Amphora libyca</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Amphora ovalis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Amphora pediculus</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Amphora sp.</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Asterionella formosa</i>	C	C
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira distans</i>	C	C
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira granulata</i>	P	P
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira muzzanensis</i>	P	P
Bacillariophyta	<i>Aulacoseira sp.</i>	P	P
Bacillariophyta	<i>Caloneis sp.</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Centrales sp.</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Cocconeis neodiminuta</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cocconeis pediculus</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cocconeis placentula</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cocconeis sp.</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Craticula buderi</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Craticula molestiformis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cyclostephanos dubius</i>	A	C
Bacillariophyta	<i>Cyclostephanos invisitatus</i>	A	C
Bacillariophyta	<i>Cyclotella atomus</i>	B	C
Bacillariophyta	<i>Cyclotella comensis</i>	B	B
Bacillariophyta	<i>Cyclotella comta</i>	B	B

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Bacillariophyta	<i>Cyclotella meneghiniana</i>	C	C
Bacillariophyta	<i>Cyclotella pseudostelligera</i>	C	C
Bacillariophyta	<i>Cyclotella radiosa</i>	C	C
Bacillariophyta	<i>Cyclotella</i> sp.	C	C
Bacillariophyta	<i>Cyclotella stelligera</i>	C	C
Bacillariophyta	<i>Cymatopleura solea</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbella affinis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbella cymbiformis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbella hustedtii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbella lancettula</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbella</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbopleura amphicephala</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbopleura hybrida</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Cymbopleura</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Denticula tenuis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diatoma ehrenbergii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diatoma moniliformis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diatoma problematica</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diatoma</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diatoma tenuis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diatoma vulgare</i> var <i>ehrenbergii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diatoma vulgaris</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diploneis oblongella</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Diploneis</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Encyonema caespitosum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Encyonema silesiacum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Encyonema</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Encyonopsis cesatii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Encyonopsis cf aequalis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Encyonopsis microcephala</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Encyonopsis</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Epithemia adnata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Epithemia</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Eucoconeis flexella</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Eunotia arcus</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Eunotia soleirolii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Eunotia</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Fragilaria acus</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Fragilaria capitata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Fragilaria capucina</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Fragilaria construens</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Fragilaria crotonensis</i>	TIB	P
Bacillariophyta	<i>Fragilaria nanana</i>	TIB	P



Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Bacillariophyta	<i>Fragilaria rumpens</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Fragilaria</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Fragilaria tenera</i>	TIB	P
Bacillariophyta	<i>Fragilaria ulna</i>	TIB	P
Bacillariophyta	<i>Fragilaria vaucheriae</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema acuminatum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema clavatum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema minutum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema parvulum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema pratense</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema pseudoboheicum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema pumilum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gomphonema truncatum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gyrosigma acuminatum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gyrosigma angulosa</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Hantzschia amphioxys</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Hippodonta capitata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Luticola goeppertiana</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Mastogloia</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Melosira varians</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Meridion circulare</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula antonii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula capitatoradiata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula cocconeiformis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula concentrica</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula cryptocephala</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula cryptofallax</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula cryptotenella</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula gottlandica</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula radiosa</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula tripunctata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Navicula trivialis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Neidium binodeforme</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia acicularis</i>	C	C
Bacillariophyta	<i>Nitzschia amphibia</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia angustata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia closterium</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Nitzschia dissipata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia fonticola</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia frustulum</i>	TIB	MP

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Bacillariophyta	<i>Nitzschia fruticosa</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Nitzschia gracilis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia intermedia</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia liebetruthii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia linearis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia palea</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia perminuta</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia recta</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia sigmoidea</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia subacicularis</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Nitzschia tubicola</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Pantocsekiella ocellata</i>	B	B
Bacillariophyta	<i>Pinnularia</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Placoneis anglica</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Placoneis pseudanglica</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Placoneis</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Planothidium lanceolatum</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Reimeria uniseriata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Rhizosolenia eriensis</i>	A	A
Bacillariophyta	<i>Rhizosolenia longiseta</i>	A	A
Bacillariophyta	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Rhopalodia gibba</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Rhopalodia</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Sellaphora pupula</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Sellaphora</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Stauroneis smithii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Stauroneis</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Staurosira</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Stephanodiscus hantzschii</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> f. <i>tenuis</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Stephanodiscus minutulus</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Stephanodiscus</i> sp.	D	D
Bacillariophyta	<i>Surirella amphioxys</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Surirella brebissonii</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Surirella minuta</i>	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Surirella</i> sp.	TIB	MP
Bacillariophyta	<i>Synura</i> sp.	WS	WS
Bacillariophyta	<i>Tabellaria flocculosa</i>	N	N
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira duostra</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	D	D
Bacillariophyta	<i>Thalassiosira weissflogii</i>	D	D
Ochrophyta	<i>Bitrichia chodatii</i>	X3	X3

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Ochrophyta	<i>Bitrichia danubiensis</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Bitrichia longispina</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Bumilleriopsis simplex</i>	J	J
Ochrophyta	<i>cf stomatocyst of Uroglena</i>	U	U
Ochrophyta	<i>Chromulina sp.</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Chrysamoeba sp.</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Chrysococcus biporus</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Chrysococcus rufescens</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Chrysococcus sp.</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Centritractus belonophorus</i>	X1	X1
Ochrophyta	<i>Chrysococcus triporus</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Chrysolykos planctonicus</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Chrysophyta sp.</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Codonodendron ocellatum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon asymmetricum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon bavaricum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon crenulatum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon cylindricum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon divergens</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon pediforme</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon petiolatum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon saccatum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon sertularia</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon sociale</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon sp.</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Dinobryon suecicum</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Epipyxis stokesii</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Goniochloris mutica</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Goniochloris sculpta</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Goniochloris smithii</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Heterodesmus multicellularis</i>	F	F
Ochrophyta	<i>Kephyrion crassum</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Kephyrion littorale</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Kephyrion ovale</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Kephyrion rubriclaustri</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Kephyrion sp.</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Mallomonas akrokomos</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Mallomonas sp.</i>	E	E
Ochrophyta	<i>Ochromonas sp.</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Ophiocytium capitatum</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Ophiocytium parvulum</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Pedinella hexacostata</i>	TIB	MP
Ochrophyta	<i>Pennales girdle view</i>	TIB	MP

Tablica 8.1. Nastavak

Skupina	Svojta	FG Rijeke*	FG Jezera**
Ochrophyta	<i>Pennales sp.</i>	TIB	MP
Ochrophyta	<i>Pseudokephyrion entzii</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Pseudokephyrion sp.</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Spiniferomonas sp.</i>	X3	X3
Ochrophyta	<i>Spumella sp.</i>	X2	X2
Ochrophyta	<i>Syncrypta sp.</i>	WS	WS
Ochrophyta	<i>Tetracyclus glans</i>	TIB	MP
Ochrophyta	<i>Tribonema sp.</i>	T	T
Ochrophyta	<i>Tryblionella angustata</i>	TIB	MP
Ochrophyta	<i>Tryblionella levidensis</i>	TIB	MP
Ochrophyta	<i>Tryblionella sp.</i>	TIB	MP
Ochrophyta	<i>Uroglena sp.</i>	U	U
Rhodophyta	<i>Audouinella sp.</i>	TID	MP

\*FG Rijeke - Kodoni funkcionalnih grupe fitoplanktona koji se primjenjuju kod ocjene ekološkog potencijala biotičkog tipa akumulacija s kratkim vremenom zadržavanja vode

\*\*FG Jezera - Kodoni funkcionalnih grupe fitoplanktona koji se primjenjuju kod ocjene ekološkog potencijala slijedećih biotičkih tipova: vrlo plitke umjetne stajaćice, plitke umjetne stajaćice, duboke umjetne stajaćice

Kodoni funkcionalnih grupa preuzeti su iz Reynolds i sur. (2002), Borics i sur. (2006) i Padisák i sur. (2009).

## 8.2. Biološki element kakvoće - fitobentos

Tablica 8.2. Operativna lista svojti za biološki element kakvoće fitobentos.

Svojta	KOD	dil_sens	dil_tol	ips_sens	ips_tol	sid_sens	sid_tol	tid_sens	tid_tol	epid_sens	epid_tol	ibd_1	ibd_2	ibd_3	ibd_4	ibd_5	ibd_6	ibd_7	ibd_8
<i>Achnanthes</i> sp.	ACHS			4,8	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Achnanthydium affine</i>	ACAF			5	1	0	0	0	0	1,5	1	0,0001	0,0003	0,00943	0,06283	0,23620	0,45880	0,23271	0,94681
<i>Achnanthydium eutrophilum</i>	ADEU			3	1	0	0	0	0	0	0	0,00020	0,00010	0,04620	0,31342	0,37222	0,26515	0,00272	0,92047
<i>Achnanthydium exilis</i>	ADEX			5	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Achnanthydium lineare</i>	ACLI			5	2	0	0	0	0	0	0	0,0001	0,0001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00154	0,99846	1,66406
<i>Achnanthydium minutissimum</i>	ADMI	4	2	5	1	1,7	1	1,2	1	0,5	3	0,00019	0,00111	0,01334	0,06801	0,20781	0,38313	0,32641	0,90635
<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	ADPY			5	1	0	0	0	0	0	0	0,0001	0,00001	0,00417	0,01883	0,04608	0,05322	0,87770	1,47877
<i>Achnanthydium rivulare</i>	ADRI			4	1	0	0	0	0	0	0	0,0001	0,00112	0,00001	0,00001	0,00032	0,94165	0,05691	1,57791
<i>Achnanthydium saprophila</i>	ADSA			3	1	3,1	3	2,7	4	0	0	0,00255	0,03588	0,14116	0,38414	0,30964	0,11863	0,00800	0,86404
<i>Achnanthydium</i> sp.	ADCS			4,8	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Achnanthydium straubianum</i>	ADSB			3	2	0	0	0	0	0	0	0,00010	0,00013	0,00184	0,02523	0,38761	0,56796	0,01712	1,16152
<i>Adlafia bryophila</i>	ABRY			5	2	1,1	4	1,3	2	0,2	5	0,00060	0,00001	0,00011	0,00051	0,00788	0,03993	0,95097	1,59122
<i>Adlafia minuscula</i>	ADMS	2	3	3	1	0	0	1,1	0	1,5	3	0,00120	0,00314	0,07854	0,33471	0,26988	0,18028	0,13225	0,78430
<i>Amphipleura pellucida</i>	APEL	4	1	5	3	1,3	3	2,1	2	1	5	0,0001	0,00060	0,00416	0,10792	0,19364	0,22649	0,46719	0,93701
<i>Amphora coffeaeformis</i> var. <i>coffeaeformis</i>	ACOF			2	3	0	0	0	0	0	0	0,04121	0,69036	0,26548	0,00160	0,00120	0,00001	0,00015	1,25064
<i>Amphora copulata</i>	ACOP			4	2	1,6	2	3,5	5	1,5	3	0,00078	0,00441	0,03557	0,24910	0,58591	0,12264	0,00159	1,09352
<i>Amphora inariensis</i>	AINA			5	1	1,2	4	2,1	1	0,3	3	0,00006	0,00008	0,00991	0,07146	0,42761	0,43814	0,05274	1,03852
<i>Amphora montana</i>	AMMO			2,8	1	1,6	2	2,9	2	1,2	5	0,08522	0,19670	0,26952	0,22829	0,18967	0,03021	0,00038	0,69948
<i>Amphora ovalis</i>	AOVA	3	2	3	1	1,5	2	3,3	2	1,5	3	0,00007	0,00198	0,02900	0,23014	0,63696	0,10117	0,00068	1,15650
<i>Amphora pediculus</i>	APED	3	3	4	1	2,1	2	2,8	2	1,2	1	0,00018	0,00149	0,02088	0,15109	0,52839	0,28932	0,00865	1,04356
<i>Amphora</i> sp.	AMPS			2,6	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Amphora thumensis</i>	ATHU			5	2	1,1	4	1,4	3	0,5	3								
<i>Aneumastus minor</i>	ANMI			5	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Aneumastus tusculus</i>	ANTU			5	3	1,1	4	1,8	1	0,5	3	0,00001	0,00001	0,00001	0,05348	0,28093	0,51914	0,14644	1,02356
<i>Aulacoseira ambigua</i>	AAMB	4	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0,00774	0,02737	0,12454	0,41909	0,39255	0,02814	0,00058	0,98350
<i>Aulacoseira granulata</i>	AUGR	2	2	2,9	1	0	0	0	0	2	1	0,02446	0,05031	0,16062	0,56411	0,19057	0,00983	0,00010	1,03964
<i>Aulacoseira italica</i>	AUIT			3,7	1	0	0	1,4	2	1,3	3	0,00001	0,00001	0,00001	0,13943	0,31126	0,54135	0,00795	1,07666
<i>Aulacoseira</i> sp.	AULS			3,8	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Brachysira neoexilis</i>	BNEO			5	1	1,1	5	1,2	2	0	0	0,00001	0,00018	0,00002	0,00023	0,00420	0,02691	0,96847	1,61787
<i>Brachysira vitrea</i>	BVIT			5	2	1	5	0,7	2	0,3	3	0,00376	0,00155	0,00001	0,00300	0,00639	0,26841	0,71691	1,29186
<i>Caloneis bacillum</i>	CBAC	3	2	4	2	2	4	2,5	1	0,7	3	0,00003	0,00111	0,01711	0,11729	0,53532	0,31810	0,01103	1,06610
<i>Caloneis lancettula</i>	CLCT			5	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Caloneis</i> sp.	CALS			4	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Campylodiscus bicostatus</i>	CBIC			3	3	0	0	0	0	0	0								
<i>Cavinula cocconeiformis</i>	CCOC			5	2	1	5	1,2	2	0,3	3	0,00001	0,00001	0,00001	0,01022	0,08767	0,36347	0,53863	1,10483
<i>Cocconeis euglyptoides</i>	CEUO			0	0	0	0	0	0	0	0								
<i>Cocconeis neothumensis</i>	CNTH			3	1	1,5	3	2	2	0	0	0,00001	0,00001	0,03859	0,24257	0,60639	0,10675	0,00569	1,11742
<i>Cocconeis pediculus</i>	CPED	4	1	4	2	2	3	2,6	2	2	1	0,00055	0,00382	0,07191	0,23784	0,48320	0,19106	0,01161	0,95919
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i>	CPLE			3,6	1	0	0	2,3	2	1	1	0,00012	0,00309	0,05664	0,28890	0,47590	0,15391	0,02144	0,96813
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>lineata</i>	CPLI			4	1	0	0	2,3	2	1	1	0,00009	0,00207	0,02067	0,12459	0,34293	0,44843	0,06123	0,96989
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>Placentula</i>	CPLA	2	2	4	1	1,8	2	2,6	2	1	1	0,00046	0,00594	0,04484	0,18013	0,47070	0,28486	0,01308	0,96822
<i>Cocconeis</i> sp.	COCS			3,5	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Craticula buderi</i>	CRBU			2	3	3	3	0	0	0	0								
<i>Craticula halophila</i>	CHAL	0	3	2	3	3	3	3,4	5	3,5	3	0,50486	0,23022	0,18774	0,05357	0,02007	0,00353	0,00001	0,98283
<i>Craticula molestiformis</i>	CMLF			2	1	3,1	2	2,9	2	3,3	3	0,02894	0,37868	0,26639	0,16381	0,13329	0,02744	0,00144	0,82713
<i>Cyclotella atomus</i> var. <i>gracilis</i>	CAGR			3	1	0	0	0	0	0	0	0,00071	0,00726	0,18399	0,51214	0,26339	0,03203	0,00048	1,01427
<i>Cyclotella comensis</i>	CCMS			4	3	0	0	0	0	0	0	0,00457	0,00211	0,01948	0,34795	0,33866	0,27672	0,01051	0,92684
<i>Cyclotella comata</i>	CCOM	5	2	5	1	0	0	0	0	0,3	3								
<i>Cyclotella costei</i>	CCOS			5	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Cyclotella cyclopuncta</i>	CCCP			5	1	0	0	0	0	0,3	3	0,00001	0,00170	0,01525	0,24012	0,39382	0,27673	0,07238	0,89444
<i>Cyclotella distinguenda</i>	CDUN			5	1	0	0	0	0	0	0								

Tablica 8.2. Nastavak

Svođa	KOD	dil_sens	dil_tol	ips_sens	ips_tol	sid_sens	sid_tol	tid_sens	tid_tol	epid_sens	epid_tol	ibd_1	ibd_2	ibd_3	ibd_4	ibd_5	ibd_6	ibd_7	ibd_8
<i>Encyonema ventricosum</i>	ENVE			4,8	1	1,6	2	0	0	1	1	0,0001	0,0001	0,01841	0,12245	0,16250	0,24666	0,44999	0,91309
<i>Encyonemaii lange-bertalotii</i> morphotype 1	ENLB			5	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,09280	0,12322	0,16948	0,52139	0,09311	0,96111
<i>Encyonopsis cesatii</i>	ECES			5	2	1	5	0,6	4	0,1	5	0,00001	0,00001	0,00001	0,00493	0,01382	0,18856	0,79269	1,37288
<i>Encyonopsis krammeri</i>	ECKR			5	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00004	0,00005	0,99982	1,66620
<i>Encyonopsis microcephala</i>	ENCM	4	1	4	2	1,2	4	1,2	1	1	1	0,00015	0,00026	0,00068	0,01025	0,10644	0,57607	0,30615	1,11417
<i>Encyonopsis minuta</i>	ECPM			5	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00005	0,00705	0,99289	1,65543
<i>Encyonopsis subminuta</i>	ESUM			5	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00266	0,00001	0,00001	0,00001	0,00835	0,98899	1,64937
<i>Eolimna minima</i>	EOMI	3	2	3	1	2,6	0	2,9	2	3	5	0,00450	0,02849	0,34948	0,30710	0,22422	0,08234	0,00387	0,85528
<i>Epihemia adnata</i>	EADN	3	2	4	3	1,2	4	2,2	2	0,7	3	0,00001	0,04705	0,09280	0,16615	0,17308	0,18872	0,33219	0,71813
<i>Eucocconeis flexella</i>	EUFL			5	3	1	5	0,3	3	0,1	5	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00532	0,00632	0,98836	1,64839
<i>Eucocconeis laevis</i>	EULA			5	2	1,3	3	1,2	2	0,5	3	0,00368	0,00001	0,00016	0,00034	0,00001	0,04628	0,94954	1,58939
<i>Eumotia arcubus</i>	EARB			5	3	1	5	0	0	0	0								
<i>Eumotia arcus</i> var. <i>arcus</i>	EARC			5	3	1	5	1,1	2	0,5	3	0,00001	0,00001	0,00085	0,06437	0,28264	0,31556	0,33658	0,89828
<i>Eumotia praerupta</i> var. <i>praerupta</i>	EPRA			5	1	1	5	0,9	2	0,5	3	0,00001	0,06133	0,00001	0,00137	0,04718	0,25773	0,63238	1,15972
<i>Eumotia</i> sp.	EUNS			5	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Fallacia pygmaea</i>	FPYG	5	3	2	3	2,6	3	3,7	5	3	5	0,08713	0,54855	0,21089	0,07514	0,06884	0,00936	0,00009	1,00946
<i>Fallacia subhamulata</i>	FSBH			5	2	1,9	3	2,5	1	1,5	3	0,00001	0,00020	0,00616	0,06888	0,62491	0,29719	0,00266	1,17378
<i>Fragilaria brevistriata</i>	FBRE			3	1	1,3	4	3	1	1,8	1	0,00145	0,00406	0,02726	0,28249	0,48124	0,20130	0,00219	0,99276
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	FCAP	4	1	4,5	1	0	0	1,8	2	1	5	0,00175	0,00390	0,05059	0,14458	0,26831	0,30108	0,22979	0,77942
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i>	FCGR	2	3	4,8	1	1,3	4	1,1	2	0	0	0,00001	0,00036	0,02561	0,04686	0,04543	0,02120	0,86055	1,45148
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>perminuta</i>	FCPE			4	1	1,5	3	2,1	4	0	0	0,00001	0,00001	0,00592	0,01047	0,04023	0,66568	0,27770	1,21987
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>radicans</i>	FCRA			4	1	0	0	2	2	0	0								
<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>rumpens</i>	FCRU	3	2	4	1	1,6	3	1	2	1,2	1	0,00001	0,00012	0,00117	0,00589	0,04774	0,21903	0,72605	1,28249
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>	FCBI			4	1	0	0	2,3	2	0,8	1	0,00014	0,00100	0,04266	0,28810	0,38576	0,27920	0,00315	0,92464
<i>Fragilaria construens</i> f. <i>construens</i>	FCON			4	1	1,4	3	2,3	2	1	1	0,00001	0,00341	0,05044	0,26041	0,49326	0,18816	0,00432	0,98709
<i>Fragilaria crotonensis</i>	FCRO			4	1	1,4	3	0	0	1,3	3	0,00005	0,00376	0,02604	0,28479	0,37484	0,29765	0,01287	0,92371
<i>Fragilaria delicatissima</i>	FDEL			4	1	1	5	1,4	2	1,2	1	0,00476	0,00894	0,10116	0,65848	0,13819	0,05354	0,03492	1,15316
<i>Fragilaria elliptica</i>	FEEL			3	1	1,4	3	0	0	0	0	0,00039	0,02870	0,59534	0,24034	0,12567	0,00867	0,00089	1,10330
<i>Fragilaria gracilis</i>	FGRA			4,8	1	1,3	4	1,1	2	0	0	0,00001	0,00036	0,02561	0,04686	0,04543	0,02120	0,86055	1,45148
<i>Fragilaria nanana</i>	FNAN	4	1	5	2	1,1	4	1,2	2	0	0	0,00125	0,02888	0,06988	0,19505	0,33588	0,27144	0,09762	0,78142
<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>parasitica</i>	FPAR			4	1	2,2	3	2,3	3	2	1	0,00221	0,00215	0,01594	0,11981	0,74426	0,11537	0,00025	1,28730
<i>Fragilaria robusta</i>	FROB			0	0	1	5	1,2	0	0,5	3								
<i>Fragilaria tenera</i>	FTEN	4	1	4	2	1	5	1	2	0,3	3	0,00598	0,03855	0,11751	0,30265	0,29389	0,14359	0,09783	0,74198
<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>acus</i>	FUAC	3	2	4	1	0	0	1,8	2	1,3	3	0,00958	0,03862	0,20584	0,35476	0,29592	0,08512	0,01017	0,83580
<i>Fragilaria vaucheriae</i>	FVAU			3,4	1	2,5	2	0	0	1,8	1	0,00259	0,01347	0,08489	0,20079	0,33350	0,28030	0,08446	0,79249
<i>Frustulia peridotitica</i>	FPER			0	0	0	0	0	0	0	0								
<i>Frustulia</i> sp.	FRSP			4,8	3	0	0	0	0	0	0								
<i>Frustulia vulgaris</i>	FVUL			4	3	2	3	2	2	1,5	3	0,00261	0,01899	0,10140	0,17924	0,40243	0,26751	0,02783	0,86063
<i>Frustulia weinholdii</i>	FWEI			0	0	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,15546	0,25357	0,59097	0,00001	1,11509
<i>Gomphonema acuminatum</i>	GACU	4	2	4	2	1,5	2	2,5	2	1,5	3	0,01345	0,00026	0,06532	0,09601	0,39380	0,27724	0,15393	0,84515
<i>Gomphonema angustum</i>	GANT	5	2	5	1	1,6	3	1	3	0,5	3	0,00043	0,01750	0,01283	0,21537	0,35406	0,34543	0,05438	0,89386
<i>Gomphonema clavatum</i>	GCLA	3	2	5	2	1,2	4	0	0	0,5	3	0,00022	0,00202	0,07707	0,12449	0,28846	0,27920	0,22854	0,76981
<i>Gomphonema hebridense</i>	GHEB			4	2	1,1	4	0,9	2	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,02379	0,06698	0,90924	1,52846
<i>Gomphonema lateripunctatum</i>	GLAT			5	3	1	5	0,7	2	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,00164	0,00077	0,09088	0,90672	1,52727
<i>Gomphonema micropus</i> var. <i>micropus</i>	GMIC			3	1	1,9	4	2	0	1,5	3	0,00150	0,01013	0,10340	0,28931	0,34208	0,14939	0,10420	0,79261
<i>Gomphonema minutum</i> f. <i>minutum</i>	GMIN	4	1	4	1	2	5	2,2	1	1,2	1	0,00018	0,00503	0,05361	0,20111	0,43671	0,27796	0,02539	0,92530
<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i>	GOLI	4	2	4,6	1	2,1	4	2,9	1	1	5	0,00054	0,00829	0,05478	0,11366	0,24318	0,42602	0,15352	0,86675
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	GPAR			2	1	3,2	2	3,6	2	2,2	1	0,18105	0,28056	0,22347	0,18127	0,06447	0,06345	0,00574	0,68476
<i>Gomphonema pratense</i>	GPRA			0	0	0	0	0	0	0	0								
<i>Gomphonema pumilum</i>	GPUM			5	1	1,6	3	1,1	1	0,8	1	0,00001	0,00188	0,00728	0,03128	0,09177	0,18862	0,67916	1,20130
<i>Gomphonema pumilum</i> var. <i>rigidum</i>	GPRI			3,5	1	0	0	0	0	0	0	0,00557	0,00001	0,07716	0,30675	0,40494	0,20473	0,00085	0,91470

Tablica 8.2. Nastavak

Svoja	KOD	dil_sens	dil_tol	ips_sens	ips_tol	sid_sens	sid_tol	tid_sens	tid_tol	epid_sens	epid_tol	ibd_1	ibd_2	ibd_3	ibd_4	ibd_5	ibd_6	ibd_7	ibd_8
<i>Gomphonema sp.</i>	GOMS			3,6	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Gomphonema tergestinum</i>	GTER	4	2	4	3	1,9	4	1,4	1	1,3	3	0,00001	0,00121	0,00433	0,02141	0,11526	0,48957	0,36822	1,04761
<i>Gomphonema truncatum</i>	GTRU	3	2	4	1	1,5	2	1,9	1	1,5	3	0,00309	0,02390	0,13089	0,33653	0,32374	0,16339	0,01847	0,83183
<i>Gomphonema vibrio</i>	GVIB			4,3	3	0	0	0	0	0,8	1								
<i>Gyrosigma acuminatum</i>	GYAC			4	3	1,9	3	3,7	3	1,8	5	0,00055	0,01347	0,05371	0,40824	0,44914	0,07468	0,00021	1,02998
<i>Gyrosigma attenuatum</i>	GYAT			4	3	0	0	2,6	3	1,8	5	0,00001	0,00003	0,00517	0,11636	0,69926	0,17868	0,00050	1,23431
<i>Gyrosigma kuetzingii</i>	GYKU			4	3	0	0	0	0	0	0								
<i>Gyrosigma sciotense</i>	GSCI			4	3	2	4	2,7	2	2,5	3	0,00005	0,00007	0,00502	0,10408	0,72187	0,16828	0,00063	1,26354
<i>Gyrosigma sp.</i>	GYRS			3,9	3	0	0	0	0	0	0								
<i>Hippodonia capitata</i>	HCAP	2	3	4	1	2,7	3	3,4	3	1,7	3	0,00392	0,02229	0,13581	0,41090	0,36426	0,06174	0,00108	0,94650
<i>Lemnicola hungarica</i>	LHUN	2	2	2	3	2,7	3	3,4	2	3	5	0,23732	0,32221	0,26065	0,14338	0,02984	0,00659	0,00002	0,80350
<i>Luticola mutica</i>	LMUT			2	2	2	3	2,9	1	2,7	3	0,16089	0,66205	0,13192	0,02958	0,01190	0,00350	0,00015	1,17255
<i>Mastogloia lacustris</i>	MLAC			5	2	0	0	0	0	1,5	3								
<i>Mastogloia smithii</i>	MSMI			2,6	3	0	0	0	0	3	5								
<i>Mayamaea atomus</i>	MAAT	3	2	2,2	1	3,4	2	2,8	3	3,5	3	0,03552	0,20347	0,35237	0,31237	0,08471	0,01082	0,00073	0,84999
<i>Melosira varians</i>	MVAR	3	2	4	1	2,3	2	2,9	4	1,8	1	0,00153	0,01538	0,08030	0,28336	0,48686	0,12934	0,00323	0,97372
<i>Navicula antonii</i>	NANT			4	1	2,2	2	0	0	2,3	3	0,00004	0,00109	0,02449	0,20186	0,55494	0,21072	0,00686	1,05444
<i>Navicula atomus var. permitis</i>	NAPE			2,3	1	3,4	2	3,1	4	3,3	3	0,04221	0,33397	0,34305	0,18555	0,07607	0,01138	0,00777	0,84940
<i>Navicula bryophila</i>	NBRY			5	2	1,1	4	1,3	2	0,2	5	0,00060	0,00001	0,00011	0,00051	0,00788	0,03993	0,95097	1,59122
<i>Navicula capitatoradiata</i>	NCPR	4	1	3	2	2,3	3	3,3	4	2,5	3	0,00037	0,00734	0,06582	0,35023	0,47830	0,09515	0,00278	1,01166
<i>Navicula cari</i>	NCAR			4	3	1,5	3	2,6	1	1,8	1	0,00001	0,00001	0,02494	0,10421	0,21042	0,65683	0,00360	1,17817
<i>Navicula caterva</i>	NCTV			3	1	0	0	0	0	0	0	0,00121	0,00112	0,04913	0,61356	0,28871	0,04536	0,00091	1,14957
<i>Navicula concentrica</i>	NCCT			5	3	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,01209	0,06895	0,88888	0,03008	1,49693
<i>Navicula contenta</i>	NCON			4	1	1,4	3	1,4	0	1,2	1	0,00026	0,00591	0,02501	0,32581	0,60877	0,03298	0,00127	1,16743
<i>Navicula cryptocephala</i>	NCRY	1	3	3,5	2	2,5	2	3,5	4	2,3	3	0,00567	0,05246	0,10822	0,31054	0,37773	0,12612	0,01926	0,84634
<i>Navicula cryptotenella</i>	NCTE	2	3	4	1	1,5	2	2,3	1	1,2	1	0,00024	0,00301	0,02392	0,14751	0,47378	0,33582	0,01572	1,00390
<i>Navicula cryptotenelloides</i>	NCTO			3,5	1	0	0	0	0	0	0	0,00005	0,00130	0,02390	0,15796	0,46207	0,34944	0,00529	1,00596
<i>Navicula dealpina</i>	NDEA			4	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Navicula densilineolata</i>	NDSL			5	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Navicula gottlandica</i>	NGOT			5	2	1	5	1,5	2	2,3	3								
<i>Navicula gregaria</i>	NGRE	3	2	3,4	1	2,5	2	3,5	4	3	5	0,00552	0,03101	0,13081	0,41140	0,29661	0,12095	0,00370	0,88544
<i>Navicula hintzii</i>	NHIN			5	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,01443	0,97146	0,01410	1,62228
<i>Navicula lanceolata</i>	NLAN	3	3	3,8	1	2,3	3	3,5	4	2,3	3	0,00120	0,01526	0,09411	0,28014	0,45742	0,14979	0,00208	0,93790
<i>Navicula leistikowii</i>	NLTK			4	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Navicula libonensis</i>	NLIB			3	2	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,31939	0,49072	0,09828	0,05641	0,02416	0,01103	0,99852
<i>Navicula lundii</i>	NLUN			4,8	2	0	0	0	0	0,7	3	0,00001	0,00265	0,00611	0,05390	0,11759	0,47730	0,34245	1,00703
<i>Navicula menisculus</i>	NMEN	3	1	4	1	1,1	5	2,7	2	2,3	3	0,00216	0,01382	0,08230	0,29202	0,48148	0,12764	0,00057	0,97309
<i>Navicula microcari</i>	NMCA			4	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,02229	0,03425	0,47216	0,30234	0,11972	0,04925	0,96067
<i>Navicula microdigitoradiata</i>	NMDG			3	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,22213	0,77787	0,00001	0,00001	1,36316
<i>Navicula oblonga</i>	NOBL	4	2	4,5	3	1,4	3	2,7	1	1,2	5	0,00001	0,00001	0,00001	0,15278	0,44991	0,32265	0,07466	0,96506
<i>Navicula oligotrphenta</i>	NOLI			2	3	0	0	0	0	0	0	0,02009	0,12562	0,18051	0,42540	0,20242	0,04379	0,00216	0,85186
<i>Navicula parablis</i>	NPBL			3	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Navicula praeterita</i>	NPRA			5	1	1	5	0,9	2	0,5	3	0,00001	0,00001	0,00001	0,14119	0,65923	0,15663	0,04295	1,17041
<i>Navicula radiosa</i>	NRAD	3	1	5	2	1,3	4	0,6	3	0,7	3	0,01123	0,00246	0,02387	0,20556	0,39006	0,32374	0,04308	0,90715
<i>Navicula recens</i>	NRCS			2,8	2	2,4	3	2,9	2	2,5	3	0,00197	0,04485	0,43194	0,37156	0,13425	0,01531	0,00012	0,98041
<i>Navicula reichardtiana</i>	NRCF	3	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0,84623	0,11048	0,02177	0,01822	0,00319	0,00010	0,00001	1,43582
<i>Navicula reichardtiana var. reichardtiana</i>	NRCH			3,6	1	2,1	4	2,3	1	1,7	3	0,00021	0,00299	0,03298	0,12642	0,42804	0,37200	0,03735	0,97263
<i>Navicula rhyngocephala</i>	NRHY			4	3	1,7	2	2,3	1	2	5	0,00003	0,00168	0,02317	0,14050	0,40946	0,36431	0,06085	0,94662
<i>Navicula rostellata</i>	NROS			3	3	0	0	0	0	0	0	0,00020	0,01389	0,22426	0,50953	0,23351	0,01781	0,00080	1,01177
<i>Navicula slesvicensis</i>	NSLE			3	3	2	5	3	2	0	0	0,02860	0,08684	0,25447	0,36642	0,23849	0,02517	0,00001	0,83615

Tablica 8.2. Nastavak

Svođa	KOD	dil_sens	dil_tol	ips_sens	ips_tol	sid_sens	sid_tol	tid_sens	tid_tol	epid_sens	epid_tol	ibd_1	ibd_2	ibd_3	ibd_4	ibd_5	ibd_6	ibd_7	ibd_8
<i>Navicula</i> sp.	NASP			3,4	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Navicula</i> sp. 3	NVSD			3,4	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Navicula stankovici</i>	NSTK			5	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Navicula subalpina</i>	NSBN			0	0	1	5	1,4	2	0	0								
<i>Navicula subucidula</i>	NSLU			3	1	1,9	4	2,9	1	2,2	1	0,00001	0,00081	0,00464	0,05360	0,11740	0,81733	0,00623	1,39325
<i>Navicula tripunctata</i>	NTPT	1	2	4,4	2	2	3	3,1	3	0,8	1	0,00011	0,00154	0,01695	0,11764	0,49716	0,35842	0,00818	1,04877
<i>Navicula trivialis</i> var. <i>trivialis</i>	NTRV			2	3	2,7	3	3,3	1	3	5	0,07631	0,30169	0,24252	0,19543	0,16448	0,01944	0,00013	0,73634
<i>Navicula trophicatrix</i>	NTCX			3,5	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,02258	0,10541	0,29530	0,52620	0,05051	1,03181
<i>Navicula upsaliensis</i>	NUSA			5	2	0	0	2,9	2	0	0	0,00001	0,00001	0,00001	0,13964	0,83131	0,02905	0,00001	1,41903
<i>Navicula veneta</i>	NVEN	3	2	1	2	3,3	2	3,5	5	3,5	3	0,28676	0,37532	0,18729	0,09038	0,05446	0,00574	0,00005	0,84524
<i>Navicula viridula</i>	NVIR			3	3	2,2	4	3,5	4	2,2	5	0,00031	0,00395	0,07265	0,30835	0,57024	0,04426	0,00024	1,10144
<i>Navicula wildii</i>	NWIL			0	0	1	5	0,3	2	0	0								
<i>Neidium affine</i>	NEAF			4	3	1	5	0,6	2	0,1	5	0,00001	0,00001	0,09935	0,14187	0,37109	0,20402	0,18368	0,78894
<i>Neidium binodeforme</i>	NBNF			4	2	0	0	0	0	1	5	0,00001	0,00001	0,00001	0,04889	0,66203	0,27420	0,01487	1,21291
<i>Neidium dubium</i>	NEDU			4	2	1,3	3	2,3	2	1,2	5	0,00001	0,00490	0,04235	0,36333	0,55618	0,02714	0,00609	1,12331
<i>Nitzschia</i> sp.	NITZ			1	2,3	0	0	0	0	0	0								
<i>Nitzschia acicularis</i>	NACI	3	1	2	2	2,5	2	3,6	5	3	5	0,00914	0,08343	0,40357	0,31065	0,17515	0,01693	0,00113	0,89918
<i>Nitzschia acidoclinata</i>	NACD			5	2	1,3	3	2,3	2	0	0	0,00001	0,01598	0,06245	0,06853	0,28704	0,31944	0,24656	0,81334
<i>Nitzschia acuta</i>	NACU			4	3	2	3	2,7	2	1,7	3	0,00001	0,00406	0,06475	0,27738	0,57687	0,07662	0,00032	1,09096
<i>Nitzschia alpinobacillum</i>	NAPB			0	0	0	0	0	0	0	0								
<i>Nitzschia amphibia</i> f. <i>amphibia</i>	NAMP	3	2	2	2	2,5	2	3,8	5	2,5	3	0,01473	0,19579	0,35151	0,25308	0,16640	0,01841	0,00008	0,81357
<i>Nitzschia angustata</i>	NIAN			3,8	3	1,3	4	1,9	1	1,5	3	0,00038	0,00141	0,01538	0,21114	0,62367	0,14103	0,00699	1,13604
<i>Nitzschia angustatula</i>	NZAG			4	1	1,9	4	2,6	2	0	0	0,00163	0,00106	0,01300	0,21553	0,61889	0,14744	0,00245	1,13303
<i>Nitzschia archibaldii</i>	NIAR			3,8	2	1,9	3	2	2	0	0	0,00149	0,01560	0,14119	0,21977	0,33672	0,15283	0,13241	0,74010
<i>Nitzschia brunoii</i>	NBNO			3,8	3	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00245	0,00094	0,19323	0,52955	0,25218	0,02165	1,03709
<i>Nitzschia dealpina</i>	NDLP			0	0	1,1	4	2,3	2	0	0								
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	NDME			4	3	1,3	3	2,6	1	0	0	0,00001	0,01146	0,00685	0,38353	0,45827	0,10825	0,03164	1,01945
<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>dissipata</i>	NDIS			4,5	3	2	3	2,4	2	2	1	0,00010	0,00116	0,01814	0,13429	0,47565	0,34640	0,02425	1,01213
<i>Nitzschia distantoides</i>	NIDT			0	0	0	0	0	0	0	0								
<i>Nitzschia elegantula</i>	NELE			2	3	0	0	0	0	3	5	0,03021	0,01160	0,42687	0,45977	0,05485	0,01669	0,00001	1,06044
<i>Nitzschia fonticola</i>	NFON	4	1	3,5	1	2,1	4	1,9	0	1,5	3	0,00049	0,01133	0,08096	0,31544	0,34383	0,20097	0,04698	0,84048
<i>Nitzschia frustulum</i>	NIFR	1	3	2	1	2,2	4	3,3	4	2,8	1	0,18854	0,35794	0,30657	0,10528	0,03209	0,00957	0,00001	0,84629
<i>Nitzschia gracilis</i>	NIGR	3	2	3	2	1,3	4	2,5	2	1,7	3	0,03323	0,07159	0,36364	0,30874	0,17913	0,04249	0,00118	0,84186
<i>Nitzschia hantzschiana</i>	NHAN			5	2	1,6	2	2	3	0,7	3	0,00014	0,00667	0,01269	0,11965	0,33090	0,32769	0,20226	0,85121
<i>Nitzschia inconspicua</i>	NINC	1	3	2,8	1	2,2	4	3,1	1	2,5	3	0,00098	0,01352	0,17736	0,60913	0,18230	0,01571	0,00099	1,11303
<i>Nitzschia intermedia</i>	NINT			1	3	0	0	2,9	2	2,7	3	0,02326	0,16447	0,28855	0,31918	0,18439	0,01980	0,00036	0,79806
<i>Nitzschia lacuum</i>	NILA			5	2	1,2	4	1,2	1	0	0	0,00001	0,00001	0,01527	0,09523	0,27346	0,40331	0,21273	0,88922
<i>Nitzschia liebetruthii</i> var. <i>liebetruthii</i>	NLBT			2	1	0	0	0	0	0	0	0,11386	0,24692	0,23911	0,22763	0,16475	0,00774	0,00001	0,70655
<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>linearis</i>	NLIN	3	2	3	2	1,9	2	3,4	4	2,5	3	0,00153	0,05068	0,11438	0,34876	0,40543	0,07703	0,00218	0,91760
<i>Nitzschia microcephala</i>	NMIC			1	3	2,5	2	3,9	3	0	0	0,20856	0,46893	0,15111	0,11336	0,05412	0,00370	0,00023	0,90761
<i>Nitzschia palea</i>	NPAL	2	3	1	3	3,4	2	3,3	3	3	1	0,23894	0,21547	0,19526	0,19107	0,13368	0,02434	0,00124	0,66695
<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	NPAD			1	3	0	0	2,3	1	2,8	1	0,04040	0,07314	0,23511	0,25395	0,25630	0,11352	0,02759	0,69516
<i>Nitzschia paleacea</i>	NPAE	3	2	2,5	1	2,7	3	2,3	2	2	1	0,08002	0,24412	0,35113	0,24532	0,05702	0,01817	0,00421	0,81116
<i>Nitzschia perminuta</i>	NIPM			4,5	1	1,3	3	2,3	1	0,7	3	0,01852	0,07713	0,10205	0,39650	0,21481	0,11835	0,07265	0,78039
<i>Nitzschia pura</i>	NIPR			4	1	1,8	2	1,9	3	1,2	1	0,00001	0,00065	0,00075	0,00578	0,00772	0,22122	0,76388	1,34089
<i>Nitzschia pusilla</i>	NIPU	3	1	2	3	2,4	3	2,7	2	2,7	3	0,01898	0,33537	0,22989	0,22528	0,15544	0,03295	0,00210	0,78578
<i>Nitzschia radricula</i>	NZRA			2	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Nitzschia recta</i>	NREC	3	2	3	2	1,5	2	3	3	2	1	0,00034	0,00443	0,03244	0,22948	0,56016	0,16484	0,00832	1,05587
<i>Nitzschia sigmoidea</i>	NSIO			3	2	2,1	4	3,8	4	2,3	3	0,00070	0,00402	0,05206	0,17613	0,66289	0,10301	0,00119	1,17398
<i>Nitzschia sociabilis</i>	NSOC			3	3	2,1	4	2,8	1	2,3	3	0,00006	0,00060	0,01654	0,14405	0,65725	0,17880	0,00269	1,17545



Tablica 8.2. Nastavak

Svoja	KOD	dil_sens	dil_tol	ips_sens	ips_tol	sid_sens	sid_tol	tid_sens	tid_tol	epid_sens	epid_tol	ibd_1	ibd_2	ibd_3	ibd_4	ibd_5	ibd_6	ibd_7	ibd_8
<i>Nitzschia solgensis</i>	NSOL			3	3	1,8	2	2,3	2	1,7	3	0,00088	0,00257	0,05141	0,46388	0,40020	0,08056	0,00048	1,04100
<i>Nitzschia solita</i>	NISO			2	2	0	0	3,4	2	2,8	5	0,03286	0,05094	0,10848	0,46769	0,32997	0,00957	0,00048	0,97760
<i>Nitzschia</i> sp.	NZSS			1	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Nitzschia</i> sp.1	NIS1			1	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Nitzschia subacicularis</i>	NSUA			3	3	2	3	2,9	0	0	0	0,00007	0,26475	0,41449	0,25688	0,04649	0,01476	0,00255	0,92232
<i>Nitzschia sublinearis</i>	NSBL			5	2	1,6	2	2,7	4	1	1	0,00001	0,00791	0,00270	0,02308	0,11647	0,18656	0,66328	1,18028
<i>Nitzschia subtilis</i>	NISU			3	2	0	0	0	0	0	0	0,00916	0,00668	0,06054	0,38652	0,43415	0,09344	0,00951	0,98931
<i>Nitzschia supralitorea</i>	NZSU	1	3	1,5	2	2,7	3	2,9	4	2,5	3	0,16028	0,42067	0,26172	0,12686	0,02144	0,00887	0,00016	0,88131
<i>Nitzschia tabellaria</i>	NTAB			5	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Nitzschia vermicularis</i>	NVER	4	1	4	1	2	3	2,2	0	2	1	0,00035	0,00350	0,02964	0,19848	0,68386	0,08347	0,00071	1,21153
<i>Nitzschia wuellerstorffii</i>	NWUE			3,2	2	2,1	4	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,01618	0,51002	0,46436	0,00943	0,00001	1,16445
<i>Pinnularia microstauron</i> var. <i>microstauron</i>	PMIC			2,5	3	0	0	1	0	1,2	1	0,05062	0,43389	0,26014	0,09604	0,07837	0,04690	0,03404	0,86095
<i>Placoneis clementis</i>	PCLT			5	2	1,7	4	2,5	2	1,5	3	0,00001	0,00123	0,01243	0,18911	0,36172	0,42701	0,00851	0,98720
<i>Placoneis pseudanglica</i>	PPSA			3	2	0	0	0	0	1,5	3	0,00001	0,00001	0,00977	0,13953	0,60680	0,24389	0,00001	1,12765
<i>Planothidium frequentissimum</i>	PLFR	3	1	3,4	1	2,5	0	2,8	3	0,7	3	0,00674	0,04245	0,18690	0,34437	0,30939	0,10397	0,00619	0,83002
<i>Planothidium rostratum</i>	PRST			4,4	1	0	0	0	0	0,7	3	0,00017	0,00149	0,02649	0,26516	0,48219	0,22342	0,00108	0,99394
<i>Platessa conspicua</i>	PTCO			4	1	1,5	2	1,7	0	0	0	0,00095	0,00850	0,03608	0,18834	0,59907	0,16587	0,00119	1,09566
<i>Psammothidium bioretii</i>	PBIO			5	3	1,2	4	1,8	0	0,3	3	0,00001	0,00049	0,00625	0,03205	0,09728	0,53062	0,33332	1,06788
<i>Psammothidium daonense</i>	PDAO			5	2	1,1	4	0	0	0,2	5	0,00001	0,00001	0,00150	0,00699	0,06144	0,17681	0,75326	1,30947
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i>	PSBR	5	1	3	1	1,3	4	3	1	1,8	1	0,00145	0,00406	0,02726	0,28249	0,48124	0,20130	0,00219	0,99276
<i>Pseudostaurosira elliptica</i>	PSSE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<i>Pseudostaurosira parasitica</i>	PPRS			4	1	2,2	3	2,3	3	2	1	0,00221	0,00215	0,01594	0,11981	0,74426	0,11537	0,00025	1,28730
<i>Reimeria sinuata</i>	RSIN			4,8	1	2	2	2,1	1	1,3	3	0,00012	0,00246	0,04826	0,19992	0,28970	0,32230	0,13724	0,80211
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	RABB	4	1	4	1	2,1	4	2,9	2	1,5	3	0,00046	0,00897	0,05387	0,25168	0,48398	0,19924	0,00181	0,97292
<i>Rhopalodia gibba</i>	RGIB	4	1	5	3	1,5	3	2,7	2	1	5	0,00001	0,10697	0,15975	0,31467	0,38020	0,02734	0,01108	0,86910
<i>Rhopalodia parallela</i>	RPAR			5	3	1	5	0	0	0	0								
<i>Rossthidium pusillum</i>	RPUS			5	3	1	5	0,6	3	0	0	0,00001	0,00001	0,05823	0,15293	0,21421	0,40715	0,16749	0,83942
<i>Sellaphora pupula</i>	SPUP			2,6	2	2,4	2	3,7	5	2,5	3	0,02325	0,12513	0,23422	0,33884	0,22766	0,04952	0,00138	0,78226
<i>Sellaphora seminulum</i>	SSEM			1,5	2	0	0	0	0	0	0	0,23129	0,41538	0,15989	0,12640	0,06014	0,00661	0,00029	0,84906
<i>Sellaphora stroemii</i>	SSTM			5	1	1	5	1,2	2	0,5	3	0,00118	0,00001	0,00001	0,00011	0,00754	0,22655	0,76462	1,34447
<i>Simonsenia delognei</i>	SIDE			3	2	2,2	4	2,9	2	0	0	0,00001	0,00566	0,20053	0,69951	0,09165	0,00101	0,00164	1,23833
<i>Stauroneis gracilis</i>	SGRC			5	2	0	0	0	0	0	0								
<i>Stauroneis smithii</i>	SSMI			5	2	1,5	2	3,3	2	1,3	3	0,00525	0,00432	0,01866	0,13171	0,59715	0,23755	0,00537	1,10585
<i>Staurosira construens</i> var. <i>construens</i>	SCON	3	2	4	1	1,4	3	2,3	2	1	1	0,00001	0,00341	0,05044	0,26041	0,49326	0,18816	0,00432	0,98709
<i>Staurosira construens</i> var. <i>pumila</i>	SCPM			3,8	1	0	0	0	0	0	0	0,00001	0,00001	0,01234	0,03889	0,94877	0,00001	0,00001	1,58777
<i>Staurosira leptostauron</i>	SSLE			4	1	0	0	2	1	0,8	1	0,00118	0,00001	0,01718	0,07647	0,37193	0,50920	0,02404	1,06950
<i>Staurosira</i> sp.	SSPE			3,9	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Staurosira venter</i>	SSVE			4	1	0	0	2,3	2	1	1	0,00001	0,00214	0,04723	0,25244	0,39104	0,28118	0,02597	0,90142
<i>Staurosirella pinnata</i>	SPIN			4	1	1,4	3	2,2	1	0	0	0,00001	0,00001	0,01294	0,03883	0,68805	0,21987	0,04031	1,22343
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	STMI			4	1	0	0	0	0	0	0	0,02616	0,01849	0,18681	0,51070	0,20663	0,04131	0,00990	0,97451
<i>Surirella angusta</i>	SANG			4	1	2,2	2	3,7	3	1,8	1	0,00606	0,01647	0,31616	0,38834	0,21206	0,05867	0,00224	0,90303
<i>Surirella helvetica</i>	SHEL			5	3	1	5	0	0	0,5	3	0,00001	0,00030	0,01402	0,14173	0,69612	0,14531	0,00252	1,22451
<i>Surirella</i> sp.	SURS			4	1	0	0	0	0	0	0								
<i>Surirella suecica</i>	SSUE			2	2	0	0	0	0	0	0	0,00258	0,08983	0,44940	0,42764	0,03031	0,00023	0,00001	1,05456
<i>Tabellaria flocculosa</i>	TFLQ			5	1	1,1	4	0,8	2	0,5	3	0,00001	0,00128	0,00161	0,01483	0,04670	0,31045	0,62513	1,18108
<i>Thalassiosira pseudonana</i>	TPSN			2	2	0	0	0	0	0	0	0,01983	0,45460	0,32188	0,14461	0,05109	0,00791	0,00008	0,96310
<i>Tryblionella angustata</i>	TANG			2,3	2	1,3	4	1,9	1	0	0	0,00038	0,00141	0,01538	0,21114	0,62367	0,14103	0,00699	1,13604
<i>Ulnaria biceps</i>	UBIC			3	1	0	0	3,5	0	2	1	0,00023	0,00852	0,06178	0,19989	0,58892	0,13857	0,00209	1,07726
<i>Ulnaria capitata</i>	UCAP			3	1	0	0	2,7	0	1	5	0,03600	0,01666	0,00001	0,30243	0,46598	0,17893	0,00001	0,97605

### 8.3. Biološki element kakvoće - makrozoobentos

Uz operativnu listu svojti dane su i vrijednosti kodova (ID\_ART) za taksone koji su neophodni za izračunavanje metrika pomoću računalnog programa ASTERICS 4.0.3.

**Tablica 8.3.** Operativna lista svojti za biološki element kakvoće makrozoobentos.

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Turbellaria	Turbellaria	Turbellaria Gen. sp.	8831
Polychaeta	Aeolosomatidae	Aeolosoma sp.	4220
Hirudinea	Hirudinea	Hirudinea Gen. sp.	8719
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella nigricollis</i>	5158
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	5159
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella vilnensis</i>	5157
Hirudinea	Erpobdellidae	Erpobdellidae Gen. sp.	5162
Hirudinea	Haemopidae	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	5373
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Alboglossiphonia</i> sp.	8865
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia complanata</i>	5304
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia concolor</i>	5307
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Glossiphonia</i> sp.	5310
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	5413
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Hemiclepsis marginata</i>	5444
Hirudinea	Glossiphoniidae	<i>Theromyzon tessulatum</i>	7034
Oligochaeta	Enchytraeidae	Enchytraeidae Gen. sp.	5101
Oligochaeta	Haplotaxidae	<i>Haplotaxis gordioides</i>	5401
Oligochaeta	Lumbricidae	<i>Eiseniella tetraedra</i>	5075
Oligochaeta	Lumbricidae	Lumbricidae Gen. sp.	5900
Oligochaeta	Lumbriculidae	Lumbriculidae Gen. sp.	7490
Oligochaeta	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	5907
Oligochaeta	Lumbriculidae	<i>Rhynchelmis limosella</i>	6789
Oligochaeta	Lumbriculidae	<i>Rhynchelmis tetratheca</i>	8002
Oligochaeta	Lumbriculidae	<i>Stylodrilus heringianus</i>	6935
Oligochaeta	Naididae	<i>Arcteonais lomondi</i>	9805
Oligochaeta	Naididae	<i>Chaetogaster diaphanus</i>	4616
Oligochaeta	Naididae	<i>Chaetogaster diastrophus</i>	4617
Oligochaeta	Naididae	<i>Dero obtusa</i>	4913
Oligochaeta	Naididae	<i>Dero</i> sp.	4914
Oligochaeta	Naididae	Naididae Gen. sp.	6068
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais barbata</i>	6070
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais bretscheri</i>	6071
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais christinae</i>	8853
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais communis</i>	6072
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais elinguis</i>	6073
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais pardalis</i>	6074
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais pseudobtusa</i>	6075
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais simplex</i>	6076

Tablica 8.3. Nastavak

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais</i> sp.	6077
Oligochaeta	Naididae	<i>Nais variabilis</i>	6078
Oligochaeta	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	6195
Oligochaeta	Naididae	<i>Pristina aequiseta</i>	6551
Oligochaeta	Naididae	<i>Pristina longiseta</i>	6556
Oligochaeta	Naididae	<i>Pristina rosea</i>	7993
Oligochaeta	Naididae	<i>Pristina</i> sp.	6560
Oligochaeta	Naididae	<i>Slavina appendiculata</i>	6871
Oligochaeta	Naididae	<i>Specaria josinae</i>	6879
Oligochaeta	Naididae	<i>Stylaria lacustris</i>	6934
Oligochaeta	Naididae	<i>Spirosperma ferox</i>	16107
Oligochaeta	Naididae	<i>Uncinaiis uncinata</i>	7131
Oligochaeta	Naididae	<i>Vejdovskiella comata</i>	7147
Oligochaeta	Naididae	<i>Vejdovskiella intermedia</i>	7148
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Aulodrilus limnobius</i>	4376
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	4377
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Branchiura sowerbyi</i>	4494
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Embolocephalus velutinus</i>	6890
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Limnodrilus claparedeanus</i>	5862
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	5863
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Limnodrilus udekemianus</i>	5867
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Potamothrix bavaricus</i>	6529
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Potamothrix bedoti</i>	6530
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Potamothrix hammoniensis</i>	6531
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Potamothrix heuscheri</i>	6532
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Potamothrix</i> sp.	6534
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Psammoryctides barbatus</i>	6621
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Psammoryctides moravicus</i>	7493
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Rhyacodrilus falciformis</i>	6755
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Rhyacodrilus</i> sp.	9181
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Tubifex ignotus</i>	7114
Oligochaeta	Tubificidae	<i>Tubifex tubifex</i>	7116
Crustacea	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	8691
Crustacea	Gammaridae	<i>Echinogammarus</i> sp.	8918
Crustacea	Gammaridae	<i>Gammarus balcanicus</i>	12330
Crustacea	Gammaridae	<i>Niphargus</i> sp.	20204
Crustacea	Gammaridae	<i>Synurella ambulans</i>	6960
Coleoptera	Chrysomelidae	Chrysomelidae Gen. sp. Ad.	17633
Coleoptera	Chrysomelidae	<i>Donacia</i> sp. Lv.	4997
Coleoptera	Dryopidae	<i>Pomatinus substriatus</i> Ad.	11623
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Agabus</i> sp.	4243
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Bidessus minutissimus</i> Ad.	11811

Tablica 8.3. Nastavak

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Colymbetinae</i> Gen. sp. Ad.	17652
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Cybister</i> sp. Ad.	17665
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Hydroporus</i> sp. Ad.	11942
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Hygrotus</i> sp. Lv.	5632
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Ilybius</i> sp. Ad.	18321
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus hyalinus</i> Ad.	12051
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccophilus</i> sp. Lv.	5706
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Laccornis</i> sp. Lv.	9053
Coleoptera	Dytiscidae	<i>Suphrodytes dorsalis</i> Ad.	18742
Coleoptera	Elmidae	<i>Elmis aenea</i> Ad.	12066
Coleoptera	Elmidae	<i>Elmis rioloides</i> Ad.	5094
Coleoptera	Elmidae	<i>Elmis</i> sp. Ad.	12072
Coleoptera	Elmidae	<i>Elmis</i> sp. Lv.	5095
Coleoptera	Elmidae	<i>Esolus parallelepipedus</i> Ad.	12082
Coleoptera	Elmidae	<i>Esolus</i> sp. Lv.	5169
Coleoptera	Elmidae	<i>Limnius</i> sp. Lv.	5853
Coleoptera	Elmidae	<i>Oulimnius</i> sp. Ad.	6260
Coleoptera	Elmidae	<i>Oulimnius</i> sp. Lv.	12104
Coleoptera	Elmidae	<i>Riolus</i> sp. Ad.	12117
Coleoptera	Elmidae	<i>Riolus</i> sp. Lv.	6797
Coleoptera	Elmidae	<i>Riolus subviolaceus</i> Ad.	12118
Coleoptera	Halipilidae	<i>Brychius elevatus</i> Ad.	12428
Coleoptera	Halipilidae	<i>Brychius</i> sp. Ad.	17595
Coleoptera	Halipilidae	Halipilidae Gen. sp. Lv.	5380
Coleoptera	Halipilidae	<i>Haliplus flavicollis</i> Ad.	8291
Coleoptera	Halipilidae	<i>Haliplus laminatus</i> Ad.	5390
Coleoptera	Halipilidae	<i>Haliplus lineatocollis</i> Ad.	12442
Coleoptera	Halipilidae	<i>Haliplus obliquus</i> Ad.	12445
Coleoptera	Halipilidae	<i>Haliplus</i> sp. Lv.	5396
Coleoptera	Halipilidae	<i>Peltodytes</i> sp. Lv.	9141
Coleoptera	Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp. Ad.	5531
Coleoptera	Hydraenidae	<i>Hydraena</i> sp. Lv.	8843
Coleoptera	Hydraenidae	Hydraenidae Gen. sp.	8471
Coleoptera	Hydraenidae	<i>Limnebius papposus</i> Ad.	18402
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus affinis</i> Ad.	9547
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Berosus</i> sp. Lv.	8895
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Cymbiodyta marginella</i> Ad.	12970
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Cymbiodyta</i> sp. Lv.	8953
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Enochrus</i> sp. Lv.	8603
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Helochares</i> sp. Lv.	5416
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrobius fuscipes</i> Ad.	9571
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Hydrobius</i> sp. Lv.	9024

Tablica 8.3. Nastavak

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilidae Gen. sp. Lv.	5547
Coleoptera	Hydrophilidae	Hydrophilinae Gen. sp. Ad.	18187
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Laccobius</i> sp. Lv.	5701
Coleoptera	Hydrophilidae	<i>Paracymus</i> sp. Lv.	13001
Coleoptera	Noteridae	<i>Noterus</i> sp. Ad.	18491
Coleoptera	Scirtidae	<i>Scirtes</i> sp. Ad.	14067
Diptera	DIPTERA Gen. Sp.	Diptera Gen. sp.	9353
Diptera	Ceratopogonidae	Ceratopogonidae Gen. sp.	14768
Diptera	Chaoboridae	Chaoboridae Gen. sp.	4630
Diptera	Chironomidae	<i>Ablabesmyia monilis</i>	8357
Diptera	Chironomidae	Chironomidae Gen. sp.	4642
Diptera	Chironomidae	Chironomini Gen. sp.	4644
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus plumosus</i>	4656
Diptera	Chironomidae	<i>Chironomus</i> sp.	4663
Diptera	Chironomidae	<i>Cladopelma</i> sp.	4685
Diptera	Chironomidae	<i>Cladopelma goetghebueri</i> Gr.	4684
Diptera	Chironomidae	<i>Cladopelma viridulum</i> Gr.	4683
Diptera	Chironomidae	<i>Cladotanytarsus</i> sp.	4693
Diptera	Chironomidae	<i>Constempellina brevicosta</i>	8092
Diptera	Chironomidae	<i>Cryptochironomus</i> sp.	4831
Diptera	Chironomidae	<i>Cryptotendipes</i> sp.	7204
Diptera	Chironomidae	<i>Dicrotendipes lobiger</i>	4957
Diptera	Chironomidae	<i>Dicrotendipes modestus</i>	7553
Diptera	Chironomidae	<i>Dicrotendipes nervosus</i>	4958
Diptera	Chironomidae	<i>Dicrotendipes notatus</i>	4959
Diptera	Chironomidae	<i>Dicrotendipes</i> sp.	4962
Diptera	Chironomidae	<i>Einfeldia pagana</i>	7556
Diptera	Chironomidae	<i>Endochironomus albipennis</i>	5103
Diptera	Chironomidae	<i>Endochironomus tendens</i>	5106
Diptera	Chironomidae	<i>Fleuria lacustris</i>	10918
Diptera	Chironomidae	<i>Glyptotendipes barbipes</i>	7759
Diptera	Chironomidae	<i>Glyptotendipes pallens</i>	5321
Diptera	Chironomidae	<i>Glyptotendipes signatus</i>	5324
Diptera	Chironomidae	<i>Glyptotendipes</i> sp.	5325
Diptera	Chironomidae	<i>Harnischia curtilamellata</i>	5402
Diptera	Chironomidae	<i>Kiefferulus tendipediformis</i>	5682
Diptera	Chironomidae	<i>Lauterborniella agrayloides</i>	8060
Diptera	Chironomidae	<i>Microchironomus</i> sp.	5988
Diptera	Chironomidae	<i>Microchironomus tener</i>	5989
Diptera	Chironomidae	<i>Micropsectra contracta</i>	6010
Diptera	Chironomidae	<i>Microtendipes pedellus</i> agg.	10928
Diptera	Chironomidae	<i>Neozavrelia</i> sp.	6117

Tablica 8.3. Nastavak

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Diptera	Chironomidae	<i>Nilothauma brayi</i>	8172
Diptera	Chironomidae	<i>Orthoclaadiinae</i> Gen. sp.	6208
Diptera	Chironomidae	<i>Parachironomus vitiosus</i>	6288
Diptera	Chironomidae	<i>Parachironomus</i> sp.	6285
Diptera	Chironomidae	<i>Paracladopelma laminata</i>	8070
Diptera	Chironomidae	<i>Paracladopelma</i> sp.	6297
Diptera	Chironomidae	<i>Paratanytarsus</i> sp.	6336
Diptera	Chironomidae	<i>Paratendipes albimanus</i> -Gr.	6339
Diptera	Chironomidae	<i>Phaenopsectra flavipes</i>	6381
Diptera	Chironomidae	<i>Phaenopsectra</i> sp.	6382
Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum</i> <i>cultellatum/uncinatum</i> agg.	10950
Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum nubeculosum</i>	6492
Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum scalaenum</i>	6476
Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum laetum</i> agg.	10946
Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum sordens</i>	6500
Diptera	Chironomidae	<i>Polypedilum</i> sp.	6501
Diptera	Chironomidae	<i>Potthastia longimana</i>	7969
Diptera	Chironomidae	<i>Procladius choreus</i>	6566
Diptera	Chironomidae	<i>Prodiamesa olivacea</i>	6583
Diptera	Chironomidae	<i>Stempellina bausei</i>	8114
Diptera	Chironomidae	<i>Stenochironomus</i> sp.	6910
Diptera	Chironomidae	<i>Stictochironomus</i> sp.	6924
Diptera	Chironomidae	<i>Tanypodinae</i> Gen. sp.	6972
Diptera	Chironomidae	<i>Tanypus kraatzi</i>	6973
Diptera	Chironomidae	<i>Tanytarsus</i> sp.	7009
Diptera	Chironomidae	<i>Xenochironomus xenolabis</i>	7173
Diptera	Chironomidae	<i>Zavrelia</i> sp.	9235
Diptera	Chironomidae	<i>Zavreliella marmorata</i>	7599
Diptera	Culicidae	Culicidae Gen. sp.	7726
Diptera	Dolichopodidae	Dolichopodidae Gen. sp.	8427
Diptera	Empididae	Empididae Gen. sp.	5097
Diptera	Limoniidae	Limoniidae Gen. sp.	8483
Diptera	Muscidae	Musciidae Gen. sp.	8659
Diptera	Sciomyzidae	Sciomyzidae Gen. sp.	9600
Diptera	Tipulidae	Tipulidae Gen. sp.	8487
Ephemeroptera	Baetidae	Baetidae Gen. sp.	4380
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis</i> sp.	4419
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis muticus</i>	4409
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis liebenauae</i>	4405
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Baetis rhodani</i>	4415
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Centroptilum luteolum</i>	8850
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon</i> sp.	4709

Tablica 8.3. Nastavak

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon dipterum</i>	4705
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloeon simile</i>	4708
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Procloeon pennulatum</i>	4574
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis horaria</i>	4519
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis luctuosa</i>	4521
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis rivulorum</i>	4526
Ephemeroptera	Caenidae	<i>Caenis robusta</i>	4527
Ephemeroptera	Ephemerellidae	<i>Serratella ignita</i>	5131
Ephemeroptera	Ephemeridae	<i>Ephemera danica</i>	5124
Ephemeroptera	Ephemeridae	<i>Ephemera glaucops</i>	5125
Ephemeroptera	Ephemeridae	<i>Ephemera lineata</i>	5127
Ephemeroptera	Leptophlebiidae	<i>Paraleptophlebia submarginata</i>	6309
Ephemeroptera	Potamanthidae	<i>Potamanthus luteus</i>	6510
Ephemeroptera	Siphonuridae	<i>Siphonurus aestivalis</i>	6859
Heteroptera	Heteroptera	Heteroptera Gen. sp.	9344
Megaloptera	Sialidae	<i>Sialis morio</i>	16040
Megaloptera	Sialidae	<i>Sialis sordida</i>	14074
Odonata	Zygoptera	Zygoptera Gen. sp.	9343
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna mixta</i>	4225
Odonata	Aeshnidae	<i>Aeshna</i> sp.	4226
Odonata	Aeshnidae	Aeshnidae Gen. sp.	8438
Odonata	Aeshnidae	<i>Anax</i> sp.	8871
Odonata	Aeshnidae	<i>Hemianax ephippiger</i>	7431
Odonata	Coenagrionidae	<i>Coenagrion puella</i>	4719
Odonata	Coenagrionidae	Coenagrionidae Gen. sp.	4723
Odonata	Coenagrionidae	<i>Enallagma cyathigerum</i>	5100
Odonata	Coenagrionidae	<i>Erythromma</i> sp.	8984
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura elegans</i>	5658
Odonata	Coenagrionidae	<i>Ischnura pumilio</i>	5659
Odonata	Corduliidae	Corduliidae Gen. sp.	4742
Odonata	Gomphidae	Gomphidae Gen. sp.	8410
Odonata	Gomphidae	<i>Gomphus vulgatissimus</i>	5332
Odonata	Gomphidae	<i>Lindenia tetraphylla</i>	12380
Odonata	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i>	19378
Odonata	Lestidae	<i>Sympetma fusca</i>	6944
Odonata	Libellulidae	<i>Crocothemis erythraea</i>	7443
Odonata	Libellulidae	<i>Libellula depressa</i>	5795
Odonata	Libellulidae	<i>Libellula quadrimaculata</i>	5797
Odonata	Libellulidae	<i>Libellula</i> sp.	9066
Odonata	Libellulidae	Libellulidae Gen. sp.	8411
Odonata	Libellulidae	<i>Orthetrum albistylum</i>	7442
Odonata	Libellulidae	<i>Orthetrum brunneum</i>	7441

Tablica 8.3. Nastavak

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Odonata	Libellulidae	<i>Orthetrum cancellatum</i>	6207
Odonata	Platycnemididae	<i>Platycnemis pennipes</i>	6438
Plecoptera	Plecoptera	Plecoptera Gen. sp.	8750
Trichoptera	Ecnomidae	<i>Ecnomus tenellus</i>	5064
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Agraylea sexmaculata</i>	4256
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Hydroptila</i> sp.	5616
Trichoptera	Hydroptilidae	Hydroptilidae Gen. sp.	7455
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Orthotrichia</i> sp.	8651
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Oxyethira</i> sp.	6268
Trichoptera	Hydroptilidae	<i>Stactobia moselyi</i>	6902
Trichoptera	Lepidostomatidae	<i>Lepidostoma hirtum</i>	5723
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Athripsodes cinereus</i>	13042
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Athripsodes</i> sp.	4371
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Leptocerus</i> sp.	9060
Trichoptera	Leptoceridae	Leptoceridae Gen. sp.	5726
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Leptocerus tineiformis</i>	5728
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Mystacides azurea</i>	6062
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Mystacides</i> sp.	6065
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis ochracea</i>	6173
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis</i> sp.	6174
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Oecetis testacea</i>	6175
Trichoptera	Leptoceridae	<i>Triaenodes bicolor</i>	7088
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Halesus digitatus/tesselatus</i>	8834
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Limnephilus lunatus</i>	5837
Trichoptera	Limnephilidae	<i>Limnephilus</i> sp.	5844
Trichoptera	Limnephilidae	Limnephilidae Gen. sp.	5809
Trichoptera	Philopotamidae	<i>Wormaldia subnigra</i>	7169
Trichoptera	Phryganeidae	<i>Agrypnia varia</i>	4260
Trichoptera	Phryganeidae	Phryganeidae Gen. sp.	8441
Trichoptera	Phryganeidae	<i>Phryganea grandis</i>	21217
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Cyrnus trimaculatus</i>	4877
Trichoptera	Polycentropodidae	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	21659
Trichoptera	Polycentropodidae	Polycentropodidae Gen. sp.	8478
Trichoptera	Psychomyiidae	<i>Tinodes braueri</i>	13949
Trichoptera	Psychomyiidae	Psychomyiidae Gen. sp.	6663
Trichoptera	Rhyacophilidae	<i>Rhyacophila</i> sp.	6780
Trichoptera	Sericostomatidae	Sericostomatidae Gen. sp.	9311
Trichoptera	Sericostomatidae	<i>Sericostoma</i> sp.	6818
Bivalvia	Dreissenidae	<i>Dreissena polymorpha</i>	4999
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Musculium lacustre</i>	7966
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	6425
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Sphaerium corneum</i>	6882



Tablica 8.3. Nastavak

Skupina	Porodica	Svojta	ID_ART
Gastropoda	Bithyniidae	<i>Bithynia tentaculata</i>	4462
Gastropoda	Emmericiidae	<i>Emmericia patula</i>	5096
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Orientalina curta germari</i>	21933
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Galba truncatula</i>	5284
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Radix auricularia</i>	6669
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	16959
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Radix labiata</i>	16982
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Radix</i> sp.	6673
Gastropoda	Lymnaeidae	<i>Stagnicola palustris</i>	6905
Gastropoda	Neritidae	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	7025
Gastropoda	Physidae	<i>Physella acuta</i>	6396
Gastropoda	Physidae	Physidae Gen. sp.	8662
Gastropoda	Planorbidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>	4310
Gastropoda	Planorbidae	<i>Bathyomphalus contortus</i>	4433
Gastropoda	Planorbidae	<i>Ferrissia</i> sp.	8988
Gastropoda	Planorbidae	<i>Gyraulus albus</i>	5354
Gastropoda	Planorbidae	<i>Gyraulus crista</i>	5356
Gastropoda	Planorbidae	<i>Gyraulus laevis</i>	5357
Gastropoda	Planorbidae	<i>Segmentina nitida</i>	6812
Gastropoda	Valvatidae	<i>Valvata cristata</i>	7142
Gastropoda	Valvatidae	<i>Valvata piscinalis piscinalis</i>	7144
Gastropoda	Gastropoda	Gastropoda Gen. sp.	9338

#### 8.4. Biološki element kakvoće - makrofiti

Uz operativnu listu svojti dane su i indikatorske vrijedosti vrsta za ocjenu ekološkog potencijala u vrlo plitkim i plitkim akumulacijama, retencijama i umjetnim stajaćicama.

**Tablica 8.4.** Operativna lista svojti za biološki element kakvoće makrofiti.

Vrsta	Vrlo plitke stajačice	Plitke stajačice
<i>Agrostis stolonifera</i>	B	B
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	B	B
<i>Alisma lanceolatum</i>	B	B
<i>Arundo donax</i>	B	B
<i>Baldellia ranunculoides</i>	A	A
<i>Berula erecta</i>	B	B
<i>Bidens tripartita</i>	C	C
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	B	B
<i>Butomus umbellatus</i>	B	B
<i>Caltha palustris</i>	A	A
<i>Calliergonella cuspidata</i>	B	B
<i>Callitriche</i> sp.	A	A
<i>Carex acutiformis</i> .	A	A
<i>Carex elata</i>	B	B
<i>Carex acuta</i>	A	A
<i>Carex nigra</i>	A	A
<i>Ceratophyllum demersum</i>	C	C
<i>Chara</i> spp.	A	A
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	A	A
<i>Cinclidotus riparius</i>	A	A
<i>Cladium mariscus</i>	A	A
<i>Cratoneuron filicinum</i>	A	A
<i>Cyperus fuscus</i>	B	B
<i>Cyperus glomeratus</i>	A	A
<i>Cyperus michelianus</i>	B	B
<i>Drepanocladus aduncus</i>	B	B
<i>Eleocharis acicularis</i>	A	A
<i>Eleocharis palustris</i>	A	A
<i>Elodea canadensis</i>	C	C
<i>Equisetum fluviatile</i>	A	A
<i>Equisetum palustre</i>	B	B
<i>Eucladium verticillatum</i>	A	A
<i>Filipendula ulmaria</i>	B	B
<i>Fissidens gracilifolius</i>	A	A
<i>Fontinalis antipyretica</i>	A	A
<i>Galium palustre</i>	B	B
<i>Glyceria maxima</i>	C	C

Tablica 8.4. Nastavak

Vrsta	Vrlo plitke stajačice	Plitke stajačice
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	A	A
<i>Gratiola officinalis</i>	B	B
<i>Hippuris vulgaris</i>	B	B
<i>Hottonia palustris</i>	B	B
<i>Iris pseudacorus</i>	B	B
<i>Juncus articulatus</i>	A	A
<i>Juncus effusus</i>	B	B
<i>Juncus inflexus</i>	B	B
<i>Lemna minor</i>	B	B
<i>Lemna trisulca</i>	B	A
<i>Leptodictyum riparium</i>	B	A
<i>Lindernia dubia</i>	B	B
<i>Lindernia procumbens</i>	B	B
<i>Lycopus europaeus</i>	B	B
<i>Lysimachia nummularia</i>	B	B
<i>Lysimachia vulgaris</i>	B	B
<i>Lythrum salicaria</i>	B	B
<i>Mentha aquatica</i>	B	B
<i>Molinia caerulea</i>	B	B
<i>Myosotis scorpioides</i>	B	B
<i>Myriophyllum alternifolium</i>	A	A
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	B	B
<i>Myriophyllum spicatum</i>	B	B
<i>Najas marina</i>	B	B
<i>Najas minor</i>	B	B
<i>Nasturtium officinale</i>	B	B
<i>Nitella hyalina</i>	A	A
<i>Nitella syncarpa</i>	A	A
<i>Nitellopsis obtusa</i>	A	A
<i>Nuphar lutea</i>	B	B
<i>Nymphaea alba</i>	B	A
<i>Nymphoides peltata</i>	C	C
<i>Oenanthe fistulosa</i>	B	A
<i>Pellia endiviifolia</i>	A	A
<i>Persicaria amphibia</i>	B	A
<i>Persicaria lapathifolia</i>	B	B
<i>Phalaris arundinacea</i>	B	B
<i>Physcomitrium eurystomum</i>	B	B
<i>Phragmites australis</i>	B	B
<i>Physcomitrella patens</i>	B	B
<i>Polygonum mite</i>	B	B
<i>Potamogeton × angustifolius</i>	-	-

Tablica 8.4. Nastavak

Vrsta	Vrlo plitke stajačice	Plitke stajačice
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	C	B
<i>Potamogeton crispus</i>	C	C
<i>Potamogeton</i> × <i>cooperi</i>	-	-
<i>Potamogeton gramineus</i>	A	A
<i>Potamogeton lucens</i>	A	A
<i>Potamogeton natans</i>	B	A
<i>Potamogeton nodosus</i>	B	A
<i>Potamogeton pectinatus</i>	C	B
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	A	A
<i>Potamogeton trichoides</i>	C	C
<i>Pulicaria dysenterica</i>	B	B
<i>Ranunculus circinatus</i>	B	B
<i>Ranunculus fluitans</i>	A	A
<i>Ranunculus repens</i>	B	B
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	B	A
<i>Rhynchosstegium riparioides</i>	A	A
<i>Riccia cavernosa</i>	B	B
<i>Riccia fluitans</i>	A	A
<i>Rorippa amphibia</i>	B	B
<i>Rorippa sylvestris</i>	B	B
<i>Samolus valerandi</i>	B	A
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	B	B
<i>Scirpoides holoschoenus</i>	B	B
<i>Senecio aquaticus</i>	B	B
<i>Sparganium erectum</i>	B	B
<i>Spirodela polyrhiza</i>	C	C
<i>Trapa natans</i>	B	A
<i>Typha angustifolia</i>	C	A
<i>Typha latifolia</i>	C	A
<i>Utricularia vulgaris</i>	A	B
<i>Veronica anagallis-aquatica</i>	B	B
<i>Zannichellia palustris</i>	C	C
Zelene nitaste alge (niti >50 cm s masovnom pojavnošću)	C	C

## Literatura

Borics G., Varbiró G., Grigorszky I., Krasznai E., Szabo S., Tihamer K.K. 2007. A new evaluation technique of potamo-plankton for the assessment of the ecological status of rivers. *Archiv fur Hydrobiologie. Supplementband. Large rivers* 17: 465–486.

Reynolds C.S., Huszar V., Kruk C., Naselli-Flores L., Melo S. 2002. Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of plankton research*, 24(5), pp.417-428.

Padisák J., Crossetti L.O., Naselli-Flores L. 2009. Use and misuse in the application of the phytoplankton functional classification: a critical review with updates. *Hydrobiologia*, 621(1), pp.1-19.

## 9. OCJENA EKOLOŠKOG STANJA STAJAČICA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA I MAKROFITA KORISTEĆI MODUL OPĆE DEGRADACIJE ZA RIJEKE

Nakon uspostave operativne liste svojti jedan od prvih zadataka projekta bio je ocijeniti ekološko stanje svih stajačica na temelju BEK makrozoobentos i makrofita, koristeći pokazatelje/indeks (modul opće degradacije) za rijeke prema Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće. Postavljena je hipoteza da će dobiveni rezultati znatno odstupati od dobrog ekološkog stanja, jer se sustav za tekućice bazira na reofilnim zajednicama koje su karakteristične za tekućice. U tablici 9.1 prikazane su vrijednosti OEK i pripadajuće ekološko stanje bazirano na modulu opće degradacije za relevantne tipove tekućica uz koje su vezane umjetne stajačice i akumulacije. Kao što je vidljivo vrijednosti OEK kreću se od 0,07 do 0,60. Temeljem gore opisanog pristupa jedino je postaja Butoniga 3 na donjoj granici dobrog stanja, dok su sve druge postaje u umjerenom, lošem i vrlo lošem stanju.

**Tablica 9.1.** Ocjena ekološkog stanja temeljem makrozoobentos i modula opće degradacije (OD) za relevantne tipove tekućica uz koje su vezane akumulacije, retencije i umjetne stajačice.

Akumulacija	Modul	OEK	Ekološko stanje
Bajer 1	OD*	0,24	Loše
Bajer 2	OD	0,17	Vrlo loše
Brljan 1	OD	0,41	Umjereno
Brljan 2	OD	0,42	Umjereno
Butoniga 1	OD	0,52	Umjereno
Butoniga 2	OD	0,54	Umjereno
Butoniga 3	OD	0,60	Dobro
Golubić 1	OD	0,30	Loše
Golubić 2	OD	0,30	Loše
Gusić polje 1	OD	0,58	Umjereno
Gusić polje 2	OD	0,56	Umjereno
Kruščica 1	OD	0,53	Umjereno
Kruščica 2	OD	0,53	Umjereno
Lepenica 1	OD	0,24	Loše
Lepenica 2	OD	0,33	Umjereno
Lešće 1	OD	0,22	Loše
Lešće 2	OD	0,22	Loše
Lešće 3	OD	0,17	Vrlo loše
Lokvarka 1	OD	0,25	Loše
Lokvarka 2	OD	0,34	Umjereno
Njivice	OD	0,50	Umjereno
Opsenica 1	OD	0,57	Umjereno
Opsenica 2	OD	0,48	Umjereno
Peruča 1	OD	0,32	Loše

Tablica 9.1. Nastavak

Akumulacija	Modul	OEK	Ekološko stanje
Peruča 2	OD*	0,32	Loše
Peruča 3	OD	0,29	Loše
Peruča 4	OD	0,34	Loše
Peruča 5	OD	0,32	Loše
Peruča 6	OD	0,32	Loše
Ponikve 1	OD	0,38	Loše
Ponikve 2	OD	0,31	Loše
Prančevići 1	OD	0,41	Umjereno
Prančevići 2	OD	0,37	Loše
Prološko blato 1	OD	0,08	Vrlo loše
Prološko blato 2	OD	0,25	Loše
Razovac 1	OD	0,37	Loše
Razovac 2	OD	0,37	Loše
Ričica 1	OD	0,22	Loše
Ričica 2	OD	0,32	Loše
Sabljaci 1	OD	0,09	Vrlo loše
Sabljaci 2	OD	0,07	Vrlo loše
Štikada 1	OD	0,52	Umjereno
Štikada 2	OD	0,28	Loše
Štikada 3	OD	0,37	Umjereno
Tribalj 1	OD	0,23	Loše
Tribalj 2	OD	0,14	Vrlo loše
Tribalj 3	OD	0,25	Loše
Vlačine 1	OD	0,20	Loše
Vlačine 2	OD	0,19	Vrlo loše

\*OD - Opća degradacija

U drugom koraku na isti način ocijenjene su istraživanja akumulacije temeljem BEK makrofita. Izračunate vrijednosti OEK kreću se u granicama od 0,11 – 0,57. Gore spomenutom metodologijom samo su akumulacije Bajer i Butoniga u dobrom stanju, Ponikve, tribalj i Gusić polje u umjerenom stanju dok se preostale akumulacije u lošem stanju (tablica 9.2).

Navedeni rezultat je i očekivan, stoga je i glavni cilj ovog projekta bio razvoj sustava ocjene ekološkog potencijala za umjetne stajaćice i akumulacije, u kojem će se isključiti hidromorfološki pritisci jer su oni i razlog nastanka akumulacija, kako je i opisano u jednom od prethodnih poglavlja.

**Tablica 9.2.** Ocjena ekološkog stanja temeljem makrofita i modula opće degradacije (OD) za relevantne tipove tekućica uz koje su vezane akumulacije, retencije i umjetne stajaćice.

Akumulacija	Modul	OEK	Ekološko stanje
Sabljaci	OD*	0,16	Loše
Bajer	OD	0,56	Dobro
Lepenica	OD	-	-
Kruščica	OD	-	-
Lokvarka	OD	-	-
Peruća	OD	-	-
Štikada	OD	0,17	Loše
Prološko blato	OD	0,007	Loše
Njivice	OD	0,014	Loše
Ponikve	OD	0,33	Umjereno
Butoniga	OD	0,57	Dobro
Tribalj	OD	0,49	Umjereno
Prančevići	OD	0,17	Loše
Vlačine	OD	0,26	Loše
Razovac	OD	0,14	Loše
Opsenica	OD	0,21	Loše
Lešće	OD		-
Ričica	OD		-
Gusić polje	OD	0,46	Umjereno
Brljan	OD	0,2	Loše
Golubić	OD	0,11	Loše

\*OD - Opća degradacija



## 10. PREGLED KORIŠTENOG SETA PODATAKA O PRITISCIMA

Glavni pritisci koji su detektirani u akumulacijama i umjetnim stajaćicama Dinaridske ekoregije Republike Hrvatske su eutrofikacija i poribljavanje, stoga smo koristili podatke koji su pokazatelji navedenih pritisaka. Podaci o hidromorfološkom pritisku su isključeni iz razmatranja budući da je uzrok hidromorfoloških pritisaka vezan upravo za postanak (i/ili namjenu) istraživanih akumulacija i umjetnih stajaćica (brane, oscilacije vodostaja, degradirane obale i sl.). Velike dnevne i sezonske oscilacije vodostaja uslijed rada hidroelektrana imaju snažan negativan utjecaj na biološke zajednice litoralne zone. U akumulacijama gdje je hidromorfološki pritisak dominantan, te su prisutne velike dnevne i/ili sezonske oscilacije vodostaja, posljedica su „osiromašene“ zajednice makrozoobentosa, odnosno makrofitna, te predlažemo u takvim slučajevima navedene biološke elemente proglasiti nerelevantnim. Podatke o sezonskim i godišnjim fluktuacijama vodostaja isporučio je naručitelj. U navedenu svrhu korišteni su i podatci iz hidromorfološkog monitoringa istraživanih stajaćica.

Kao pokazatelji eutrofikacije korištena je baza s fizikalno-kemijskim podacima (posebice spojevi dušika i fosfora) i podacima o klorofilu-*a*, koju je dostavio Naručitelj. U analizama su korištene srednje vrijednosti podataka dobivenih mjerenjem tijekom vegetacijskog perioda (travanj-rujan) u godini kada su uzorkovani BEK, a samo iznimno u nedostatku istih korišteni su podatci iz prethodne kalendarske godine (Tablica 10.1). U istu svrhu koristili smo i podatke o udjelu neprirodnog zemljišnog pokrova (NZP) koji objedinjuje sljedeće kategorije: Urbana i umjetna područja u slijevu (CLC razred 1); Intenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.1, 2.2, 2.4.1 i 2.4.2); Ekstenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.3.1, 2.4.3, 2.4.4); Prirodna i djelomično prirodna područja (CLC kategorije 3, 4 i 5) (Tablica 10.2). Prilikom analiza utjecaja prirodnih tipoloških pokazatelja, odnosno antropogenih pritisaka Hering i sur. (2006) predlažu korištenje podataka o zemljišnom pokrovu slivnog područja slatkovodnih ekosustava. Veći udio NZP u slivu stajaćica izvor je nutrijenata što utječe na eutrofikaciju stajaćica te se navedeni parametar zajedno s ukupnim fosforom smatra važnim pokazateljem eutrofikacije (Argillier i sur., 2013).

Podatke o biomasi ihtiofaune prikupio je Izvršitelj iz ribarsko-gospodarskih osnova (Tablica 10.2). Za pet akumulacija i umjetnih stajaćica (Brljan, Gusić polje, Razovac, Njivice i Ponikve) nisu bili dostupni podatci o poribljavanju te je za njih napravljena stručna procjena od strane stručnjaka prof. dr. sc. Milorada Mrakovčića i dr. sc. Zorana Marčića.

Tablica 10.1. Nadmorska visima, morfološke i fizikalno kemijske karakteristike istraživanih stajaćica.

	Nadmorska visina (m)	Površina (km <sup>2</sup> )	Maksimalna dubina (m)	Srednja dubina (m)	Volumen (m <sup>3</sup> x 10 <sup>6</sup> )	Temperatura vode (°C)	Prozirnost (m)	Klorofil-a (µg/L)	Električna vodljivost (µS/cm)	Otopljeni kisik (mgO <sub>2</sub> /L)	pH	BPK <sub>5</sub> (mgO <sub>2</sub> /L)
Bajer	717	0,50	7,2	2,7	1,5	23,8	2,85	1,94	195	9,34	8,25	1,21
Brljan	187	0,03	18,0	10,0	0,4	21,0			620	10,75	8,38	0,84
Butoniga	41	2,90	19,5	9,1	19,7	28,0	4,48	1,40	308	8,86	8,13	0,76
Đale	280	0,46	12,6	10,4	3,7	18,3	3,52	0,65	412	8,18	7,80	0,93
Golubić	307	0,17	6,0	3,0	0,3	18,1			986	10,80	8,10	0,66
Gusić polje	430	0,43	6,5	5,4	1,7	12,5	4,50	0,22	428	11,40	8,05	2,83
Kruščica	554	8,64	75,5	37,8	142,0	18,3	6,54	0,72	287	8,66	8,16	2,50
Lepenica	730	0,80	18,0	13,5	4,5	27,1	3,42	2,52	139	8,67	8,09	1,18
Lešće	182	1,70	42,5	21,0	25,7	21,3	5,32	2,71	299	11,70	8,19	1,56
Lokvarka	767	2,30	44,7	33,8	35,3	21,9	6,77	1,71	136	8,78	7,55	1,08
Njivice	2	0,75	10,0	4,0	3,0	29,9	3,35	2,04	620	7,25	7,92	1,36
Opsenica	575	0,89	6,7	2,9	2,7	26,5	1,88	0,27	305	9,45	8,00	2,42
Peruča	330	20,09	31,0	20,8	571,0	23,4	8,78	0,86	297	9,78	8,24	1,30
Ponikve	19	1,20	5,0	3,0	2,0	30,0	4,15	1,44	490	12,01	8,20	1,46
Prančević Prološko blato	269	2,10	5,3	4,0	11,4	29,7	3,02	2,19	250	9,35	8,12	1,59
Razovac	9	0,65	7,5	5,8	1,8	23,4	5,67	0,97	266	10,60	8,29	1,00
Ričice	387	1,90	39,6	16,0	32,3	26,8	1,58	1,10	255	8,33	8,12	0,71
Sabljaci	320	1,70	6,2	3,0	3,1	16,4	3,28	4,41	384	3,44	7,46	1,88
Štikada	553	1,70	6,5	4,3	13,7	24,8	3,96	0,64	284	8,71	8,20	2,92
Tribalj	60	0,40	4,0	2,7	1,1	22,4	1,08	4,31	241	8,67	7,53	1,63
Vlačine	122	0,30	10,0	4,0	1,1	28,7	2,83	2,27	339	10,25	8,15	1,46

Tablica 10.1. Nastavak

	KPK-Mn (mgO <sub>2</sub> /L)	Nitrati (mgN/L)	Nitriti (mgN/L)	Ukupni dušik (mgN/L)	Anorgansk i dušik (mgN/L)	Ortofosfati (mgP/L)	Ukupni fosfor (mgP/L)	TOC (mg/L)	Ukupne suspendirane tvari (mg/L)	Tvrdoća ukupna (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	Alkalitet m- vrijednost (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	Amonij (mgN/L)
Bajer	1,40	0,481	0,062	0,64	0,43	0,003	0,017	1,55	8,56	54,6	88,1	0,24
Brljan	1,30	0,260	0,243	0,52	0,22	0,003	0,000	0,77	10,22	0,8	101,9	0,28
Butoniga	2,15	0,123	0,201	0,37	5,15	0,004	0,002	2,84	6,14	99,8	127,3	0,06
Đale	1,50	0,119	0,265	0,56	0,28	0,004	0,005	6,60	5,90	128,3	143,5	0,16
Golubić	1,40	0,164	0,173	0,31	0,15	0,003	0,000	0,78	10,54	1,0	105,0	0,15
Gusić polje	1,74	0,472	0,269	0,72	44,83	0,012	0,041	1,77	10,29	2,9	105,6	0,42
Kruščica	1,05	0,304	0,262	0,78	0,20	0,004	0,006	1,83	8,68	112,6	124,3	0,11
Lepenica	1,59	0,320	0,107	0,51	0,22	0,002	0,027	1,83	7,66	34,5	68,2	0,13
Lešće	1,82	0,843	0,378	1,22	0,85	0,016	0,052	2,78	6,99	93,6	144,2	0,76
Lokvarka	1,16	0,468	0,129	0,62	0,35	0,003	0,016	1,66	9,36	45,5	80,4	0,21
Njivice	2,67	0,200	0,157	0,30	47,86	0,002	0,053	3,46	6,08	137,8	162,2	0,05
Opsenica	1,45	0,326	0,514	0,43	0,28	0,008	0,014	1,16	7,18	108,7	124,9	0,21
Peruča	1,60	0,146	0,229	0,45	0,25	0,002	0,004	1,53	6,21	107,9	137,5	0,17
Ponikve	1,63	0,100	0,206	0,29	21,29	0,002	0,028	2,16	7,10	109,1	122,3	0,04
Prančević Prološko blato	2,82	0,539	0,236	0,58	0,27	0,003	0,006	1,18	6,40	97,5	146,8	0,56
Razovac	2,10	0,084	0,457	0,61	0,63	0,002	0,004	2,71	6,26	93,6	140,4	0,48
Ričice	1,61	0,122	0,306	0,47	0,08	0,003	0,006	1,37	5,93	142,5	168,2	0,08
Ričice	1,38	0,202	0,696	0,49	0,03	0,001	0,004	2,35	8,54	108,8	129,2	0,03
Sabljaci	1,72	0,740	0,211	1,12	0,59	0,012	0,035	2,32	6,78	101,0	152,8	0,71
Štikada	1,16	0,200	0,224	0,32	0,12	0,007	0,013	1,42	9,24	96,0	124,1	0,13
Tribalj	1,80	0,260	0,163	0,42	0,07	0,002	0,038	2,53	11,68	81,0	118,3	0,05
Vlačine	4,50	0,109	0,405	0,65	0,16	0,003	0,014	3,96	5,09	129,1	139,0	0,12

**Tablica 10.2.** Obilježja zemljišnog pokrova slivovnog područja stajačica, biomasa rinba i sezonske fluktuacije vodostaja.

Naziv stajačice	Urbana i umjetna područja u slijevu (CLC razred 1) %	Intenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.1, 2.2, 2.4.1 i 2.4.2) %	Ekstenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.3.1, 2.4.3, 2.4.4) %	Prírodna i djelomično prirodna područja (CLC kategorije 3, 4 i 5) %	lhtiomasa kg/ha	Fluktuacija vodostaja*
Bajer	0.68	0.00	0.72	98.60	93.5	3
Brljan	1.36	9.77	14.83	74.04	17	2
Butoniga	0.00	1.40	29.59	69.01	240	3
Đale	3.30	16.82	9.83	70.05		5
Golubić	0.04	0.19	10.17	89.61	15	3
Gusić polje	1.49	19.59	15.58	63.34	30	5
Kruščica	3.38	25.48	18.88	52.26	45.5	5
Lepenica	0.05	0.00	0.00	99.95	60	5
Lešće	1.67	0.00	17.00	81.33	90	4
Lokvarka	0.00	0.00	3.98	96.02	30.3	5
Njivice	0.00	13.18	35.96	50.86	50	2
Opsenica	0.00	0.00	39.38	60.62	14.9	3
Peruča	0.34	5.06	8.15	86.46	30.9	5
Ponikve	0.00	2.29	10.20	87.51	10	4
Prančevići	4.95	16.93	10.89	67.23	45.2	2
Prološko blato	0.56	0.01	16.34	83.09	53.2	5
Razovac	0.00	2.34	16.80	80.87	100	4
Ričica	0.77	12.83	18.06	68.34	41.2	5
Sabljaci	0.19	1.94	15.83	82.04	160	4
Štikada	2.33	0.00	50.33	47.34	18	4
Tribalj	4.66	0.00	6.81	88.53	116.8	2
Vlačine	1.98	38.15	59.85	0.02	170	4

\*Razredi fluktuacije vodostaja: (1) 0.00-0.25 m, (2) >0.25-0.75 m, (3) >0.75-1.00 m, (4) 1.00 m-5.00 m, (5) >5.00 m.

## Literatura

Argillier C, Caussé S, Gevrey M, Pédrón S, De Bortoli J, Brucet S, Holmgren K. 2013. Development of a fish-based index to assess the eutrophication status of European lakes. *Hydrobiologia* 704 (1), 193–211.

Hering D, Feld CK, Moog O, Ofenböck T. 2006. Cook book for the Development of a Multimetric Index for Biological Condition of Aquatic Ecosystems: Experiences from the European AQEM and STAR Projects and Related Initiatives. *Hydrobiologia* 566:311-324.

## 11. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA UMJETNIH STAJAĆICA I AKUMULACIJA TEMELJEM FITOPLANKTONA I FITOBENTOSA

Prijedlog sustava ocjene ekološkog potencijala može se naći u elaboratu Borics i sur., 2018, koji je pisan na engleskom jeziku i nalazi se u prilogu. Prilikom ocjene ekološkog potencijala umjetnih stajaćica i akumulacija u Dinaridskoj ekoregiji primjeni su elementi za ocjenjivanje stanja onih prirodnih tijela površinskih voda koja su im najbližija (kao što je i predloženo projektnim zadatkom) te je primijenjen slijedeći princip: ukoliko su sustavi ocjene razvijeni za najbliža usporediva prirodna vodna tijela primjenjivi na umjetna i znatno promijenjena vodna tijela te daju očekivane rezultate, značajne promjene sustava ocjene ekološkog potencijala nisu nužne. U tom je slučaju vrlo dobro ekološko stanje (high ecological status, HES) jednako vrlo dobrom ekološkom potencijalu (engl. high ecological potential, HEP), a dobro ekološko stanje (engl. good ecological potential, GES) jednako je dobrom ekološkom potencijalu (engl. good ecological potential, GEP).

### 11.1. Definiranje najbliže prirodne kategorije vodnog tijela

Za svaku od akumulacija Dinaridske ekoregije određen je najbliži prirodni usporedivi tip vodnog tijela. Vrijeme zadržavanja vode u umjetnoj stajaćici ili akumulaciji iznimno je značajna karakteristika koja utječe na opstojnost i biomasu fitoplanktonske zajednice, te je u slučajevima kada je vrijeme zadržavanja vode kratko i procijenjeno je na samo nekoliko dana, vodno je tijelo kategorizirano kao rijeka, a ne stajaćica. Predloženi sustav ocjene umjetnih stajaćica i akumulacija Dinaridske ekoregije primjenjiv je na slijedeće biotičke tipove:

- vrlo plitke umjetne stajaćice,
- plitke umjetne stajaćice,
- duboke umjetne stajaćice,
- umjetne stajaćice s kratkim vremenom zadržavanja vode.

Sustavi ocjene temeljem fitoplanktona za gore navedene tipove već su razvijeni, a metoda za ocjenu dubokih mediteranskih akumulacija je i interkalibrirana.

Biotička tipologija koja je primijenjena za ocjenu ekološkog potencijala istraživanih akumulacija, uz najbliži prirodni tip voda prikazana je u tablici 10.1.

Pregledom sakupljenih uzoraka u akumulacijama Golubić i Gusić polje je utvrđeno da fitoplanktonska zajednica nije razvijena radi iznimno kratkog vremena zadržavanja vode (svega 1 dan) te navedene stajaćice nisu niti tipizirane temeljem fitoplanktona u tablici 11.1., jer za njih nije bilo moguće razviti sustav ocjene.

**Tablica 11.1.** Biotički tipovi istraživanih akumulacija, retencija i umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije te najbliži prirodni tip vodnog tijela.

Naziv vodnog tijela	Tip vodnog tijela	Najbliži prirodni tip vodnog tijela
Akumulacija Lešće	duboka stajaćica	MED GIG tip 1
Jezero Sabljaci	vrlo plitka stajaćica	LCB GIG tip 2
Akumulacija Kruščica	duboka stajaćica	MED GIG tip 1
Jezero Bajer	ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode vode	rijeka
Jezero Lepenica	duboka stajaćica	MED GIG tip 1
Jezero Tribalj	vrlo plitka stajaćica	LCB GIG tip 2
Jezero kraj Njivica, Krk	plitka stajaćica	MED GIG 1 N-1 tip
Akumulacija Ponikve, Krk	vrlo plitka stajaćica	LCB GIG tip 2
Jezero Lokvarka	duboka stajaćica	MED GIG Tip 1
Akumulacija Butoniga	plitka stajaćica	MED GIG 1 N-1 tip
Cetina, Peruča	duboka stajaćica	MED GIG Tip 1
Cetina, Prančevići	ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode vode	rijeka
Cetina, Đale	ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode vode	rijeka
Akumulacija Štikada	ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode vode	rijeka
Opsenica	ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode vode	rijeka
Akumulacija Donji Bazen, Razovac	ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode vode	rijeka
Akumulacija Vlačine	plitka stajaćica	MED GIG 1 N-1 tip
Akumulacija Ričica	duboka stajaćica	MED GIG Tip 1
Prološko blato	plitka stajaćica	MED GIG 1 N-1 tip
Brljan	ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode vode	rijeka

## 11.2 Prijedlog metoda za ocjenu ekološkog potencijala akumulacija Dinaridske ekoregije na temelju fitoplanktona

Prema definiciji u Dodatku 4 Okvirne direktive o vodama (ODV) EU, ocjena kakvoće vode na temelju fitoplanktona određuje se pomoću izračunavanja biomase, određivanja sastava zajednice te cvjetanja. Predloženi sustav ocjene ekološkog potencijala uspješno je interkalibriran i publiciran. Europska komisija provela je interkalibracijsku vježbu u svrhu usklađivanja graničnih vrijednosti kategorija kakvoće vode svih država članica. Također, stručne su provjere pokazale da metodologija u potpunosti udovoljava kriterijima ODV-a. Sve metode ocjene primijenjene u ovom elaboratu prošle su prethodnu interkalibraciju uz minimalno prilagođavanje, stoga se mogu smatrati "interkalibriranim metodama". Metode ocjene na temelju fitoplanktona razvijene su kako bi se utvrdili učinci hranjivih soli (najvećim dijelom učinci ukupnog fosfora i ukupnog dušika). Budući da navedena varijabla djeluju kao ključni stresor u akumulacijama Dinaridske ekoregije

Republike Hrvatske, držimo da primjena ove metodologije daje pouzdane rezultate u svrhu (održivog) upravljanja akumulacijama.

#### Duboke umjetne stajaćice

**Metode ocjene ekološkog potencijala** dubokih akumulacija na temelju fitoplanktona za mediteranski GIG već su interkalibrirane. Iako je sastav korištenih indeksa različit u pojedinim državama članicama, temeljem jedinstvene baze podataka u ovoj interkalibracijskoj grupi dogovorene su zajedničke granične vrijednosti koncentracije klorofila *a*. Navedenu metodu predložimo za ocjenu ekološkog potencijala dubokih akumulacija u Dinaridskoj ekoregiji. Metoda se sastoji od indeksa biomase (temelji na koncentraciji klorofila *a*) i procjeni sastava zajednice, koji se izračunava na temelju relativne brojnosti funkcionalnih grupa algi i vrijednosti tolerancije i osjetljivosti algi na okolišne stresore (ukupni fosfor i ukupni dušik). Predložena metoda uključuje i prijedlog izračuna Indeksa za ocjenu cvjetanja algi.

#### **Biomasa**

Propisane vrijednosti koncentracije klorofila *a* (Chl-*a*) za izračunavanje biomase nalaze se u Tablici 11.2. Granične vrijednosti u tablici jednake su vrijednostima dogovorenima u MED-GIG interkalibracijskoj grupi.

**Tablica 11.2.** Granične vrijednosti klorofila *a* i OEK.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti Chl- <i>a</i> (µg/L)	Granične vrijednosti OEK
VRLO DOBRO	≤2,0	0,8
DOBRO	≤5,3	0,6
UMJERENO	≤25,0	0,4
LOŠE	≤50,0	0,2
VRLO LOŠE	>50,0	<0,2

Jednadžba koja se koristi za pretvorbu koncentracije klorofila *a* u normalizirane vrijednosti OEK :

$$\begin{aligned} \text{Chl-}a \leq 5,3; \text{OEK}_{\text{Chl-}a} &= 0,0074x^2 - 0,1149x + 1 \\ \text{Chl-}a > 5,3; \text{OEK}_{\text{Chl-}a} &= 0,00005x^2 - 0,0118x + 0,6617 \end{aligned}$$

gdje je:

*x* - koncentracija klorofila *a* (µg/L)

#### **Indeks za ocjenu sastava zajednice (Q<sub>i</sub>)**

Ocjena sastava zajednice temelji se na podacima dobivenih kvantitativnom analizom sastava fitoplanktona. Indeks se temelji na "Indeksu sastava zajednice" (Q) koji je primijenjiv nakon parametrizacije funkcionalnih grupa algi u različitim tipovima vodnih tijela (Padišák i sur., 2006.). Odgovarajuće vrijednosti faktora F funkcionalnih grupa utvrđene su na EC-GIG Interkalibraciji s ciljem prikaza utjecaja hranjivih soli (Borics i sur., 2016.), stoga je ovaj podatak važan i primjenjiv u vodnim tijelima pod visokim pritiskom eutrofikacije.

Q indeks se izračunava prema jednadžbi:

$$Q_k = \sum_{i=1}^s (p_i F),$$

gdje je:

$p_i$  - relativni udio  $i$ -te funkcionalne grupe prema ukupnoj biomasi fitoplanktona,

$F$  - faktor procjene cjelokupne zajednice na temelju brojčanih vrijednosti pridruženih različitim FG u danom tipu jezera.

Ovaj indeks temelji se na pripadajućim kodonima funkcionalnih skupina (FG) algi. Vrijednosti faktora  $F$  pridružene su kodonima prema utjecaju hranjivih soli na svaki pojedini kodon.

Vrijednosti faktora  $F$

S1	S2	SN	YPh	H1	G	J	M	C	P	T	X1	LM	W1	W2	Q	D	Y	E	K	LO	WS	MP	A	B	N	Z	X3	X2	F	U	V
1	1	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Q indeks se izračunava za svaki analizirani uzorak fitoplanktona. Vrijednost Q indeksa standardizira se tako što se izračunata vrijednost Q indeksa dijeli s maksimalnom vrijednošću Q indeksa preuzete iz mađarske baze podataka (Max  $Q_k=7.95$ ). Granične vrijednosti dobivenih OEK prikazane su u Tablici 11.3.

**Tablica 11.3.** Granične vrijednosti indeksa za ocjenu sastava zajednice Q i OEK<sub>Q</sub>.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti indeksa za ocjenu sastava zajednice ( $Q/7.95$ )	Granične vrijednosti OEK <sub>Q</sub>
VRLO DOBRO	$\geq 0,82$	0,8
DOBRO	$\geq 0,52$	0,6
UMJERENO	$\geq 0,40$	0,4
LOŠE	$\geq 0,20$	0,2
VRLO LOŠE	$< 0,20$	$< 0,2$

Za normalizaciju Q indeksa koristi se polinomska regresijska jednadžba trećeg reda:

$$OEK_Q = A_k o (Q > 0,4; 5,511 \times Q^3 - 11,971 \times Q^2 + 9,1614 \times Q - 1,7019; Q)$$

### Kombinacija metričkih indeksa

Kombinacija dvaju indeksa predstavlja srednju vrijednost OEK.

$$HLPI = \frac{OEK_Q + 2 \times OEK_{Chl a}}{3}$$

gdje je:

HLPI - indeks za fitoplankton jezera

OEK<sub>Q</sub> - normalizirani OEK sastava zajednice

OEK<sub>Chl-a</sub> - normalizirani OEK indeksa biomase (koncentracije klorofila  $a$ ).



### Primjena indeksa za ocjenu cvjetanja algi

U ocjeni kakvoće vode na temelju fitoplanktona prema nuputcima ODV-a potrebno je uzeti u obzir učestalost i intenzitet cvjetanja algi. S obzirom da pojam cvjetanja vode nije jasno definiran u hidrobiološkoj literaturi, predloženi su različiti pristupi, poput relativne ili apsolutne učestalosti cijanobakterija. Budući da niti relativna niti apsolutna učestalost cijanobakterija nisu primjenjive za izračunavanje indeksa ocjene cvjetanja algi u zemljama EC-GIG (Istočnoeuropska kontinentalna Interkalibracijska skupina), predložena je uporaba samo apsolutne učestalosti cijanobakterija. Carvalho i sur. (2013) predložili su primjenu biomase cijanobakterija koncentracije  $2 \text{ mg l}^{-1}$  kao granicu niske opasnosti od štetnog razvoja algi te biomasu cijanobakterija koncentracije  $10 \text{ mg l}^{-1}$  kao granicu visokog rizika od štetnog razvoja algi. U ovom elaboratu predložene su sljedeće granične vrijednosti:

- Biomasa cijanobakterija  $< 2 \text{ mg l}^{-1}$ : potrebno je primjeniti vrijednosti nacionalnih indeksa
- Biomasa cijanobakterija  $> 2 \text{ mg l}^{-1}$ :
  - Nacionalna vrijednost OEK  $> 0,6$  OEK potrebno sniziti za  $0,2$
  - Nacionalna vrijednost OEK  $< 0,6$  bez promjene.

### Plitke umjetne stajaćice

**Metode za ocjenu ekološkog potencijala** plitkih akumulacija u Mediteranu nisu do sada interkalibrirane. Međutim, granice klasa za *Chl-a* su raspoložive i objavljene (Poikane i sur., 2011). Predložena metoda ocjene izračunava se na temelju relativne brojnosti funkcionalnih grupa algi i vrijednosti tolerancije i osjetljivosti algi na okolišne stresore (ukupni fosfor i ukupni dušik).

### Biomasa

Koncentracije klorofila *a* za izračunavanje biomase s propisanim graničnim vrijednostima prema LCB-GIG prikazane su u Tablici 11.4.

**Tablica 11.4.** Granične vrijednosti klorofila *a* i OEK.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti Chl- <i>a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	Granične vrijednosti OEK
VRLO DOBRO	$\leq 7$	0,8
DOBRO	$\leq 10,5$	0,6
UMJERENO	$\leq 35,0$	0,4
LOŠE	$\leq 50,0$	0,2
VRLO LOŠE	$> 50,0$	$< 0,2$

Koristeći polinomsku regresijsku jednadžbu trećeg reda, izmjerene vrijednosti klorofila *a* se mogu pretvoriti u normaliziranu skalu. Ove vrijednosti smatraju se normaliziranim vrijednostima OEK (Tablica 11.4).

Jednadžba koja se koristi za pretvorbu koncentracije klorofila *a* u normalizirane vrijednosti OEK :

$$\text{IF } X < 7.0 \mu\text{/L OEK}_{\text{Chl-}a} = -0.0286X + 1$$

$$\text{IF } X > 7.0 \mu\text{/L OEK}_{\text{Chl-}a} = 3.1505X^{-0.701}$$

gdje je:

*x* - koncentracija klorofila *a* (μg/L)

### **Indeks za ocjenu sastava zajednice (*Q<sub>k</sub>*)**

Izračun isti kao i za duboke stajaćice Dinaridske ekoregije.

### **Kombinacija metričkih indeksa**

Kombinacija dvaju indeksa predstavlja srednju vrijednost OEK.

$$HLPI = \frac{OEK_Q + 2 \times OEK_{\text{Chl } a}}{3}$$

gdje je:

*HLPI* - indeks za fitoplankton jezera

*OEK<sub>Q</sub>* - normalizirani OEK sastava zajednice

*OEK<sub>Chl-a</sub>* - normalizirani OEK indeksa biomase (koncentracije klorofila *a*).

### **Primjena indeksa za ocjenu cvjetanja algi**

Sukladno prijedlogu EC-GIG Interkalibracijske skupine, predlažemo u ovom elaboratu korištenje sljedećih granične vrijednosti indeksa za ocjenu cvjetanja algi:

- Biomasa cijanobakterija < 10 mg l<sup>-1</sup>: treba primijeniti vrijednosti nacionalnih mjernih podataka
- Biomasa cijanobakterija >10 mg l<sup>-1</sup>:
  - Nacionalna vrijednost OEK >0,6 OEK potrebno sniziti za 0,2
  - Nacionalna vrijednost OEK <0,6 bez promjene

### Vrlo plitke umjetne stajaćice

**Metode ocjene ekološkog potencijala** plitkih akumulacija u mediteranskoj regiji (MED GIG) nisu interkalibrirane i nisu službeno objavljene. Međutim, granične vrijednosti koncentracije klorofila *a* plitkih jezera za druge dijelove Europe su dostupne, jer su metode ocjene ekološkog potencijala plitkih akumulacija interkalibrirane za područje istočne Europe (EC-GIG) i središnjeg i Baltičkog dijela Europe (CB-GIG). Za vrlo plitke umjetne stajaćice Dinaridske ekoregije predlaže se uporaba granica primijenjenih u interkalibracijskoj skupini LCB (Lake Central Baltic; Borics i sur., 2016.).

Predložena metoda izračunava se na temelju relativne brojnosti funkcionalnih grupa algi i vrijednosti tolerancije i osjetljivosti algi na okolišne stresore (ukupni fosfor i ukupni dušik).

**Biomasa**

Koncentracije klorofila *a* (*Chl-a*) za izračunavanje biomase s propisanim graničnim vrijednostima prema LCB-GIG prikazane su u Tablici 11.5.

**Tablica 11. 5.** Granične vrijednosti klorofila *a* i OEK.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti <i>Chl-a</i> ( $\mu\text{g/L}$ )	Granične vrijednosti OEK
VRLO DOBRO	$\leq 11,0$	0,8
DOBRO	$\leq 23,0$	0,6
UMJERENO	$\leq 35,0$	0,4
LOŠE	$\leq 50,0$	0,2
VRLO LOŠE	$> 50,0$	$< 0,2$

Koristeći polinomsku regresijsku jednadžbu trećeg reda, izmjerene vrijednosti klorofila *a* se mogu pretvoriti u normaliziranu skalu. Ove vrijednosti smatraju se normaliziranim vrijednostima OEK (Tablica 11.5).

Jednadžba za pretvorbu koncentracije klorofila *a* (*Chl-a*) u normalizirane vrijednosti OEK:

$$\text{Ako } x < 50 \mu\text{/L OEK}_{\text{Chl-a}} = -0,0161x + 0,9826$$

$$\text{Ako } x < 50 \mu\text{/L OEK}_{\text{Chl-a}} = -0,004x + 0,4$$

gdje je:

*x* - *Chl-a* ( $\mu\text{g/L}$ )

**Indeks za ocjenu sastava zajednice ( $Q_i$ )**

Identičan indeksu za ocjenu sastava zajednice dubokih akumulacija (vidi poglavlje iznad).

**Kombinacija metričkih indeksa**

Kombinacija dvaju indeksa predstavlja srednju vrijednost OEK.

$$HLPI = \frac{OEK_Q + 2 \times OEK_{Chl a}}{3}$$

gdje je:

*HLPI* - indeks za fitoplankton jezera

$OEK_Q$  - normalizirani OEK sastava zajednice

$OEK_{Chl-a}$  - normalizirani OEK indeksa biomase (koncentracije klorofila *a*).

### Primjena indeksa za ocjenu cvjetanja algi

Sukladno prijedlogu EC-GIG Interkalibracijske skupine, u ovom se elaboratu predlaže korštenje sljedećih graničnih vrijednosti indeksa za ocjenu cvjetanja algi:

- Biomasa cijanobakterija < 10 mg l<sup>-1</sup>: treba primijeniti vrijednosti nacionalnih mjernih podataka
- Biomasa cijanobakterija >10 mg l<sup>-1</sup>:
  - Nacionalna vrijednost OEK >0,6 OEK potrebno sniziti za 0,2
  - Nacionalna vrijednost OEK <0,6 bez promjene

### Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode

Rijeke Dinarske ekoregije u pravilu su manje nego velike nizinske rijeke Panonske ekoregije, što znači da se u riječnim akumulacijama zbog kratkog retencijskog vremena vode u prirodnim uvjetima u pravilu ne može razviti velika biomasa planktona. U ovaj tip svrstali smo i 3 akumulacije s posebnosti u režimu rada (akumulacija Bajer u sklopu akumulacijske, visokotlačne i derivacijske HE Vinodol i akumulacije Štikada i Opsenica kojese dio reverzibilne, akumulacijske, visokotlačne i derivacijske RHE Velebit) koje također karakterizira vrlo kratko vrijeme zadržavanja vode i posljedično relativno mala biomasa planktona. U ovom elaboratu predlaže se primjena graničnih vrijednosti koje se koriste za velike rijeke u Mađarskoj. Ove granične vrijednosti strože su od onih primjenjenih u interkalibraciji velikih rijeka (Mischke i sur., 2016), te odražavaju mišljenje da su ova vodena tijela u svom prirodnom stanju oligotrofna. Indeks za ocjenu sastava zajednice također se temelji na funkcionalnim grupama algi, ali njihove su vrijednosti tolerancija (F vrijednosti) različite od onih primjenjenih za ocjenu ekološke kakvoće jezera. Indeks za ocjenu kakvoće stanja akumulacija na rijekama pomoću fitoplanktona zasnovan je na dva metrijska indeksa: biomasi i sastavu zajednice. Koncentracija klorofila *a* koristi se za izračunavanje biomase, dok je sastav zajednice zasnovan na procjeni pripadajućih kodona funkcionalnih skupina algi prema Reynolds i sur. (2002.) i Borics i sur. (2007.).

### Biomasa

Koncentracije klorofila *a* (Chl-*a*) za izračunavanje biomase s propisanim graničnim vrijednostima prema LCB-GIG Interkalibraciji prikazane su u Tablici 11.6.

**Tablica 11.6.** Granične vrijednosti klorofila *a* i OEK.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti Chl- <i>a</i> (µg l <sup>-1</sup> )	Granične vrijednosti OEK
VRLO DOBRO	≤4,2	0,8
DOBRO	≤8,7	0,6
UMJERENO	≤18,5	0,4
LOŠE	≤28,0	0,2
VRLO LOŠE	>28,0	<0,2

Jednadžba za pretvorbu koncentracije klorofila *a* (Chl-*a*) Chl-*a* za normalizaciju u OEK je:

$$OEK_{Chl-a} = 1,0109e^{-0,0558x}$$

gdje je:

*x* - Chl-*a* (µg/L)

#### Indeks za ocjenu sastava zajednice ( $Q_k$ )

Ocjena se temelji na podacima dobivenih kvantitativnom analizom sastava fitoplanktona. Primjenjeni Indeks sastava zajednice temelji se na „Indeksu sastava zajednice“ (*Q*) prema Borics i sur. (2007.). *Q* indeks je izražen jednadžbom:

$$Q_k = \sum_{i=1}^s (p_i F),$$

gdje je:

*p<sub>i</sub>* - relativni udio *i*-te funkcionalne grupe prema ukupnoj biomasi fitoplanktona,

*F* - faktor procjene cjelokupne zajednice na temelju brojčanih vrijednosti pridruženih različitim FG u danom tipu jezera.

Vrijednosti faktora (*F*) funkcionalnih grupa algi.

S1	S2	SN	YPh	H1	G	J	M	C	P	T	X1	LM	W1	W2	Q	D	Y	E	K	LO	WS	MP	A	B	N	Z	X3	X2	F	U	V
1	1	1	1	1	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Slova označavaju kodone funkcionalnih grupa (Reynolds i sur., 2002.; Borics i sur., 2007.), a brojevi označavaju vrijednosti *F* funkcionalnih grupa.

Standardizacija *Q* vrijednosti:

Maksimalna *Q* vrijednost je 5, stoga je *Q*/5 numerička vrijednost između 0 i 1. Granične vrijednosti Indeksa za ocjenu sastava zajednice i pripadajućih OEK prikazane su u Tablici 11.7.

**Tablica 11.7.** Granične vrijednosti Indeksa za ocjenu sastava zajednice i OEK.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti Indeksa za ocjenu sastava zajednice ( $Q/7,95$ )	Granične vrijednosti OEK <sub>Q</sub>
VRLO DOBRO	≤0,95	0,8
DOBRO	≤0,8	0,6
UMJERENO	≤0,7	0,4
LOŠE	≤0,6	0,2
VRLO LOŠE	>0,6	<0,2

Jednadžba koja se koristi za normalizaciju OEK je:

$$OEK_Q = 1,3377x^2 - 0,4252x + 0,0451$$

gdje je:

*x* - *Q*/5

**Kombinacija metričkih indeksa**

Kombinacija dvaju indeksa predstavlja srednju vrijednost OEK.

$$HRPI = \frac{2NChla + NQr}{3}$$

gdje je:

HRPI - mađarski indeks za fitoplankton rijeka

OEK<sub>Q</sub> - normalizirani OEK sastava zajednice

OEK<sub>Chl-a</sub> - normalizirani OEK indeksa biomase (koncentracije klorofila *a*).

**Indeks za procjenu cvjetanja algi**

Nije primjenjiv.

**11.3. Ocjena ekološkog potencijala istraživanih stajaćica temeljem fitoplanktona**

U tablici 11.8. prikazane su ocjene ekološkog potencijala temeljem predložene metodologije. Budući da su u svakoj od istraživanih akumulacija uzorci prikupljeni na mjesečnoj bazi od travnja do rujna za svaki mjesec (uzorak) određen je OEK, odnosno pripadajući ekološki potencijal. Ukupna ocjena za pojedino vodno tijelo prikazana je kao srednja vrijednost OEK od 6 prikupljenih uzoraka. Kao što je vidljivo u svim istraživanim akumulacijama ekološki potencijal temeljem fitoplanktona je dobar i bolji, a glavni pritisak koji se ocijenuje je eutrofikacija.

**Tablica 11.8.** Ocjena ekološkog potencijala istraživanih akumulacija temeljem fitoplanktona.

Postaja	Klorofil <i>a</i>	Mjesec	Indeks	Vrijednost indeksa	Ekološki potencijal
Bajer	8,80	IV	HRPI	0,60	Dobar i bolji
Bajer	0,46	V	HRPI	0,80	Dobar i bolji
Bajer	2,00	VI	HRPI	0,80	Dobar i bolji
Bajer	1,83	VII	HRPI	0,78	Dobar i bolji
Bajer	1,42	VIII	HRPI	0,71	Dobar i bolji
Bajer	0,65	IX	HRPI	0,85	Dobar i bolji
Bajer (SV)				0,76	Dobar i bolji
Brljan	0,95	V	HRPI	0,85	Dobar i bolji
Brljan	3,76	VI	HRPI	0,77	Dobar i bolji
Brljan	0,86	VII	HRPI	0,80	Dobar i bolji
Brljan	2,72	VIII	HRPI	0,70	Dobar i bolji
Brljan	0,89	IX	HRPI	0,75	Dobar i bolji
Brljan (SV)				0,77	Dobar i bolji
Butoniga	2,37	IV	HLPI	0,87	Dobar i bolji
Butoniga	1,81	V	HLPI	0,92	Dobar i bolji
Butoniga	1,45	VI	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Butoniga	1,36	VII	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Butoniga	1,48	VIII	HLPI	0,95	Dobar i bolji

Tablica 11.8. Nastavak

Postaja	Klorofil <i>a</i>	Mjesec	Indeks	Vrijednost indeksa	Ekološki potencijal
Butoniga	1,63	IX	HLPI	0,96	Dobar i bolji
Butoniga (SV)				0,92	Dobar i bolji
Đale	0,50	V	HRPI	0,75	Dobar i bolji
Đale	0,68	V	HRPI	0,75	Dobar i bolji
Đale	0,91	VI	HRPI	0,75	Dobar i bolji
Đale	0,97	VII	HRPI	0,74	Dobar i bolji
Đale	0,41	VIII	HRPI	0,92	Dobar i bolji
Đale	0,67	IX	HRPI	0,83	Dobar i bolji
Đale (SV)				0,79	Dobar i bolji
Kruščica	0,52	IV	HLPI	0,95	Dobar i bolji
Kruščica	0,65	V	HLPI	0,92	Dobar i bolji
Kruščica	0,91	VI	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Kruščica	0,86	VII	HLPI	0,92	Dobar i bolji
Kruščica	0,40	VIII	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Kruščica	0,78	IX	HLPI	0,90	Dobar i bolji
Kruščica (SV)				0,93	Dobar i bolji
Lepenica	2,98	IV	HLPI	0,80	Dobar i bolji
Lepenica	2,59	V	HLPI	0,83	Dobar i bolji
Lepenica	3,49	VI	HLPI	0,79	Dobar i bolji
Lepenica	3,62	VII	HLPI	0,78	Dobar i bolji
Lepenica	2,88	VIII	HLPI	0,79	Dobar i bolji
Lepenica	3,38	IX	HLPI	0,76	Dobar i bolji
Lepenica (SV)				0,79	Dobar i bolji
Lešće	0,75	IV	HLPI	0,95	Dobar i bolji
Lešće	1,62	V	HLPI	0,84	Dobar i bolji
Lešće	0,50	VI	HLPI	0,96	Dobar i bolji
Lešće	1,70	VII	HLPI	0,87	Dobar i bolji
Lešće	5,91	VIII	HLPI	0,72	Dobar i bolji
Lešće	0,92	IX	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Lešće (SV)				0,88	Dobar i bolji
Lokvarka	0,83	IV	HLPI	0,92	Dobar i bolji
Lokvarka	0,63	V	HLPI	0,94	Dobar i bolji
Lokvarka	0,86	VI	HLPI	0,91	Dobar i bolji
Lokvarka	3,50	VII	HLPI	0,76	Dobar i bolji
Lokvarka	2,42	VIII	HLPI	0,82	Dobar i bolji
Lokvarka	2,22	IX	HLPI	0,82	Dobar i bolji
Lokvarka (SV)				0,86	Dobar i bolji
Njivice	0,84	IV	HLPI	0,97	Dobar i bolji
Njivice	0,84	V	HLPI	0,97	Dobar i bolji
Njivice	2,03	VI	HLPI	0,94	Dobar i bolji
Njivice	1,64	VII	HLPI	0,95	Dobar i bolji

Tablic 11.8. Nastavak

Postaja	Klorofil <i>a</i>	Mjesec	Indeks	Vrijednost indeksa	Ekološki potencijal
Njivice	2,79	VIII	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Njivice	2,99	IX	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Njivice (SV)				0,95	Dobar i bolji
Opsenica	0,20	IV	HRPI	0,94	Dobar i bolji
Opsenica	0,31	V	HRPI	0,95	Dobar i bolji
Opsenica	0,25	VI	HRPI	0,87	Dobar i bolji
Opsenica	0,10	VII	HRPI	0,95	Dobar i bolji
Opsenica	0,37	VIII	HRPI	0,88	Dobar i bolji
Opsenica	0,57	IX	HRPI	0,87	Dobar i bolji
Opsenica (SV)				0,91	Dobar i bolji
Peruča	1,34	V	HLPI	0,70	Dobar i bolji
Peruča	1,34	V	HLPI	0,69	Dobar i bolji
Peruča	0,52	VI	HLPI	0,80	Dobar i bolji
Peruča	0,68	VII	HLPI	0,77	Dobar i bolji
Peruča	0,64	VIII	HLPI	0,74	Dobar i bolji
Peruča	0,86	IX	HLPI	0,76	Dobar i bolji
Peruča (SV)				0,74	Dobar i bolji
Ponikve	0,17	IV	HLPI	0,97	Dobar i bolji
Ponikve	0,36	V	HLPI	0,97	Dobar i bolji
Ponikve	0,37	VI	HLPI	0,97	Dobar i bolji
Ponikve	1,15	VII	HLPI	0,96	Dobar i bolji
Ponikve	4,14	VIII	HLPI	0,94	Dobar i bolji
Ponikve	1,20	IX	HLPI	0,95	Dobar i bolji
Ponikve (SV)				0,96	Dobar i bolji
Prančevići	2,09	V	HRPI	0,87	Dobar i bolji
Prančevići	2,09	V	HRPI	0,76	Dobar i bolji
Prančevići	3,40	VI	HRPI	0,71	Dobar i bolji
Prančevići	1,96	VII	HRPI	0,83	Dobar i bolji
Prančevići	1,40	VIII	HRPI	0,75	Dobar i bolji
Prančevići	3,70	IX	HRPI	0,71	Dobar i bolji
Prančevići (SV)				0,77	Dobar i bolji
Prološko blato	0,82	V	HLPI	0,99	Dobar i bolji
Prološko blato	0,82	VI	HLPI	0,98	Dobar i bolji
Prološko blato	0,79	VI	HLPI	0,99	Dobar i bolji
Prološko blato	0,77	VII	HLPI	0,93	Dobar i bolji
Prološko blato	0,87	VIII	HLPI	0,95	Dobar i bolji
Prološko blato	7,50	IX	HLPI	0,83	Dobar i bolji
Prološko blato (SV)				0,94	Dobar i bolji
Razovac	1,50	IV	HRPI	0,90	Dobar i bolji
Razovac	0,41	V	HRPI	0,87	Dobar i bolji
Razovac	0,41	VI	HRPI	0,81	Dobar i bolji



Tablica 11.8. Nastavak

Postaja	Klorofil <i>a</i>	Mjesec	Indeks	Vrijednost indeksa	Ekološki potencijal
Razovac	2,14	VII	HRPI	0,74	Dobar i bolji
Razovac	0,94	VIII	HRPI	0,86	Dobar i bolji
Razovac	0,85	IX	HRPI	0,75	Dobar i bolji
Razovac (SV)				0,82	Dobar i bolji
Ričica	0,91	V	HLPI	0,90	Dobar i bolji
Ričica	0,95	VI	HLPI	0,90	Dobar i bolji
Ričica	0,95	VI	HLPI	0,91	Dobar i bolji
Ričica	0,94	VII	HLPI	0,96	Dobar i bolji
Ričica	0,91	VIII	HLPI	0,78	Dobar i bolji
Ričica	0,84	IX	HLPI	0,79	Dobar i bolji
Ričica (SV)				0,87	Dobar i bolji
Sabljaci	0,11	VI	HLPI	0,99	Dobar i bolji
Sabljaci	4,40	VIII	HLPI	0,86	Dobar i bolji
Sabljaci (SV)				0,93	Dobar i bolji
Štikada	2,81	IV	HRPI	0,86	Dobar i bolji
Štikada	0,23	V	HRPI	0,88	Dobar i bolji
Štikada	0,25	VI	HRPI	0,81	Dobar i bolji
Štikada	0,53	VII	HRPI	0,70	Dobar i bolji
Štikada	0,69	VIII	HRPI	0,70	Dobar i bolji
Štikada	0,56	IX	HRPI	0,79	Dobar i bolji
Štikada (SV)				0,79	Dobar i bolji
Tribalj	2,59	IV	HLPI	0,77	Dobar i bolji
Tribalj	3,52	V	HLPI	0,88	Dobar i bolji
Tribalj	3,13	VI	HLPI	0,92	Dobar i bolji
Tribalj	3,50	VII	HLPI	0,89	Dobar i bolji
Tribalj	8,51	VIII	HLPI	0,85	Dobar i bolji
Tribalj	4,92	IX	HLPI	0,91	Dobar i bolji
Tribalj (SV)				0,87	Dobar i bolji
Vlačine	1,25	IV	HLPI	0,94	Dobar i bolji
Vlačine	2,10	V	HLPI	0,95	Dobar i bolji
Vlačine	0,88	VI	HLPI	0,94	Dobar i bolji
Vlačine	4,41	VII	HLPI	0,87	Dobar i bolji
Vlačine	2,50	VIII	HLPI	0,92	Dobar i bolji
Vlačine	2,50	IX	HLPI	0,89	Dobar i bolji
Vlačine (SV)				0,92	Dobar i bolji

## 11.4. Opis fitoplanktonske zajednice u uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala

### Vrlo plitke stajaćice

U referentnim uvjetima fitoplanktonskom zajednicom dominiraju funkcionalne grupe koje imaju visoku faktorsku vrijednost (7, 9, (5)). To su fitoplanktonske vrste koji preferiraju oligotrofna i oligo-mezotrofna vodna tijela. Reprezentativni predstavnici su: centrične dijatomeje, jednostanične i kolonijalne zelene alge skupine Cholorococcales, planktonske alge skupine Desmidiiales, dinoflagelati i vrste skupine Chrysophyceae. Zajednicu ponekad mogu biti karakterizirati i predstavnici skupine Chlorococcales iz funkcionalne grupe J i flagelatne zelene alge iz funkcionalne grupe G. Cijanobakterije koje cvjetaju mogu se povremeno pojaviti i uspostaviti kratkotrajnu dominaciju u planktonskoj zajednici, ali njihova biomasa ne prelazi vrijednost 2 mg/L.

### Plitke stajaćice

U referentnim uvjetima fitoplanktonskom zajednicom dominiraju funkcionalne grupe s visokim faktorskim vrijednostima (7, 9). To su fitoplanktonske vrste koji nastanjuju oligotrofna vodna sustave. Reprezentativni predstavnici su: centrične dijatomeje, jednostanične i kolonijalne zelene alge skupine Cholorococcales, planktonske alge skupine Desmidiiales, dinoflagelati i vrste skupine Chrysophyceae. Zajednicu ponekad mogu biti karakterizirati i predstavnici skupine Chlorococcales iz funkcionalne grupe J i flagelatne zelene alge iz funkcionalne grupe G. Cijanobakterije koje cvjetaju mogu se povremeno pojaviti u planktonskoj zajednici, ali nikad kao dominantne vrste, te njihova biomasa ne prelazi vrijednost 2 mg/L.

### Duboke stajaćice

U referentnim uvjetima fitoplanktonskom zajednicom dominiraju funkcionalne grupe s visokim faktorskim vrijednostima (7, 9). To su fitoplanktonske vrste koji nastanjuju oligotrofna vodna sustave. Reprezentativni predstavnici su: centrične dijatomeje, jednostanične i kolonijalne zelene alge skupine Cholorococcales, planktonske alge skupine Desmidiiales, dinoflagelati i vrste skupine Chrysophyceae. U fitoplanktonskoj zajednici često dominiraju flagelatne vrste iz skupina Chrysophyta i Cryptophyta. Cijanobakterije koje cvjetaju pojavljuju se sporadično te njihova biomasa ne prelazi vrijednost 2 mg/L.

### Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode

Zbog kratkog retencijskog vremena u vodnim sustavima ovog tipa zajednicom dominira riječni fitoplankton. Plankton se sastoji od tihoplanktonskih dijatomeja, malih stanica s kratkim generacijskim vremenom, malim centričnim dijatomejama (funkcionalne grupe A, B i C), krizofitima (grupa X2), kriptofitima (grupa X3). Cijanobakterije koje cvjetaju pojavljuju se sporadično i nikad ne dominiraju planktonskom zajednicom.

## 11.5. Prijedlog metoda za ocjenu ekološkog potencijala akumulacija, retencija i umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije na temelju fitobentosa

Makrofiti i fitobentos su biološki elementi kakvoće (BEK) koji se u ocjeni ekološkog stanja voda prema ODV-u zajednički koriste kao pokazatelj bentičke zajednice ispitivanog vodnog tijela. U većini se zemalja ova dva BEK-a zasebno ocjenjuju (Kelly i sur., 2014.). Budući da se u ocjeni kvalitete na temelju fitobentosa najčešće koriste dijatomeje, indeksi za ocjenu obično se računaju prema njihovom relativnom udjelu (Kelly i sur., 2014.). Prema tehničkom izvješću JRC (2014.), metode ocjene koje se temelje na korištenju dijatomeja kalibrirane su prema gradijentima eutrofikacije (uglavnom spojevi dušika i fosfora).

Za ocjenu kakvoće stajaćih voda Dinaridske ekoregije na temelju dijatomeja korišteni su interkalibrirani multimetrijski indeksi. Naime, multimetrijski su indeksi ukazali na jaču koreliranost između stresora i dijatomejskih indeksa nego jednostavniji metrički indeksi (JRC tehničko izvješće, 2014.). Multimetrijski indeksi sadrže dijatomejske indekse koji se temelje na jednadžbi Zelinka-Marvan (1961.) koju je modificirao Coste (1982.).

$$index = \frac{\sum_{j=1}^n p_j \times s_j \times v_j}{\sum_{j=1}^n p_j \times v_j}$$

gdje je:

$p_j$  - relativna učestalost vrste "j" u uzorku

$s_j$  - osjetljivost vrste "j" (optimum)

$v_j$  - tolerantnost/indikatorska vrijednost vrste "j"

Računalni program OMNIDIA (Lecointe i sur., 2008.) sadrži vrijednosti  $s_j$  i  $v_j$  za oko 6500 dijatomejskih svojti te se preporuča njegova upotreba u ocjeni kakvoće vode temeljene na dijatomejama.

U ocjeni akumulacija Dinaridske ekoregije testirano je ukupno 17 dijatomejskih indeksa koji su uspoređeni s fizikalnim i kemijskim čimbenicima. Svi dijatomejski indeksi izračunati su u računalnom programu OMNIDIA. Organsko opterećenje (saprobnost) procijenjeno je pomoću SLA, WAT i SI indeksa. Ostali indeksi, poput TDI, DI-CH i TI, daju procjenu trofičke razine ili računaju i saprobitet i stupanj trofije (IPS, DESCY, IDSE/5, GENRE, CEE, SHE, IDAP, IND, EPI-D, IDP i LOBO).

Za izračun IDAP i TDI indeksa mogu se koristiti podaci određivanja do razine roda ili vrste, za razliku od ostalih indeksa za koje je potrebna determinacija do razine vrsta. Konačne vrijednosti svih indeksa kreću se između 1 (najlošija kakvoća) - 20 (najbolja kakvoća). Tablica 11.9 sadrži sve indekse koji se računaju putem programa OMNIDIA, njihove jednadžbe te literaturne navode.

Tablica 11.9. Dijatomejski indeksi dostupni u programu OMNIDIA.

Indeks	Jednadžba	Referenca
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.
IDP	$IDP = 20 - 4,75 \times \sum IDP$	Gomez i Licursi, 2001.
TDI/20	$TDI = 24,75 - 4,75 \times \sum TDI$	Kelly i Whitton, 1995.
IBD	$IBD = 4,75 \times \sum IBD - 8,5$	Prygiel i Coste, 1999.
IDG	$IDG = 4,75 \times \sum IDG - 3,75$	Coste i Ayphassorho, 1991.
IDAP	$IDAP = 4,75 \times \sum IDAP - 3,75$	Prygiel i sur., 1996.; Lecointe i sur., 2003.
DES	$DES = 4,75 \times \sum DES - 3,75$	Descy, 1979.
LiM	$LiM = 4,75 \times \sum LiM - 3,75$	Leclercq i Maquet, 1987.
SHE	$SHE = 3,167 \times \sum SHE - 2,167$	Steinber i Schiefele, 1988.
SLA	$SLA = 20 - 4,75 \times \sum SLA$	Sladecsek, 1986.
CEE	$CEE = 1,9 \times \sum CEE + 1$	Descy i Coste, 1991.
WAT	$WAT = 1,9 \times \sum WAT + 1$	Watanabe i sur., 1986.; Lecointe i sur., 2003.
DI-CH	$DI - CH = 22,714 - 2,714 \times \sum DI - CH$	WPO, 1998.
LOBO	$LOBO = 6,333 \times \sum LOBO - 5,333$	Lobo i sur., 2002.

Metode koje su uspješno interkalibrirane tijekom stručne provjere sadrže indekse kao što su IBD, EPI-D, SI, TI, IPS i TDIL1-20. Svi se navedeni indeksi, osim TDIL1-20 (Stenger-Kovács i sur., 2007.), mogu izračunati pomoću programa OMNIDIA (Tablica 10.9). Slično prikazanim indeksima (Tablica 10.9), izračun za indeks TDIL1-20 također se temelji na Zelinka-Marvan jednadžbi (1961.) koju je modifiicirao Coste (1982.). Računalni program DILSTORE (Hajnal i sur., 2009.) sadrži vrijednosti osjetljivosti i pokazatelja za TDIL1-20. Konačni izračun indeksa TDIL1-20 temelji se na sljedećoj jednadžbi (JRC tehničko izvješće, 2014.):

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

U Dinaridskoj ekoregiji Republike Hrvatske razlikuju se četiri biotička tipa akumulacija: vrlo plitke stajaćice, plitke stajaćice, duboke stajaćice i akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode (rijeka). Prema tehničkom izvješću JRC (2014.) i Ács i sur. (2015.) predloženo je korištenje tri multimetrijska indeksa za dijatomeje (Tablica 11.10). Teorijske vrijednosti ovih multimetrijskih indeksa variraju od 1 do 20.

**Tablica 11.10.** Predloženi multimetrijski indeksi za ocjenu ekološkog potencijala akumulacija, retencija i umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije.

Tip umjetne stajaćice	Korišteni dijatomejski indeksi	Multimetrijski indeksi	Referentne vrijednosti predloženih indeksa
Vrlo plitka stajaćica	IBD	$MIB = \frac{IBD + EPI - D}{2}$	17
	EPI-D		
Plitka stajaćica		$MIB = \frac{IBD + EPI - D}{2}$	17
	IBD		
Duboka stajaćica		$MIL = \frac{IBD + EPI - D + TDIL_{1-20}}{3}$	14,4
	IBD		
	EPI-D		
Ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode		$IPSITI = \frac{IPS + SI + TI}{3}$	16,6
	IPS		
	SI		
	TI		

Vrlo plitke i plitke stajačice

Predloženi multimetrijski indeks (MIB) je prošao interkalibracijski proces. MIB je razvijen za ocjenu ekološkog stanja jezera Balaton (Kelly i sur., 2015.), čija su fizikalno-kemijska obilježja vrlo slična vrlo plitkim i plitkim akumulacijama Dinaridske ekoregije. Obzirom da je Balaton karbonatno, plitko, oligo-mezotrofnu jezero, u ovoj se studiji predlaže korištenje MIB-a za vrlo plitke i plitke akumulacije Dinaridske ekoregije. Granične vrijednosti MIB indeksa (Tablica 11.11) mogu se naći u službenom JRC izvješću (2014.).

**Tablica 11.11.** Granične vrijednosti indeksa MIB i OEK vrlo plitkih i plitkih stajačica.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti indeksa MIB	Granične vrijednosti OEK
Vrlo dobro	≥ 16,2	≥ 0,81
Dobro	12,4-16,19	0,62-0,80
Umjereno	8,6-12,39	0,43-0,61
Umjereno loše	3,8-8,59	0,19-0,42
Loše	<3,8	<0,19

Budući da su očekivane granične vrijednosti OEK jedinstvene za sve zemlje članice EU, ove je vrijednosti potrebno prilagoditi prema napatku Cross GIG Interkalibracije (Tablica 11.12; Ács i sur. 2015.).

**Tablica 11.12.** Ispravljene granične vrijednosti indeksa MIB i OEK vrlo plitkih i plitkih stajačica.

Kategorije kvalitete	Granične vrijednosti indeksa MIB	Granične vrijednosti OEK	Jednadžba
Vrlo dobro	≥ 16,9	≥ 0,8	$OEK = 0,1053 \times MIB - 0,9789$
Dobro	15-16,89	0,6-0,79	$OEK = 0,1053 \times MIB - 0,9789$
Umjereno	10-14,99	0,4-0,59	$OEK = 0,1053 \times MIB - 0,9789$
Umjereno loše	5-9,99	0,2-0,39	$OEK = 0,04 \times MIB$
Loše	<5	≤ 0,19	$OEK = 0,04 \times MIB$

Duboke stajačice

Predloženi multimetrijski indeks (MIL) također prošao interkalibracijski proces. Detalji graničnih vrijednosti multimetrijskog indeksa MIL (Tablica 11.13) mogu se pronaći u službenom izvješću JRC (2014.).

**Tablica 11.13.** Granične vrijednosti indeksa MIL i OEK dubokih stajaćica.

Kategorije ekološkog potencijala	Granične vrijednosti indeksa MIL	Granične vrijednosti OEK
Vrlo dobro	≥ 16,2	≥ 0,81
Dobro	12,4-16,19	0,62-0,80
Umjereno	8,6-12,39	0,43-0,61
Loše	4,8-8,59	0,24-0,42
Vrlo loše	<4,8	<0,24

Budući da su očekivane granične vrijednosti OEK jedinstvene za sve zemlje članice EU, ove je vrijednosti potrebno prilagoditi prema napatku Cross GIG Interkalibracije (Tablica 11.14; Ács i sur. 2015.).

**Tablica 11.14.** Ispravljene granične vrijednosti indeksa MIL i OEK dubokih stajaćica.

Kategorije kvalitete	Granične vrijednosti indeksa MIL	Granične vrijednosti OEK	Jednadžba
Vrlo dobro	≥ 13,9	≥ 0,8	$OEK = 0,1282 \times MIL - 0,9821$
Dobro	12,3-13,89	0,6-0,79	$OEK = 0,1282 \times MIL - 0,9821$
Umjereno	8,2-12,29	0,4-0,59	$OEK = 0,1282 \times MIL - 0,9821$
loše	4,1-8,19	0,2-0,39	$OEK = 0,0486 \times MIL$
Vrlo loše	<4,1	≤0,19	$OEK = 0,0486 \times MIL$

#### Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode

Predloženi multimetrijski indeks (IPSITI; Várbbíró i sur., 2012.) je prošao interkalibracijski proces. Tablica 11.15 prikazuje rezultate graničnih vrijednosti IPSITI indeksa i OEK (Ács i sur., 2015.).

**Tablica 11.15.** Granične vrijednosti indeksa IPSITI i OEK za rijeke.

Kategorije kvalitete	IPSITI granične vrijednosti	OEK granične vrijednosti	Jednadžba
Vrlo dobro	≥ 16,5	≥ 0,8	$OEK = 0,0556 \times IPSITI - 0,1167$
Dobro	12,9-16,49	0,6-0,79	$OEK = 0,0556 \times IPSITI - 0,1167$
Umjereno	8,6-12,89	0,4-0,59	$OEK = 0,0556 \times IPSITI - 0,1167$
Loše	4,3-8,59	0,2-0,39	$OEK = 0,0465 \times IPSITI$
Vrlo loše	<4,3	≤0,19	$OEK = 0,0465 \times IPSITI$

## 11.6. Ocjena ekološkog potencijala istraživanih stajaćica temeljem fitobentosa

U tablici 11.16 prikazane su ocjene ekološkog potencijala temeljem fitobentosa i predložene metodologije, na svim postajama na kojima je uzorkovan fitobentos. Kao što je vidljivo u svim akumulacijama ekološki potencijal je dobar ili bolji, a glavni pritisak koji se ocjenjuje je opterećenje hranjivim tvarima.

**Tablica 11.16.** Ocjena ekološkog potencijala istraživanih akumulacija temeljem fitobentosa.

Postaja	Indeks	Vrijednost indeksa	OEK	Ekološki potencijal
Bajer 1	IPSITI	12,87	0,6	Dobar i bolji
Bajer 2	IPSITI	14,23	0,67	Dobar i bolji
Brljan 1	IPSITI	16,17	0,78	Dobar i bolji
Brljan 2	IPSITI	16,27	0,79	Dobar i bolji
Butoniga 1	MIB	17,08	1	Dobar i bolji
Butoniga 2	MIB	17,24	1	Dobar i bolji
Butoniga 3	MIB	17,22	1	Dobar i bolji
Golubić 1	IPSITI	16,83	0,82	Dobar i bolji
Golubić 2	IPSITI	15,33	0,74	Dobar i bolji
Gusić polje 1	IPSITI	16,47	0,8	Dobar i bolji
Gusić polje 2	IPSITI	16,77	0,82	Dobar i bolji
Lokvarka 2	MIL	16,32	1	Dobar i bolji
Kruščica 2	MIL	15,56	1	Dobar i bolji
Lepenica 1	MIL	17,44	1	Dobar i bolji
Lepenica 2	MIL	17,69	1	Dobar i bolji
Lešće 1	MIL	15,45	1	Dobar i bolji
Lešće 3	MIL	15,42	1	Dobar i bolji
Lokvarka 1	MIL	17,05	1	Dobar i bolji
Njivice	MIB	16,46	0,75	Dobar i bolji
Opsenica 1	IPSITI	16,77	0,82	Dobar i bolji
Opsenica 2	IPSITI	16,43	0,8	Dobar i bolji
Peruča 1	MIL	16,5	0,8	Dobar i bolji
Peruča 2	MIL	16,9	0,82	Dobar i bolji
Peruča 4	MIL	12,9	0,6	Dobar i bolji
Ponikve	MIB	16,7	0,78	Dobar i bolji
Ponikve 1	MIB	16,3	0,74	Dobar i bolji
Ponikve 2	MIB	16,75	0,78	Dobar i bolji
Prančevići 1	IPSITI	14,5	0,69	Dobar i bolji
Prančevići 2	IPSITI	14,03	0,66	Dobar i bolji
Prološko blato 1	MIB	17,7	0,88	Dobar i bolji
Prološko blato 2	MIB	16,51	0,76	Dobar i bolji
Razovac 1	IPSITI	16,57	0,8	Dobar i bolji
Razovac 2	IPSITI	19,13	0,95	Dobar i bolji
Ričica	MIL	15,89	1	Dobar i bolji



Tablica 11.16. Nastavak

Postaja	Indeks	Vrijednost indeksa	OEK	Ekološki potencijal
Sabljaci 1	MIB	18	0,92	<b>Dobar i bolji</b>
Štikada 1	IPSITI	18,53	0,91	<b>Dobar i bolji</b>
Štikada 2	IPSITI	17,4	0,85	<b>Dobar i bolji</b>
Štikada 3	IPSITI	18,9	0,93	<b>Dobar i bolji</b>
Tribalj 1	MIB	15,77	0,68	<b>Dobar i bolji</b>
Tribalj 2	MIB	16,86	0,8	<b>Dobar i bolji</b>
Tribalj 3	MIB	17,7	0,88	<b>Dobar i bolji</b>
Vlačine 1	MIB	17,8	0,9	<b>Dobar i bolji</b>
Vlačine 2	MIB	17,48	0,86	<b>Dobar i bolji</b>

\*akumulacija Đale nije uzorkovana radi nepristupačnog terena

## 11.7. Opis fitobentoske zajednice u uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala

### Vrlo plitke akumulacije i retencije

Vrijednost dijatomejskog indeksa MIL je > 13.9 U uzorcima dominiraju vrste koji preferiraju mezotrofne i oligotrofne vodne sustave. Zbog stalnih oscilacija razine vode zajednica dijatomeja na prirodnim supstratima pokazuje rani stadij sukcesije te prevladavaju stanice malih dimenzija vrsta rodova *Achnanthydium* i *Fragilaria*. U sustavima mogu dominirati vrste rodova *Navicula*, *Nitzschia*, *Gomphonema* i *Cymbella* sensu lato.

### Plitke akumulacije, umjetne stajaćice i retencije

Vrijednost dijatomejskog indeksa MIL je > 13.9 U uzorcima dominiraju vrste koji preferiraju mezotrofne i oligotrofne vodne sustave. Zbog stalnih oscilacija razine vode zajednica dijatomeja na prirodnim supstratima pokazuje rani stadij sukcesije te prevladavaju stanice malih dimenzija vrsta rodova *Achnanthydium* i *Fragilaria*. U sustavima mogu dominirati vrste rodova *Nitzschia*, *Gomphonema* i *Cymbella* sensu lato.

### Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja

Vrijednost dijatomejskog indeksa MIL je > 13.9 U uzorcima dominiraju vrste koji preferiraju oligotrofne vodne sustave. Zbog stalnih oscilacija razine vode zajednica dijatomeja na prirodnim supstratima pokazuje rani stadij sukcesije te prevladavaju stanice malih dimenzija vrsta rodova *Achnanthydium* i *Fragilaria*.

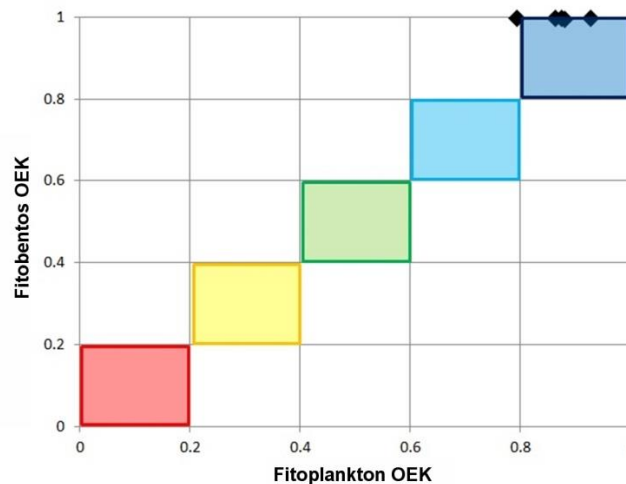
### Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode

Vrijednost dijatomejskog indeksa MIL je > 16.5 U uzorcima dominiraju vrste koji preferiraju mezotrofne i oligotrofne vodne sustave. Zbog stalnih oscilacija razine vode zajednica dijatomeja na prirodnim supstratima pokazuje rani stadij sukcesije te prevladavaju stanice malih dimenzija vrsta rodova *Achnanthydium* i *Fragilaria*. U zajednici bentosa vrlo često dominiraju tipične riječne vrste rodova *Navicula* i *Nitzschia* (sensu lato).

## 11.8. Usporedba dobivenih rezultata i ocjena ekološkog potencijala temeljem fitoplanktona i bentičkih dijatomeja

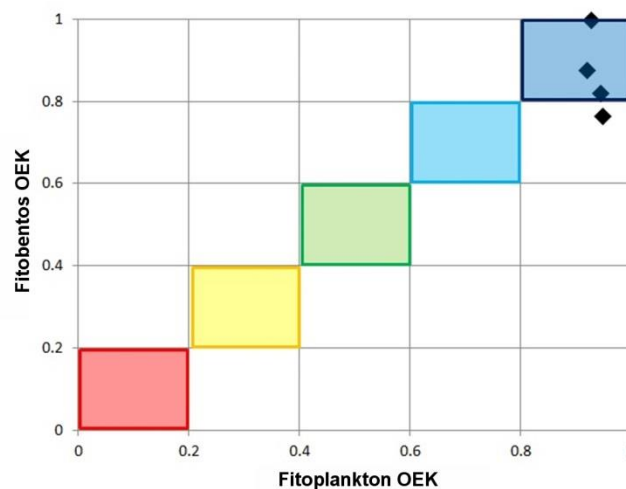
Rezultati ocjene ekološkog stanja na temelju fitoplanktona i bentičkih dijatomeja pokazali su dobar odnos u svim tipovima akumulacija.

Razlike između vrijednosti OEK za fitoplankton i za fitobentos u dubokim akumulacijama Dinaridske ekoregije nisu bile značajne (Slika 11.1). U nekim je slučajevima vrijednost OEK za fitoplankton bila malo niža u odnosu na fitobentos (akumulacija Lepenica). No, valja naglasiti da je OEK ( $>0.79$ ) bila blizu granične vrijednosti visokog ekološkog potencijala ( $\geq 0.8$ ).



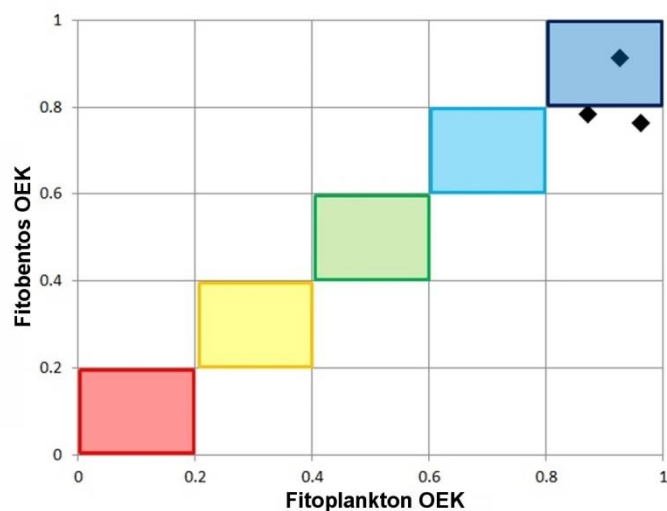
**Slika 11.1.** Sličnosti i razlike između vrijednosti OEK za fitoplankton i za fitobentos u dubokim stajaćicama.

Kod plitkih akumulacija ocjene ekološkog potencijala i OEK za fitobentos i fitoplankton značajno se ne razlikuju. OEK temeljem fitobentosa malo je niži u odnosu na vrijednost OEK temeljem fitoplanktona u jezeru Njivice. No, valja naglasiti da je vrijednost OEK (0.76), blizu granične vrijednosti za visok ekološki potencijal ( $\geq 0.8$ ) (slika 11.2).



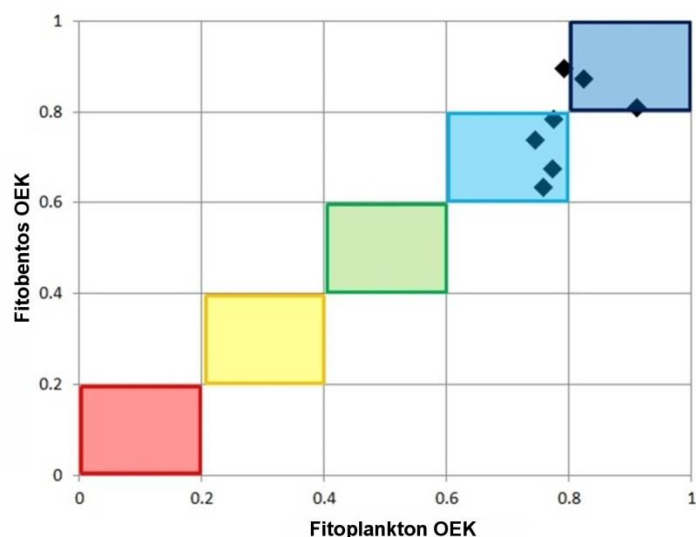
**Slika 11.2.** Sličnosti i razlike između vrijednosti OEK za fitoplankton i za fitobentos u plitkim stajaćicama.

U vrlo plitkim akumulacijama, razlike između fitoplanktona i fitobentosa temeljem OEK ne prelaze 1 granicu klasa, no i tada je vrijednost OEK (0.76) blizu granice visokog ekološkog potencijala ( $\geq 0.8$ ).



**Slika 11.3.** Sličnosti i razlike između vrijednosti OEK za fitoplankton i za fitobentos u vrlo plitkim stajaćicama.

Srednje vrijednosti OEK temeljem fitoplanktona su u skladu s onima dobivenim za fitobentos u akumulacijama s kratkim vremenom zadržavanja vode. Izuzetak je jedino akumulacija Štikada gdje je vrijednost OEK temeljem fitoplanktona 0.79, što je vrlo blizu granične vrijednosti za visok ekološki potencijal (slika 11.4).



**Slika 11.4.** Sličnosti i razlike između vrijednosti OEK za fitoplankton i za fitobentos u akumulacijama s kratkim vremenom zadržavanja vode.

### 11.9. Odnos omjera ekološke kakvoće i fizikalno-kemijskih pokazatelja

U dubokim stajaćicama nije bilo značajne korelacije između OEK fitoplanktona i hranjivih tvari. OEK temeljem fitoplanktona je negativno korelirao s kemijskom potrošnjom kisika, dok je korelacija s električnom vodljivošću bila pozitivna (Tablica 11.17). Trebalo bi naglasiti kako su vrijednosti koncentracije anorganskog dušika bile relativno visoke u akumulaciji Lešće (0,94 mgN/L), i značajno odstupaju od regresijskog pravca. Izostavljanjem akumulacije Lešće iz kalkulacija, odnos između okolišnih varijabli i OEK za fitoplankton postaju statistički značajniji (Tablica 11.18). Relevantni odnosi između OEK za fitoplankton i fizikalno-kemijskih parametara masno su otisnuti. Sve duboke akumulacije imaju znimno visoke vrijednosti OEK na temelju zajednice fitobentosa ( $OEK_{min.}$  0,997 i  $OEK_{max.}$  1), stoga su korelacije ovih vrijednosti s fizikalno-kemijskim parametrima beznačajne zbog nedostatka gradijenta u vrijednostima OEK. (Tablica 10.19).

U plitkim stajaćicama OEK temeljem fitoplanktona negativno korelira s okolišnim varijablama kao što su anorganski dušik, ortofosfati i kemijska potrošnja kisika, dok je korelacija s električnom vodljivošću pozitivna (Tablica 11.17). Suprotno tome, električna vodljivost temeljem OEK fitobentosa negativno korelira s električnom vodljivošću. Korelacija između ortofosfata i OEK fitobentosa je snažna i pozitivna. Značajna korelacija između anorganskog dušika i kemijske potrošnje kisika te OEK temeljem fitobentosa nije zabilježena (Tablica 11.19).

U vrlo plitkim stajaćicama nije bilo pozitivne korelacije između OEK temeljem fitoplanktona i hranjivih tvari (Tablica 11.17). Količina anorganskog dušika u akumulaciji Sabljaci bila je relativno visoka, te nismo bili u mogućnosti napraviti analizu uz izuzimanje navedene akumulacije, jer u ovom tipu su analizirane svega tri akumulacije. OEK temeljem fitoplanktona je negativno korelirala s kemijskom potrošnjom kisika, dok je korelacija s električnom vodljivošću bila pozitivna (Tablica 11.17). OEK temeljem fitobentosa snažno i pozitivno korelirala s anorganskim dušikom i ortofosfatima (Tablica 11.19), dok značajne korelacije između ostalih okolišnih varijabli i OEK fitobentosa nije bilo.

Valja naglasiti da su navedene analize načinjene na temelju male baze podataka, uz vrlo mali gradijent stresora, što je i razlog da u pojedinim slučajevima nije bilo snažne povezanosti između OEK temeljem fitoplanktona i fitobentosa te pojedinih fizikalno-kemijskih pokazatelja.

**Tablica 11.17.** Korelacije ( $r^2$ ) između OEK za fitoplankton i pojedinih fizikalno-kemijskih pokazatelja u različitim tipovima stajaćica Dinaridske ekoregije. Relevantni odnosi između OEK za fitoplankton i fizikalno-kemijskih parametara masno su otisnuti (\*1- duboke akumulacije, 2- plitke akumulacije i umjetne stajaćice, 3- vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice, 4- akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode).

Tip stajaćice *	1	2	3	4
broj podataka	5	4	3	7
anorganski N (mgN/L)	9,00E-05	<b>0,2959</b>	0,0059	0,0004
tip korelacije	negativna	negativna	pozitivna	negativna
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mgP/L)	0,0045	<b>0,8561</b>	0,0127	<b>0,6939</b>
tip korelacije	pozitivna	negativna	pozitivna	pozitivna
KPK (mgO <sub>2</sub> /L)	<b>0,2213</b>	<b>0,3528</b>	<b>0,9831</b>	0,0168
tip korelacije	negativna	negativna	negativna	pozitivna
električna vodljivost (μS/cm)	<b>0,4083</b>	<b>0,2969</b>	<b>0,9941</b>	0,0273
tip korelacije	pozitivna	pozitivna	pozitivna	negativna

**Tablica 11.18.** Korelacije ( $r^2$ ) između OEK za fitoplankton i pojedinih fizikalno-kemijskih pokazatelja u dubokim akumulacijama\* (Tip stajaćice 1), nakon isključivanja akumulacije Lešće iz analize. Relevantni odnosi između OEK za fitoplankton i fizikalno-kemijskih parametara masno su otisnuti.

Tip stajaćice *	1
broj podataka	5
anorganski N (mgN/L)	<b>0,1201*</b>
tip korelacije	negativna
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mgP/L)	<b>0,1441*</b>
tip korelacije	pozitivna
KPK (mgO <sub>2</sub> /L)	<b>0,787*</b>
tip korelacije	negativna
Električna vodljivost (μS/cm)	0,6275*
tip korelacije	pozitivna

**Tablica 11.19.** Korelacije ( $r^2$ ) između OEK za fitobentos i pojedinih fizikalno-kemijskih pokazatelja u različitim tipovima stajaćica Dinaridske ekoregije. Relevantni odnosi između OEK za fitobentos i fizikalno-kemijskih parametara masno su otisnuti (\*1- duboke akumulacije, 2- plitke akumulacije i umjetne stajaćice, 3- vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice, 4- akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode).

Tip stajaćice *	1	2	3	4
broj podataka	5	4	3	7
anorganski N (mgN/L)	-	0,0219	<b>0,9944</b>	<b>0,3625</b>
tip korelacije		negativna	pozitivna	negativna
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (mgP/L)	-	<b>0,5429</b>	<b>0,9878</b>	<b>0,4621</b>
tip korelacije		pozitivna	pozitivna	pozitivna
KPK (mgO <sub>2</sub> /L)	-	0,0076	0,0164	0,0084
tip korelacije		negativna	pozitivna	negativna
Električna vodljivost (μS/cm)	-	<b>0,3845</b>	0,0056	0,0377
tip korelacije		negativna	negativna	pozitivna

## Literatura

- Ács É, Borics G, Kiss KT, Várbíró G. 2015. Módszertani útmutató a fitobentosz élőlénycsoport VKI szerinti gyűjtéséhez és feldolgozásához. pp. 51. (na mađarskom)
- Borics G, Varbiró G, Grigorszky I, Krasznai E, Szabo S, Tihamer KK. 2007. A new evaluation technique of potamo-plankton for the assessment of the ecological status of rivers. *Archiv fur Hydrobiologie. Supplementband. Large rivers* 17: 465–486.
- Borics G, Wolfram G, Chiriac G, Belkinova D, Donabaum K. 2016. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report. Eastern Continental Lakes BQE: Phytoplankton. JRC Technical Reports. pp25.
- Borics G, Ács É, Görgényi J, Bolgovics Á, Trábert Z, Várbíró G, Béres V. 2018. Assessment of ecological potential of Croatian reservoirs based on phytoplankton and benthic diatoms. MTA Centre for Ecological Research, Danube Research Institute.
- Carvalho L, Poikane S, Lyche Solheim A, Phillips G, Borics G, Catalan J, De Hoyos C, Drakare S, Dudley BJ, Järvinen M, Laplace-Treyture Ch, Mailleht K, McDonald C, Mischke U, Moe J, Morabito G, Noges P, Noges T, Ott I, Pasztaleniec A, Skjelbred B, Thackeray SJ. 2013. Strength and uncertainty of phytoplankton metrics for assessing eutrophication impacts in lakes. *Hydrobiologia*, 704: 127-140.
- Kelly M, Ács E, Bertin V, Bennion H, Borics G, Burgess A, Denys L, Ecke F, Kahlert M, Karjalainen Saatu M, Kennedy B, Marhetto A, Morin S, Picinska - Faltynowicz J, Phillips G, Schönfelder I, Schönfelder J, Urbanic G, Van Dam H, Zalewsky T, Poikane S. 2015. Water Framework Directive Intercalibration Technical Report; Lake Phyto-benthos ecological assessment methods. JRC Technical reports pp.140.
- Mischke U et al. 2016. Milestone 6 Report - Intercalibrating the national classifications of ecological status for very large rivers in Europe Biological Quality Element: Phytoplankton – December 2016.
- Padisak J, Borics G, Grigorszky I, Soroczki-Pinter E. 2006. Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the water framework directive: the assemblage index. *Hydrobiologia* 553: 1–14.
- Poikane S, van den Berg M, Hellsten S, de Hoyos C, Ortiz-Casas J, Pall K, Portielje R, Phillips G, Solheim AL, Tierney D, Wolfram G, van de Bund W. 2011. Lake ecological assessment systems and intercalibration for the European Water Framework Directive: aims, achievements and further challenges. *Procedia Environmental Sciences*, 9:153-168.
- Reynolds CS. 2006. *The ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Várbíró G, Borics G, Csányi B, Fehér G, Grigorszky I, Kiss KT, Tóth A, Ács É. 2012. Improvement of the ecological water qualification system of rivers based on first results of the Hungarian phyto-benthos surveillance monitoring. *Hydrobiologia* 695:125-135.

## 12. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA UMJETNIH STAJAČICA I AKUMULACIJA TEMELJEM MAKROZOOBENTOSA

Za izradu sustava ocjene ekološkog potencijala temeljem makrozoobentos litoralne zone (a ne profundalne zone) odlučili smo se jer navedeno sukladno s većinom europskih zemalja (uključujući i susjednu zemlju Mađarsku), što će u budućnosti omogućiti interkalibraciju i međusobnu usporedbu metoda i granice klasa. Makrozoobentos litoralne zone stajačica potencijalno je pokazatelj više pritisaka; eutrofikacije, poribljavanja i hidromorfoloških promjena.

Prilikom izrade sustava ocjene ekološkog stanja / potencijala pojedinih slatkovodnih ekosustava važno je uključiti tipološke abiotičke parametre i pokazatelje pojedinih pritisaka. Pri odabiru tipoloških abiotičkih parametara važno je izdvojiti one koje značajno utječu na sastav i strukturu makrozoobentos.

Gradijent stresora osnovna je pretpostavka za izradu multimetričkog sustava ocjene ekološkog stanja / potencijala slatkovodnih ekosustava: raspon istraživanih postaja treba sezati od referentnih (bez prisutnih stresora ili u granicama referentnih uvjeta) do vrlo loših (antropogeno potpuno degradirana staništa). U slučaju kada ovakav gradijent staništa nije dostupan, pribjegava se multiplom linearnom modelu koji ekstrapolira referentne uvijete. Hering i sur. (2006) u stvaranju sinteze okolišnih parametara sugeriraju sljedeće varijable:

- Različite mjere koncentracije kisika kao mogućeg pokazatelja organskog opterećenja

U slučaju kada se uzorkuje makrozoobentos litorala kisik najčešće nije ograničavajući čimbenik, što potvrđuju i rezultati uzorkovanja vode litoralne zone akumulacija Dinaridske ekoregije (konc. kisika je uvijek veća od 8 mg/L).

- Podaci koji upućuju na trofičko stanje kao što su fosfati i nitrati

Fosfati su korelirali s vrlo malim brojem metrika (koje su na posljetku bile isključene - proces isključivanja vidljiv je dalje u tekstu) dobivenih temeljem zajednice makrozoobentos istraživanih akumulacija u RH, stoga smo koristili indirektan pokazatelj eutrofikacije koji upućuje na trofičko stanje sustava - *Chl-a*. Navedeni parametar pokazuje jasnu linearnu korelaciju s ukupnim fosforom i ukupnim dušikom temeljem velike interkalibracijske baze podataka za europska jezera (Phillips et al., 2008).

- Morfološke karakteristike postaja

Najbolji pokazatelji koji dobro koreliraju s pojedinim metrikama temeljenim na sastavu i strukturi makrozoobentos hrvatskih akumulacija su srednja dubina, nadmorska visina i volumen stajačice.

- Podaci o hidromorfološkom pritisku

Ovaj tip podataka isključen je iz razmatranja budući da je uzrok hidromorfoloških pritisaka vezan upravo za postanak (i/ili namjenu) istraživanih umjetnih stajačica (brane, oscilacije vodostaja, degradirane obale i sl.).



- Podaci o zemljišnom pokrovu slivnog područja

U ovom elaboratu korišteni su podaci o udjelu neprirodnog zemljišnog pokrova koji objedinjuje sljedeće parametre: Urbana i umjetna područja u slijevu (CLC razred 1) ; Intenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.1, 2.2, 2.4.1 i 2.4.2); Ekstenzivna poljoprivreda (CLC kategorije 2.3.1, 2.4.3, 2.4.4); Prirodna i djelomično prirodna područja (CLC kategorije 3, 4 i 5).

- Dodatni parametri/stresori

U ovom elaboratu kao dodatni pritisak analizirana je biomasa riba (ihtiomasa). Granične vrijednosti za referentna stanja izračunata prema granicama za ukupni fosfor (Gassner i sur., 2003).

### 12.1. Baza podataka

Za izradu sustava ocjene ekološkog potencijala umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije korištena je proširena baza podataka, koja je uključivala i bazu podataka koja je dobivena u sklopu projekta „Klasifikacijski sustav ekološkog potencijala za umjetna i znatno promijenjena tijela površinskih voda – I. dio: Stajaćice Panonske ekoregije“. Na proširenu bazu podataka smo se odlučili kako bismo imali širi gradijent pritisaka i veću bazu podataka koja je bila neophodna za provedene statističke analize i izradu modela za ocjenu ekološkog potencijala akumulacija temeljem makrozoobentosa. Osim podataka o sastavu i gustoći populacija makrozoobentosa stajaćica Panonske ekoregije, korišteni su podaci o sastavu i gustoći populacija odabranih akumulacija Dinaridske ekoregije (Bajer, Butoniga, Golubić, Gusić polje, Lepenica, Lešće, Njivice, Opsenica, Ponike, Prančevići, Prološko blato, Tribalj i Vlačine).

Za statističku analizu koristili smo prikupljene podatke makrozoobentosa s akumulacija i postaja za koje smo procijenili da su reprezentativne za ocjenu utjecaja eutrofikacije i poribljavanja. Stoga, za izradu statističkog modela nismo uključili podatke koji su prikupljeni u akumulacijama koje se odlikuju s velikim oscilacijama vodostaja te posljedično imaju „siromašne“ zajednice makrozoobentosa (Peruča, Kruščica, Lokvarka i Ričice), uz izuzetak akumulacije Lešće. Također, referentna baza podataka nije uključivala niti akumulacije Štikada i Brljan. Akumulacija Štikada odlikuje se malom raznolikošću i gustoćom populacija makrozoobentosa, što je po našem mišljenju posljedica posebnosti u režimu rada RHE Velebit. Naime, radi se o reverzibilnoj, akumulacijskoj, visokotlačnoj i derivacijskoj hidroelektrani. Iz gornjeg akumulacijskog jezera Štikada voda se dovodi do strojarnice, koja se nalazi uz donje akumulacijsko jezero Razovac. Razlika u nadmorskoj visini između ove dvije akumulacije je oko 550 m, što rezultira značajnim razlikama u temperaturnom režimu vode akumulacija. Tako je maksimalna ljetna temperatura u akumulaciji Štikada 26°C, dok u Razovcu ona iznosi 31°C. Voda iz jezera Štikada se u turbinskom radu spušta do strojarnice i koristi se za proizvodnju električne energije, a u crpnom radu se voda iz Razovca pumpa natrag u gornje jezero Štikada. Tijekom ljetnog razdoblja u vrijeme vršnog rada strojarnice, dnevno se izmijeni i do 40% zapremnine vode u akumulaciji Štikada, te dolazi do naglih promjena temperature vode akumulacija Štikada, što najvjerojatnije stresno djeluje na faunu u akumulaciji Štikada. Budući da je mala raznolikost makrozoobentosa posljedica posebnosti u režimu rada RHE Velebit, a nikako eutrofikacije, sastav zajednice makrozoobentosa Štikade nismo uključili u referentnu bazu za izradu modela za ocjenu ekološkog potencijala akumulacija

Dinaridske ekoregije. Sastav i struktura makrozoobentosa jezera Brljan također nije korištena u izradi referentne baze za statističku analizu iz razloga što je zajednica makrozoobentosa litorala jezera Brljan daleko najraznovrsnija, radi velikog utjecaja rijeke Krke. Naime, radi drifta i velikog dotoka voda rijeke Krke makrozoobentos jezera Brljan ima udio od 75,8% reofilne faune, odnosno faune rijeke Krke. Budući da u litoralnu jezera Brljan nisu dominantni lentički (jezerski) faunistički elementi, navedene podatke nismo koristili za statističke analize i izradu modela ocjene ekološkog potencijala.

U statističku analizu nismo uključili niti podatke o sastavu i strukturi makrozoobentosa u akumulacijama Dinaridske ekoregije koje su prikupljene s postaja koja su imale morfološki izmijenjenu obalu te s postaja gdje su uzorci prikupljeni s tehnolitala uz brane i nasipe.

## 12.2. Izračun metrika

Temeljem kvalitativnih i kvantitativnih podataka o zajednici makrozoobentosa moguće je pomoću određenih računalnih programa izračunati niz metrika (indeksa) koje su odraz strukture, raznolikosti i funkcioniranja zajednice makrozoobentosa. Metrike su izračunate pomoću programa Asterics 4.04. Izračunato je ukupno 376 metrika za ocjenu stanja ekološke kakvoće, koje spadaju u četiri glavne kategorije:

1. Metrike koje se odnose na funkcionalne kategorije koje prema Schmedtje i Colling (1996) spadaju u pet dodatnih kategorija:
  - a) Preferencije prema određenoj zoni (npr. eukrenal, epiritral, litoral.. i sl.)
  - b) Preferencije prema brzini strujanja (Type LB-limnobiont, Type RB- reobiont)
  - c) Preferencije prema supstratu/mikrostaništu (Type pel- pelal, Type psa-psamal i sl.)
  - d) Prehrambeni tipovi (udio sakupljača, udio filtratora i sl.)
  - e) Tipovi s obzirom na način kretanja (udio plivača, udio (semi)sesilnih jedinki i sl.)
2. Metrike koje se odnose na kompoziciju, odnosno abundanciju pojedinih svojti. Ove metrike daju informaciju o udjelu pojedine skupine (taksona) u odnosu na ukupnu abundanciju bentoskih makrobekraljeznjaka.
3. Treća skupina metrika ukazuje na raznolikost zajednice: npr. Simpson, Shannon – Wiener, Margalef indeksi raznolikosti i sl.
4. Metrike osjetljivosti/tolerantnosti: metrike koje uključuju svojte koje su poznate kao indikatori, odnosno osjetljive na pojedine pritiske.

## 12.3. Selekcija metrika (indeksa)

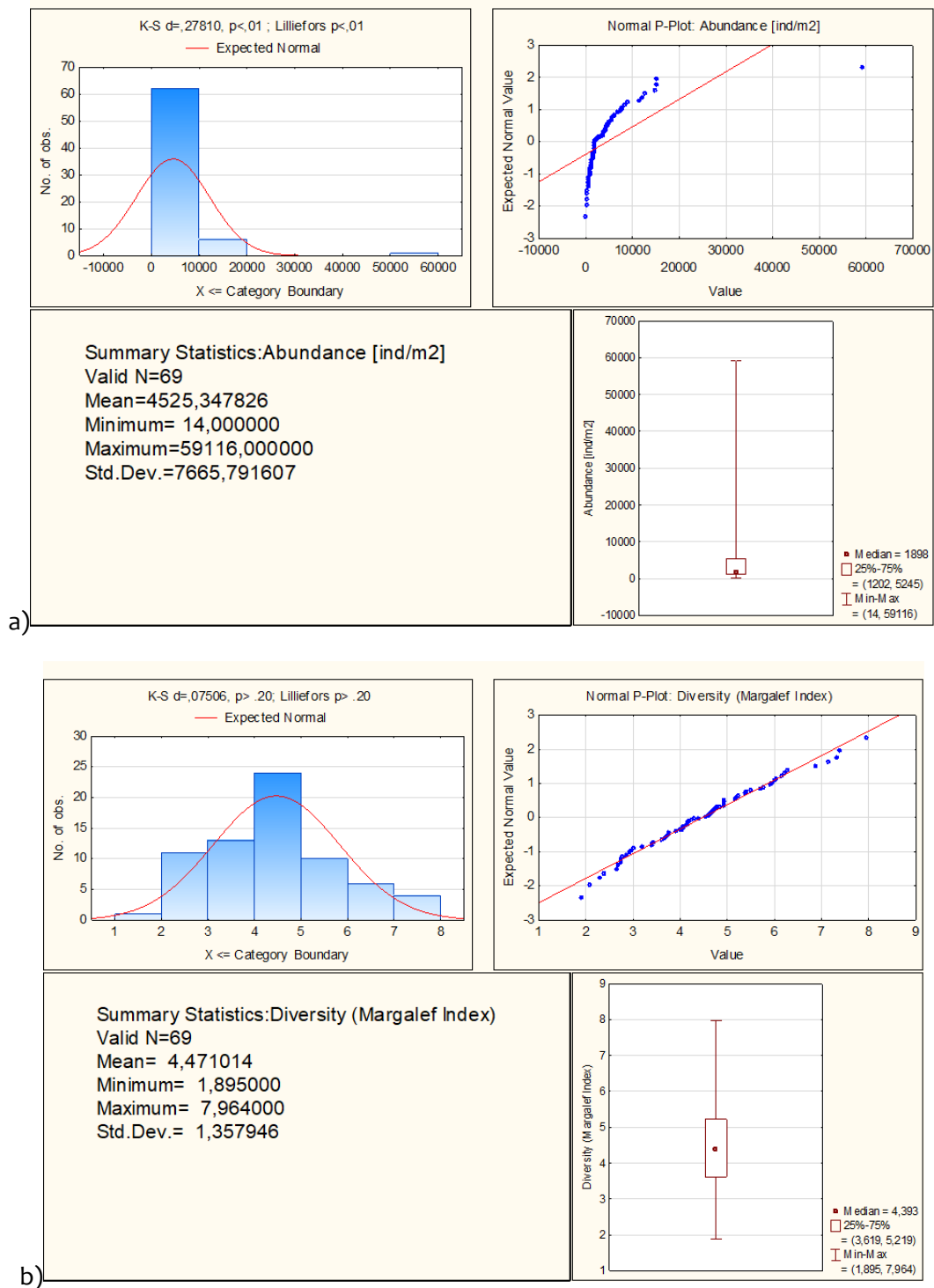
Slijedeći korak podrazumijeva odabir nekoliko metrika koje najbolje reagiraju na odabrane tipološke pokazatelje i pritiske.

Prvi kriterij isključivanja pojedinih metrika bila je dostatna količina podataka. Za neke metrike, ponuđena baza nije pružala dovoljnu količinu informacija ili nije sadržavala ključne indikatorske

svoje te one nisu izračunate za sve istraživane akumulacije i postaje. Prvim kriterijem isključeno je 197 metrika nakon čega ostaje na odabir 179 metrika.

U drugom kriteriju odabira metrika isključene su sve metrike koje se ne odnose na istraživani tip staništa - stajaćice. U ovom koraku isključene su metrike poput *Rhithron Type* indeksa i sve one koje se prvenstveno odnose na tekućice te su preostale 93 metrike za razmatranje.

Vrijednosti preostalih metrika testirane su u programu Statistica 12.0 software package (StatSoft Inc. 2013) za normalnu i/ili linearnu raspodjelu (Slika 12.1). Nakon isključivanja metrika bez normalne ili linearne raspodjele ostalo je 27 metrika - potencijalnih kandidata za ocjenu ekološkog potencijala istraživanih akumulacije temeljem makrozoobentosa.



**Slika 12.1.** Testiranje metrika na normalnu i linearnu raspodjelu. a) primjer metrike koja nema normalnu niti linearnu raspodjelu; b) metrika koja ima normalnu i linearnu raspodjelu.

#### 12.4. Varijable okoliša i pritisci

Sastav zajednice makrozoobentosa odraz je ekoloških prilika koje vladaju na staništu uključujući i različite stresore: organsko i anorgansko onečišćenje, toksične tvari, kiselost te hidromorfološke promjene. Tipološke karakteristike koje mogu značajno utjecati na sastav i strukturu zajednice makrozoobentosa su srednja dubina, nadmorska visina, veličina i volumen stajaćice, te strujanje vode i drift ukoliko se radi o akumulacijama koje su formirane pregradnjom rijeka.

Kao glavni parametri okoliša za koje je procijenjeno da značajno utječu sa sastav i strukturu makrozoobentosa su: srednja dubina ( $D_{\text{red}}$ ), nadmorska visina (n.m.v.) te volumen vodnog tijela (Vol).

Hidromorfološki pritisak ima iznimno značajan utjecaj na makrozoobentos litorala prije svega u akumulacijama koje se odlikuju velikim godišnjim kolebanjima vodostaja. No navedeni pritisak je najčešće uzrok proglašavanja znatno promijenjenog vodnog tijela u kojem se određuje ekološki potencijal, stoga smatramo da u akumulacijama gdje je hidrološki pritisak ključan i uzrokom je relativno siromašne zajednice makrozoobentosa, često uz male gustoće populacija, makrozoobentos nije relevantan za ocjenu ekološkog stanje. Ako isključimo hidromorfološki pritisak, ključni pritisci koji značajno utječu na makrozoobentos litorala istraživanih akumulacija su eutrofikacija i poribljavanje. Kao pokazatelji navedenih pritisaka odabrane su slijedeće varijable: NZP (postotak neprirodnog zemljišnog pokrova u slivnom području vodnog tijela), Chl-*a* (koncentracija klorofila *a* u  $\mu\text{g/L}$ ) te ihtiomasa (masa ribe po hektaru površine stajaćice).

#### 12.5. Test metrika s obzirom na stresore i odabrane abiotičke parametre

Vrijednosti metrika i pokazatelja stresora transformirane su prije testiranja. Metrike i varijable izražene u postotnom udjelu transformirane su funkcijom:  $\sin^{-1}(VX)$ . Indeksi raznolikosti (Margalef, Simpson i sl.) nisu transformirani, dok su sve ostale metrike logaritmirane:  $\log(X+1)$ .

Pearson-ovim koeficijentom korelacije utvrđen je međuodnos stresora, abiotičkih parametara i pojedinih metrika. Metrike koje nisu statistički značajno korelirale ( $r > 0,4$ ;  $p < 0,05$ ) niti s jednom okolišnom varijablom (njih jedanaest) isključene su iz odabira (Hering i sur. 2006).

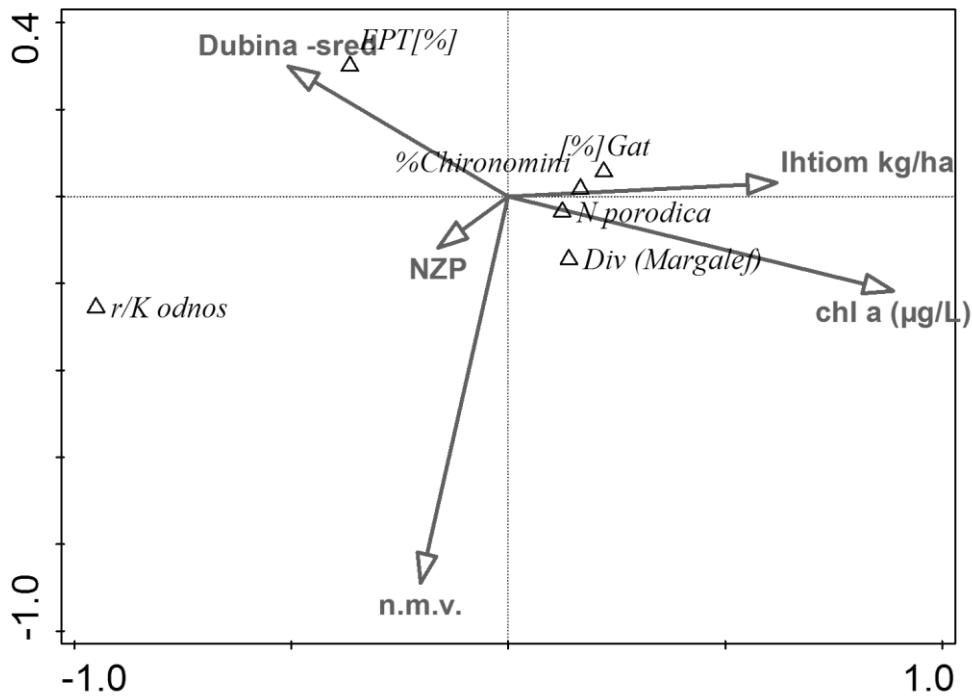
#### 12.6. Redundantnost

Metrike su dalje međusobno testirane Spearman-ovim testom korelacije (Tablica 12.1) kako bi se utvrdila moguća redundantnost među metrikama: ako je koeficijent korelacije među metrikama veći od 0,8 smatra se da metrike na sličan način reagiraju na stresore i okolišne varijable te se jedna od tih metrika isključuje iz daljnjeg razmatranja.

**Tablica 12.1.** Testiranje metrika na redundantnost. Jedan iz para metrika sa koeficijentom korelacije  $r > 0,8$  ( $p < 0,05$ ) isključuju se iz daljnjeg razmatranja kriterijem redundantnosti.

Metrika	German Saprobic Index )	BMWP Score	Ntaxa	BMWP Score (Hungarian version)	Diversity (Shannon-Wiener-Index)	Diversity (Margalef Index)	Evenness	r/K relationship	[%] Type Pel	[%] Type Psa	[%] Gatherers/Collectors	EPT [%] (abundance classes)	OD/Total-Taxa	Number of Families	Croatia Saprobic Index HRIS-System	% chironomini
German Saprobic Index	1,000000															
BMWP Score	-0,364637	1,000000														
Ntaxa	-0,311331	<b>0,960003</b>	1,000000													
BMWP Score (Hungarian version)	-0,376958	<b>0,987436</b>	<b>0,959180</b>	1,000000												
Diversity (Shannon-Wiener-Index)	-0,028644	0,313305	0,330209	0,322714	1,000000											
Diversity (Margalef Index)	-0,119942	0,784461	<b>0,813990</b>	0,770690	0,611155	1,000000										
Evenness	0,037811	-0,262819	-0,254793	-0,262114	0,692432	-0,024136	1,000000									
r/K relationship	-0,075360	0,183135	0,253334	0,227460	0,173771	0,155112	0,043206	1,000000								
[%] Type Pel	0,218727	-0,185038	-0,178190	-0,173599	0,126624	-0,154143	0,210097	0,089449	1,000000							
[%] Type Psa	0,161316	-0,212661	-0,229111	-0,202667	0,043998	-0,182056	0,209352	-0,025185	<b>0,813587</b>	1,000000						
[%] Gatherers/Collectors	0,205501	-0,137393	-0,128931	-0,141674	-0,096258	-0,201886	-0,057331	0,129926	0,737692	<b>0,599008</b>	1,000000					
EPT [%] (abundance classes)	-0,449845	0,184640	0,068855	0,160691	0,079420	0,009909	0,247235	-0,048241	0,006806	0,142176	-0,057607	1,000000				
OD/Total-Taxa	0,429367	-0,641097	-0,677894	-0,663377	0,011919	-0,340082	0,164647	-0,269255	0,100551	0,053372	0,121215	-0,362831	1,000000			
Number of Families	-0,311005	<b>0,872870</b>	<b>0,899574</b>	<b>0,906750</b>	0,332941	0,792504	-0,285389	0,251173	-0,122550	-0,157568	-0,178452	0,061050	-0,632163	1,000000		
Croatia Saprobic Index HRIS-System	0,215991	0,260076	0,289629	0,250455	0,039925	0,239049	-0,341411	-0,202215	-0,059034	-0,225410	0,000001	-0,306867	0,069163	0,252057	1,000000	
% chironomini	-0,023151	0,253763	0,278095	0,265517	0,144034	0,206307	0,125506	0,236493	-0,215423	-0,149464	-0,131388	-0,105796	-0,242170	0,174453	-0,067964	1,000000

Nakon isključivanja dodatne četiri metrike kriterijem redundantnosti, CCA analizom testirano je koje metrike naj snažnije odgovaraju na okolišne varijable i pritiske (Slika 12.2).



**Slika 12.2** CCA Analiza između potencijalnih metrika (EPT%; Magelaf diversity, Number of families, %Chironomini, %Gatherers/Collectors, r/K odnos) i okolišnih varijabli (Srednja dubina, n.m.v.) te stresora (neprirodni zemljišni pokrov = NZP, ihtiomasa, Chl-a).

Temeljem rezultata CCA analize odabrane su abiotičke varijable za ocjenu ekološkog potencijala. Prema odabranim varijablama konstruiran je model abiotičkih parametara (koji predstavljaju skup abiotičkih uvjeta) i stresora koji utječu na ekološku kakvoću staništa:

$$\text{Metrika} \sim D_{\text{sred}} + n.m.v. + Vol + Ihtomasa + NZP + Chl-a$$

Zadnji kriterij odabira metrika bio je da metrika statistički značajno reagira s barem jednom od navedenih varijabli u multiploj linearnoj regresiji (Tablica 12.2).

**Tablica 12.2.** Model multiple linearne regresije metrika i okolišnih uvjeta te stresora (n.m.v. = nadmorska visina; NZP = neprirodni zemljišni pokrov unutar slivnog područja, %).

Metrika	Odsječak na ordinati	Okolišni uvjeti			Pritisici / stresori		
		Srednja dubina	n.m.v.	Volumen	Ihtomasa	NZP	Chl-a
N porodica	***1,6092	0,204	0,2068	-0,1773	*** -0,2413	*0,062	-0,0222
Diversity Margalef	**7,5332	-3,0467	-1,8849	2,25672	** -1,5419	0,5443	-0,0615
% Chironomini	*-0,2544	*0,7116	*0,6767	*-0,6462	0,0287	0,0243	*0,0383

### 11.7. Biotički tipovi istraživanih akumulacija

Metrikama temeljenim na sastavu i strukturi zajednica makrozoobentosa utvrdili smo dva relevantna biotička tipa umjetnih stajačica i akumulacija:

1. Vrlo plitke stajačice
2. Plitke stajačice

Stajačice sa kratkim vremenom zadržavanja vode također su svrstane u jedan od dva sustava ocjenjivanja (vrlo plitke i plitke), jer se odlikuju zajednicom makrozoobentosa karakterističnom za lentička (jezerska) staništa.

Prema izrađenom linearnom modelu temeljenom na podacima umjetnih stajačica iz obje ekoregije (Dinaridske i Panonske) izračunate su referentne vrijednosti za ocjenu ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa. Referentne vrijednosti za ocjenu ekološkog potencijala izračunate su za svaku metriku u svakom tipu stajačice sa granicama referentnih uvjeta koje su preuzeti iz literature (odnos ihtiomase (kg/ha) i referentnih vrijednosti ukupnog fosfora) (Gassner et al., 2003). Referentne vrijednosti Chl-a su za istraživane biotičke tipove su poznate i objavljene (Poikane i sur., 2011) (Tablica 12.3). Referentne vrijednosti za sve pokazatelje pojedinih pritisaka razlikuju se za pojedine biotičke tipove te su različite i za iste biotičke tipove u obje ekoregije RH. Referentne vrijednosti su niže za biotičke tipove Dinaridske ekoregije u odnosu na Panonsku ekoregiju.

**Tablica 12.3.** Referentne vrijednosti pritiska korištene pri izračunu referentnih vrijednosti za ocjenu ekološkog potencijala akumulacija Dinaridske ekoregije.

Ekoregija +Tip stajaćice/	Pritisak		
	Ihtiomasa (kg/ha)	NZP (%)	Chl-a (µg/L)
Plitke stajaćice	50	8	1,8
Vrlo plitke stajaćice	50	8	2,5

Predlažemo da se nastavi s redovitim godišnjim monitoringom akumulacija u vegetacijskoj sezoni, kako bi se dobila dovoljno velika baza za formiranje vlastitih referentnih uvjeta za vrijednosti ukupnog fosfora i Chl-a.

Iz ranije spomenutog modela (Tablica 11.2.) i granica referentnih vrijednosti abiotičkih parametara (Tablica 11.3.) ekstrapolirane su granične vrijednosti referentnih uvjeta za svaku metriku u svakom biotičkom tipu stajaćice, dok su minimalne vrijednosti stvarne (izračunate) vrijednosti unutar pojedinog tipa stajaćice. Za metrike čija vrijednost raste s porastom vrijednosti stresora (postotak jedinki svojte Chironomini) referentne vrijednosti manje su od minimalnih. Transformirane su vrijednosti metrika N porodica ( $\log(x+1)$ ) i % Chironomini ( $\sin^{-1}(x^2)$ ) dok su vrijednosti Margalef indeksa ostavljene u izvornom obliku („sirove vrijednosti“ (Tablica 12.4)).

**Tablica 12.4.** Referentne i minimalne vrijednosti metrika potrebnih za izračun multimetričkog indeksa.

Tip /Metrika	N porodica		Margalef indeks		% Chironomini	
	Ref	Min	Ref	Min	Ref	Min
<b>Vrlo plitke stajaćice</b>	15,38	11,00	4,882	4,393	0,00%	0,25%
<b>Plitke stajaćice</b>	15,45	9,00	4,888	2,294	0,00%	9,39%

Ocjena ekološkog potencijala po pojedinoj postaji određenog tipa stajaćice izračunava se na slijedeći način:

za metrike čija vrijednost pada s porastom vrijednosti (utjecaja) stresora (broj porodica i Margalef indeks raznolikost).

$$OEK = \frac{OEK_{rez} (vrijednost\ na\ postaji) - OEK_{min} (minimalna\ vrijednost\ unutar\ tipa\ stajaćice)}{OEK_{ref} (ekstrapolirana\ vrijednost) - OEK_{min} (minimalna\ vrijednost\ unutar\ tipa\ stajaćice)}$$

za metrike čija vrijednost raste s porastom vrijednosti stresora (postotak jedinki svojte Chironomini) ocjena ekološkog potencijala izračunata je na sljedeći način:

$$EK = 1 + \frac{OEK_{rez} (vrijednost\ na\ postaji) - OEK_{min} (minimalna\ vrijednost\ unutar\ tipa\ stajaćice)}{OEK_{ref} (ekstrapolirana\ vrijednost) - OEK_{min} (minimalna\ vrijednost\ unutar\ tipa\ stajaćice)}$$



Svim vrijednostima OEK koje su veće od 1 dodijeljena je vrijednost 1 i svim negativnim vrijednostima dodijeljena je vrijednost 0 (vrijedi samo za metriku % Chironomini).

Vrijednosti OEK svrstane su u pet kategorija ekološkog potencijala (Tablica 12.5).

**Tablica 12.5.** Ocjena stanja ekološkog potencijala temeljem vrijednosti OEK.

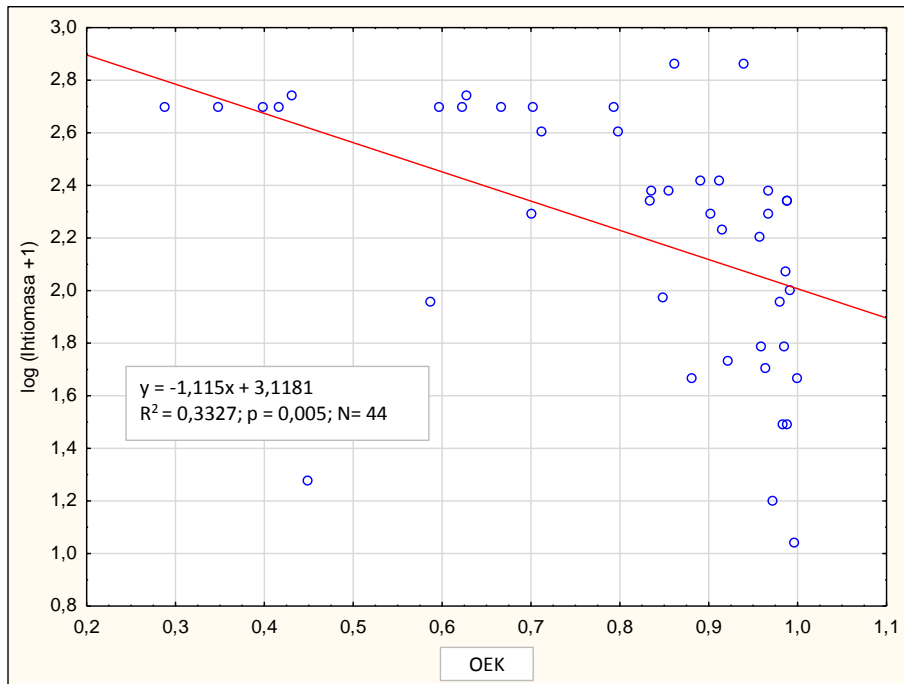
Vrijednost OEK	Ocjena ekološkog potencijala
0,6 - 1	<b>Dobar i bolji</b>
0,4 - 0,6	<b>Umjeren</b>
0,2 - 0,4	<b>Loš</b>
0 - 0,2	<b>Vrlo loš</b>

Konačna ocjena ekološkog potencijala izračunava se kao srednja vrijednost OEK sve tri metrike:

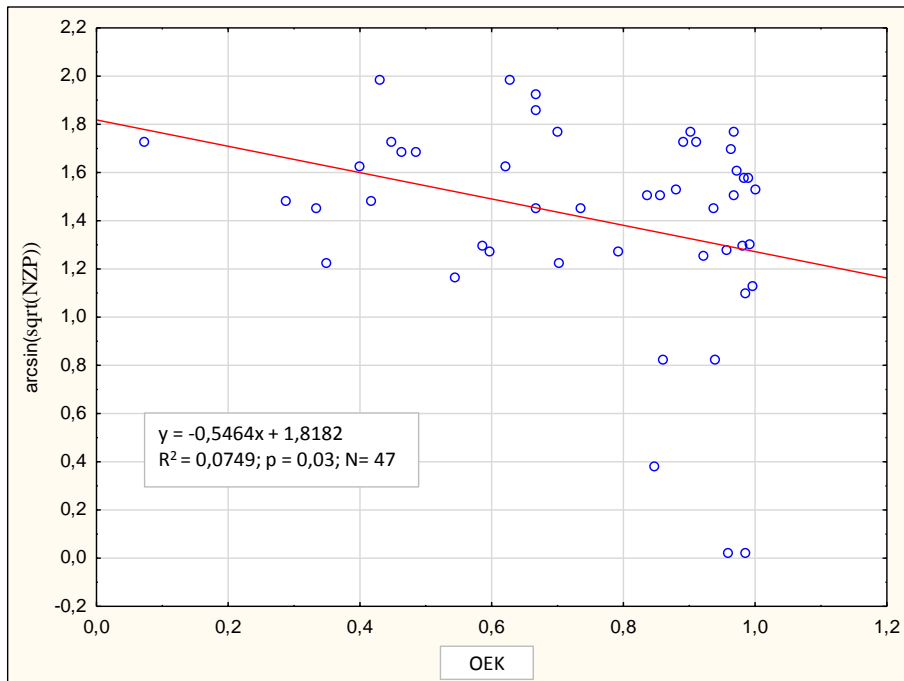
$$OEK = \frac{OEK \text{ N porodica} + OEK \text{ Margalef} + OEK \% \text{ Chironomini}}{3}$$

Predloženi multimetrički indeks reagira na način da se u uvjetima povećanih pritisaka (eutrofikacija i poribljavanje) smanjuje vrijednost metrika broj (N) porodica i Margalefov indeks raznolikosti, a u uvjetima višeg stupnja eutrofikacije povećava se udio tolerantnog plemena Chironomini (Diptera-Chironomidae).

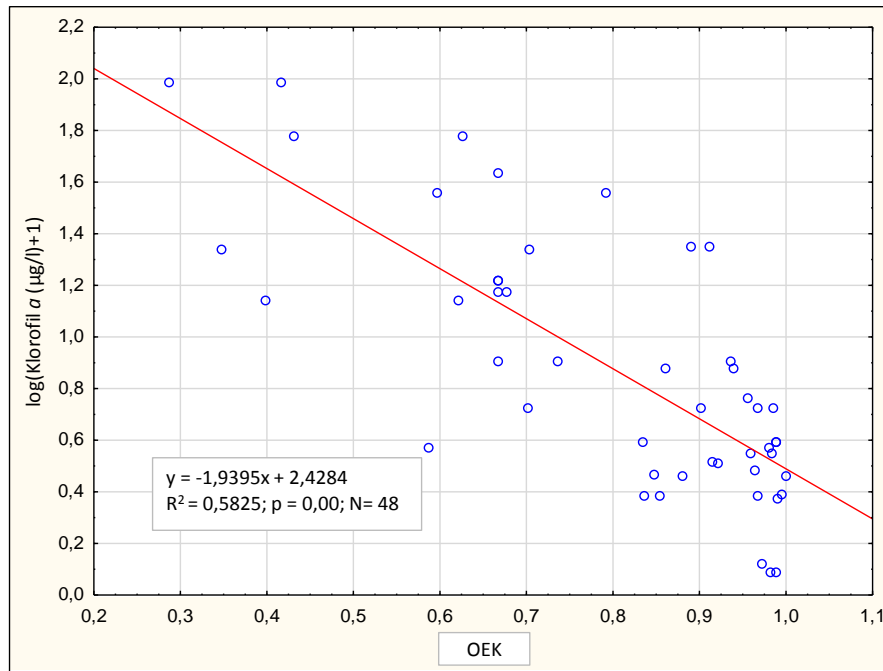
Konačni test sustava evaluacije umjetnih stajaćica napravljen je usporedbom vrijednosti OEK i transformiranim vrijednostima stresora: lhtiomasa (Slika 12.3), Neprirodni zemljišni pokrov (NZP) (Slika 12.4) i Koncentracija klorofila *a* (Slika 12.5). Svi jednostavni modeli linearne regresije statistički su značajni.



**Slika 12.3.** Jednostavna linearna regresija OEK vrijednosti razvijenog multimetričkog sustava evaluacije i logaritamski transformirane vrijednosti pritiska: lhtiomasa (kg/ha).



**Slika 12.4.** Jednostavna linearna regresija OEK vrijednosti razvijenog multimetričkog sustava evaluacije i  $\sin^{-1}(\sqrt{x})$  transformirane vrijednosti pritiska: NZP (Nepirodni zemljišni pokrov, %).



**Slika 12.5.** Jednostavna linearna regresija OEK vrijednosti razvijenog multimetričkog sustava evaluacije i logaritamski transformirane vrijednosti pritiska: Koncentracija klorofila *a* (µg/L).

### 12.8. Ocjena ekološkog potencijala istraživanih akumulacija i umjetnih stajaćica temeljem makrozoobentosa

U tablici 12.6 prikazane su vrijednosti pojedinih metrika, omjer ekološke kakvoće i ocjena ekološkog potencijala za sve postaje na kojima su sakupljeni uzorci makrozoobentosa. Kao što je vidljivo vrijednosti ekološkog potencijala u akumulacijama s naglim i velikim sezonskim oscilacijama (Krušćica, Lokvarka, Peruča, Lešće) vodostaja su umjerene i loše te predlažemo da makrozoobentos proglašimo nerelevantnim biološkim elementom. Dakle u ovim slučajevima primarni uzrok niskim vrijednostima relevantnih metrika makrozoobentosa su disturbancije uzrokovane velikim oscilacijama vodostaja, što onemogućava razvoj stabilne zajednice makrozoobentosa u području litorala. Također držimo da umjeren ekološki potencijal u akumulaciji Štikada nije posljedica eutrofikacije i poribljavanja, već radi posebnosti u režimu rada RHE Velebit i prepumpavanju vode te uslijed termičkog stresa. Iz gornjeg akumulacijskog jezera Štikada voda se dovodi do strojarnice, koja se nalazi uz donje akumulacijsko jezero Razovac. Razlika u nadmorskoj visini između ove dvije akumulacije je oko 550 m, što rezultira značajnim razlikama u temperaturnom režimu vode akumulacija. Tako je maksimalna ljetna temperatura u akumulaciji Štikada 26°C, dok u Razovcu ona iznosi 31°C. Voda iz jezera Štikade se u turbinskom radu spušta do strojarnice i koristi se za proizvodnju električne energije, a u crpnom radu se voda iz Razovca pumpa natrag u gornje jezero Štikada. Tijekom ljetnog razdoblja u vrijeme vršnog rada strojarnice, dnevno se izmijeni i do 40% zapremnine vode u akumulaciji Štikada, te dolazi do naglih promjena temperature vode akumulacija Štikada, što najvjerojatnije stresno djeluje na faunu u akumulaciji Štikada. Budući da je mala raznolikost makrozoobentosa u akumulaciji Štikada posljedica

specifičnosti u radu RHE Velebit, a nikako eutrofikacije predlažemo da i ovdje makrozoobentos bude nerelevantni element.

Ocjena ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa za akumulaciju Brljan nije relevantna temeljem predloženog modela, jer u ak. Brljan zbog drifta i velikog utjecaja rijeke Krke 75% zajednice makrozoobentosa čini riječna fauna.

Prilikom definiranja postaja uzorkovanja makrozoobentosa u akumulacijama Dinaridske ekoregije, uzorke smo sakupljali i na postajama koja su imale morfološki izmijenjenu obalu te s postaja gdje su uzorci prikupljeni s tehnolitala uz brane i nasipe, jer nas je zanimalo da li je makrozoobentos dobar indikator morfoloških promjena u litoralu. Iz tablice 12.6. jasno je vidljivo da su na takvim postajama (Razovac 2, Ričice 1, Štikada 2, Tribalj 2) vrijednosti OEK relativno niske, čime smo dokazali da zajednica makrozoobentosa i predloženi model ima potencijal u indiciranju i hidromorfoloških promjena u jezerima i akumulacijama.

U akumulaciji Tribalj postaju 3 smatramo nereprezentativnom jer je smještena uz južnu obalu akumulacije koja je direktno izložena udarima bure i valovima što sprječava razvoj makrovegetacije i negativno utječe na raznolikost makrozoobentosa, te u konačnici rezultira iznimno niskim vrijednostima metrika kao što su broj (N) porodica i Margalefov indeks. Ovaj primjer pokazuje da je iznimno bitno odabrati reprezentativnu postaju koja isključuje specifična djelovanja prirodnih čimbenika, što može dovesti do pogrešnih zaključaka u određivanju ekološkog potencijala i tumačenja djelovanja antropogenih pritisaka.

Tablica 12.6. Ocjena ekološkog potencijala istraživanih akumulacija temeljem makrozoobentosa.

Postaja	Indeks	Vrijednost indeksa	OEK	Ekološki potencijal
Bajer 1	HMIJ	0,85	0,85	Dobar i bolji
Bajer 2	HMIJ	0,86	0,86	Dobar i bolji
Brljan 1	HMIJ	0,77	0,77	Dobar i bolji
Brljan 2	HMIJ	0,79	0,79	Dobar i bolji
Butoniga 1	HMIJ	0,84	0,84	Dobar i bolji
Butoniga 2	HMIJ	0,97	0,97	Dobar i bolji
Butoniga 3	HMIJ	0,86	0,86	Dobar i bolji
Golubić 1	HMIJ	0,77	0,77	Dobar i bolji
Golubić 2	HMIJ	0,77	0,77	Dobar i bolji
Gusić polje 1	HMIJ	0,99	0,99	Dobar i bolji
Gusić polje 2	HMIJ	0,98	0,98	Dobar i bolji
Kruščica 1	HMIJ	0,46	0,46	Umjeren
Kruščica 2	HMIJ	0,48	0,48	Umjeren
Lepenica 1	HMIJ	0,98	0,98	Dobar i bolji
Lepenica 2	HMIJ	0,96	0,96	Dobar i bolji
Lešće 1	HMIJ	0,59	0,59	Umjeren
Lešće 2	HMIJ	0,98	0,98	Dobar i bolji
Lešće 3	HMIJ	0,59	0,59	Umjeren
Lokvarka 1	HMIJ	0,21	0,21	Loš
Lokvarka 2	HMIJ	0,66	0,66	Dobar i bolji
Njivice 1	HMIJ	0,96	0,96	Dobar i bolji
Opsenica 1	HMIJ	0,94	0,94	Dobar i bolji
Opsenica 2	HMIJ	0,97	0,97	Dobar i bolji
Peruča 1	HMIJ	0,47	0,47	Umjeren
Peruča 2	HMIJ	0,38	0,38	Loš
Peruča 3	HMIJ	0,24	0,24	Loš
Peruča 4	HMIJ	0,54	0,54	Umjeren
Peruča 5	HMIJ	0,42	0,42	Umjeren
Peruča 6	HMIJ	0,44	0,44	Umjeren
Ponikve 1	HMIJ	0,80	0,80	Dobar i bolji
Ponikve 2	HMIJ	1	1	Dobar i bolji
Prančević 1	HMIJ	0,88	0,88	Dobar i bolji
Prančević 2	HMIJ	1	1	Dobar i bolji
Prološko blato 1	HMIJ	0,67	0,67	Dobar i bolji
Prološko blato 2	HMIJ	0,92	0,92	Dobar i bolji
Razovac 1	HMIJ	0,99	0,99	Dobar i bolji
Razovac 2	HMIJ	0,25	0,25	Loš
Ričice 1	HMIJ	0,39	0,39	Loš
Ričice 2	HMIJ	0,7	0,7	Dobar i bolji
Sabljac 1	HMIJ	0,92	0,92	Dobar i bolji
Sabljac 2	HMIJ	0,96	0,96	Dobar i bolji
Štikada 1	HMIJ	0,28	0,28	Loš

Tablica 11.5. Nastavak

Postaja	Indeks	Vrijednost indeksa	OEK	Ekološki potencijal
Štikada 2	HMIJ	0,07	0,07	Vrlo loš
Štikada 3	HMIJ	0,45	0,45	Umjeren
Tribalj 1	HMIJ	0,99	0,99	Dobar i bolji
Tribalj 2	HMIJ	0,13	0,13	Vrlo loš
Tribalj 3	HMIJ	0,3	0,3	Loš
Vlačine 1	HMIJ	0,67	0,67	Dobar i bolji
Vlačine 2	HMIJ	0,91	0,91	Dobar i bolji

\*HMIJ - Hrvatski multimetrijski indeks za stajačice (jezera)

\*\*\*akumulacija Đale nije uzorkovana radi nepristupačnog terena

## 12.9. Opis zajednice makrozoobentosa u uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala

### Vrlo plitke stajačice

U uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala vrlo plitkih stajačica Dinaridske ekoregije moguće je pronaći više od 20 000 jedinki po kvadratnom metru. One pripadaju unutar više od 15 porodica te više od 40 rodova. Vrijednost Margalefovog indeksa raznolikosti viša je od 4,5. U sastavu zajednice visoka je relativna zastupljenost plemena Chironomini (Diptera, Chironomidae).

### Plitke stajačice

U uvjetima maksimalnog ekološkog potencijala može se pronaći više od 20 000 jedinki po kvadratnom metru dna. One pripadaju u više od 15 porodica te više od 25 rodova. Vrijednost Margalefovog indeksa raznolikosti viša je od 4. U zajednici su relativno zastupljeni i predstavnici skupine Ephemeroptera, a visoka je i relativna zastupljenost plemena Chironomini (Diptera, Chironomidae).

## Literatura

Gassner H, Wanzenböck J, Tischler G. 2003. Ecological integrity assessment of lakes using fish communities. Suggestions of new metrics developed in two Austrian prealpine lakes. Internat. Rev. Hydrobiol. 88: 635–652.

Hering D, Feld CK, Moog O, Ofenböck T. 2006. Cook book for the Development of a Multimetric Index for Biological Condition of Aquatic Ecosystems: Experiences from the European AQEM and STAR Projects and Related Initiatives. Hydrobiologia 566:311-324.

Poikane S, van den Berg M, Hellsten S, de Hoyos C, Ortiz-Casas J, Pall K, Portielje R, Phillips G, Solheim AL, Tierney D, Wolfram G, van de Bund W. 2011. Lake ecological assessment systems and intercalibration for the European Water Framework Directive: aims, achievements and further challenges. Procedia Environmental Sciences, 9:153-168.

Schmedtje U, Colling M. 1996. Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna. In: Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, 4 / 96, 543 S.

## 13. PRIJEDLOG SUSTAVA OCJENE EKOLOŠKOG POTENCIJALA AKUMULACIJA I UMJETNIH STAJAĆICA TEMELJEM MAKROFITA

### 13.1. Uvod

Makrofiti su jedan od bioloških elemenata uključenih u generalni monitoring ekološkog stanja voda propisanog Okvirnom direktivom o vodama Europske unije (WFD 2000/60/EC) kojoj je temeljni cilj postizanje barem dobrog ekološkog stanja svih voda u Uniji.

Akumulacije Dinaridske ekoregije istraživane su tijekom 2016. i 2017. godine. Za svaku istraženu akumulaciju sastavljen je popis vrsta, opisana je vegetacija te predočena crtežom vegetacijskog profila koji pokazuje relativne odnose između vegetacijskih zona ili vrsta.

Ovdje donosimo prijedlog metodologije za ocjenu ekološkog potencijala temeljenog na sastavu vrsta, njihovoj učestalosti i strukturi zajednice kao odgovoru na eutrofikaciju te opću degradaciju.

### 13.2. Metode ocjene ekološkog potencijala

Za metodu ocjene ekološkog potencijala odabran je referentni indeks (RI) razvijen u Njemačkoj (Schaumburg i sur. 2004, 2007; Stelzer i sur. 2005) kojeg su odabrale i prilagodile mnoge druge zemlje, npr. Mađarska (Lukács i sur. 2015), Rumunjska (Pall i sur. 2015) i Bugarska (Gecheva i sur. 2013).

#### 13.2.1. Podjela vrsta u indikatorske grupe

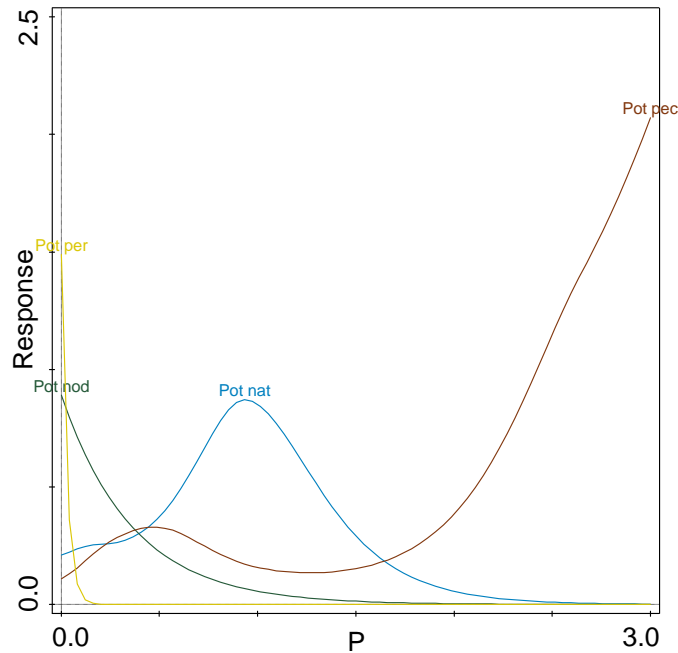
Referentni indeks temelji se na sustavu indikatorskih vrsta:

**A** – referentne vrste, tj. vrste koje su tipične za zajednicu u neporemećenom stanju ili su indikatori dobrog stanja, te u referentnim uvjetima dolaze s visokim abundancijama, a s porastom pritiska im se abundancija smanjuje;

**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; i

**C** – indikatori degradacije, tj. vrste čija pojava ili masovno pojavljivanje upućuje na negativne trendove, odn. 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 potpuno izostaju.

Pripadnost vrsta pojedinoj indikatorskoj grupi temelji se na ekološkim indikatorskim vrijednostima (Simon i sur. 1992; Borhidi i sur. 1995; Ellenberg i sur. 2001, Landolt i sur. 2010), ekologiji i fitocenološkoj pripadnosti vrsta (Oberdorfer 2001, Schneider 2001, Chitry 2011), sustavima ocjene za druge države (Lukács i sur. 2015, Pall i sur. 2015, Gecheva i sur. 2013, Zervas i sur. 2016), te na vlastitim analizama odgovora pojedinih vrsta na čimbenike iz okoliša temeljnim na metodama multivarijatne statistike, npr. odgovor vrsta roda *Potamogeton* na količinu ukupnog fosfora prikazan je na slici 13.1.



**Slika 13.1.** Odgovor vrsta roda *Potamogeton* na porast količine ukupnog fosfora u vodi. Vidljivo je da s porastom koncentracije fosfora učestalost vrsta *P. perfoliatus* i *P. nodosus* naglo pada što ih čini dobrim indikatorima oligotrofije. S druge strane učestalost vrste *P. pectinatus* s porastom količine fosfora raste, što ovu vrstu čini dobrim indikatorom povećane trofije. Vrsta *P. natans* zauzima središnje mjesto te nema izraženu indikatorsku vrijednost.

Odnos pojedinih indikatorskih skupina makrofita u različitim klasama ekološkog potencijala prikazan je u tablici 13. 1.

Osim odnosa zastupljenosti indikatorskih vrsta u obzir se uzima i strukturiranost zajednice, te monodominantne sastojine pojedinih vrsta, prije svega pokazatelja poremećaja i stranih invazivnih vrsta (npr. *Ceratophyllum demersum*, *Elodea canadensis*).



**Tablica 13.1.** Odnosi zastupljenosti indikatorskih vrsta u različitim klasama ekološkog potencijala.

vrlo dobro (H)	dobro (G)	umjereno (M)	loše (P)	vrlo loše (B)
Dominiraju referentne vrste (A), pokazatelja degradacije (C) nema ili su zastupljeni pojedinačno.	Dominiraju referentne (A) i indiferentne (B) vrste. Referentne vrste (A) dominiraju nad pokazateljima degradacije (C).	Dominiraju indiferentne vrste (B). Pokazatelji degradacije (C) su jednako zastupljeni kao i referentne vrste (A) ili ih malo nadmašuju.	Dominiraju pokazatelji degradacije (C), referentnih vrsta (A) nema ili zastupljeni pojedinačno.	Nema zajednica makrofita ili su zastupljeni samo pojedinačno, a da to nema prirodni uzrok.

Sustav indikatorskih vrsta donekle se razlikuje za plitke (dubine 10-3 m) i vrlo plitke (pliće od 3m) stajačice (Vidi poglavlje 8.4. Operativna lista svojti – makrofita). Naime, klsterska analiza uz Simproff test značajnosti pojedinih grana (Prilog 1) pokazala je da na temelju vrsta makrofita ne mogu jasno odvojiti stajačice Panonske i Dinaridske regije. Razlog tomu je što makrofitsku vegetaciju čini relativno mali broj vrsta širokih areala, tako da je glavnina vrsta podjednako rasprostranjena u svim dijelovima Hrvatske. S druge strane, vrlo plitke stajačice u odnosu na plitke prirodno mogu imati veći stupanj trofije tako da neke vrste koje se u dubokim i plitkim stajačicama mogu smatrati pokazateljima eutrofikacije ovdje čine prirodnu komponentu vegetacije. Duboke stajačice uglavnom su izuzete iz ocjene stanja na temelju makrofita jer se zbog naglih i vrlo velikih oscilacija vodostaja, koje su posljedica načina korištenja akumulacija, ne mogu razviti stabilne makrofitske zajednice ili one u potpunosti izostaju.

### 13.2.2. Izračun referentnog indeksa (RI) i omjera ekološke kakvoće (OEK)

Za izračun referentnog indeksa potreban je popis makrofita s procijenjenim abundancijama prema Kohlerovoj skali (tablica 13.2). Abundancije se zatim pretvore u količine (Q) prema tablici 13.2. Količine odgovaraju srednjim vrijednostima pokrovnosti skale prema Braun-Blanquetu (Engloner 2012).

**Tablica 13.2.** 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 ( $75 < x \leq 100\%$ )

Zatim se vrste razvrstavaju u tri kategorije indikatorske kategorije – A, B i C. Pripadnost vrsta pojedinoj kategoriji navedena je u Prilogu.

Referentni indeks (RI) računa se prema sljedećoj formuli:

$$RI = \frac{\sum_{i=1}^{n_A} Q_{Ai} - \sum_{i=1}^{n_C} Q_{Ci}}{\sum_{i=1}^{n_g} Q_{gi}} * 100$$

gdje su:

- $Q_{Ai}$  – količina i-te vrste iz grupe A,
- $Q_{Ci}$  – količina i-te vrste iz grupe C, i
- $Q_{gi}$  – količina i-te vrste iz svih grupa (A+B+C).

Kako bi su obzir uzeli i drugi elementi zajednice treba provjeriti da li je ukupan zbroj količina (A+B+C) veći od 75. Ukoliko nije, znači da je zastupljenost makrofita mala te se ne može uzeti kao pouzdana. U tom slučaju izračunata vrijednost ekološkog potencijala može služiti kao orijentacijska, pogotovo ako odudara od vrijednosti dobivenih na temelju drugih bioloških elemenata.

Nadalje, dobiveni referentni indeks (RI) se zatim 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*
- *Spirodella polyrhiza*
- *Myriophyllum spicatum* (ukoliko se ne radi o mladom vodnom tijelu u kojem se još nije stigla formirati stabilna makrofitska zajednica).

Ukoliko vrijednost RI padne ispod -100, korigira se na -100 kao minimalnu vrijednost.

Nakon toga referentni indeks preračuna se u omjer ekološke kakvoće (OEK) prema formuli:

$$OEK = [(RI + 100) * 0,5] / 100$$

Dobivena vrijednost OEK uspoređuje se s graničnim vrijednostima u tablici 13.3 te se odredi klasa ekološkog potencijala.

Ukoliko u stajaćici nema makrofitske vegetacije kao posljedice eutorfikacije ili nekog drugog poremećaja (vidljivo iz koncentracije klorofila, ukupne količine fosfora ili suspendiranih čestica) uzima se da je OEK = 0.

**Tablica 13.3.** Vrijednosti OEK za pojedine klase ekološkog potencijala za umjetne i znatno promijenjene stajačice te odgovarajuće ekološko stanje koji se primjenjuje kod prirodnih jezera.

ekološki potencijal		odgovarajuće ekološko stanje		OEK
dobar i bolji	4	vrlo dobar (H)	5	1.00 - 0.72
		dobrar (G)	4	0.71 - 0.51
umjeren (M)	3	umjeren (M)	3	0.25 - 0.50
loš (P)	2	loš (P)	2	0.24 - >0
vrlo loš (B)	1	vrlo loš (B)	1	0

Kako je broj istraživanih vodnih tijela relativno mali i kako se ne nalaze u jednolikom gradijentu opterećenja granice klase određene su na sljedeći način:

H/G granica je određena kao 80% najviših vrijednosti izračunatih omjera ekološke kakvoće i ona iznosi 0.72. Pritom je uzeto u obzir da na postajama nije bilo pokazatelja poremećaja i da fizikalno-kemijski parametri također ukazuju na visok status.

G/M granica je izračunata teoretski prema definiciji da je umjerenost stanje ono u kojem dominiraju vrste iz grupe B, a vrste iz grupa A i C su podjednako zastupljene. Dakle, ako pretpostavimo da je  $A = C$ , dobivamo da je  $RI = 0$ , odnosno  $OEK = 0.5$  što je uzeto kao granična vrijednost.

M/P granica je točka u kojoj indikatori poremećaja počinju dominirati nad ostalim skupinama i ona odgovara aritmetičkoj sredini granica između G/M i P/B. Kako je loš status (B) označava gubitak makrofita, odnosno  $OEK = 0$ , tada granica M/P odgovara vrijednosti od 0.25.

P/B granica znači potpuni gubitak makrofita zbog nekog od pritisa, tj. u tom stanju je  $OEK = 0$ .

Ocjena ekološkog potencijala istraživanih akumulacija prikazana je u Tablici 13.4. Sva objašnjenja nalaze se u poglavlju s opisima pojedinih vodnih tijela.

**Tablica 13.4.** Ocjena ekološkog potencijala akumulacija i umjetnih stajačica u Dinaridskoj ekoregiji.

Akumulacija	OEK	Ekološki potencijal
Bajer	0,77	Dobar i bolji
Brljan	0,55	Dobar i bolji
Butoniga	0,79	Dobar i bolji
Golubić	0,91	Dobar i bolji
Gusić polje	0,65	Dobar i bolji
Kruščica	*-	-
Lepenica	*-	-
Lešće	*-	-
Lokvarka	*-	-
Njivice	0,48	Umjeren
Opsenica	0,84	Dobar i bolji
Peruča	*-	-

Tablica 13.4. Nastavak

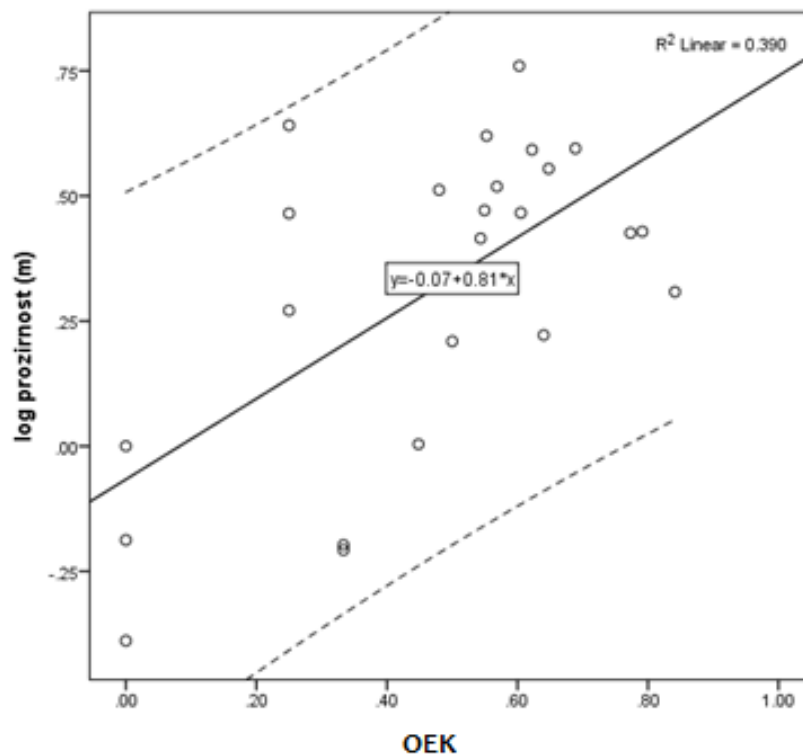
Akumulacija	OEK	Ekološki potencijal
Ponikve	0,55	Dobar i bolji
Prančevići	0,62	Dobar i bolji
Prološko blato	0,57	Dobar i bolji
Razovac	0,6	Dobar i bolji
Ričica	*-	-
Sabljaci	0,61	Dobar i bolji
Štikada	0,69	Dobar i bolji
Tribalj	0,64	Dobar i bolji
Vlačine	0,54	Dobar i bolji

\*- predlažemo da se makrofita isključe iz ocjene radi velikih oscilacija vodostaja koje su posljedica korištenja akumulacija

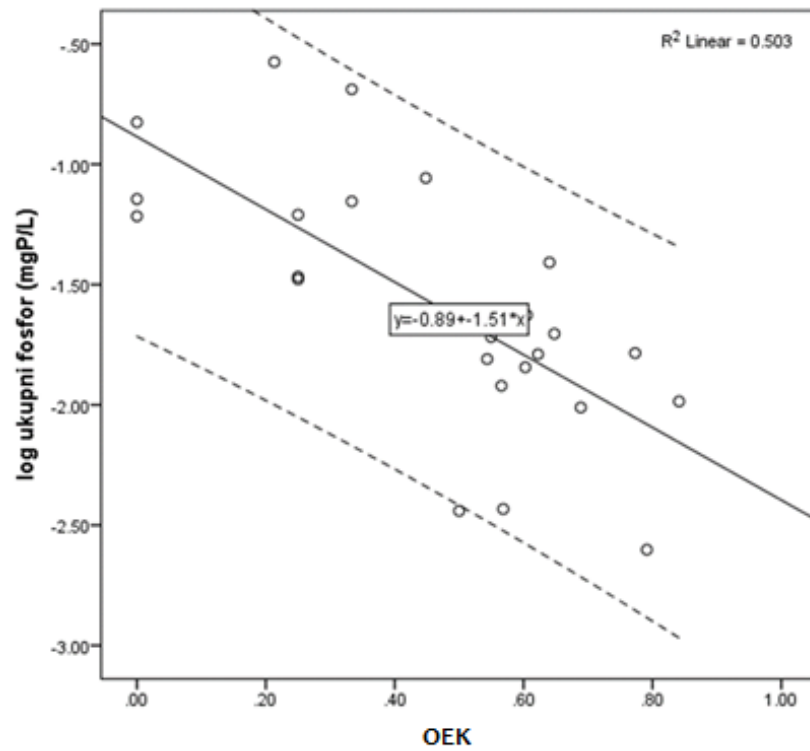
\*\* - akumulacija Đale nije uzorkovana radi nepristupačnog terena

### 13.2.3. Odnos omjera ekološke kakvoće i pritiska

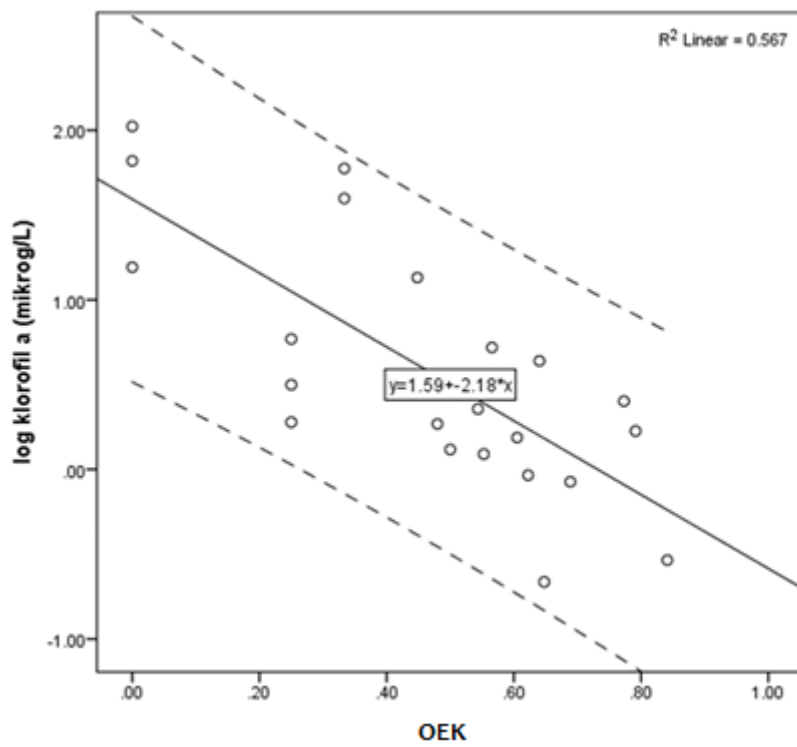
Odnosi pojedinih fizikalno-kemijskih parametara i omjera ekološke kakvoće prikazani su na slikama 13.2-13.9. Kako bi se ispitalo da li omjer ekološke kakvoće (OEK) opisuje pritiske iz okoliša testirana je korelacija između njega i osnovnih fizikalno-kemijskih parametara na koje bi makrofita trebali reagirati (tablica 13.5). Visok udio statistički značajnijih korelacija upućuje na to da OEK (ekološki omjer kakvoće) dobro odražava fizikalno-kemijska svojstva voda. Visok stupanj korelacije pokazuju nutijenti (ukupni fosfor, ukupni dušik i amonij), prozirnost, ukupni organski ugljik i količina suspendiranih čestica koji direktno uvjetuju stupanj trofije ili su njegova posljedica. Količina klorofila a posredni je pokazatelj stupnja trofije jer je količina planktonskih alga ovisna o količini nutrijenata.



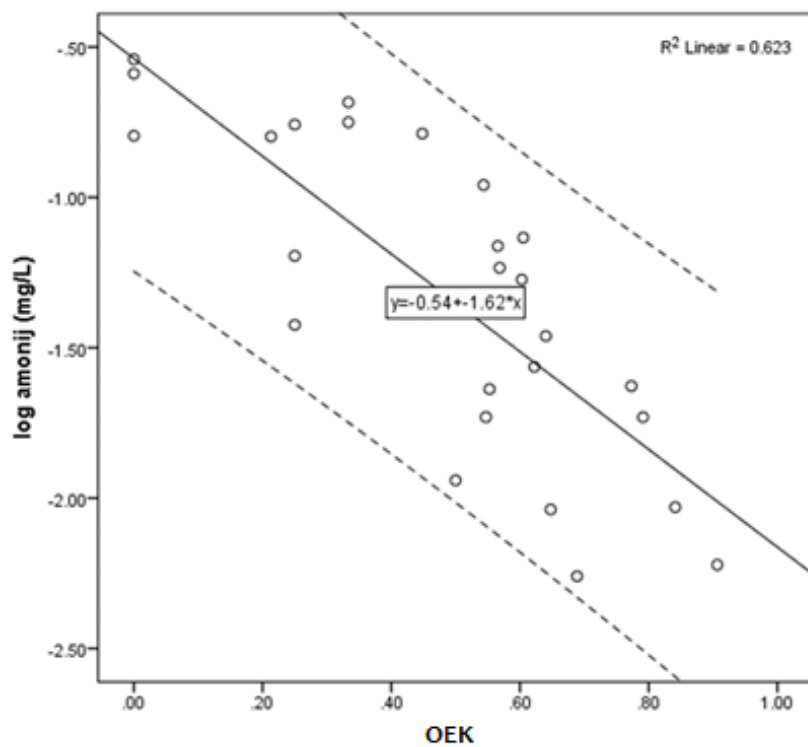
Slika 13.2. Odnos prozirnosti i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.



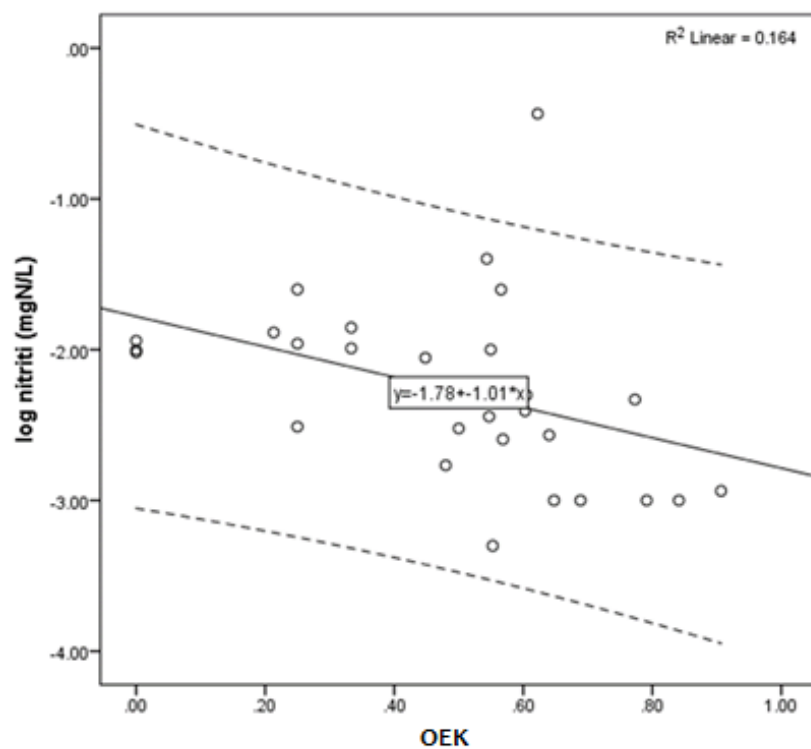
**Slika 13.3.** Odnos količine ukupnog fosfora i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.



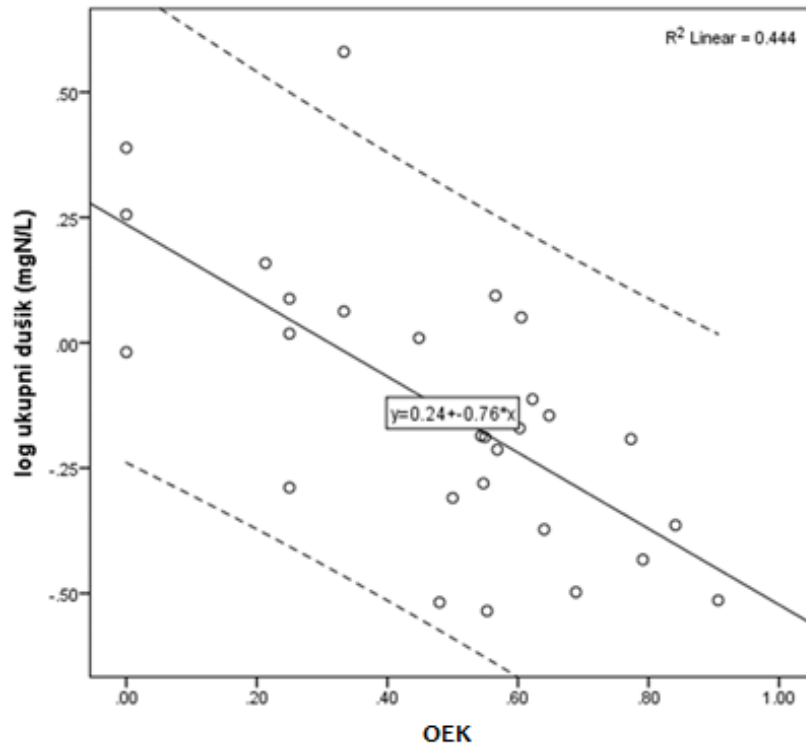
**Slika 13.4.** Odnos količine klorofila a i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.



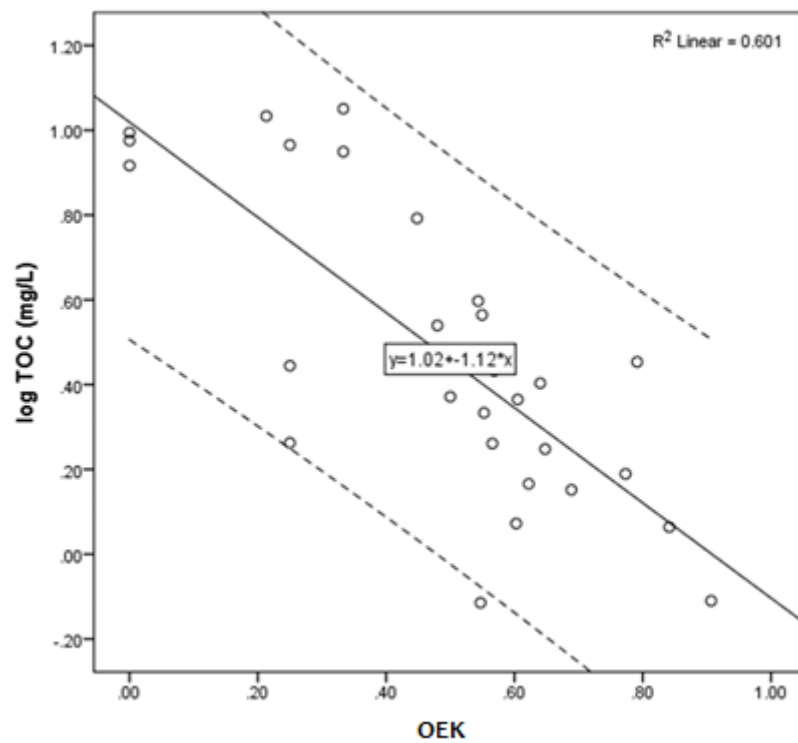
Slika 13.5. Odnos količine amonija i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.



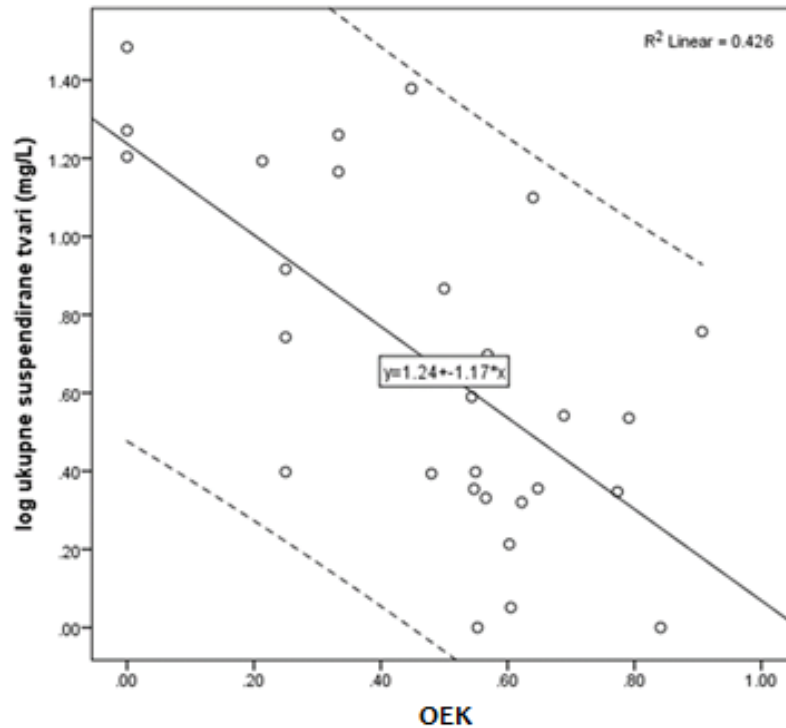
Slika 13.6. Odnos količine nitrita i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.



**Slika 13.7.** Odnos količine ukupnog dušika i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.



**Slika 13.8.** Odnos ukupnog organskog ugljika i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.



**Slika 13.9.** Odnos količine ukupne suspendirane tvari i OEK. Iscratno su prikazane granice pouzdanosti od 95%.

**Tablica 13.5.** Pearsonov indeks korelacije između OEK i fizikalno-kemijskih parametara. S \*\* su označene korelacije signifikantne za  $p \leq 0.001$ , a s \* korelacije signifikantne za  $p \leq 0.005$ .

	OEK		
	Pearson Correlation	$p$ (2-tailed)	N
prozirnost	<b>.624**</b>	.001	24
Klorofil <i>a</i>	<b>-.753**</b>	.000	24
temperatura	-.382*	.045	28
pH	.003	.987	28
elekt. vodljivost	.101	.616	27
susp. tvari	<b>-.652**</b>	.000	28
alkalinitet	.208	.287	28
tvrdoća	.324	.093	28
otopljeni kisik	-.052	.794	28
amonij	<b>-.789**</b>	.000	28
nitriti	<b>-.405*</b>	.032	28
nitрати	-.090	.670	25
ukupni dušik	<b>-.667**</b>	.000	28
ukupni fosfor	<b>-.709**</b>	.000	26
TOC	<b>-.775**</b>	.000	28

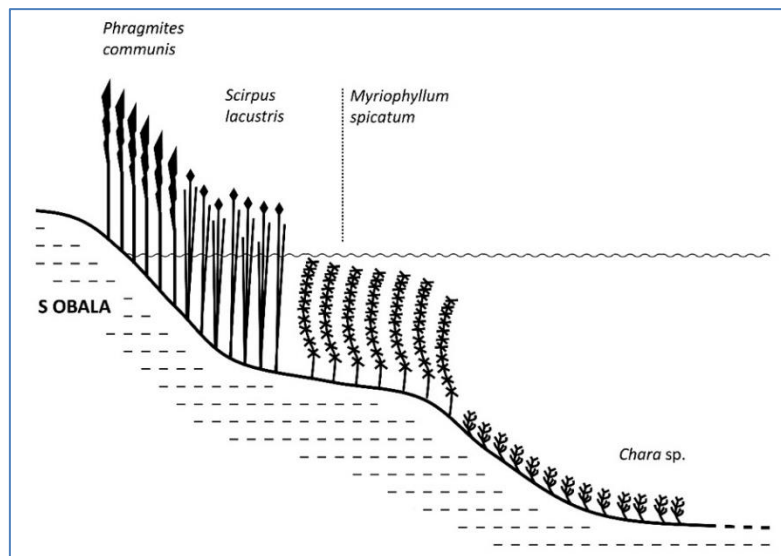


### 13.3. Opisi makrofitske vegetacije u akumulacijama Dinaridske ekoregije

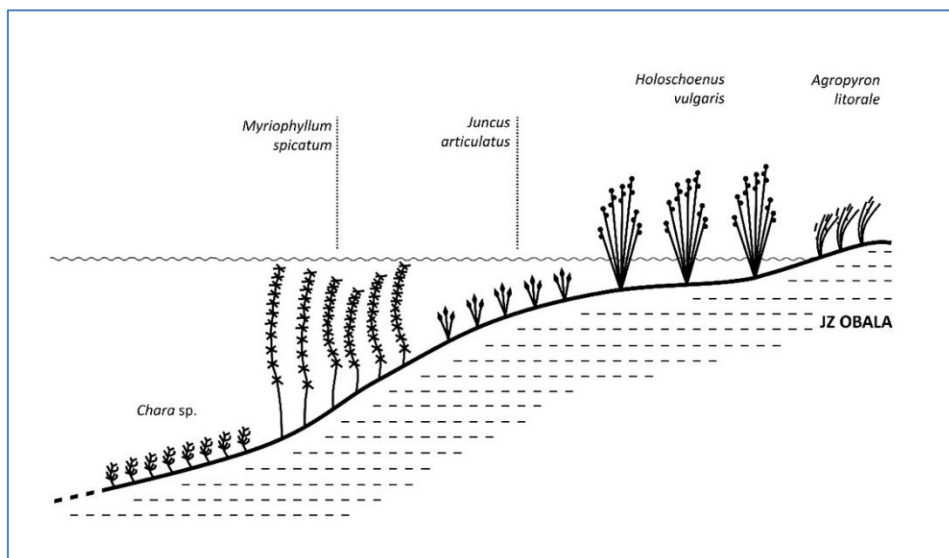
#### 13.3.1. Mediteranska subregija Dinaridske ekoregije

**13.3.1.1. Akumulacija Razovac, Donji bazen** (uzorkovano 19.10.2017.) – močvarna vegetacija tršćaka dominira na ulazu rijeke Zrmanje u jezero te uz postrojenje na desnoj obali. Podvodna vegetacija razvijena je u velikoj mjeri i dominira u plićem dijelu jezera uz branu te oko tršćaka. U jezeru je zabilježena zonacija vegetacije, pa je tako u najplićem dijelu zabilježena zelena alge iz roda *Chara*, dok u dubljim dijelovima dominira krocanj (*Myriophyllum spicatum*) (slika 3.10, slika 13.12). Vegetaciju tršćaka čine vrste *Phragmites australis*, *Scirpus holoschoenus* i *Scirpus lacustris* koje čine zasebne sastojine (slika 13.10). Uz jezero zabilježena je helofitska vegetacija koju čine *Juncus articulatus*, *Scirpus holoschoenus*, *Mentha aquatica*, *Myositis scorpioides*, *Agrostis stolonifera* (slika 13.11).

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



Slika 13.10. Razovac – vegetacijski profil na sjeverozapadnoj obali.



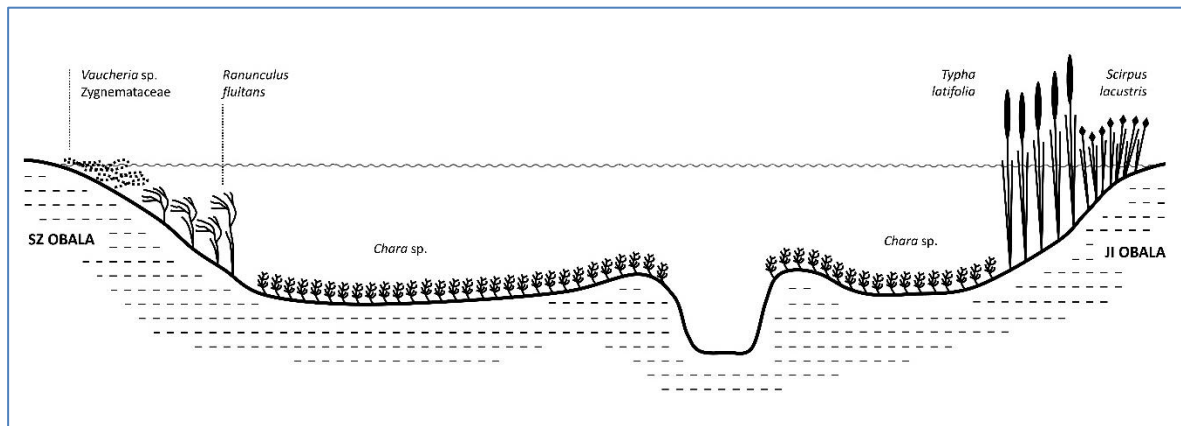
Slika 13.11. Razovac – vegetacijski profil na jugozapadnoj obali.



Slika 13.12. Razovac – zračni snimak s vidljivom močvarnom vegetacijom u sjeverozapadnom i istočnom dijelu akumulacije te bujnim submerznim livadama mriješnjaka (*Myriophyllum spicatum*).

**13.3.1.2. Akumulacija Golubić** (slika 13.14) (uzorkovano 19.10.2017.) – jezero karakterizira dobro razvijena makrofitska vegetacija i vegetacija tršćaka. Makrofitsku vegetaciju čine livade zelene alge iz roda *Chara*, koja je zastupljena s najvećom brojnošću i biomasom na dnu jezera (slika 13.13). Livade ove alge posebno su razvijene u središnjem dijelu jezera kao i uz dio jezera prema brani. S istočne strane jezera, bujno je razvijena vegetacija tršćaka gdje dominiraju vrste *Phragmites australis* i *Scirpus lacustris*. Uz zapadnu obalu jezera zabilježena je velika populacija makrofitske vrste *Ranunculus fluvialis*. Na zapadnoj strani jezera zamijećeno je i ispuštanje vode iz pročištača otpadnih voda gdje dolazi do izrazitog cvjetanja nitastih algi iz roda *Vaucheria* i porodice *Zygnemataceae* (slika 13.13). Ove alge plutaju na površini vode te obavija podvodnu vegetaciju gdje stvaraju veliku pokrovnost i biomasu koja se također nakuplja u obalnoj zoni jezera.

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji, no na sjeverozapadnoj obali gdje se slijevaju otpadne vode iz pročištača je vrlo loš. Zbog protočnosti je utjecaj tih voda ne širi izravno na cijelo jezero, no taj izljev treba svakako spriječiti jer će doći do postupnog smanjivanja ekološkog potencijala.



Slika 13.13. Golubić – vegetacijski profil.



Slika 13.14. Golubić – zračni snimak na kojem se uočava pojas bujne močvarne vegetacije na istočnoj obali, cvatnja alga na zapadnoj obali, te livade alga parožina koje prekrivaju dno.

**13.3.1.3. Akumulacija Prančević** (uzorkovano 20.10.2017.) – ova velika akumulacija na rijeci Cetini ima samo mjestimice izraženu zonaciju helofitske i makrofitske vegetacije (slika 13.15). Na obalama koje se blago spuštaju prema jezeru zabilježene su vrste: *Mentha aquatica*, *Phragmites australis*, *Agrostis stolonifera*, *Myosotis scorpioides*, *Caltha palustris*, *Rumex* sp. U plićim dijelovima zabilježeni makrofiti dolazili su na dijelovima gdje je dno bilo blago muljevito i to redom od plićeg prema dubljem: zelena alga *Chara* sp. mrijesnjak (*Potamogeton perfoliatus*), krocanj (*Myriophyllum spicatum*) te livade vodene kuge (*Elodea canadensis*). Velika pokrovnost vodene kuge zabilježena je upravo u dubljim dijelovima jezera.

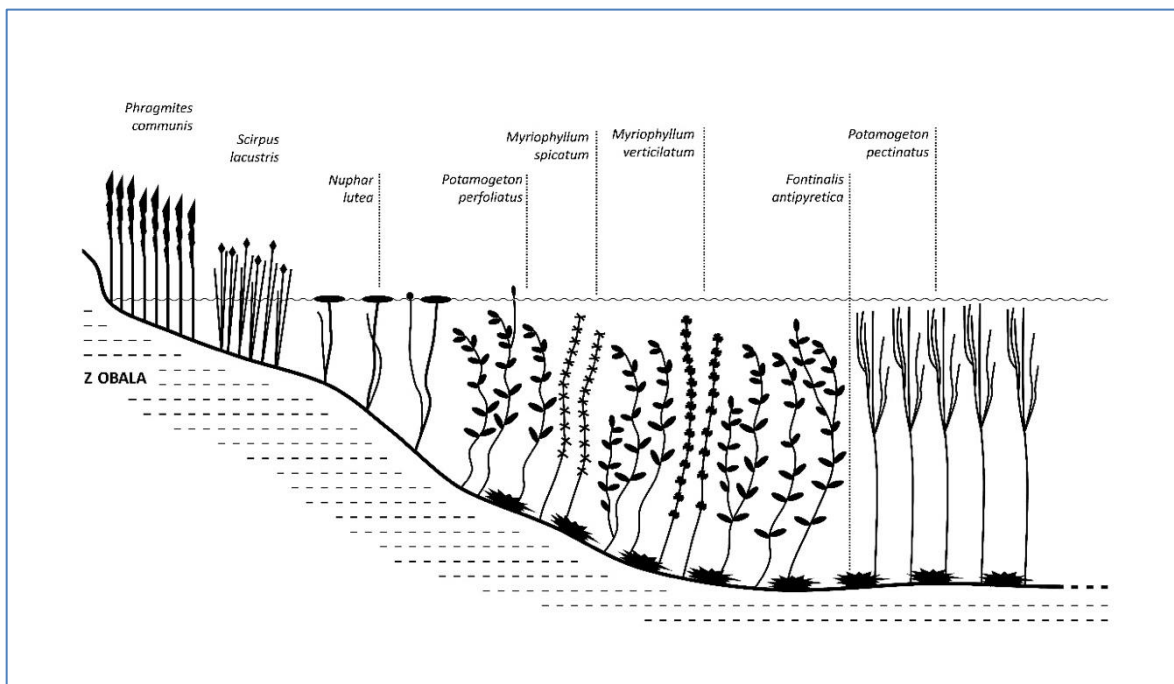
**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



Slika 13.15. Prančević – močvarna i vodena vegetacija.

**13.3.1.4. Akumulacija Brljan** (slika 13.17) (uzorkovano 20.10.2017.) – akumulaciju karakterizira velika raznolikost i biomasa vodene vegetacije. U obalnom dijelu zabilježene su tipične vrste za tršćake: *Phragmites australis* i *Scirpus lacustris*. U vodi su dominirali mrijesnaji vrste *Potamogeton pectinatus* i *P. perfoliatus*. Također, zabilježena je velika količina mahovine *Fontinalis antipyretica* (slika 13.16) na dnu jezera uz koju su dolazile vrste *Ranunculus circinatus*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton berchtoldii*, zelena alga *Chara* sp. U obalnom dijelu jezera zabilježena je velika brojnost i raznolikost perifitonskih nitastih zelenih algi i mahovina.

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji, no značajna zastupljenost vrste *Potamogeton pectinatus* i nitastih zelenih alga upućuju na eutrofikaciju i moguć prijelaz u umjeren ekološki potencijal.



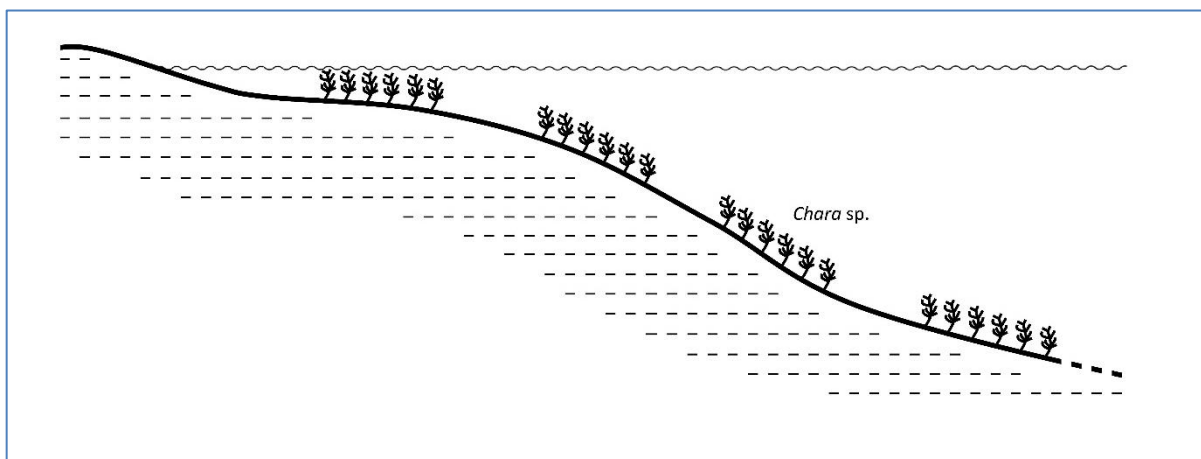
Slika 13.16. Brljan – vegetacijski profil na zapadnoj obali.



**Slika 13.17.** Brljan – zračna snimka na kojoj se uočava prostran pojas vegetacije tršćaka na istočnoj i sjeveroistočnoj, te sličan, ali uži na zapadnoj obali.

**13.3.1.5. Akumulacija Peruća** (slika 13.19) (uzorkovano 21. 7. 2016.) – jaka kolebanja vodostaja glavni su uzrok nepostojanja strukturiranog pojasa makrofitske vegetacije. K tome, voda je oligotrofna, s malo hranjivih tvari što je također ograničavajući faktor za razvoj vegetacije. Vegetacija je ograničena na karakteristične male i lokalizirane populacije alga parožina (*Chara* spp.) u priobalnom pojasu (slika 13.18), koje su karakteristične za oligotrofne, bistre vode.

**Ekološki potencijal:** nije ga moguće odrediti zbog velikih kolebanja vodostaja koja onemogućuju stalan razvoj makrofitske vegetacije, no prisutne livade alga parožina ukazuju na vrlo dobar ekološki potencijal koji odgovara dubokim, oligotrofnim jezerima.



**Slika 13.18.** Peruća – vegetacijski profil.



**Slika 13.19.** Peruća kod zaseoka Vućemilovići u Ježevićima – presušene livade alga parožina (*Chara* sp.) izrazito su bijele boje zbog vapnenca koje alge inkrustriraju.

**13.3.1.6. Akumulacija Tribalj** (uzorkovano 8. 9. 2016.) – ova akumulacija se odlikuje vrlo dobro razvijenom obalnom vegetacijom i oskudnom vodenom vegetacijom. Na prirodnom (tj. nebetoniranom dijelu obale) dobro je razvijen sloj drveća i grmlja kojeg čine vrbe (*Salix alba*, *S. purpurea* i *S. cinerea*) i sađena stabla kanadskih topola (*Populus × canadensis*). Slijedi pojas trščaka kojeg čine čiste sastojine trske (*Phragmites australis*) na koji se prema otvorenoj vodi nadovezuju sastojine oblića (*Schoenoplectus lacustris*) u kojima raste i niz drugih vrsta. Vodenu vegetaciju čine pojedinačne jedinke mrijesnjava (*Potamogeton nodosus*) i rahle livade alga parožina (*Chara* sp.).

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.

**13.3.1.7. Ponikve** (slika 13.21) (uzorkovano 13.7.2016.) - u plićoj zoni dominiraju vrste mrijesnjava (*Potamogeton lucens*, *Potamogeton trichoides* i *Potamogeton pectinatus*). Zanimljiv je nalaz populacije mesojedne biljke obična mješinka (*Utricularia vulgaris*). Uz zapadnu obalu akumulacije dominira populacija *Polygonum amphibium*, a pridolaze i vrste roda algi parožina (*Chara*), submerzni oblici *Mentha aquatica*, te *Myriophyllum alternifolium* i *Potamogeton crispus*. Od helofitske vegetacije uz obalu dolaze *Alisma lanceolata*, *Cyperus* sp., *Vitex agnus castus* i *Typha angustifolia* (slika 13.20).

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



Slika 13.20. Ponikve – obalna vegetacija.



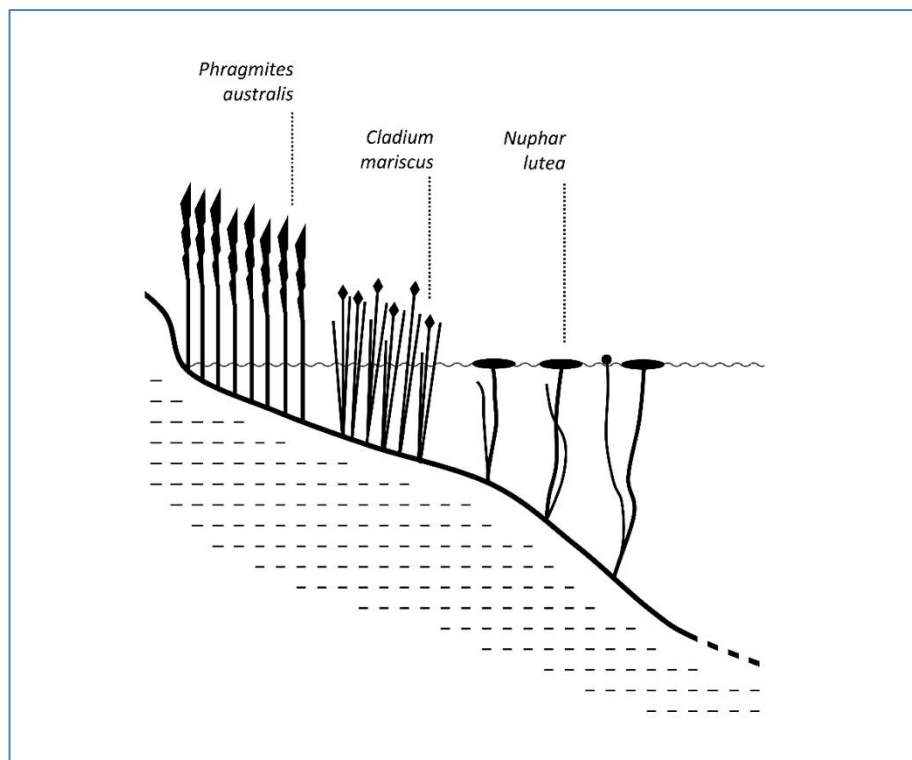
Slika 13.21. Ponikve – zračna snimka.

**13.3.1.8. Njivice** (uzorkovano 13.7.2016.) - vodena vegetacija je relativno slabo razvijena. Najbrojnija vrsta je *Nuphar lutea*, dok ostale vrste poput *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum* i *Nymphaea alba* dolaze rijetko u svega par jedinki (slika 13.23). Okolna vegetacija je dobro razvijena i sastoji se od gustig tršćaka (*Phragmites australis* i *Cladium mariscus*) (slika 13.22). Osiromašena vegetacija posljedica je unosa amura i bijelog tolstobika upravo zbog smanjenja širenja makrovegetacije (Randić, 2005).

**Ekološki potencijal:** umjeren, makrofitska vegetacija je relativno oskudna, nedostaju pokazatelji dobrog stanja, a vrsta *Potamogeton pectinatus* je pokazatelj eutrofikacije.



Slika 13.22. Njivice – vidljivi su gusti trščaci u obalnoj zoni.

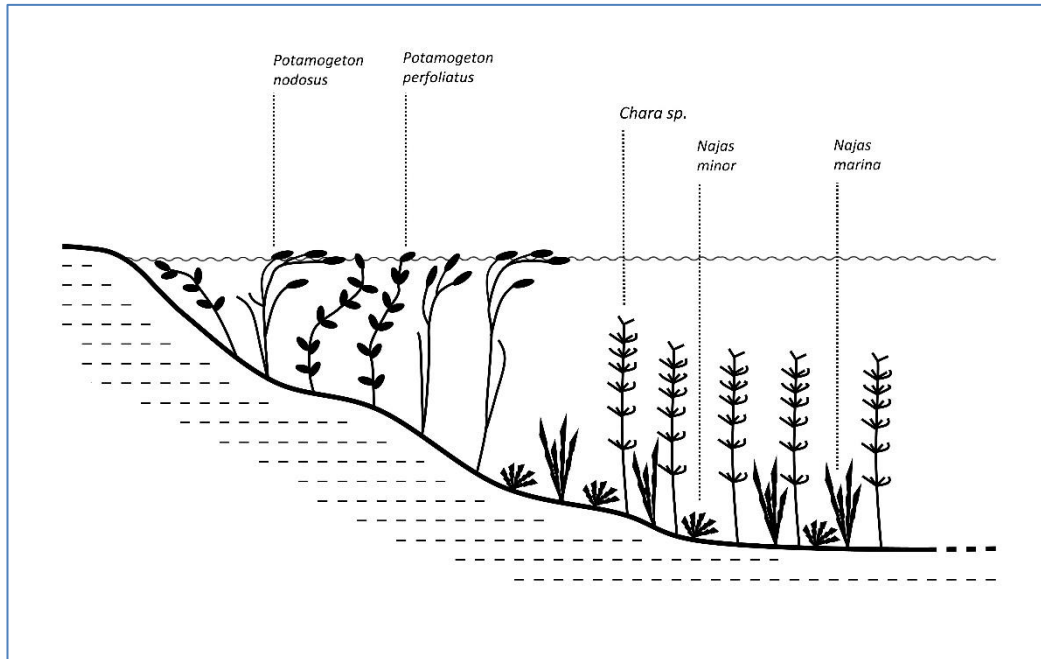


Slika 13.23. Njivice – vegetacijski profil.



**13.3.1.9. Butoniga** (slika 13.25 i slika 13.26) (uzorkovano 14.7.2016.) - u plićoj zoni dominiraju dvije vrste mrijesnjava (*Potamogeton perfoliatus* i *Potamogeton nodosus*) koje čine prvi vegetacijski pojas koji je ovisno o konfiguraciji obale više ili manje razvijen, a najizrazitiji je u manjim uvalama jezera, a pogotovo u dijelu jezera nasuprot brani (slika 13.24). U većim dubinama dominiraju podvodne livade alga parožina (*Chara*) s vrlo dugim (nekoliko metara) ui razgranatim talusima. Među njima se, ali rijede, nađu i sastojine dvije vrste podvodnica (*Najas marina* i *Najas minor*) (slika 13.24).

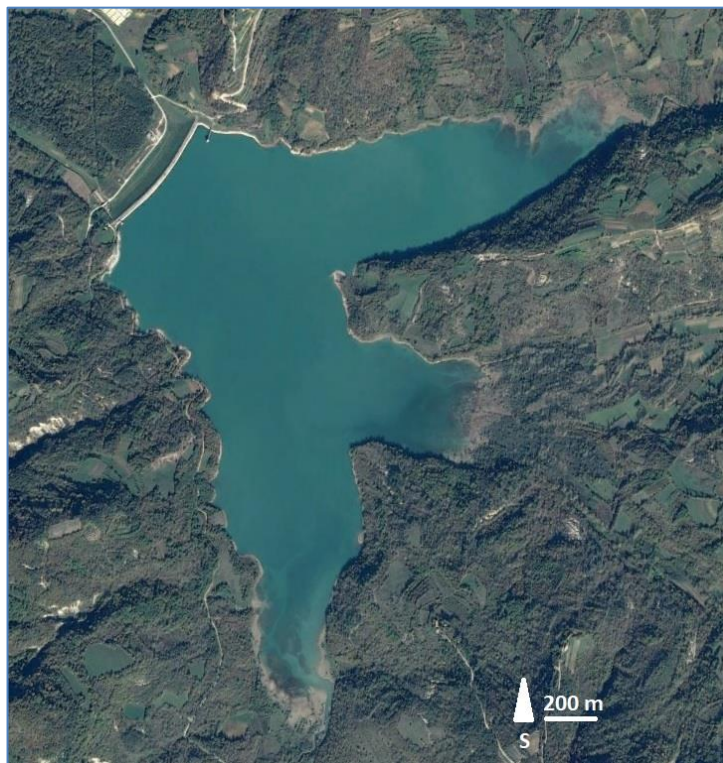
**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



Slika 13.24. Butoniga – vegetacijski profil.



Slika 13.25. Butoniga – pogled na obalnu zonu s mjestimice razvijenim tršćacima.



**Slika 13.26.** Butoniga – zračna snimka.

**13.3.1.10. Vlačine** (uzorkovano 20.7.2016.) – jezero s razvijenom vodenom i obalnom vegetacijom (slika 13.28), s plitkim prirodnim obalama na južnom i zapadnom dijelu te nasipom i dubokom vodom na sjevernom i sjeveroistočnom dijelu (slika 13.27). Podloga jezera je muljevita uz gusto razvijenu vodenu vegetaciju. Plitka položena obala razvila je gustu i vrstama raznoliku zajednicu trščaka (*Arundo donax*, *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus lacustris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Juncus articulatus* i *Scirpoides holoschoenus*) (slika 13.29). U plitkoj zoni uz plićake razvila se helofitska vegetacija (*Alisma plantago-aquatica*, *Baldellia ranunculoides*, *Mentha aquatica*, *Agrostis stolonifera*, *Lythrum salicaria* i *Veronica anagallis-aquatica*). U plitkoj vodi dominiraju zelene alge parožine vrste *Nitella hyalina*. Duboku vodu jezera karakteriziraju guste livade vodenih biljaka s dominantnom zajednicom mrijesnjava (*Potamogeton gramineus*, *P. lucens*, *P. natans*, *P. pectinatus*, *P. crispus*, *P. perfoliatus*, *P. × angustifolius*) te krocanj (*Myriophyllum spicatum*) i podvodnica (*Najas marina*) (slika 13.29).

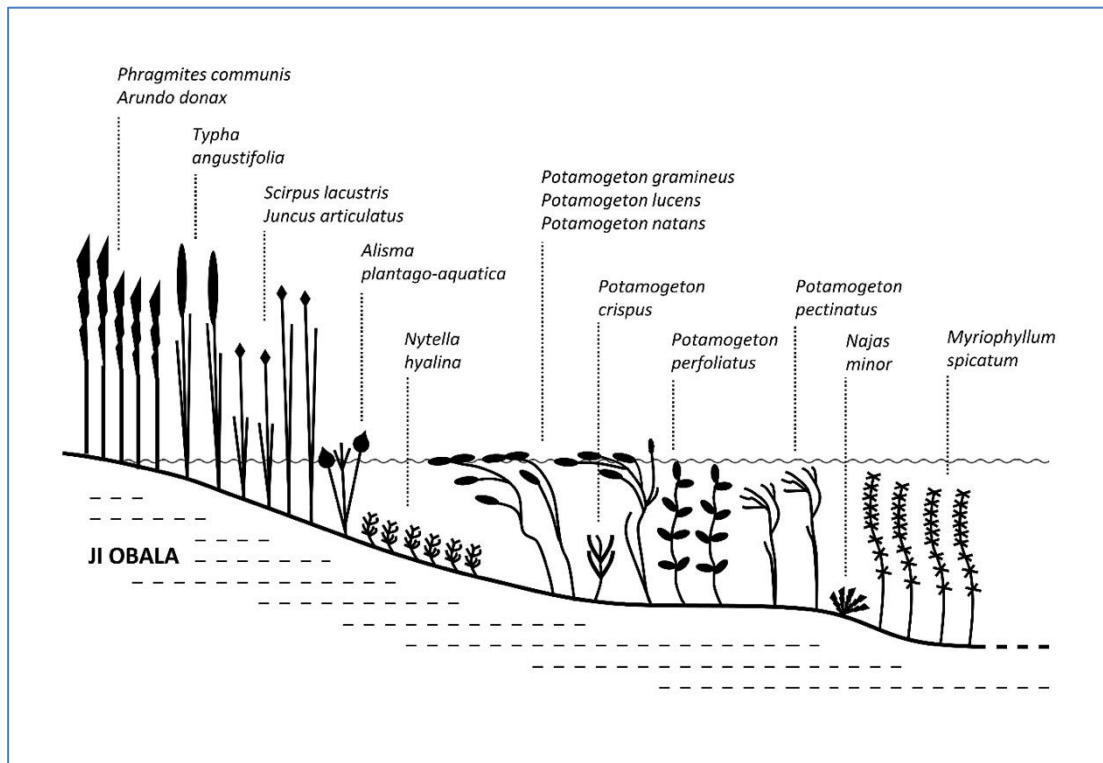
**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



**Slika 13.27.** Vlačine – zračna snimka.



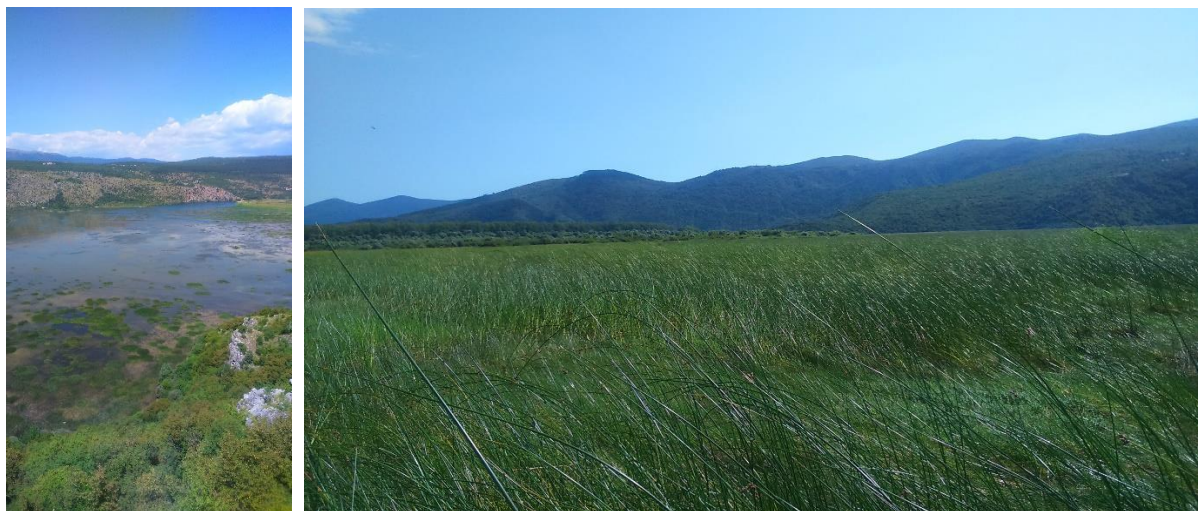
**Slika 13.28.** Vlačine s bogato razvijenom makrofitском i helofitskom vegetacijom.



Slika 13.29. Vlačine – Vegetacijski profil.

**13.3.1.11. Prološko blato** (slika 13.31) (uzorkovano 21.7.2016.) – plitko jezero s izrazito bujno razvijenim pojasom tršćaka ima promjenjiv vodni režim, odnosno razinu vodostaja. Jezero se koristi za navodnjavanje okolnih poljoprivrednih površina te je u danas u funkciji ribnjaka. Tršćak u gustom zajednici većinom čini vrsta *Schoenoplectus lacustris*, uz manju brojnost vrste *Bolboschoenus maritimus* (slika 13.30). Guste livade jezernica (*Eleocharis palustris* i *E. acicularis*) izmjenjuju se u potopljenom obalnom dijelu između tršćaka. U najplićem dijelu jezera u zonama se pojavljuje helofitska vegetacija (*Gratiola officinalis*, *Polygonum amphibium*, *Agrostis stolonifera*, *Alisma plantago-aquatica*, *Alisma lanceolatum*) te vodena vegetacija zelenih algi parožina (*Chara* sp. i *Nitella* sp.). U dubljem dijelu jezera zabilježene su guste livade vodene vegetacije s dominantom vegetacijom mrijesnjacka (*Potamogeton gramineus*, *P. pectinatus*, *P. crispus*) i podvodnica (*Najas minor*) (slika 13.32).

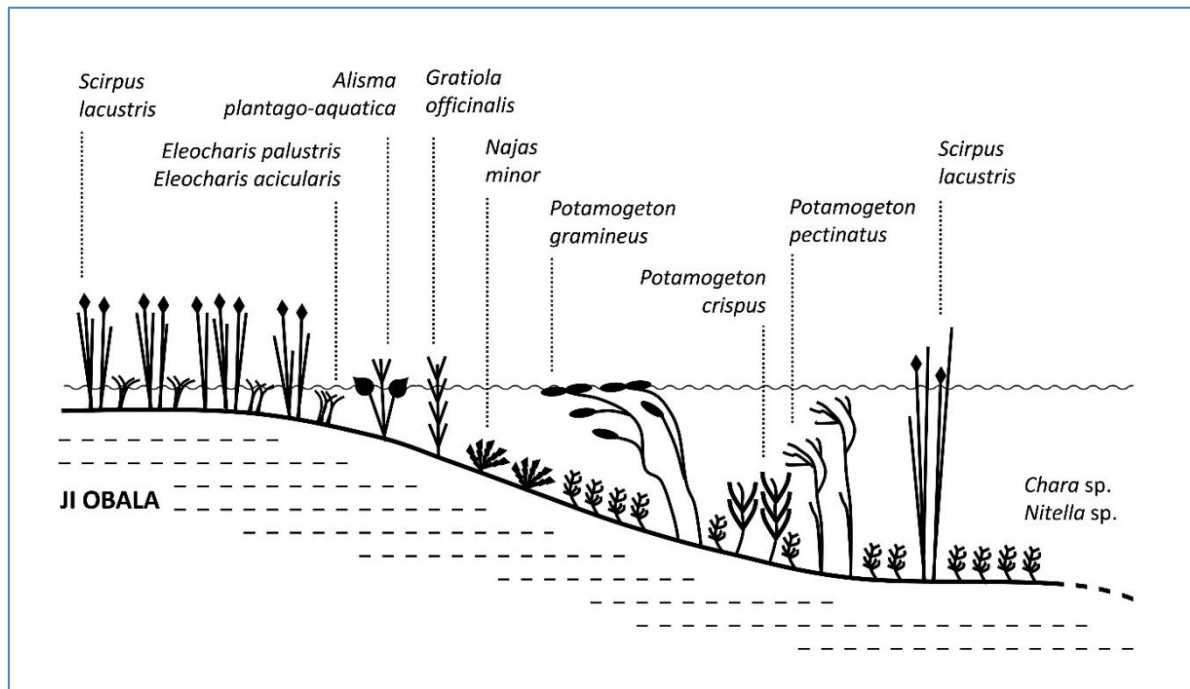
**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



**Slika 13.30.** Prološko blato – pogled na potopljenu obalu prološkog jezera (lijevo) i gusta zajednica tršćaka (desno).



**Slika 13.31.** Prološko blato – zračna snimka.



Slika 13.32. Prološko blato – vegetacijski profil.

**13.3.1.12. Ričice** (uzorkovano 21.7.2016.) – duboko jezero s velikim oscilacijama vodostaja i izrazito muljevitom podlogom (slika 13.33). Obale jezera su u južnom dijelu prema ispustu jezera obložene megalitalom i izrazito su strme. Između kamenja nakupljena je velika količina mulja te se tamo razvija oskudna vodena vegetacija koju čine mrijesnjak (*Myriophyllum spicatum*), podvodnica (*Najas minor*) i zelene alge parožine (*Nitella syncarpa*). U obalnom dijelu zabilježena je vrsta *Alisma lanceolatum*. U sjevernom dijelu izduženog jezera obale su blago položene, prekrivene muljom s busenovima vodene vegetacije. Sporadične busenove vodene vegetacije čine zasebne zajednice vrste zelenih algi parožina (*N. syncarpa*) te podvodnice (*N. minor*). U izdvojenim uvalama jezera zabilježen je krocanj (*M. spicatum*) a na obali *Schoenoplectus lacustris*.

**Ekološki potencijal:** nije ga moguće odrediti jer je zbog velikih kolebanja vodostaja makrofitska vegetacija vrlo oskudno razvijena, no da nema tih kolebanja za jezero bi trebale biti karakteristične livade alga parožina (*Characeae*).

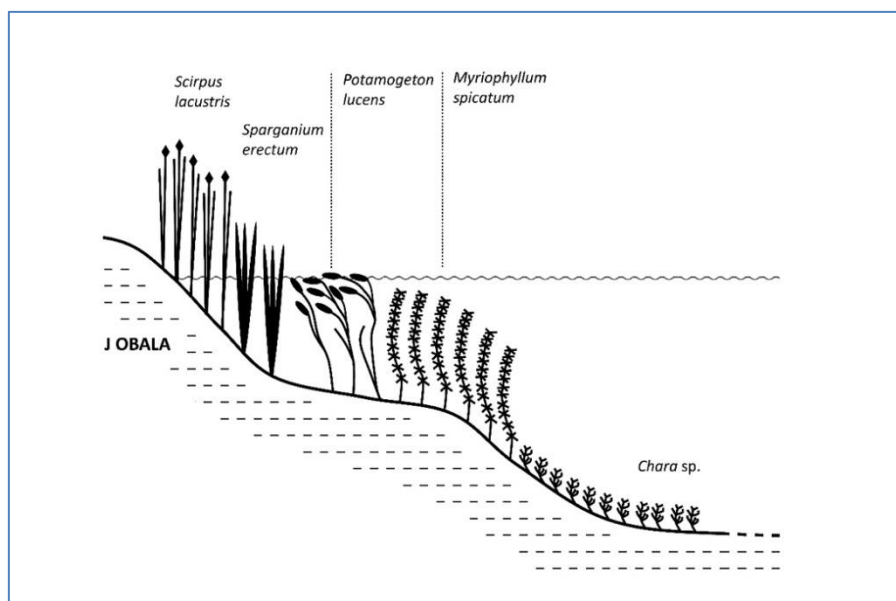


**Slika 13.33.** Ričice – muljevite obale preostale nakon pada vodostaja na kojima gotovo da nema makrofitske vegetacije.

### 13.3.2. Kontinentalna subregija Dinaridske ekoregije – Lika i Ogulinska zaravan

**13.3.2.1. Akumulacija Gusić polje** (uzorkovano 3. 11. 2017.) – ovu akumulaciju karakterizira iznimno bujno razvijena makrofitska vegetacija. Na istočnoj, plićoj strani jezera bujno je razvijena vegetacija tršćaka u kojoj dominira vrsta *Scirpus lacustris* (slika 13.35). Tršćaci se dijelom pružaju i prema južnoj obali, no prema zapadu, kako obale postaju strmije, čine sve uži pojas dok u potpunosti ne nestanu. Zbog strmih obala uglavnom ih nema ni na sjevernoj obali. Makrofitsku vegetaciju čine bujne livade krocanja (dominira vrsta *Myriophyllum spicatum*, ali se javlja i vrsta *M. verticillatum*). Njima se s velikom brojnošću pridružuju mrijesnaji (*Potamogeton lucens* i s nešto manjom brojnošću *P. pectinatus*) (slika 13.34), te niz drugih vrsta. Dijelovi dna obrasli su i livadama parožina (*Chara* spp.). Ukupno gledajući, Gusić polje je jedna od akumulacija s najvećom raznolikošću flore makrofita.

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



**Slika 13.34.** Gusić polje – vegetacijski profil.



**Slika 13.35.** Gusić polje – zračna snimka s vidljivom bujnom močvarnom vegetacijom u istočnom dijelu akumulacije.

**13.3.2.2. Akumulacija Kruščica** (uzorkovano 7. 10. 2016.) – ova akumulacija zbog velike dubine, strmih obala i znatnih kolebanja vodostaja nema strukturiranu makrofitsku vegetaciju. Međutim, značajna efemerna vegetacija koja se razvija na vlažnim tlima nakon povlačenja vode, a čini ju u Hrvatskoj vrlo rijetka zajednica mahovina prilagođenih na takva staništa. Posebno valja istaći iznimno velike populacije vrste *Riccia crystallina* koja zauzima tisuće kvadratnih metara obale nakon povlačenja vode, a inače je vrlo rijetka vrsta u flori Hrvatske (slika 13.36). Njoj se pridružuje druga vrsta mahovine vlažnih obalnih muljeva *Physcomitrella patens*, također rijetka u flori Hrvatske, te nekoliko vrsta vaskularne flore među kojima posebno treba spomenuti vrstu *Gnaphalium uliginosum* koja također ima male populacije u Hrvatskoj.

**Ekološki potencijal:** nije ga moguće odrediti jer velika kolebanja vodostaja onemogućuju razvoj makrofitske vegetacije.



**Slika 13.36.** Kruščica – presušene obale masovno obrasle rijetkom vrstom mahovine *Riccia crystallina*.



**13.3.2.3. Akumulacija Štikada** (slika 13.37) (uzorkovano 26. 7. 2016.) – ovu akumulaciju odlikuje bujno razvijena makrofitska vegetacija. Dok se u obalnom pojasu nalaze pojedinačni grmovi vrba (*Salix purpurea* i *S. alba*) te manje sastojine rogoza (*Typha latifolia*) i drugih močvarnih vrsta, submerznu vegetaciju čine guste, biomasom bogate livade u kojima dominira *Potamogeton perfoliatus*, a slijedi mu vrsta *Myriophyllum spicatum*. Njima su primiješane vrste *Potamogeton crispus* i pojedinačno *P. nodosus*, a u dubljoj vodi bujno je razvijena vrsta *Najas marina*. U livadama vrste *P. perfoliatus* nalaze se i busenovi vrste *Schoenoplectus lacustris* sa dugim submerznim listovima, a tek se mjestimice javljaju emerzne stabljike. Za pliće dijelove jezera (kod pruge) značajne su sastojine u Hrvatskoj rijetke vrste alge parožine *Nitellopsis obtusa*. Ovo je jedna od akumulacija koje se ističe po bujnoj i dobro strukturiranoj vodenoj vegetaciji.

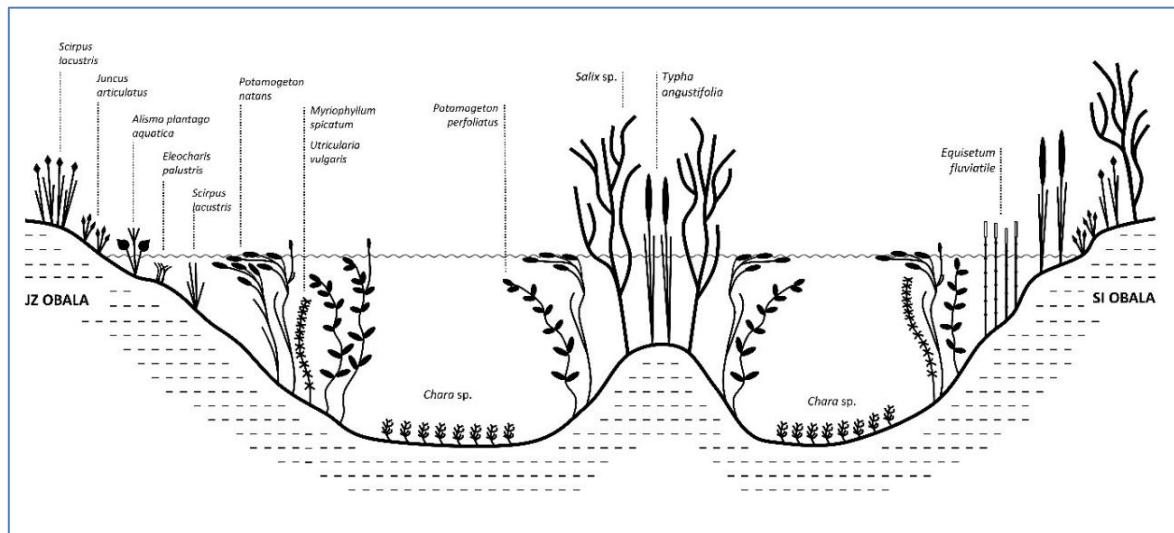
**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



**Slika 13.37.** Štikada – pojas močvarne vegetacije na koji se nadovezuje vodena vegetacija.

**13.3.2.4. Akumulacija Opsenica** (slika 13.39) (uzorkovano 26. 7. 2016.) – mala je, no po bogatstvu, biomasu i strukturiranosti vodene vegetacije iznimna akumulacija. Obalnu zonu močvarne vegetacije čini veći broj vrsta među kojima se ističu *Schoenoplectus lacustris* zatim malobrojnija *Typha angustifolia*, a slijede *Eleocharis palustris*, *Lythrum salicaria*, *Menta aquatica*, *Juncus articulatus* i *Alisma plantago-aquatica* (slika 13.38). Nadovezuje se vodena vegetacija sa submerznim oblikom vrste *Schoenoplectus lacustris*, na koju se nadovezuju guste livade vrsta *Potamogeton perfoliatus* i *P. natans* u kojima nalazimo i obilno zastupljenu mesojednu vrstu *Utricularia vulgaris*, te *Myriophyllum spicatum* (slika 13.38). U plićoj vodi javlja se i prostrani pojas preslica (*Equisetum fluviatile*) koje gornjim dijelom stabljika izviruju iz vode. Takve sastojine su rijetke vegetacijski tip u Hrvatskoj, pogotovo na većim površinama. Samo dno pokrivaju tepisi alga parožina (*Chara* sp.) (slika 13.38).

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



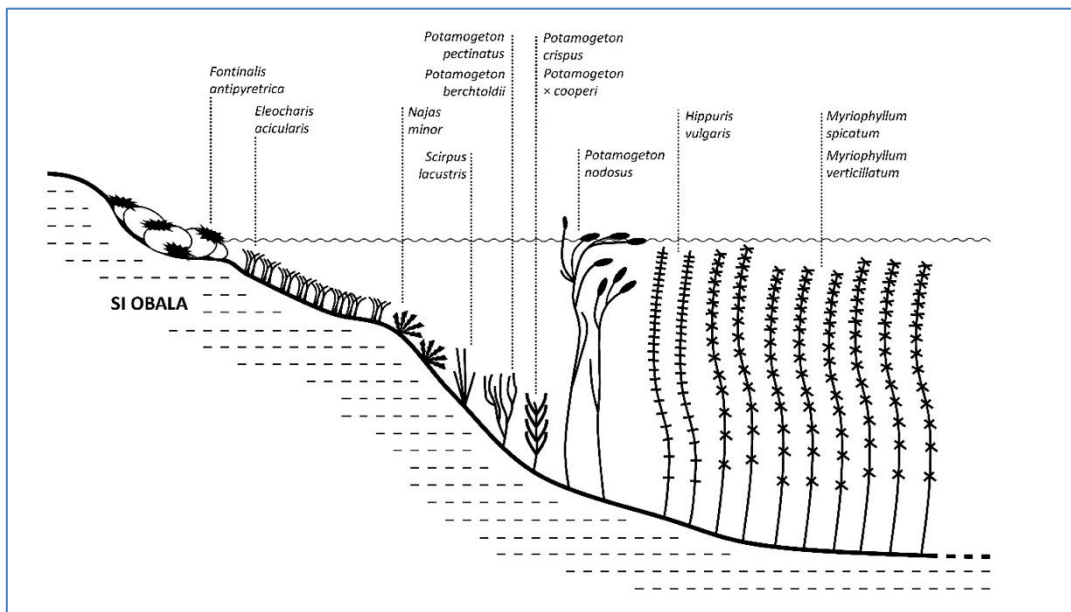
Slika 13.38. Ospenica – vegetacijski profil.



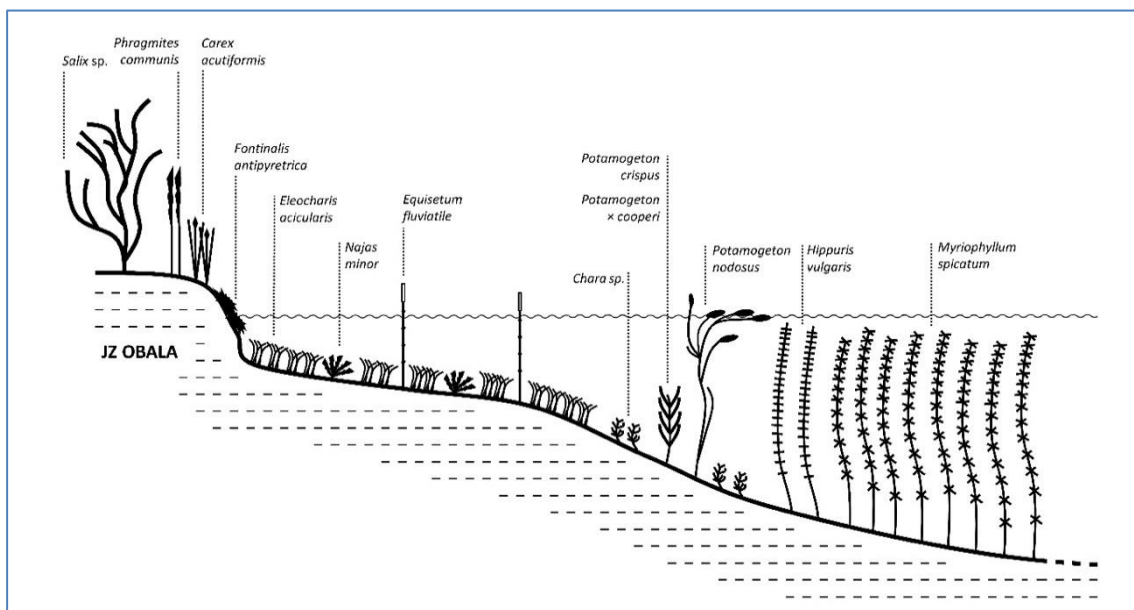
Slika 13.39. Ospenica – zračni snimak s dobro vidljivom bujnom močvarnom vegetacijom u zapadnom i sjeveroistočnom dijelu akumulacije.

**13.3.2.5. Akumulacija Sabljaci** (uzorkovano 7. 9. 2016.) – po raznolikosti i biomasi makrofita izrazito bogata akumulacija. Zona tršćaka razvijena je osobito na jugozapadnoj obali. Slijede prostrane i guste, periodički izronjene livade vrste *Eleocharis acicularis* (slika 13.42) koje su rijetke u Hrvatskoj, pogotovo u tom obimu. Na njih se nadovezuje pojas vrste *Najas minor* koji je uži i rahlji u odnosu na prethodni. Na njega se nadovezuje pojas mriješnjaka kojeg čini nekoliko vrsta (*Potamogeton nodosus*, *P. crispus*, *P. pectinatus*, *P. berchtoldii* i *P. × cooperi*), na koji se nadovezuju sastojine vrlo bujno razvijene vrste *Hippuris vulgaris* koje postupno prelaze u jednako bujne livade mriješnjaka (*Myriophyllum spicatum* i *M. verticillatum*) koje pokrivaju najveću površinu jezera i imaju najveću biomasu (slika 13.41, slika 13.40).

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



Slika 13.40. Sabljaci – vegetacijski profil na sjeveroistočnoj obali.



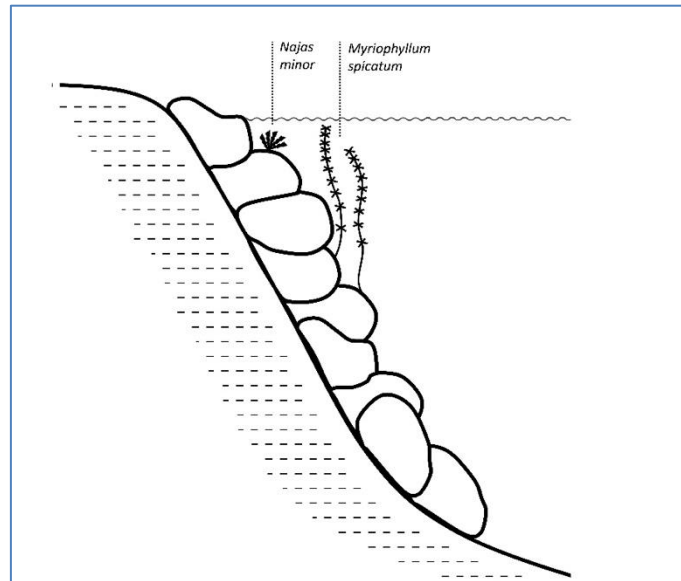
Slika 13.41. Sabljaci – vegetacijski profil na jugozapadnoj obali.



**Slika 13.42.** Sabljaci – presušene livade vrste *Eleocharis acicularis*.

**3.2.6. Akumulacija Dobra-Lešće** (uzorkovano 7. 9. 2016.) – ovu akumulaciju također odlikuju vrlo strme obale koje čini krupni kameni nabačaj nepogodan na ukorjenjivanje vodenih biljaka, velika dubina i kolebanja vodostaja (slika 13.43). K tome je i relativno mlada, što uz prethodno navedene značajke uzrokuje oskudno razvijenu vegetaciju makrofita. No, ova istraživanja su pokazala da je kolonizacija akumulacije započela i da se razvija obalni pojas makrofitske vegetacije koje zasad čine odvojeni i relativno mali „otoci“ makrofita koje čini vrsta *Myriophyllum spicatum* (slika 13.44). Ona raste u obliku vrlo dugih „resa“, a između njih se nalaze manje brojne i tek 15-ak cm visoke jedinice vrste *Najas minor* (slika 13.43).

**Ekološki potencijal:** na temelju trenutne vegetacije bio bi na granici između lošeg i umjerenog, no s obzirom da se radi o relativno novoj akumulaciji makrofitska vegetacija se još nije uspjela razviti. Opisana vegetacija predstavlja prve faze kolonizacije, te preporučamo da se zasad ova akumulacija izuzme iz ocjene ekološkog potencijala na temelju makrofita.



Slika 13.43. Dobra-Lešće – vegetacijski profil.



Slika 13.44. Dobra-Lešće – početak naseljavanja makrofitske vegetacije (*Myriophyllum spicatum*).

### 13.3.3. Kontinentalna subregija Dinaridske ekoregije – Gorski kotar

**13.3.3.1. Akumulacija Lokvarka (Omladinsko jezero)** (uzorkovano 8. 9. 2016.) – jaka kolebanja vodostaja, strma obala i relativno hladna voda onemogućuju razvoj makrofitske vegetacije u najvećem dijelu jezera. Tek na ulaznom dijelu u jezero, u Mrzlim Vodicama, mogu se naći pojedinačni primjerci vrste *Myriophyllum spicatum*, te zona periodično plavljenih sastojina šaševa na blago položenim obalama (slika 13.45). Međutim s obzirom na ukupnu površinu jezera ovi dijelovi zauzimaju vrlo mali udio jezera, odnosno obale jezera.



**Slika 13.45.** Lokvarka (Omladinsko jezero) – rub akumulacije u Mrzlim Vodicama s periodički plavljenom vegetacijom šaševa.

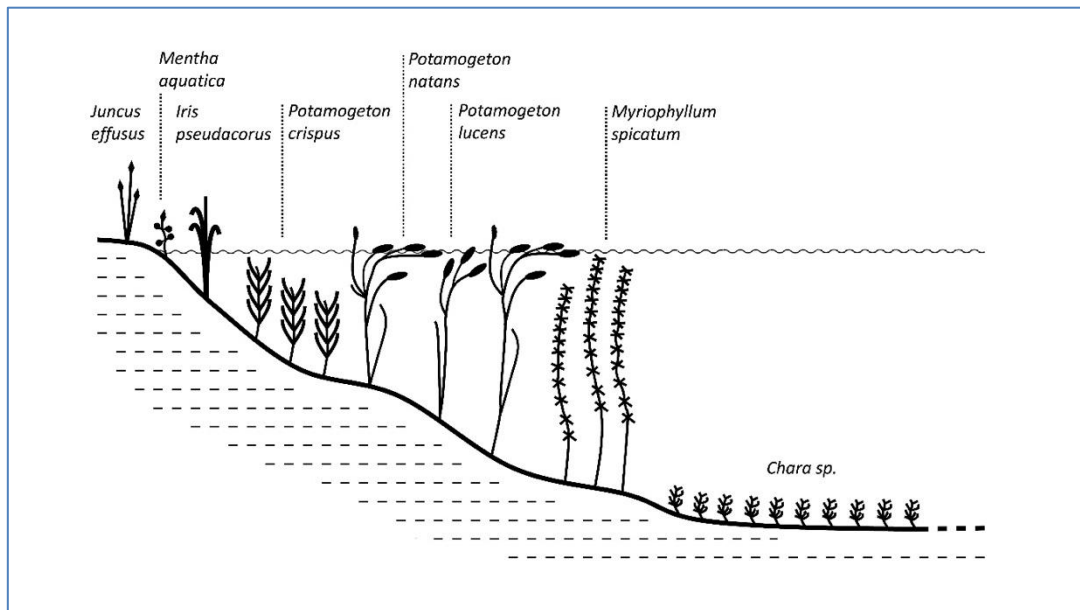
**Ekološki potencijal:** nije ga moguće odrediti jer zbog velikih oscilacija vodostaja ne postoji makrofitska vegetacija.

**13.3.3.2. Akumulacija Lepenica** (uzorkovano 12. 7. 2016.) – također se radi o akumulaciji sa znatnim kolebanjem vodostaja (koja je zadnjih godina pražnjena radi redovnog održavanja) u gorskom pojasu što je uzrok oskudno razvijene vegetacije koja se svodi na livade mrijesnjava (*Myriophyllum spicatum*). U obalnom pojasu zabilježeno je tek nekoliko vrsta s malim učestalostima.

**Ekološki potencijal:** nije ga moguće odrediti zbog vrlo oskudne makrofitske vegetacije koja se nije stigla razviti nakon pražnjenja akumulacije zbog održavanja.

**13.3.3.3. Akumulacija Bajer** (uzorkovano 12. 7. 2016.) – od svih akumulacija u gorskom pojasu ima najbolje razvijenu makrofitsku vegetaciju iako joj je ukupna abundancija mala. U obalnom pojasu prisutni su pojedinačni buseni vrste *Juncus effusus* među kojima se nalaze jedinke vrsta *Mentha aquatica* i *Iris pseudacorus*. Slijedi pojas mrijesnjava u kojem nalazimo tri vrste (*Potamogeton crispus*, *P. lucens* i *P. natans*), a za njim slijede livade mrijesnjava (*Myriophyllum spicatum*), na koje se s povećanjem dubine nadovezuju livade alga parožina (*Chara* sp.) (slika 13.46).

**Ekološki potencijal:** dobar i bolji.



Slika 13.46. Bajer – vegetacijski profil.

#### 13.4. Maksimalni ekološki potencijal akumulacija s obzirom na zajednice makrofita

##### Duboke stajaćice

Maksimalni ekološki potencijal odgovarao bi oligotrofnim, stratificiranim dubokim jezerima s livadama alga parožina (*Characeae*) koje sežu do dubina većih od 10 m kao što je to slučaj s prirodnim jezerima u ovoj ekoregiji – Vranskim jezerom na otoku Cresu, te Proščanskom jezeru i Kozjaku na Plitvicama. Također su moguće i sastojine drugih submerznih makrofita, no njihova pokrovnost je manja od pokrovnosti livada parožina. Obalna helofitska vegetacija je načelno oskudna, a razvija se na dijelovima s blago položenom obalom. U njoj su glavne vrste oblič (*Schoenoplectus lacustris*) ili ljutak (*Cladium mariscus*).

##### Plitke stajaćice

Maksimalni ekološki potencijal odgovarao bi oligotrofnim i mezotrofnim jezerima s bentički razvijenim livadama alga parožina (*Characeae*) kao što je slučaj u Vranskom jezeru i većini Baćinskih jezera kod Biograda dok se u plićem pojasu razvijaju livade širokolisnih mrijesnjava (npr. *Potamogeton perfoliatus*, *P. lucens*, *P. gramineus*) s drugim vrstama, npr. krocanj (*Myriophyllum spicatum*), vodeni žabnjaci (npr. *Ranunculus trichophyllus*), dok se u obalnom dijelu mogu razvijati livade jezernica (npr. *Eleocharis acicularis*, *E. palustris*), zajednice malih šiljeva obala koje periodički presušuju (*Nanocyperion*), dok u pojasu helofita, odn. trščaka dominira oblič (*Schoenoplectus lacustris*) kojem se pridružuju i druge vrste u manjoj mjeri (*Phragmites australis*, *Arundo donax*, *Typha* spp., *Sparganium erectum*, *Mentha aquatica*, *Lythrum salicaria* itd.). Livade lokvanja i lopoča s mrijesnjava plutajućih listova mogu biti obilno razvijene, ali zauzimaju ograničeni pojas i ne prekrivaju većinu površine stajaćice. Zajednice plutajućih makrofita razvijaju se u manjoj mjeri i abundancijom znatno zaostaju za submerznim zajednicama.

## Vrlo plitke stajačice

Maksimalni ekološki potencijal odgovara eutrofnim jezerima s vegetacijom sveza *Magnopotamion* ili *Hydrocharition*. Livade alga parožina ne zauzimaju više nužno značajno mjesto u pokrovnosti submerzne vegetacije. Submerzne zajednice su slične kao i u plitkim stajaćicama, no raste udio zajednica plutajućih makrofita (*Hydrocharition*), tako da se mogu razvijati velike sastojine plutajućih vrsta. Također, u zajednicama submerznih makrofita mogu se javljati uskolisni mrijesnaji koji tu nisu pokazatelji poremećaja ukoliko ne dominiraju nad drugim vrstama.

## Literatura

Alaoui KS, Galoux D, Rosillon F. 2014. Macrophytes: Limitations of using them to assess reservoir status according to the Water Framework Directive. *International Journal of water Sciences*. DOI 10.5772/57435.

Anonymus 2008. UKTAG Guidance on the classification of ecological potential for heavily modified water bodies and artificial water bodies. WDF Uk TAG.

Borhidi A. 1995. Social behaviour types, the naturalness nad relative ecological indicator values of the higher plants in the Hungarian flora. *Acta Botanica Hungarica* 39, 97-181.

Borja A, Elliott M. 2007. What does 'good ecological potential' mean, within the European Water Framework Directive? *Mar. Pollut. Bull.* 54, 159–1564.

Ciecierska H, Kolada A. 2014. ESMI: a macrophyte indeks for assessing the ecological status of lakes. *Environ. Monit. Assess.* DOI 10.1007/s10661-014-3799-1.

Chytrý M. (ed.) 2011. Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. Academia, Praha.

Dudley B, Dunbar M, Penning E, Kolada A, Hellsten S, Oggioni A, Bertrin V, Ecke F, Søndergaard M. 2012. Measurements of uncertainty in macrophyte metrics used to assess European lake water quality. *Hydrobiologia*. DOI 10.1007/s10750-012-1338-z.

Ellenberg H, Leuschner C. 2010. Zeigerwerte der Pflanzen Mitteleuropas, Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen, Chapter 27, UTB GmbH, Stuttgart.

Engloner A. 2012. Alternative ways to use and evaluate Kohler's ordinal scale to assess aquatic macrophyte abundance. *Ecological Indicators* 20, 238-243.

Gecheva G, Cheshmedjiev S, Dimitrova-Dyulgerova I. 2011. Macrophyte-based assessment of the ecological status of lake sin Bulgaria. *Ecologia Balkanica* 3, 25-40.

Gecheva G, Yurukova L, Cheshmedjiev S, Varadinova E. 2013. Integrated assesment of the ecological status of Bulgarian lowland and semi-mountain natural lakes. *Journal of Environmental Protection*, 4, 29-37.

Gecheva G, Dimitrova-Dyulgerova I, Cheshmedjiev S., 2013. Macrophytes. In Belkinova, D., Gecheva, G. (eds.): Biological analysis and ecological status assessment of Bulgarian surface water ecosystems, Plovdiv University Publishing House, Plovdiv.



- 
- Hering D., Feld CK, Moog O, Ofenböck Th. 2006. Cook book for the development of a Multimetric Indeks for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia* 566, 311-324.
- Hoeschm A, Buhle M. 1996. Ergebnisse der Makrophytenkartierung Brandenburgischer Gewässer und Vergleich zum Trophiestufensystem der TGL. Beiträge zur angewandten Gewässerökologie Norddeutschlands 2, 84-101.
- Kohler A. 1978. Methoden der Kartierung von Flora und Vegetation von Süßwasserbiotopen. *Landschaft und Stadt* 10, 73-85.
- Kolada A. 2010. The use of aquatic vegetation in lake assessment: testing the sensitivity of macrophyte metrics to antropogenic pressures and water quality. *Hydrobiologia* 656: 133-147.
- Kolada A. 2016. The use of helophytes in assessing eutrophication of temperate lowland lakes: Added value? *Aquatic Botany* 129: 44-54.
- Landolt E, Bäumler B, Erhardt A, Hegg O, Klötzli F, Lämmli W, Nobis M, Rudmann-Maurer K, Schweingruber FH, Theurillat J, Urmi E, Vust M., Wohlgemuth T. 2010. Flora indicativa - Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennteichen zur Flora der Schweiz und der Alpen, Haupt Verlag, Bern.
- Lukács BA, Papp B. 2015. Methods for assessment of macrophytes in rivers, lakes and reservoirs. Method proposed by the Hungarian advisory team of macrophyte. Ministry of rural development, Budapest.
- Lukács BA, Tóth A, Baranyai-Nagy A. 2015. Methods for assessment of macrophytes in rivers, lakes and reservoirs. A field protocol. Ministry of rural development, Budapest.
- Oberdorfer E. 2001. Pflanzensoziologische Exkursionflora, E. Ulmer Verlag, Stuttgart (Hohenheim).
- Pall K, Mayerhofer V, Mayerhofer S, Pall S. 2015. Development of national ecological status assessment methodology for natural lakes based on macrophytes. ANAR ORDER 16477.
- Poikane S, van den Berg M, Hellsten S, de Hoyos C, Ortiz-Casas J, Pall K, Portielje R, Phillips G, Solheim AL, Tierney D, Wolfram G, van de Bund W. 2011. Lake ecological assessment systems and intercalibration for the European Framework Directive: aims, achievements and further challenges. *Procedia Environmental Sciences* 9, 153-168.
- Poikane S, Birk S, Böhmer J, Carvalho L, de Hoyos C, Gassner H, Hellsten S, Kelly M, Solheim AL, Olin M, Pall K, Phillips G, Portielje R, Ritterbusch D, Sandin L, Schartau A-K, Solimini AG., van den Berg M, Wolfram G, van de Bund W. 2015. hitchhiker's guide to European lake ecological assessment and intercalibration. *Ecological Indicators* 52, 533-544.
- Schaumburg J, Schranz C, Hofmann G, Stelzer D, Schneider S, Schmedtje U. 2004. Macrophytes and phytobenthos as indicators of ecological status in German lakes – a contribution to the implementation of the Water Framework Directive. *Limnologica* 34, 302-314.
- Schneider S. 2001. Bioindikation der Trophie in Fließgewässern mit Hilfe submerser Makrophyten. Bayerischer Landesamt für Wasserwirtschaft, München.

Schneider S. 2007. Macrophyte trophic indicator values from a European perspective. *Limnologia* 37, 281-289.

Schaumburg J, Schranz C, Stelzer D, Hofmann G. 2007. Action instructions for the ecological evaluation of lakes for implementation of the EU Water Framework Directive: Macrophytes and phytobentos. Bavarian Environment Agency, 69.

Simon T, Horánsky A, Dobloyi K, Szerdahelyi T, Horvath F. 1992. A magyar edényes flora értékelő táblázata. In: Simon, T. (ed.), *A magyarországi edényes flora határozója*. Nemzeti Tankönyvkiado, Budapest, 837-955.

Solheim A L, Rekolainen S, Moe JS., Carvalho L, Phillips G, Ptacnik R, Penning EW, Toth LG, O'Toole C, Schratu A-KL, Hestelhagen T. 2008. Ecological threshold responses in European lakes and their applicability for the Water Framework Directive (WFD) implementation: synthesis of lakes results from the REBECCA project. *Aquat. Ecol.* 42, 317-334.

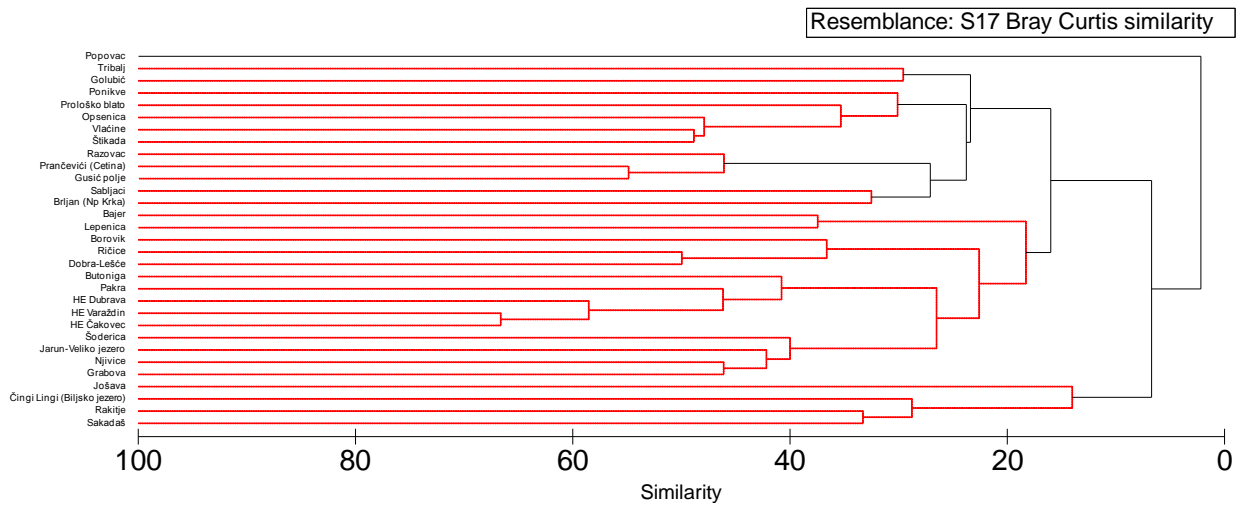
Stelzer D, Schneider S, Melzer A. 2005. Macrophyte based assesment of lakes – a contribution to the implementation of European Water Framework Directive in Germany. *International Review of Hydrobiology* 90, 223-237.

Zervas D, Tsiaoussi V, Tsiripidis I. 2016. Report on the develpment of the national assessment method for the ecological status of natural lakes in Greece, using the Biological Quality Element „Macrophytes“ (Hellenic Lake Macrophytes-HeLM assessment method). Greek Biotope/Wetland Centre and Special Secretariat for Waters, Ministry of Environment, Themi.

Zervas D, Tsiaoussi V, Tsiripidis I. 2018. HeLM: a macrophyte-based method for monitoring and assesment of Greeke lakes. *Eviron. Monit. Assess.* 190: 326.

Weyer van de, K. 2006. Klassifikation und Bewertung der Makrophytenvegetation der großen Seen in Nordrhein-Westfalen gemäß EG-Wasserrahmenrichtlinie. Merkblatt 52. Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Essen.

**Prilog 1.** Klusterska analiza vodnih tijela na temelju florističkog sastava. Crno su označene grane koje su statistički signifikantne na temelju Simproff testa. Dendrogram pokazuje sličnost istraživanih vodnih tijela na temelju vegetacije makrofita. Uočljivo je da postoji temeljno grupiranje vodinih tijela s obzirom na Dinaridsku i Panonsku ekoregiju, te jasno grupiranje dravskih akumulacija. Nadalje, unutar pojedinih ekregija ne postoji formiranje jasnih grupa što je objašnjivo sličnim skupom vrsta koji naseljava većinu od istraživanih vodnih tijela. Takav rezultat omogućio je izradu objedinjenog sustava ocjene ekoloških potencijala s obzirom na dubinu kao glavni kriterij, a bez daljnjih geografskih podjela.



## 14. GRANIČNE VRIJEDNOSTI ZA DOBAR I BOLJI TE UMJEREN EKOLOŠKI POTENCIJAL ZA OSNOVNE FIZIKALNO-KEMIJSKE POKAZATELJE

Fizikalno-kemijska obilježja imaju krucijalan utjecaj na sve biološka zajednice i odgovorni su za sastav i strukturu zajednica. Određeni fizikalno-kemijski pokazatelji određuju određene tipove stajaćica i važni su tipološki pokazatelji (primjerice alkalinitet, provodljivost, temperatura vode), dok su drugi pokazatelji pojedinih pritisaka. Temeljni pokretači eutrofikacije u stajaćicama su donos nutrijenata i svjetlosni uvjeti koji primarno definiraju obim i intenzitet primarne proizvodnje. Primjerice pokazatelji hranjivih tvari direktno određuju primarnu proizvodnju, sastav dijatomejskih algi, makrofita, makrozoobentosa te sastav i biomasu fitoplanktonske zajednice.

Prema mnogim autorima sadržaj klorofila *a* ukazuje na koncentraciju biomase fitoplanktona. Stoga su vrijednosti klorofila *a* indirektni pokazatelj eutrofikacije, te smo navedeni pokazatelj direktno koristili prilikom razvoja sustava ocjene ekološkog potencijala temeljem BEK. Nadalje, bez podataka o fizikalno-kemijskim obilježjima istraživanih akumulacija i umjetnih stajaćica ne bismo bili u mogućnosti opisati odnose i reakcije zajednica fitobentosa, makrozoobentosa i makrofita u odnosu na pokazatelje eutrofikacije kao najznačajnijeg pritiska u stajaćicama.

Postavljanje graničnih vrijednosti za nutrijente (fizikalno-kemijska parametre) za jezera i akumulacije (kao i za rijeke) jedno je od najvažnijih pitanja u Europi i najvažniji je zadatak Joint Research Centre (JRC), istraživačkog centra koji provodi politiku Europske komisije, između ostalog i u području zaštite okoliša. Međutim, još uvijek nisu razvijeni i opće prihvaćeni alati za uspostavljanje granica fizikalno-kemijskih parametara. Jedna je mogućnost da se uzmu u obzir vrijednosti kemijskih varijabli vodnih tijela dobrog i vrlo dobrog ekološkog stanja, odnosno potencijala. Granice klasa za sada se temelje na biologiji, koje su postavljene temeljem dobrih ili referentnih vodnih tijela s niskim pritiscima. Usprkos svemu, JRC je ipak razvio alat za izračunavanje granica dobrog/umjerenog ekološkog stanja za ukupni fosfor. No navedeni je alat još uvijek u fazi testiranja od strane članica EU, te će JRC uskoro u Bukureštu organizirati sastanak kako bi se prodiskutirali postignuti rezultati. Korištenje alata zahtijeva veliku bazu podataka i dobre odnose između pritisaka i pojedinih metrika, odnosno karakteristika zajednica vodenih organizama. Budući da većina država članica nema razvijen sustav ocjene ekološkog stanja (potencijala) temeljem fizikalno kemijskih pokazatelja, uporaba navedenih alata u ovom je trenutku upitna. Valja napomenuti da za akumulacije i umjetne stajaćice Dinaridske ekoregije raspolažemo s bazom podataka koja obuhvaća mjesečne podatke na bazi jedne godine, stoga je pokušaj određivanja granica klasa temeljem percentila vrlo upitan i dvojben, tim više što pojedine članice koje imaju postavljene granice na navedeni način i uz veću bazu podataka su dosta kritizirane i navedena praksa za sada nije prihvaćena. Stoga u ovom trenutku predlažemo nastavak praćenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u akumulacijama i umjetnim stajaćicama, kako bismo bili u mogućnosti odrediti granice klasa u budućnosti kada JRC i Europska komisija daju potrebne preporuke i odrednice.

Akumulacije Dinaridske regije generalno se odlikuju relativno niskim koncentracijama hranjivih tvari. U optimalnim uvjetima uz veliku bazu podataka, te u prisustvu vodnih tijela s jasnim gradijentom hranjivih tvari, moguća je demonstracija jasnog odnosa između pojedinih metrika

baziranih na kvalitativnom i kvantitativnom sastavu bioloških zajednica i stresora te određivanje tip specifičnih ciljanih vrijednosti za esencijalne makronutrijente. U nedostatku velike baze podataka te potrebnog gradijenta, u svrhu određivanja graničnih vrijednosti hranjivih tvari za dobar i umjeren ekološki potencijal, odlučili smo se za korištenje regresijske formule za izračunavanje ciljanih vrijednosti za ukupan fosfor (TP) i ukupan dušik (TN) temeljem njihovog odnosa s koncentracijom klorofila *a* (Chl-*a*) (Philips i sur., 2008). Autori demonstriraju jasan linearan odnos između TP (raspon vrijednosti od 0-100 µgL<sup>-1</sup>) i Chl-*a* te TN (raspon vrijednosti od 0-1.700 µgL<sup>-1</sup>) i Chl-*a* temeljem velike interkalibracijske baze podataka za europska jezera. Navedeni odnos opisan je temeljem slijedeće linearne regresijske formule:

$$\text{Log}_{10} \text{Chl} = -0.455(\pm 0.020) + 1.026(\pm 0.016)\text{Log}_{10}\text{TP} \quad R^2 = 0.78 \quad (\text{TP} \setminus 100 \mu\text{gL}^{-1})$$

$$\text{Log}_{10} \text{Chl} = -2.828(\pm 0.093) + 1.355(\pm 0.035)\text{Log}_{10}\text{TN} \quad R^2 = 0.58 \quad (\text{TN} \setminus 1,700 \mu\text{gL}^{-1})$$

Koristeći gore navedene formule moguće je temeljem izmjerenih TP vrijednosti u vodi stajaćice predvidjeti Chl-*a* koncentracije i obrnuto. Također je moguće predvidjeti TP vrijednosti za postizanje određene Chl-*a* koncentracije.

U tablici 14.1 dana je procjena ciljanih TP i TN vrijednosti, za postizanje dobrog ekološkog potencijala za biotičke tipove akumulacija i umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije, temeljem gore navedenih formula.

**Tablica 14.1.** Tip specifične preporučene granične vrijednosti dobrog i boljeg te umjerenog potencijala za Chl-*a*, ukupni fosfor i ukupni dušik za pojedine tipove akumulacija, retencija i umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije.

Tip stajaćice	Chl- <i>a</i> (µgL <sup>-1</sup> )	Ukupni fosfor (µgL <sup>-1</sup> )	Ukupni dušik (µgL <sup>-1</sup> )
vrlo plitka stajaćica	23	59	1240
plitka stajaćica	10,5	28	690
duboka stajaćica	5,3	15	420
ak. s kratkim vremenom zadržavanja vode	8,7	23	600

## Literatura

Phillips G, Pietiläinen O-P, Carvalho L, Solimini A, Solheim AL, Cardoso AC. 2008. Chlorophyll-nutrient relationships of different lake types using a large European dataset. *Aquat. Ecol.* 42:213-226.

## 15. UKUPNA OCJENA EKOLOŠKOG POTENCIJALA TEMELJEM SVIH BIOLOŠKIH ELEMENATA KAKVOĆE

Ukupna ocjena ekološkog potencijala svih istraživanih akumulacija i umjetnih stajačica prikazana je u tablici 15.1. Za makrozoobentos odnosno fitobentos za ukupnu ocjenu određene akumulacije (umjetne stajačice) odabrane su reprezentativne postaje na kojima predlažemo budući monitoring. Makrofiti su ocijenjeni temeljem srednje vrijednosti istraživanih postaja u svim akumulacijama. Ukupnu ocjenu ekološkog potencijala određuje onaj biološki element koji ukazuje na najlošiji ekološki potencijal. Glavni pritisci koji su analizirani su eutrofikacija i poribljavanje. Kao što je vidljivo, ekološki potencijal je dobar i bolji na svim akumulacijama, izuzev jezera Njivice, gdje je potencijal umjeren. Navedenu ocjenu određuju makrofiti, odnosno vodena vegetacija koja je u jezeru Njivice slabo razvijena. Najbrojnija vrsta je *Nuphar lutea*, dok ostale vrste poput *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum* i *Nymphaea alba* dolaze rijetko u svega par jedinki. Osiromašena vegetacija posljedica je poribljavanja, odnosno unosa amura i bijelog tolstolobika upravo zbog smanjenja širenja makrovegetacije (Randić, 2005). Moguće razloge umjerenog ekološkog potencijala valja tražiti i u toksičnom učinku aluminijskih spojeva, koji su uneseni u jezero iz uređaja za kondicioniranje vode (Gligora i sur., 2003, Mihaljević i sur., 2009, Ternjej i sur., 2009, Ternjej i sur., 2010).

Akumulacija Đale ocijenjena je samo temeljem analize prikupljenih uzoraka fitoplanktona. Akumulacija je smještena u kanjonu rijeke Cetine i karakteriziraju ju strme obale te nije bilo moguće uzorkovanje makrozoobentosa, makrofita i fitobentosa

U akumulacijama s naglim i velikim sezonskim oscilacijama (Kruščica, Lokvarka, Peruča, Ričice), uz izuzetak Lešća, zajednicu makrozoobentosa karakterizira relativno mala raznolikost i mala gustoća populacija. Primarni uzrok su nagle i relativno velike dnevne i sezonske oscilacije vodostaja uslijed korištenja navedenih akumulacija, te predlažemo da se makrozoobentos proglašuje nerelevantnim biološkim elementom.

Mala raznolikost i brojnost makrozoobentosa u akumulaciji Štikada nije posljedica eutrofikacije i poribljavanja, već radi posebnosti u režimu rada RHE Velebit i prepumpavanju vode te uslijed termičkog stresa. Iz gornjeg akumulacijskog jezera Štikada voda se dovodi do strojarnice, koja se nalazi uz donje akumulacijsko jezero Razovac. Razlika u nadmorskoj visini između ove dvije akumulacije je oko 550 m, što rezultira značajnim razlikama u temperaturno režimu vode akumulacija. Tako je maksimalna ljetna temperatura u akumulaciji Štikada 26°C, dok u Razovcu ona iznosi 31°C. Voda iz jezera Štikade se u turbinskom radu spušta do strojarnice i koristi se za proizvodnju električne energije, a u crpnom radu se voda iz Razovca pumpa natrag u gornje jezero Štikada. Tijekom ljetnog razdoblja u vrijeme vršnog rada strojarnice, dnevno se izmijeni i do 40% zapremnine vode u akumulaciji Štikada, te dolazi do naglih promjena temperature vode akumulacija Štikada, što najvjerojatnije stresno djeluje na faunu u akumulaciji Štikada. Budući da je mala raznolikost makrozoobentosa u akumulaciji Štikada posljedica specifičnosti u radu RHE Velebit, a nikako eutrofikacija i poribljavanje, predlažemo da i ovdje makrozoobentos bude nerelevantni element.

Držimo također da ocjena ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa za akumulaciju Brljan također nije relevantna, jer u ak. Brljan zbog drifta i velikog utjecaja rijeke Krke 75%

zajednice makrozoobentosa čini riječna fauna. Fitoplanktonske alge su u akumulacijama Gusić polje i Golubić prisutne s iznimno malom brojnošću i biomasom, što je posljedica vrlo kratkog vremena zadržavanja vode u akumulacijama, te temeljem fitoplanktona nije moguće ocijeniti ekološki potencijal.

Zajednice makrofita su siromašne ili nisu razvijene u akumulacijama Kruščica, Lepenica, Lešće, Lokvarka i Ričice kao direktna posljedica velikih dnevnih i sezonskih oscilacija vodostaja uslijed korištenja akumulacija. Stoga predlažemo da se u navedenim akumulacijama makrofita proglaše nerelevantnim elementom.

U Tablici 15.2 dan je pregled istraživanih stajaćica uz pripadajući biotički i abiotički tip te predloženih indeksa za pojedine BEK, temeljem kojih je izvršena ocjena ekološkog potencijala. Na području Dinaridske ekoregije relativno su brojne akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode, za koje smo temeljem fitoplanktona predložili primjenu metode ocjene na temelju fitoplanktona rijeka, jer kraće zadržavanje vode onemogućuje razvoj tipične jezerske fitoplanktonske zajednice. Akumulacije Dinaridske ekoregije karakteriziraju niske vrijednosti  $Chl-a$ , uz male gustoće populacija algi u stupcu vode. Sastav zajednice i biomasa fitoplanktona rijeka više je ili manje slučajna, što rezultate ocjene čini nesigurnim. Niske vrijednosti klorofila  $a$  u rijekama lako se mogu povećati zbog naglih dotoka vode ili manjih poplava koje povremeno mogu donositi veću količinu bentičkih elemenata. Navedeno može povećati koncentracije klorofila  $a$  i tako smanjiti vrijednosti OEK. U drugim slučajevima, manje poplave podudaraju se s višom koncentracijom anorganskih tvari koje mogu smanjiti dostupnost svjetla, a time i biomasu planktona, čak i u slučajevima kad je voda obogaćena hranjivim tvarima. Iako smo dali ocjenu ekološkog potencijala za navedene akumulacije temeljem modela koji je razvijen za ovakve sustave, zbog navedenih nesigurnosti predlažemo da se u akumulacijama Dinaridske ekoregije s kratkim vremenom zadržavanja vode, fitoplankton proglaši nerelevantnim elementom i da se ekološki potencijal ocjenjuje temeljem drugih BEK. Izuzetak je akumulacija Lešće, gdje je dobro razvijena fitoplanktonska zajednica. Budući da je u akumulaciji Đale ocjena ekološkog potencijala izvršena samo temeljem fitoplanktona te bismo temeljem prethodno navedenog prijedloga ostali bez ocjene za ovu akumulaciju, predlažemo da se ulože dodatni naponi i pronađe pogodna lokacija za uzorkovanje makrozoobentosa i fitobentosa, kako bi se temeljem navedenih BEK mogla izvršiti ocjena ekološkog potencijala. Prilikom naknadnog obilaska terena te konzultacija, mišljenja smo da bi se mogla pronaći adekvatna lokacija za uzorkovanje na repu akumulacije, nizvodno od grada Trilja.

**Tablica 15.1** Ukupna ocjena ekološkog potencijala za istraživane akumulacije i umjetne stajaćice temeljem svih BEK.

Akumulacija	OEK				Ukupni ekološki potencijal
	Fitobentos	Makrozoobentos	Fitoplankton	Makrofiti	
Bajer	0,6	0,85	0,76	0,77	Dobar i bolji
Brljan	0,79	0,77	0,77	0,55	Dobar i bolji
Butoniga	1	0,84	0,92	0,79	Dobar i bolji
Đale	-	-	0,93	-	Dobar i bolji
Golubić	0,74	0,77	-	0,91	Dobar i bolji
Gusić polje	0,8	0,99	-	0,65	Dobar i bolji
Kruščica	1	-	0,93	-	Dobar i bolji
Lepenica	1	0,98	0,79	-	Dobar i bolji
Lešće	1	0,98	0,88	-	Dobar i bolji
Lokvarka	1	-	0,86	-	Dobar i bolji
Njivice	0,75	0,96	0,95	0,48	Umjeren
Opsenica	0,8	0,97	0,91	0,84	Dobar i bolji
Peruča	0,8	-	0,74	-	Dobar i bolji
Ponikve	0,74	0,8	0,96	0,55	Dobar i bolji
Prančević	0,69	0,88	0,77	0,62	Dobar i bolji
Prološko blato	0,88	0,67	0,94	0,57	Dobar i bolji
Razovac	0,8	0,99	0,82	0,6	Dobar i bolji
Ričice	1	0,7	0,87	-	Dobar i bolji
Sabljaci	0,92	0,96	0,93	0,61	Dobar i bolji
Štikada	0,93	-	0,79	0,69	Dobar i bolji
Tribalj	0,68	0,99	0,87	0,64	Dobar i bolji
Vlačine	0,9	0,67	0,92	0,54	Dobar i bolji



Tablica 15.2 Istraživane stajaćice uz odgovarajući biotički i abiotički tip te predloženi indeksi za pojedine BEK.

Stajaćica	Abiotički tip	Biotički tip			Klasifikacijski sustav		
		Fitoplankton i Fitobentos	Makrozoobentos i Makrofita	Fitoplankton	Fitobentos	Makrofita	Makrozoobentos
Bajer	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 stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	HMIJ
Botonega	Nizinske srednje velike i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Plitke umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	HLPI	MIB	RI	HMIJ
Brljan	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	nije relevantan
Đale	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	nije relevantan	IPSITI	nije relevantan	HMIJ
Golubić	Prigorske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatna podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	HMIJ
Gusić polje	Prigorske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	HMIJ
Kružica	Gorske srednje velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	HLPI	MIL	nije relevantan	nije relevantan
Lepenica	Gorske male i plitke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	HLPI	MIL	nije relevantan	HMIJ
Lešće	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	HLPI	MIL	nije relevantan	HMIJ
Lokvarka	Gorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj i silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	HLPI	MIL	nije relevantan	nije relevantan
Njivice	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	HLPI	MIB	RI	HMIJ
Opsenica	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 stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	HMIJ
Peruča	Prigorske velike i duboke akumulacije u karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	HLPI	MIL	nije relevantan	nije relevantan
Ponikve	Nizinske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	HLPI	MIB	RI	HMIJ
Prančevići	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 stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	HMIJ
Prološko blato	Prigorske srednje velike i plitke retencije u karbonatnoj podlozi	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	HLPI	MIB	RI	HMIJ
Razovac	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi s kratkim vremenom zadržavanja vode	Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	HMIJ
Ričica	Prigorske srednje velike i duboke akumulacije u miješanoj silikatno karbonatnoj podlozi s velikim oscilacijama vodostaja	Duboke akumulacije	Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja	HLPI	MIL	nije relevantan	nije relevantan
Sabljac	Prigorske srednje velike i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	HLPI	MIB	RI	HMIJ
Štikada	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 stajaćice	nije relevantan	IPSITI	RI	nije relevantan
Tribalj	Nizinske male i vrlo plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Tribalj)	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Vrlo plitke akumulacije i umjetne stajaćice	HLPI	MIB	RI	HMIJ
Vlačine	Nizinske male i plitke akumulacije u karbonatnoj podlozi (akumulacija Vlačine)	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	Plitke akumulacije i umjetne stajaćice	HLPI	MIB	RI	HMIJ

---

**Tablica 15.2.** Nastavak

HLPI - indeks za fitoplankton jezera; biomasa cijanobakterija  
MIL - multimetrijski dijatomejski indeks (fitobentos)  
IPSITI-multimetrijski dijatomejski indeks (fitobentos)  
MIB- multimetrijski dijatomejski indeks (fitobentos)  
RI -referentni indeks za makrofita  
HMIJ- Hrvatski multimetrijski indeks za jezera (makrozoobentos)

**Literatura**

Gligora M, Plenković-Moraj A, Ternjej I. 2003. Seasonal Distribution and Morphological Changes of *Ceratium hirundinella* in Two Mediterranean Shallow Lakes. *Hydrobiologia*. 506, 1-3: 213-220.

Mihaljević Z, Ternjej I, Stanković I, Kerovec M, Kopjar N. 2009. Application of the comet assay and detection of DNA damage in haemocytes of medicinal leech affected by aluminium pollution: a case study. *Environmental pollution*, 157: 1565–1572.

Ternjej I, Stanković I, Mihaljević Z, Furač L, Želježić D, Kopjar N. 2009. Alkaline comet assay as a potential tool in the assessment of DNA integrity in freshwater zooplankton affected by pollutants from water treatment facility. *Water, Air, and Soil Pollution*, 204: 299-314.

Ternjej I, Mihaljević Z, Stanković I, Kerovec M, Sipos L, Želježić D, Kopjar N. 2010. Estimation of DNA Integrity in Blood Cells of Eastern Mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) Inhabiting an Aluminium-Polluted Water Environment: an Alkaline Comet Assay Study. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 59: 189-193.

## 16. STRATEGIJA I PRIJEDLOG MONITORINGA

Temeljem Okvirne Direktive o vodama (Vodič br. 7) preporuča se da broj monitoring stanica na nekom vodenom tijelu bude odgovarajući da bi se mogli ocijeniti eventualni utjecaji i značajniji antropogeni pritisci.

Uzorkovanje fitobentosa treba obaviti u proljeće u litoralnoj zoni akumulacija i umjetnih stajaćica na reprezentativnim postajama čije su koordinate prikazane u tablici 16.1. Ne preporuča se uzorkovanje nakon obilnih kiša i neposredno nakon visokih vodostaja.

**Tablica 16.1.** Poredložene monitoring postaje za uzorkovanje fitobentosa.

Akumulacije / postaje	Koordinate
Bajer 1	45.31366, 14.71204
Brljan 1	44.00897, 16.03684
Butoniga 1	45.32562, 13.92199
Golubić 2	44.10106, 16.22121
Gusić polje 1	44.94508, 15.11866
Kruščica 2	44.6645, 15.27254
Lepenica 1	45.32019, 14.69969
Lešće 1	45.32882, 15.27543
Lokvarka 1	45.36859, 14.70618
Njivice 1	45.16769, 14.55926
Opsenica 2	44.36938, 15.66114
Peruča 1	43.82191, 16.55311
Ponikve 2	45.0764, 14.55612
Prančević 1	43.56273, 16.71913
Prološko blato 2	43.47637, 17.11829
Razovac 1	44.20495, 15.74683
Ričice 2	43.51083, 17.1194
Sabljac 1	45.22878, 15.22602
Štikada 3	44.30238, 15.81168
Tribalj 1	45.22876, 14.66736
Vlačine 1	44.15676, 15.42684

Uzorkovanje makrozoobentosa predlaže se u toplijem dijelu godine u vrijeme niskih vodostaja. Prijedlog postaja za budući monitoring makrozoobentosa prikazan je u tablici 16.2. Monitoring na akumulacijama kojima upravlja HEP treba uskladiti s remontom na strojaricama i obavezno ga treba provesti prije nego dođe do pražnjenja akumulacijskih jezera (npr. akumulacija Gusić polje).

**Tablica 16.2.** Poredložene monitoring postaje za uzorkovanje makrozoobentosa.

Akumulacije / postaje	Koordinate
Bajer 1	45.31366, 14.71204
Butoniga 1	45.32562, 13.92199
Golubić 2	44.10106, 16.22121
Gusić polje 1	44.94508, 15.11866
Lepenica 1	45.32019, 14.69969
Lešće 2	45.35769, 15.30444
Njivice 1	45.16769, 14.55926
Opsenica 2	44.36938, 15.66114
Ponikve 1	45.07746, 14.56047
Prančević 1	43.56273, 16.71913
Prološko blato 1	43.47466, 17.12161
Razovac 1	44.20495, 15.74683
Ričice 2	43.51083, 17.1194
Sabljaci 1	45.22878, 15.22602
Tribalj 1	45.22876, 14.66736
Vlačine 1	44.15676, 15.42684

Monitoring makrofita valja provoditi na 2 do 4 vertikalnih profila u akumulacijama i umjetnim stajaćicama, no s time da broj postaja na svakom od vodnih tijela treba prilagoditi sukladno prethodno opisanoj metodologiji za uzorkovanje makrofita kako bi se pokrila ukupna raznolikost makrofitske vegetacije. U svakoj akumulaciji potrebno je uzorkovati po mogućnosti na barem dvije postaje, radi heterogenosti makrofitske zajednice i iznimne osjetljivosti predložene metode za ocjenu ekološkog potencijala na ukupan broj makrofitskih vrsta. Predložene postaje za monitoring makrofita prikazane su u tablici 16.3.

**Tablica 16.3.** Poredložene monitoring postaje za uzorkovanje makrofita.

Akumulacije/postaje	Koordinate postaja
Bajer 1	45.31366, 14.71204
Bajer 2	45.31425, 14.71561
Butoniga 1	45.32562, 13.92199
Butoniga 2	45.33282, 13.92679
Butoniga 3	45.32177, 13.93403
Brljan 1	44.00897, 16.03684
Brljan 2	44.0082, 16.03776
Golubić 1	44.09888, 16.22131
Golubić 2	44.10106, 16.22121
Gusić polje 1	44.94508, 15.11866
Gusić polje 2	44.94874, 15.11666

Tablica 16.3. Nastavak

Akumulacije/postaje	Koordinate postaja
Njivice 1	45.16769, 14.55926
Opsenica 1	44.36745, 15.66164
Opsenica 2	44.36938, 15.66114
Ponikve 1	45.07746, 14.56047
Ponikve 2	45.0764, 14.55612
Prančević 1	43.56273, 16.71913
Prančević 2	43.57037, 16.70617
Prološko blato 1	43.47466, 17.12161
Prološko blato 2	43.47637, 17.11829
Razovac 1	44.20495, 15.74683
Razovac 2	44.20728, 15.74824
Sabljaci 1	45.22878, 15.22602
Sabljaci 2	45.22208, 15.22674
Štikada 1	44.29232, 15.81408
Štikada 2	44.29221, 15.80816
Štikada 3	44.30238, 15.81168
Tribalj 1	45.22876, 14.66736
Vlačine 1	44.15676, 15.42684
Vlačine 2	44.15368, 15.42415

Uzorci za kvalitativnu i kvantitativnu analizu fitoplanktona uzimaju se iz čamca, na najdubljem mjestu umjetne stajačice ili akumulacije. Uzorkovanje fitoplanktona u umjetnim stajačicama i akumulacijama obavlja se tijekom dana, jednom mjesečno od travnja do rujna tekuće godine. Na području Dinaridske ekoregije relativno su brojne akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode, za koje smo temeljem fitoplanktona predložili primjenu metode ocjene na temelju fitoplanktona rijeka, jer kraće zadržavanje vode onemogućuje razvoj tipične jezerske fitoplanktonske zajednice. Sastav zajednice i biomasa fitoplanktona rijeka više je ili manje slučajna, što rezultate ocjene čini nesigurnim. Niske vrijednosti klorofila *a* u rijekama lako se mogu povećati zbog naglih dotoka vode ili manjih poplava koje povremeno mogu donositi veću količinu bentičkih elemenata. Navedeno može povećati koncentracije klorofila *a* i tako smanjiti vrijednosti OEK. U drugim slučajevima, manje poplave podudaraju se s višom koncentracijom anorganskih tvari koje mogu smanjiti dostupnost svjetla, a time i biomasu planktona, čak i u slučajevima kad je voda obogaćena hranjivim tvarima. Zbog navedenih nesigurnosti predlažemo da se u akumulacijama Dinaridske ekoregije s kratkim vremenom zadržavanja vode, fitoplankton proglašuje nerelevantnim elementom i da se ekološki potencijal ocjenjuje temeljem drugih BEK.

Uzorkovanje svih bioloških elemenata i laboratorijske analize valja provoditi prema preporukama u poglavlju 6 ovog elaborata.

Budući da su opće poznata godišnja kolebanja u sastavu bioloških zajednica, predlažemo nastavak monitoringa svih BEK u slijedećem petogodišnjem razdoblju, prvenstveno radi povećanja

podatkovne osnove, nakon čega predložimo ponovno testiranje i verifikaciju predloženih sustava ocjene ekološkog potencijala.

Upravo zbog mogućih godišnjih varijacija i oscilacija u sastavu bioloških zajednica, predložimo u razdobljima izvještavanja nakon 2024. godine trogodišnji monitoring te korištenje srednjih vrijednosti OEK za trogodišnje razdoblje. Navedeni pristup bi dao pouzdane informacije o ekološkom potencijalu akumulacija i umjetnih stajaćica za šestogodišnje razdoblje izvještavanja. Trogodišnji podaci OEK moraju, uz pretpostavku da neće doći do značajnih promjena u načinima korištenja i aktivnostima u vodnim slivovima, biti dovoljni za opisivanje ekološkog potencijala akumulacija Dinaridske ekoregije Republike Hrvatske.

## 17. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Osnovni cilj ovog projekta je bio razvoj sustava ocjene ekološkog potencijala akumulacija i umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije.

Određivanje tipova stajaćica uvijek prethodi izradi sustava ocjene jer se različiti tipovi stajaćica izvorno razlikuju u sastavu zajednica vodenih organizama.

Temeljem našeg dugogodišnjeg iskustva te temeljem izvješća iz završenih interkalibracijskih procesa koji se baziraju na jezerima, a koji manjim dijelom uključuju i akumulacije, držimo da su najvažniji abiotički čimbenici relevantni za biotičku tipologiju umjetnih stajaćica Dinaridske ekoregije srednja dubina akumulacija, vrijeme zadržavanja vode i dnevne odnosno sezonske oscilacije vodostaja uslijed režima rada hidroelektrana. Srednja dubina je ključan čimbenik koji utječe na stratifikaciju temeljnih ekoloških čimbenika u toplijem dijelu godine, a vrijeme zadržavanja vode ključni je čimbenik za razvoj planktonske zajednice.

Stoga predlažemo 4 osnovna biotička tipa stajaćica Dinaridske ekoregije:

1. Vrlo plitke akumulacije i retencije
2. Plitke akumulacije, umjetne stajaćice i retencije
3. Duboke akumulacije s velikim oscilacijama vodostaja
4. Akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode

Sva četiri biotička tipa relevantni su za BEK fitoplankton i fitonbentos, dok su za BEK makrozoobentos i makrofita relevantna samo prva tri biotička tipa. Vrijeme zadržavanja vode nije relevantan deskriptor za makrozoobentos i makrofita, te se akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode grupiraju u prva tri tipa obzirom na srednju dubinu.

Drugi iznimno važan pokazatelj, posebice za akumulacije, su velike oscilacije vodostaja (do kojih primarno dolazi uslijed korištenja akumulacija), koje imaju ključan utjecaj na BEK makrofita i makrozoobentos, jer u takvim ekološkim uvjetima nije moguć razvoj njihovih stabilnih zajednica. Budući da su akumulacije i umjetne stajaćice nastale upravo zbog njihova korištenja, koje su uzrok navedenih hidroloških promjena, predlažemo da ovdje makrofita i makrozoobentos nisu relevantni biološki elementi.

Prilikom ocjene ekološkog potencijala umjetnih stajaćica i akumulacija u Dinaridskoj ekoregiji primjeni su elementi za ocjenjivanje stanja onih prirodnih tijela površinskih voda koja su im najbliža (kao što je i predloženo projektnim zadatkom) te je primijenjen slijedeći princip: ukoliko su sustavi ocjene razvijeni za najbliža usporediva prirodna vodna tijela primjenjivi na umjetna i znatno promijenjena vodna tijela te daju očekivane rezultate, značajne promjene sustava ocjene ekološkog potencijala nisu nužne. U tom je slučaju vrlo dobro ekološko stanje (high ecological status, HES) jednako vrlo dobrom ekološkom potencijalu (engl. high ecological potential, HEP), a dobro ekološko stanje (engl. good ecological potential, GES) jednako je dobrom ekološkom potencijalu (engl. good ecological potential, GEP).

U razvoju sustava primijenjeni su principi koje određuje Dodatak 4 Okvirne direktive o vodama (ODV) EU, prema kojem se ocjena kakvoće vode na temelju fitoplanktona određuje pomoću izračunavanja biomase, određivanja sastava zajednice te cvjetanja. Koncentracija klorofila *a* (Chl-*a*) korištena je kao mjera za izračunavanje biomase fitoplanktona te su za svaki biološki tip predložene granice ekološkog stanja, odnosno pripadajućeg ekološkog potencijala.

Za fitobentos i fitoplankton predlaže se primjena već razvijenih sustava ocjene iz već završenih relevantnih interkalibracijskih grupa. Temeljem predloženog modela u svim istraživanim akumulacijama i postajama ekološki potencijal na bazi fitoplanktona i fitobentosa je dobar i bolji, a glavni pritisak koji se ocjenjuje je eutrofikacija i opterećenje hranjivim tvarima.

Na području Dinaridske ekoregije relativno su brojne akumulacije s kratkim vremenom zadržavanja vode, za koje smo temeljem fitoplanktona predložili primjenu metode ocjene na temelju fitoplanktona rijeka, jer kraće zadržavanje vode onemogućuje razvoj tipične jezerske fitoplanktonske zajednice. Akumulacije Dinaridske ekoregije karakteriziraju niske vrijednosti Chl-*a*, uz male gustoće populacija algi u stupcu vode. Sastav zajednice i biomasa fitoplanktona rijeka više je ili manje slučajna, što rezultate ocjene čini nesigurnim. Niske vrijednosti klorofila *a* u rijekama lako se mogu povećati zbog naglih dotoka vode ili manjih poplava koje povremeno mogu donositi veću količinu bentičkih elemenata. Navedeno može povećati koncentracije klorofila *a* i tako smanjiti vrijednosti OEK. U drugim slučajevima, manje poplave podudaraju se s višom koncentracijom anorganskih tvari koje mogu smanjiti dostupnost svjetla, a time i biomasu planktona, čak i u slučajevima kad je voda obogaćena hranjivim tvarima. Iako smo dali ocjenu ekološkog potencijala za navedene akumulacije temeljem modela koji je razvijen za ovakove sustave, zbog navedenih nesigurnosti predlažemo da se u akumulacijama Dinaridske ekoregije s kratkim vremenom zadržavanja vode, fitoplankton proglašimo nerelevantnim elementom i da se ekološki potencijal ocjenjuje temeljem drugih BEK. Budući da je u akumulaciji Đale ocjena ekološkog potencijala izvršena samo temeljem fitoplanktona te bismo temeljem prethodno navedenog prijedloga ostali bez ocjene za ovu akumulaciju, predlažemo da se ulože dodatni naponi i pronađe pogodna lokacija za uzorkovanje makrozoobentosa i fitobentosa, kako bi se temeljem navedenih BEK mogla izvršiti ocjena ekološkog potencijala. Prilikom naknadnog obilaska terena te konzultacija, mišljenja smo da bi se mogla pronaći adekvatna lokacija za uzorkovanje na repu akumulacije, nizvodno od grada Trilja.

Za ocjenu ekološkog potencijala akumulacija Dinaridske ekoregije temeljem makrozoobentosa odlučili smo se razviti vlastiti model temeljem multiple linearne regresije. Kao glavni tipološki parametri za koje je procijenjeno da značajno utječu su sastav i strukturu makrozoobentosa su: srednja dubina, nadmorska visina te volumen vodnog tijela. Ako isključimo hidromorfološki pritisak, ključni pritisci koji značajno utječu na makrozoobentos litorala istraživanih akumulacija su eutrofikacija i poribljavanje. Kao pokazatelji navedenih pritisaka odabrane su slijedeće varijable: NZP (postotak neprirodnog zemljišnog pokrova u slivnom području vodnog tijela), chl-*a* (koncentracija klorofila *a* u  $\mu\text{g/L}$ ) te ihtiomasa (masa ribe po hektaru površine stajaćice). Predloženi model bazira se na otklonu zajednice od referentnih uvjeta, odnosno uvjeta maksimalnog ekološkog potencijala. Za dva biotička tipa gdje je makrozoobentos relevantan element, referentne vrijednosti za prethodno navedene varijable preuzete su iz literature. Predloženi multimetrički indeks reagira na način da se u uvjetima povećanih pritisaka (eutrofikacija i poribljavanje) smanjuje vrijednost metrika broj (N) porodica i Margalefov indeks raznolikosti, a u uvjetima višeg stupnja eutrofikacije povećava se udio tolerantnog plemena



Chironomini (Diptera-Chironomidae). Konačni test sustava evaluacije umjetnih stajaćica napravljen je usporedbom vrijednosti OEK i transformiranim vrijednostima stresora: ihtiomase, neprirodni zemljišni pokrov i koncentracija klorofila *a*, vi jednostavni modeli linearne regresije statistički su značajni.

Vrijednosti ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa u akumulacijama s naglim i velikim sezonskim oscilacijama (Kruščica, Lokvarka, Peruča, Lešće) vodostaja su umjerene i loše. Primarni uzrok niskim vrijednostima relevantnih metrika makrozoobentosa su disturbancije uzrokovane velikim oscilacijama vodostaja, što onemogućava razvoj stabilne zajednice makrozoobentosa u području litorala. Budući da su akumulacije proglašene znatno promijenjenim vodnim tijelima, radi značajnih hidromorfoloških promjena kojima je uzrok način korištenja akumulacija, predlažemo da se u dubokim akumulacijama makrozoobentos proglašeni nerelevantnim biološkim elementom.

Također držimo da umjeren ekološki potencijal temeljem makrozoobentosa u akumulaciji Štikada nije posljedica eutrofikacije i poribljavanja, već radi posebnosti u režimu rada RHE Velebit i prepumpavanju vode te uslijed termičkog stresa. Iz gornjeg akumulacijskog jezera Štikada voda se dovodi do strojarnice, koja se nalazi uz donje akumulacijsko jezero Razovac. Razlika u nadmorskoj visini između ove dvije akumulacije je oko 550 m, što rezultira značajnim razlikama u maksimalnoj temperaturi vode akumulacija. Tako je maksimalna ljetna temperatura u akumulaciji Štikada 26°C, dok u Razovcu ona iznosi 31°C. Voda iz jezera Štikade se u turbinskom radu spušta do strojarnice i koristi se za proizvodnju električne energije, a u crpnom radu se voda iz Razovca pumpa natrag u gornje jezero Štikada. Tijekom ljetnog razdoblja u vrijeme vršnog rada strojarnice, dnevno se izmijeni i do 40% zapremnine vode u akumulaciji Štikada, te dolazi do naglih promjena temperature vode akumulacija Štikada, što najvjerojatnije stresno djeluje na faunu u akumulaciji Štikada. Budući da je mala raznolikost makrozoobentosa u akumulaciji Štikada posljedica specifičnosti u radu RHE Velebit, a nikako eutrofikacije predlažemo da i ovdje makrozoobentos bude nerelevantni element.

Također držimo da ocjena ekološkog potencijala temeljem makrozoobentosa za akumulaciju Brljan nije relevantna temeljem predloženog modela, jer u ak. Brljan zbog drifta i velikog utjecaja rijeke Krke 75% zajednice makrozoobentosa čini riječna fauna.

Prilikom definiranja postaja uzorkovanja makrozoobentosa u akumulacijama Dinaridske ekoregije, uzorke smo sakupljali i na postajama koja su imale morfološki izmijenjenu obalu te s postaja gdje su uzorci prikupljeni s tehnolitala uz brane i nasipe, jer nas je zanimalo da li je makrozoobentos dobar indikator morfoloških promjena u litoralu. Na takvim postajama (Razovac 2, Ričice 1, Štikada 2, Tribalj 2) vrijednosti OEK su relativno niske, čime smo dokazali da zajednica makrozoobentosa i predloženi model ima potencijal u indiciranju i morfoloških promjena litoralne zone akumulacijama.

U akumulaciji Tribalj postaju 3 smatramo nereprezentativnom jer je smještena uz južnu obalu akumulacije koja je direktno izložena udarima bure i valovima što spriječava razvoj makrovegetacije i negativno utječe na raznolikost makrozoobentosa, te u konačnici rezultira iznimno niskim vrijednostima metrika kao što su broj (N) porodica i Margalefov indeks. Ovaj primjer pokazuje da je iznimno bitno odabrati reprezentativnu postaju koja isključuje specifična djelovanja prirodnih čimbenika, što može dovesti do pogrešnih zaključaka u određivanju ekološkog potencijala i tumačenja djelovanja antropogenih pritisaka.

Ukupna ocjena akumulacija i umjetnih stajaćica temeljem makrozoobentosa dana je na onim postajama za koje smatramo da su reprezentativne za pojedino vodno tijelo. Ako isključimo hidromorfološke pritiske i specifičnosti u radu pojedinih HE (akumulacija Štikada), istraživane stajaćice i akumulacije pokazuju dobar i bolji ekološki potencijal.

Za metodu ocjene ekološkog potencijala temeljem makrofita odabran je referentni indeks (RI) razvijen u Njemačkoj, a kojeg su odabrale i prilagodile mnoge druge zemlje, npr. Mađarska, Rumunjska i Bugarska. Osim odnosa zastupljenosti indikatorskih vrsta u obzir se uzima i strukturiranost zajednice, te monodominantne sastojine pojedinih vrsta, prije svega pokazatelja poremećaja i stranih invazivnih vrsta. Temeljem makrofita, ekološki potencijal je dobar i bolji u svim akumulacijama, izuzev jezera Njivice, gdje je potencijal umjeren, radi slabo razvijene makrofitske vegetacije. Najbrojnija vrsta je *Nuphar lutea*, dok ostale vrste poput *Potamogeton nodosus*, *Potamogeton pectinatus*, *Myriophyllum spicatum* i *Nymphaea alba* dolaze rijetko u svega par jedinki. Osiromašena vegetacija posljedica je poribljavanja, odnosno unosa amura i bijelog tolstolobika upravo zbog smanjenja širenja makrovegetacije. Moguće razloge umjerenog ekološkog potencijala valja tražiti i u toksičnom učinku aluminijskih spojeva, koji su uneseni u jezero iz uređaja za kondicioniranje vode

Svrha je ocjene ekološkog potencijala pružiti pouzdanu informaciju o kakvoći vode u akumulacijama, tijelima i institucijama odgovornima za održavanje akumulacija, ali i Europskoj komisiji. Prema ODV-u svaka država članica EU mora podnijeti svoj „Plan upravljanja vodnim područjima“ na kraju svakog šestogodišnjeg razdoblja izvještavanja. Valja napomenuti da su predloženi sustavi ocjene ekološkog potencijala razvijeni i predloženi temeljem jednokratnog uzorkovanja makrozoobentosa, fitobentosa i makrofita. Fitoplankton je također uzrokovan samo tijekom 6-mjesečnog razdoblja, odnosno jedne vegetacijske sezone. Budući da su opće poznata godišnja kolebanja u sastavu bioloških zajednica, predlažemo nastavak monitoringa svih BEK u slijedećem petogodišnjem razdoblju, prvenstveno radi povećanja podatkovne osnove, nakon čega predlažemo ponovno testiranje i verifikaciju predloženih sustava ocjene ekološkog potencijala.

U svim narednim razdobljima, nakon 2024. godine, predlažemo trogodišnji monitoring te korištenje srednjih vrijednosti OEK za trogodišnje razdoblje. Navedeni pristup bi dao pouzdane informacije o ekološkom potencijalu akumulacija i umjetnih stajaćica za šestogodišnje razdoblje izvještavanja. Trogodišnji podaci OEK moraju, uz pretpostavku da neće doći do značajnih promjena u načinima korištenja i aktivnostima u vodnim slivovima, biti dovoljni za opisivanje ekološkog potencijala akumulacija Dinaridske ekoregije Republike Hrvatske.