

## HRVATSKE VODE

Na temelju članka 19. stavka 6. Uredbe o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 73/13, 151/14 i 78/15), a u vezi s člankom 192. stavkom 2. točkom 6. Zakona o vodama (Narodne novine, br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14) i člankom 21. stavkom 1. točkom 12. Statuta Hrvatskih voda, generalni direktor donosi

### ODLUKU

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

##### I.

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

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

##### II.

Ovom se Odlukom u pravni poredak Republike Hrvatske prenosi Direktiva Komisije 2014/101/EU od 30. listopada 2014. o izmjeni Direktive 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike (Tekst značajan za EGP) (SL L 311, 31.10.2014.).

##### III.

Stupanjem na snagu ove Odluke prestaje važiti Odluka o Metodologiji uzorkovanja, laboratorijskih analiza i određivanja omjera ekološke kakvoće bioloških elemenata kakvoće od 22. siječnja 2015., Klasa: 325-04/15-03/6, Urbroj: 374-1-2-15-2.

##### IV.

Ova Odluka stupa na snagu danom donošenja.



Generalni direktor

mr.sc. Ivica Plišić

Klasa: 325-04/15-03/6  
Urbroj: 374-1-2-16-5  
Zagreb, 12. travnja 2016.





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

Hrvatske vode, ožujak 2016.



# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1. POJMOVNIK STRUČNIH IZRAZA I KRATICA.....	2
1.2. STANDARDI ZA PRAĆENJE BIOLOŠKIH ELEMENATA KAKVOĆE .....	6
<b>2. TEMELJNE POSTAVKE ZA ODREĐIVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE .....</b>	<b>8</b>
2.1. TIPOVI VODA.....	8
2.1.1. TIPIZACIJA RIJEKA/TEKUĆICA .....	8
2.1.2. TIPIZACIJA JEZERA .....	13
2.1.3. TIPIZACIJA PRIJELAZNIH VODA.....	15
2.1.4. TIPIZACIJA PRIOBALNIH VODA.....	16
<b>3. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA RIJEKE .....</b>	<b>18</b>
3.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON.....	18
3.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	18
3.1.1.2. Mjesto uzorkovanja .....	18
3.1.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	18
3.1.1.4. Način uzorkovanja.....	19
3.1.1.5. Konzerviranje i pohrana uzoraka .....	20
3.1.1.6. Označavanje i etiketiranje uzorka .....	21
3.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	21
3.1.2.1. Popis potrebne opreme pri mikroskopiranju uzoraka fitoplanktona.....	21
3.1.2.2. Kvalitativna analiza .....	21
3.1.2.3. Kvantitativna analiza.....	22
3.1.2.4. Izračunavanje biomase fitoplanktona .....	26
3.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	27
3.1.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona.....	27
3.1.3.2. Određivanje trofičnosti na temelju fitoplanktonskih algi .....	27
3.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	30
3.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U TEKUĆICAMA.....	30
3.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOBENTOS .....	31
3.2.1. UZORKOVANJE .....	31
3.2.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	31
3.2.1.2. Mjesto uzorkovanja .....	31
3.2.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	31
3.2.1.4. Način uzorkovanja.....	32
3.2.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	34
3.2.2.1. Oprema potrebna za laboratorijski rad.....	34
3.2.2.2. Čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata .....	35
3.2.2.3. Mikroskopiranje, determinacija i kvantifikacija dijatomeja .....	36
3.2.2.4. Mikroskopiranje, determinacija i kvantifikacija nedijatomejskih skupina .....	36
3.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	38
3.2.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa.....	38
3.2.3.2. Mjerna postaja za fitobentos .....	39
3.2.3.3. Određivanje trofičnosti i saprobnosti na na temelju dijatomejskih algi .....	39
3.2.3.4. Određivanje trofičnosti na temelju nedijatomejskih algi .....	40
3.2.3.5. Referentne i najlošije vrijednosti, pokazatelja/indeksa biološkog elementa kakvoće fitobentosa, specifične za određeni tip tekućice.....	40
3.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	41
3.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOBENTOSA U TEKUĆICAMA .....	41
3.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROFITI .....	43
3.3.1. UZORKOVANJE .....	43
3.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	43
3.3.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja .....	43
3.3.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	44
3.3.1.4. Način uzorkovanja.....	45
3.3.1.5. Taksonomske i ekološke skupine koje se uzorkuju .....	45

3.3.1.6. Procjena pokrovnosti na terenu .....	45
3.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	46
3.3.2.1. Oprema za laboratorijski rad .....	46
3.3.2.2. Determinacija makrofita .....	46
3.3.2.3. Pohrana biljnog materijala.....	47
3.3.2.4. Računalna obrada podataka .....	47
3.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	47
3.3.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita.....	47
3.3.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u tip tekućice .....	47
3.3.3.3. Stupanj degradacije određen biocenoškom metodom - biocenoški indeks ( $BM_{HR}$ ).....	48
3.3.3.4. Izračunavanje ekološkog stanja biocenoškom metodom/biocenoškim indeksom .....	48
3.3.3.5. Izračunavanje makrofita biocenoškom metodom .....	57
3.3.3.6. Morfološki tipovi.....	57
3.3.3.7. Referentni indeks ( $RI-M_{RH}$ ).....	58
3.3.3.8. Referentne zajednice prema tipovima površinskih voda .....	63
3.3.3.9. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja ekološkog stanja za biocenošku metodu .....	64
3.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	65
3.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROFITA U TEKUĆICAMA .....	65
3.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS .....	67
3.4.1. UZORKOVANJE .....	67
3.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	67
3.4.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja .....	67
3.4.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	68
3.4.1.4. Metoda uzorkovanja .....	69
3.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	72
3.4.2.1. Izolacija makrozoobentosa .....	72
3.4.2.2. Determinacija makrozoobentosa.....	73
3.4.2.3. Kvantifikacija makrozoobentosa .....	74
3.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	74
3.4.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa .....	74
3.4.3.2. Mjerna postaja za makrozoobentos .....	74
3.4.3.3. Određivanje saprobnosti i opće degradacije na temelju makrozoobentosa .....	75
3.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	77
3.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U TEKUĆICAMA.....	82
3.5. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE RIBE .....	84
3.5.1. UZORKOVANJE .....	84
3.5.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	84
3.5.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja .....	84
3.5.1.3. Način uzorkovanja.....	85
3.5.1.4. Determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije ponovnog puštanja u rijeku .....	86
3.5.1.5. Oprema .....	87
3.5.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	87
3.5.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	88
3.5.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju riba .....	88
3.5.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u vodni tip.....	88
3.5.3.3. Izračunavanje Kvantitativnog hrvatskog indeksa biotičkog integriteta ( $IBI_{HR}$ ) .....	88
3.5.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	95
3.5.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE RIBA U TEKUĆICAMA.....	96
<b>4. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA JEZERA .....</b>	<b>98</b>
4.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON.....	98
4.1.1. UZORKOVANJE .....	98
4.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	98
4.1.1.2. Mjesto uzorkovanja .....	98
4.1.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	98
4.1.1.4. Način uzorkovanja.....	99
4.1.1.5. Konzerviranje i pohrana uzoraka .....	103
4.1.1.6. Označavanje i etiketiranje uzorka .....	104
4.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	104
4.1.2.1. Popis potrebne opreme pri mikroskopiranju uzoraka fitoplanktona.....	104
4.1.2.2. Kvalitativna analiza .....	104

4.1.2.3. Kvantitativna analiza .....	105
4.1.2.4. Izračunavanje biomase fitoplanktona .....	108
4.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	110
4.1.3.1. Pokazatelj/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona .....	110
4.1.3.2. Mjerna postaja za fitoplankton .....	110
4.1.3.3. Određivanje trofičnosti na temelju fitoplanktona .....	110
4.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	112
4.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U JEZERIMA .....	113
4.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOBENTOS .....	113
4.2.1. UZORKOVANJE .....	114
4.2.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	114
4.2.1.2. Mjesto uzorkovanja .....	114
4.2.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	114
4.2.1.4. Način uzorkovanja.....	115
4.2.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	115
4.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	116
4.2.3.1. Pokazatelj/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa .....	116
4.2.3.2. Mjerna postaja za fitobentos .....	116
4.2.3.3. Određivanje trofičnosti na temelju fitobentosa (TID <sub>HR</sub> ).....	116
4.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	117
4.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOBENTOSA U JEZERIMA .....	117
4.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROFITI .....	118
4.3.1. UZORKOVANJE .....	118
4.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	118
4.3.1.2. Veličina mjesta, način uzorkovanja te procjena brojnosti .....	119
4.3.1.3. Oprema za uzorkovanje .....	120
4.3.1.4. Taksonomske i ekološke skupine koje se uzorkuju .....	120
4.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	121
4.3.2.1. Oprema za laboratorijski rad .....	121
4.3.2.2. Determinacija makrofita .....	121
4.3.2.3. Pohrana biljnog materijala.....	121
4.3.2.4. Računalna obrada podataka .....	122
4.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	122
4.3.3.1. Pokazatelj/indeks za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita.....	122
4.3.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u jezerski vodni tip.....	123
4.3.3.3. Jezerske tipske zajednice makrofita .....	123
4.3.3.4. Izračunavanje vrijednosti stupnja degradacije određenog biocenološkom metodom/biocenološkog indeksa .....	128
4.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	129
4.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROFITI U JEZERIMA.....	129
4.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS .....	130
4.4.1. UZORKOVANJE .....	130
4.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	130
4.4.1.2. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	130
4.4.1.3. Način uzorkovanja.....	131
4.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA.....	131
4.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	132
4.4.3.1. Pokazatelj/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa .....	132
4.4.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u jezerski vodni tip.....	132
4.4.3.3. Određivanje eutrofikacije na temelju makrozoobentosa .....	132
4.4.3.4. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja/indeksa ekološkog stanja za makrozoobentosa specifične za određene tipove jezera.....	135
4.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	135
4.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U JEZERIMA .....	136
<b>5. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA PRIJELAZNE VODE .....</b>	<b>137</b>
5.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON (BIOMASA – KONCENTRACIJA KLOROFILA A) .....	137
5.1.1. UZORKOVANJE .....	137
5.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	137
5.1.1.2. Izbor mjerne postaje i dubine uzorkovanja.....	137

5.1.1.3. Oprema za uzorkovanje fitoplanktona.....	137
5.1.1.4. Uzorkovanje fitoplanktona .....	138
5.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA .....	138
5.1.2.1. Materijal i oprema za mjerenje koncentracije klorofila a .....	138
5.1.2.2. Mjerenje koncentracije klorofila a .....	138
5.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	139
5.1.3.1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona .....	139
5.1.3.2. Mjerna postaja za fitoplankton.....	140
5.1.3.3. Određivanje trofije na temelju fitoplanktona .....	140
5.1.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja .....	140
5.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	140
5.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIJELAZNIM VODAMA .....	141
5.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROFITI – MORSKE CVJETNICE.....	142
5.2.1. UZORKOVANJE .....	143
5.2.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	143
5.2.1.2. Izbor mjerne postaje i dubine uzorkovanja.....	143
5.2.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	143
5.2.1.4. Način uzorkovanja.....	143
5.2.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA .....	144
5.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	144
5.2.3.1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita .....	144
5.2.3.2. Mjerna postaja za makrofita .....	144
5.2.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makrofita metodom Cymox.....	145
5.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	146
5.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROFITI U PRIJELAZNIM VODAMA .....	146
5.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS .....	146
5.3.1. UZORKOVANJE .....	146
5.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	146
5.3.1.2. Izbor mjerne postaje .....	147
5.3.1.3. Materijal i oprema za uzorkovanje makrozoobentosa.....	147
5.3.1.4. Način uzorkovanja.....	147
5.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA .....	147
5.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	148
5.3.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa .....	148
5.3.3.2. Mjerna postaja za makrozoobentos .....	149
5.3.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makrozoobentosa .....	149
5.3.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja .....	150
5.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	150
5.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIJELAZNIM VODAMA .....	150
5.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE RIBE .....	151
5.4.1. UZORKOVANJE .....	152
5.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	152
5.4.1.2. Mjesto uzorkovanja .....	152
5.4.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	152
5.4.1.4. Način uzorkovanja.....	153
5.4.1.5. Određivanje vrsta i mjerenje riba .....	153
5.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA .....	154
5.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	154
5.4.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju riba .....	154
5.4.3.2. Mjerna postaja za ribe .....	154
5.4.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju riba.....	154
5.4.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja .....	160
5.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	160
5.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE RIBA U PRIJELAZNIM VODAMA .....	160
<b>6. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA PRIOBALNE VODE .....</b>	<b>162</b>
6.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON (BIOMASA – KONCENTRACIJA Klorofila A).....	162
6.1.1. UZORKOVANJE .....	162
6.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	162
6.1.1.2. Izbor mjerne postaje i dubine uzorkovanja.....	162



6.1.1.3. Oprema za uzorkovanje .....	162
6.1.1.4. Način uzorkovanja fitoplanktona .....	163
6.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA .....	163
6.1.2.1. Materijal i oprema za mjerenje koncentracije klorofila a .....	163
6.1.2.2. Mjerenje koncentracije klorofila a .....	163
6.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	164
6.1.3.1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona .....	164
6.1.3.2. Mjerna postaja za fitoplankton .....	165
6.1.3.3. Određivanje trofije na temelju fitoplanktona .....	165
6.1.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja .....	165
6.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	165
6.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIOBALNIM VODAMA .....	166
6.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROALGE .....	167
6.2.1. TERENSKI RAD – KARTIRANJE I UZORKOVANJE .....	167
6.2.1.1. Vrijeme kartiranja .....	167
6.2.1.2. Izbor mjerne postaje i područje kartiranja .....	167
6.2.1.3. Oprema potrebna za kartiranje .....	168
6.2.1.4. Način kartiranja .....	168
6.2.2. LABORATORIJSKI RAD .....	168
6.2.2.1. Taksonomska analiza makroalgi .....	168
6.2.2.2. Označavanje i zapisivanje u bazu podataka .....	169
6.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	169
6.2.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makroalgi .....	169
6.2.3.2. Mjerna postaja za makroalge .....	169
6.2.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makroalgi .....	169
6.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	172
6.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA KARTIRANJE MAKROALGI U PRIOBALNIM VODAMA .....	172
6.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MORSKE CVJETNICE .....	172
6.3.1. UZORKOVANJE .....	173
6.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	173
6.3.1.2. Izbor mjerne postaje .....	173
6.3.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje .....	173
6.3.1.4. Način uzorkovanja i mjerenja in situ .....	173
6.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA .....	174
6.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	174
6.3.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju morskih cvjetnica .....	174
6.3.3.2. Mjerna postaja za morske cvjetnice .....	175
6.3.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju morske cvjetnice .....	175
6.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	176
6.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALNIM VODAMA .....	176
6.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS .....	177
6.4.1. UZORKOVANJE .....	177
6.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja .....	177
6.4.1.2. Izbor mjerne postaje .....	177
6.4.1.3. Materijal i oprema za uzorkovanje bentoskih beskralješnjaka .....	177
6.4.1.4. Način uzorkovanja .....	177
6.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA .....	178
6.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA .....	179
6.4.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju bentoskih beskralješnjaka .....	179
6.4.3.2. Mjerna postaja za bentoske beskralješnjake .....	179
6.4.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makrozoobentosa .....	179
6.4.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja .....	180
6.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK) .....	180
6.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIOBALNIM VODAMA .....	181
<b>7. DETERMINACIJSKI KLJUČEVI .....</b>	<b>183</b>
7.1. BIOLOŠKI ELEMENTI SLATKIH VODA .....	183
7.1.1. FITOPLANKTON I FITOBENTOS .....	183
7.1.2. MAKROFITI .....	184
7.1.3. MAKROZOOBENTOS .....	185

7.1.4. RIBE.....	187
7.2. BIOLOŠKI ELEMENTI PRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA .....	188
7.2.1. MAKROALGE PRIOBALNIH VODA .....	188
7.2.2. MAKROZOOBENTOS .....	188
7.2.3. RIBE PRIJELAZNIH VODA .....	189
<b>8. OSTALA LITERATURA.....</b>	<b>190</b>
<b>9. DODACI.....</b>	<b>193</b>
DODATAK 1. POPIS SVOJTI FITOPLANKTONA U VELIKIM I VRLO VELIKIM RIJEKAMA S PRIPADAJUĆIM FUNKCIONALNIM GRUPAMA .....	193
DODATAK 2. OPERATIVNA LISTA SVOJTI DIJATOMEJA U FITOBENTOSU RIJEKA I JEZERA .....	200
DODATAK 3. REFERENTNE I NAJLOŠIJE VRIJEDNOSTI POKAZATELJA FITOBENTOSA $TID_{HR}$ I $SI_{HR}$ , SPECIFIČNE ZA ODREĐENI TIP TEKUĆICE .....	213
DODATAK 4. OPERATIVNA LISTA SVOJTI MAKROZOOBENTOSA .....	215
DODATAK 5. REFERENTNE I NAJLOŠIJE VRIJEDNOSTI POKAZATELJA/INDEKSA BIOLOŠKOG ELEMENTA KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS SPECIFIČNE ZA ODREĐENI TIP TEKUĆICE.....	232

## 1. UVOD

Jedan od ciljeva upravljanja vodama propisan Zakonom o vodama (Narodne novine, br. 153/09, 63/11, 130/11, 56/13 i 14/14) je postizanje i očuvanje dobrog stanja voda, što uključuje postizanje dobrog ekološkog stanja svih površinskih vodnih tijela. Ocjenjivanje ekološkog stanja voda predstavlja mjerenje promjene stanja i funkcije ekosustava u odnosu na prirodno, odnosno referentno. U odnosu na veličinu promjene razvrstava se u jednu od od 5 kategorija ekološkog stanja i prikazuje se na kartama koje sadrže prikaz ekološkog stanja svakog vodnog tijela površinske vode odgovarajućom bojom (Tablica 1.1).

Tablica 1.-1 Kategorije ekološkog stanja

Kategorije ekološkog stanja	Boja
Vrlo dobro	Plava
Dobro	Zelena
Umjereno	Žuta
Loše	Narančasta
Vrlo loše	Crvena

Ekološko stanje tijela površinske vode određuje se na temelju rezultata monitoringa bioloških elemenata kakvoće te hidromorfoloških, osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata, koji prate biološke elemente. Granične vrijednosti za vrlo dobro, dobro i umjereno ekološko stanje pokazatelja osnovnih fizikalno-kemijskih i kemijskih elemenata kakvoće su propisane Uredbom o standardu kakvoće voda (Narodne novine, br. 73/13, 151/14 i 78/15) te se ovdje neće razmatrati. Način uzorkovanja s terenskim protokolom, postupak laboratorijske analize i obrade podataka, kriteriji na temelju kojih se određuju tipovi površinskih voda, referentne vrijednosti pokazatelja/indeksa, odgovarajuće taksonomske razine za pokazatelje/indekse potrebne za postizanje odgovarajuće pouzdanosti i točnosti pri ocjeni bioloških elemenata kakvoće voda, postupak izračunavanja bioloških pokazatelja/indeksa i omjera ekološke kakvoće, referentne i operativne liste taksona (svojt) te popis determinacijskih ključeva, propisuju se ovom Metodologijom sukladno članku 19. stavku 5. Uredbe o standardu kakvoće voda.

Za ocjenu stanja tijela površinske vode na temelju bioloških elemenata kakvoće primjenjuju se omjeri ekološke kakvoće (OEK) svakog biološkog elementa.

Tablica 1.-2 Biološki elementi kakvoće za površinske vode

Biološki elementi kakvoće			
Rijeke	Jezera	Prijelazne	Priobalne vode
Fitoplankton	Fitoplankton	Fitoplankton	Fitoplankton
Fitobentos	Fitobentos	Makrofita - morske cvjetnice	Makroalge
Makrozoobentos	Makrozoobentos	Makrozoobentos	Morske cvjetnice
Makrofita	Makrofita	Ribe	Makrozoobentos
Ribe			

## 1.1. POJMOVNIK STRUČNIH IZRAZA I KRATICA

Pojam	Definicija
Akal	Mineralno mikrostanište sastavljeno od finih do srednje velikih čestica u koritu tekućice veličine 0,2 do 2 cm.
Amfifit	Makrofitska vrsta koja može rasti potpuno uronjena u vodu ili potpuno izvan vode; takve biljke tipično rastu u uvjetima velike promjene vodostaja.
Argilal	Mineralno mikrostanište sastavljeno od gline i anorganskog mulja, veličine < 6 $\mu\text{m}$ .
Bentos	Organizmi koji žive na dnu mora ili slatkih voda ili su povezani s dnom.
Bentoske životne zajednice	Životne zajednice koje su razvijene na dnu vodenih staništa (kopnenih voda i mora).
Biocenoza (životna zajednica)	Skup populacija različitih jedinki biljnih i životinjskih vrsta koje su povezane međuodnosima na ograničenom životnom prostoru.
Biološki element kakvoće (BEK)	Sastavnica vodenog ekosustava koja se može mjeriti pokazateljima kao što su sastav svojti i biomasa, a biološki je indikator promjena u vodenom ekosustavu u odnosu na referentne uvjete.
Biološki indeks/pokazatelj	Mjera procesa koji se odvijaju u biocenozi, koja se mijenja u skladu s gradijentom čovjekovog utjecaja.
Biomasa	Ukupna masa žive organske tvari unutar sustava ili taksona.
Biovolumen	Ukupni volumen jednog taksona, uključujući i staničnu stijenku (ako postoji), s izuzetkom lorike i/ili želatinozne ovojnice te struktura stanične stjenke poput bodlji, trnova, ljuski i sličnog.
„Bottom up“ pristup („Odozdo prema gore“)	Utvrđivanje tipova površinskih voda temeljem biotičkih čimbenika.
CARLIT metoda	Metoda kartiranja litoralnih zajednica (Cartography of littoral rocky-shore communities) koja obuhvaća kartiranje zajednica makroalgi u mediolitoralu i gornjem infralitoralu te obradu prikupljenih podataka pomoću geografskog informacijskog sustava (GIS) (prema Ballesteros i sur., 2007).
Chl <i>a</i> (klorofil <i>a</i> )	Fotosintetski pigment neophodan za proces fotosinteze i nalazi se u svim fitoplanktonskim stanicama. Određivanje koncentracije klorofila <i>a</i> najjednostavnija je metoda za procjenu biomase fitoplanktona.
CTD sonda	Elektronički uređaj za mjerenje vodljivosti (saliniteta), temperature i dubine u prirodnim vodama.
Diadromne vrste riba	Vrste riba koje zbog raznih fizioloških potreba, najčešće zbog mrijesta, migriraju iz slatke vode u mora i oceane ili obrnuto.
Dijatomeje (alge kremenjašice)	Jednostanične alge koje žive pojedinačno ili u kolonijama, karakteriziraju ih ljušturice od silicijevog dioksida. S obzirom na način života mogu biti planktonske (u stupcu vode) ili bentoske (na organskom ili anorganskom supstratu).
DMS	Kratice za „Degrees/Minutes/Seconds“ (stupnjevi/minute/sekunde).
Dubinski uzorkivač	Uzorkivač vode oblika šupljeg valjka koji se spušta na željenu dubinu vode gdje se zatvore gornji i donji poklopac te se na taj način dobije reprezentativan uzorak vode s određene dubine.
Epilimnij ( $Z_{\text{epi}}$ )	Sloj vode između površine i termokline u kojemu su gustoća i temperatura vode otprilike ujednačeni, a temperatura se mijenja < 1°C po metru dubine.
Estuarijske rezidentne vrste riba	Vrste riba koje su stalno nastanjene u estuarijima i to od nedoraslog stadija do uginuća.
Estuarijski tolerantne vrste riba	Vrste riba koje često obitavaju u estuarijskim područjima, posebice njihovi nedorasli stadiji i to radi ishrane i rasta, a zapravo su prave morske vrste.
Eufotička zona ( $Z_{\text{eu}}$ )	Sloj vode ispod površine u kojemu se odvija proces fotosinteze.
Fitobentos	Zajednica fototrofnih algi i cijanobakterija koje žive na dnu vodenog ekosustava.
Fitoplankton	Zajednica slobodno plivajućih, suspendiranih, fotosintetskih organizama u vodenim ekosustavima koja se sastoji od cijanobakterija i algi.

Pojam	Definicija
Formaldehid-octena kiselina-etilni alkohol (FOA)	Standardni konzervans za botaničke preparate
Frustula	Stanična stijenka dijatomeja sačinjena od silikata, a sastoji se od dvije međusobno povezane valve.
GIS	Geografski informacijski sustav za upravljanje, analizu, vizualizaciju i distribuciju geoprostornih informacija, odnosno informacija o objektima i pojavama čiji je referentni sustav definiran na površini Zemlje.
Helofit	Makrofitska vrsta kojoj su samo bazalni dijelovi potopljeni, dok su listovi i cvjetovi iznad razine vode.
Hidrofit	Makrofitska vrsta koja je u potpunosti ili većim dijelom uronjena u vodu, čiji listovi, cvjetovi i podovi plutaju na vodi, ili pak koja čitava pluta na vodi (pravi makrofit).
Hranjive soli	Otopljene soli dušika (nitrat, nitrit, amonijeve soli), fosfora (ortofosfat) i silicija (ortosilikat) koje sudjeluju u primarnoj proizvodnji organske tvari u prirodnim vodama.
Indikatorske vrste organizama	Odabrane vrste koje su pokazatelji promjena u okolišu.
Integrirani uzorkivač	Uzorkivač vode kojim se uzorkuje kontinuiran i reprezentativan uzorak u određenom stupcu vode.
Jedinica za brojenje fitoplanktona	Nakupina (kolonija, filament, cenobij) jedne ili više stanica algi koje se broje tijekom analize fitoplanktona, a razlikuje se od drugih čestica u uzorku.
Konzerviranje	Zaštita morfoloških struktura organizama od raspadanja.
Krenal	Područje izvora koje obuhvaća izvorište - eukrenal ili mjesto gdje voda izlazi na površinu i izvorski tok - hipokrenal, tok nizvodno od eukrenala sa zajednicom organizama koja nastanjuje to područje (krenon).
Ksilal	Organsko mikrostanište u koritu tekućice koje se sastoji od odumrlih drvenih ostataka, grana i korijenja.
Litoral	Priobalje, područje mora, jezera ili rijeke uz obalu, koje se proteže od crte visoke vode (plime ili visokog vodostaja) do crte niske vode (oseke ili niskog vodostaja). Obilježava ga gibanje vode, erozija, jaka sedimentacija, kolebanje temperature i bogatstvo biljnog i životinjskog svijeta.
Makrofiti	Zajednica vodenih biljaka koje su, u pravilu, vidljive golim okom do razine vrste i čiji su fotosintetski dijelovi trajno ili barem nekoliko mjeseci uronjeni u vodu ili plutaju na površini vode (prema Cook et al, 1974. Casper & Krausch, 1980).
Makrolital	Mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od većeg kamenja i šljunka veličine 20 do 40 cm.
Makroskopska bentoska alga	Višestanična alga ili nakupina jednostaničnih algi koje žive pričvršćene na supstrat i vidljive su golim okom.
Maksimalna vegetacijska dubina	Krajnja dubinska granica do koje su vodeni makrofiti ukorijenjeni u sediment.
Makrozoobentos	Zajednica makroskopskih beskralješnjaka koji naseljavaju pridnene supstrate (sediment, nanose, makrofite, filamentozne alge i dr.) barem jednim dijelom svog životnog ciklusa (prema Rosenberg i Resh, 1993.).
Megalital	Mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od vrlo velikog kamenja, blokova i stijena, većih od 40 cm.
Mesolital	Mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od kamenja veličine od 6,3 do 20 cm, s različitim udjelom šljunka i pijeska.
Miješanje vode	Miješanje cijelog stupca vode.
Mikrolital	Mineralno mikrostanište u koritu tekućice koje se sastoji od šljunka veličine od 2 do 6,3 cm, s različitim udjelom srednje velikog i finog šljunka i pijeska.
Modul	Skupina bioloških pokazatelja/indeksa koji ukazuju na istu vrstu opterećenja, odnosno daju istovrsnu informaciju o stanju voda.
NMDS analiza	Statistička metoda nemetričkog multidimenzionalnog skaliranja.

Pojam	Definicija
Normalizacija indeksa	Pretvaranje vrijednosti bioloških indeksa u raspon od 0 do 1, koji predstavlja omjer ekološke kakvoće.
Odsječak	Određena dužina vodotoka koja je glavna podjedinica riječnog korita definirana fizikalnim, kemijskim ili hidrološkim značajkama (ili njihovom kombinacijom), a razlikuje se od nizvodnog i uzvodnog dijela vodotoka.
Omjer ekološke kakvoće biološkog elementa (OEK)	Prosječna vrijednost omjera ekološke kakvoće pojedinačnih pokazatelja/indeksa.
Omjer ekološke kakvoće pokazatelja/indeksa (OEK biološki indeks)	Omjer između izmjerenih vrijednosti i referentnih vrijednosti pokazatelja/indeksa za određeni tip površinske vode.
Pelagijal	Zona slobodne vode, odnosno vode koja nije blizu dna ili obale.
Pelal	Mikrostanište u koritu tekućice stavljeno od mulja i sluzi veličine čestica < 0,063 mm.
Plitko jezero	Polimiktičko jezero s maksimalnom dubinom $\leq 10$ m.
Pojasni odsječak	Definirana uzdužna zona rijeke ili jezera unaprijed određene širine po kojoj se vrši opažanje.
POMI ( <i>Posidonia oceanica</i> multivarijatan indeks)	Metoda koja se zasniva na uzorkovanju morske cvjetnice <i>Posidonia oceanica</i> i mjerenju više fizioloških elemenata stanja biljke te značajki čitave zajednice.
Polimiktičko jezero	Plitko jezero koje godišnje ima više od dvije faze miješanja cijelog stupca vode.
Potamal	Nizvodni odsječak tekućice, odnosno područje sporijeg toka tekućice.
Profundal	Područje u termalno stratificiranom jezeru (stajaćici), koje se proteže od gornje granice termokline do dna.
Psamal	Mineralno mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno od pijeska veličine čestica od 0,063 do 2 mm.
Psamopelal	Mikrostanište u koritu tekućice sastavljeno pijeska i organskog mulja veličine čestica od 0,063 do 2 mm.
Referentna vrijednost pokazatelja/indeksa	Za pokazatelje/indekse koji se koriste za ocjenjivanje ekološkog stanja voda, referentna vrijednost se definira kao vrijednost određena na referentnim mjestima, odnosno procijenjena vrijednost za uvjete vrlo niskog opterećenja (bez utjecaja industrijalizacije, urbanizacije, intenzivne poljoprivrede) ili za uvjete s vrlo malim promjenama hidromorfoloških, bioloških i fizikalno-kemijskih pokazatelja. To je najmanja vrijednost, tj. vrijednost kada nema (ili su vrlo male) promjena prirodnih uvjeta.
Referentni uvjeti	Uvjeti koji odražavaju potpuno nenarušeno stanje ili stanje s vrlo malim ljudskim utjecajem.
Ritral	Područje gornjeg, brzog toka tekućice.
Salinitet (S)	Masa (g) otopljenih soli u 1 kg morske vode kad su svi bromidi i jodidi zamijenjeni jednakom količinom klorida, a sva organska tvar oksidirana.
Secchi dubina	Najveća dubina kod koje je bijeli Secchi disk još uvijek vidljiv. To je srednja vrijednost dviju dubina: dubine na kojoj ploča nestaje prilikom spuštanja i dubine na kojoj se ploča ponovno pojavljuje prilikom podizanja.
Stanište	Jedinstvena funkcionalna jedinica ekološkog sustava određena zemljopisnim, biotičkim i abiotičkim svojstvima.
Stratifikacija	Stanje vodnog tijela tijekom kojeg vertikalni gradijent gustoće u vodenom stupcu sprječava njegovo potpuno miješanje.
Stupanj pokrovnosti	Postotak pokrivenog supstrata nekim organizmom na istraživanoj postaji.
Svojta (takson)	Skupina organizama koja je povezana s određenom hijerarhijskom razinom u biološkoj identifikaciji, nomenklaturi i klasifikaciji.
Tehnolital	Mikrostanište u koritu tekućice, na kojemu se nalazi čvrst materijal, obično kamenje i betonski blokovi položeni u tekućicu zbog uređivanja korita.
Termoklina (metalimniji)	Sloj u stupcu vode s najvećim vertikalnim gradijentom gustoće, koji je posljedica temperaturnog gradijenta koji se mijenja $> 1^{\circ}\text{C}$ po metru dubine.

Pojam	Definicija
„Top down“ pristup („Od vrha prema dolje“)	Utvrđivanje tipova površinskih voda temeljem abiotičkih čimbenika.
Transekt	Stalni, u prostoru točno određeni pravac kojem dužina i širina ovise o istraživanoj taksonomskoj skupini i lokalnim terenskim uvjetima.
Trofija	Pojam koji općenito označava razinu primarne produktivnosti u površinskim vodama.
Valva	Strukturna jedinica dijatomejske frustule.

## 1.2. STANDARDI ZA PRAĆENJE BIOLOŠKIH ELEMENATA KAKVOĆE

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

*Standardi za uzorkovanje bioloških elemenata kakvoće:*

- HRN EN ISO 5667-3:2012 Kvaliteta vode – Uzorkovanje – 3. dio: Čuvanje i rukovanje uzorcima vode

*Standardi za fitoplankton*

- HRN EN 15204:2008 Kakvoća vode – Savjetodavna norma za brojenje fitoplanktona pomoću inverznog mikroskopa (Utermöhl tehnikom)
- HRN EN 15972:2011 Kakvoća vode – Smjernice za kvantitativno i kvalitativno istraživanje morskog fitoplanktona
- HRN ISO 10260:2001 Kakvoća vode – Mjerenje biokemijskih pokazatelja – Spektrometrijsko određivanje koncentracije klorofila *a*

*Standardi za makrofite i fitobentos*

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

*Standardi za bentičke beskralježnjake*

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

*Standardi za ribe*

- HRN EN 14962:2007 Kakvoća vode – Smjernice za područje primjene i odabir metoda uzorkovanja riba



- HRN EN 14011:2005 Kakvoća vode — Uzorkovanje riba električnom strujom
- HRN EN 15910:2014 Kvaliteta vode — Upute za procjenu brojnosti riba mobilnim hidroakustičnim metodama
- HRN EN 14757:2015 Kakvoća vode — Uzorkovanje riba mrežama raznih veličina oka.

Za uzorkovanje i laboratorijsku analizu fizikalno-kemijskih pokazatelja kao pratećeg elementa za ocjenu ekološkog stanja, koriste se svi mjerodavni CEN/ISO standardi, tj. standardi za fizikalno-kemijske pokazatelje.

## 2. TEMELJNE POSTAVKE ZA ODREĐIVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE

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

### 2.1. TIPOVI VODA

Zbog prirodne biološke i krajobrazne raznolikosti površinskih voda uvedena je tipizacija i ocjenjivanje stanja voda s obzirom na relativno odstupanje od referentnih/prirodnih uvjeta za određeni tip površinskih voda, tzv. tip-specifičnih uvjeta. Tipizacija je primarno razvrstavanje površinskih voda (rijeka, jezera, prijelaznih i priobalnih voda) na temelju određenoga broja čimbenika koji bitno određuju prirodna ekološka obilježja voda, a koji su zadani (tipizacijski sustav A) ili se biraju (tipizacijski sustav B). Hrvatska se načelno odlučila za tipizacijski sustav B, jer je fleksibilniji i omogućuje definiranje tipologije koja bolje opisuje ekološku raznolikost površinskih voda.

U Prilogu 12. Uredbe o standardu kakvoće voda naveden je popis tipova površinskih voda (Tablice 12 A – D).

#### 2.1.1. TIPIZACIJA RIJEKA/TEKUĆICA

Tipizacija rijeka/tekućica provedena je na svim tekućicama sa slivnom površinom većom od 10 km<sup>2</sup>. U nacionalnu tipologiju tekućica prema sustavu B uključeni su obavezni i izborni deskriptori/čimbenici, uz podjelu na ekoregije prema sustavu A, koristeći „top down“ – „bottom up“ pristup. Obavezni deskriptori proizlaze iz implementacije sustava A, a odabir izbornih čimbenika zasniva se na hrvatskim ekološkim i faunističkim specifičnostima.

Tablica 2.1.1.-1 Kriteriji za tipizaciju rijeka/tekućica sa slivnom površinom većom od 10 km<sup>2</sup>

Abiotički čimbenici za tipizaciju rijeka/tekućica	
<b>Obavezni</b>	1. ekoregija: <ul style="list-style-type: none"><li>• Panonska ekoregija i</li><li>• Dinaridska ekoregija<ul style="list-style-type: none"><li>○ Dinaridska kontinentalna subekoregija,</li><li>○ Dinaridska primorska subekoregija i</li><li>○ Dinaridska primorska subekoregija – Istra;</li></ul></li></ul>
	2. veličina sliva: <ul style="list-style-type: none"><li>• 10 - 100 km<sup>2</sup> - potoci i male tekućice,</li><li>• 100 – 1 000 km<sup>2</sup> - srednje velike tekućice,</li><li>• 1 000 – 10 000 km<sup>2</sup> - velike tekućice i</li><li>• &gt; 10 000 km<sup>2</sup> - vrlo velike tekućice;</li></ul>
	3. geološka i litološka podloga: <ul style="list-style-type: none"><li>• silikatna,</li><li>• vapnenačka,</li></ul> miješana silikatno-vapnenačka ili vapnenačko-silikatna (ovisno o tome koja je više zastupljena), odnosno vapnenačko-flišna, <ul style="list-style-type: none"><li>• organogena,</li><li>• miješana silikatno-organogena i</li></ul>

<b>Abiotički čimbenici za tipizaciju rijeka/tekućica</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• miješana vapnenačko-organogena;</li> </ul>
	4. nadmorska visina: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nizinske tekućice (&lt; 200 m),</li> <li>• prigorske tekućice (200 - 500 m) i</li> <li>• gorske (planinske) tekućice ili gorski potoci (&gt; 500 m).</li> </ul>
<b>Izborni</b>	1. granulometrijski sastav supstrata <ul style="list-style-type: none"> <li>- sitne čestice supstrata (&lt; 2 mm),</li> <li>- srednje krupne čestice supstrata (&gt; 2 mm),</li> <li>- krupni supstrat (&gt; 6 cm),</li> </ul> 2. nagib korita <1‰ <ul style="list-style-type: none"> <li>- aluvijalne tekućice,</li> <li>- tekućice krških polja,</li> </ul> 3. krške tekućice s padom korita većim od 5 ‰,           4. povremene tekućice i           5. krške tekućice s baražnim ujezerenjem.

Korištenjem „top down“ pristupa, slijedom navedenih abiotičkih čimbenika u hrvatskoj hidrografskoj mreži može se razlučiti 24 tipa i 47 podtipova (ukupno 71 abiotičkih tipova).

Nakon definiranja tipova tekućica za svaku od ekoregija i subekoregija na temelju abiotičkih čimbenika, u svrhu potvrde opravdanosti napravljenih razgraničenja provedena je multivarijantna statistička analiza (klaster analiza i NMDS analiza), u skladu s „bottom up“ pristupom. Provedene analize pokazale su da pojedini abiotički tipovi nemaju svojstvene zajednice makrozoobentosa, nego se međusobno grupiraju. Na takav su način definirani biotički tipovi za svaku od ekoregija i subekoregija, odnosno definirano je 19 tipova s podtipovima, ukupno 28 biotičkih tipova. Dakle, 28 biotičkih tipova predstavlja operativnu listu tipova, kako za određivanje vodnih tijela, tako i za klasifikacijske sustave pojedinih bioloških elementata kakvoće specifične za tipove tekućica, na temelju kojih se ocjenjuje ekološko stanje voda, uz prateće osnovne fizikalno-kemijske i hidromorfološke elemente kakvoće (Uredba o standardu kakvoće voda - Prilog 12, Tablica 12. A.)

Tablica 2.1.1.-2 Značajke tipova rijeka/tekućica sa slivnom površinom većom od 10 km<sup>2</sup>

Naziv tipa	Oznaka tipa	Abiotički čimbenici								
		Nadmorska visina	Veličina sliva	Geološka i litološka podloga	Veličina čestica supstrata	Aluvijalne tekućice	Tekućice krških polja	Krške tekućice s padom korita većim od 5‰	Povremene tekućice	Krške tekućice s baražnim ujezerenjima
<b>PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)</b>										
1. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE	HR-R_1	200 - >500	10-100	silikatna; vapnenačka	krupni, srednji	–	–	–	–	–
<b>2. NIZINSKE MALE TEKUĆICE</b>										
2. a. Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	HR-R_2A	<200	10-100	silikatna; silikatno-vapnenačka	sitni	–	–	–	–	–
2.b. Nizinske male tekućice s šljunkovito-valutičastom podlogom	HR-R_2B	<200	10-100	silikatna; vapnenačka	srednji	–	–	–	–	–
<b>3. NIZINSKE ALUVIJALNE TEKUĆICE</b>										
3.a. Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom	HR-R_3A	<200	10-100	silikatna	srednji	X	–	–	–	–
3.b. Nizinske male, srednje velike i velike aluvijalne tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	HR-R_3B	<200	10- 10000	silikatna; silikatno-organogena	sitni	X	–	–	–	–
4. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	HR-R_4	<200	100-10000	silikatna; silikatno-vapnenačka	sitni, srednji	–	–	–	–	–
<b>5. NIZINSKE VRLO VELIKE TEKUĆICE</b>										
5.a. Nizinske vrlo velike tekućice s izvorištem lociranim u Dinaridskoj ekoregiji	HR-R_5A	<200	>10000	silikatna	krupni, srednji	–	–	–	–	–
5.b. Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj i vapnenačkoj podlozi - Donji tok Mure i srednji tok Drave i Save	HR-R_5B	<200	>10000	silikatna; vapnenačka	sitni, srednji	–	–	–	–	–
5.c. Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Donji tok Drave i Save	HR-R_5C	<200	>10000	silikatna	sitni, srednji	–	–	–	–	–
5.d. Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Dunav	HR-R_5D	<200	>10000	silikatna	sitni, srednji	–	–	–	–	–
<b>DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)</b>										

Naziv tipa	Oznaka tipa	Abiotički čimbenici								
		Nadmorska visina	Veličina sliva	Geološka i litološka podloga	Veličina čestica supstrata	Aluvijalne tekućice	Tekućice krških polja	Krške tekućice s padom korita većim od 5‰	Povremene tekućice	Krške tekućice s baražnim ujezerenjima
<b>DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA</b>										
6. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE	HR-R_6	200 - >500	10-100	silikatna; vapnenačka; silikatno-vapnenačka	krupni, srednji	–	–	–	–	–
7. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	HR-R_7	200 - >500	100-10000	vapnenačka; silikatno-vapnenačka	krupni, srednji, sitni	–	–	–	–	–
8. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	HR-R_8	<200	100-10000	vapnenačka; vapnenačko-silikatna	sitni, srednji	–	–	–	–	–
9. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA	HR-R_9	200 - >500	100-1000	vapnenačka	krupni, sitni	–	–	–	–	–
<b>10. POVREMENE TEKUĆICE</b>										
10.a. Gorske i prigorske male povremene tekućice	HR-R_10A	200 - >500	10-100	vapnenačka	krupni, srednji	–	–	–	–	–
10.b. Gorske srednje velike povremene tekućice	HR-R_10B	200 - >500	100-1000	vapnenačka	krupni, srednji	–	–	–	–	–
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA</b>										
11. NIZINSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE	HR-R_11	0 - 500	10-100	vapnenačka; vapnenačko-silikatna	srednji, krupni	–	–	–	–	–
12. PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	HR-R_12	200-500	100-10000	vapnenačka	krupni, srednji	–	–	–	–	–
13. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE	HR-R_13	<200	100-10000	vapnenačka; vapnenačko-silikatna	srednji, krupni	–	–	–	–	–
13.a. Nizinske velike tekućice s baražnim ujezerenjem	HR-R_13A	<200	1000-10000	vapnenačka	srednji, sitni	–	–	–	–	X
14. NIZINSKE TEKUĆICE KRATKIH TOKOVA S PADOM >5 ‰	HR-R_14	<200	10 -1000	vapnenačka; vapnenačko-silikatna	krupni	–	–	X	–	–
<b>15. MALE I SREDNJE VELIKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA</b>										
15.a. Nizinske male i srednje velike tekućice krških polja	HR-R_15A	<200	10 -1000	vapnenačka	sitni	–	X	–	–	–

Naziv tipa	Oznaka tipa	Abiotički čimbenici								
		Nadmorska visina	Veličina sliva	Geološka i litološka podloga	Veličina čestica supstrata	Aluvijalne tekućice	Tekućice krških polja	Krške tekućice s padom korita većim od 5‰	Povremene tekućice	Krške tekućice s baražnim ujezerenjima
15.b. Prigorske male i srednje velike tekućice krških polja	HR-R_15B	200-500	10 -1000	vapnenačka	sitni	–	X	–	–	–
<b>16. POVREMENE TEKUĆICE</b>										
16.a. Prigorske male i srednje velike povremene tekućice	HR-R_16A	200-500	10 -1000	vapnenačka; vapnenačko-silikatna	krupni	–	–	–	X	–
16.b. Nizinske male povremene tekućice	HR-R_16B	<200	10-100	vapnenačka	sitni	–	–	–	X	–
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA - ISTR</b>										
17. NIZINSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE ISTRE	HR-R_17	0 - 500	10-100	vapnenačko-flišna	sitni, srednji	–	–	–	–	–
18. NIZINSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE ISTRE	HR-R_18	<200	100-1000	vapnenačko-flišna	sitni, srednji	–	–	–	–	–
19. POVREMENE TEKUĆICE ISTRE	HR-R_19	<200	10-100	vapnenačko-flišna	srednji, krupni	–	–	–	X	–

**Legenda:**

**Krupni supstrat:**

- Megalital
- Makrolital
- Mezolital

**Srednje velike čestice supstrata:**

- Mikrolital
- Akal

**Sitne čestice supstrata:**

- Psamal
- Argilal

x čimbenik se primjenjuje

– čimbenik se ne primjenjuje

## 2.1.2. TIPIZACIJA JEZERA

U nacionalnu tipologiju jezera prema sustavu B uključeni su obavezni i izborni deskriptori/čimbenici. Obavezni deskriptori proizlaze iz implementacije sustava A, a odabir izbornih deskriptora sustava B zasniva se na nacionalnim ekološkim specifičnostima. Tipizirana su samo ona prirodna jezera koja su površine veće od 0,5 km<sup>2</sup>.

Tablica 2.1.2.-1 Kriteriji za tipizaciju jezera površine veće od 0,5 km<sup>2</sup>

Abiotički čimbenici za tipizaciju jezera	
<b>Obavezni</b>	<b>1. ekoregija:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinaridska ekoregija               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Dinaridska kontinentalna subekoregija,</li> <li>○ Dinaridska primorska subekoregija i</li> </ul> </li> </ul>
	<b>2. površina jezera:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,5 km<sup>2</sup> do 1 km<sup>2</sup> - mala jezera,</li> <li>• od 1 km<sup>2</sup> do 10 km<sup>2</sup> - srednje velika jezera,</li> <li>• od 10 km<sup>2</sup> do 100 km<sup>2</sup> - velika jezera</li> </ul>
	<b>3. geološka i litološka podloga:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• karbonatna;</li> </ul>
	<b>4. nadmorska visina:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gorska (planinska) jezera (&gt; 500 m n.v.) i</li> <li>• nizinska jezera (&lt; 200 m n.v.);</li> </ul>
	<b>5. srednja dubina:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• plitka jezera (&lt; 3m),</li> <li>• srednje duboka jezera (3 – 15 m) i</li> <li>• duboka jezera (&gt; 15 m).</li> </ul>
<b>Izborni</b>	<b>1. stupanj trofije jezera:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oligotrofno,</li> <li>• oligotrofno-mezotrofno i</li> <li>• mezotrofno;</li> </ul> <b>2. jezerska termika:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• monomiktička,</li> <li>• dimiktička i</li> <li>• polimiktička;</li> </ul> <b>3. stratifikacija sadržaja otopljenog kisika u ljetnoj stagnaciji:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klinogradna i</li> <li>• ortogradna do klinogradna;</li> </ul> <b>4. podrijetlo jezera:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• krško, baražno i</li> <li>• kriptodepresija.</li> </ul>

Na temelju navedenih čimbenika definirano je šest tipova prirodnih jezera (Uredba o standardu kakvoće voda - Prilog 12, Tablica 12. B.).

Tablica 2.1.2.-2 Značajke tipova jezera površine veće od 0,5 km<sup>2</sup>

Naziv tipa	Oznaka tipa	Abiotički čimbenici							
		Površina jezera (km <sup>2</sup> )	Geološka i litološka podloga	Nadmorska visina (m.n.v.)	Srednja dubina (m)	Stupanj trofije jezera	Jezerska termika	Stratifikacija sadržaja otopljenog kisika u ljetnoj stagnaciji	Podrijetlo jezera
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)									
DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA									
1. Planinska, duboka, mala jezera na karbonatnoj podlozi									
1.a. Oligotrofna	HR-J_1A	0,5 - 1	karbonatna	> 500	> 15	oligotrofno	dimiktička	klinogradna	krško, baražno
1.b. Oligotrofno-mezotrofna	HR-J_1B	0,5 - 1	karbonatna	> 500	> 15	oligotrofno-mezotrofno	dimiktička	klinogradna	krško, baražno
DINARIDSKA EKOREGIJA – PRIMORSKA SUBREGIJA									
2. Nizinska, duboka, srednje velika jezera; Kriptodepresije na karbontanoj podlozi	HR-J_2	> 1 - 10	karbonatna	< 200	> 15	oligotrofno	monomiktička	ortogradna do klinogradna	kriptodepresija
3. Nizinska, srednje duboka, mala jezera; Kriptodepresije na karbonatnoj podlozi	HR-J_3	0,5 - 1	karbonatna	< 200	3 – 15	mezotrofno	monomiktička	klinogradna	kriptodepresija
4. Nizinska, plitka, velika jezera; Kriptodepresije na karbonatnoj podlozi	HR-J_4	> 10 - 100	karbonatna	< 200	< 3	mezotrofno	polimiktička	–	kriptodepresija
5. Nizinska, srednje duboka i srednje velika jezera na karbonatnoj podlozi	HR-J_5	> 1 - 10	karbonatna	< 200	3 – 15	oligotrofno-mezotrofno	monomiktička	ortogradna do klinogradna	krško, baražno

**Legenda:**

- čimbenik se ne primjenjuje



### 2.1.3. TIPIZACIJA PRIJELAZNIH VODA

Prijelazne vode su površinske vode koje se pojavljuju između slatke i priobalne vode, a njihova granica sa slatkom vodom u gornjem dijelu vodenog toka definirana je pojavom saliniteta većeg od 0,5, a u području ušća poveznicom između suprotnih obala ušća ili pojavom izraženog horizontalnog gradijenta saliniteta. Za tipizaciju prijelaznih voda korišten je sustav B.

Tablica 2.1.3.-1 Kriteriji za tipizaciju prijelaznih voda

Abiotički čimbenici za tipizaciju prijelaznih voda	
<b>Obavezni</b>	1. ekoregija: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sredozemno more – Mediteran;</li> </ul>
	2. geografska širina i geografska dužina;
	3. raspon plime i oseke;
	4. srednji godišnji salinitet (s), <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>s &lt; 0,5</math> slatka voda,</li> <li>• <math>0,5 &lt; s &lt; 10</math> - oligohalina voda i</li> <li>• <math>s &gt; 10</math> - mezo i polihalina voda.</li> </ul>
<b>Izborni</b>	1. sastav supstrata: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kamenito dno,</li> <li>• krupnozrnati sediment i</li> <li>• sitnozrnati sediment.</li> </ul>

Na temelju navedenih abiotičkih čimbenika određena su četiri tipa prijelaznih voda (Uredba o standardu kakvoće voda - Prilog 12, Tablica 12. C.).

Tablica 2.1.3.-2 Značajke tipova prijelaznih voda

Naziv tipa	Oznaka tipa	Geografska širina		Geografska dužina		Raspon plime i oseke	Srednji godišnji salinitet (s)	Sastav supstrata
		Min.	Maks.	Min.	Maks.			
MEDITERANSKA EKOREGIJA (6. SREDOZEMNO MORE)								
Oligohalini estuarij krupnozrnatog sedimenta	HR-P1_2	42,94751	45,33488	13,59502	17,63168	mikroplimni	$0,5 < s < 10$	Krupnozrnati sediment
Oligohalini estuarij sitnozrnatog sedimenta	HR-P1_3	42,66931	45,0618	14,04203	18,13559	mikroplimni	$0,5 < s < 10$	Sitnozrnati sediment
Mezo i polihalini estuarij krupnozrnatog sedimenta	HR-P2_2	42,66649	45,32248	13,58171	18,11888	mikroplimni	$s > 10$	Krupnozrnati sediment
Mezo i polihalini estuarij sitnozrnatog sedimenta	HR-P2_3	42,97063	45,03234	14,03902	17,49293	mikroplimni	$s > 10$	Sitnozrnati sediment

#### 2.1.4. TIPIZACIJA PRIOBALNIH VODA

Pojam priobalne vode označava površinske vode unutar crte udaljene jednu nautičku milju od crte od koje se mjeri širina teritorijalnih voda, a mogu se protezati do vanjske granice prijelaznih voda. Polazna crta od koje se mjeri širina teritorijalnih voda definirana je u članku 18. Pomorskog zakonika (Narodne novine, broj 181/2004, 76/2007, 146/2008, 61/2011 i 56/2013).

Tablica 2.1.4.-1 Kriteriji za tipizaciju priobalnih voda

Abiotički čimbenici za tipizaciju priobalnih voda	
<b>Obavezni</b>	1. ekoregija: <ul style="list-style-type: none"><li>• Sredozemno more – Mediteran;</li></ul>
	2. geografska širina i geografska dužina;
	3. raspon plime i oseke;
	4. srednji godišnji salinitet (s), <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>s &lt; 36</math> - polihalina voda i</li><li>• <math>s &gt; 36</math> - euhalina voda.</li></ul>
<b>Izborni</b>	1. sastav supstrata: <ul style="list-style-type: none"><li>• kamenito dno,</li><li>• krupnozrnati sediment i</li><li>• sitnozrnati sediment;</li></ul>
	2. dubina: <ul style="list-style-type: none"><li>• <math>&lt; 40</math> m</li><li>• <math>&gt; 40</math> m.</li></ul>

Na temelju navedenih abiotičkih čimbenika određeno je pet tipova priobalnih voda (Uredba o standardu kakvoće voda - Prilog 12, Tablica 12. D.).

Tablica 2.1.4.-2 Značajke tipova priobalnih voda

Naziv tipa	Oznaka tipa	Geografska širina		Geografska dužina		Raspon plime i oseke	Srednji godišnji salinitet (s)	Sastav supstrata	Dubina
		Min.	Maks.	Min.	Maks.				
MEDITERANSKA EKOREGIJA (6. SREDOZEMNO MORE)									
Euhalino plitko priobalno more krupnozrnatog sedimenta	HR-O4_12	44,733394	45,52199	13,47031	14,0032	mikroplimni	s > 36	Krupnozrnati sediment	z < 40
Euhalino plitko priobalno more sitnozrnatog sedimenta	HR-O4_13	43,500622	45,307402	13,60797	16,44744	mikroplimni	s > 36	Sitnozrnati sediment	z < 40
Euhalino priobalno more krupnozrnatog sedimenta	HR-O4_22	42,936169	44,931645	13,85477	16,29551	mikroplimni	s > 36	Krupnozrnati sediment	z > 40
Euhalino priobalno more sitnozrnatog sedimenta	HR-O4_23	42,375199	45,356458	14,03586	18,54491	mikroplimni	s > 36	Sitnozrnati sediment	z > 40
Polihalino plitko priobalno more sitnozrnatog sedimenta	HR-O3_13	42,579253	44,348392	15,31986	18,23585	mikroplimni	s < 36	Sitnozrnati sediment	z < 40

### 3. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA RIJEKE

#### 3.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON

Porijeklo fitoplanktona u rijekama može biti posredno i neposredno. U manjim rijekama fitoplankton je prisutan zahvaljujući okolnim izvorima poput jezera, starih rukavaca i obraštaja, odakle bude doplavljen u rijeku zahvaljujući povećanom vodostaju i protoku. Međutim, u velikim nizinskim rijekama, gdje je vrijeme zadržavanja vode dovoljno dugo, fitoplankton će se prirodno razvijati i pridonositi primarnoj produkciji u vodenom ekosustavu rijeke.

Ekološko stanje rijeka na temelju fitoplanktona, u rijekama u kojima je fitoplankton relevantan biološki element kakvoće, ocjenjuje se na dva načina: indirektno i direktno. Indirektan način ocjene ekološkog stanja je pomoću koncentracije klorofila  $a$ , a direktan pomoću multimetrijskog indeksa koji obuhvaća sastav i biomasu fitoplanktona. Obje metode ocjene ekološkog stanja su specifične za određene tipove tekućica, tj. granice kategorija ekološkog stanja ovise o tipu tekućica.

##### 3.1.1. Uzorkovanje

###### 3.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje fitoplanktona u rijekama se obavlja jednom mjesečno od travnja do rujna tijekom jedne godine.

###### 3.1.1.2. Mjesto uzorkovanja

Mjerna postaja za uzorkovanje fitoplanktona i osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja treba biti zajednička, a fitoplankton treba uzorkovati na mjestu najdubljeg toka rijeke, tzv. „thalweg“.

###### 3.1.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje

Potrebna je sljedeća oprema za uzorkovanje fitoplanktona:

- topografske karte u mjerilu 1:25 000 i 1:50 000,
- terenski protokol za uzorkovanje fitoplanktona u rijekama,
- planktonska mrežica veličine oka 10 do 25  $\mu\text{m}$ ,
- plastična kanta,
- 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,
- otopina za fiksiranje uzorka (Lugolova otopina),
- terenska torbica s prvom pomoći,
- fotoaparata,
- GPS uređaj,
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar),
- grafitne i kemijske olovke, vodootporni flomaster,

- 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,
- putni hladnjak,
- terenska torbica s prvom pomoći,
- čamac i pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama.

#### **3.1.1.4. Način uzorkovanja**

Bočice za uzorke moraju biti označene prije uzorkovanja (vidi Poglavlje 3.1.1.6.) 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 tekućicama treba pripremiti prije odlaska na teren kao obrazac u klasičnom (papirnatom) obliku ili u elektroničkom obliku (primjerice na tabletu) te treba sadržavati podatke navedene u Poglavlju 4.1.5.

Uzorkovanje fitoplanktona se obavlja na dva načina, ovisno o tome hoće li uzorak biti kvalitativno ili kvantitativno analiziran, a obavlja se prema Savjetodavnoj normi za kvantitativno i kvalitativno uzorkovanje fitoplanktona u kopnenim vodama (HR EN 16698:2015).

##### **3.1.1.4.1. Uzorkovanje za kvalitativnu analizu**

Kvalitativni uzorci (mrežni uzorci fitoplanktona) se uzorkuju planktonskom mrežicom promjera oka 10 do 25  $\mu\text{m}$  na način da se planktonska mrežica 5 do 10 puta potapa u rijeku. To se može činiti s mosta ili iz čamca/broda. Koliko puta će se spustiti mrežica u rijeku ovisi o količini suspendirane tvari u rijeci. Kako bi se izbjeglo zatvaranje pora na planktonskoj mrežici, u slučaju kada je u rijeci mnogo suspendirane tvari, dovoljno je potopiti mrežicu 5 puta. Sadržaj mrežice se ispusti u plastičnu bočicu za spremanje uzorka i dopremi u laboratorij.

*NAPOMENA: Planktonske mrežice s promjerom oka do 25  $\mu\text{m}$  preporučuju se koristiti u uvjetima povišene suspendirane tvari te uvjetima povišenog stupnja trofije.*

##### **3.1.1.4.2. Uzorkovanje za kvantitativnu analizu**

Kvantitativni uzorci se direktno iz kante prelijevaju u bočice za uzorke i odmah konzerviraju.

### 3.1.1.5. Konzerviranje i pohrana uzoraka

#### 3.1.1.5.1. Konzerviranje uzoraka

##### a) Direktni uzorak

Direktni 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. Preporuka je za manje produktivne rijeke 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.*

#### Priprema Lugolove otopine

- *Kisela Lugolova otopina:* Otopiti 100 g kalijevog jodida (KI) u 1 L destilirane ili deionizirane vode. U otopinu zatim dodati 50 g krutog joda i miješati dok se jod ne otopi, a potom dodati 100 g ledene octene kiseline (CH<sub>3</sub>COOH). Ako zaostane neotopljenih kristalića joda, otopinu treba dekantirati. Tako pripremljena otopina prelije se i čuva u tamnoj boci na sobnoj temperaturi, a može se upotrebljavati do godinu dana od datuma pripreme.
- *Lužnata Lugolova otopina:* Otopiti 100 g kalijevog jodida (KI) u 1 L destilirane ili deionizirane vode. U otopinu zatim dodati 50 g krutog joda i miješati dok se jod ne otopi, a potom dodati 100 g natrijevog acetata (CH<sub>3</sub>COO-Na). Ako zaostane neotopljenih kristalića joda, otopinu treba dekantirati. Tako pripremljena otopina prelije se i čuva u tamnoj boci na sobnoj temperaturi, a može se upotrebljavati do godinu dana od datuma pripreme.

##### b) Mrežni kvalitativni 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%.

#### 3.1.1.5.2. Pohrana uzoraka

##### a) Mrežni kvalitativni uzorci

Mrežni kvalitativni uzorci, tzv. živi uzorci moraju se čuvati u tami na temperaturi između 4 i 10°C. Analiza živih uzoraka mora se provesti unutar 36 sati, a najbolje je pregledati ih u roku od 24 sata.

##### b) 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 je li dio uzorka ishlapio, što je vrlo bitno za kasnije preračunavanje 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.*

### **3.1.1.6. Označavanje i etiketiranje uzorka**

Bočice s uzorcima moraju imati etiketu koja sadrži sljedeće podatke:

- šifra uzorka
- naziv tekućice,
- šifra mjerne postaje,
- datum uzorkovanja i
- dubina uzorkovanja.

### **3.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA**

#### **3.1.2.1. Popis potrebne opreme pri mikroskopiranju uzoraka fitoplanktona**

- 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:
  - a) kondenzor s velikom radnom daljinom i numeričkom aperturom > 0,5,
  - b) binokulare 10x ili 12,5x (od kojih jedan ima okularni mikrometar),
  - c) objektivne 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s Nomarski i/ili faznim kontrastom,
  - d) digitalnu kameru povezanu s računalom i
  - e) mehaničko postolje;
- Staklene kapalice, staklene čaše, boce štrcalice;
- Predmetna i pokrovna stakalca;
- Laboratorijski protokol.

*NAPOMENA: Invertni mikroskop često ne podržava imerzijski objektiv (100x) pa je u tom slučaju potrebno imati i klasični 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 kojemu se određuje brojnost prema Savjetodavnoj normi za brojenje fitoplanktona pomoću invertnog mikroskopa (Utermöhl tehnikom) (HRN EN 15204:2008).*

#### **3.1.2.2. Kvalitativna analiza**

Kvalitativna analiza obuhvaća određivanje 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 3.1.2.-1.

Tablica 3.1.2.-1. Skala za ocjenu relativne brojnosti fitoplanktona

Relativna brojnost	Opis
1	Povremena vrsta
2	Rijetka vrsta
3	Umjereno prisutna vrsta
4	Brojna vrsta
5	Masovno prisutna vrsta

Za pravilnu determinaciju vrsta u uzorku fitoplanktona potrebno je koristiti determinacijske ključeve koji su navedeni u Poglavlju 7.1.1.

### 3.1.2.3. 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).*

#### 3.1.2.3.1. 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.

#### 3.1.2.3.2. Homogenizacija uzorka

Tijekom skladištenja uzorka suspendirane čestice se istalože 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 ili mehanički, pomoću aparata za trodimenzionalno miješanje uzoraka (npr. po Paul-Schatz načelu) ili ručno.

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.*



### 3.1.2.3.3. 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. 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 korišteni pribor temperiran na sobnu temperaturu. Komorica se postavlja na vodoravnu površinu i puni uzorkom u jednom potezu tako da na površini sedimentacijskog cilindra ne ostane zraka. Sedimentacijski cilindar se zatim poklopi pokrovnim staklom pri čemu se mora izbjeći zadržavanje mjehurića zraka. Sedimentacija se odvija u tami na čvrstoj vodoravnoj površini koja nije podložna utjecaju vanjskih vibracija. Trajanje sedimentacije uzoraka konzerviranih Lugolovom otopinom prikazano je u Tablici 3.1.2.-2.

Tablica 3.1.2.-2. Vrijeme sedimentacije za uzorke konzervirane Lugolovom otopinom.

Volumen sedimentacijske komorice (mL)	Visina cilindra (cm)	Vrijeme potrebno za sedimentaciju (h)
2	1	3
10	2	8
25	5	12
50	10	24
100	20	48

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

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

#### 3.1.2.3.4. 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 i
- 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 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. 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.

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

Specifične 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 µm, 16 - 26 µm i > 26 µm ili Bacillariophyceae: < 7 µm, 7 - 14 µm, 14 - 20 µm i > 20 µm.
- 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.

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

Za precizno određivanje dijatomeja u uzorku fitoplanktona potrebno je pripremiti trajne preparate prema postupku opisanom u Poglavlju 3.2., potpoglavlju 3.2.2.1. Čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata.

### 3.1.2.3.6. 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 veličinskim kategorijama kako je navedeno u specifičnim smjernicama u Poglavlju 3.1.2.3.4. 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.

### 3.1.2.3.7. Izračunavanje broja stanica

Broj prebrojanih stanica potrebno je preračunati na broj stanica po litri (br.stan.L<sup>-1</sup>). To se radi pomoću sljedeće formule:

$$N = x \eta$$

gdje je:

N – broj stanica po litri (br. L<sup>-1</sup>)

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

η – koeficijent za preračunavanje

Koeficijent za preračunavanje (η) se računa prema sljedećoj formuli:

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

gdje je:

η – koeficijent za preračunavanje

P<sub>k</sub> – površina komorice izražena u mm<sup>2</sup> ili u postotku (100%)

P<sub>x</sub> – površina transekta ili svih probnih polja izražena u mm<sup>2</sup> ili u postotku (x %)

V<sub>s</sub> – volumen poduzorka koji se sedimentirao (mL)

#### 3.1.2.4. 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, filamenta) može značajnije doprinijeti ukupnoj biomasi nego mnogo sitnih stanica. Stoga je pri ocjeni ekološkog stanja biomasa fitoplanktona relevantnija mjera od brojnosti i važno ju je točno izračunati.

##### 3.1.2.4.1. Princip izračunavanja biomase

Svaka vrsta fitoplanktona se opisuje najslabijim (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).*

##### 3.1.2.4.2. 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. 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 povremeno je potrebno provjeravati odgovaraju li dimenzije 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.

##### 3.1.2.4.3. 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  $\text{mm}^3\text{L}^{-1}$ . S pretpostavkom da je gustoća algi i cijanobakterija jednaka gustoći vode ( $1 \text{ gcm}^{-3}$ ) biomasa se iz biovolumena pretvara na sljedeći način:

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

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

### 3.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 3.1.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitoplanktona potrebno je odrediti modul za trofičnost uzimajući u obzir:

- a) klorofil *a*
- b) riječni potamoplanktonski indeks (HRPI).

Tablica 3.1.3-1. Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Bioški element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Fitoplankton	Klorofil <i>a</i> Riječni potamoplanktonski indeks	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

Za ocjenjivanje ekološkog stanja mjernu postaju za uzorkovanje potrebno je postaviti u pripadajući tip rijeke.

Fitoplankton kao biološki element kakvoće relevantan je za ocjenu ekološkog stanja samo u nizinskim dijelovima vrlo velikih rijeka, odnosno u sljedećim tipovima rijeka:

Tablica 3.1.3.-2. Tipovi površinskih voda u kojima je fitoplankton relevantan element kakvoće

Naziv tipa	Oznaka HR tipa
5. NIZINSKE VRLO VELIKE TEKUĆICE	
Nizinske vrlo velike tekućice s izvorištem lociranim u Dinaridskoj ekoregiji	HR-R_5A
Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj i vapnenačkoj podlozi - Donji tok Mure i srednji tok Drave i Save	HR-R_5B
Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Donji tok Drave i Save	HR-R_5C
Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Dunav	HR-R_5D

#### 3.1.3.2. Određivanje trofičnosti na temelju fitoplanktonskih algi

- a) Klorofil *a*

Koncentracija klorofila *a* se kao direktan pokazatelj primarne produkcije u riječnom ekosustavu može koristiti kao indirektna metoda određivanja ekološkog stanja vode.

Grafične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju koncentracije klorofila *a* navedene su u Tablici 3.1.3.-3.

Tablica 3.1.3-3. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju koncentracije klorofila *a*

Oznaka HR tipa	Vrlo dobro	Dobro	Umjereno	Umjereno loše	Loše
HR-R_5A HR-R_5B HR-R_5C	5,9	10,0	18,3	27,6	>27,6
HR-R_5D	20,0	40,0	60,0	80,0	>80,0

b) Riječni potamoplanktonski indeks (HRPI)

Riječni potamoplanktonski indeks (HRPI) je sastavljen iz dva dijela:

- prvi dio je  $Q_r$  indeks, koji predstavlja sastav fitoplanktona, a
- drugi dio je koncentracija klorofila *a*, koja predstavlja biomasu fitoplanktona.

HRPI indeks se računa u nekoliko koraka:

- 1) računanje  $Q_r$  indeksa,
- 2) normalizacija  $Q_r$  indeksa ( $NQ_r$ ) i
- 3) normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila *a* ( $NChl_a$ ).

1) Računanje  $Q_r$  indeksa

$Q_r$  indeks se računa prema formuli pri čemu se dobije vrijednost između 0 i 5:

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

gdje je:

$p_i$  = relativni udio *i*-te funkcionalne grupe - jednak je  $n_i/N$

$n_i$  = biomasa *i*-te funkcionalne grupe

$N$  = ukupna biomasa svih funkcionalnih grupa

$F_i$  = faktor iz Tablice 3.1.3-4

Popis svojiti fitoplanktona s pripadajućim kodovima funkcionalnih grupa nalazi se u DODATKU 1., a brojčana vrijednost faktora (F) pojedine funkcionalne grupe fitoplanktona dana je u Tablici 3.1.3-4.

Tablica 3.1.3-4. Popis kodona funkcionalnih grupa fitoplanktona velikih rijeka s pripadajućim faktorima (F)

Funkcionalna grupa	Faktor (F)*	Funkcionalna grupa	Faktor (F)*
A	4	E	3
B	4	F	3
C	4	G	1
D	4	J	2
T <sub>C</sub>	2	K	2
T <sub>D</sub>	3	H <sub>1</sub>	1
T <sub>B</sub>	5	H <sub>2</sub>	1
N	3	U	2
P	3	L <sub>0</sub>	1

Nastavak Tablice 3.1.3-4. Popis kodona funkcionalnih grupa fitoplanktona velikih rijeka s pripadajućim faktorima (F)

Funkcionalna grupa	Faktor (F)*	Funkcionalna grupa	Faktor (F)*
T	3	L <sub>M</sub>	1
S <sub>1</sub>	0	M	0
S <sub>2</sub>	0	R	1
S <sub>N</sub>	0	V	0
Z	3	W <sub>0</sub>	1
X <sub>3</sub>	3	W <sub>1</sub>	1
X <sub>2</sub>	4	W <sub>2</sub>	3
X <sub>1</sub>	3	W <sub>S</sub>	3
Y	3	Q	1
Y <sub>PH</sub>	2		

Konačna Q<sub>r</sub> vrijednost indeksa se izračuna tako da se Q indeks podijeli s 5 pri čemu se dobije vrijednost između 0 i 1:

$$Q_r = \frac{Q}{5}$$

Za daljnje računanje HRPI indeksa dobivena Q<sub>r</sub> vrijednost se normalizira.

## 2) Normalizacija Q<sub>r</sub> indeksa (NQ<sub>r</sub>)

Vrijednosti Q<sub>r</sub> indeksa se normaliziraju prema jednadžbama za određeni tip tekućice kojemu pripadaju prema Tablici 3.1.3-5.

Tablica 3.1.3-5. Regresijske jednadžbe za normalizaciju vrijednosti Q<sub>r</sub> indeksa (y – normalizirana vrijednost Q<sub>r</sub> indeksa (NQ<sub>r</sub>); x – vrijednost Q<sub>r</sub> indeksa)

Oznaka HR tipa	Regresijska jednadžba
HR-R_5A	y=1,205x2-0,1805x-0,0063
HR-R_5B	
HR-R_5C	
HR-R_5D	y=0,7334x2+0,3253x-0,0137

## 3) Normalizacija vrijednosti koncentracije klorofila a (NChl<sub>a</sub>)

Vrijednosti koncentracije klorofila a se normaliziraju prema jednadžbama za određeni tip tekućice kojemu pripadaju prema Tablici 3.1.3-6.

Tablica 3.1.3-6. Regresijske jednadžbe za normalizaciju vrijednosti koncentracije klorofila  $a$  ( $y$  – normalizirana vrijednost koncentracije klorofila  $a$  (NChla);  $x$  – koncentracija klorofila  $a$  ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )).

Oznaka HR tipa	Regresijska jednadžba
HR-R_5A	$y = 1,0728e-0,0584x$
HR-R_5B	
HR-R_5C	
HR-R_5D	$y = -0,01x + 1$

*NAPOMENA: Ukoliko su normalizirane vrijednosti pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.*

### 3.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Formula za izračunavanje HRPI indeksa:

$$\text{HRPI (OEK)} = \frac{2\text{NChla} + \text{NQ}_r}{3}$$

gdje je:

NChla = normalizirana vrijednost klorofila  $a$

$\text{NQ}_r$  = normalizirani  $\text{Q}_r$  indeks

Vrijednost klorofila  $a$ , kao direktnog pokazatelja primarne produkcije u riječnom ekosustavu, ne preračunava se u omjer ekološke kakvoće, nego se ocjenjuje prema Tablici 3.1.3-4., promatra samostalno, jer ne ulazi u ukupnu ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona. Koristi se kao potpora za HRPI, indeks koji u sebi uključuje i koncentraciju klorofila  $a$ .

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće fitoplanktona je vrijednost OEK-a indeksa HRPI, odnosno  $\text{OEK}_{\text{fitoplankton}} = \text{OEK}_{\text{HRPI}}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 5. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

### 3.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U TEKUĆICAMA

Terenski protokol sadrži sljedeće podatke:

- broj protokola/šifra uzorka,
- naziv tekućice i najbližeg naselja,
- šifra i naziv tipa tekućice,
- šifra vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- ime osobe koja uzorkuje,
- vrijeme i datum uzorkovanja,
- način konzerviranja,
- podaci o osnovnim fizikalno-kemijskim pokazateljima izmjerene na terenu sondama (temperatura vode, koncentracija i zasićenost kisikom, pH i električna vodljivost),
- popis uzetih uzoraka (mrežni uzorak, direktni kompozitni uzorak i sl.) i
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim, a unose se u rubriku „Napomene“.



## 3.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOBENTOS

Fitobentos se kao element kakvoće u ocjeni ekološkog stanja koristi iz nekoliko razloga: lako ga je uzorkovati, predvidljivo reagira na promjene kakvoće vode jer objedinjuje taksonomski vrlo raznolike skupine unutar vodenih zajednica. Fitobentos, ima kratko generacijsko vrijeme u trajanju od nekoliko sati do nekoliko dana što ga čini skupinom koja prva reagira na promjene u okolišu. Fitobentoske alge su dominantna komponenta obraštaja (perifitona), a s obzirom da su pričvršćene za supstrat, zajednica u sebi objedinjuje fizikalna i kemijska svojstva tekućice. U fitobentos pripadaju dijatomeje (Ochrophyta: Bacillariophyceae), cijanobakterije (Cyanobacteria), zeleni bičaći (Euglenozoa), ksantofiti (Xanthophyta), zlatnožute alge (Ochrophyta: Chrysophyceae), crvene alge (Rhodophyta), veliki dio algi jarmašica i harofita (Charophyta) i zelene alge (Chlorophyta). Alge kremenjašice ili dijatomeje dobri su indikatori kakvoće vode s obzirom da su ubikvisti i obitavaju u svim vrstama biotopa te je razvijen sustav metoda ocjene koji se temelji na saprobnom i trofičkom sustavu i autekologiji. Metode ocjene ekološkog stanja su specifične za određene tipove tekućica, što znači da su granice kategorija za pojedino ekološko stanje ovisne o tipu tekućice.

### 3.2.1. UZORKOVANJE

#### 3.2.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje fitobentosa u rijekama treba obaviti u proljetnom razdoblju, u vrijeme niskog vodostaja i stabilnih hidroloških prilika, najmanje dva (optimalno tri) tjedna nakon visokog vodostaja. Izuzetak su vrlo velike rijeke Drava i Mura u kojima se uzorkovanje obavlja u zimskom razdoblju pri niskom vodostaju.

#### 3.2.1.2. Mjesto uzorkovanja

Uzorkovati treba u glavnom koritu rijeke (zona rijeke koja je konstantno pod vodom) te izbjegavati mjesta s usporenim tokom jer se tamo može formirati netipična zajednica. Neophodno je prilikom odabira mjesta uzorkovanja pomno promotriti dionicu na kojoj se planira uzorkovanje (brzina toka, osvjetljenost, sastav i zastupljenost vrsta podloge i sl.), jer količina svjetla, dubina vodotoka, vrsta supstrata i brzina strujanja vode direktno utječu na kvalitativni sastav fitobentosa. Promjene u kvalitativnoj zastupljenosti vrsta algi često se mogu makroskopski vidjeti kao promjene boje i teksture samog supstrata (tamno zelene, zelene ili smeđe nakupine).

S obzirom na veličinu tekućice uzorkuje se na odsječcima različite dužine:

- 25 m, kada je slivna površina mjerne postaje od 10 do 100 km<sup>2</sup>
- 50 m, kada je slivna površina mjerne postaje od 100 do 1 000 km<sup>2</sup>
- 100 m, kada je slivna površina mjerne postaje od 1 000 do 2 500 km<sup>2</sup>
- 250 m, za sve velike i vrlo velike rijeke.

#### 3.2.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje

- topografske karte u mjerilu 1:25 000 i 1:50 000,
- terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u rijekama, s pratećim terenskim sitnim priborom (grafitna olovka, voodootporni flomaster, pinceta i sl.),
- 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,
- boce sa širokim grlom za spremanje uzoraka označene odgovarajućom oznakom (150 mL),
- mali oštar nož,
- tvrda četkica za zube,
- plastična kadica i boca za ispiranje,
- žlica ili lopatica,
- pinceta,
- gumene rukavice – male i duge do ramena,
- otopina za fiksiranje uzorka,
- fotoaparata,
- GPS uređaj,
- elektronička naprava za mjerenje osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja u vodi (pH metar, konduktometar, oksimetar),
- prijenosni hladnjak,
- terenska torbica s prvom pomoći i
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim tekućicama.

#### **3.2.1.4. Način uzorkovanja**

U ocjenjivanju ekološkog stanja na temelju fitobentosa koriste se dijatomeje i nedijatomejske skupine fitobentosa (Cyanobacteria i Chlorophyta/Charophyta), a informativno i ostale skupine fitobentosa. Reprezentativno mikrostanište za uzorkovanje je površina potopljenog kamena. Uzorkovanje obraštaja za dijatomejski i nedijatomejski uzorak se djelomično razlikuje.

##### **Uzorkovanje obraštaja za dijatomejski uzorak**

Uzorkovanje se obavlja po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ („single habitat sampling“), odnosno s 5 kamena uzetih na različitim mjestima uzorkovanog odsječka. U slučaju kada u riječnom koritu nema reprezentativnog mikrostaništa (površine kamena), treba uzorkovati alternativna mikrostaništa, poput makrofitske vodene vegetacije, nepomičnih stijena te finih supstrata poput mulja i pijeska.

##### **Uzorkovanje obraštaja za nedijatomejski uzorak**

Prije uzorkovanja potrebno je promotriti istraživanu postaju i utvrditi je li obraštaj morfološki identičan ili postoje razlike u boji i strukturi na pojedinim mjestima riječnog korita. Također je potrebno utvrditi prisutnost makroalgi, primjerice *Nostoc* spp., *Cladophora* spp., *Spirogyra* spp. i slično. Relativnu pokrovnost morfološki različitog obraštaja ili makroskopskih nakupina algi na istraživanoj postaji potrebno je zabilježiti u terenski protokol prema skali u Tablici 3.2.1.-1. Također, morfološki različit obraštaj ili makroskopske nakupine algi potrebno je sakupiti u zasebne bočice i zasebno analizirati pod mikroskopom.

Tablica 3.2.1.-1. Skala za procjenu pokrovnosti (terenske brojnosti) algi prema normi HRN EN 15708:2010.

Ocjena pokrovnosti (terenska brojnost)	Opis
1	Rijetka: jedva vidljive na odsječku, pokrovnost < 1% riječnog korita
2	Povremena: pokrovnost od 1 – 5% riječnog korita
3	Česta: pokrovnost od 5 – 25% riječnog korita
4	Brojna: pokrovnost od 25 – 50% riječnog korita
5	Dominantna: pokrovnost ≥ 50% riječnog korita

Tablica 3.2.1.-2. Postupci uzorkovanja fitobentosa (dijatomejskog i nedijatomejskog uzorka) s pojedinih vrsta supstrata

Tip supstrata	Postupak uzorkovanja	
Tvrđi pomični supstrat: kamenje, oblutci	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice (pet kamena veličine 6 - 25 cm)
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadu uz dodatak vode iz tekućice
	3	Supstrat u kadu fotografirati
	4	Skalpelom ili četkicom potpuno sastrugati gornju površinu supstrata uz ispiranje korištenog alata i supstrata vodom koja se nalazi u kadu
	5	Supstrat vratiti u vodotok, a sastrugani materijal (ukoliko u kadu ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	6	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani pomični supstrat: mahovina, makrofita, manje korijenje bilja, lisne plojke	1	Izvaditi reprezentativne supstrate iz tekućice
	2	Supstrat staviti u plastičnu kadu/kantu/bocu uz dodatak vode iz tekućice
	3	Supstrat dobro ručno protresti/sastrugati ili iscijediti (postupak ponoviti 4 - 5 puta) u vodi koja se nalazi u kadu/kanti/boci
	4	Supstrat vratiti u vodotok, a isprani materijal (ukoliko u kadu/kanti/boci ima previše vode) nakon sedimentiranja pažljivo dekantirati
	5	Uzorak pohraniti u pravilno označenu bočicu i fiksirati
Mekani sediment: pijesak, mulj, fini organski materijal, glina	1	Posudu ili donji dio Petrijeve zdjelice postaviti na supstrat tako da njen otvor prekrije površinu koja se uzorkuje. Zdjelicu lagano pritisnuti na supstrat tako da sediment ispuni cijeli volumen unutrašnjeg dijela posude/Petrijeve zdjelice <i>Napomena: Ako voda ne teče brzo, moguće je gornji dio sedimenta uzeti žličicom</i>
	2	Lagano podvući metalnu ili plastičnu pločicu (površine veće od promjera zdjelice) pod posudu ispunjenu sedimentom
	3	Sabrani sediment u cijelosti prenijeti u staklenu čašu te dodati po potrebi destilirane vode. Uzorak dobro protresti i kratko sedimentirati. Supernatant dekantirati i pohraniti u pravilno označenu bočicu
	4	Postupak ispiranja sedimenta destiliranom vodom i dekantiranja supernatanta ponoviti 4 puta
	5	Fiksirati uzorak

U Tablici 3.2.1.-2 prikazani su postupci uzorkovanja s različitim supstrata . Svaki uzorak neophodno je pohraniti u bočice koje moraju biti označene etiketom na kojoj je naznačeno:

- naziv tekućice,
- naziv mjerne postaje,
- datum i vrijeme uzorkovanja i
- tip supstrata s kojega je uzet uzorak.

*NAPOMENA: Dijatomejski uzorak čini pet sastruganih kamena u jednoj bočici, a nedijatomejski uzorak čini jedna ili više bočica, ovisno o morfološkim razlikama obraštaja gdje je svaki uzorak (prema strukturi i boji) spremljen u zasebnu bočicu.*

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

Odabir otopine za fiksiranje definiran je vremenskim razdobljem na koje se uzorak pohranjuje i vrstom uzorka:

- a) Dijatomejski uzorci – konzervirati sa 70%-tnim etilnim alkoholom neovisno o vremenu skladištenja;
- b) Nedijatomejski uzorci – za kratkoročno čuvanje u hladnjaku na temperaturi od 1 do 5°C ako će analiza biti obavljena u roku od 72 sata mogu biti svježiji i nekonzervirani, a za dugoročno čuvanje uzoraka na sobnoj temperaturi koristiti otopinu formaldehida do konačne koncentracije od 4%.

Tijekom uzorkovanja fitobentosa, na mjestu uzorkovanja izmjeri se temperatura vode, pH, električna vodljivost, zasićenost vode kisikom i koncentracija u vodi otopljenog kisika.

Terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u tekućicama treba pripremiti prije odlaska na teren kao obrazac u klasičnom (papirnatom) ili u elektroničkom obliku (primjerice na tabletu) te treba sadržavati podatke navedene u Poglavlju 3.2.5.

### 3.2.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

#### 3.2.2.1. Oprema potrebna za laboratorijski rad

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

### **3.2.2.2. 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 2 000 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 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 ispire 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 ispire 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 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 u digestoru. 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 osušenim 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 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.*

### **3.2.2.3. Mikroskopiranje, determinacija i kvantifikacija dijatomeja**

Trajni preparati dijatomeja se mikroskopiraju svjetlosnim mikroskopom. Određivanje i brojenje vrsta obavlja se pod mikroskopom s imerzijskim objektivom pri povećanju od 1000 puta. Izbroji se 400 stanica dijatomeja (valvi, odnosno frustula) koje se determiniraju i odrede vrste. Učestalost pojedine vrste u uzorku izražava se kao postotak od 400 izbrojenih stanica u uzorku ili trajnom preparatu. Određivanje svih vrsta koje se nalaze u uzorku s relativnom zastupljenošću većom od 5% treba nastojati odrediti do razine vrste.

Popis relevantne literature za determinaciju algi u fitobentosu naveden je u Poglavlju 7.1.1.

*NAPOMENA: Uzorkovanje bentoskih dijatomeja mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za rutinsko uzorkovanje i prethodnu obradu riječnih bentoskih dijatomeja (HRN EN 13946:2014). Uzorkovanje fitobentosa mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za ispitivanje, uzorkovanje i laboratorijsku analizu fitobentosa u plitkim tekućicama (HRN EN 15708:2010). Determinacija i brojenje dijatomeja mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za identifikaciju i brojenje dijatomeja u uzorcima riječnog bentosa te njihovo tumačenje (HRN EN 14407:2014).*

### **3.2.2.4. Mikroskopiranje, determinacija i kvantifikacija nedijatomejskih skupina**

Za analizu nedijatomejskih skupina u obraštaju, uzorkom se smatra jedna bočica uzeta prema strukturi i boji obraštaja u vodotoku. U slučaju kada je supstrat uniforman moguće je uzeti samo jedan uzorak, a u slučaju obraštaja različite strukture i boje moguće je imati više uzoraka s jedne istraživane postaje.

Iz uzorka se pomoću kapalice uzme nekoliko kapi za reprezentativan poduzorak i stavi na predmetno stakalce te pokrije pokrovnicom. Takav poduzorak se mikroskopira na srednjem povećanju od 400x pri čemu se zabilježe sve utvrđene alge, uključujući i dijatomeje (samo stanice s kloroplastom). Svim utvrđenim svojstama se procijeni brojnost prema Tablici 3.2.2.-1. Analiza je gotova kada su pregledana tri reprezentativna poduzorka iz svih sakupljenih uzoraka s jedne postaje.

Tablica 3.2.2.-1. Opisna skala za određivanje relativne brojnosti algi u mikroskopiranom preparatu prema normi HRN EN 15708:2010.

Relativna brojnost	Opis
1	Rijetko – utvrđena jedna ili samo nekoliko stanica, cenobija ili kratkih filamenata
2	Povremeno – svojta je utvrđena nekoliko puta tijekom pregledavanja preparata, ali nikada u velikom broju
3	Često – pojedinačni predstavnici svojte su prisutni u većini vidnih polja tijekom pregledavanja preparata
4	Brojno – više od jedne stanice ili cenobija svojte su prisutni u većini vidnih polja tijekom pregledavanja preparata
5	Dominantno – najbrojniji organizam utvrđen u svim pregledanim vidnim poljima preparata

Za izračun ukupne brojnosti koja se koristi za računanje nedijatomejskog indeksa treba uključiti terensku procjenu pokrovnosti (brojnosti) algi kako je navedeno u Tablici 3.2.2.-2. Time se dobije jedinstvena lista svojiti utvrđenih na istraživanoj postaji s konačnim ukupnim relativnim brojnostima (mikroskopska + terenska brojnost). Takva lista kasnije služi za računanje nedijatomejskog indeksa (NeD). Opis ukupne brojnosti nalazi se u Tablici 3.2.2.-3.

*NAPOMENA: Kada je uzorkovano više nedijatomejskih uzoraka na jednoj istraživanoj postaji (više bočica) zbog razlike u strukturi i boji obraštaja, može se dogoditi da se iste vrste pojavljuju u više uzoraka. U tom slučaju se za konačan popis nedijatomejskih vrsta koristi ukupna najveća relativna brojnost.*

Tablica 3.2.2.-2. Izračun ukupne brojnosti na temelju terenske i laboratorijske peterostupanjske skale prema HRN EN 15708:2010.

A. Brojnost na terenu (vidi Tablicu 3.2.1.-1.)	B. Brojnost u laboratoriju (vidi Tablicu 3.2.2.-3.)				
	1 Rijetko	2 Povremeno	3 Često	4 Brojno	5 Dominantno
	C: Kombinirana procjena brojnosti				
1 (< 1%)	1	1	1	1	1
2 (1% do < 5%)	1	2	2	2	2
3 (5% do < 25%)	1	2	3	3	3
4 (25% do < 50%)	1	2	3	4	4
5 (≥ 50%)	1	2	3	4	5

Tablica 3.2.2.-3 Opis ukupne brojnosti na temelju terenske i laboratorijske peterostupanjske skale iz Tablice 3.2.2.-2 prema HRN EN 15708:2010.

Skala	Konačna ocjena brojnosti	Opis
1	Rijetko	Makroskopske nakupine algi s terenskom brojnošću 1 (pokrivaju < 1% riječnog korita). Mikroskopske alge utvrđene u makroskopskim nakupinama s terenskom brojnošću 1. Mikroskopske alge koje su tijekom laboratorijske analize utvrđene kao rijetke (laboratorijska brojnost 1) u makroskopskim nakupinama s većom terenskom brojnošću (od 2 do 5).

Skala	Konačna ocjena brojnosti	Opis
2	Povremeno	Makroskopske nakupine algi s terenskom brojnošću 2 (pokrivaju 1% do < 5% riječnog korita). Mikroskopske alge koje su barem povremene (laboratorijska brojnost 2 do 5) u makroskopskim nakupinama s terenskom brojnošću 2. Mikroskopske alge koje su tijekom laboratorijske analize utvrđene kao povremene (laboratorijska brojnost 2) u makroskopskim nakupinama s većom terenskom brojnošću (od 3 do 5).
3	Često	Makroskopske nakupine algi s terenskom brojnošću 3 (pokrivaju 5% do < 25% riječnog korita). Mikroskopske alge koje su barem česte (laboratorijska brojnost 3 do 5) u makroskopskim nakupinama s terenskom brojnošću 3. Mikroskopske alge koje su tijekom laboratorijske analize utvrđene kao česte (laboratorijska brojnost 3) u makroskopskim nakupinama s većom terenskom brojnošću (od 4 do 5).
4	Brojno	Makroskopske nakupine algi s terenskom brojnošću 4 (pokrivaju 25% do < 50% riječnog korita). Mikroskopske alge koje su barem brojne (laboratorijska brojnost od 4 do 5) u makroskopskim nakupinama s terenskom brojnošću 4. Mikroskopske alge koje su tijekom laboratorijske analize utvrđene kao brojne (laboratorijska brojnost 4) u makroskopskim nakupinama s većom terenskom brojnošću (5).
5	Dominantno	Makroskopske nakupine algi s terenskom brojnošću 5 (pokrivaju ≥ 50% riječnog korita). Dominantne mikroskopske alge (laboratorijska brojnost 5) u makroskopskim nakupinama s terenskom brojnošću 5.

### 3.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 3.2.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitobentosa potrebno je odrediti dva modula uzimajući u obzir:

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

Tablica 3.2.3.-1. Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Fitobentos	Trofički indeks dijatomeja (TID <sub>HR</sub> )	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost
	Nedijatomejski indeks (NeD)	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost
	Saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost



### 3.2.3.2. Mjerna postaja za fitobentos

Za ocjenjivanje ekološkog stanja, mjesto uzorkovanja potrebno je uvrstiti u odgovarajući tip tekućice.

### 3.2.3.3. Određivanje trofičnosti i saprobnosti na temelju dijatomejskih algi

Trofički indeks dijatomeja je pokazatelj koji ukazuje na opterećenje vodnog tijela hranjivim tvarima tj. na njegov stupanj trofije na osnovi zastupljenosti dijatomejskih vrsta (Rott i sur., 1999).

Indikatorske veličine za svaku dijatomejsku vrstu definirane su s obzirom na specifičnosti hrvatskih tekućica te je za svaku vrstu izračunata indikatorska vrijednost (tolerantnost) i indikatorska težina (osjetljivost).

Saprobni indeks je pokazatelj opterećenja (saprobnosti) koji ukazuje na količinu organskih tvari u tekućici. Saprobni indeks (Pantle i Buck, 1955.; Zelinka i Marvan, 1961.) izračunava se na temelju saprobnih indikatorskih vrijednosti (tolerantnosti) za svaku dijatomejsku vrstu uz određenu indikatorsku težinu (osjetljivost) svake vrste.

#### 3.2.3.3.1. Operativna lista svojiti dijatomeja (OLS - TID<sub>HR</sub> i OLS - SI<sub>HR</sub>)

Operativna lista svojiti sadrži numeričke podatke o indikatorskim vrijednostima i težinama trofičkog i saprobnog indeksa za 615 vrsta dijatomeja koje se mogu naći u hrvatskim tekućicama i stajaćicama (DODATAK 2). Vrste, kojima za sada nisu dodijeljeni numerički podaci, ne uzimaju se u obzir kod izračunavanja indeksa.

#### 3.2.3.3.2. Izračunavanje Trofičkog (TID<sub>HR</sub>) i Saprobnog indeksa (SI<sub>HR</sub>) dijatomeja

Za determinirane vrste u svakom uzorku odrede se trofičke, odnosno saprobne indikatorske vrijednosti i težine prema Operativnoj listi svojiti dijatomeja za rijeke i jezera (OLS - TID<sub>HR</sub> i OLS - SI<sub>HR</sub>) navedene u DODATKU 2.

Za izračunavanje Trofičkog indeksa dijatomeja (TID<sub>HR</sub>) i Saprobnog indeksa (SI<sub>HR</sub>) koristi se modificirana jednadžba Zelinka-Marvan (1961.):

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

gdje je:

A<sub>i</sub> = ukupan broj stanica/valvi neke vrste u uzorku

IV<sub>i</sub> = indikatorska vrijednost (tolerantnost) pojedine vrste

IT<sub>i</sub> = indikatorska težina (osjetljivost) pojedine vrste

Ukupan broj stanica/valvi (A<sub>i</sub>) neke vrste u uzorku predstavlja broj pojedine vrste na 400 izbrojenih dijatomeja.

### 3.2.3.4. Određivanje trofičnosti na temelju nedijatomejskih algi

Nedijatomejski indeks (NeD) daje informaciju o prisutnosti i postotnoj zastupljenosti svih skupina algi na istraživanoj postaji s ciljem utvrđivanja postotnog udjela Cyanobacteria i Chlorophyta/Charophyta u odnosu na druge skupine u pojedinom uzorku. Naime, značajnije prisustvo posebice nekih predstavnika navedenih skupina ukazuje na povećanje stupnja trofije.

#### 3.2.3.4.1. Izračunavanje Nedijatomejskog indeksa (NeD)

NeD indeks se određuje na temelju odnosa (izraženog u postocima) relativne brojnosti fitobentoskih vrsta na istraživanoj postaji i ukupne brojnosti svake skupine, a računa se na slijedeći način:

- temelj za računanje NeD indeksa je popis svojta s ukupnim relativnim brojnostima (relativna brojnost dobivena kombinacijom procjene pokrovnosti na terenu i zastupljenosti u mikroskopskom preparatu);
- ukupne relativne brojnosti se kubiraju te se takve vrijednosti zbroje za svaku pojedinu skupinu algi pri čemu se izračuna njihova postotna zastupljenost koja se zaokružuje na jednu decimalu;
- za izračunavanje NeD indeksa zbroje se postotne zastupljenosti skupina cijanobakterija (CYAN) i Chlorophyta/Charophyta (CHCH).

Na temelju postotne zastupljenosti skupina Cyanobacteria (CYAN) i Chlorophyta/Charophyta (CHCH), bodovanje za izračunavanje vrijednosti NeD indeksa se obavlja prema Tablici 3.2.3.-2.

Tablica 3.2.3.-2. Vrijednosti NeD indeksa prema postotnoj zastupljenosti skupina Cyanobacteria (CYAN) i Chlorophyta/Charophyta (CHCH).

	Vrijednost NeD				
	9	7	5	3	1
Postotna zastupljenost skupina cijanobakterija (CYAN) i Chlorophyta/Charophyta (CHCH)	≤ 10,0%	10,1 – 20,0%	20,1 – 40,0%	40,1-70,0%	≥ 70,1%

*NAPOMENA: NeD indeks nije primjenjiv za izvorišna područja tekućica.*

### 3.2.3.5. Referentne i najlošije vrijednosti, pokazatelja/indeksa biološkog elementa kakvoće fitobentosa, specifične za određeni tip tekućice

U DODATKU 3. nalaze se referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja fitobentosa  $TID_{HR}$  i  $SI_{HR}$ , specifične za određeni tip tekućice. Referentna i najlošija vrijednost NeD indeksa nisu specifične za tipove tekućica, a navode se u Tablici 3.2.3.-3.

Tablica 3.2.3.-3. Referentna i najlošija vrijednost NeD indeksa

Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
NeD	10	0

### 3.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Kako se vrijednosti svakog pojedinog indeksa brojčano značajno razlikuju, za sumarnu ocjenu se njihove vrijednosti transformiraju tako da su svi indeksi međusobno usporedivi. Za ocjenu ekološkog stanja se za svaki indeks izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

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

Vrijednost indeksa brojčana je vrijednost dobivena modificiranom jednadžbom po Zelinka-Marvan (1961.), osim za NeD indeks. Referentne i najlošije vrijednosti svakog od indeksa očitavaju se iz Tablica referentnih i graničnih vrijednosti za svaki tip vodotoka (DODATAK 3.).

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

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

### 3.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOBENTOSA U TEKUĆICAMA

Terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u tekućicama sadrži sljedeće podatke:

- broj protokola/šifra uzorka,
- naziv tekućice i najbližeg naselja,
- šifra vodnog tijela,
- šifra i naziv tipa tekućice,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),
- slivna površina mjerne postaje (km<sup>2</sup>),
- nagib (‰),
- nadmorska visina mjerne postaje,
- dužina uzorkovanog odsječka (m),
- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- fotografija mjesta uzorkovanja,
- opis mjesta uzorkovanja,
- obala (lijeva, sredina, desna),
- dio tekućice (izvor, potok, rijeka, ušće, rukavac, kanal),
- oblik riječne doline (kanjon, korito, meandri, poplavna nizina),
- zasjenjenost (%),
- brzina vodenog toka, (m/s) - (0 - 10, 10 - 30, 30 - 60, više od 60),
- je li moguće uzorkovati cijelom širinom vodotoka (da ili ne),
- pokrivenost dna algama (rijetko, povremeno, često, brojno, dominantno),

- pokrivenost vodenom vegetacijom (%) - (nadpovršinska, podpovršinska, plutajuća, slobodno plutajuća),
- boja makroskopski vidljivih nakupina algi (tamno zelene, zelene, smeđe, crvenkasto smeđe),
- tekstura makroskopski vidljivih nakupina algi (po opipu čvrsta, po opipu sluzava, plutajuće niti, nitasti čuperci, amorfna (jastučić, zakrpa), loptasta, korasta),
- potopljeni supstrati (%):
  - megalital,
  - makrolital,
  - mezolital,
  - mikrolital,
  - akal,
  - psamal i
  - pelal;
- razina vode (poplava, visoka voda, normalna razina, niska voda, teče, ne teče),
- zamućenost (0 – nema, 1 – mala, 2 – srednja, 3 – velika),
- temperatura vode (°C), temperatura zraka (°C), otopljeni kisik (mg/L), zasićenje kisikom (%), el. vodljivost pri 25°C (µS/cm), pH,
- boja, miris, pjena, vidljivi otpad,
- vidljivi znakovi redukcijskog procesa (crni sediment/sapropel, miris na H<sub>2</sub>S),
- onečišćenje
  - otpadne vode kućanstva, voda iz uređaja za pročišćavanje, utjecaj poljoprivrede, industrijski ispusti, sumnja na iznenadno onečišćenje i dr.,
  - nema onečišćenja;
- posebni uvjeti (ekstremni protoci/padaline),
- fizička ometanja (obaloutvrde, uzvodno brana ili ustava, nizvodno brana ili ustava),
- uzorkovanje fitobentosa:
  - špatula, četkica, mreža za struganje i dr.,
- uzorkovano mikrostanište
  - dubina (cm),
  - brzac/ujezerenje ili lotički (LOT)/lentički (LEN),
- rukovanje uzorcima:
  - konzerviranje na terenu,
  - bez konzerviranja,
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim, unijeti u rubriku napomene.

### 3.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROFITI

Vodeni makrofiti imaju značajnu ekološku ulogu u rijekama. Određene vrste i skupine makrofita čine zajednice koje su svojstvene za pojedine tipove tekućica. Pod antropogenim utjecajem sastav makrofitskih zajednica se mijenja i kvantitativno i kvalitativno. Nepostojanje makrofita je prirodno za neke tipove tekućica (npr. za jako zasjenjene, bujične, duboke, prirodno mutne tokove). No, može ukazivati i na antropogeno uzrokovane promjene, prije svega promjene u hidromorfologiji tekućice kad zbog produbljivanja korita, utvrđivanja i stvaranja obala strmijih no što su bile prirodno, nestaju pogodna staništa za makrofite. Uzrok tomu su prije svega dublja, time i slabije osvijetljenja korita te brži protok vode koji ne dozvoljava naseljavanje makrofita.

Makrofiti su vrlo dobri bioindikatori stanja voda. Prednosti pred nekim drugim biološkim elementima kakvoće su:

- obično su pričvršćeni za podlogu i relativno su veliki,
- broj vrsta je u usporedbi s makrozoobentosom ili fitobentosom relativno mali,
- omogućuju ocjenu stanja vode i sedimenta i
- kod pregledavanja/uzorkovanja uglavnom se ne oštećuje mjesto uzorkovanja.

#### 3.3.1. UZORKOVANJE

##### 3.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje makrofita potrebno je obaviti tijekom ljeta i rane jeseni kada su makrofiti optimalno razvijeni, tj. razdoblje od lipnja do rujna (srpanj i kolovoz) je najbolje za uzorkovanje. Prerano uzorkovanje može uzrokovati teškoće jer biljke još nisu optimalno razvijene ili su tek započele s razvojem te će pri tom procijenjene brojnosti biti manje, a neke vrste će i promaći. Određivanje nepotpuno razvijenih biljaka će biti vrlo teško ili čak nemoguće. Zbog prekasnog uzorkovanja, kada vegetativni dijelovi mnogih vrsta nestaju pred zimu, a biljka preživljava u obliku trajnih organa, uzorak također neće biti dobar.

Uzorkovanje se obavlja jednokratno u vrijeme vegetacijske sezone.

U vrijeme optimalnog razdoblja za uzorkovanje treba izbjegavati vrijeme visokih voda. Pogodan je srednji ili nizak vodostaj kada je vidljivost za određivanje vrsta i njihove gustoće dobra. Preporučljivo je da između pojave visoke vode i uzorkovanja makrofita prođu barem četiri tjedna.

U slučaju kada se uzorkuje na nekoliko odsječaka iste tekućice, potrebno je uzorkovanje obaviti u isto vrijeme zbog usporedivosti rezultata jer pojedine vrste imaju različitu dinamiku razvoja.

##### 3.3.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Potrebno je odabrati reprezentativni odsječak obale duljine 50 - 100 m bez vidljivih vanjskih poremećaja (npr. mostovi i druge gradnje, utoci, poremećena obala i sl.) tj. onaj koji najbolje predstavlja opće prilike vodotoka u istraživanom dijelu. Ako se uzorkuje u blizini mosta tada uzorkovanje treba započeti uzvodno od mosta ili neke druge umjetne fizičke prepreke te dalje uzvodno duž toka rijeke.

Duljina odsječka ovisi o općim ekološkim prilikama tekućice. Ukoliko su ekološke prilike toka ujednačene može se odabrati dulji odsječak, a ukoliko se ekološke prilike češće mijenjaju duž toka

(npr. slapovi, promjene nagiba, supstrata, okolne vegetacije i zasjenjenosti itd.) valja odabrati kraći odsječak s manje više ujednačenim prilikama. U uvjetima veće raznolikosti potrebno je napraviti više manjih uzorkovanja.

Općenito, uzorkovanje treba započeti u jednoj točki i kretati se u predviđenom smjeru uzvodno duž toka rijeke. Ukoliko na odabranom odsječku od 50 m daljnje kretanje od ishodišta u sljedećih 25 m ne donosi nove vrste, s uzorkovanjem se može prestati.

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

### **3.3.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje**

- topografske karte 1:25 000 ili 1:50 000,
- GPS uređaj,
- grablje na užetu,
- teleskopske grablje s različitim nastavcima,
- terenski protokol,
- dalekozor,
- grafitne i kemijska olovke, vodootporni flomaster, uljni marker otporan na etilni alkohol,
- polarizacijske naočale,
- fotoaparati s polarizacijom lećom,
- podvodni fotoaparati,
- dalekozor,
- Secchi disk,
- papirnati ručnici,
- herbar,
- dubinomjer,
- ručna lupa (povećanje 10 - 20x),
- plastične vrećice od 1 L sa zatvaračem,
- plastične vrećice od 25 L,
- papirnate vrećice za uzorkovanje mahovina,
- bijela izolir traka,
- plastične posude za uzorke (otvor širokog grla volumena 500 – 1 000 mL),
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke),
- etikete od paus papira,
- naprava za gledanje pod vodom (plastična cijev sa staklenim dnom tzv. aquaskop),
- oprema za ronjenje na dah (maska, dihalica, peraje, ronilačko odijelo),
- oprema za ronjenje na boce,
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje,
- čamac za uzorkovanje na velikim rijekama,
- konzervansi (50%-ni etilni alkohol i glicerol u omjeru 1:1) ili FOA (30 dijelova destilirane vode, 15 dijelova 96%-tnog etilnog alkohola, 5 dijelova cca. 35%-tne otopine formaldehida i 1 dio ledene octene kiseline),
- terenski ključevi za determinaciju,
- gumene čizme (ribarske duge sa i bez naramenica),

- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, terenske sandale, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja i
- terenska torbica s prvom pomoći i
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama.

#### **3.3.1.4. Način uzorkovanja**

- U prvom koraku mjesto uzorkovanja se precizno označi na karti. Dobro je navesti nepromjenljive orijentacijske podatke, primjerice granice njiva, drveće, zidovi, mostovi, ceste, mlinovi i ostale građevine, itd
- GPS uređaj se drži konstantno upaljen kako bi zapamtio trasu kretanja i na njemu se upamte točke početka i kraja odsječka
- U terenski protokol se unesu fizičke karakteristike odsječka tekućice
- Mjesto uzorkovanja se fotografira
- Na plitkim mjestima se tekućica pregleda u cik-cak liniji ili transektu. Uzorkuje se u smjeru protivnom smjeru struje kako zamućenje vode ne bi ometalo pregledavanje. Kada zbog prirode toka ili supstrata nije sigurno pregaziti vodotok, opažanje se obavi s obale ili se uzorkuje grabljama na teleskopskoj dršci i/ili grabljama na užetu
- Odsječci s dubljom vodom pregledavaju se iz čamca, popisuju se vaskularne biljke (Tracheophyta), mahovine (Bryophyta), parožine (Charophyceae). Popis makrofita, koji se uzorkuje za ocjenu ekološkog stanja prikazan je u Tablici 3.3.3.-10

#### **3.3.1.5. Taksonomske i ekološke skupine koje se uzorkuju**

Od taksonomskih skupina u vodene makrofite uključene su vaskularne biljke (*Tracheophyta*), mahovine (Bryophyta) i parožine (Charophyceae). Na mjernoj postaji se popisuje vegetacija koja raste u vodi (pri srednjem vodostaju): hidrofiti i amfifiti (vidi u Pojmovniku stručnih izraza i kratica). U odvojeni dio popisa preporučljivo je navesti i vrste koje su samo manjim dijelom uronjene u vodu (tzv. helofiti) i one koje čine obalnu vegetaciju. Te vrste valja jasno odvojiti, jer se ne koriste direktno u ocjeni stanja voda, ali mogu dati dodatne korisne informacije o stanju i ekološkim prilikama tekućice. Zabilježi se također prisutnost makroalgi te svi prisutni makrofiti (sastav vrsta) na mjestu uzorkovanja i njihova gustoća prema 5 razreda skale gustoće (Tablica 3.3.1.-1.).

Vrste makrofita koje je teže determinirati (mahovine, žabnjaci (*Ranunculus* spp.), uskolisni mrijesnjaci (*Potamogeton* spp.), žabovlatke (*Calitriche* spp.) i parožine (Charophyceae)) potrebno je pohraniti za kasnije određivanje u laboratoriju.

*NAPOMENA: Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za ispitivanje kvatičkih makrofita u tekućicama HRN EN 14184:2014.*

#### **3.3.1.6. Procjena pokrovnosti na terenu**

Za procjenu pokrovnosti vodenih makrofita koristi se peterostupanjska skala po Kohler-u (Tablica 3.3.1.-1.).

Tablica 3.3.1.-1. Skala po Kohler-u (1978.) za procjenu brojnosti vodenih makrofita

Ocjena brojnosti taksona	Opis	Objašnjenje
1	Vrlo rijetko, pojedinačno	Samo pojedinačne biljke, do 5 jedinki
2	Rijetko	Od 6 do 10 jedinki, rahlo razdijeljenih po istraživanoj površini ili do 5 pojedinačnih sastojina (10%)
3	Rašireno	Ne može se previdjeti, ali nije česta vrsta; "može se naći a da se posebno ne traži" (10 - 25%)
4	Često	Česta vrsta, ali ne masovna; nepotpuna pokrovnost s velikim prazninama (25 - 50%)
5	Vrlo često, masovno	Dominantna vrsta, manje-više posvuda; pokrovnost znatno veća od 50%

### 3.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

#### 3.3.2.1. Oprema za laboratorijski rad

Za laboratorijsku obradu makrofita potrebna je sljedeća laboratorijska oprema:

- stereo lupa sa stereozoom povećanjem do 40x ili više
- binokularni mikroskop s:
  - okularima povećanja 10x od kojih jedan ima okularni mikrometar,
  - objektivima 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x,
  - digitalnom kamerom povezanom s računalom i
  - mehaničkim postoljem;
- staklene kapalice, staklene čaše, Petrijeve zdjelice, boce štrcalice,
- predmetna i pokrovna stakalca,
- omoti za eksikate mahovina,
- papiri za prešanje biljaka i odgovarajuća preša,
- fine pincete, histološke iglice, žileti za sekciju biljnih dijelova,
- 5%-tna klorovodična ili octena kiselina,
- laboratorijski protokol i
- determinacijski ključevi.

#### 3.3.2.2. Determinacija makrofita

Laboratorijska obrada makrofita uključuje samo determinaciju vrsta koje nije bilo moguće odrediti na terenu (mahovine, parožine i slično). Makrofiti se determiniraju do razine vrste. Ako je razvojna faza bez potrebnih taksonomskih obilježja i determinacija do vrste nije moguća, odredi se do razine roda.

Makrofiti se determiniraju uz pomoć determinacijskih ključeva, stereo lupe i mikroskopa pri čemu se opažaju dijelovi biljke potrebni za determinaciju. Često su dijelovi ili cijele biljke, koje potječu iz staništa s karbonatnom podlogom, kalcificirane. U tom slučaju se dijelovi ili cijele biljke uranjaju u 5%-tnu klorovodičnu ili octenu kiselinu kako bi se skinuo anorganski karbonatni pokrov i vidjele strukture potrebne za determinaciju. Ovo se najčešće radi s mahovinama i parožinama krških rijeka i jezera.

Popis determinacijskih ključeva za makrofita je naveden u Poglavlju 7.1.2.



### 3.3.2.3. Pohrana biljnog materijala

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

Svaki uzorak treba posebno etiketirati, držati na hladnom mjestu i u najkraćem roku pregledati. U plastične vrećice ili posude u koje se pohranjuju makrofiti treba dodati toliko vode (konzervansa) koliko je potrebno da su biljke prekrivene. Na posudi treba uljnim voodootpornim flomasterom označiti:

- naziv tekućice,
- redni broj odsječka i točka uzorkovanja i
- datum uzorkovanja.

### 3.3.2.4. Računalna obrada podataka

Uzorkovanje makrofita se obavlja na uzdužnim odsječcima. Za prikaz rezultata je vrlo često, osim klasičnog izračunavanja indeksa za ocjenu ekološkog stanja, potrebno rasprostranjenost pojedinih vrsta prikazati i na kartama, za što se koriste računalni GIS alati (npr. ArcMap računalni program).

*NAPOMENA: Nacionalna i europska legislativa štiti rijetke i ugrožene vrste vodenih makrofita. Osoba koja uzorkuje mora biti upoznata s tim propisima odnosno statusom zaštite pojedine vrste!*

## 3.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

### 3.3.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

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

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

Tablica 3.3.3.-1. Pokazatelji/indeksi i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrofita	Stupanj degradacije određen biocenološkom metodom - biocenološki indeks ( $BM_{HR}$ ) Referentni indeks ( $RI-M_{HR}$ )	Opća degradacija	Opća degradacija

### 3.3.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u tip tekućice

Za ocjenjivanje ekološkog stanja svaku postaju (odsječak) je potrebno uvrstiti u odgovarajući tip tekućice.

### **3.3.3.3. Stupanj degradacije određen biocenološkom metodom - biocenološki indeks ( $BM_{HR}$ )**

Biocenološka metoda/biocenološki indeks modificirana prema van de Weyer-u (2008.) se temelji na određivanju stupnja degradacije pretpostavljene referentne makrofitske zajednice.

### **3.3.3.4. Izračunavanje ekološkog stanja biocenološkom metodom/biocenološkim indeksom**

Stanje zajednice određuje se na temelju njenog sastava, odnosno prisustva karakterističnih vrsta za tu zajednicu, ukupnog broja vrsta i morfoloških tipova te prisustva tzv. „pokazatelja poremećaja“ ili „pokazatelja dobrog stanja“. Pokazatelji poremećaja kompleksna su grupa koja se može raščlaniti na pokazatelje eutrofikacije, pokazatelje potamalizacije (tj. pokazatelje usporenja toka) i pokazatelje ritralizacije (tj. pokazatelje ubrzanja toka). Iz odnosa suma učestalosti pojedinih grupa i ukupnog broja različitih morfoloških tipova određuje se ekološka kategorija kako je prikazano u Tablicama (Tablice 3.3.3.-2 - 3.3.3.-7).

#### **1) Zajednica *Berula-Nasturtium* tip (BN)**

Ovaj tip zajednica svojstven je za manje i srednje velike krške tekućice mediteranskih i kontinentalnih dijelova Dinaridske te Panonske ekoregije.

Vrste koje čine zajednice ovog tipa, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale* s.l. i *Agrostis stolonifera* (*A. alba*) su primarno helofiti, ali stvaraju i submerzne forme, gotovo redovno u vegetativnoj fazi. Ovaj tip je pokazatelj vrlo dobrog stanja ukoliko izostaju vrste koje ukazuju na poremećaj ili su prisutne samo pojedinačno (npr. *Ceratophyllum demersum*, uskolisne vrste roda *Potamogeton*, *Elodea* sp., dugonitaste vrste roda *Cladophora*).

Dobro ekološko stanje indicira mali udio vrsta indikatora poremećaja, dok njihova kodominacija pokazuje umjereno ekološko stanje.

#### **1.1. *Berula* – *Agrostis* zajednica**

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

#### **1.2. *Berula* – *Nasturtium* zajednica**

Ova zajednica svojstvena je za svježije, relativno brze i izvorišne dijelove vodotoka u kršu. U njezinom sastavu zbog brzine toka redovno izostaju ostali helofiti, a *Nasturtium officinale* se razvija poput velikih jastuka. Od ostalih vrsta između ostalog tu može doći *Hippuris vulgaris*, submerzni oblik vrste *Juncus articulatus* (također poput jastuka), *Jungermannia atrovirens* i *Fontinalis antypiretica*.

Tablica 3.3.3.-2. Vrijednost  $BM_{HR}$  u zajednicama *Berula-Nasturtium* tipa

Element ocjene	Opis	Vrijednost $BM_{HR}$				
		9	7	5	3	1
Vrste prema referentnoj zajednici	Struktura zajednice	Dominiraju vrste <i>Berula-Nasturtium</i> tipa, pokazatelja poremećaja nema ili su pojedinačni	Dominiraju vrste <i>Berula-Nasturtium</i> tipa, pokazatelji poremećaja u malom udjelu	kodominacija vrsta <i>Berula-Nasturtium</i> tipa, ostalih vrsta i pokazatelja poremećaja	Zajednica se ne razvija, prisutne vrste koje nisu svojstvene za zajednicu	Zajednica se ne razvija, odn. uopće nema makrofitske vegetacije
Ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije	Postotak	>2	>2	>2	>2	<2-0
Eutrofikacija	Suma učestalosti pokazatelja eutrofikacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	< 0,1	0,1 - < 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5 - 1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Potamalizacija – umjetno usporenje toka	Suma učestalosti pokazatelja potamalizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Ritralizacija – umjetno ubrzanje toka	Suma učestalosti pokazatelja ritralizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	

**Pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste vrste roda *Cladophora*, „mali“ mrijesnjeni (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

**Pokazatelji potamalizacije:** *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *L. turionifera*, *Spirodela polyrhiza*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans* agg.

**Pokazatelji ritralizacije:** *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*/R. *peltatus*/R. *penicillatus*.

## 2) Zajednica *Platyhypnidium riparioides* – *Fontinalis antipyretica* tip (PF)

Ovaj tip zajednica svojstven je za izvorišta, male i srednje velike gorske i prigorske brze rijeke na krškoj podlozi.

### 2.1. Vrstama bogata *Platyhypnidium riparioides* – *Fontinalis antipyretica* zajednica

Zajednica svojstvena za izvorišta, gorske i prigorske vodotoke s manje više stabilnim vodostajem, odnosno vodotoke koji ne presušuju.

Ove vrste mahovina imaju široku ekološku amplitudu, no težište njihove rasprostranjenosti ovisi o hranjivim tvarima siromašnim vodama te se može smatrati referentnom zajednicom brzih vodotoka.

Uz *Platyhypnidium riparioides* i *Fontinalis antipyretica*, zajednicu čine i druge vrste mahovina kao npr. *Cinclidotus aquaticus*, *C. fontinaloides*, *C. danubicus*, *Cratoneuron filicinum*, *Palustriella commutata*, *Hygrohypnum luridum*, *Leptodictium riparium* i dr. U brdskim, brzim vodotocima na vrlo dobro stanje ukazuje izostanak pokazatelja poremećaja ili njihovo vrlo rijetko, pojedinačno pojavljivanje.

Kod dobrog stanja pokazatelji poremećaja javljaju se umjereno, dok njihova kodominacija upućuje na umjereno stanje.

Pojavljivanje ove zajednice u nizinskim rijekama ukazuje na promijenjenu hidromorfologiju, odnosno na umjetno povećanu brzinu rijeke te ukoliko se razvijaju čiste sastojine ove zajednice bez predstavnika drugih morfoloških tipova indiciraju loše stanje vodotoka. Dakle, u ovom slučaju ova zajednica ne indicira povećanu količinu hranjivih tvari, nego povećanu brzinu toka.

## 2.2. Vrstama siromašna *Platyhypnidium riparioides* – *Fontinalis antipyretica* zajednica

Zajednica svojstvena za manje vodotoke sa znatnim kolebanjem vodostaja, odn. za vodotoke koji ljeti presušuju. To su prije svega male tekućice u dinaridskom području prvenstveno u submediteranu.

U uvjetima ekstremnih kolebanja u količini vode zajednicu mahovina najčešće čine samo *Fontinalis antipyretica* i *Platyhypnidium riparioides*. Druge vrste pojavljuju se sporadično i pojedinačno. Takve siromašne zajednice u ovom slučaju nisu dakle posljedica negativnog antropogenog utjecaja, nego prirodne hidrologije.

Narušenu kvalitetu vode indiciraju iste promjene kao i u vrstama bogatoj zajednici. Pojavljivanje močvarnih vrsta (helofita) koje nisu nužno vezane uz hranjivim tvarima bogate vode ukazuje na promijenjenu hidrologiju, tj. umjetno usporavanje vodenog toka i posljedično zamočvarivanje.

Tablica 3.3.3.-3. Vrijednost  $BM_{HR}$  u zajednicama *Platyhypnidium riparioides* – *Fontinalis antipyretica* tipa

Element ocjene	Opis	Vrijednost $BM_{HR}$				
		9	7	5	3	1
Vrste prema referentnoj zajednici	Struktura zajednice	Uz mahovine svojstvene za ovu zajednicu nema pokazatelja poremećaja ili su prisutni samo pojedinačno.	Uz mahovine svojstvene za ovu zajednicu pokazatelji poremećaja su slabo zastupljeni.	Uz mahovine svojstvene za ovu zajednicu pokazatelji poremećaja su kodominantni.	Zajednica se ne razvija, prisutne vrste koje nisu svojstvene za zajednicu	Zajednica se ne razvija, odn. uopće nema makrofitske vegetacije
Ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije	Postotak	>2	>2	>2	>2	<2-0
Eutrofikacija	Suma učestalosti pokazatelja eutrofikacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	< 0,1	0,1 - < 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5 - 1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Potamalizacija – umjetno usporanje toka	Suma učestalosti pokazatelja potamalizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	

Element ocjene	Opis	Vrijednost BM <sub>HR</sub>				
		9	7	5	3	1
Ritralizacija – umjetno ubrzanje toka	Suma učestalosti pokazatelja ritralizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	Nema makrofitske vegetacije	Nema makrofitske vegetacije	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo		

**Pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste vrste roda *Cladophora*, „mali“ mrijesnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pussilus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

**Pokazatelji potamalizacije:** *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans* agg., *Lemna* spp. i sve ostale vrste sporijih i mirnih voda, te helofiti.

**Pokazatelji ritralizacije:** kako se mahovinske zajednice razvijaju u najbržim vodama, dodatno ubrzanje toka u potpunosti će onemogućiti razvoj bilo kakve makrofitske vegetacije

### 3) Zajednica *Sparganium emersum* (zajednica u kojoj dominiraju nimfeide odnosno valisneride) (*Sp*)

Ova zajednica svojstvena je za nizinske male i srednje velike tekućice Dinaridske i Panonske ekoregije na različitim supstratima.

Dominiraju vrste *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nymphaea alba* te vrstama oligotrofnih slabo eutrofnih voda: *Callitriche hamulata*, Characeae (*Chara* spp., *Nitella* spp., *Nitellopsis obtusa* i *Tolypela* sp.), *Lemna trisulca*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*, *Riccia fluitans*, *Utricularia* spp., *Hippuris vulgaris*, *Juncus bulbosus*.

Vrlo dobro stanje indicirat će dominacija vrsta *Sparganium emersum* zajednice, visok udio pokazatelja dobrog stanja i još nekoliko drugih morfoloških tipova. Kod dobrog stanja smanjit će se opća bioraznolikost u smislu da će broj drugih morfoloških tipova biti sveden na dva tipa. Kod umjerenog stanja pojavljivat će se samo jedan dodatni morfološki tip. Za prve tri klase svojstven je visok udio pokazatelja dobrog stanja, a broju dodatnih morfoloških tipova ne pridonose pokazatelji poremećaja.

Kod nezadovoljavajućeg stanja dodatni morfološki oblici mogu u potpunosti izostati, a vrste karakteristične za zajednicu grade monodominantne sastojine s ukupnom pokrovnošću većom od 25%. Loše stanje karakteriziraju monodominantne sastojine neke od vrsta ove zajednice s pokrovnošću manjom od 25%.

Degradacijom ove zajednice mogu nastati i drugi tipovi zajednica koji se ni u kojem tipu vodotoka ne mogu smatrati referentnim. *Potamogeton pectinatus* zajednica (koju mogu činiti i drugi uskolisni mrijesnjaci) pokazatelj je eutrofikacije. *Elodea-Ceratophyllum* zajednica također je pokazatelj eutrofikacije, ali i usporenog vodenog toka. *Lemna* tip zajednice svojstvene su za stajaćice, a u tekućicama indiciraju jako promijenjene hidrološke prilike. Kod jako usporenog vodenog toka zajednice ovog tipa mogu nadomjestiti *Sparganium emersum* zajednicu. Helofitne zajednice čine močvarne vrste i one su pokazatelj tzv. zamočvarivanja rijeka. Pojavljivanje ove zajednice u brdskim tekućicama pokazatelj je promijenjenih hidroloških prilika, tj. umjetnog usporavanja vodenog toka.

Tablica 3.3.3.-4. Vrijednost  $BM_{HR}$  u *Sparganium emersum* zajednici

Element ocjene	Opis	Vrijednost $BM_{HR}$				
		9	7	5	3	1
Vrste prema referentnoj zajednici	Struktura zajednice	Dominiraju vrste <i>Sparganium emersum</i> zajednice	Dominiraju vrste <i>Sparganium emersum</i> zajednice	Dominiraju vrste <i>Sparganium emersum</i> zajednice	Dominiraju vrste <i>Sparganium emersum</i> zajednice ili monodominantne sastojine nimfeida i valisnerida s pokrovnošću većom od 25%.	Monodominantne sastojine nimfeida ili valisnerida s ukupnom pokrovnošću manjom od 25%.
Ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije	Postotak	>50	10-49	10-49	>25	<2-24
Eutrofikacija	Suma učestalosti pokazatelja eutrofikacije/ ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	< 0,1	0,1 - < 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5 - 1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	Prisutno je još bar 5-7 drugih morfoloških tipova* (ne računajući pokazatelje poremećaja); pokazatelji dobrog stanja prisutni ili ih nema	Prisutno je još bar 3-4 drugih morfoloških tipova* (ne računajući pokazatelje poremećaja); pokazatelji dobrog stanja malobrojni ili nema	Prisutna su još bar 2 druga morfološka oblika* (ne računajući pokazatelje poremećaja); pokazatelji dobrog stanja vrlo malobrojni (<10%) ili nema	Dominiraju vrste <i>Sparganium emersum</i> zajednice, a prisutan je još 1 drugi morfološki oblik*, pokazatelji dobrog stanja vrlo malobrojni ili ih nema	Monodominantne sastojine nimfeida i valisnerida s malom pokrovnošću (2-24%)
		Prisutno je još bar 3-4 drugih morfoloških tipova* (ne računajući pokazatelje poremećaja); pokazatelji dobrog stanja s visokom pokrovnošću (>50%)	Prisutna još dva dodatna morfološka oblika* (ne računajući pokazatelje poremećaja); pokazatelji dobrog stanja s visokom pokrovnošću (10-49%)	Prisutan još 1 morfološki oblik* (ne računajući pokazatelje poremećaja), pokazatelji dobrog stanja s visokom pokrovnošću (10-49%)	Prisutan još 0-1 morfološki oblik* (ne računajući pokazatelje poremećaja); kao i monodominantne sastojine nimfeida i valisnerida s pokrovnošću većom od 25%.	Monodominantne sastojine nimfeida i valisnerida s malom pokrovnošću (2-24%)
Potamalizacija – umjetno usporenje toka	Suma učestalosti pokazatelja potamalizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Ritralizacija – umjetno ubrzanje toka	Suma učestalosti pokazatelja ritralizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	

Element ocjene	Opis	Vrijednost BM <sub>HR</sub>				
		9	7	5	3	1
	eutrofikacije)					

**Pokazatelji dobrog stanja:** *Callitriche hamulata*, Characeae (*Chara* spp., *Nitella* spp., *Nitellopsis obtusa* i *Tolypela* sp.), *Lemna trisulca*, *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*, *Riccia fluitans*, *Utricularia* spp., *Hippuris vulgaris*, *Juncus bulbosus*.

**Pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste vrste roda *Cladophora*, „mali“ mrijesnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pussilus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

**Pokazatelji potamalizacije:** *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *L.*, *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia natans*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans* agg. i ostale helofitne vrste.

**Pokazatelji ritralizacije:** *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus*, *R. trichophyllus* ukoliko su kodominantni ili dominantni.

**\*Drugi morfološki oblici:** (izoetide, miriofilide, batrahide, parvopotamide, eloide, haride, peplide, lemne, hidroharitide, ričielide, ceratofilide, magnopotamide)

#### 4) Zajednica *Myriophyllum tip (My)*

Ovaj tip svojstven je za prigorske potoke, male i velike rijeke na karbonatnoj i silikatnoj podlozi Kontinentalne subregije Dinaridske ekoregije i Panonsku ekoregiju.

Vrste svojstvene za ovaj tip su prije svega *Myriophyllum spicatum* i *Ranunculus trichophyllus* i ostale vrste uskolisnih vodenih predstavnika žabnjaka (*Ranunculus* subgen. *Batrachium*), te širokolisne vrste mrijesnjaka, osobito *Potamogeton perfoliatus* i *P. lucens*. Kod vrlo dobrog stanja prisutne su upravo te vrste mrijesnjaka (*P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. gramineus*), dok pokazatelji poremećaja izostaju ili se pojavljuju samo pojedinačno.

Kod dobrog stanja nešto je veća zastupljenost pokazatelja poremećaja, no oni su još uvijek slabo zastupljeni dok su „veliki“ mrijesnjaci i dalje dobro zastupljeni. Također, dobro stanje indicira istovremeni izostanak i pokazatelja poremećaja i „velikih“ mrijesnjaka. Umjereno stanje karakterizira kodominacija miriofilida i pokazatelja poremećaja, dok „veliki“ mrijesnjaci mogu ili ne moraju biti prisutni.

Pokazatelji poremećaja u ovoj zajednici su vrste roda zelene alge *Cladophora*, „mali“ mrijesnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pussilus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

Pojavljivanje ove zajednice u nizinskim rijekama (tj. u području *Sparganium emersum* zajednice) znak je promijenjene hidrologije, tj. umjetno povećane brzine strujanja vode.

##### 4.1. *Myriophyllum spicatum*-*Ranunculus trichophyllus* zajednica

Široko rasprostranjena zajednica.

##### 4.2. *Ranunculus fluitans* zajednica

Znatno rjeđa zajednica ovog tipa karakteristična za hladnije i brze vodotoke.

Tablica 3.3.3.-5. Vrijednost  $BM_{HR}$  u zajednicama *Myriophyllum* tipa

Element ocjene	Opis	Vrijednost $BM_{HR}$				
		9	7	5	3	1
Vrste prema referentnoj zajednici	Struktura zajednice	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus trichophyllus</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>Ranunculus peltatus</i> dominantni; pokazatelja poremećaja nema ili su prisutni samo pojedinačno.	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus trichophyllus</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>Ranunculus peltatus</i> dominantni; pokazatelji poremećaja u malom broju ili nema uopće niti pokazatelja poremećaja niti pokazatelja dobrog stanja.	<i>Myriophyllum spicatum</i> / <i>Ranunculus trichophyllus</i> / <i>Ranunculus fluitans</i> / <i>Ranunculus peltatus</i> dominantni; pokazatelji poremećaja kodominantni do subdominantni.	Zajednica se ne razvija, prisutne vrste koje nisu svojstvene za zajednicu	Zajednica se ne razvija, odn. uopće nema makrofitske vegetacije
Ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije	Postotak	>2	>2	>2	>2	<2-0
Eutrofikacija	Suma učestalosti pokazatelja eutrofikacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	< 0,1	0,1 - < 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5 - 1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Potamalizacija – umjetno usporenje toka	Suma učestalosti pokazatelja potamalizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Ritralizacija – umjetno ubrzanje toka	Suma učestalosti pokazatelja ritralizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	

**Pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste vrste roda *Cladophora*, „mali“ mriješnjaci (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

**Pokazatelji potamalizacije:** *Sparganium emersum*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton natans*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans* agg., *Lemna* spp. i sve ostale vrste sporijih i mirnih voda, te helofiti.

**Pokazatelji ritralizacije:** *Platyhypnidium riparioides*, *Fontinalis antipyretica* i ostale vrste mahovina svojstvene za mahovinske zajednice ukoliko su dominantne ili kodominantne



### 5) Zajednica *Potamogeton lucens* tip (zajednice u kojima dominiraju magnopotamide) (Po)

Zajednice ovog tipa su svojstvene za velike i vrlo velike nizinske rijeke Panonske ekoregije. Srodne su sa *Sparganium emersum* zajednicom, no karakterizira ih dominacija „velikih“ mriješnjaka (*Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. gramineus*).

Ove zajednice vrlo su promijenjene i osiromašene zbog niza hidroloških zahvata na velikim rijekama. Utvrđivanje obala, produbljivanje korita, izravnavanje korita i slične mjere u velikoj su mjeri uništile staništa pogodna za ovu zajednicu.

Tablica 3.3.3.-6. Vrijednost  $BM_{HR}$  u zajednici *Potamogeton lucens* tipa

Element ocjene	Opis	Vrijednost $BM_{HR}$				
		9	7	5	3	1
Vrste prema referentnoj zajednici	Struktura zajednice	Dominiraju magnopotamide ("veliki mriješnjaci"), <i>Potamogeton lucens</i> , <i>Potamogeton perfoliatus</i> , <i>Potamogeton gramineus</i> ; pokazatelja poremećaja nema ili su pojedinačni.	Dominiraju magnopotamide ("veliki mriješnjaci"), pokazatelji poremećaja u malom udjelu.	Kodominacija magnopotamida i pokazatelja poremećaja.	Zajednica se ne razvija, prisutne vrste koje nisu svojstvene za zajednicu	Zajednica se ne razvija, odn. uopće nema makrofitske vegetacije
Ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije	Postotak	>2	>2	>2	>2	<2-0
Eutrofikacija	Suma učestalosti pokazatelja eutrofikacije/ ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	< 0,1	0,1 - < 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5 - 1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Potamalizacija – umjetno usporenje toka	Suma učestalosti pokazatelja potamalizacije/ ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Ritralizacija – umjetno ubrzanje toka	Suma učestalosti pokazatelja ritralizacije/ ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	

Element ocjene	Opis	Vrijednost BM <sub>HR</sub>				
		9	7	5	3	1

**Pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste vrste roda *Cladophora*, „mali“ mrijesnjeni (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

**Pokazatelji potamalizacije:** *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *L.*, *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia natans*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans* agg. i ostale helofitne vrste.

**Pokazatelji ritralizacije:** *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus*, *R. trichophyllus* ukoliko su kodominantni ili dominantni.

## 6) Zajednica *Callitriche tip (Ca)*

Zajednice ovog tipa svojstvene su za izvorišne dijelove nizinskih i prigrorskih potoka na silikatnoj i organogenoj, rjeđe karbonatnoj podlozi Panonske ekoregije.

Vrste *Callitriche platycarpa*, *C. stagnalis*, *C. hamulata* stvaraju zajednice u referentnim uvjetima i prvenstveno nastanjuju karbonatima i hranjivim tvarima siromašne, a kisikom bogate bistre vode. U vrlo dobrom stanju u ovom tipu zajednica nema pokazatelja poremećaja ili dolaze samo pojedinačno. Dobro stanje karakterizira mali udio pokazatelja poremećaja, dok u umjerenom stanju pokazatelji poremećaja kodominantni.

Pokazatelji dobrog stanja su *Callitriche hamulata*, *Characeae* (*Chara* spp., *Nitella* spp., *Nitellopsis obtusa*, *Tolypela* spp.), *Hippuris vulgaris*, *Juncus bulbosus*, *Lemna trisulca*, *Myriophyllum alternifolium*, *Riccia fluitans* i neki mrijesnjeni (*Potamogeton gramineus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*).

Pokazatelji poremećaja su dugonitaste vrste roda *Cladophora*, *Elodea canadensis*, *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum submersum*, *Leptodictyum riparium* i neki mrijesnjeni (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pusillus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*), *Zanichellia palustris*.

### 6.1. *Callitrichetum hamulatae/platicarpae/stagnalis*

Zajednice, karakteristične za oligotrofne, plitke vode niskog pH.

### 6.2. *Ranunculo-Callitrichetum hamulatae*

Ova zajednica razvija se u hladnim, razmjerno plitkim, malenim vodotocima, najčešće u rubnim dijelovima s nešto sporijom strujom vode.

Tablica 3.3.3.-7. Vrijednost BM<sub>HR</sub> u zajednicama *Callitriche* tipa

Element ocjene	Opis	Vrijednost BM <sub>HR</sub>				
		9	7	5	3	1
Vrste prema referentnoj zajednici	Struktura zajednice	Uz vrste svojstvene za ovu zajednicu nema pokazatelja poremećaja ili su prisutni samo pojedinačno.	Uz vrste svojstvene za ovu zajednicu pokazatelji poremećaja su slabo zastupljeni.	Uz vrste svojstvene za ovu zajednicu pokazatelji poremećaja su kodominantni.	Zajednica se ne razvija, prisutne vrste koje nisu svojstvene za zajednicu	Zajednica se ne razvija, odn. uopće nema makrofitske vegetacije
Ukupna pokrovnost makrofitske vegetacije	Postotak	>2	>2	>2	>2	<2-0

Element ocjene	Opis	Vrijednost BM <sub>HR</sub>				
		9	7	5	3	1
Eutrofikacija	Suma učestalosti pokazatelja eutrofikacije/ ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	< 0,1	0,1 - < 0,3	0,3 - 0,5	> 0,5 - 1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Potamalizacija – umjetno usporenje toka	Suma učestalosti pokazatelja potamalizacije/ ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	
Ritralizacija – umjetno ubrzanje toka	Suma učestalosti pokazatelja ritralizacije/ukupna učestalost svih akvatičkih vrsta	0	0	0,3-0,5	>0,5-1	
	Broj morfoloških tipova (bez dominantnog životnog oblika i bez pokazatelja eutrofikacije)	nije primjenjivo	nije primjenjivo	nije primjenjivo	>=2-0	

**Pokazatelji eutrofikacije:** dugonitaste vrste roda *Cladophora*, „mali“ mrijesnjeni (*Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. pussilus*, *P. berchtoldii*, *P. trichoides*, *Zanichellia palustris*), *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii*, *Egeria densa*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Leptodictium riparium*.

**Pokazatelji potamalizacije:** *Lemna minor*, *L. gibba*, *L. minuta*, *L.*, *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia natans*, *Glyceria maxima*, *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum* agg., *Typha latifolia*, *Glyceria fluitans* agg. i ostale helofitne vrste.

**Pokazatelji ritralizacije:** *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus fluitans*, *R. peltatus*, *R. trichophyllum* ukoliko su kodominantni ili dominantni.

### 3.3.3.5. Izračunavanje makrofita biocenološkom metodom

Nakon što se odredi referentna zajednica za istraživanu postaju, napravi popis vrsta i procjena pokrovnosti te se odrede morfološki tipovi, bodovanje za izračunavanje biocenoloških vrijednosti se obavlja prema Tablicama od 3.3.3.-2. do 3.3.3.-7. Specifičnosti za pojedine tipove ili zajednice navedene su u fusnotama. Popis tipova i referentnih zajednica nalazi se u Tablici 3.3.3.-12.

### 3.3.3.6. Morfološki tipovi

Za definiranje makrofitskih zajednica nisu bitne samo vrste, nego i tzv. morfološki tipovi. U njih su ubrojene biljke na temelju istih ili vrlo sličnih morfoloških prilagodbi na život u vodi bez obzira na njihovu međusobnu srodnost. Štoviše pojedine vrste ovisno o razvojnem stadiju ili prilikama na staništu mogu pripadati u više morfoloških tipova (Tablica 3.3.3.-8.)

Tablica 3.3.3.-8. Opis morfoloških tipova

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

### 3.3.3.7. Referentni indeks (RI-M<sub>RH</sub>)

Referentni indeks služi za određivanje stupnja opće degradacije vodotoka.

#### 3.3.3.7.1. Izračunavanje Referentnog indeksa i omjera ekološke kakvoće

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

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

$$Q = A^3$$

- Sve submerzne vrste razvrstati u tri kategorije:
  - kategoriju A čine vrste referentne zajednice i one koje ukazuju na dobro stanje vodotoka,
  - kategoriju B čine vrste širih ekoloških amplituda koje se mogu javljati u različitim zajednicama i pri različitim uvjetima, no načelno ne ukazuju na neki poremećaj i

- kategoriju C čine vrste koje se redovno ne javljaju u referentnim zajednicama te ukazuju na neki poremećaj, najčešće eutrofikaciju ili usporenje vodotoka.

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

Referentni indeks (RI) računa se prema sljedećoj formuli:

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

gdje su:

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

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

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

Dobiveni referentni indeks (RI) se zatim korigira za:

- 30, ako u zajednici *Berula-Nasturtium* (BN) dominiraju helofiti,
- 50, ako u zajednici *Berula-Nasturtium* (BN) dominiraju helofiti, a ima manje od 3 submerzne vrste te
- 60, ako u zajednicama *Sparganium emersum* (Sp) i *Potamogeton lucens* (Po) ima manje od 3 submerzne vrste

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

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

Dobivena vrijednost M uspoređi se s graničnim vrijednostima omjera ekološke kakvoće u Tablici 3.3.3.-10. te se odredi kategorija vode.

**NAPOMENA:** Ukoliko je dobivena vrijednost M manja od 0 ( $M < 0$ ), tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.

Tablica 3.3.3.-9. Indikatorske vrijednosti makrofitna prema referentnim zajednicama (značenja kratice zajednica prikazana su u poglavlju 3.3.3.3.)

Vrsta	PF	BN	My	Sp	Po	Ca
<i>Acorus calamus</i>	C	C	C	B	B	C
<i>Agrostis stolonifera</i>	B	A	B	B	B	B
<i>Alisma lanceolatum</i>	C	C	C	B	C	C
<i>Alyisma plantago-aquatica</i>	C	C	C	B	C	B
<i>Amblystegium serpens</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Amblystegium varium</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Apium repens</i>	A	A	A	B	B	B
<i>Batrachospermum</i>	A	A	B	B	B	B
<i>Berula erecta</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Brachythecium rivulare</i>	A	A	A	B	B	B
<i>Butomus umbellatus</i>	C	C	B	B	B	B

Vrsta	PF	BN	My	Sp	Po	Ca
<i>Caliergonella cuspidata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Callitriche cophocarpa</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Callitriche hamulata</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Callitriche obtusangula</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Callitriche palustris</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Callitriche platycarpa</i>	B	B	B	B	B	A
<i>Caltha palustris</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Cardamine amara</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Carex acuta</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Carex acutiformis</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Carex elata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Ceratophyllum demersum</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Ceratophyllum submersum</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Chara aspera</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara contraria</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara globularis</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara hispida</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara intermedia</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara tomentosa</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara vulgaris</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Chara sp.</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cinclidotus riparius</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cinclidotus aquaticus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cinclidotus danubicus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cladophora sp.</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Conocephalum conicum</i>	A	A	A	B	B	B
<i>Cratoneuron filicinum</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Cyperus longus</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Didymodon tophaceus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Drepanocladus aduncus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Egeria densa</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Eleocharis palustris</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Elodea canadensis</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Equisetum arvense</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Equisetum palustre</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Eurhynchium praelongum</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Fontinalis antipyretica</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Fissidens crassipes</i>	B	B	B	A	A	A
<i>Fissidens rufulus</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Galium palustre</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Glyceria fluitans</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Glyceria maxima</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Glyceria sp.</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Hippuris vulgaris</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Holoschoenus vulgaris</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Hottonia palustris</i>	C	B	B	A	B	B
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Hygroamblystegium tenax</i>	B	B	A	A	A	A
<i>Hygrohypnum luridum</i>	A	A	A	A	A	A

Vrsta	PF	BN	My	Sp	Po	Ca
<i>Hymenostylium recurvirostrum</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Hyophila involuta</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Iris pseudacorus</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Juncus articulatus</i>	B	B	B	A	B	B
<i>Juncus bulbosus</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Juncus compressus</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Juncus inflexus</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Jungermannia atrovirens</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Lemna gibba</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Lemna minor</i>	C	C	C	B	C	C
<i>Lemna trisulca</i>	C	B	B	A	A	A
<i>Leptodyctium riparium</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Lophocolea bidentata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Lunularia cruciata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Lycopus europaeus</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Lysimachia nummularia</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Lysimachia vulgaris</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Lythrum salicaria</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Marchantia polymorpha</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Mentha aquatica</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Myosotis scorpioides</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Myriophyllum spicatum</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Najas marina</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Nasturtium officinale</i>	B	B	B	A	A	A
<i>Nitella spp.</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Nitellopsis obtusa</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Nuphar lutea</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Nymphaea alba</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Nymphoides peltata</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Oenanthe aquatica</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Oenanthe cf. fistulosa</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Palustriella commutata</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Pellia endiviaefolia</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Phalaris arundinacea</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Phragmites australis</i>	C	B	C	B	B	C
<i>Plagiomnium undulatum</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Platyhypnidium riparioides</i>	A	A	B	B	B	B
<i>Pohlia ludwigii</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Polygonum amphibium</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Polygonum hydropiper</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Polygonum lapathyfolium</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton crispus</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton gramineus</i>	C	B	A	A	A	A
<i>Potamogeton lucens</i>	B	B	A	A	A	B
<i>Potamogeton natans</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Potamogeton nodosus</i>	C	C	B	A	B	B
<i>Potamogeton pectinatus</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	C	A	A	A	A	A

Vrsta	PF	BN	My	Sp	Po	Ca
<i>Potamogeton pusillus</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Potamogeton trichoides</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Pulicaria dysenterica</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Ranunculus aquatilis</i>	B	B	A	B	B	B
<i>Ranunculus circinatus</i>	B	B	A	B	B	B
<i>Ranunculus flammula</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Ranunculus fluitans</i>	B	A	A	B	B	B
<i>Ranunculus peltatus</i>	B	A	A	B	B	B
<i>Ranunculus repens</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Ranunculus sceleratus</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Ranunculus trichophyllus</i>	B	A	A	B	B	B
<i>Riccia fluitans</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Rorippa amphibia</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Rorippa sylvestris</i>	C	C	B	B	B	B
<i>Rumex hydrolapathum</i>	C	C	C	B	B	C
<i>Sagittaria sagittifolia</i>	C	C	C	B	C	C
<i>Scirpus lacustris</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Sparganium emersum</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Sparganium erectum</i>	C	C	C	B	B	B
<i>Spirodella polyrhiza</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Spirogyra</i> sp.	C	C	C	C	C	C
<i>Thamnobryum alopecurum</i>	A	A	A	A	A	A
<i>Tolypela</i> spp.	A	A	A	A	A	A
<i>Trapa natans</i>	C	C	C	B	C	C
<i>Typha angustifolia</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Typha latifolia</i>	C	B	B	B	B	B
<i>Urtica dioica</i>	C	C	C	C	C	C
<i>Utricularia australis</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Utricularia vulgaris</i>	B	A	A	A	A	A
<i>Veronica anagalis-aquatica</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Veronica anagalloides</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Veronica beccabunga</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Veronica catenata</i>	B	B	B	B	B	B
<i>Zanichellia palustris</i>	C	C	C	C	C	C

NAPOMENA: popis vrsta u Tablici 3.3.3.-9. je napravljen na temelju postojećih podataka i spoznaja, a nadopunjavat će se tijekom vremena u skladu s novim spoznajama.

U Tablici 3.3.3.-10. nalaze se granične vrijednosti indeksa M izražene kao omjer ekološke kakvoće.

Tablica 3.3.3.-10. Granične vrijednosti indeksa M za pojedine kategorije ekološkog stanja prema tipskim zajednicama makrofita

Kategorija ekološkog stanja	Omjer ekološke kakvoće					
	PF	BN	My	Sp	Po	Ca
Vrlo dobro	1 - 0,65	1 - 0,70	1 - 0,65	1 - 0,65	1 - 0,59	1 - 0,65
Dobro	0,64 - 0,50	0,69 - 0,50	0,64 - 0,50	0,64 - 0,52	0,58 - 0,37	0,64 - 0,50
Umjereno	0,49 - 0,25	0,49 - 0,30	0,49 - 0,35	0,51 - 0,35	0,36 - 0,20	0,49 - 0,25
Loše	0,24 - 0	0,29 - 0	0,34 - 0	0,34 - 0	0,19 - 0	0,24 - 0
Vrlo loše	nema submerzne makrofitske vegetacije					



### 3.3.3.8. Referentne zajednice prema tipovima površinskih voda

Za obje metode ocjene ekološkog stanja na temelju makrofita zajedničke su tipske zajednice navedene u Tablici 3.3.3.-11. Prisutnost ili izostanak pojedinih vrsta u tipskoj/referentnoj zajednici makrofita ili morfoloških tipova u koje se vrste grupiraju na temelju istih ili sličnih prilagodbi, a ne na temelju srodstva, ukazuje na promjene u vodenom okolišu.

Tablica 3.3.3.-11. Tipovi površinske vode s tipskim zajednicama

EKOREGIJA	TIP POVRŠINSKE VODE S PRIPADAJUĆOM TIPSKOM ZAJEDNICOM MAKROFITA
PANONSKA EKOREGIJA	<b>1) Gorske i prigorske male tekućice</b> - tipovi bez makrofitske vegetacije (N) - <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF) - <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)
	<b>2) Nizinske male tekućice</b> <b>a. s glinovito-pjeskovitom podlogom</b> - tipovi bez makrofitske vegetacije (N) - <i>Callitriche</i> tip (Ca) - <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN) <b>b. s šljunkovito-valutičastom podlogom</b> - tipovi bez makrofitske vegetacije (N) - <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF) - <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)
	<b>3) Nizinske aluvijalne tekućice s padom &lt; 1 ‰</b> <b>a. nizinske male tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom</b> - <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp) <b>b. nizinske tekućice s organogenom podlogom</b> - <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp) - <i>Callitriche</i> tip (Ca)
	<b>4) Nizinske srednje velike i velike tekućice</b> - <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp) - <i>Potamogeton lucens</i> tip (Po) - <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)
	<b>5) Nizinske vrlo velike tekućice</b> <b>a. izvorišno područje locirano u Kontinentalnoj subregiji Dinaridske ekoregije</b> - <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp) - <i>Potamogeton lucens</i> tip (Po) <b>b. donji tok Mure i srednji tok Drave i Save</b> - <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp) - <i>Potamogeton lucens</i> tip (Po) <b>c. donji tok Drave i Save</b> - <i>Potamogeton lucens</i> tip (Po) <b>d. Dunav</b> - <i>Potamogeton lucens</i> tip (Po)
DINARIDSKA EKOREGIJA - KONTINENTALNA SUBREGIJA	<b>6) Gorske i prigorske male tekućice</b> - tipovi bez makrofitske vegetacije (N) - <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF) - <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)
	<b>7) Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice</b> - <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF) - <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN) - <i>Myriophyllum</i> tip (My)
	<b>8) Nizinske srednje velike i velike tekućice</b> - <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN) - <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp) - <i>Potamogeton lucens</i> tip (Po) - <i>Myriophyllum</i> tip (My)
	<b>9) Prigorske srednje velike tekućice krških polja s padom &lt; 1 ‰</b> - <i>Myriophyllum</i> tip ( <i>Ranunculus fluitans</i> zajednica) (My) - <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp)

EKOREGIJA	TIP POVRŠINSKE VODE S PRIPADAJUĆOM TIPSKOM ZAJEDNICOM MAKROFITA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Potamogeton lucens</i> tip (Po)</li> </ul> <p><b>10) Povremene tekućice</b></p> <p><b>a. gorske i prigorske male</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tipovi bez makrofitske vegetacije (N)</li> <li>- vrstama siromašna <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> zajednica (PF)</li> </ul> <p><b>b. gorske srednje velike</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vrstama siromašna <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> zajednica (PF)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul>
DINARIDSKA EKOREGIJA - PRIMORSKA SUBREGIJA	<p><b>11) Nizinske i prigorske male tekućice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul>
	<p><b>12) Prigorske srednje velike i velike tekućice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> <li>- <i>Myriophyllum</i> tip (My)</li> </ul>
	<p><b>13) Nizinske srednje velike i velike tekućice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul> <p><b>a. nizinske velike tekućice s baražnim ujezerenjima</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF)</li> <li>- <i>Berula</i> – <i>Agrostis</i> zajednica</li> <li>- <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp)</li> </ul>
	<p><b>14) Nizinske tekućice kratkih tokova s padom &gt; 5 ‰</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> <li>- <i>Myriophyllum</i> tip (My)</li> </ul>
	<p><b>15) Male i srednje velike tekućice krških polja s padom &lt; 1 ‰</b></p> <p><b>a. nizinske</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul> <p><b>b. prigorske</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul>
	<p><b>16) Povremene tekućice</b></p> <p><b>a. prigorske male i srednje velike</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- vrstama siromašna <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> zajednica (PF)</li> </ul> <p><b>b. nizinske male</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul>
DINARIDSKA EKOREGIJA - ISTRA	<p><b>17) Nizinske i prigorske male tekućice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tipovi bez makrofitske vegetacije</li> <li>- <i>Platyhypnidium riparioides</i> – <i>Fontinalis antipyretica</i> tip (PF)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul>
	<p><b>18) Nizinske srednje velike tekućice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Sparganium emersum</i> zajednica (Sp)</li> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul>
	<p><b>19) Povremene tekućice</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Berula-Nasturtim</i> tip (BN)</li> </ul>

### 3.3.3.9. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja ekološkog stanja za biocenološku metodu

Bodovna referentna i najlošija vrijednost stupnja degradacije određenog biocenološkom metodom navedena je u Tablici 3.3.3.-12.

Tablica 3.3.3.-12. Referentna i najlošija vrijednost stupnja degradacije određenog biocenološkom metodom

Metoda	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
Biocenološka metoda	10	0

### 3.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

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

Za stupanj degradacije određen biocenološkom metodom omjer ekološke kakvoće računa se tako da se vrijednosti dodijeljenih bodova podijele s referentnom vrijednošću boda prema formuli:

$$OEK_{BM_{HR}} = \frac{\text{Vrijednost } BM_{HR} - \text{najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost} - \text{najlošija vrijednost}}$$

Referentna i najlošija vrijednost stupnja degradacije određenog biocenološkom metodom navedena je u Tablici 3.3.3.-12.

S obzirom da stupanj degradacije određen biocenološkom metodom kao pokazatelj ocjene ekološkog stanja nema stvarnu brojčanu vrijednost, dodjeljuju se bodovi prema Tablicama od 3.3.3-2. do 3.3.3.-7.

Omjer ekološke kakvoće za Referentni indeks makrofita je jednak vrijednosti M iz Tablice 3.3.3.-10.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makrofita je srednja vrijednost OEK-a korištenih indeksa, odnosno  $OEK_{\text{makrofita}} = (OEK_{BM-HR} + OEK_{RI-M})/2$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 5. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

### 3.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROFITA U TEKUĆICAMA

Terenski protokol za uzorkovanje makrofita u tekućicama sadrži sljedeće podatke:

- broj protokola/šifra uzorka,
- naziv tekućice i najbližeg naselja,
- šifra i naziv tipa tekućice,
- šifra vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- opis mjesta uzorkovanja,
- koordinate mjerne postaje (geografska dužina i širina),
- slivna površina mjerne postaje (km<sup>2</sup>),
- riječni kilometar,
- nagib odsječka (‰),
- nadmorska visina mjerne postaje,

- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja uzorkuje,
- fotografija mjesta uzorkovanja,
- dužina uzorkovanog odsječka (m):
  - lijeva obala (sekcije 1, 2, 3, ...),
  - desna obala (sekcije 1,2,3, ...),
- utjecaji (akumulacija, prtok, ispust, ostalo),
- brzina strujanja vode (m/s) (0 – nema, 1 – mala, 2 – srednja, 3 – velika),
- raznolikost brzine strujanja vode (0 – nema, 1 – mala, 2 – srednja, 3 – velika),
- zamućenost (0 – nema, 1 – mala, 2 – srednja, 3 – velika),
- zasjenjenost (0 – nema, 1 – mala, 2 – srednja, 3 – velika),
- obaloutvrda
  - nema (%),
  - pera (broj),
  - stari/neuređeni tehnolital (%),
  - tehnolital (%) i
  - ostalo (%);
- potopljeni supstrati (%)
  - megalital,
  - makrolital,
  - mezolital,
  - mikrolital,
  - akal,
  - psamal i
  - pelal;
- nagib potopljenog supstrata (1 – ravan, 2 – srednji, 3 – strm, o - okomit);
- obalni supstrat
  - megalital,
  - makrolital,
  - mezolital,
  - mikrolital,
  - akal,
  - psamal i
  - pelal;
- nagib obale (1 – ravan, 2 – srednji, 3 – strm, o - okomit)
- vodena vegetacija (bez mahovina)
  - popis vrsta i njihova pokrovnost prema Kohlerovoj skali
- mahovine
  - popis vrsta i njihova pokrovnost prema Kohlerovoj skali,
  - za svaku vrstu dodatno:
    - a) tip supstrata na kojoj je mahovina utvrđena (kamen, glina, druga vrsta tla, drvo, itd.)
    - ib) položaj mahovine u odnosu na zatečenu razinu vode (potopljena, u razini s vodom i u zoni prskanja),
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim, unose se u rubriku Napomene.

### 3.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS

Makrozoobentos predstavlja važnu komponentu unutar biocenotičkih struktura i ciklusa hranjivih tvari te je važan dio hranidbenih lanaca i jedan je od ključnih bioloških elemenata kakvoće u ocjeni ekološkog stanja tekućica. Zbog relativno dugog životnog vijeka i ograničene pokretljivosti, veće ili manje promjene ekoloških uvjeta u okolišu, primjerice promjena fizikalnih svojstava vode (brzina strujanja vode, temperatura, svjetlo), kemijskih svojstava vode (količina hranjivih tvari, kisika i ugljikovog dioksida te sezonske i dnevne promjene režima protoka vode) imaju za posljedicu promjenu u kvalitativnoj i kvantitativnoj strukturi zajednice.

Prednosti makrozoobentosa pred drugim skupinama vodenih organizama u ocjeni ekološkog stanja voda su:

- relativno se lagano prikupljaju uz pomoć različitih tipova bentos mreža,
- relativno su veliki što olakšava prikupljanje, razvrstavanje i determinaciju,
- mnoge vrste su brojne i široko rasprostranjene što omogućava usporedbu rezultata na širem području,
- relativno se brzo mogu determinirati zbog postojanja prikladnih priručnika,
- dobro su poznate reakcije mnogih uobičajenih vrsta na različite tipove onečišćenja te stupanj njihove tolerancije prema onečišćenju,
- žive dovoljno dugo da je njihovo prisustvo ili odsustvo iz zajednice posljedica promjena u okolišu, a ne izmjene generacija ili posljedica specifičnih životnih ciklusa,
- ograničeno su pokretni pa ne mogu napustiti stanište kod pogoršanja ekoloških prilika u vodi.

#### 3.4.1. UZORKOVANJE

##### 3.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Najpovoljnije vrijeme uzorkovanja za velike i vrlo velike rijeke je ljetno-ranojesensko razdoblje (srpanj-rujan), kada većina hrvatskih rijeka ima nizak vodostaj. Međutim za rijeke Muru i Dravu najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je zimsko razdoblje (prosinac-veljača) kada imaju najniži vodostaj.

Za tekućice koje presušuju najbolje je vrijeme uzorkovanja razdoblje ožujak – svibanj, prije nego presuše.

Za sve ostale tipove tekućica najpovoljnije vrijeme uzorkovanja je u proljetnom razdoblju (ožujak - travanj), tj. prije masovnog izlijetanja odraslih kukaca koje se događa tijekom svibnja i lipnja.

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

Uzorkovati se ne smije:

- u vrijeme visokih voda i do 3 tjedna nakon visokih voda,
- u vrijeme svih drugih poremećaja izazvanih prirodnim procesima.

##### 3.4.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Mjesto uzorkovanja treba biti reprezentativno za tijelo tekućice. Dužina uzorkovanog odsječka ovisi o površini sliva i iznosi:

- 25 m, ako je površina sliva od 10 do 100 km<sup>2</sup> (male tekućice),
- 50 m, ako je površina sliva od 100 do 1 000 km<sup>2</sup> (srednje velike tekućice),
- 100 m, ako je površina sliva od 1 000 do 10 000 km<sup>2</sup> (velike tekućice),
- 250 m, za one površine sliva veće od 10 000 km<sup>2</sup> (vrlo velike rijeke).

Treba izbjegavati uzorkovanje blizu hidro-tehničkih objekata (mostova, preljeva, obaloutvrda, brana). Ove strukture izazivaju promjene u brzini toka, karakteru podloge, kao i zajednici beskralješnjaka pa struktura zajednice nije reprezentativna za određeno tijelo površinske vode.

### **3.4.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje**

Uzorkovanje se obavlja ručnom bentos mrežom ili Surberovom mrežom.

#### **Ručna bentos mreža**

- dimenzija metalnog okvira: širina 25 cm, visina 25 cm,
- okvir mora biti pričvršćen za metalno ili drveno držalo,
- dužina mreže je minimalno 50 cm s promjerom okašca 0,5 mm,
- veličina uzorkovane površine je 0,25 m x 0,25 m (0,0625 m<sup>2</sup>).

#### **Surberova mreža**

Za uzorkovanje u malim ili plitkim tekućicama s krupnijim supstratom:

- dimenzija metalnog okvira: širina 25 cm, visina 25 cm,
- dužina mreže je 50 cm s promjerom okašca 0,5 mm,
- veličina uzorkovane površine je 0,25 m x 0,25 m (0,0625 m<sup>2</sup>).

#### **Dodatna oprema:**

- posude širokog grla za uzorke,
- kadica,
- pinceta,
- papir za etikete (paus papir),
- olovka,
- vodoodporni flomaster,
- koncentracija 4% formaldehida ili 96 % etilnog alkohola,
- gumene čizme (ribarske duge, sa i bez naramenica),
- zaštitna i terenska oprema: kabanica, jakna, hlače, terenske cipele, kapa ili šešir, krema sa zaštitnim faktorom protiv UV zračenja,
- gumene rukavice koje dosežu do ramena,
- odvijač ili uska špatula,
- četka,
- terenski protokol i terenski ključevi za određivanje pojedinih skupina koje se samo zabilježe i vraćaju na stanište (potočni rakovi, veliki školjkaši ...),
- terenska torbica s prvom pomoći i
- pojas za spašavanje za uzorkovanje na velikim rijekama.

*NAPOMENA: Metode i naprave za uzorkovanje makrozoobentosa u rijekama moraju biti u skladu s normom HRN EN ISO 10870:2012, Kvaliteta vode – Smjernice za odabir metoda i naprava za uzorkovanje bentoskih slatkovodnih makrobekralješnjaka.*

#### 3.4.1.4. Metoda uzorkovanja

Uzorkuju se sva raspoloživa mikrostaništa (engl. „multi-habitat sampling“) na mjernoj postaji, pri čemu se prikuplja 20 poduzoraka raspoređenih razmjerno udjelu mikrostanišnih tipova, s time da se mikrostanište koje je zastupljeno s manje od 5% ne uzorkuje, ali se zabilježi u protokolu. Mikrostanišni tip predstavlja kombinaciju anorganskog i organskog supstrata. Poduzorak se uzorkuje podizanjem podloge koju čini supstrat s pripadajućim životinjama s površine veličine 25 x 25 cm (0,0625 m<sup>2</sup>). Dubina uzorkovanog sloja mora biti odgovarajuća kako bi se prikupile sve prisutne vrste, a ovisi o tipu supstrata.

Dubina uzorkovanog sloja prema tipu supstrata je:

- 5 - 10 cm u slučaju mekane podloge i finog organskog materijala: psamal, fine organske čestice (FPOM),
- 10 - 15 cm u slučaju srednje veličine podloge: akal, mikrolital, velike čestice organske tvari (CPOM)
- 15 - 20 cm u slučaju velike podloge: makrolital, živi dijelovi kopnenih biljaka

Zbroj 20 poduzoraka predstavlja kompozitni uzorak s uzorkovane površine od 1,25 m<sup>2</sup>.

##### 3.4.1.4.1 Način uzorkovanja

1. Prvi korak je detaljna klasifikacija mikrostaništa (mineralnog supstrata i organske podloge), prikazana u Tablici 3.4.1-1. Definicije mikrostaništa nalaze se u Pojmovniku stručnih izraza i kratica.

Tablica 3.4.1.-1. Klasifikacija mikrostaništa (supstrata)

Mineralna mikrostaništa	Organska mikrostaništa
Megalital (> 40 cm) - Mg (veliko kamenje, blokovi i stijene)	Fital - F (nitaste alge, slojevi algi na kamenju)
Makrolital (20 cm - 40 cm) - Ma (veće kamenje)	Fital - F (submerzne alge, mahovine i makrofiti)
Mezolital (> 6,3 cm - 20 cm) - Mz (kamen veličine šake, oblutak)	Fital - F (emerzna makrofitska vegetacija, npr. <i>Typha</i> sp., <i>Carex</i> sp., <i>Pragmites</i> sp.)
Mikrolital (> 2 cm – 6,3 cm) - Mi (srednji i krupni šljunak do veličine šake, valutice)	Fital - F (živi dijelovi kopnenog bilja, korijenje johe, priobalna vegetacija)
Akal (> 0,2 - 2 cm) - Ak (sitni šljunak)	Ksilal - X (veliki trupci, grane, korijenje u vodotoku)
Psamal/Psamopelal (> 6,3 μm - 2 mm) - P (organski mulj, pijesak)	CPOM - POM (velike čestice organske tvari; lišće)
Argilal (< 6,3 μm) - Ar (anorganski mulj, glina)	FPOM (fine čestice organske tvari)
Teh nolital 1 (umjetna podloga, npr. beton)	Kanalizacijske gljivice i bakterije (npr. <i>Sphaerotilus</i> i organski mulj)
Teh nolital 2 (umjetno betonirano korito)	Krhotine (nakupine kućica puževa i školjki)

2. Drugi korak je procjena prosječne zastupljenosti svakog tipa mikrostaništa, koja se unosi u terenski protokol, uključujući i supstrat nastao pod utjecajem čovjeka (tehnotital), ukoliko je prisutan. Za procjenu zastupljenosti mikrostaništa uzorkovani odsječak se podijeli na pododsječke od 25 m (za rijeke s veličinom sliva do 100 km<sup>2</sup>). Preporučuje se odrediti zastupljenost mikrostaništa s obale rijeke, bez ulaženja u rijeku.
  - Anorganski i organski supstrat u potopljenom dijelu korita rijeke se promatraju kao jedan sloj. Utvrđuje se udio jednog i drugog supstrata, a zbroj udjela obje vrste supstrata mora biti 100%. To znači da se procjena zastupljenosti anorganskog supstrata kombinira s procjenom zastupljenosti organskog supstrata te kod uzorkovanja organskog supstrata uzima se u obzir i temeljni anorganski supstrat na kojem se nalazi.
3. Treći korak je definiranje broja poduzoraka, prema udjelu svakog tipa mikrostaništa. Jedan poduzorak treba biti prikupljen za svakih 5% zastupljenosti mikrostaništa, pri čemu ukupno 20 poduzoraka treba biti rasprostranjeno po uzorkovanom odsječku. Primjerice, ako na odsječku mezolital čini 50%, akal 30% i psamal 20% površine dna, potrebno je prikupiti 10 poduzoraka mesolitala, 6 poduzoraka akala i 4 poduzoraka psamala. Mikrostanišne tipove zastupljene s manje od 5% u terenskom protokolu se označi samo oznakom plus.
4. Četvrti korak je uzorkovanje, a preporuke su sljedeće:
  - Uzorkovanje se započinje s najnižvodnijeg dijela odsječka koji se uzorkuje.
  - U plićim dijelovima tekućice uzorkovanje se može obavljati Surberovom mrežom. Za prebacivanje supstrata iz horizontalnog okvira u mrežu koriste se metalne ili plastične lopatice.
  - Ako se uzorkuje ručnom mrežom, uzorak se može prikupljati na dva načina, ovisno o dubini tekućice:
    - U plićim dijelovima, mreža se povlači po dnu 25 cm (ili se krupniji supstrat s površine 25 x 25 cm rukom prebacuje u mrežu). Nakon što su prikupljena 3-4 poduzorka, odvajanje makrofaune od organskih i anorganskih čestica vrši se na obali gdje se prikupljeni materijal prebacuje u plastičnu kantu s vodom te se pregledava veće kamenje i fital uz odvajanje životinja. Preostala makrofauna odvaja se od sedimenta metodom ispiranja i dekantiranja kroz mrežu promjera oka 500 µm, a postupak se ponavlja nekoliko puta.
    - U dubljim dijelovima tekućice, uzorak se može prikupljati i tako da se mreža postavi uspravno i čvrsto na supstrat s otvorom u suprotnom smjeru toka te se vrteći petama čizme uznemiruje dno korita i podiže supstrat najmanje 10 – 15 cm duboko (engl. kick and sweep sampling). Pričeka se da struja vode podignuti sediment i organizme otplavi u mrežu. Postupak se na istom mjestu ponovi još jednom kada se voda razbistri. Mreža treba biti dovoljno blizu da bi makrozoobentos struja vode otplavila u nju, ali dovoljno daleko da pijesak i šljunak u velikoj količini ne uđe u mrežu. Preporučeno je također pokupiti drvene ostatke u kadicu, da bi se kasnije pincetom mogle odvojiti pričvršćene životinje na njima. Nakon tri, četiri poduzorkovanja, ispere se sabrani materijal potezanjem mreže po vodi suprotno smjeru struje vode i miješanjem rukom, kako bi se odstranile sitne čestice (mulj). Zatim se iz mreže odstrani veći supstrat s kojeg su prethodno odstranjeni svi organizmi. Na taj se način smanji volumen uzorka.



Uzorkovanje se razlikuje u ovisnosti o tipu mikrostaništa, što je prikazano u Tablici 3.4.1.-2.  
 Tablica 3.4.1.-2. Način uzorkovanja pojedinih tipova mikrostaništa/supstrata

Tip mikrostaništa	Način uzorkovanja
Megalital	Sa stijene se rukom, četkom ili nekim drugim oštrim predmetom odstrane organizmi i isperu u mrežu. Kada se na stijeni uzorkuje s različitih mjesta, posebno se uzorkuje svaki dio (prednja strana, stražnja strana, rub stijene), a potom se sa svih dijelova stijene skupljeni uzorci objedine u jednom poduzorku. Sabrani materijal se ispere potezanjem mreže po vodi suprotno smjeru struje vode.
Makrolital i mezolital	Najprije se s kamenja prikupe pričvršćeni organizmi i isperu u mreži. Zatim se kamenje pomakne, veće kamenje stavi u mrežu i u njoj rukom ili pincetom sabere svi prisutni organizmi, dok se ostali supstrat pomakne i promiješa. U različitim dijelovima tekućice prilikom prikupljanja poduzoraka mogu se koristiti različiti uzorkivači.
Mikrolital	Ispred mreže se miješa i podigne supstrat. Za miješanje supstrata do dubine od 15 – 20 cm može se koristiti i odvijač ili sličan čvrsti predmet. Mrežu se drži dovoljno blizu podignutog supstrata i nastoji se da u mreži bude što manje anorganskog supstrata. U brzotekućim dijelovima rijeke može se koristiti Surberova mreža.
Ksilal	Kod uzorkovanja se preporučuje izbjegavati svježe palo drvo u vodu, jer još nema dobro razvijenu biološku zajednicu. Veći komadi drveta se isperu, sabere organizmi te se vrati natrag u rijeku, a korijenje se protrese i dobro ispere u mreži kako bi se odstranili organizmi.
Velike čestice organske tvari; lišće – CPOM	Kod uzorkovanja se preporučuje izbjegavati svježe palo lišće u vodu, jer još nema dobro razvijenu biološku zajednicu. Lišće se ispere na terenu i ne nosi u laboratorij.
Makrofiti	Makrofiti se po potrebi mogu donositi u laboratorij na daljnju analizu, jer se neki organizmi, primjerice dvokrilci iz porodica Simuliidae i Chironomidae, ponekad teško odvajaju na terenu. Preporučuje se kvantitativno uzorkovanje jednakih dijelova korijena, stabljike i listova, a ne uzorkovati s ručnom mrežom potopljene dijelove makrofita.

#### 3.4.1.4.2. Obrada uzorka na terenu

- Iz uzorka se odstranjuje veliko kamenje, uz provjeru da nema zaostalih organizama. Općenito, osjetljiviji organizmi, poput virnjaka (*Turbellaria*) se oštećuju ili kontrahiraju konzerviranjem te se trebaju razvrstati i prema mogućnosti determinirati odmah na terenu, ili ih žive spremite u odvojene bočice bez supstrata kako se ne bi oštetili tijekom transporta. Te uzorke tijekom transporta u laboratorij treba držati u hladnjaku.
- Velike, rijetke i zaštićene organizme, koje je lako determinirati na terenu, zabilježi se u terenskom protokolu i vraća u tekućicu (veliki školjkaši, potočni rak).
- Uzorkovani se materijal odmah po obavljenom uzorkovanju spremi u posudu ili vrećicu gdje se konzervira formaldehidom (4% konačna koncentracija formaldehida) ili 96%-nim etilnim alkoholom (70% konačna koncentracija etilnog alkohola). Kada se za konzerviranje koristi etilni alkohol iz uzorka se najprije odstrani voda, a tek onda se dodaje etilni alkohol. Organizmi koji prijanjaju uz mrežu odstrane se pincetom. U ili na bocu s uzorkom obavezno dolazi voodootporna etiketa sa svim potrebnim podacima.
- Voodootporna etiketa mora sadržavati sljedeće podatke napisane grafitnom olovkom ili uljnim flomasterom koji je otporan na vodu i alkohol:
  - naziv tekućice,
  - mjernu postaju,
  - datum uzorkovanja.

Na posudi za uzorkovanje također se napišu isti podaci kao i na etiketi. Ako se uzorak s jedne mjerne postaje sprema u nekoliko posuda, etikete i posude se numeriraju (npr. 1/2, 2/2 itd.).

- Po završetku uzorkovanja cijela korištena oprema se dobro opere i pregleda kako ne bi

zaostali neki organizmi te pripremi za sljedeće uzorkovanje. Ponekad opremu treba i sterilizirati potapanjem u alkohol, ako je uzorkovanje obavljeno na mjestima moguće zaraze npr. račjom kugom.

Po obavljenom uzorkovanju terenski protokol se pregleda i provjeri sadrži li sve potrebne podatke te se upišu i mogući problemi nastali tijekom uzorkovanja, koji bi mogli utjecati na kvalitetu uzorka.

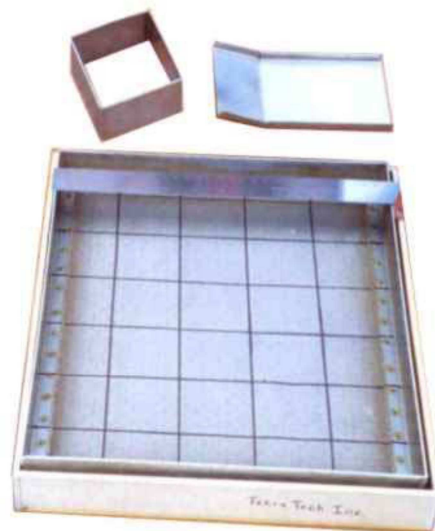
### 3.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

#### 3.4.2.1. Izolacija makrozoobentosa

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

Oprema za poduzorkovanje u laboratoriju:

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



Slika 3.4.2.-1. Mreža s 30 kvadrata jednake veličine u kadici s poduzorkivačem

Organizmi se izoliraju na sljedeći način:

- U laboratoriju se iz vrećice ili posudice s uzorkom odlije alkohol kroz mrežu promjera oka 500 µm u odgovarajuću posudu, a sabrani materijal se ispere pod tekućom vodom i odloži u kadicu.
- Za analizu nije potrebno izdvajati organizme iz cijelog uzorka te se on rasporedi u kadicu za poduzorkovanje, koja je podijeljena na 30 jednakih kvadrata. Iz pet slučajno izabranih kvadrata/poduzoraka (jedinica za izolaciju), izdvoje se svi makroskopski beskraljješnjaci.
- Izdvajanje organizama je završeno ako u pet poduzoraka nađemo minimalno 700 jedinki.
- U slučaju da se na navedenoj površini ne izolira više od 700 jedinki, pregledavaju se dodatni kvadrati sve dok brojnost organizama ne dosegne potrebnih 700 jedinki.
- Broj jedinki je potrebno preračunati na cijeli uzorak te kasnije na površinu od 1m<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 ljušture 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 beskraljješnjaci 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.

### 3.4.2.2. Determinacija makrozoobentosa

U Tablici 3.4.2.-2. je navedena razina determinacije makrozoobentosa potrebna za ocjenu ekološkog stanja tekućica u Hrvatskoj. Preporučuje se što detaljnija determinacija, do razine vrste ukoliko je moguće.

Tablica 3.4.2.-2. Obavezna razina determinacije makrozoobentosa

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

Za determinaciju je potrebno koristiti determinacijske ključeve, a popis relevantne literature za determinaciju makrozoobentosa naveden je u Poglavlju 7.1.3.

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

### 3.4.2.3. Kvantifikacija makrozoobentosa

U uzorku makrozoobentosa potrebno je odrediti brojnost taksona. Budući da relativna brojnost može dovesti do značajnih odstupanja rezultata, za izračunavanje Hrvatskog saprobnog indeksa -  $SI_{HR}$  (vidi poglavlje 3.4.3.3.3. Za izračunavanje indeksa/pokazatelja) određuje se ili apsolutna brojnost indikatorskih vrsta utvrđenih u cijelom uzorku ili brojnost preračunatu na  $1\text{ m}^2$ .

### 3.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 3.4.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrozoobentosa potrebno je odrediti dva modula:

- *Saprobnost* - određivanje razine opterećenja tekućica organskim tvarima
- *Opća degradacija* – određivanje ukupnih antropogenih promjena

Indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa navedeni su u Tablici 3.4.3.-2.

Tablica 3.4.3.-2. Pokazatelji/indeksi i moduli za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrozoobentos	Ukupan broj svojti (UBS) Udio oligosaprobnih indikatora (OSI%) Hrvatski saprobni indeks ( $SI_{HR}$ ) BMWP bodovni indeks (BMWP) Prošireni biotički indeks (PBI)	Opterećenje organskim tvarima	Saprobnost
	Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H); Ritron indeks (RI); Udio svojti koje preferiraju šljunak, litoral i pjeskoviti tip supstrata Akal+Lit+Psa (ALP%) Udio pobirača/sakupljača (P/S%) Indeks biocenotičkog područja (IBR) Broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT-S) Udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT%) Broj porodica (BP) Udio Oligochaeta u makrozoobentosu (OLI %)	Hidromorfološke promjene/opća degradacija	Opća degradacija

#### 3.4.3.2. Mjerna postaja za makrozoobentos

Za ocjenjivanje ekološkog stanja potrebno je utvrditi kojem tipu tekućice pripada mjesto uzorkovanja.

### 3.4.3.3. *Određivanje saprobnosti i opće degradacije na temelju makrozoobentosa*

3.4.3.3.1. Indeksi/pokazatelji za modul saprobnost (u zagradi je engleski naziv iz računalnog programa ASTERICS 4.0.3., vidi poglavlje 3.4.3.3.3. )

- **Ukupan broj svojti (UBS) (Number of Taxa)**  
Indeks koji ukazuje na sastav zajednice makrozoobentosa, tj. na bogatstvo ili raznolikost svojti, a smanjenje raznolikosti zajednice ukazuje na degradaciju i onečišćenje, posebno organskim tvarima. Manji broj svojti karakterističan je za izvorske vode, što je posljedica prirodnih obilježja izvora (stabilna relativno niska temperatura, manje otopljenog kisika), a ne onečišćenja.
- **Udio oligosaprobnih indikatora (OSI%) (oligo [%] (abundance classes -scored taxa = 100%))**  
Povećani udio oligosaprobnih indikatora u makrozoobentosu ukazuje na vrlo dobro i dobro stanje, a smanjenje njihove brojnosti na pogoršanje stanja vode tekućice.
- **Hrvatski saprobni indeks (SI<sub>HR</sub>)**  
Biološki indeks koji ukazuje na opterećenje lako razgradljivim organskim tvarima, odnosno na saprobnost.
- **BMWP bodovni indeks (BMWP) (BMWP Score)**  
Indeks koji uzima u obzir toleranciju prema onečišćenju pojedinih porodica makrozoobentosa prisutnih u uzorku, a vrijednost mu se dobiva zbrajanjem bodova pojedinih porodica.
- **Prošireni biotički indeks (PBI) (IBE Aqem)**  
Biološki indeks čija vrijednost ovisi o prisutnosti predstavnika pojedinih skupina beskralješnjaka različite osjetljivosti na organsko onečišćenje, počevši od onih najosjetljivijih prema tolerantnim te o broju svojti u uzorku.

3.4.3.3.2. Indeksi/pokazatelji za modul opća degradacija (u zagradi je engleski naziv iz računalnog programa ASTERICS 4.0.3., vidi poglavlje 3.4.3.3.3.)

- **Shannon - Wiener indeks raznolikosti (H) (Diversity - Shannon-Wiener- Index)**  
Indeks predstavlja matematički izraz kojim se mjeri struktura zajednice, a temelji se na brojnosti i ujednačenosti vrsta. Vrijednosti ovog indeksa u pravilu su niže u slučaju različitih vidova degradacije i onečišćenja, iako su kod izuzetno čistih izvorskih voda vrijednosti indeksa raznolikosti, također, niske, ali to nije posljedica lošeg stanja vode, već prirodnih obilježja izvora (stabilna relativno niska temperatura, manje otopljenog kisika).
- **Ritron indeks (RI) (Rhithron Type Index)**  
Indeks je zbirni pokazatelj, čija vrijednost ukazuje na udio svojti koje preferiraju područje ritrona, tj. dijelove tekućica s većom brzinom strujanja vode, uglavnom njihove gornje tokove. Više vrijednosti indeksa ukazuju na veći udio svojti gornjih, brzih dijelova tekućica, dok niže vrijednosti u nizinskim dijelovima tekućica ili nizvodno od brana i hidromorfološki promijenjenih dijelova tekućica ukazuju na opću degradaciju.
- **Udio svojti koje preferiraju šljunak, litoral i pjeskoviti tip supstrata Akal+Lit+Psa (ALP%) ([%] Type Aka+Lit+Psa (scored taxa = 100%))**  
Indeks koji ukazuje na opću degradaciju tekućica, koja uključuje i određeno organsko onečišćenje. Vrijednosti indeksa (tj. udio predstavnika skupina koje preferiraju takve tipove

staništa), redovito se smanjuje pogoršanjem stanja vode.

- **Udio pobirača/sakupljača (P/S%)** ([%] Gatherers/Collectors (scored taxa = 100%))  
Indeks koji ukazuje na opću degradaciju, jer sakupljače/pobirače u velikom broju se nalazi u područjima s puno sitnih organskih čestica (detritus), koje u velikoj mjeri mogu biti posljedica onečišćenja, ali isto tako njihova povećana brojnost je u područjima sa smanjenom brzinom strujanja vode zbog hidromorfoloških promjena poput pregradnje tekućica.
- **Indeks biocenotičkog područja (IBR)** (Index of Biocenotic Region)  
Indeks je skupni pokazatelj preferiranja pojedine vrste pojedinoj zoni rijeke/tekućice (biocenotičkoj regiji) duž longitudinalnog profila – krenal, ritral, potamal, litoral i profudal. Niže vrijednosti indeksa ukazuju na veći udio vrsta koje preferiraju krenal i ritral, a više vrijednosti indeksa ukazuju da u zajednici dominiraju indiferentne vrste ili vrste koje preferiraju donje tokove i područja potamala.
- **Broj svojti Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera (EPT-S)** (EPT-Taxa)  
Indeks koji ukazuje na ukupnu degradaciju vodotoka, jer su skupine Ephemeroptera, Plecoptera i Trichoptera svoje osjetljive na različite degradacije i onečišćenja, a posebno na smanjenje količine kisika i smanjenje brzine strujanja vode.
- **Udio predstavnika skupina Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera u makrozoobentosu (EPT%)** (EPT [%] - abundance classes)  
Indeks koji ukazuje na tip staništa, jer brojnost svojti se smanjuje uslijed gubitka staništa na koja su prilagođeni. Smanjenje udjela EPT svojti, posljedica je smanjenja produktivnosti zajednice makrozoobentosa kao posljedice taloženja finog supstrata alohtonog porijekla. Slična je situacija i u prirodnim nizinskim tekućicama sporog toka, gdje je u makrozoobentosu udio predstavnika EPT skupina mali.
- **Broj porodica (BP)** (Number of Families)  
Indeks koji ukazuje na raznolikost zajednice pa manji broj porodica upućuje na tipove staništa koja su nepovoljna za opstanak (preživljavanje) mnogih vrsta, što je posljedica onečišćenja ali i opće degradacije vodotoka.
- **Udio Oligochaeta u makrozoobentosu (OLI %)** (Oligochaeta [%])  
Veliki udio Oligochaeta ukazuje na prisutnost velike količine detritusa, koji može biti alohtonog ili autohtonog porijekla. Uglavnom je to posljedica hidromorfoloških promjena, ali i organskog onečišćenja. No u donjim tokovima prirodnih tekućica sa sporijim tokom nalazimo velike količine detritusa, kao posljedicu prirodnih procesa pa veći udio Oligochaeta ne ukazuje na organsko onečišćenje i hidromorfološku degradaciju, već je pokazatelj prirodnog procesa eutrofikacije.

#### 3.4.3.3.3. Izračunavanje indeksa/pokazatelja

Za izračunavanje svih korištenih indeksa koristi se računalni program ASTERICS 4.0.3., dostupan na: <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/en/download/berechnung/>

Podaci o brojnosti vrsta se upisuju u originalnu ASTERICS-ovu tablicu koja se može preuzeti s navedene web stranice. Odabirom hrvatske verzije programa ASTERICS, u koju su unesene vrste indikatori specifični za Hrvatsku, podaci se učitaju u računalni program ASTERICS, koji izračunava sve gore navedene indekse, osim Hrvatskog saprobnog indeksa (SI<sub>HR</sub>).

Hrvatski saprobni indeks ( $SI_{HR}$ ) je prilagođeni saprobni indeks prema Pantle-Buck-u (1955.):

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

gdje je:

$SI_{HR}$  = P-B indeks saprobnosti

SI = indikatorska vrijednost pojedine vrste

$u_i$  = broj jedinki preračunat na 1 m<sup>2</sup>

Indikatorske vrijednosti svojti makrozoobentosa (SI) nalaze se u Operativnoj listi svojti makrozoobentosa, DODATAK 4.

#### 3.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

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

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

Referentne i najlošije vrijednosti svakog od indeksa očitavaju se iz Tablica referentnih i najlošijih vrijednosti za svaki tip vodotoka (DODATAK 5.), dok su u Tablici 3.4.3.-3. prikazani omjeri ekološke kakvoće odgovarajućih indeksa te način izračunavanja omjera ekološke kakvoće modula za svaki tip tekućica.

*NAPOMENA: Ukoliko su normalizirane vrijednosti pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.*

Tablica 3.4.3.-3. Izračunavanje omjera ekološke kakvoće modula saprobnosti i modula opće degradacije za svaki tip tekućice

Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul saprobnosti i opće degradacije
<b>PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)</b>	
<b>1. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE</b>	
HR-R_1	$Sapr. = \frac{OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{7}$
<b>2. NIZINSKE MALE TEKUĆICE</b>	
	<b>2. a. Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom</b>
HR-R_2A	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$

Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul saprobnosti i opće degradacije
	$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{IBR}}{4}$
HR-R_2B	<p><b>2.b. Nizinske male tekućice s šljunkovito-valutičastom podlogom</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
<b>3. NIZINSKE ALUVIJALNE TEKUĆICE</b>	
HR-R_3A	<p><b>3.a. Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastom podlogom</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{6}$
HR-R_3B	<p><b>3.b. Nizinske male, srednje velike i velike aluvijalne tekućice s glinovito pjeskovitom podlogom</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{ALP\%} + OEK_{P/S\%} + OEK_{IBR}}{4}$
<b>4. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>	
HR-R_4	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
<b>5. NIZINSKE VRLO VELIKE TEKUĆICE</b>	
HR-R_5A	<p><b>5.a. Nizinske vrlo velike tekućice s izvorištem lociranim u Dinaridskoj ekoregiji</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{3}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{EPT-S}}{2}$
HR-R_5B	<p><b>5.b. Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj i vapnenačkoj podlozi - Donji tok Mure i srednji tok Drave i Save</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{2}$



Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul saprobnosti i opće degradacije
	$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{IBR}}{2}$
HR-R_5C	<p><b>5.c. Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Donji tok Drave i Save</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{2}$ $OpDeg. = OEK_{IBR}$
HR-R_5D	<p><b>5.d. Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Dunav</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{2}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{ALP\%} + OEK_{IBR}}{3}$
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)	
DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA	
<b>6. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE</b>	
HR-R_6	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$ $OpDeg. = \frac{OEK_{P/S\%} + OEK_{IBR}}{2}$
<b>7. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>	
HR-R_7	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$ $OpDeg. = \frac{OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
<b>8. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>	
HR-R_8	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
<b>9. GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA</b>	
HR-R_9	$Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{2}$ $OpDeg. = OEK_H$
<b>10. POVREMENE TEKUĆICE</b>	

Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul saprobnosti i opće degradacije
HR-R_10A	<p><b>10.a. Gorske i prigorske male povremene tekućice</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{3}$ $OpDeg. = OEK_{IBR}$
HR-R_10B	<p><b>10.b. Gorske srednje velike povremene tekućice</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{3}$ $OpDeg. = OEK_{IBR}$
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)	
DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA	
<b>11. NIZINSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE</b>	
HR-R_11	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$ <p><b>11-1 Kosovčica</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{PBI}}{2}$ $OpDeg. = \frac{OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{IBR}}{3}$
<b>12. PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>	
HR-R_12	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{ALP\%} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S}}{5}$ <p><b>12 -1 Izvorišta</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{3}$ $OpDeg. = \frac{OEK_{ALP\%} + OEK_{EPT-S}}{2}$
<b>13. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>	
HR-R_13	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$

Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul saprobnosti i opće degradacije
	$OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
HR-R_13A	<p><b>13.a. Nizinske velike tekućice s baražnim ujezerenjem</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{3}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
<b>14. NIZINSKE TEKUĆICE KRATKIH TOKOVA S PADOM &gt;5 %</b>	
HR-R_14	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{6}$
<b>15. MALE I SREDNJE VELIKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA</b>	
HR-R_15A	<p><b>15.a. Nizinske male i srednje velike tekućice krških polja</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
HR-R_15B	<p><b>15.b. Prigorske male i srednje velike tekućice krških polja</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{RI} + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{5}$
<b>16. POVREMENE TEKUĆICE</b>	
HR-R_16A	<p><b>16.a. Prigorske male i srednje velike povremene tekućice</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP}}{3}$ $OpDeg. = \frac{OEK_{EPT-S} + OEK_{EPT\%}}{2}$
HR-R_16B	<p><b>16.b. Nizinske male povremene tekućice</b></p> $Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP}}{3}$ $OpDeg. = \frac{OEK_{EPT-S} + OEK_{EPT\%}}{2}$

Oznaka tipa	Izračunavanje OEK-a za modul saprobnosti i opće degradacije
DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)	
DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA - ISTRRA	
<b>17. NIZINSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE ISTRE</b>	
HR-R_17	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{4}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S}}{3}$
<b>18. NIZINSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE ISTRE</b>	
HR-R_18	$Sapr. = \frac{OEK_{UBS} + OEK_{OSI\%} + OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{5}$ $OpDeg. = \frac{OEK_H + OEK_{P/S\%} + OEK_{EPT-S} + OEK_{IBR}}{4}$
<b>19. POVREMENE TEKUĆICE ISTRE</b>	
HR-R_19	$Sapr. = \frac{OEK_{SIHR} + OEK_{BMWP} + OEK_{PBI}}{3}$ $OpDeg. = OEK_{IBR}$

Posebno se izračunava omjer ekološke kakvoće za modul saprobnosti, a posebno za modul opće degradacije, dok je ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makrozoobentosa lošija od vrijednosti OEK-a modula saprobnosti i vrijednosti modula opće degradacije. Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 5. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

### 3.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U TEKUĆICAMA

Terenski protokol za uzorkovanje makrozoobentosa u tekućicama treba sadržavati:

- broj protokola/šifra uzorka,
- naziv vodotoka i najbližeg naselja,
- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- šifra i naziv tipa tekućice,
- šifra vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),
- slivna površina mjerne postaje,
- nadmorska visina mjerne postaje,
- dužina uzorkovanog odsječka,
- fotografija mjesta uzorkovanja,
- opis mjesta uzorkovanja,
- obala (lijeva, sredina, desna),

- dio vodotoka (izvor, potok, rijeka, ušće, rukavac, kanal),
- oblik riječne doline (kanjon, korito, meandri, poplavna nizina),
- zasjenjenost (%),
- brzina vodnog toka (cm/s), (0-10, 10-30, 30-60, više od 60),
- je li moguće uzorkovati cijelom širinom vodotoka (da ili ne),
- zastupljenost prirodnih mikrostaništa (ukupno 100%), (%):

Anorganski supstrat	Pokrovnost (%)	Broj uzorkovanih poduzoraka
Teh nolital (označiti s x)		
Megalital		
Makrolital		
Mezolital		
Mikrolital		
Akal		
Psamal		
Psamopelal		
Pelal		
Argilal		
<b>Organski supstrat</b>		
Makroalge		
Potopljeni makrofiti		
Emergentni (ukorijenjeni) makrofiti		
Živi dijelovi kopnenih biljaka		
Ksilal – neživi biljni dijelovi		
Veće organske čestice (CPOM)		
Naslage čestica organske tvari (POM)		
Saprofitske i makrobakterije i gljive		
Naplavine		
<b>UKUPNO</b>	<b>100%</b>	<b>20</b>

- razina vode (poplava, visoka voda, normalna razina, niska voda, teče, ne teče),
- procijenjeni protok ( $m^3/s$ ) (niski, srednji, visoki),
- zamućenost (0 – nema, 1 – mala, 2 – srednja, 3 – velika),
- temperatura vode ( $^{\circ}C$ ), temperatura zraka ( $^{\circ}C$ ), otopljeni kisik (mg/L), zasićenje kisikom (%) el. vodljivost pri  $25^{\circ}C$  ( $\mu S/cm$ ), pH,
- boja, miris, pjena, vidljivi otpad,
- vidljivi znakovi redukcijuskog procesa (crni sediment/sapropel, miris na  $H_2S$ ),
- onečišćenje
  - otpadne vode kućanstva, voda iz uređaja za pročišćavanje, utjecaj poljoprivrede, industrijski ispusti, sumnja na iznenadno onečišćenje i dr.,
  - nema onečišćenja
- posebni uvjeti (ekstremni protoci/padaline),
- fizička ometanja: obaloutvrde, uzvodno brana ili ustava, nizvodno brana ili ustava,
- uzorkovanje makrozoobentosa:
  - ručna bentos mreža, Surberova mreža
- uzorkovano mikrostanište
  - dubina (cm)
  - brzac/ujezerenje ili lotički (LOT)/lentički (LEN)
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku napomene

### 3.5. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE RIBE

S obzirom na njihove složene ekološke zahtjeve, ribe su osjetljiv indikator kakvoće vodenih staništa. Kao potrošači i/ili grabežljivci, one integriraju informacije o trofičkom stanju u hranidbenom lancu. Postoji duga tradicija povezivanja zdravlja populacije riba s kakvoćom vode. Prema Uredbi o standardu kakvoće voda ribe su jedan od bioloških elemenata za ocjenjivanje ekološkog stanja tekućica. Razmatraju se tri osnovna elementa ihtipopulacije: sastav vrsta, zastupljenost pojedinih vrsta i starosna struktura. Promjene u sastavu i brojnosti vrsta, opadanje broja vrsta specifičnih za određene tipove tekućica kao i promjene u starosnoj strukturi znakovi su poremećaja u reprodukciji i razvoju određenih vrsta u populaciji riba i ukazuju na opću degradaciju vodotoka.

Svaka riblja vrsta ima specifične potrebe za kakvoćom vodenog staništa i okolišnih značajki potrebnih za razmnožavanje, hranjenje, rast, razvoj i preživljavanje. Ove specifičnosti se koriste u klasifikaciji vrsta riba u funkcionalne skupine, odnosno skupine vrsta koje se koriste iste okolišne uvjete na isti način.

#### 3.5.1. UZORKOVANJE

Za ocjenjivanje ekološkog stanja voda na temelju riba koristi se metodologija uzorkovanja koja daje najbolju informaciju o trenutnom stanju ihtipopulacija na određenom odsječku tekućice. Prilikom uzorkovanja ključno je izabrati dobro mjesto uzorkovanja sa svim reprezentativnim mikrostaništima, najpovoljnije vrijeme uzorkovanja te uzorkovanje obavljati sa stručno osposobljenom ekipom za izvođenje elektroribolova.

Uzorkovanje riba daje informaciju o:

- sastavu vrsta i raznolikosti riba,
- trofičkim odnosima u zajednici,
- zastupljenosti pojedinih vrsta riba i
- reprodukcijским navikama i stanju zajednice.

##### 3.5.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje se obavlja u kasno ljeto ili ranu jesen u kontinentalnom dijelu Hrvatske (vodno područje rijeke Dunav), dok se u mediteranskoj regiji (jadransko vodno područje) uzorkovanje obavlja u proljeće zbog ljetnih suša i presušivanja tekućica. Kako bi se omogućila usporedba dobivenih rezultata, ponovljena uzorkovanja na pojedinim mjernim postajama treba obaviti u isto doba godine.

##### 3.5.1.2. Odabir i veličina mjesta uzorkovanja

Mjesto uzorkovanja se određuje na način da se na odsječku koji se uzorkuje obuhvati raznolikost svih tipova prirodnih mikrostaništa i mikrostaništa nastalih pod antropogenim utjecajem. Mjesto uzorkovanja mora biti dovoljno veliko da uključuje životni prostor dominantnih vrsta i obuhvati sva karakteristična staništa rijeke (brži i sporiji dijelovi, rukavci...), odnosno da bude reprezentativno za riblju zajednicu kako bi se mogla procijeniti gustoća i dobna struktura svake vrste u ihtipopulaciji. Uz obuhvaćanje što većeg broja staništa prilikom izbora postaje uzorkovanja, treba uzeti u obzir i što lakši pristup samom mjestu uzorkovanja te prethodno poznavanje određene postaje.

Odabrana postaja predstavlja stanje na odsječku tekućice čija je dužina (prema FAME, 2004.):

- 1 km, za male tekućice (veličina slivnog područja < 100 km<sup>2</sup>),

- 5 km, za srednje velike tekućice (veličina slivnog područja 100 – 1 000 km<sup>2</sup>) i
- 10 km, za velike tekućice (veličina slivnog područja > 1 000 km<sup>2</sup>).

Na maloj tekućici odsječkom se smatra 500 m uzvodno i 500 m nizvodno od početnog mjesta uzorkovanja.

Uzorkovanjem provedenim na ovaj način dobiju se podaci o gustoći ribljih populacija, sastavu vrsta i starosnoj strukturi populacije. Brojnost se izražava kao relativna (postotni udio vrste u uzorku) ili apsolutna (broj jedinki vrste u uzorku koji služi za izračun indeksa raznolikosti). Svako ponovno uzorkovanje treba obavljati na istom mjestu, u isto doba godine, u uvjetima sličnog hidrološkog režima, jednakim ribolovnim naporom i jednakom ili ekvivalentnom ribolovnom opremom. Na mjestu uzorkovanja odrede se geografske koordinate (pomoću GPS-a), mjesto uzorkovanja se fotografira i navede naziv postaje (prema geografskim značajkama ili lokalnom imenu).

### **3.5.1.3. Način uzorkovanja**

Elektroribolov predstavlja univerzalnu standardnu metodu uzorkovanja na rijekama. Ova metoda uzorkovanja omogućuje najbolju procjenu gustoće populacija, bogatstva vrsta, naseljenosti (broj primjeraka i biomase riba), starosne strukture te međusobnih odnosa uzorkovanih vrsta riba, a predstavlja ujedno i najmanje štetan način ribolova u usporedbi s drugim metodama.

Ribolovnim elektroagregatom se lovi na tri načina:

- hodanjem po rijeci,
- s obale rijeke ili
- iz čamca.

Tekućice koje se mogu prehodati, plitki vodotoci do širine 15 m, uzorkuju se po cijeloj širini leđnim elektroagregatom, a prije početka uzorkovanja se uzorkovani odsječak pregradi mrežama kako ribe ne bi pobjegle. Na tako omeđenoj površini izlov se obavlja dva puta s istim ribolovnim naporom. Ako je vjerojatnost ulova tipskih vrsta u prva dva izlova manja od 50%, potrebno je uzorkovanje ponoviti još jednom. Ako se ne uzorkuje leđnim elektroagregatom, može se elektroagregat postaviti na obalu rijeke i koristiti anodu s dugim električnim kabelom na dršku od stakloplastike.

Na većim tekućicama gdje je zbog dubine (> 0,7 m) i raznolikosti staništa nemoguće obaviti kvalitetno uzorkovanje s obale ili hodanjem po koritu, koristi se poseban čamac za elektroribolov. Za lov u tekućicama različite veličine i dubine koriste se elektroagregati različite snage:

- najmanje 2,5 kW - male tekućice i lov hodanjem po rijeci i s obale,
- najmanje 5 kW – srednje velike tekućice i lov iz čamca,
- najmanje 7,5 kW (preporučeno ≥ 10 kW) – velike i vrlo velike tekućice i lov iz čamca.

Elektroagregat mora omogućiti lov i pulsirajućom strujom, a koristiti treba istosmjernu struju (sa ili bez mogućnosti pulsiranja), jer je najmanje štetna za ribe, a daje najbolje rezultate dok se izmjenična struja ne koristi. Izlov riba, ovisno o veličini tekućice, može se obavljati s:

- jednom anodom poznatog promjera obruča (npr. 50 cm) s mrežom na dršku od stakloplastike dužine 2,5 m,
- četiri ili više anoda međusobno udaljenih 50 cm, smještenih na konstrukciji montiranoj na čamcu prilagođenom za elektroribolov (veća efikasnost ulova moguća je povećanjem električnog polja i to najčešće povećanjem broja elektroda kojima se lovi).

Ribolov se obavlja nizvodno kretanjem čamca uzduž obale na način da su u najvećoj mjeri pokrivena

sva postojeća staništa, a posebno mjesta gdje se ribe mogu sakriti.

- Potrebno je loviti uz obje obale u razdobljima većima od 20 minuta ili 250 m dužine, ovisno o veličini tekućice: preporučuje se u dužinu uzorkovati koliko iznosi 10 širina vodotoka te nastojati obuhvatiti sva dostupna mikrostaništa, a na velikim i vrlo velikim rijekama uzorkovati i do 1000 m dužine rijeke kako bi se obuhvatio reprezentativni uzorak zajednice riba.

Prilikom svakog uzorkovanja potrebno je mjeriti vrijeme tijekom kojeg se lovi elektroagregatom, a GPS-om se odredi prijeđena udaljenost. Na temelju tih podataka se izračuna lovni napor (CPUE) i površina zahvaćena uzorkovanjem. Ključno je prilikom svakog ponovljenog elektroribolova koristiti elektroagregat iste snage, te njime prijeći istu površinu u jednakom vremenu kao i prvi puta.

Elektroribolov se ne izvodi u slučaju:

- temperature vode ispod 5°C (zbog smanjene aktivnosti riba te smanjene učinkovitosti uzorkovanja),
- jake kiše,
- velike zamućenosti vode,
- kada postoji opasnosti za terensku ekipu zbog radova na vodotoku,
- noći.

*NAPOMENA: Uzorkovanje riba mora biti u skladu sa HRN EN 14962:2007, Kvaliteta vode – Smjernice za područje primjene i odabir metoda uzorkovanja riba.*

#### **3.5.1.4. Determinacija riba, mjerenje te rukovanje ribama prije ponovnog puštanja u rijeku**

Sve se ribe determiniraju, odmah po ulovu, uz pomoć determinacijskih ključeva. Na temelju vanjskih morfoloških značajki, svaka riba se odredi do vrste, izmjeri se njezina dužina, a po potrebi uzme uzorak ljuske za određivanje starosti. Kod riba bez ljuski (npr. jegulja, som) za potrebu određivanja starosti koriste se otoliti (strukture locirane u šupljini unutarnjeg uha riba i služe kao organ za ravnotežu te također pomažu osjetilu sluha), ali se prilikom uzorkovanja otolita riba mora žrtvovati. U slučaju sumnje u točnost određivanja (hibridi, vrlo bliske vrste, mlade jedinke), takve jedinke se konzerviraju i odnesu u laboratorij radi daljnje determinacije. Riba se konzerviraju u 4%-tnoj otopini formaldehida. Sve konzervirane jedinke s različitih postaja odvoje se u zasebne posude koje se obilježe izvana.

Ključevi za determinaciju riba navedeni su u Poglavlju 7.1.4.

Mjerenje riba i rukovanje s ribama prije ponovnog puštanja u rijeku:

- S ulovljenim ribama treba postupati pažljivo, kako bi ih se što manje oštetilo. Ako je ulov velik, ribama koje čekaju da budu obrađene, treba mijenjati (prozračivati) vodu u rezervoaru u kojem se nalaze.
- Prije nego se započne s mjerenjem riba, ribe se narkotizira (primjerice u etilenglikol monofenil eteru).
- Dužina ribe se mjeri na ihtimetru s milimetarskom podjelom, po mogućnosti se mjeri dužina ribe do početka repne peraje (standardna dužina – SL) i svakako dužina do kraja repne peraje (ukupna dužina – TL). Dužina se mjeri u milimetrima.
- Težina ribe se mjeri u gramima, ali prilikom hvatanja većih količina ribe se ne mjeri, kako bi se što prije živa i neozlijeđena vratila u vodu.



- Ljuske (ili otoliti) za određivanje starosti riba se uzimaju pomoću pincete ukoliko je potreban referentan podatak o starosti jedinki na nekom lokalitetu.
- Po obradi se narkotizirane ribe premjeste u kadu sa svježom vodom, a kada se probude iz narkoze i počnu plivati, vrati ih se u rijeku.
- Po potrebi se po završenom uzorkovanju sva upotrijebljena oprema sterilizira, posebno zbog mogućeg prijenosa parazita, bolesti ili neželjenih vrsta.

### 3.5.1.5. Oprema

U tekućicama koje se mogu prehodati koristi se ledni elektroagregat snage 1 - 2,5 kW, a u tekućicama koje se ne mogu prehodati stacionarni elektroagregati snage 3,5; 5; 7,5 ili  $\geq 10$  kW.

Glavni sastavni dijelovi elektroagregata su:

- pogonski motor,
- kontrolna ploča,
- kablovi,
- sigurnosni prekidač i
- elektrode.

Sva oprema mora biti u skladu s odgovarajućom normom i propisom.

Preporuke za sigurno obavljanje elektroribolova:

- Osoba koja obavlja elektroribolov i lako može doći u kontakt s električnim poljem, mora biti odjevena u vodootpornu i nevodljivu odjeću i obuću.
- Odjeća i obuća moraju biti prilagođene vremenskim prilikama (hladnoća, vrućina).
- Sak za ulovljene ribe mora imati ručke od neprovodljivog materijala, a sama mrežica biti bez čvorova kako bi se ribe najmanje oštetilo.
- Ako se lovi u vodi dubljoj od koljena i iz čamca obavezan je pojas za spašavanje.
- Kante (rezervoari) za ulovljenu ribu trebaju biti dovoljno velike, napravljene od nevodljivog materijala, jer lako mogu doći u kontakt s električnim poljem.
- Oprema za pružanje prve pomoći je nužna.
- Elektroagregat se uključuje kada je katoda u vodi i dok je uključen, s nezaštićenim dijelovima tijela, ne smije se doticati vodena površina.
- Omamljene ribe s anode se ne uzimaju rukom.
- Ribe se u saku prenesu u kantu.
- Kada se lovi iz čamca, posada čamca mora biti upoznata s principima i praksom rukovanja čamcem (položen ispit za upravljanje motornim čamcem).
- Opremu za elektroribolov i čamce je potrebno pravilno održavati (redoviti servisi i sl.) te mora biti dobro spremljena u odgovarajućem skladišnom prostoru.
- Po upotrebi svu opremu treba dobro očistiti za narednu upotrebu.

*NAPOMENA: Uzorkovanje ihtiofaune mora biti u skladu s normom za uzorkovanje riba električnom strujom (HRN EN 14011:2005).*

### 3.5.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

Laboratorijska obrada uzoraka riba predviđa determinaciju onih riba koje nisu mogle biti determinirane na terenu, zbog nejasnih morfoloških obilježja, ulovljenih primjeraka slabo poznatih

vrsta ili novih vrsta. Ključevi za determinaciju riba navedeni su u Poglavlju 7.1.4.

### 3.5.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 3.5.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju riba

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa ribe potrebno je odrediti modul opće degradacije na temelju kvantitativnog indeksa biotičkog integriteta ( $IBI_{HR}$ ).

Tablica 3.5.3.-1. Pokazatelji/indeksi i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju riba

Bioški element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje biološki indeks	Modul
Ribe	Kvantitativni indeks biotičkog integriteta ( $IBI_{HR}$ )	Opća degradacija	Opća degradacija

#### 3.5.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u vodni tip

Za ocjenjivanje ekološkog stanja potrebno je utvrditi kojem tipu tekućice pripada mjerna postaja na kojoj je obavljeno uzorkovanje.

#### 3.5.3.3. Izračunavanje Kvantitativnog hrvatskog indeksa biotičkog integriteta ( $IBI_{HR}$ )

##### 3.5.3.3.1. Elementi za izračunavanje Kvantitativnog hrvatskog indeksa biotičkog integriteta ( $IBI_{HR}$ )

Kvantitativni hrvatski indeks biotičkog integriteta  $IBI_{HR}$  je multimetrijski indeks koji se izračunava na temelju sljedećih elemenata indeksa:

- relativne zastupljenosti insektivornih/invertivornih vrsta,
- relativne zastupljenosti fitofilnih vrsta,
- relativne zastupljenosti litofilnih vrsta,
- relativne zastupljenosti reofilnih vrsta,
- relativne zastupljenosti bentičkih vrsta,
- relativne zastupljenosti invazivnih i unesenih vrsta,
- Simpsonovog indeksa raznolikosti i
- ujednačenosti za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti.

##### 3.5.3.3.2. Izračunavanje Kvantitativnog hrvatskog indeksa biotičkog integriteta ( $IBI_{HR}$ )

- a) Simpsonov indeks raznolikosti i ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti

Simpsonovim indeksom se raznolikost zajednice iskazuje kao vjerojatnost da dvije slučajno sakupljene jedinke pripadaju istoj vrsti. Izračunava se prema formuli (Krebs, 1999.):

$$D = \sum p_i^2,$$

gdje je:

D – Simpsonov indeks,

p – udio i-te vrste u zajednici,

a recipročni Simpsonov indeks formulom:

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

Simpsonov indeks veću težinu polaže na česte vrste u uzorku. Kreće se u rasponu od 0 do 1. Recipročni Simpsonov indeks se nalazi u rasponu od 0 do s (ukupan broj vrsta u uzorku). Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti se izračunava formulom:

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

gdje je:

$E_{1/D}$  – ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks,

D – Simpsonov indeks,

s – broj vrsta u uzorku.

Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks ( $E_{1/D}$ ) varira u rasponu od 0 do 1 i nije pod značajnim utjecajem rijetkih vrsta u uzorku.

Simpsonov indeks i ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks s teoretskim maksimumom tog indeksa se izračunava za vrijednost čitave zajednice.

#### b) Relativna zastupljenost pokazatelja

Svaku tipsku autohtonu ihtiofaunu odnosno tipsku zajednicu riba (TZ) čini određeni broj vrsta (Tablica 3.5.3.-2.), poznatih ekoloških karakteristika (Tablica 3.5.3.-3.), a referentne vrijednosti elemenata indeksa  $IBI_{HR}$  za tipske zajednice navedene su u Tablici 3.5.3.-4.

Sve vrijednosti analiziranog uzorka se stavljaju u odnos s vrijednostima referentnog uzorka, odnosno s tipskom autohtonom ihtiofaunom i izražavaju u decimalnom obliku na skali od 0 do 1.

Izračunavanje relativne zastupljenosti pokazatelja:

$$\text{Rel. zast. pokazatelja} = \frac{\text{Uzorak (br. vrsta određenih ekoloških karakteristika)}}{\text{TZ (uk. br. vrsta određenih ekoloških karakteristika)}}$$

*NAPOMENA: Relativna zastupljenost pojedinog pokazatelja stavlja se u brojnik, a relativna vrijednost istog pokazatelja tipske autohtone zajednice u nazivnik omjera. Jedino se pokazatelj relativna zastupljenost fitofilnih vrsta stavlja u omjer tako da vrijednosti referentnog uzorka idu u brojnik, a vrijednosti s pojedine postaje u nazivnik, jer je to jedini pokazatelj koji svojim povećanim vrijednostima oslabljuje konačnu vrijednost indeksa. Ukoliko su vrijednosti omjera pojedinih pokazatelja veće od 1, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 1. Za izračun relativne zastupljenosti invazivnih i unesenih vrsta koriste se samo dvije vrijednosti - 0 (kada su prisutne u uzorku, bez obzira na broj vrsta) i 1 - kada nema unesenih i invazivnih vrsta u uzorku.*

Kada je broj vrsta u uzorku manji od 3, tada se vrijednost procijeni kvalitativno usporedbom s referentnim uzorkom te se vrijednost indeksa izražava rimskim brojem. Kako se u većini takvih slučajeva radi o pastvskim vodama koje nastanjuje samo potočna pastrva, tako je i zajednica uglavnom istovjetna izvornoj, no matematički izračun nije u cijelosti moguć jer za izračun indeksa raznolikosti u zajednici su potrebna najmanje tri člana. U tim slučajevima ocijeni se stanje kao vrlo

dobro i to ocjenom 1, ali za razliku od kvantitativne metode koristi se rimski broj jedan (I).

IBI<sub>HR</sub> indeks izračunava se kao srednja vrijednost svih pokazatelja/indeksa.

3.5.3.3.3. Tipске zajednice riba uvrštene u tipove površinskih voda, ekološke značajke riba obuhvaćenih IBI<sub>HR</sub> indeksom i referentne vrijednosti elemenata indeksa IBI<sub>HR</sub> za tipске zajednice

U Tablici 3.5.3.-2. tipска autohtona ihtiofauna uvrštена je u tipove tekućica za ocjenu ekološkog stanja, u Tablici 3.5.3.-3. opisane su ekološke značajke riba obuhvaćenih IBI<sub>HR</sub> indeksom, a u Tablica 3.5.3.-4. referentne vrijednosti elemenata indeksa IBI<sub>HR</sub> za tipске zajednice.

Tablica 3.5.3.-2. Tipска autohtona ihtiofauna uvrštена u tipove površinskih voda za ocjenu ekološkog stanja

Oznaka HR tipa	Tipска autohtona ihtiofauna		
	<b>PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)</b>		
	<b>1. GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE</b>		
HR-R_1	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 1a:</b>		<b>Autohtona ihtiofauna tipa 1b:</b>
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Eudontomyzon vladkovi</i>
	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>
	<i>Salmo trutta</i>	<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Rhodeus amarus</i>
	<i>Squalius cephalus</i>	<i>Cottus gobio</i>	<i>Rutilus rutilus</i>
		<i>Esox lucius</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Eudontomyzon sp.</i>		
	<b>2. NIZINSKE MALE TEKUĆICE</b>		
HR-R_2A HR-R_2B	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 2:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Cobitis elongata</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>
	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Rhodeus amarus</i>
	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Cottus gobio</i>	<i>Romanogobio vladkovi</i>
	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>Rutilus rutilus</i>
	<i>Barbus barbus</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Sabanejewia balcanica</i>
	<i>Chondrostoma nasus</i>	<i>Leuciscus idus</i>	<i>Salmo trutta</i>
	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Squalius cephalus</i>	
	<b>3. NIZINSKE ALUVIJALNE TEKUĆICE</b>		
HR-R_3A HR-R_3B	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 3:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Abramis brama</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Rutilus rutilus</i>
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>Sander lucioperca</i>
	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
	<i>Aspius aspius</i>	<i>Leuciscus idus</i>	<i>Silurus glanis</i>
	<i>Blicca bjoerkna</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Rhodeus amarus</i>	<i>Tinca tinca</i>
	<i>Romanogobio vladkovi</i>	<i>Zingel zingel</i>	
	<b>4. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>		
HR-R_4	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 4:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Abramis brama</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>Romanogobio vladkovi</i>
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Eudontomyzon sp.</i>	<i>Rutilus rutilus</i>
	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Eudontomyzon vladkovi</i>	<i>Rutilus virgo</i>
	<i>Aspius aspius</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Sabanejewia balcanica</i>
	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Gymnocephalus cernua</i>	<i>Sander lucioperca</i>
	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Leuciscus idus</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>

Oznaka HR tipa	Tipska autohtona ihtiofauna		
	<i>Barbus barbus</i>	<i>Leuciscus leuciscus</i>	<i>Silurus glanis</i>
	<i>Chondrostoma nasus</i>	<i>Lota lota</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Cobitis elongata</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Tinca tinca</i>
	<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Vimba vimba</i>
	<i>Cottus gobio</i>	<i>Rhodeus amarus</i>	<i>Zingel streber</i>
		<i>Romanogobio kesslerii</i>	
HR-R_5A HR-R_5B HR-R_5C HR-R_5D	<b>5.NIZINSKE VRLO VELIKE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 5:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Gymnocephalus cernua</i>	<i>Rutilus virgo</i>
	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Gymnocephalus schraetser</i>	<i>Sabanejewia balcanica</i>
	<i>Barbus barbus</i>	<i>Leuciscus idus</i>	<i>Sander lucioperca</i>
	<i>Blicca bjoerkna</i>	<i>Leuciscus leuciscus</i>	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
	<i>Chondrostoma nasus</i>	<i>Lota lota</i>	<i>Silurus glanis</i>
	<i>Cobitis elongata</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Proterorhinus marmoratus</i>	<i>Tinca tinca</i>
	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Rhodeus amarus</i>	<i>Vimba vimba</i>
<i>Esox lucius</i>	<i>Romanogobio vladykovi</i>	<i>Zingel zingel</i>	
<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Rutilus rutilus</i>		
<b>DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)</b>			
<b>DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA</b>			
HR-R_6	<b>6.GORSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 6:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Thymallus thymallus</i>
<i>Cottus gobio</i>	<i>Salmo trutta</i>		
HR-R_7	<b>7.GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 7:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Abramis brama</i>	<i>Cottus gobio</i>	<i>Rhodeus amarus</i>
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Rutilus virgo</i>
	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>Salmo trutta</i>
	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Eudontomyzon vladykovi</i>	<i>Sander lucioperca</i>
	<i>Barbus barbus</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Silurus glanis</i>
	<i>Chondrostoma nasus</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>	<i>Thymallus thymallus</i>
	<i>Phoxinus phoxinus</i>	<i>Tinca tinca</i>	
HR-R_8	<b>8.NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 8:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Abramis brama</i>	<i>Cottus gobio</i>	<i>Rhodeus amarus</i>
	<i>Alburnoides bipunctatus</i>	<i>Cyprinus carpio</i>	<i>Rutilus virgo</i>
	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Esox lucius</i>	<i>Salmo trutta</i>
	<i>Barbatula barbatula</i>	<i>Eudontomyzon vladykovi</i>	<i>Sander lucioperca</i>
	<i>Barbus balcanicus</i>	<i>Gobio obtusirostris</i>	<i>Silurus glanis</i>
	<i>Barbus barbus</i>	<i>Lota lota</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Chondrostoma nasus</i>	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Tinca tinca</i>
	<i>Cobitis elongata</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>	<i>Vimba vimba</i>
<i>Cobitis elongatoides</i>	<i>Phoxinus phoxinus</i>		
HR-R_9	<b>9.GORSKE I PRIGORSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 9:</b>		
	<b>Vrsta</b>		
	<i>Salmo trutta</i>		
HR-R_10A HR-R_10B	<b>10.POVREMENE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 10:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>

Oznaka HR tipa	Tipska autohtona ihtiofauna		
	<i>Alburnus alburnus</i>	<i>Rutilus rutilus</i>	<i>Squalius cephalus</i>
	<i>Perca fluviatilis</i>	<i>Tinca tinca</i>	<i>Salmo trutta</i>
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA</b>			
HR-R_11	<b>11. NIZINSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 11:</b>		
	<b>Vrsta</b>		
	<i>Salmo trutta</i>		
	<i>Squalius zrmanjæ</i>		
HR-R_12	<b>12. PRIGORSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 12:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Padogobius bonelli</i>	<i>Squalius illyricus</i>
	<i>Aulopyge huegelii</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>	<i>Squalius tenellus</i>
	<i>Barbus plebejus</i>	<i>Salmo farioides</i>	<i>Squalius zrmanjæ</i>
	<i>Cobitis dalmatina</i>	<i>Scardinius dergle</i>	<i>Telestes ukliva</i>
HR-R_13 HR-R_13A	<b>13. NIZINSKE SREDNJE VELIKE I VELIKE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 13:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Alburnus arborella</i>	<i>Knipowitschia mrakovcici</i>	<i>Salaria fluviatilis</i>
	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Liza aurata</i>	<i>Salmo farioides</i>
	<i>Aulopyge huegelii</i>	<i>Liza saliens</i>	<i>Scardinius dergle</i>
	<i>Barbus plebejus</i>	<i>Padogobius bonelli</i>	<i>Squalius illyricus</i>
	<i>Cottus gobio</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>	<i>Squalius zrmanjæ</i>
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	
HR-R_14	<b>14. NIZINSKE TEKUĆICE KRATKIH TOKOVA S PADOM &gt;5 ‰</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 14:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	
	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Salmo farioides</i>	
	<i>Cottus gobio</i>	<i>Salmo obtusirostris</i>	
HR-R_15A HR-R_15B	<b>15. MALE I SREDNJE VELIKE TEKUĆICE KRŠKIH POLJA</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 15:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>
	<i>Alburnus arborella</i>	<i>Delminichthys adspersus</i>	<i>Salaria fluviatilis</i>
	<i>Chondrostoma phoxinus</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	<i>Salmo obtusirostris</i>
	<i>Cobitis illyrica</i>	<i>Knipowitschia croatica</i>	<i>Squalius microlepis</i>
	<i>Cobitis narentana</i>	<i>Rutilus basak</i>	
HR-R_16A HR-R_16B	<b>16. POVREMENE TEKUĆICE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 16:</b>		
	<b>Vrsta</b>		
	<i>Phoxinellus dalmaticus</i>		
	<i>Salmo trutta</i>		
	<i>Telestes turskyi</i>		
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA - ISTR</b>			
HR-R_17	<b>17. NIZINSKE I PRIGORSKE MALE TEKUĆICE ISTRE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 17:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	
	<i>Alburnus arborella</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>	
	<i>Barbus plebejus</i>	<i>Squalius squalus</i>	
	<i>Padogobius bonelli</i>		
HR-R_18	<b>18. NIZINSKE SREDNJE VELIKE TEKUĆICE ISTRE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 18:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	
	<i>Alburnus arborella</i>	<i>Phoxinus lumaireul</i>	
	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Squalius squalus</i>	
HR-R_19	<b>19. POVREMENE TEKUĆICE ISTRE</b>		
	<b>Autohtona ihtiofauna tipa 19:</b>		
	<b>Vrsta</b>	<b>Vrsta</b>	

Oznaka HR tipa	Tipaska autohtona ihtiofauna		
		<i>Alburnus arborella</i>	<i>Liza aurata</i>
	<i>Anguilla anguilla</i>	<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	
	<i>Atherina hepsetus</i>	<i>Rutilus aula</i>	
	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		

Tablica 3.5.3.-3. Ekološke značajke riba obuhvaćenih IBI<sub>HR</sub> indeksom

Latinski naziv vrste	Prehrambena strategija	Susprst za mrijest	Ekološki zahtjevi	Stupac vode	Invazivna
<i>Abramis brama</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	bentička	
<i>Alburnoides bipunctatus</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Alburnus alburnus</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Alburnus arborella</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Alburnus sarmaticus</i>	PLANKT	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Ameiurus melas</i>	OMNI	FITO/LITO	LI	bentička	Invazivna
<i>Anguilla anguilla</i>	INV/PISC	more	EU	bentička	
<i>Aspius aspius</i>	PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Atherina hepsetus</i>	INS/INV	FITO/LITO	LI	vodeni stupac	
<i>Aulopyge huegelii</i>	INS/INV	LITO	EU	bentička	
<i>Barbatula barbatula</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Barbus balcanicus</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Barbus barbus</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Barbus plebejus</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Blicca bjoerkna</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	
<i>Carassius gibelio</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	Invazivna
<i>Chondrostoma knerii</i>	HERB	LITO	RE	bentička	
<i>Chondrostoma nasus</i>	HERB	LITO	RE	bentička	
<i>Chondrostoma phoxinus</i>	HERB	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis dalmatina</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis elongata</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis elongatoides</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Cobitis illyrica</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Cobitis narentana</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Cottus gobio</i>	INS/INV	SPEL	RE	bentička	
<i>Cyprinus carpio</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	
<i>Delminichthys adspersus</i>	INS/INV	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Esox lucius</i>	PISC	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Eudontomyzon danfordi</i>	DET	LITO	RE	bentička	
<i>Eudontomyzon vladkovi</i>	DET	LITO	RE	bentička	
<i>Gambusia holbrooki</i>	INS/INV	OSTR	LI	vodeni stupac	Invazivna
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	OMNI	FITO	EU	bentička	
<i>Gobio obtusirostris</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Gymnocephalus cernua</i>	INS/INV	FITO/LITO	EU	bentička	
<i>Gymnocephalus schraetser</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Knipowitschia croatica</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Knipowitschia mrakovcici</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Lepomis gibbosus</i>	INS/INV	POLI	LI	vodeni stupac	Invazivna
<i>Lethenteron zanandreae</i>	DET	LITO	RE	bentička	
<i>Leuciscus idus</i>	OMNI	FITO/LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Leuciscus leuciscus</i>	OMNI	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Liza aurata</i>	OMNI	PEL	LI	vodeni stupac	
<i>Liza saliens</i>	HERB/DET	PEL	LI	bentička	
<i>Lota lota</i>	INV/PISC	LITO/PEL	EU	bentička	
<i>Neogobius fluviatilis</i>	INS/INV	SPEL	EU	bentička	Invazivna
<i>Neogobius kessleri</i>	INS/INV	LITO	EU	bentička	Invazivna

Latinski naziv vrste	Prehrambena strategija	Susprtat za mrijest	Ekološki zahtjevi	Stupac vode	Invazivna
<i>Neogobius melanostomus</i>	INS/INV	LITO	EU	bentička	Invazivna
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Padogobius bonelli</i>	INS/INV	FITO/LITO	EU	bentička	
<i>Perca fluviatilis</i>	INV/PISC	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Phoxinellus dalmaticus</i>	INV/PISC	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Phoxinus lumaireul</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Pomatoschistus canestrinii</i>	INV/PISC	SPEL	EU	bentička	
<i>Proterorhinus marmoratus</i>	INV/PISC	SPEL	EU	bentička	
<i>Pseudorasbora parva</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	Invazivna
<i>Rhodeus amarus</i>	OMNI	OSTR	EU	vodeni stupac	
<i>Romanogobio kessleri</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Romanogobio vladykovi</i>	INS/INV	PSAM	RE	bentička	
<i>Rutilus aula</i>	INS/INV	FITO	LI	vodeni stupac	
<i>Rutilus basak</i>	INS/INV	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Rutilus rutilus</i>	OMNI	FITO/LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Rutilus virgo</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Sabanejewia balcanica</i>	INS/INV	FITO	RE	bentička	
<i>Salaria fluviatilis</i>	INS/INV	SPEL	EU	bentička	
<i>Salmo fariooides</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Salmo obtusirostris</i>	INV/PISC	LITO	RE	bentička	
<i>Salmo trutta</i>	INV/PISC	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Sander lucioperca</i>	PISC	FITO	EU	vodeni stupac	
<i>Scardinius dergle</i>	OMNI	FITO	LI	vodeni stupac	
<i>Scardinius erythrophthalmus</i>	OMNI	FITO	LI	vodeni stupac	
<i>Silurus glanis</i>	PISC	FITO	EU	bentička	
<i>Squalius cephalus</i>	OMNI	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Squalius illyricus</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius microlepis</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius squalus</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius tenellus</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Squalius zrmanjae</i>	OMNI	LITO	EU	vodeni stupac	
<i>Telestes turskyi</i>	INS/INV	FITO	RE	vodeni stupac	
<i>Telestes ukliva</i>	INS/INV	FITO	RE	vodeni stupac	
<i>Thymallus thymallus</i>	INS/INV	LITO	RE	vodeni stupac	
<i>Tinca tinca</i>	OMNI	FITO	LI	bentička	
<i>Vimba vimba</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Zingel streber</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	
<i>Zingel zingel</i>	INS/INV	LITO	RE	bentička	

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

NAPOMENA: popisi vrsta u Tablicama 3.5.3.-3. i 3.5.3.-4. je napravljen na temelju postojećih podataka i spoznaja, a nadopunjavat će se tijekom vremena i uskladiti u skladu s novim spoznajama



Tablica 3.5.3.-4. Referentne vrijednosti elemenata indeksa IBI<sub>HR</sub> za tipske zajednice

Element indeksa	HR-R_1		HR-R_2	HR-R_3	HR-R_4	HR-R_5
	1a.	1b.				
Relativna zastupljenost insektivornih/invertivornih vrsta	0,6000	0,5385	0,5500	0,3636	0,5135	0,4118
Relativna zastupljenost fitofilnih vrsta	0	0,2308	0,3500	0,6364	0,4324	0,4706
Relativna zastupljenost litofilnih vrsta	1	0,5385	0,6000	0,4091	0,5405	0,5588
Relativna zastupljenost reofilnih vrsta	1	0,7692	0,7500	0,4091	0,5946	0,5588
Relativna zastupljenost bentičkih vrsta	0,2000	0,5385	0,5000	0,5000	0,6486	0,6176
Relativna zastupljenost invazivnih i unesenih vrsta	0	0	0	0	0	0
Simpsonov indeks raznolikosti	0,5900	0,7890	0,8950	0,7970	0,8830	0,7510
Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti	0,4850	0,3630	0,4660	0,2450	0,9070	0,1180

Element indeksa	HR-R_6	HR-R_7	HR-R_8	HR-R_9	HR-R_10	HR-R_11	HR-R_12	HR-R_13
Relativna zastupljenost insektivornih/invertivornih vrsta	0,7500	0,4783	0,5000	*	0,2857	**	0,5000	0,4118
Relativna zastupljenost fitofilnih vrsta	0	0,3478	0,3462		0,7143		0,2500	0,2941
Relativna zastupljenost litofilnih vrsta	0,7500	0,5652	0,6154		0,7143		0,7500	0,4706
Relativna zastupljenost reofilnih vrsta	1	0,6957	0,6538		0,2857		0,4167	0,2941
Relativna zastupljenost bentičkih vrsta	0,5000	0,5217	0,5769		0,1429		0,4167	0,5882
Relativna zastupljenost invazivnih i unesenih vrsta	0	0	0		0		0	0
Simpsonov indeks raznolikosti	0,7330	0,8870	0,8040		0,7680		0,7180	0,8720
Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti	0,4650	0,3780	0,1960		0,8900		0,2940	0,4560

Element indeksa	HR-R_14	HR-R_15	HR-R_16	HR-R_17	HR-R_18	HR-R_19
Relativna zastupljenost insektivornih/invertivornih vrsta	0,2500	0,7273	***	0,6000	0,2500	0,2857
Relativna zastupljenost fitofilnih vrsta	0	0,4545		0,4000	0,2500	0,5714
Relativna zastupljenost litofilnih vrsta	0,5000	0,5455		1	0,7500	0,2857
Relativna zastupljenost reofilnih vrsta	0,7500	0,4545		0,4000	0,2500	0
Relativna zastupljenost bentičkih vrsta	0,7500	0,6364		0,4000	0,2500	0,4286
Relativna zastupljenost invazivnih i unesenih vrsta	0	0		0	0	0
Simpsonov indeks raznolikosti	0,6690	0,8200		0,3090	0,7040	0,7740
Ujednačenost za recipročni Simpsonov indeks raznolikosti	0,7330	0,4890		0,2890	0,8320	0,6110

\* referentnu zajednicu na postajama tipa HR-R\_9 čini potočna pastrva *Salmo trutta*, te za takvu zajednicu nije moguće kvantificirati pojedine elemente indeksa

\*\* referentnu zajednicu na postajama tipa HR-R\_11 čini potočna pastrva *Salmo trutta*, dok je na nekim postajama zabilježen samo zрманjski klen *Squalius zрманjae* te za takvu zajednicu nije moguće kvantificirati pojedine elemente indeksa

\*\*\* referentnu zajednicu na postajama tipa HR-R\_16 čine dalmatinska gaovica *Phoxinellus dalmaticus*, potočna pastrva *Salmo trutta* i turski klen *Telestes tursky*, a za takvu zajednicu nije moguće kvantificirati pojedine elemente indeksa

### 3.5.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Srednja vrijednost svih pokazatelja/indeksa predstavlja vrijednost Kvantitativnog hrvatskog indeksa biotičkog integriteta (IBI<sub>HR</sub>). IBI<sub>HR</sub> indeks je ujedno i omjer ekološke kakvoće za biološki element ribe, a izračunava se prema formuli:

$$OEK_{IBI-HR} = \frac{OEK_{INS/INV} + OEK_{FITO} + OEK_{LITO} + OEK_{RE} + OEK_{Bent.} + OEK_{Inv.} + OEK_D + OEK_E}{8}$$

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće ribe je omjer ekološke kakvoće Kvantitativnog hrvatskog indeksa biotičkog integriteta (IBI<sub>HR</sub>), odnosno  $OEK_{ribe} = OEK_{IBI-HR}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 5. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

### 3.5.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE RIBA U TEKUĆICAMA

Terenski protokol za uzorkovanje riba u tekućicama treba sadržavati:

- broj protokola,
- fotografija mjesta uzorkovanja,
- opis mjesta uzorkovanja,
- naziv vodotoka i najbližeg naselja,
- šifra i naziv tipa tekućice,
- šifra vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),
- slivna površina mjerne postaje,
- nagib (‰),
- nadmorska visina mjerne postaje,
- dužina uzorkovanog odsječka,
- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- obala (lijeva, sredina, desna),
- dio vodotoka (izvor, potok, rijeka, ušće, rukavac, kanal),
- oblik riječne doline (kanjon, korito, meandri, poplavna nizina),
- brzina strujanja vode (m/s) - (0 - 10, 10 - 30, 30 - 60, više od 60),
- da li je moguće uzorkovati cijelom širinom vodotoka (da ili ne),
- procijenjeni protok ( $m^3/s$ ) (niski, srednji, visoki),
- temperatura vode ( $^{\circ}C$ ), temperatura zraka ( $^{\circ}C$ ), otopljeni kisik (mg/L), zasićenje kisikom (%) el. vodljivost pri  $25^{\circ}C$  ( $\mu S/cm$ ), pH,
- fizička ometanja: obaloutvrde, uzvodno brana ili ustava, nizvodno brana ili ustava,
- rukovanje uzorcima:
  - konzerviranje na terenu,
  - bez konzerviranja,
- pohrana uzoraka:
  - smještaj (prostor),
- elektroribolov:
  - model elektroagregata,
  - napon (V),
  - snaga (W),
  - istosmjerna struja – kontinuirana, pulsna
- način elektroribolova:
  - iz čamca,
  - s obale,
  - hodanjem po rijeci,
  - uzvodno,
  - nizvodno,
- lovni napor
  - početak lova, kraj lova,
  - trajanje uzorkovanja (min),
  - duljina uzorkovanog odsječka (m),
- broj ulovljenih riba.
- terenska procjena brojnosti taksona,

- terenski popis vrsta i podvrsta: Tl (mm), Sl (mm), masa (g), spol, ljuške, otoliti, bolesti i oštećenja,
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

## 4. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA JEZERA

### 4.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON

Fitoplankton je jedan od bioloških elemenata kakvoće za ocjenjivanje ekološkog stanja jezera. Taksonomski je to raznolika grupa fotosintetskih mikroorganizama prilagođenih životu u pelagijalu voda na kopnu i mora. Kao fotoautotrofi, odgovorni su za glavnu primarne proizvodnje kisika i organskog ugljika u vodenim ekosustavima. Fitoplankton je temeljna karika u vodenim hranidbenim lancima i baza trofičke piramide. Kao biološki indikator u procjeni kakvoće vode jezerskih staništa koristi se zbog svoje brojnosti i raznolikosti vrsta te kratkog generacijskog vremena (brza stopa reprodukcije i vrlo kratki životni ciklus). Čimbenici koji utječu na strukturu fitoplanktonske zajednice u slatkovodnim ekosustavima direktno proizlaze iz odnosa kemijskih, fizikalnih i bioloških pokazatelja u određenom ekosustavu. Sukcesija fitoplanktona je slijed izmjena zajednica, tj. promjena njegovog kvalitativnog sastava, brojnosti i biomase u određenom vremenu i prostoru te je pod izravnim utjecajem niza ekoloških čimbenika, poput dostupnosti hranjivih tvari, vremena retencije/zadržavanja vode, temperature, svjetlosti i prozirnosti. Antropogeni utjecaj na prirodnu strukturu staništa mijenja čimbenike koji utječu na biološku raznolikost. Tako promijenjeni ekološki čimbenici utječu na strukturu i funkciju vodenih ekosustava, narušavajući time funkcioniranje prirodnih ekosustava. 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.

#### 4.1.1. UZORKOVANJE

##### 4.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje fitoplanktona u jezerima obavlja se tijekom dana, jednom mjesečno od travnja do rujna tekuće godine.

##### 4.1.1.2. Mjesto uzorkovanja

Uzorci za kvalitativnu i kvantitativnu analizu fitoplanktona uzimaju se iz čamca, na najdubljem mjestu u stajaćem vodnom tijelu, tj. prirodnom ili akumulacijskom jezeru.

##### 4.1.1.3. 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  $\mu\text{m}$ ,

- 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.

#### **4.1.1.4. 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 duboko ili plitko jezero, prije početka uzorkovanja uvijek je obavezno izmjeriti temperaturu i koncentraciju kisika u stupcu vode. U plitkim jezerima temperaturu i koncentraciju kisika treba izmjeriti na svakom metru dubine do 1 m od dna, a u dubokim jezerima do dubine od 30 m.

Prije početka uzorkovanja fitoplanktona u dubokim stratificiranim jezerima 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 4.1.1.4.3.). 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) te treba sadržavati podatke navedene u Poglavlju 4.1.5.

#### 4.1.1.4.1. 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 jezerskom vodom, 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  $\mu\text{m}$ . Planktonske mrežice s promjerom oka do 25  $\mu\text{m}$  mogu se koristiti samo za kvalitativnu analizu živog materijala.*

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

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

##### a) Faze miješanja vode (nema temperaturne stratifikacije)

Tijekom faze miješanja vode u **plitim jezerima** treba uzeti kompozitni uzorak iz cijelog stupca vode do dubine od 1 m iznad dna.

Tijekom faze miješanja vode u **dubokim jezerima** treba uzeti kompozitni uzorak najdublje do 20 m dubine ili do dubine 1 m iznad dna.

##### b) Faze ljetne stagnacije

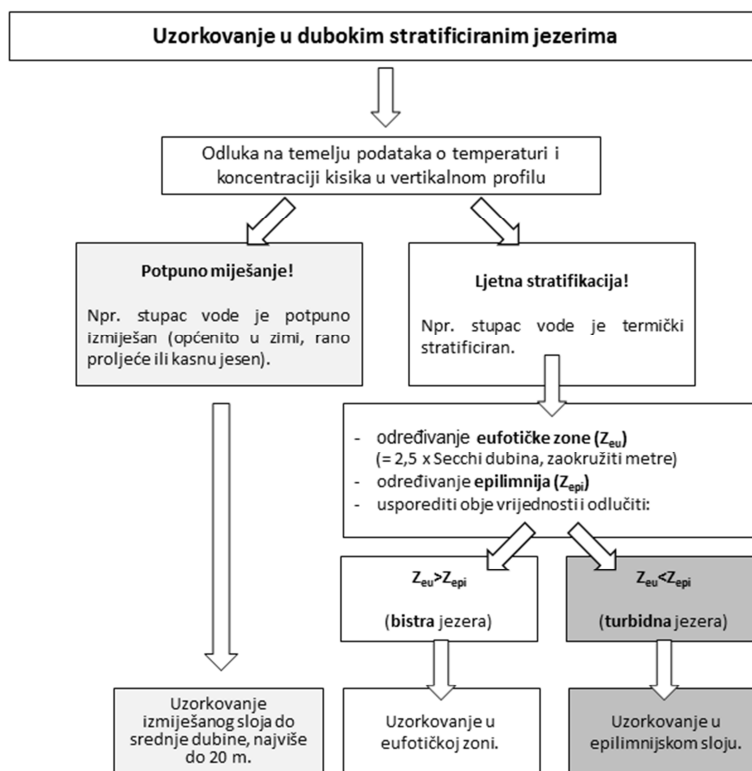
Tijekom ljetne stagnacije u **polimiktičnim (plitim)** jezerima (s najvećom dubinom  $\leq 10$  m) uzorkovanje seže do dubine od 6 m ili do dubine 1 m iznad dna.

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

- 1) Turbidna jezera kod kojih je dubina eufotičke zone manja od dubine epilimnija ( $Z_{\text{eu}} < Z_{\text{epi}}$ ): Kompozitni se uzorak dobiva uzorkovanjem cijelog stupca epilimnija.

- 2) Bistra jezera kod kojih je dubina eufotičke zone veća od dubine epilimnija ( $Z_{eu} > Z_{epi}$ ): Kompozitni se uzorak dobiva uzorkovanjem cijelog stupca eufotičke zone.

Način uzorkovanja u dubokim i stratificiranim jezerima shematski prikazuje Slika 4.1.1.-1.



Slika 4.1.1.-1 Shema načina uzorkovanja fitoplanktona u dubokim i stratificiranim jezerima.

**NAPOMENA:** Plitka jezera su definirana kao polimiktična jezera. Njihova maksimalna dubina je najčešće  $\leq 10$  m.

#### 4.1.1.4.3. 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 jezerima ( $Z_{max} \leq 10$  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.).

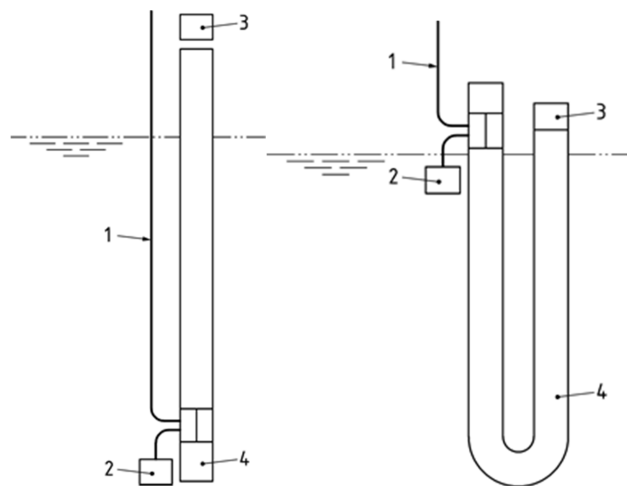
**NAPOMENA:** Uzorkivači s poklopcem ili čepom samo na jednoj strani pri čemu nije otvoren cijeli presjek uzorkivača prilikom spuštanja u vodu, ne preporučaju se (npr. Ruttnerova boca).

#### 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 4.1.1.-2). 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 4.1.1.-2. Način uzorkovanja kompozitnog uzorka fitoplanktona pomoću silikonske cijevi. 1 – Uže, 2 – Utog; 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).



#### 4.1.1.5. Konzerviranje i pohrana uzoraka

##### 4.1.1.5.1. Konzerviranje uzoraka

###### a) 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 3. Biološki elementi kakvoće za rijeke, 3.1.1.5.1. 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 zatamnjanim staklom taj što se ne vidi boja uzorka koji je obojan Lugolovom otopinom te je boju uzorka potrebno provjeriti na drugi način, npr. kapalicom.*

###### b) 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%.

##### 4.1.1.5.2. Pohrana uzoraka

###### a) 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.

###### b) 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.*

#### 4.1.1.6. Označavanje i etiketiranje uzorka

Bočice s uzorcima moraju imati etiketu koja sadrži sljedeće podatke:

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

#### 4.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

##### 4.1.2.1. 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:
  - a) kondenzor s velikom radnom daljinom i numeričkom aperturom > 0,5,
  - b) binokulare 10x ili 12,5x (od kojih jedan ima okularni mikrometar),
  - c) objektivne 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x s nomarski i/ili faznim kontrastom,
  - d) digitalnu kameru povezanu s računalom,
  - e) 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.*

##### 4.1.2.2. 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 4.1.2.-1.

Tablica 4.1.2.-1. Skala za ocjenu relativne brojnosti fitoplanktona

Relativna brojnost	Opis
1	Povremena vrsta
2	Rijetka vrsta
3	Umjereno prisutna vrsta
4	Brojna vrsta
5	Masovno prisutna vrsta

Za pravilnu determinaciju vrsta u uzorku fitoplanktona potrebno je koristiti determinacijske ključeve koji su navedeni u Poglavlju 7.1.1.

#### **4.1.2.3. 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).*

##### 4.1.2.3.1. 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.

##### 4.1.2.3.2. 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.*

##### 4.1.2.3.3. 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 4.1.2.-2.

Tablica 4.1.2.-2. Vrijeme sedimentacije za uzorke konzervirane Lugolovom otopinom.

Volumen sedimentacijske komorice (mL)	Visina cilindra (cm)	Vrijeme potrebno za sedimentaciju (h)
2	1	3
10	2	8
25	5	12
50	10	24
100	20	48

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

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

#### 4.1.2.3.4. 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 filamenti koji prelaze ili se sijeku s gornjim rubom i lijevom stranom mrežice se ne broje, dok oni objekti koji prelaze dno ili desnu stranu mrežice se broje. U slučaju kad vidno polje označava probno polje, stanice, kolonije ili filamenti koji prelaze ili se sijeku s rubom lijeve polovice vidnog polja se ne broje, a oni objekti koji prelaze rub desne polovice vidnog polja se broje.

Specifične 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*, *Coelomoron*, *Coelosphaerium*, *Cyanodictyon*, *Cyanonephron*, *Gomposphaeria*, *Radiocystis*, *Snowella*, *Woronichinia*, *Coelosphaerium*, *Planktosphaeria*, *Sphaerocystis*), vrste prisutne i kao pojedinačne stanice i kao kolonije (*Aulacoseira*, *Dinobryon*, *Melosira*), cenobijalne oblike (*Desmodesmus/Scenedesmus*, *Pandorina*, *Crucigenia*) te nitaste oblike (*Anabaena*, *Aphanizomenon*, *Oscillatoria*, *Planktothrix*).
- Vrste kod kojih je prisutna visoka varijabilnost u veličini stanica mogu se razvrstati u veličinske kategorije npr. *Cryptomonadales*: <16 µm, 16-26 µm, >26 µm ili Bacillariophyceae: <7 µm, 7-14 µm, 14-20 µm, >20 µm.
- 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.

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

Za precizno određivanje dijatomeja u uzorku fitoplanktona potrebno je pripremiti trajne preparate prema postupku opisanom u poglavlju 3. Biološki elementi kakvoće za rijeke, potpoglavlju 3.2. Biološki element kakvoće fitobentos, 3.2.2.1 Čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata.

#### 4.1.2.3.6. 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 veličinskim 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.

#### 4.1.2.3.7. Izračunavanje broja stanica

Broj prebrojanih stanica potrebno je preračunati na broj stanica po litri (br.stan.L<sup>-1</sup>). To se radi pomoću sljedeće formule:

$$N = x \eta$$

gdje je:

N – broj stanica po litri (br. L<sup>-1</sup>)

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

η – koeficijent za preračunavanje

Koeficijent za preračunavanje (η) se računa prema sljedećoj formuli:

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

gdje je:

η – koeficijent za preračunavanje

P<sub>k</sub> – površina komorice izražena u mm<sup>2</sup> ili u postotku (100%)

P<sub>x</sub> – površina transektu ili svih probnih polja izražena u mm<sup>2</sup> ili u postotku (x %)

V<sub>s</sub> – volumen poduzorka koji se sedimentirao (mL)

#### 4.1.2.4. 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, filamenti) 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.

#### 4.1.2.4.1. Princip izračunavanja biomase

Svaka vrsta fitoplanktona se opisuje najbližim (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).*

#### 4.1.2.4.2. 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 vremenom na vrijeme potrebno je provjeravati da li dimenzije odgovaraju trenutnim srednjim vrijednostima.

Mjerenje se provodi pomoću okularnog mikrometra ili digitalne kamere i odgovarajućeg računalnog programa. Obavlja se tijekom 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.

#### 4.1.2.4.3. 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  $\text{mm}^3\text{L}^{-1}$ . S pretpostavkom da je gustoća algi i cijanobakterija jednaka gustoći vode ( $1 \text{ gcm}^{-3}$ ) biomasa se iz biovolumena pretvara na sljedeći način:

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

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.

#### 4.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

##### 4.1.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitoplanktona potrebno je odrediti modul za trofičnost uzimajući u obzir:

- klorofil *a*,
- ukupnu biomasu fitoplanktona i
- udio taksonomskih skupina fitoplanktona.

Tablica 4.1.3-1. Pokazatelji/indeksi i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Bioški element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Fitoplankton	Klorofil <i>a</i> Ukupna biomasa fitoplanktona Udio taksonomskih skupina fitoplanktona	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

##### 4.1.3.2. Mjerna postaja za fitoplankton

Za ocjenjivanje ekološkog stanja mjernu postaju za uzorkovanje potrebno je uvrstiti u pripadajući tip jezera.

##### 4.1.3.3. Određivanje trofičnosti na temelju fitoplanktona

S obzirom da se fitoplankton uzorkuje 6 puta tijekom godine, za svaki element ocjene (koncentracija klorofila *a*, ukupna biomasa fitoplanktona i dominantna skupina) određuje se pripadajuće ekološko stanje po uzorku, a za konačnu se ocjenu uzima srednja vrijednost omjera ekološke kakvoće svih 6 uzoraka.

###### 4.1.3.3.1. Izračunavanje koncentracije klorofila *a*

Koncentracija klorofila *a* u površinskim vodama direktan je pokazatelj njegovog trofičkog stanja. Određivanje koncentracije klorofila *a* daje informaciju o količini algi i njihovoj fotosintetskoj aktivnosti.

Koncentracija klorofila *a* se određuje tako da se uzorak vode filtrira preko filter papira od staklenih vlakana s porama od 1 μm. Potom slijedi ekstrakcija klorofila *a* u etilnom alkoholu ili acetonu. Koncentracija klorofila *a* u ekstraktu se određuje spektrofotometrijski i računa iz razlike u apsorpciji prije i nakon dodavanja kloridne kiseline.

Formula za računanje koncentracije klorofila *a* ekstrahiranog u etilnom alkoholu glasi:

$$\rho(\text{Chl } a) = (A - A_a)29,6 \frac{V_e}{V_s d}$$

gdje je:

$\rho(\text{Chl } a)$  – koncentracija klorofila *a* ( $\mu\text{gL}^{-1}$ )



$\Lambda$  – apsorbancija ekstrakta prije acidifikacije ( $\Lambda = \Lambda_{665} - \Lambda_{750}$ )  
 $\Lambda_a$  – apsorbancija ekstrakta poslije acidifikacije ( $\Lambda_a = \Lambda_{665} - \Lambda_{750}$ )  
 $V_e$  – volumen ekstrakta (mL)  
 $V_s$  – volumen profiltriranog uzorka (L)  
 $d$  – širina kivete (cm)

*NAPOMENA: Koncentracija klorofila a se određuje prema Savjetodavnoj normi za spektrometrijsko određivanje koncentracije klorofila a HRN ISO 10260:2001.*

#### 4.1.3.3.2. Izračunavanje ukupne biomase fitoplanktona

Ukupna biomasa fitoplanktona se dobije tako da se ukupne biomase svih vrsta u uzorku zbroje.

#### 4.1.3.3.3. Izračunavanje udjela taksonomskih skupina fitoplanktona

Udio taksonomskih skupina fitoplanktona je postotni udio biomase pojedinih taksonomskih skupina (Cyanobacteria (**CYAN**), Euglenozoa, Dinophyta (**DIN**), Cryptophyta, Ochrophyta (Chrysophyceae (**CHRY**) i Bacillariophyceae (**BAC**)), Chlorophyta/Charophyta (**CHCH**), u odnosu na ukupnu biomasu fitoplanktona. Kao takav, dobar je pokazatelj stupnja trofije jezerskog ekosustava.

Na temelju ukupnog godišnjeg postotnog udjela biomase taksonomskih skupina fitoplanktona u odnosu na ukupnu godišnju biomasu fitoplanktona dodjeljuju se bodovi prema Tablici 4.1.3.-2., a ta vrijednost ulazi u izračun omjera ekološke kakvoće za navedeni pokazatelj.

Tablica 4.1.3.-2. Bodovanje postotnih udjela biomasa dominantnih taksonomskih skupina fitoplanktona

HR tip jezera	Bodovi				
	9	7	5	3	1
HR-J_1A (JEZERO KOZJAK)	BAC:CHRY ( $\geq 40$ : $\geq 30$ )	CHRY:BAC ( $\geq 50$ : $\geq 20$ )	CYAN: CHCH ( $\geq 20$ : $\geq 30$ )	CYAN ( $\geq 50$ )	CHCH ( $\geq 50$ )
HR-J_1B (JEZERO PROŠĆE)	BAC:CHRY ( $\geq 40$ : $\geq 30$ )	CHRY ( $\geq 70$ )	CYAN: CHCH ( $\geq 20$ : $\geq 30$ )	CYAN ( $\geq 50$ )	CHCH ( $\geq 50$ )
HR-J_2 (VRANSKO/CRES)	CHRY:DIN ( $\geq 50$ : $\geq 30$ )	CHRY:BAC ( $\geq 30$ : $\geq 30$ )	CYAN: CHCH ( $\geq 20$ : $\geq 30$ )	CYAN ( $\geq 50$ )	CHCH ( $\geq 50$ )
HR-J_3 (JEZERO CRNIŠEVO)	CHCH:BAC ( $\geq 50$ : $\geq 20$ )	DIN:CHCH ( $\geq 70$ : $\geq 20$ )	CYAN: CHCH ( $\geq 30$ : $\geq 40$ )	CYAN ( $\geq 50$ )	CHCH ( $\geq 50$ )
HR-J_4 (VRANSKO/BIOGRAD)	CHCH:BAC ( $\geq 50$ : $\geq 20$ )	CYAN:CHCH ( $\geq 40$ : $\geq 20$ )	CYAN: CHCH ( $\geq 30$ : $\geq 40$ )	CYAN ( $\geq 50$ )	CHCH ( $\geq 50$ )
HR-J_5 (VISOVAČKO JEZERO)	BAC:CHCH ( $\geq 60$ : $\geq 10$ )	CHRY:BAC ( $\geq 50$ : $\geq 20$ )	CYAN:CHCH ( $\geq 20$ : $\geq 30$ )	CYAN ( $\geq 50$ )	CHCH ( $\geq 50$ )

#### 4.1.3.3.4. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja ekološkog stanja za fitoplankton

Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja koncentracije klorofila *a*, ukupne biomase fitoplanktona i udjela taksonomskih skupina navedeni su u Tablici 4.1.3.-3.

Tablica 4.1.3.-3. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja za fitoplankton jezera (CHL<sub>a</sub> = koncentracija klorofila *a*; UB = ukupna biomasa, TS – taksonomska skupina).

HR tip jezera	Pokazatelj	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
HR-J_1A (JEZERO KOZJAK)	CHL <sub>a</sub> µgL <sup>-1</sup>	0,8	9,0
	UB mgL <sup>-1</sup>	0,2	4,0
	TS %	10	0
HR-J_1B (JEZERO PROŠĆE)	CHL <sub>a</sub> µgL <sup>-1</sup>	2,5	14,0
	UB mgL <sup>-1</sup>	2,0	8,0
	TS %	10	0
HR-J_2 (VRANSKO/CRES)	CHL <sub>a</sub> µgL <sup>-1</sup>	0,7	7,0
	UB mgL <sup>-1</sup>	0,1	4,0
	TS %	10	0
HR-J_3 (JEZERO CRNIŠEVO)	CHL <sub>a</sub> µgL <sup>-1</sup>	2,0	14,0
	UB mgL <sup>-1</sup>	0,3	6,0
	TS %	10	0
HR-J_4 (VRANSKO/BIOGRAD)	CHL <sub>a</sub> µgL <sup>-1</sup>	2,0	12,0
	UB mgL <sup>-1</sup>	0,3	7,0
	TS %	10	0
HR-J_5 (VISOVAČKO JEZERO)	CHL <sub>a</sub> µgL <sup>-1</sup>	1,5	10,0
	UB mgL <sup>-1</sup>	0,2	4,0
	TS %	10	0

#### 4.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Kako se vrijednosti svakog pokazatelja brojčano znatno razlikuju, neophodno je za sumarnu interpretaciju njihove vrijednosti transformirati ih tako da su svi pokazatelji međusobno usporedivi. U tu se svrhu za koncentraciju klorofila *a* i ukupnu biomasu izračunava omjer njihove ekološke kakvoće (OEK) po formuli:

$$OEK_{CHL_a, UB} = \frac{\text{Godišnja srednja vrijednost} - \text{najlošija vrijednost}}{\text{Referentna vrijednost} - \text{najlošija vrijednost}}$$

S obzirom da udio biomasa taksonomskih skupina kao element ocjene nema stvarnu brojčanu vrijednost, njemu se dodjeljuju bodovi prema Tablici 4.1.3.-2. Za postotni udio biomasa taksonomskih skupina omjer ekološke kakvoće računa se tako da se vrijednost dodijeljenih bodova podijeli s referentnom vrijednošću boda prema formuli:

$$OEK_{TS} = \frac{\text{Vrijednost boda}}{\text{Referentna vrijednost}}$$

Referentne i najlošije vrijednosti svakog od pokazatelja fitoplanktona očitavaju se iz Tablica referentnih i najlošijih vrijednosti za svaki tip jezera (Tablica 4.1.3.-3.).

**NAPOMENA:** Ukoliko su normalizirane vrijednosti pokazatelja manje od 0, tada se kao vrijednost pokazatelja za daljnji izračun koristi vrijednost 0.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće fitoplanktona je srednja vrijednost OEK-a korištenih pokazatelja ( $OEK_{\text{fitoplankton}} = (OEK_{\text{CHL}_a} + OEK_{\text{UB}} + OEK_{\text{TS}})/3$ ), a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 8. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 4.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U JEZERIMA

Terenski protokol za uzorkovanje fitoplanktona se obavezno popunjava na terenu, a mora sadržavati sljedeće podatke:

- naziv jezera/akumulacije,
- tip jezera,
- naziv i šifra vodnog tijela,
- naziv i šifra mjerne postaje,
- ime osobe koja uzorkuje,
- vrijeme i datum uzorkovanja,
- dubinu s koje se uzorkuje,
- način uzorkovanja/tip uzorkivača (integrirano, po dubini - integrirani, dubinski, cijev za kompozitno uzorkovanje),
- stupac uzorkovanja (eufotička zona, epilimnij, cijeli stupac za plitka jezera),
- način konzerviranja,
- vrijednosti temperature vode, koncentracije i zasićenja kisika u vodi izmjerene od površine do 30 m dubine s učestalošću mjerenja od 1 m,
- dubinu epilimnija,
- prozirnost (Secchi dubina) i dubinu eufotičke zone,
- popis uzetih uzoraka (mrežni uzorak, direktni kompozitni uzorak i sl.) i
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unijeti u rubriku napomene

#### 4.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOBENTOS

Fitobentos, alge i cijanobakterije, kao indikator ekološkog stanja voda koristi se iz nekoliko razloga:

- lako se uzorkuje već ustaljenim i provjerenim metodama,
- predvidljivo reagira na promjene kakvoće vode te predstavlja taksonomski vrlo raznoliku skupinu unutar vodenih zajednica,
- ima generacijsko vrijeme u trajanju od nekoliko sati do nekoliko dana što ga čini skupinom koja prva reagira na promjene u okolišu,
- dominantna je komponenta perifitona, a s obzirom da je pričvršćen uz supstrat, u sebi objedinjuje fizikalna i kemijska svojstva vode,
- zajednica prirodno sadrži veliki broj vrsta čime podaci postaju dobri za detaljne statističke analize i numeričke aplikacije,
- vrijeme odgovora na stres je brzo, kao i oporavak od njega,
- ponovno naseljavanje je daleko brže nego kod ostalih skupina,
- većina alga se može odrediti do razine vrste (od strane stručnjaka algologa), a za mnoge vrste su poznate granice tolerancije ili osjetljivosti na specifične promjene okolišnih uvjeta.

U zajednici fitobentosa posebno dobri pokazatelji dugo- i kratkoročnih okolišnih promjena u jezeru su alge kremenjašice ili dijatomeje jer su ubikvisti i obitavaju u svim vrstama biotopa, a metode ocjene ekološkog stanja samo na temelju dijatomeja, koje se baziraju na trofičkom sustavu, daju dobru informaciju o ekološkom stanju vode.

Pri korištenju fitobentosa u ocjeni tijela površinske vode treba poštovati određena pravila kao što su:

- dobro taksonomsko poznavanje vrsta na uzorkovanom području,
- korištenje standardnih protokola uzorkovanja i njihovo točno izvođenje i
- jasno definiranje korištene metode (indeksa) za ocjenu ekološkog stanja.

Postupci uzorkovanja i analize fitobentoskih alga u jezerima ne razlikuju se značajno od metoda koje se koriste u rijekama.

#### 4.2.1. UZORKOVANJE

##### 4.2.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje treba obaviti u proljeće u litoralnoj zoni jezera.

##### 4.2.1.2. Mjesto uzorkovanja

U prvom koraku se izabere odsječak od 100 m na kojem se zatim izabere kraći odsječak s najvećim brojem različitih mikrostaništa. 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.). U jezerima s promjenama razine vode (akumulacijska jezera), uzorkuje se pri stabilnom vodostaju, što znači da najmanje 4 tjedna mora razina jezerske 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 (Poglavlje 4.2.5.).

##### 4.2.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje

- karta u mjerilu 1:25 000 ili 1:50 000,
- terenski protokol s pratećim terenskim sitnim priborom (grafitna olovka, vodootporan 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,
- vodootporni fotoaparat,
- 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.

#### **4.2.1.4. Način uzorkovanja**

Uzorci se uzimaju sa supstrata koji su u stalno potopljenom području. Uzorkovanje se obavlja po načelu „uzorkovanje jednog mikrostaništa“ (eng.: „single habitat sampling“), odnosno s 5 kamena uzetih s različitih mjesta na uzorkovanom odsječku. U slučaju kada u litoralu jezera nema reprezentativnog mikrostaništa (površine kamena), treba uzorkovati 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.

Način uzorkovanja s pojedinih supstrata prikazan je u Tablici 3.2.1.-2. gdje je opisan način uzorkovanja fitobentosa u tekućicama.

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

- naziv jezera,
- naziv mjesta uzorkovanja,
- datum i vrijeme uzorkovanja i
- tip supstrata s kojeg je uzet uzorak.

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

Odabir fiksativa definiran je vremenskim razdobljem na koje se uzorak pohranjuje, a koriste se 70%-tni etilni alkohol ili drugi fiksativi (formaldehid).

Prije uzorkovanja potrebno je zabilježiti postotak pokrovnosti različitih tipova supstrata na uzorkovanoj dionici, a podaci o vrsti supstrata, dubini uzorkovanja, prekrivenosti dna algama zapisuju se u terenski protokol u Poglavlju 4.2.5.

#### **4.2.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA**

Sakupljeni i pravilno označeni uzorci se dopremaju u laboratorij na daljnju obradu. U svrhu kvalitativne analize dijatomeja u fitobentosu, izrađuju se trajni preparati po postupku opisanom u poglavlju 3. Biološki elementi kakvoće za rijeke, 3.2.2. Laboratorijska obrada uzorka, gdje je opisano čišćenje dijatomejskog uzorka i izrada trajnih preparata.

Brojanje i određivanje vrsta se obavlja pregledavanjem trajnih preparata pod svjetlosnim mikroskopom (imerzijski objektiv, povećanje 1 000 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 jedinki u uzorku, odnosno trajnom preparatu.

Relevantna taksonomska literatura za determinaciju dijatomeja navedena je u Poglavlju 7.1.1.

#### 4.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

##### 4.2.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitobentosa potrebno je izračunati modul za trofičnost pomoću Trofičkog indeksa dijatomeja za jezera.

Tablica 4.2.3-1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitobentosa

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Fitobentos	Trofički indeks dijatomeja za jezera ( $TID_{HR}$ )	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofičnost

##### 4.2.3.2. Mjerna postaja za fitobentos

Za ocjenjivanje ekološkog stanja mjernu postaju za uzorkovanje potrebno je uvrstiti u pripadajući tip jezera.

##### 4.2.3.3. Određivanje trofičnosti na temelju fitobentosa ( $TID_{HR}$ )

Trofički indeks dijatomeja ( $TID_{HR}$ ) za jezera pokazatelj je koji ukazuje na opterećenje vodnog tijela hranjivim tvarima, tj. na njegov stupanj trofije, a temelji se na zastupljenosti dijatomejskih vrsta (Rott i sur. 1999).

###### 4.2.3.3.1 Izračunavanje Trofičkog indeksa dijatomeja za jezera ( $THD_{HR}$ )

Za izračunavanje  $THD_{HR}$  potrebno je za svaku dijatomejsku vrstu odrediti dvije veličine: indikatorsku vrijednost (tolerantnost) i indikatorsku težinu (osjetljivost). Navedene veličine nalaze se u Operativnoj listi svojiti dijatomeja za rijeke i jezera (DODATAK 2.).

Za izračunavanje Trofičkog indeksa dijatomeja ( $TID_{HR}$ ) koristi se modificirana jednadžba Zelinka-Marvan (1961):

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

gdje je:

$A_i$  = ukupan broj stanica/valvi neke vrste u uzorku

$IV_i$  = indikatorska vrijednost (tolerantnost) pojedine vrste

$IT_i$  = indikatorska težina (osjetljivost) pojedine vrste

###### 4.2.3.3.2. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja ekološkog stanja za fitobentos

Referentne i najlošije vrijednosti za Trofički indeks dijatomeja ( $TID_{HR}$ ) navedene su u Tablici 4.2.3.-2.

Tablica 4.2.3.-2. Referentna i najlošija vrijednost ekološkog stanja trofičkog indeksa dijatomeja za jezera ( $TID_{HR}$ )

HR Tip jezera	$TID_{HR}$	
	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
HR-J_1A (JEZERO KOZJAK)	1,8	3,8
HR-J_1B (JEZERO PROŠĆE)	1,9	3,8
HR-J_2 (VRANSKO/CRES)	1,7	2,9
HR-J_3 (JEZERO CRNIŠEVO)	1,9	3,8
HR-J_4 (VRANSKO/BIOGRAD)	2,1	3,8
HR-J_5 (VISOVAČKO JEZERO)	1,8	3,8

#### 4.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Kako se vrijednosti indeksa brojčano značajno razlikuju, neophodno je za ukupnu interpretaciju njihove vrijednosti transformirati (normalizirati) tako da se nalaze u rasponu od 0 do 1. U tu se svrhu za korišteni indeks izračunava omjer njegove ekološke kakvoće (OEK) prema formuli:

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

Referentna i najlošija vrijednost  $TID_{HR}$  očitavaju se iz Tablice 4.2.3.-3..

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

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće fitobentosa je vrijednost OEK-a  $TID_{HR}$ , odnosno  $OEK_{\text{fitobentos}} = OEK_{TID_{HR}}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 8. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 4.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOBENTOSA U JEZERIMA

Terenski protokol za uzorkovanje fitobentosa u jezerima se obavezno popunjava na terenu, a mora sadržavati sljedeće podatke:

- naziv jezera/akumulacije,
- šifra i naziv vodnog tijela,
- tip jezera,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- nadmorska visina,
- ime osobe koja uzorkuje,
- fotografija mjerne postaje,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),

- datum uzorkovanja,
- obala (regulirana, prirodna),
- dužina uzorkovanog odsječka duž obale (m),
- širina uzorkovanog odsječka, od obale do 60 cm dubine (m),
- vidljiva onečišćenost (nema onečišćenja, malo, srednje, jako),
- cvjetanje algi (da, ne),
- pokrovnost odsječka s algama i makrofitskom vegetacijom (%),
- alat za uzorkovanje (špatula, četkica, žlica, nožić),
- potopljeni supstrati (%),
  - megalital (> 40 cm),
  - makrolital (20 - 40 cm),
  - mezolital (6,3 - 20 cm),
  - mikrolital (2,0 - 6,3 cm),
  - akal (0,2 - 2,0 cm),
  - psamal (0,063 - 0,2 cm),
  - pelal (< 0,063 cm),
- uzorkovani supstrat/mikrostanište (kamen, pijesak, glina, mulj, makrofiti, korjenje, umjetni supstrat),
- razina vode (suho, niska, srednja, visoka),
- da li je dno vidljivo do 60 cm dubine (da, ne),
- zasjenjenost (%) i
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

### 4.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROFITI

Uredba o standardu kakvoće voda utvrđuje makrofite obaveznim biološkim elementom kakvoće za ocjenu ekološkog stanja jezera. Određene vrste i skupine makrofita sačinjavaju zajednice svojstvene za pojedine tipove jezera. Dobar su indikator jer su osjetljivi na antropogeni utjecaj, pri čemu se sastav makrofitskih zajednica mijenja i kvantitativno i kvalitativno.

#### 4.3.1. UZORKOVANJE

##### 4.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje makrofita treba obaviti tijekom ljeta i rane jeseni kad su makrofiti optimalno razvijeni, tj. od lipnja do rujna, s time da su srpanj i kolovoz optimalni za uzorkovanje. Prerano uzorkovanje može uzrokovati sljedeće poteškoće:

- s obzirom da biljke još nisu optimalno razvijene ili su tek započele s razvojem, procijenjene brojnosti će biti manje,
- određivanje nepotpuno razvijenih biljaka je vrlo teško ili čak nemoguće.

Prekasno uzorkovanje također se ne preporučuje, jer vegetativni dijelovi mnogih vrsta nestaju pred zimu, a biljka preživljava u obliku trajnih organa.

U optimalnom razdoblju za uzorkovanje, uzorkovanje se ne smije obavljati za vrijeme visokih voda. Između pojave visoke vode i uzorkovanja makrofita treba proći barem četiri tjedna.



#### 4.3.1.2. Veličina mjesta, način uzorkovanja te procjena brojnosti

- Makrofita se uzorkuju iz čamca ili ronjenjem, duž transekata širokih 2 - 6 m, tj. 1 - 3 m sa svake strane čamca.
- Transekti su okomiti na obalu i pružaju se od nje do dubinske granice makrofita.
- Ovisno o veličini jezera i raznolikosti makrofitske vegetacije uzorkuje se svakih 5 - 10 m, a koordinata svake točke bilježi se GPS uređajem. Kod jezera s dnom, koje je čitavom površinom obraslo makrofitskom vegetacijom, transekti se rade poprečno preko čitavog jezera, a broj točaka na kojima se uzorkuje određuje se kao 15% ukupne širine jezera.
- Transekti se mogu podijeliti i u različite dubinske zone koje odgovaraju različitim makrofitskim zajednicama ili pojavi i nestanku određenih vrsta ili značajnijoj promjeni njihovih brojnosti.
- Za transekte treba odabrati homogeno područje koje odgovara općim prilikama u jezeru.
- Na svakoj točki uzimaju se barem tri uzorka kako bi se sakupile po mogućnosti sve vrste.
- Za procjenu brojnosti 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, napraviti potpuni popis vrsta makrofita i makroalgi i procijeniti njihovu brojnost pomoću Kohlerove skale (Tablica 4.3.1.-1.). Uzorke je potrebno odrediti do razine vrste ukoliko postoje sva determinacijska svojstva.
- Uzorkuje se grabilima, grabljama na užetu ili štapu (ovisno o dubini vode) ili direktno ronjenjem. Broj transekata ovisi o veličini jezera (Tablica 4.3.1.-2.).

Tablica 4.3.1.-1. 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	Oko 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%

Tablica 4.3.1.-2. Broj transekata za uzorkovanje makrofita ovisno o površini jezera

Površina jezera (km <sup>2</sup> )	Broj transekata	Tip jezera	Ime jezera i površina
0,5	1 - 6	HR-J_3	Crniševo – 0,877 km <sup>2</sup>
0,5 - 2	4 - 8	HR-J_1A HR-J_1B	Kozjak - 0,815 km <sup>2</sup> Prošće - 0,697 km <sup>2</sup>
2 - 5	5 - 10		
5 - 10	10 - 20	HR-J_2 HR-J_5	Vransko/Cres - 5,75 km <sup>2</sup> Visovac – 5,72 km <sup>2</sup>
> 10	15 - 25	HR-J_4	Vransko/Biograd – 30 km <sup>2</sup>

#### **4.3.1.3. Oprema za uzorkovanje**

Oprema za uzorkovanje na terenu:

- čamac,
- gumene čizme ili ribičke čizme,
- topografske karte 1:25 000 ili 1:50 000
- GPS uređaj,
- dalekozor,
- grablje na užetu ili teleskopskom štapu,
- terenska bilježnica ili protokoli,
- grafitne olovke i voodootporni flomaster,
- fotoaparata s polarizacijom lećom,
- podvodni fotoaparata,
- lupa (povećanje barem 10x),
- plastične vrećice (najbolje za duboko zamrzavanje, različitih volumena),
- plastične posude i vrećice raznih veličina za uzorke,
- putni hladnjak (za osjetljive uzorke),
- voodootporne etikete,
- voodootporni metar na traci,
- ključevi za determinaciju,
- naprava za gledanje pod vodom (plastična cijev sa staklenim dnom - aquascope), maska za ronjenje,
- kompletna ronilačka oprema prilagođena za ronjenje u hladnoj vodi,
- naočale s polarizacijskim staklima,
- bijela plastična kadica za pregled uzoraka i fotografiranje,
- konzervans (etilni alkohol, 50%-tni i glicerina u omjeru 1:1) ili FOA (standardni konzervans za botaničke preparate – 30 dijelova destilirane vode, 15 dijelova 96%-tnog etilnog alkohola, 5 dijelova 35%-tne otopine formaldehida i 1 dio ledene octene kiseline),
- 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,
- terenska torbica s prvom pomoći i
- pojas za spašavanje.

#### **4.3.1.4. 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).

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. U odvojeni dio popisa preporučljivo je navesti i vrste koje su samo manjim dijelom uronjene u vodu (tzv. helofiti) i one koje čine obalnu vegetaciju. Te vrste valja jasno odvojiti zato jer se najčešće ne koriste direktno u procjeni stanja voda, ali mogu dati dodatne korisne informacije o stanju i ekološkim prilikama jezera.

Vrste makrofita koje je teže determinirati (mahovine, žabnjaci (*Ranunculus* spp.), uskolisni mrijesnjeni (*Potamogeton* spp.), žabovlatke (*Calitriche* spp.) i parožine (Charophyceae)) potrebno je pohraniti za kasnije određivanje u laboratoriju.

**NAPOMENA:** Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu sa Savjetodavnom normom za ispitivanje makrofita u jezerima HRN EN 15460:2008.

#### 4.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

##### 4.3.2.1. Oprema za laboratorijski rad

Za laboratorijsku obradu makrofita potrebna je sljedeća laboratorijska oprema:

- stereo lupa sa stereozoom povećanjem do 40x ili više,
- binokularni mikroskop s:
  - okularima povećanja 10x od kojih jedan ima okularni mikrometar,
  - objektivima 10x, 20x, 40x ili 60x i 100x,
  - digitalnu kameru povezanu s računalom,
  - mehaničko postolje,
- staklene kapalice, staklene čaše, Petrijeve zdjelice, boce štrcalice,
- predmetna i pokrovna stakalca,
- omoti za eksikate mahovina,
- papiri za prešanje biljaka i odgovarajuća preša,
- fine pincete, histološke iglice, žileti za sekciju biljnih dijelova,
- 5%-tna klorovodična ili octena kiselina,
- laboratorijski protokol i
- determinacijski ključevi.

##### 4.3.2.2. Determinacija makrofita

Laboratorijska obrada makrofita uključuje samo determinaciju vrsta koje nije bilo moguće odrediti na terenu (mahovine, parožine i slično). Makrofiti se determiniraju do razine vrste. Ako je razvojna faza bez potrebnih taksonomskih obilježja i determinacija do vrste nije moguća, odredi se do razine roda.

Makrofiti se determiniraju uz pomoć determinacijskih ključeva, stereo lupe i mikroskopa pri čemu se opažaju dijelovi biljke potrebni za determinaciju. Često su dijelovi ili cijele biljke, koje potječu iz staništa s karbonatnom podlogom kalcificirane. U tom slučaju da se dijelovi ili cijele biljke uranjaju u 5%-tnu klorovodičnu ili octenu kiselinu kako bi se skinuo anorganski karbonatni pokrov i vidjele strukture potrebne za determinaciju. Ovo se najčešće radi s mahovinama i parožinama krških rijeka i jezera.

Popis determinacijskih ključeva za makrofita je naveden u Poglavlju 7.1.2.

##### 4.3.2.3. Pohrana biljnog materijala

Više biljke se uglavnom pohranjuju u herbar, osim nekih nježnih i sitnijih koje je radi lakšeg određivanja dobro pohraniti i u konzervans (npr. uskolisne vrste roda *Potamogeton*, vrste roda *Callitriche*). Mahovine je najbolje osušiti na zraku bez prešanja i 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, držati na hladnom mjestu i u najkraćem roku pregledati. Plastične vrećice ili posude u koje se pohranjuju makrofiti treba dodati toliko vode (konzervansa)

koliko je potrebno da su biljke prekrivene. Na posudi treba uljnim voodootpornim flomasterom označiti:

- naziv jezera,
- redni broj transekta i točka uzorkovanja i
- datum uzorkovanja.

#### 4.3.2.4. Računalna obrada podataka

Uzorkovanje makrofita se obavlja u prostoru jer se uvijek uzorkuje u uzdužnim transektima. Za prikaz rezultata je vrlo često, osim klasičnog izračunavanja indeksa za ocjenu ekološkog stanja, potrebno rasprostranjenost pojedinih vrsta prikazati i na kartama, za što se koriste računalni GIS alati (npr. ArcMap računalni program).

*NAPOMENA: Nacionalna i europska legislativa štiti rijetke i ugrožene vrste vodenih makrofita. Osoba koja uzorkuje mora biti upoznata s tim propisima, odnosno statusom zaštite pojedine vrste!*

#### 4.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

##### 4.3.3.1. Pokazatelj/indeks za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrofita potrebno je odrediti modul opće degradacije na temelju biocenološke metode ( $BM_{RH}$ ).

Tablica 4.3.3.-1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrofita	Stupanj degradacije određen biocenološkom metodom - biocenološki indeks ( $BM_{HR}$ )	Opća degradacija	Opća degradacija

Stupanj degradacije određen biocenološkom metodom - biocenološki indeks ( $BM_{HR}$ ) na kojemu se temelji sustav ocjene ekološkog stanja za makrofita je dorađen prema Van de Weyeru (2006). Metoda, uz sastav i strukturu zajednica, uključuje i odnose između stupnja trofije i dubinske granice makrofita (Tablica 4.3.3.-2.), te odnos između stupnja trofije, vidljivosti prema Secchi disku i donje granice makrofita (Tablica 4.3.3.- 3.).

Tablica 4.3.3.-2. Odnos između stupnja trofije i dubinske granice makrofita (Hoesch & Buhle 1996).

Stupanj trofije	Max. dubinska granica makrofita (m)	Srednja dubinska granica makrofita (m)
Oligotrofno	>12	>9
Mezotrofno	> 5,3	>3,6
Eutrofno	>1,3	>0,6
Politorfno	<1,3	<0,6
Hipertrofno	0	0

Tablica 4.3.3.- 3. Odnos između stupnja trofije, vidljivosti Secchi diska i donje granice makrofita (Mauersberger & Mauersberger 1996).

Stupanj trofije	Vidljivost Secchi diska (ljetni srednjak, m)	Donja granica makrofita (m)
Oligotrofno	>6	>8
Mezotrofno	3-6	4,2-8
Eutrofno	1,5-3	2,4-4,2
Visokoeutrofno	1-1,5	1,8-2,4
Politrofno	0,5-1	1,2-1,8
Hipertrofno	>0,5	<1,2

#### 4.3.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u jezerski vodni tip

Prije ocjenjivanja ekološkog stanja, svaku mjernu postaju potrebno je uvrstiti u odgovarajući tip jezera.

#### 4.3.3.3. Jezerske tipske zajednice makrofita

4.3.3.3.1. Oligotrofna i oligotrofno-mezotrofna jezera sa zajednicama parožina (HR-J\_1A, HR-J\_1B, HR-J\_2)

##### A) Oligotrofno jezero – Tip HR-J\_2 (Vransko jezero na Cresu)

Referentna zajednica: Livade parožina (*Chara polycantha*, *Ch. virgata* i *Nitella* spp.).

- Zbog iznimne prozirnosti makrofitska vegetacija javlja se do dubine od 30 m, a neke zelene alge čak do dubine od 50 m.
- Zbog strmih obala nije razvijen kontinuirani pojas močvarne vegetacije.

Naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima (sjeverna obala):

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

Naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima (jugoistočna obala):

- do dubine od 3 m javlja se monodominantno trska.

Naseljenost makrofitskih zajednica po dubinskim pojasevima (južna obala):

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

Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR-J\_2 prikazane su u Tablici 4.3.3.- 4.

Tablica 4.3.3.-4. Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR- J\_2

Elementi ocjene	Vrijednost $BM_{HR}$				
	5	4	3	2	1
Pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
Broj karakterističnih vrsta*	> 6	4 - 5	2 - 3	1, česta	0 - 1, rijetka
Broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0 - 1
Srednja dubinska granica makrofita (m)	> 25	25 - 15	15 - 9	9 - 2,5	< 2,5

\*Karakteristične vrste: *Chara polyantha*, *Ch. fragilis*, *Ch. virgata*, *Ch. aspera*, *Ch. globularis*, *Ch. hispida*, *Nitella hyalina*, *Nitella opaca*, *Nitella confervacea*, *Najas marina*

\*\*Karakteristične zajednice (dubinski pojasi): zajednica s *Najas marina* i više vrsta parožina u plićoj vodi; livade vrste *Chara polyantha*; livade vrste *Chara virgata*; livade vrsta *Nitellopsis opaca* i *Nitella confervacea*.

### B) Oligotrofno jezero – Tip HR- J\_1A (jezero Kozjak)

Referentna zajednica: Livade parožina (*Chara contraria*, *Ch. fragilis* i *Nitellopsis opaca*) koje se pružaju od najplićih dijelova do dubine od 20,5 m.

- S dubinom pada ukupan broj vrsta, ali raste njihova abundancija.
- Na strmim obalama te jače zasjenjenim mjestima pojas močvarne vegetacije u potpunosti izostaje.

Naseljenost makrofitičkih zajednica po dubinskim pojasevima:

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

Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR- J\_1A prikazane su u Tablici 4.3.3.- 5.

Tablica 4.3.3.-5. Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR- J\_1A

Elementi ocjene	Vrijednost $BM_{HR}$				
	5	4	3	2	1
Pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
Broj karakterističnih vrsta*	> 10	10 - 7	7 - 3	< 3,1 česta	0 - 1, rijetka
Broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0

Elementi ocjene	Vrijednost BM <sub>HR</sub>				
	5	4	3	2	1
Srednja dubinska granica makrofita (m)	> 19	19 - 9	9 - 4,2	4,2 - 2,4	< 2,4

Karakteristične vrste: *Chara contraria*, *Ch. hispida*, *Ch. delicatula*, *Ch. globularis*, *Ch. vulgaris*, *Nitellopsis opaca*, *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *P. fluitans*, *P. pusillus*, *P. pectinatus*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ranunculus trichophyllus*

\*\*Karakteristične zajednice (dubinski pojasi): zajednica vaskularnih makrofita u najplićem pojasu; livade vrste *Chara contraria*; livade vrste *Chara globularis*; livade (ili fragmentarne sastojine) vrste *Nitellopsis opaca*.

### C) Oligotrofno - mezotrofno jezero - HR- J\_1B (jezero Prošće)

Referentne zajednice: sastojine vrste *Myriophyllum verticillatum*, livade parožina (*Chara contraria* i *Nitellopsis opaca*).

Najvažnije zajednice čine submerzni makrofiti rasprostranjeni od najplićih obalnih dijelova do dubine od 13 m, dok su najbujnije razvijeni u dubinskom pojasu od 1,5 do 11 m. Karakteristične vrste: sastojine oblića (*Scirpus lacustris*) riječne preslice (*Equisetum fluviatile*), ježinca (*Sparganium erectum*), krutog šaša (*Carex elata*), *Typha latifolia*, *Mentha aquatica*, *Oenathe fistulosa*, *Lythrum salicaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Phragmites australis*, zajednica ljutka (*Cladium marisus*).

Naseljenost makrofitičkih zajednica po dubinskim pojasevima:

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

Vrijednosti BM<sub>HR</sub> za jezerski tip HR- J\_1B prikazane su u Tablici 4.3.3.- 6.

Tablica 4.3.3.-6. Vrijednosti BM<sub>HR</sub> za jezerski tip HR- J\_1B

Elementi ocjene	Vrijednost BM <sub>HR</sub>				
	5	4	3	2	1
Pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina i submerznih makrofita (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 -10	< 5
Broj karakterističnih vrsta*	> 12	12 - 8	8 - 4	< 4, 1 česta	0 - 1, rijetka
Broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0
Srednja dubinska granica makrofita (m)	> 11	11 - 9	9 - 5	5 - 2,5	< 2,5

\*Karakteristične vrste: *Chara contraria*, *Ch. globularis*, *Ch. hispida*, *Ch. rudis*, *Ch. vulgaris*, *Ch. virgata*, *Nitellopsis opaca*, *Myriophyllum verticillatum*, *Ranunculus trichophyllus*, *R. fluitans*, *Potamogeton natans*, *P. perfoliatus*, *Potamogeton pusillus*, *Mentha aquatica*, *Myriophyllum spicatum*, *Veronica beccabunga*

\*\*Karakteristične zajednice (dubinski pojasi): sastojine parožina i vaskularnih makrofita u uvalama; sastojine vrste *Myriophyllum verticillatum* s drugim makrofitima; livade vrste *Chara contraria*; livade ili sastojine vrste *Nitellopsis opaca*

#### 4.3.3.3.2. Oligotrofno - mezotrofna jezera sa zajednicama širokolisnih mriješnjaka i parožina (HR-J\_5)

##### Oligotrofno - mezotrofno jezero - HR-J\_5 (jezero Visovac)

Referentna zajednica: livade širokolisnih mriješnjaka (širokolisne vrste roda *Potamogeton*) i livade parožina.

Obalni pojas čine tršćaci s gustim, gotovo monodominatnim sastojinama trske (*Phragmites australis*) koju prema većoj dubini smjenjuju sastojine oblića (*Scirpus lacustris*).

Karakteristična emernna vegetacija: sastojine dugog šilja (*Cyperus longus*), *Typha latifolia*, *Spartanium erectum*, *Juncus compressus*, *Iris pseudacorus*, *Carex elata*, *Carex pendula*, *Cladium mariscus*, *Eleocharis palustris*, *Scirpus holoschoenus*, *Scirpus maritimus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Galium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Stachys palustris*, *Mentha aquatica*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Oenanthe fistulosa*, *Oenanthe silaifolia*, *Equisetum paluste*.

Karakteristična submerzna vegetacija: sastojine borka (*Hippuris vulgaris*), *Callitriche cophocarpa*, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale*, *Mentha aquatica*, *Veronica beccabunga*, *Agrsotis stolonifera*, bijeli lopoč (*Nymphaea alba*), žuti lokvanj (*Nuphar lutea*), mala vodena leća (*Lemna minor*), *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. crispus*, *Myriophyllum spicatum*, *Ranunculus trichophyllus*, *Potamogeton pectinatus*, *Ceratophyllum demersum* te zajednice parožina koje čine vrste: *Chara vulgaris*, *Ch. visianii*, *Ch. contraria* (koja se osim u tipičnom obliku javlja i s f. *denundata* i f. *dalmatica*), *Nitella syncrpa*, *Nitella opaca*, *Nitelopsis obtusum*, *Lychonothamnus barbatus* te ***Chara visianii*** (endemična vrsta Visovačkog jezera).

Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip **HR- J\_5** prikazane su u Tablici 4.3.3.- 7.

Tablica 4.3.3.- 7. Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR- J\_5

Elementi ocjene	Vrijednost $BM_{HR}$				
	5	4	3	2	1
Pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
Broj karakterističnih vrsta*	> 10	10 - 7	7 - 3	< 3, 1 česta	0 – 1 rijetka
Broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	4	3	2	1	0
Srednja dubinska granica makrofita (m)	> 9	4,2 - 9	2,4 - 4,2	1,2 - 2,4	< 1,2

\*Karakteristične vrste: *Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*, *P. pusillus*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ranunculus trichophyllus*, *Potamogeton pectinatus*, *Chara vulgaris*, *Ch. visianii*, *Ch. contraria*, *Nitella syncrpa*, *Nitella opaca*, *Nitelopsis obtusum*, *Lychonothamnus barbatus*, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale*, *Callitriche spp.*, *Mentha aquatica*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea alba*, *Oenanthe fistulosa*, *O. aquatica*, *Veronica beccabunga*, *Veronica anagalis-aquatica*, *Hippuris vulgaris*

\*\*Karakteristične zajednice (dubinski pojasi): zajednica vrsta *Berula erecta* i *Nasturtium officinale* s drugim vrstama vaskularnih makrofita, zajednica plutajućih makrofita s lopočima i lokvanjima, zajednica širokolisnih mriješnjaka (*Potamogeton lucens*, *P. perfoliatus*) s drugim vrstama vaskularnih makrofita i parožina, livade parožina



4.3.3.3.3. Mezotrofna jezera (pri dnu zaslanjena jezera) sa zajednicama parožina i vaskularnih makrofita (HR-J\_3)

#### Mezotrofno jezero – Tip HR-J\_3 (jezero Crniševo/Baćinska jezera)

Referentna zajednica: Livade parožina i vaskularnih makrofita (*Chara corfuensis*, *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton spp.*)

U dublje dijelove prodire morska voda, što sprječava razvoj makrofitska vegetacije te se njena dubinska granica nalazi na oko 8 m.

Karakteristične vrste: *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Cladium mariscus*, *Sparganium erectum*, *Scirpus triqueter*, *Cyperus longus*, *Alyssa plantago-aquatica*, *Potamogeton natans*, *Nymphaea alba*, *Chara virgata* i *Ch. globularis*, *Chara corfuensis* (endemična balkanska vrsta), *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*.

Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR- J\_3 prikazane su u Tablici 4.3.3.- 8.

Tablica 4.3.3.-8. Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR- J\_3

Elementi ocjene	Vrijednost $BM_{HR}$				
	5	4	3	2	1
Pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
Broj karakterističnih vrsta*	> 5	4 - 5	2 - 3	1, česta	0-1, rijetka
Broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	2	1	1, fragmentarno	samo pojedinačne biljke	0
Srednja dubinska granica makrofita (m)	> 7	7 - 4,2	4,2 - 2,4	2,4 - 1,2	< 1,2

\*Karakteristične vrste: *Chara corfuensis*, *Chara virgata*, *Ch. globularis*, *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton perfoliatus*, *P. natans*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*

\*\*Karakteristične zajednice (dubinski pojasi): pojas plutajuće vegetacije s vrstama *Potamogeton natans* i/ili *Nymphaea alba*; livade parožina s dominantnom vrstom *Chara corfuensis*

Pokazatelji eutrofikacije: *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum* s time da pojavnost posljednje tri upućuje na eutrofikaciju.

#### 4.3.3.4. Mezotrofna jezera sa zajednicom parožina i travolisnog mrijesnjava (HR-J\_4)

##### Mezotrofno jezero – Tip HR-J\_4 (Vransko jezero kod Biograda)

Referentna zajednica: Livade parožina i travolisnog mrijesnjava (*Chara tomentosa* i *Potamogeton pectinatus*).

Svjetlost prodire do dubine od 5 m pa je makrofitska vegetacija razvijena na gotovo čitavoj površini dna.

Karakteristične vrste: *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Najas marina*, *Potamogeton pectinatus*, *Chara tomentosa*, *Ch. aspera*, *Ch. contraria*, *Nitellopsis obtusa*, *Alisma lanceolatum*, *A. plantago-aquatica*, *Berula erecta*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Nasturtium officinale*, *Ceratophyllum demersum*, *Myosotis scorpioides*, *Carex elata*, *Cladium mariscus*, *Cyperus fuscus*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Schoenus nigricans*, *Scirpus holoschoenus*, *Scirpus litoralis*, *Scirpus maritimus*, *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, *Iris pseudacorus*, *Juncus acutus*, *Juncus articulatus*, *Juncus gerardi*, *Juncus inflexus*, *Juncus maritimus*, *Juncus subnodulosus*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Stachys palustris*, *Utricularia australis*, *Lythrum salicaria*, *Nymphaea alba*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton trichoides*, *Samolus valerandi*, *Ranunculus trichophyllus*, *Galium palustre*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Sparganium erectum*, *Thelypteris palustris*.

Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR- J\_4 prikazane su u Tablici 4.3.3.- 9.

Tablica 4.3.3.-9. Vrijednosti  $BM_{HR}$  za jezerski tip HR - J\_4

Elementi ocjene	Vrijednost $BM_{HR}$				
	5	4	3	2	1
Pokrovnost naseljenog dna s livadama parožina (%)	> 50	25 - 50	10 - 25	5 - 10	< 5
Broj karakterističnih vrsta*	> 5 abundancija vrste <i>Potamogeton pectinatus</i> nije veća od abundancije parožina	4 - 5	2 - 3	1, česta	0-1, rijetka
Broj karakterističnih vegetacijskih struktura (zajednica, pojasa)**	2, uz udio vrste <i>P. pectinatus</i> manji od 50%	2, uz udio vrste <i>P. pectinatus</i> veći od 50%	1	1, fragmentarno	0
Srednja dubinska granica makrofita (m)	> 5	5-4,2	4,2-2,4	2,4-1,2	<1,2

\*Karakteristične vrste: *Chara tomentosa*, *Ch. aspera*, *Ch. contraria*, *Nitellopsis obtusa*, *Najas marina*, *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hippuris vulgaris*, *Berula erecta*, *Nasturtium officinale*, *Mentha aquatica*, *Utricularia australis*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton perfoliatus*, *Potamogeton trichoides*, *Nymphaea alba*.

\*\*Karakteristične zajednice (dubinski pojasi): zajednica vrste *Najas marina* s drugim vaskularnim makrofitima i parožinama; livade vrste *Chara tomentosa* i drugih parožina s različitim udjelima vrste *Potamogeton pectinatus*.

#### 4.3.3.4. Izračunavanje vrijednosti stupnja degradacije određenog biocenološkom metodom/biocenološkog indeksa

Vrijednost biocenološkog indeksa je srednja vrijednost elemenata ocjene koji su navedeni u Tablicama 4.3.3.-5. do 4.3.3.-10. i može biti u rasponu od 1 do 5.

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

#### 4.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Omjer ekološke kakvoće za stupanj degradacije određen biocenološkom metodom se izračunava prema formuli:

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

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

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makrofita je vrijednost OEK-a izračunatog biocenološkom metodom,  $BM_{HR}$ , odnosno  $OEK_{\text{makrofita}} = OEK_{BM_{HR}}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 8. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 4.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROFITA U JEZERIMA

Terenski protokol za uzorkovanje makrofita u jezerima treba sadržavati sljedeće podatke:

- naziv jezera/akumulacije,
- šifra vodnog tijela,
- šifra i naziv tipa jezera,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- ime i prezime osobe koja uzorkuje,
- datum uzorkovanja,
- nagib obale (1 – ravan, 2 – srednji, 3 – strm, o - okomit)
- obalni supstrat (%)
  - megalital (> 40 cm),
  - makrolital (20 - 40 cm),
  - mezolital (6,3 - 20 cm),
  - mikrolital (2,0 - 6,3 cm),
  - akal (0,2 - 2,0 cm),
  - psamal (0,063 - 0,2 cm),
  - pelal (< 0,063 cm),
- nagib potopljenog supstrata u litoralnoj zoni (1 – ravan, 2 – srednji, 3 – strm, o - okomit),
- tip potopljenog supstrata u litoralnoj zoni (%)
  - megalital (> 40 cm),
  - makrolital (20 - 40 cm),
  - mezolital (6,3 - 20 cm),
  - mikrolital (2,0- 6,3 cm),
  - akal (0,2 - 2,0 cm),
  - psamal (0,063 - 0,2 cm) i
  - pelal (< 0,063 cm).

#### PODACI O TRANSEKTU UZORKOVANJA

- način uzorkovanja (ronjenjem ili iz čamca),
- sredstvo uzorkovanja (grablje na užetu, grablje na teleskopskoj dršci, drugi tip uzorkivača i koji),
- tijekom uzorkovanja GPS uređaj mora bilježiti kretanje po transektu,
- na svakoj točki uzorkovanja na transektu zabilježiti sljedeće:
  - naziv ili broj točke,
  - geografska dužina i širina točke uzorkovanja (nije potrebno pisati na terenu ako ih je moguće iščitati iz GPS uređaja po povratku u laboratorij),
  - dubina uzorkovanja,
  - prozirnost (Secchi dubina),
  - sve utvrđene vrste makrofita i makroalgi,
  - supstrat (gdje je moguće utvrditi ovisno o dubini i vidljivosti; primjerice pomoću Eckmanovog ili Petersonovog grabila),
    - megalital (> 40 cm),
    - makrolital (20 - 40 cm),
    - mezolital (6,3 - 20 cm),
    - mikrolital (2,0 - 6,3 cm),
    - akal (0,2 - 2,0 cm),
    - psamal (0,063 - 0,2 cm) i
    - pelal (< 0,063 cm),
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

#### 4.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS

Do sada je makrozoobentos bio najčešće korištena skupina vodenih organizama za praćenje promjena vodnog okoliša u rijekama, dok je u monitoringu jezera bio manje zastupljen. Stupanjem na snagu Uredbe o standardu kakvoće voda makrozoobentos postaje biološki element za ocjenu ekološkog stanja jezera. Strukturalni elementi koji su najpouzdaniji i koji se najčešće koriste za određivanje trofičkog stanja jezera su broj i bogatstvo vrsta indikatora te njihova relativna brojnost. U jezerima je prisutna manja raznolikost svojti u odnosu na rijeke, a u zajednici dominiraju predstavnici Oligochaeta i Diptera-Chironomidae. Budući da je eutrofikacija (antropogenog ili prirodnog uzroka) najznačajniji utjecaj u našim jezerima, analizira se zajednica profundala stratificiranih jezera, jer ona najbolje ukazuje na navedeni utjecaj (Solimini i sur., 2006.).

##### 4.4.1. UZORKOVANJE

###### 4.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorci makrozoobentosa sabiru se tijekom travnja ili svibnja, jer je tada obično najveća brojnost i raznolikost svojti, posebice ako u kasno ljeto nastupa hipoksija u pridnom sloju vode.

###### 4.4.1.2. Oprema potrebna za uzorkovanje

- karta u mjerilu 1:25 000 ili 1:50 000,
- terenski protokol,
- Eckman-ovo grabilo,
- čamac,

- grafitna i kemijska olovka,
- dubinomjer,
- gumene čizme,
- staklenka sa širokim grlom,
- uljni flomaster (otporan na alkohol i vodu),
- vodootporne etikete,
- plastična kadica,
- mrežica za prosijavanje s promjerom pora od 0,5 mm,
- pinceta,
- otopina za fiksiranje,
- fotoaparat,
- 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.

#### 4.4.1.3. Način uzorkovanja

Uzorci u stratificiranim jezerima se sabiru s dna najdubljeg dijela jezera, iz profundala, pomoću Eckman-ovog grabila. U nestratificiranim, plitkim jezerima, uzorci se uzimaju u središnjem dijelu jezera. Sabire se po 5 poduzoraka dna zahvatne površine 0,0225 m<sup>2</sup> (ukupno 0,1125 m<sup>2</sup>). Uzorci se na terenu isperu kroz mrežicu veličine oka od 0,5 mm, radi smanjivanja volumena odstranjivanjem mulja i ostalih sitnih čestica. Uzorci se spremaju u boce širokog grla te odmah konzerviraju 70%-nim etilnim alkoholom.

Svaki sabrani uzorak pohranjen u boci mora biti pravilno označen. U tu se svrhu koriste etikete od paus papira ispisane grafitnom olovkom, koje se stavljaju u bočice s uzorkom te oznake na bočici, koje moraju sadržavati sljedeće podatke:

- naziv jezera,
- oznaka mjesta uzorkovanja,
- dubina uzorkovanja i
- datum i vrijeme uzorkovanja.

#### 4.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORAKA

Sakupljeni i pravilno označeni uzorci se dopremaju u laboratorij na daljnju obradu. U laboratoriju se iz cijelog uzorka, uz pomoć stereo mikroskopa (lupe), izdvoje i prebroje predstavnici pojedinih skupina u zasebne označene kivete sa 70%-tnim etilnim alkoholom. U kivete također treba staviti etiketu s podacima o uzorku (naziv jezera, oznaka lokacije, datum uzorkovanja) i skupini organizma. Nakon toga se pristupi determinaciji do najniže moguće sistematske razine. Na kraju se brojnost pojedinih svojti preračuna na površinu od 1 m<sup>2</sup>.

Tablica 4.4.2.-1. Taksonomska razina determinacije makrozoobentosa

Sistematska skupina	Nivo determinacije
Oligochaeta	porodica, rod, vrsta
Diptera (Chironomidae)	potporodica, rod, vrsta

Relevantna taksonomska literatura za determinaciju skupina Oligochaeta i Diptera-Chironomidae je navedena u Poglavlju 7.1.3.

#### 4.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

##### 4.4.3.1. Pokazatelji/indeksi za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrozoobentosa potrebno je odrediti modul za trofiju pomoću bentičkih trofičkih indeksa.

Tablica 4.4.3-1. Pokazatelji/indeksi i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje pojedini biološki indeks	Modul
Makrozoobentos	Bentički trofički indeksi	Opterećenje hranjivim tvarima (eutrofikacija)	Trofija

##### 4.4.3.2. Uvrštavanje mjerne postaje uzorkovanja u jezerski vodni tip

U svrhu ocjenjivanja ekološkog stanja temeljem makrozoobentosa potrebno je utvrditi kojem tipu jezera pripada određena mjerna postaja.

##### 4.4.3.3. Određivanje eutrofikacije na temelju makrozoobentosa

Bentički trofički indeksi su pokazatelji koji ukazuju na eutrofikaciju jezera, a temelje se na odnosu brojnosti netolerantnih vrsta (eutrofne + eutrofno - mezotrofne) i tolerantnih vrsta (oligotrofne + mesotrofne).

###### 4.4.3.3.1 Izračunavanje bentičkih trofičkih indeksa/pokazatelja (EI, mEI, BTI, BQI)

Svako od prirodnih jezera u Hrvatskoj pripada zasebnom tipu ili podtipu, a jezera u Dinaridskoj - primorskoj subekoregiji međusobno se znatno razlikuju, iako su smještene na istoj geološkoj podlozi i u istom klimatskom pojasu. Stoga je za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa potrebno koristiti različitu kombinaciju bentičkih trofičkih indeksa, koja odgovara specifičnostima svakog jezera. Trofički pokazatelji/indeksi koji se koriste za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa su:

###### a) Indeks temeljen na zajednici Oligochaeta:

**EI (Environmental Index)** se temelji na relativnoj brojnosti Oligochaeta (Howmiller & Scott, 1977.).

$$EI = \frac{\sum n_1 + 2 \sum n_2}{\sum n_0 + \sum n_1 + \sum n_2}$$

gdje je:

$n_0$  = broj jedinki oligoheta indikatora oligotrofije

$n_1$  = broj jedinki oligoheta indikatora mesotrofije

$n_2$  = broj jedinki oligoheta indikatora eutrofije.

## b) Indeksi temeljeni na zajednicama Oligochaeta i Chironomida

- BQI (Benthic Quality Indeks, Wiederholm, 1980.)**. BQI se koristi za izračunavanje stupnja trofije na temelju zastupljenosti indikatora oligoheta ili indikatora hironomida. Indeks se izračunava prema sljedećoj formuli:

$$BQI = \frac{\sum n_i k_i}{N}$$

gdje je:

$n_i$  = broj jedinki indikatora određenog stupnja trofije

$N$  = ukupna brojnost svih vrsta indikatora

$k_i$  = vrijednost konstante za svaku vrstu (1-4) navedenu u Tablici 4.4.3.-2.

- mEI (Modified Environmental Indeks, Milbrink, 1980.)**, se izračunava ili na temelju skupine Chironomidae ili Oligochaeta ili na temelju obje skupine, a izračunava se prema formuli:

$$mEI = \frac{0,5 \sum n_0 + \sum n_1 + 2 \sum n_2 + 3 \sum n_3}{\sum n_0 + \sum n_1 + \sum n_2 + \sum n_3}$$

gdje je:

$\sum n_0 \dots \sum n_3$  = ukupni broj Oligochaeta, Chironomidae ili Oligochaeta+Chironomidae svrstanih u skupine 0, 1, 2 ili 3 prema stupnju trofije (Tablica 4.4.3.-2.).

- BTI (Bentičkii trofički indeks)** se temelji na toleranciji (netoleranciji) pojedinih svojti prema stupnjevima trofije, prema Tablici 4.4.3.-2., odnosno na odnosu brojnosti, na visok stupanj trofije tolerantnih vrsta (eutrofne + eutrofno-mezotrofne), prema brojnosti na trofiju netolerantnih vrsta (oligotrofne+mesotrofne), a izračunava se prema formuli:

$$BTI = \frac{\sum n_{eu} + n_{eu-me}}{\sum n_{ol} + n_{ol-me}}$$

gdje je:

$n_{eu}$  = broj eutrofnih indikatora

$n_{eu-me}$  = broj eutro-mesotrofnih indikatora

$n_{ol}$  = broj oligotrofnih indikatora

$n_{ol-me}$  = broj oligotrofno-mesotrofnih indikatora.

Popis svojti Oligochaeta i Chironomida i njihova tolerancija prema stupnju trofije navedena je u Tablici 4.4.3.-2.

Tablica 4.4.3.-2. Popis svojti Oligochaeta i Chironomida i njihova tolerancija prema stupnju trofije

Svojta	Trofija	EI	Stupanj trofije - mEI i BTI	$k_i$ BQI
OLIGOCHAETA				
<i>Enchytraeidae Gen. sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Eiseniella tetraedra</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Lumbricidae Gen. sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Lumbriculidae Gen. sp.</i>	Mesotrofno		1	3

Svojta	Trofija	EI	Stupanj trofije - mEI i BTI	k <sub>i</sub> BQI
<i>Stylodrilus heringianus</i>	Oligotrofno	0	0	4
<i>Dero sp.</i>	Meso-Eutrofno	1	2	2
<i>Nais communis</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Nais pseudobtusa</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Nais variabilis</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Stylaria lacustris</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Aulodrilus pluriseta</i>	Mesotrofno	1	1	3
<i>Embolecephalus velutinus</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>	Eutrofno	2	3	1
<i>Limnodrilus udekemianus</i>	Eutrofno	2	3	1
<i>Potamothrix hammoniensis</i>	Meso-Eutrofno	1	2	2
<i>Potamothrix heuscheri</i>	Meso-Eutrofno	1	2	2
<i>Potamothrix bavaricus</i>	Meso-Eutrofno	1	2	2
<i>Potamothrix sp.</i>	Meso-Eutrofno	1	2	2
<i>Psammoryctides barbatus</i>	Mesotrofno	0	1	3
<i>Tubifex ignotus</i>	Meso-Eutrofno		2	2
CHIRONOMIDAE				
<i>Ablabesmyia sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Chironomus aprilius</i>	Eutrofno		3	
<i>Chironomus commutatus</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Chironomus luridus-Agg.</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Chironomus nuditarsis</i>	Eutrofno		3	1
<i>Chironomus plumosus</i>	Eutrofno		3	1
<i>Cladopelma laccophila-Gr.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Cladotanytarsus sp.</i>				
<i>Conhapelopia sp.</i>				
<i>Corynoneura sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Cryptochironomus sp.</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Cryptotendipes sp.</i>				
<i>Dicrotendipes nervosus</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Endochironomus sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Microchironomus tener</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Micropsectra sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Microtendipes pedellus</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Micrtendipes rydalensis-Gr.</i>				
<i>Orthocladiinae Gen. sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Parachironomus sp.</i>				
<i>Paracladopelma sp.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Paratanytarsus austriacus</i>	Oligotrofno		0	4
<i>Paratanytarsus lauterborni-Gr.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Paratendipes albimanus-Gr.</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Polypedilum bicrenatum</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Polypedilum laetum</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Polypedilum nubeculosum</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Polypedilum scalaenum</i>	Mesotrofno		1	3
<i>Procladius choreus</i>				
<i>Prodiamesa olivacea</i>	Meso-Eutrofno		2	2
<i>Psectrocladius psilopterus</i>	Oligotrofno		0	4
<i>Psectrotanypus varius</i>				
<i>Stictochironomus sp.</i>				
<i>Tanytarsus gregarius-Gr.</i>	Oligotrofno		0	4
<i>Tanytarsus glabrescens Gr.</i>	Oligotrofno		0	4
<i>Tanytarsus sp.</i>	Mesotrofno		1	3



#### 4.4.3.4. Referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja/indeksa ekološkog stanja za makrozoobentosu specifične za određene tipove jezera

U Tablici 4.4.3.-3. nalaze se granične referentne i najlošije vrijednosti pokazatelja/indeksa za svaki tip jezera.

Tablica 4.4.3.-3. Referentne i najlošije vrijednosti ekološkog stanja pokazatelja/indeksa ekološkog stanja za makrozoobentos

HR Tip	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
HR-J_1A JEZERO KOZJAK	BQI	3,40	1
	mEI	0,40	3
HR-J_1B JEZERO PROŠĆE	mEI	0,40	3
	BTI	1,00	60
HR-J_2 VRANSKO/CRES	BQI	3,60	1
	EI	0,30	2
	mEI	0,40	3
	BTI	0,10	32
HR-J_3 JEZERO CRNIŠEVO	BQI	3,00	1
	EI	0,60	2
HR-J_4 VRANSKO/BIOGRAD	BQI	3,00	1
	EI	0,60	2
HR-J_5 JEZERO VISOVAC	EI	0,40	2
	mEI	0,40	3

#### 4.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Kako se vrijednosti indeksa nalaze u različitim rasponima, za ukupnu ocjenu ekološkog stanja se njihove vrijednosti transformiraju u oblik koji omogućuje njihovu usporedbu, tj stvarne vrijednosti indeksa se transformiraju u vrijednosti između 0 i 1.

Vrijednost omjera ekološke kakvoće (OEK) za svaki korišteni indeks se izračuna prema sljedećoj formuli:

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

Referentne i najlošije vrijednosti svakog od indeksa očitavaju se iz Tablica referentnih i graničnih vrijednosti za svaki tip jezera (Tablica 4.4.3.-3.).

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

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makrozoobentosu je srednja vrijednost OEK-a svih korištenih indeksa, odnosno  $OEK_{\text{makrozoobentos}} = (OEK_{EI} + OEK_{mEI} + OEK_{BQI} + OEK_{BTI} \text{ indeksa}) / \text{broj korištenih indeksa}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 8. iz Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 4.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U JEZERIMA

Terenski protokol za uzorkovanje makrozoobentosa u jezerima se obavezno popunjava na terenu, a mora sadržavati sljedeće podatke:

- naziv jezera/akumulacije,
- šifra i naziv tipa jezera,
- šifra vodnog tijela,
- nadmorska visina,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),
- ime osobe koja uzorkuje,
- datum uzorkovanja,
- fotografija mjesta uzorkovanja,
- dubina mjesta uzorkovanja (m),
- vrsta grabila (Eckmanovo, Petersonov, ..),
- zahvatna površina uzorkivača (m<sup>2</sup>),
- broj poduzorka,
- vidljivo onečišćenje (nema onečišćenja, malo, srednje, jako),
- razina vode (suho, niska, srednja, visoka) i
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

## 5. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA PRIJELAZNE VODE

### 5.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON (BIOMASA – KONCENTRACIJA KLOROFILA A)

Fitoplankton je jedan od četiri obavezna biološka elementa kakvoće za ocjenu ekološkog stanja prijelaznih voda prema Uredbi o standardu kakvoće voda, pri čemu je biomasa fitoplanktona kao indikator osobito osjetljiv na antropogeni utjecaj, zbog brzog odgovora na opterećenje ekosustava hranjivim tvarima. Najjednostavnija i najčešće primjenjivana metoda za određivanje biomase fitoplanktona je mjerenje koncentracije klorofila *a*.

#### 5.1.1. UZORKOVANJE

##### 5.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja

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

##### 5.1.1.2. Izbor mjerne postaje i dubine uzorkovanja

Uzorkovanje se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se mjere i uzorkuje voda za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje, na tri dubine u vertikalnom profilu vodenog stupca (0,5 m, 5m i 10 m). Preporučuje se uzorkovanje iz čitavog stupca vode kako bi se dobio uvid u stanje čitavog stupca, ali nije obvezno.

##### 5.1.1.3. Oprema za uzorkovanje fitoplanktona

Uzorkovanje fitoplanktona se obavlja s istraživačkog broda građenog i opremljenog za specifične potrebe istraživanja prijelaznih i priobalnih voda.

Za uzorkovanje fitoplanktona potrebna je sljedeća oprema:

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

#### **5.1.1.4. Uzorkovanje fitoplanktona**

U svim vodnim tijelima prijelaznih voda uzorkovanje se obavlja na standardnim oceanografskim dubinama (0,5 m; 5 m i 10 m). U slučaju kad je dubina postaje manja od 10 m, uzorkovanje se obavlja također na standardnim oceanografskim dubinama i u pridnenom sloju 2m iznad dna. Iz crpaca se u polietilenske ili staklene bočice uzimaju poduzorci od 250 - 500 ml, filtriraju odmah na brodu ili spremaju u hladnjak do dolaska u laboratorij na kopnu.

Svaki uzorak mora biti pravilno označen naljepnicom koja mora sadržavati sljedeće podatke:

- oznaku vodnog tijela,
- oznaku mjerne postaje,
- dubinu uzorkovanja i
- datum i vrijeme uzorkovanja.

#### **5.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA**

##### **5.1.2.1. Materijal i oprema za mjerenje koncentracije klorofila *a***

Materijal:

- Mili-Q voda,
- aceton p. a.,
- 0,1 M HCl,
- filtri od staklenih vlakana (Whatman GF/F), veličine pora 0,7  $\mu\text{m}$ , promjera 47 mm,
- staklena menzura, 500 mL,
- Büchner-ov lijevak,
- kapaljka i
- alu-folija.

Oprema:

- centrifuga,
- laboratorijski fluorimetar,
- homogenizator,
- vakuumska pumpa,
- sustav za filtraciju,
- epruveta za homogeniziranje,
- kivete za centrifugiranje, 10 mL,
- staklene kivete za fluorimetar, okrugle, 12x35 mm s kapičom s navojem,
- pinceta,
- hladnjak i
- zamrzivač.

##### **5.1.2.2. Mjerenje koncentracije klorofila *a***

U laboratoriju se koncentracija klorofil *a* određuje fluorimetrijskom metodom (Yentsch i Menzel, 1963.; Holm-Hansen i sur., 1965.; Strickland i Parsons, 1972.).

#### 5.1.2.2.1. Priprema uzorka

Uzorci morske vode (do 500 mL) filtriraju se kroz staklene filtre promjera 47 mm i veličine pora 0,7 µm, uz podtlak do 20 kPa.

Filter s ostatkom se ispere malom količinom Mili-Q vode, filtrira do suhoga, presavije i zaštiti alu folijom te označi (vodno tijelo, postaja, datum i vrijeme uzorkovanja, dubina, volumen filtrirane vode) i pohrani u zamrzivaču na -20°C do određivanja, a najduže do mjesec dana.

#### 5.1.2.2.2. Ekstrakcija, mjerenje i izračunavanje koncentracije klorofila *a*

Filter sa stanicama fitoplanktonskih algi se odmrzne i homogenizira pomoću homogenizatora u posebnoj epruveti za homogenizaciju u kojoj se nalazi oko 7 ml 90% acetona. Homogenizacija traje oko 1 min kod brzine 30 okr./min. Homogenat se prelije u kivetu za centrifugiranje, dolije acetonom do 10 ml ukupnog volumena, ostavi stajati u tami najmanje 2 sata. Nakon toga se centrifugira 10 min kod 5.000 okr/min. Takav uzorak je pripremljen za mjerenje u fluorimetru.

Koncentracija klorofila *a* izračuna se prema jednadžbi (Strickland i Parsons, 1972.):

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

gdje je:

C(Chla) – koncentracija klorofila izražena u µg L<sup>-1</sup>

F<sub>D</sub> - faktor vrata izražen u µg L<sup>-1</sup> i po jedinici fluorescencije,

T - odnos fluorescencije klorofila *a* prije i poslije zakiseljenja (R<sub>B</sub>/R<sub>A</sub>),

R<sub>B</sub> - fluorescencija uzorka prije zakiseljenja,

R<sub>A</sub> - fluorescencija uzorka poslije zakiseljenja,

v - volumen ekstrakta klorofila *a* u litrama,

V - volumen profiltriranog uzorka u litrama.

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

### 5.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 5.1.3.1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa fitoplanktona potrebno je odrediti modul za trofiju.

Tablica 5.1.3.-1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Biološki element kakvoće	Pokazatelj	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Biomasa fitoplanktona	Klorofil <i>a</i>	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofija

### 5.1.3.2. Mjerna postaja za fitoplankton

Za ocjenjivanje ekološkog stanja mjernu postaju za uzorkovanje potrebno je uvrstiti u pripadajući tip prijelazne vode.

### 5.1.3.3. Određivanje trofije na temelju fitoplanktona

Trofija se određuje na temelju koncentracije klorofila *a* koji je neposredan pokazatelj primarne proizvodnje ekosustava prijelaznih voda te se kao takav može koristiti za određivanje ekološkog stanja vode na temelju fitoplanktona.

### 5.1.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju koncentracije klorofila *a* prikazane su u Tablici 5.1.3.-2.

Tablica 5.1.3.-2. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za koncentraciju klorofil *a* za svaki tip prijelazne vode

		C(Chl <i>a</i> )/ $\mu\text{gL}^{-1}$			
Kategorija ekološkog stanja	Tip	HR-P1_2	HR-P1_3	HR-P2_2	HR-P2_3
	Referentno	$\leq 2,20$		$\leq 1,20$	
	Vrlo dobro	2,21 - 2,75		1,21 - 1,50	
	Dobro	2,76 - 4,00		1,51 - 2,20	
	Umjereno	4,01 - 6,00		2,21 - 3,20	
	Loše	6,01 - 12,2		3,21 - 6,70	
	Vrlo loše	$> 12,2$		$> 6,70$	

\*podaci iz čitavog uzorkovanog vodenog stupca (0,5 m; 5 m i 10 m)

### 5.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Izmjerene vrijednosti koncentracije klorofila *a* se pretvaraju u vrijednost omjera ekološke kakvoće (OEK) tako da se referentna vrijednost za tip prijelazne vode podijeli s godišnjim medijanom koncentracije klorofila *a* prema sljedećoj formuli:

$$\text{OEK} = \frac{\text{Referentna vrijednost}}{\text{Godišnji medijan koncentracije Chl } a}$$

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće - fitoplankton se temelji na osnovnom pokazatelju, koncentraciji klorofila *a* te pratećim osnovnim fizikalno-kemijskim pokazateljima. Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja prema koncentraciji klorofila *a*, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 10., a za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje prema Tablici 11., Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

U slučaju da je ustanovljeno različito ekološko stanje klorofila *a* i pratećih osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja, ocjenu ekološkog stanja predstavlja koncentracija klorofila *a* na sljedeći način:

<b>Ustanovljeno stanje</b>	<b>Ukupno stanje za fitoplankton</b>
<i>Stanje jednog ili više pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja bolje je u odnosu na stanje prema koncentraciji klorofila a</i>	<i>Koristi se stanje ustanovljeno na temelju koncentracije klorofila a</i>
<i>Stanje jednog ili više pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja lošije je u odnosu na stanje prema koncentraciji klorofila a</i>	<i>Stanje ustanovljeno na temelju koncentracije klorofila a se umanjuje za jednu kategoriju</i>

#### 5.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIJELAZNIM VODAMA

Terenski protokol za uzorkovanje fitoplanktona i pratećih pokazatelja u prijelaznim vodama treba sadržavati:

- šifra i naziv vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje i
- koordinate mjerne postaje iz programa monitoringa (geografska širina i dužina).

#### PODACI PRIKUPLJENI NA TERENU:

- naziv istraživačkog broda/čamca s kojeg se uzorkuje,
- datum uzorkovanja,
- položaj postaje na kojoj se uzorkuje (geografska širina i dužina),
- stanje mora (Douglas-ova skala),
- vjetar (smjer, brzina (m/s)),
- dubina postaje,
- vrijeme početka uzorkovanja,
- vrijeme završetka uzorkovanja i
- dubine uzorkovanja.

#### PODACI O UZORKOVANJU KLOROFILA $\alpha$ :

- ime osobe koja provodi uzorkovanje,
- oznaka dubine uzorkovanja,
- određivanje koncentracije klorofila  $\alpha$ 
  - na istraživačkom brodu
  - u laboratoriju.

#### PODACI O SASTAVU FITOPLANKTONSKE ZAJEDNICE:

- ime osobe koja provodi uzorkovanje,
- uzorkovanje za određivanje sastava fitoplanktona (da, ne),
- datum i oznaka dubine i
- konzerviranje uzoraka (da, ne).

#### PRATEĆI FIZIKALNO-KEMIJSKI POKAZATELJI:

- određivanje prozirnosti s bijelom Secchi disk pločom
  - ime osobe koja provodi mjerenje,
  - izmjerena prozirnost (m) i
  - nije izmjereno (navesti razlog);
- mjerenje termohalinih osobina
  - naziv/serijski broj CTD sonde,
  - ime osobe koje je rukovala sondom,

- računalo/direktorij spremanja podataka i
- naziv datoteke;
- određivanje stupnja zasićenja kisikom
  - ime osobe koja je uzorkovala,
  - oznaka Winklerove bočice s navedenom dubinom uzorkovanja i
  - ime osobe koja je titrirala;
- mjerenje pH vrijednosti
  - izmjerene pH vrijednosti po dubinama,
  - nije izmjereno;
- određivanje koncentracija hranjivih soli
  - ime osobe koja je uzorkovala,
  - oznake boca za uzorkovanje hranjivih soli uz naznačenu dubinu,
  - hranjive soli koje se određuju u brodskom laboratoriju (da – navesti, ne) i
  - hranjive soli koje se zamrzavaju i određuju u laboratoriju (da – navesti, ne);
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

## 5.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROFITI – MORSKE CVJETNICE

U prijelaznim vodama makroalge i morske cvjetnice predstavljaju zajednički biološki element kakvoće – makrofite, jer metode za izračunavanje ekološkog stanja koriste pokazatelje iz obje skupine. U prijelaznim vodama Republike Hrvatske, u dovoljnoj mjeri za provedbu monitoringa, rasprostranjene su dvije vrste, *Cymodocea nodosa* i *Zostera noltii*. Vrsta *C. nodosa* je rasprostranjena u ušćima rijeka Cetine, Mirne i Neretve te u Novigradskom moru, a vrsta *Z. noltii* u ušćima rijeka Omble, Krke, Jadra, Raše, Neretve i Mirne te u Novigradskom moru. U tim prijelaznim vodama morske cvjetnice su prisutne u vodnim tijelima samo nekih tipova prijelaznih voda, čije srednje godišnje vrijednosti saliniteta omogućuju njihov opstanak. U ovom dokumentu je opisana metodologija ocjene ekološkog stanja na temelju jednog pokazatelja, vrste *C. nodosa*, jer je metoda koja se temelji na vrsti *Z. noltii* još u fazi razvoja. Ukoliko se budućim istraživanjima utvrdi da je vrsta *Z. noltii* također pogodan pokazatelj ekološkog stanja, moguće će ova vrsta biti odabrana za provedbu monitoringa i ocjene ekološkog stanja, jer je zastupljenija u prijelaznim vodama Republike Hrvatske od vrste *C. nodosa*. U Tablici 5.2.-1. navedena su vodna tijela u kojima morske cvjetnice nisu prisutne, gdje je prisutna vrsta *C. nodosa* i gdje je prisutna vrsta *Z. noltii*.

Tablica 5.2.-1. Vodna tijela prijelaznih voda u kojima su prisutne morske cvjetnice

Estuarij	Šifra vodnog tijela	Prisutnost makrofita (morske cvjetnice)
Ombla	P1_3-OM	nije prisutna
	P2_2-OM	<i>Zostera noltii</i>
Neretva	P1_2-NEP	nije prisutna
	P2_2-NEP	<i>Cymodocea nodosa, Zostera noltii</i>
	P2_3-NE	<i>Cymodocea nodosa, Zostera noltii</i>
	P2_3-LPP	nije prisutna
Cetina	P1_2-CEP	nije prisutna
	P2_2-CE	<i>Cymodocea nodosa</i>
	P2_3-CE	nije prisutna
Jadro	P1_2-JA	nije prisutna
	P2_2-JAP	<i>Zostera noltii</i>



Estuarij	Šifra vodnog tijela	Prisutnost makrofita (morske cvjetnice)
Krka	P1_3-KR	nije prisutna
	P2_3-KR	<i>Zostera noltii</i>
Zrmanja	P1_2-ZR	nije prisutna
	P2_2-ZR	<i>Cymodocea nodosa</i>
	P2_3-ZR	<i>Zostera noltii</i>
Rječina	P1_2-RJP	nije prisutna
	P2_2-RJP	nije prisutna
Raša	P1_3-RAP	nije prisutna
	P2_3-RA	<i>Zostera noltii</i>
Mirna	P1_2-MIP	nije prisutna
	P2_2-MI	<i>Cymodocea nodosa, Zostera noltii</i>

## 5.2.1. UZORKOVANJE

### 5.2.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje morske cvjetnice prijelaznih voda, vrste *Cymodocea nodosa*, obavlja se u srpnju kada su biljke na vrhuncu razvoja.

### 5.2.1.2. Izbor mjerne postaje i dubine uzorkovanja

Uzorkovanje se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se uzorkuju makrofiti. Uzorkovanje se na svim mjernim postajama obavlja na dubini od 4 metra ( $\pm 1$  m).

### 5.2.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje

Za uzorkovanje morske cvjetnice prijelaznih voda potrebna je sljedeća oprema:

- čamac,
- ronilačka oprema,
- nazubljeni korer promjera 15 cm,
- metalni kvadrati veličine 20x20 cm,
- podvodna tablica s grafitnom pisljkom,
- vodootporni flomaster,
- posude za prijenos uzoraka,
- plastične kadice,
- najlonske vrećice,
- terenski protokol.

### 5.2.1.4. Način uzorkovanja

Na svakoj mjernoj postaji uzorci se uzimaju pomoću nazubljenog korera na pet točaka s razmakom od 10 m uzduž transekta na stalnoj dubini. Uzorci za kemijske analize biljnog tkiva uzimaju se ručno. Nakon uzorkovanja, odvajaju se pojedini dijelovi biljke (listovi, rizomi i korijenje) i pohranjuju u

najlonske vrećice na koje se voodotpornim flomasterom (ili uljnim markerom) zabilježe podaci o uzorku: šifra mjerne postaje, datum uzorkovanja, broj točke uzorkovanja.

### 5.2.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA

Uzorci iz sakupljenih 5 korera se razdvoje na listove, rizome i korijenja. Svaki element se suši u sušioniku, te se kasnije važe. Pomoću ovih podataka se izračuna:

- TW – ukupna suha masa korera i
- RWR – omjer suhe mase korijenja i zbroja suhe mase listova i korijenja.

Tri uzorka treba pripremiti za daljnju kemijsku analizu, na način da se razdvoje na listove, rizome i korijenja te osuše. Suhi elementi se usitne u fini homogenizirani prah pomoću treskalice sa agatovom kuglom, te pohrane u staklene posudice s odgovarajućim oznakama. Po završetku obrade uzoraka dobiju se 3 bočice po svakoj analizi (listovi, rizomi, korijenje), dakle ukupno 9 bočica po postaji.

Kemijska analiza uključuje analizu šest kemijskih pokazatelja:

1. postotak dušika (% N) – postotak dušika u suhoj masi rizoma,
2. izotop dušika  $^{15}\text{N}$  – omjer koncentracija izotopa dušika ( $\delta^{15}\text{N}$ ) u suhoj masi rizoma,
3. izotop sumpora  $^{34}\text{S}$  – omjer koncentracija izotopa sumpora ( $\delta^{34}\text{S}$ ) u suhoj masi rizoma,
4. bakar u rizomima – količina bakra ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) u suhoj masi rizoma,
5. kadmij u rizomima – količina kadmija ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) u suhoj masi rizoma i
6. cink u rizomima – količina cinka ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) u suhoj masi rizoma.

*NAPOMENA: U Republici Hrvatskoj za potrebe ocjene ekološkog stanja prijelaznih voda modificiranom metodom Cymox analizira se 6 kemijskih pokazatelja. Lista kemijskih pokazatelja koji se analiziraju je podložna promjenama te će se tijekom vremena prema potrebi proširiti s dodatnim pokazateljima.*

### 5.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 5.2.3.1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makrofita potrebno je odrediti modul za opću degradaciju izračunavanjem *Cymodocea nodosa* indeksa (Cymox).

Tablica 5.2.3.-1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrofita

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Makrofiti – morske cvjetnice	<i>Cymodocea nodosa</i> indeks (Cymox)	Opća degradacija	Opća degradacija

#### 5.2.3.2. Mjerna postaja za makrofita

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja zajedničke su za sve tipove prijelaznih voda, stoga uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajano za ocjenu ekološkog stanja.

### 5.2.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makrofita metodom Cymox

Metoda Cymox (*Cymodocea nodosa* index) zasniva se na mjerenju više fizioloških elemenata stanja biljke i deskriptora zajednice te njihovoj kombinaciji u završnu OEK vrijednost uz pomoć analize principalnih komponenti (PCA) (Oliva i sur., 2012.).

#### 5.2.3.3.1 Izračunavanje Cymox indeksa

Za primjenu indeksa CYMOX potrebno je obaviti mjerenja i kemijske analize za sljedeće elemente ocjene:

1. Root Weight Ratio (RWR) – omjer suhe mase korijenja i zbroja suhih masa korijenja i listova u uzorku;
2. Ukupna masa (TW) – ukupna suha masa uzorka (listovi, rizomi i korijenje);
3. Postotak dušika (%N) – postotak dušika u suhoj masi rizoma;
4. Izotop dušika  $^{15}\text{N}$  – omjer koncentracija izotopa dušika ( $\delta^{15}\text{N}$ ) u suhoj masi rizoma;
5. Izotop sumpora  $^{34}\text{S}$  – omjer koncentracija izotopa sumpora ( $\delta^{34}\text{S}$ ) u suhoj masi rizoma;
6. Bakar u rizomima – količina bakra ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) u suhoj masi rizoma;
7. Kadmij u rizomima – količina kadmija ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) u suhoj masi rizoma;
8. Cink u rizomima – količina cinka ( $\mu\text{g/g}$  suhe mase) u suhoj masi rizoma.

*NAPOMENA: U Republici Hrvatskoj za potrebe ocjene ekološkog stanja prijelaznih voda modificiranom metodom Cymox koristi se 8 elemenata ocjene. Lista elemenata na temelju koji se izračunava indeks je podložna promjenama te će se tijekom vremena prema potrebi proširiti s dodatnim elementima.*

Rezultat svih izvedenih mjerenja i analiza primjenom Cymox metode je skup brožanih vrijednosti izraženih u različitim jedinicama. Cymox metoda objedinjuje sve ove elemente u jedan pokazatelj. Za izračunavanje Cymox indeksa treba koristiti multivarijantnu statističku metodu glavnih komponenti (PCA, Principal Component Analysis) kojoj prethodi transformacija svih rezultata mjerenja. Ovom metodom dobiju se vrijednosti prve komponente (C1) koje predstavljaju vrijednost ekološkog stanja svake postaje.

Vrijednost OEK-a svake postaje se izračunava prema sljedećoj formuli:

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

gdje je:

OEK<sub>x</sub> (0-1) – OEK za postaju x,

C1<sub>x</sub> – vrijednost komponentnih bodova PC1 za postaju x,

C1<sub>najbolja</sub> – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najbolju postaju,

C1<sub>najlošija</sub> – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najlošiju postaju.

U PCA analizu ulaze svi izmjereni podaci sa svih istraživanih livada. Pomoću PCA analize dobiva se po jedna brožana vrijednost za svaku postaju. Ta brožana vrijednost je C1<sub>x</sub>. C1<sub>najbolja</sub> i C1<sub>najlošija</sub> su također brožane vrijednosti koje se dobiju u istoj analizi samo nisu za realne postaje nego za virtualno najbolju i virtualno najgoru postaju. Pokazatelji za te virtualne postaje se dobiju tako da se uzmu najbolji, odnosno najlošiji pokazatelji svih postaja.

#### 5.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Rezultat Cymox indeksa predstavlja vrijednost omjera ekološke kakvoće određene na temelju makrofita.

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makrofita je vrijednost Cymox indeksa, odnosno  $OEK_{\text{makrofita}} = OEK_{\text{Cymox}}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 10. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 5.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROFITA U PRIJELAZNIM VODAMA

Terenski protokol za uzorkovanje morske cvjetnice *Cymodocea nodosa* u prijelaznim vodama treba sadržavati:

- datum uzorkovanja,
- ime vodnog tijela,
- naziv i šifru mjerne postaje
- koordinate postaje imena osoba koje su uzorkovale
- temperatura (°C):
  - na površini
  - temperatura u sredini vodenog stupca
  - temperatura na dnu
- salinitet:
  - salinitet na površini
  - salinitet u sredini vodenog stupca
  - salinitet na dnu
- dubina uzorkovanja
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim, unose se u rubriku Napomene.

### 5.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS

Prema Uredbi o standardu kakvoće voda makrozoobentos je jedan od četiri biološka elementa kakvoće voda na temelju kojeg se određuje ekološko stanje voda. Mjerenjem sastava i bogatstva faune makrozoobentosa te određivanjem odnosa osjetljivih, indiferentnih i oportunističkih vrsta u zajednici, dobije se uvid u veličinu antropogenog utjecaja na ekosustav prijelaznih voda.

#### 5.3.1. UZORKOVANJE

##### 5.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje bentoskih beskralješnjaka (makrozoobentosa) prijelaznih voda obavlja se u razdoblju između svibnja i listopada.

### **5.3.1.2. Izbor mjerne postaje**

Uzorkovanje makrozoobentosa se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se uzorkuje fitoplankton i osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji.

### **5.3.1.3. Materijal i oprema za uzorkovanje makrozoobentosa**

Za uzorkovanje makrozoobentosa prijelaznih voda potrebna je sljedeća oprema i materijal:

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

### **5.3.1.4. Način uzorkovanja**

Uzorkovanje sedimenta za analizu faune bentoskih beskralješnjaka obavlja se Van Veen grabilom zahvatne površine 0,1m<sup>2</sup>. Na svakoj mjernoj postaji se uzimaju četiri poduzorka, a svaki poduzorak se tretira posebno. Na terenu se sediment ispire i prosijava kroz sito veličine oka 1 mm, pri čemu se pincetama vrši gruba separacija makrofaune. Izdvojeni organizmi se fiksiraju s 4% otopinom formaldehida u morskoj vodi, a zasebno se, na isti način, konzervira i ostatak sedimenta koji se zadržao na sitima. Uzorci se pohranjuju u posude koje se označavaju etiketom na kojoj je napisana šifra uzorka.

Svi podaci koji se odnose na uzorkovanje (datum, mjerna postaja, ime osobe koja je uzorkovala, opis vremenskih prilika, visina plime/oseke, dubina uzorkovanja te sve ostale moguće posebnosti se zapisuju u unaprijed pripremljen terenski protokol.

## **5.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA**

Materijal i oprema za analizu makrozoobentosa:

- stereolupa,
- plastične kadice,
- sita (veličine oka 1 mm i 0,5 mm),
- posude za pohranu uzoraka,
- Petrijeve zdjelice,
- pipete i pincete,
- pribor za etiketiranje uzorka,
- fiksativ (70% etilni alkohol) i

- grafitne i kemijske olovke.

Laboratorijska obrada makrozoobentosa odvija se u nekoliko koraka:

1. Kompletna separacija organizama iz sedimenta zadržanog na situ

U laboratoriju se iz posude s fiksim uzorkom makrozoobentosa odlije otopina formaldehida kroz sito veličine oka 0,5 mm. Uzorak koji ostane na situ se dobro ispere tekućom vodom.

2. Sortiranje i određivanje bentoskih beskrležnjaka na razini viših taksonomskih skupina (koljena/razredi/redovi)

Isprani uzorak se rasporedi po kadici. Prvo se izoliraju organizmi vidljivi prostim okom te se razvrstaju na razini viših taksonomskih skupina. Sitniji organizmi se separiraju pod stereolupom. Separirani i razvrstani organizmi se fiksiraju u 70 % etilnom alkoholu.

3. Taksonomska obrada uzoraka

Determinacija vrsta bentoskih beskrležnjaka se provodi korištenjem binokularne lupe do najniže taksonomske razine, obavezno do razine vrste, a najmanje do razine roda sa specificiranim morfološkim tipom za skupine Polychaeta, Bivalvia i Gastropoda, koje sačinjavaju veliku većinu makrozoobentosa. Determinacija se provodi korištenjem slikovnih i/ili dihotomnih ključeva navedenih u literaturi (Poglavlje 7. DETERMINACIJSKI KLJUČEVI, 7.2.2. Makrozoobentos). Svi prisutni taksoni višeg ranga (koljena/razredi/redovi) se analiziraju kvantitativno, metodom totalnog cenzusa. Determinacija predstavnika ostalih viših taksona koji nisu taksativno nabrojani je poželjna (posebno determinacija rakova i bodljikaša), kada postoji mogućnost taksonomske ekspertize (specijalizirani stručnjak za određenu skupinu). Za potrebe AMBI i M-AMBI analiza, koriste se isključivo podaci koji se odnose na materijal determiniran do razine vrste ili razine roda. Pregledani i determinirani primjerci se pohranjuju u 70% etilnom alkoholu, u epruvetama ili drugim primjerenim posudicama za dugotrajnu pohranu. Svaka posudica se označava etiketom, koja sadrži potrebne podatke (postaja, datum uzorkovanja, oznaka taksonomske skupine).

*NAPOMENA: Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu s normom HRN EN ISO 16665:2014.*

### 5.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 5.3.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće (BEK) bentoski beskrležnjaci potrebno je odrediti indeks biotičkog integriteta morskih bentoskih zajednica (Multimetrijski AMBI, M-AMBI), koji je primjeren modulu za degradacije općeg tipa.

Tablica 5.3.3.-1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Makrozoobentos	Multimetrijski AMBI - biotički indeks integriteta morskih bentoskih zajednica (M-AMBI)	Onečišćenje organskim tvarima/opća degradacija	Opća degradacija

### 5.3.3.2. Mjerna postaja za makrozoobentos

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja zajedničke su za sve tipove prijelaznih voda, stoga uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja.

### 5.3.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makrozoobentosa

#### 5.3.3.3.1. Izračunavanje multimetrijskog AMBI - biotičkog indeksa integriteta morskih bentoskih zajednica (M-AMBI)

Podaci dobiveni taksonomskom analizom kvalitativno-kvantitativnog sastava faune bentoskih beskralješnjaka obrađuju se korištenjem računalnog programa AMBI (V 5.0) kreiranog i standardno primjenjivanog za ocjenu stanja ekološke kakvoće mora na temelju makrozoobentosa. Determinirane vrste se klasificiraju u pet ekoloških grupa različite osjetljivosti, prema listi u sklopu računalnog programa AMBI. Lista trenutno obuhvaća 6.300 vrsta morskih beskralješnjaka.

M-AMBI (multivarijatan AMBI) je multimetrijski biotički indeks kojim se izražava omjer ekološke kakvoće na temelju sastava i bogatstva faune makrozoobentosa. Biotički indeks M-AMBI je rezultat multivarijantne faktorske (FA) i diskriminacijske analize (DA) u kojoj se kao ulazne vrijednosti koriste tri univarijantna indeksa, koji se izračunavaju na temelju taksonomskog sastava i ukupne brojnosti vrsta (odnosi se na sve poduzorke unutar jedne postaje) te relativne brojnosti pet temeljnih ekoloških grupa na svakoj mjernoj postaji. To su sljedeći indeksi:

- AMBI,
- broj vrsta (S) i
- Shannon Wiener-ov indeks raznolikosti (H').

Formula za izračunavanje indeksa raznolikosti (H'):

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

gdje je:

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

$n_i$  - broj jedinki pojedine vrste i

N ukupni broj jedinki

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

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

gdje su:

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

M-AMBI indeks se računa korištenjem računalnog programa AMBI, uz prethodni izračun AMBI, H' i S indeksa za svaku postaju.

Za izračun vrijednosti M-AMBI indeksa koristi se AMBI: AZTI morski biotički indeks V5.0 , koji uključuje bazu s 6300 vrsta bentoskih beskralješnjaka. Program je slobodan i može se preuzeti na web stranici: <http://www.azti.es>, [ambi.azti.es](http://ambi.azti.es).

#### 5.3.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa prikazane su u Tablici 5.3.3.-2. i jedinstvene su za sve tipove prijelaznih voda.

Rasponi graničnih vrijednosti AMBI indeksa za 5 kategorija stanja kakvoće odgovaraju M-AMBI kategorijama za ocjenu ekološkog stanja prijelaznih voda. Program generira indekse AMBI, S i H', usrednjava ih i obavlja multivarijatne faktorske (FA) i diskriminacijske analize (DA) čiji je krajnji rezultat M-AMBI indeks, odnosno vrijednost koja ukazuje na omjer ekološke kakvoće korištenjem makrozoobentosa.

Tablica 5.3.3.-2. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju AMBI i M-AMBI indeksa

Indeks	Vrijednost	Opis	Indeks	Granične vrijednosti omjera ekološke kakvoće - raspon	Kategorija ekološkog stanja
AMBI	0,0 - 1,1	Prirodno/čisto	M-AMBI	0,83 - 1,00	Vrlo dobro
	1,2, - 3,2	Blago onečišćeno		0,62 - 0,82	Dobro
	3,3 - 4,9	Umjereno onečišćeno		0,41 - 0,61	Umjereno
	5,0 - 5,9	Teško onečišćeno		0,20 - 0,40	Loše
	> 6	Bez života		0 - 0,20	Vrlo loše

#### 5.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Biotički indeks M-AMBI koristi se za određivanje omjera ekološke kakvoće (OEK). Na temelju izračunate vrijednosti M-AMBI indeksa rezultati se mogu klasificirati u pet kategorija koje označavaju ekološko stanje.

Ukupna ocjena ekološkog stanja primjenom biološkog elementa kakvoće makrozoobentos temelji se na omjeru ekološke kakvoće (OEK) koji se izražava M-AMBI indeksom, odnosno  $OEK_{\text{makrozoobentos}} = OEK_{\text{M-AMBI}}$ . Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 10. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 5.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIJELAZNIM VODAMA

Terenski protokol za uzorkovanje makrozoobentosa u prijelaznim vodama treba sadržavati:

- broj protokola,
- fotografiju uzoraka prikupljenih grabilom,
- opis mjesta uzorkovanja,
- podatke o postaji
  - tip staništa (NKS šifra),
  - šifra i naziv tipa površinske vode,
  - šifra i naziv vodnog tijela,
  - šifra i naziv mjerne postaje,



- dubina postaje,
- koordinate mjerne postaje
- slivno područje,
- lokalitet,
- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- imena osoba koje su obavile terensku separaciju,
- uzorkovanje, ispiranje, separacija makrozoobentosa na situ (veličina oka 1 mm)
  - terenske bilješke po potrebi,
- podatke o sedimentu:
  - vidljivi i mjerljivi znakovi redukcijskog procesa: (crni sediment/sapropel, miris na H<sub>2</sub>S, ostale napomene),
  - Redox potencijal u sedimentu (profil po cm u stupcu sedimenta, u mV):
    - sediment 0 - 1 cm
    - sediment 1 - 2 cm
    - sediment 2 - 3 cm
    - sediment 3 - 4 cm
    - sediment 4 - 5 cm
    - sediment 5 - 6 cm
    - sediment 6 - 7 cm
    - sediment 7 - 8 cm
    - sediment 8 - 9 cm
    - sediment 9 - 10 cm
- podatke o pridненоj vodi:
  - pomoćni fizikalno-kemijski pokazatelji: temperatura, salinitet, udio otopljenog kisika,
  - onečišćenje (otpadne vode kućanstva, efluent uređaja za pročišćavanje, utjecaj poljoprivrede, industrijski ispusti, onečišćenje naftom i naftnim derivatima, platforme za eksploataciju nafte/plina, fizička degradacija staništa (kočarenje i sl.), utjecaj lučkog onečišćenja, prisutnost invazivnih makrofita, sumnja na iznenadno zagađenje, ostalo)
  - nema onečišćenja
- rukovanje uzorcima:
  - konzerviranje na terenu
  - bez konzerviranja
- pohrana uzoraka:
  - smještaj (prostor)
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

#### 5.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE RIBE

Prema Uredbi o standardu kakvoće ribe prijelaznih voda su jedan od bioloških elemenata kakvoće za ocjenjivanje ekološkog stanja prijelaznih voda, a ukazuju na njihovo opće stanje. Za ocjenjivanje ekološkog stanja prijelaznih voda na temelju riba kao biološkog elementa kakvoće koristi se metodologija koja daje vjerodostojnu informaciju o trenutnom stanju riblje zajednice na određenom području.

#### 5.4.1. UZORKOVANJE

Neophodan je pravilan izbor mjesta i razdoblja uzorkovanja radi postizanja optimalne prostorne (uključen što veći broj mikrostaništa) i vremenske (izabrati razdoblja kada je sezonski utjecaj evaporacije i precipitacije najmanji) raspodjele.

Uzorkovanje riba u prijelaznim vodama pruža sljedeće informacije:

- sastav vrsta i raznolikost riba,
- trofički odnosi u zajednici,
- zastupljenost pojedinih vrsta i ekoloških skupina riba i
- reproduktivske navike i kondicija zajednice.

##### **5.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja**

Uzorkovanje je moguće provesti u proljetnom, ljetnom i jesenskom razdoblju, ali optimalno je u kasno proljetnom razdoblju kada su najmanji utjecaji evaporacije i precipitacije.

##### **5.4.1.2. Mjesto uzorkovanja**

Postaje uzorkovanja potrebno je odabrati na način da maksimalno obuhvaćaju raznolikost svih tipova staništa. Veličina postaje uzorkovanja mora biti dovoljna da uključuje životni prostor dominantnih vrsta i obuhvati sva karakteristična staništa, odnosno da kvalitetno predstavlja riblju zajednicu. Mjernu postaju treba odabrati i na temelju bioloških (biljni pokrov, sediment), reljefnih (položnost, nagib) i hidrografskih (dubina, brzina struje) čimbenika. Dodatno, mjerna postaja mora biti dovoljno velika kako bi se mogli obaviti dodatni potezi pri uzorkovanju koji predstavljaju poduzorke. Odabir broja postaja unutar vodnog tijela mora biti dovoljan za kvalitetnu procjenu strukture, gustoće i dobne strukture populacija unutar zajednica riba. Uz obuhvaćanje što većeg broja staništa prilikom izbora postaje uzorkovanja treba uzeti u obzir što lakši pristup samom mjestu uzorkovanja i prethodno poznavanje određene postaje. Na samom mjestu uzorkovanja izmjere se geografske koordinate (pomoću GPS-a), fotografira mjesto uzorkovanja i navede ime postaje.

Na svakoj mjernoj postaji potrebno je ispuniti terenski protokol za uzorkovanje riba u prijelaznim vodama koji treba sadržavati podatke navedene u Potpoglavlju 5.4.5. Terenski protokol, kao i druge potrebne napomene. Potrebno ga je pripremiti prije odlaska na teren u klasičnom (papirnatom obliku) ili u elektroničkom obliku (primjerice na tabletu).

##### **5.4.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje**

Za uzorkovanje riba prijelaznih voda potrebna je sljedeća oprema:

- čamac,
- specijalne mreže potegače za ulov riblje mlađi,
- trostruke mreže stajačice – poponice,
- kante za ulovljenu ribu,
- vaga,
- ihtiometar,
- posude za spremanje uzoraka,
- pribor za sekciju
- 4%-tna otopina formaldehida,
- terenski protokol,

- vodootporni flomaster,
- grafitna i kemijska olovka,
- terenska obuća i odjeća (gumene čizme, rukavice, kabanice),
- fotografski aparat,
- GPS uređaj,
- pojas za spašavanje i
- kutija s prvom pomoći.

#### **5.4.1.4. Način uzorkovanja**

Uzorkovanja se obavljaju malim specijalnim potegačama za ulov riblje mladi i trostrukim mrežama stajaćicama – poponicama. Uzorkovanje mrežama potegačama se obavlja na prosječno tri mikrolokacije (poduzoraka ili pseudoreplika) unutar jedne mjerne postaje čime je zahvaćen veći broj specifičnih mikrostaništa u pojedinom vodnom tijelu prijelaznih voda (samo u donjim dijelovima prijelaznih voda gdje konfiguracija postaje, prvenstveno dubina, dozvoljava rad s ovim ribolovnim alatom) i osigurana reprezentativnost uzorka. Kod trostrukih mreža stajaćica, pseudoreplike predstavljaju mrežni tegovi dužine 30m (ukupna dužina mreže je 150 m, te tako dobijemo 5 replika). Rezultati se zasnivaju na srednjim vrijednostima ulova u smislu broja vrsta, broja jedinki i njihove biomase, preračunatim kao prosječni ulov po alatu za svaku mjernu postaju.

Prilikom svakog uzorkovanja potrebno je mjeriti vrijeme tijekom kojeg se lovi mrežama. Ribolov malim obalnim potegačama traje od početka zatvaranja lokacije mrežom do njenog izvlačenja na obalu (uobičajeno 30 minuta). Ribolov trostrukim mrežama stajaćicama traje od 12-16 sati ovisno o sezoni uzorkovanja, odnosno o vremenu izlaska i zalaska sunca (mreže se postavljaju u zalazak sunca, a dižu u zoru). Na temelju tih podataka se izračuna ribolovni napor i površina zahvaćena uzorkovanjem. Ribolovni napor se računa kao ulov (broj jedinki ili biomasa) po jedinici ribolovnog napora. Jedinica ribolovnog napora je jedan poteg kod mreže potegače, dok je kod trostrukih mreža stajaćica to moguće izraziti na osnovu dužine jedne mreže (30 m).

Uzorkovanje se ne izvodi kad je:

- temperatura vode ispod 5°C (smanjena aktivnost riba i time smanjena učinkovitost uzorkovanja u smislu lovnosti),
- jaka kiša (ribe su migratorne i pomiču se u dublje dijelove te je lovnost mala ili nikakva),
- visoka zamućenost vode (ribe su migratorne i pomiču se u dublje dijelove te je lovnost mala ili nikakva),
- jaki vjetar i visoki valovi (praktično nemoguće obaviti uzorkovanje),
- po noći (dnevno-noćne varijacije u stastavu ribljih zajednica mogu biti značajne i time onemogućiti pravilnu usporedbu).

*NAPOMENA: Uzorkovanje riba mora biti u skladu s normom HRN EN 14962:2007, Kvaliteta vode – Smjernice za područje primjene i odabir metoda uzorkovanja riba i normom HRN EN 14757:2015, Kakvoća vode – Uzorkovanje riba mrežama raznih veličina oka.*

#### **5.4.1.5. Određivanje vrsta i mjerenje riba**

Sve ribe determiniraju se odmah po ulovu na temelju vanjskih morfoloških značajki uz pomoć determinacijskih ključeva (Prilog 7.2.3.). U slučaju sumnje u točnost određivanja (hibridi, vrlo bliske vrste, mlade jedinke, nove vrste) takve jedinke se konzerviraju i odnesu u laboratorij radi daljnje

determinacije. Riba se konzerviraju u 4%-tnoj otopini formaldehida. Sve konzervirane jedinice s različitih postaja odvoje se u zasebne posude koje se obilježe izvana.

Mjerenje riba:

- totalna duljina tijela (TL) – mjeri se ihtimetrom od početka glave do vrha repne peraje; izražava se u cm;
- masa ribe – izražava se u gramima.

#### 5.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA

Laboratorijska obrada uzoraka riba predviđa determinaciju onih riba koje nisu mogle biti determinirane na terenu zbog nejasnih morfoloških obilježja te ulovljenih jedinki slabo poznatih vrsta ili novih vrsta.

#### 5.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

##### 5.4.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju riba

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa riba potrebno je odrediti modul za opću degradaciju.

Tablica 5.4.3.-1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju riba

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Ribe	Modificirani indeks za ribe u estuarnim područjima (M-EFI)	Hidromorfološke promjene/opća degradacija	Opća degradacija

##### 5.4.3.2. Mjerna postaja za ribe

Grafične vrijednosti kategorija ekološkog stanja zajedničke su za sve tipove prijelaznih voda, stoga uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja.

##### 5.4.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju riba

Za određivanje opće degradacije te za određivanje ekološkog stanja vode na temelju riba u prijelaznim vodama koristi se modificirani indeks za ribe u estuarnim područjima (M-EFI)

###### 5.4.3.3.1. Izračunavanje M-EFI

Za izračunavanje M-EFI indeksa potrebno je:

- determinirati vrste,
- odrediti ukupan broj vrsta,
- odrediti relativnu zastupljenostu postocima pojedinih indikatorskih porodica ili rodova: % plosnatica (*Solea* sp.), % gira (*Spicara* sp.), % cipli (Mugilidae); % ljuskavke (Sparidae), % lubin (Moronidae),

- odrediti trofički sastav prema ishrani, tj. zastupljenost omnivornih i piscivornih riba,
- grupirati vrste u kategorije i izraziti njihovu relativnu zastupljenost u postocima: tolerantne, estuarijske rezidentne vrste, diadromne vrste, nedorasle migratorne vrste te nove ili unesene vrste.

U Tablici 5.4.3.-2. prikazani su elementi indeksa te bodovi kojima se boduju pojedini elementi za izračunavanje M-EFI, u Tablici 5.4.3.-4. tipske zajednice riba po pojedinom području, u Tablici 5.4.3.-5. trofička i ekološka obilježja pojedinih vrsta te u Tablici 5.4.3.-6. referentne vrijednosti elemenata indeksa M-EFI za tipske zajednice.

Za izračunavanje indeksa potrebno je, nakon utvrđivanja svake pojedine vrste, prebrojati jedinke po svakoj vrsti i odrediti ukupan broj vrsta. Svakoj vrsti treba pridodati trofičko i ekološko obilježje prema Tablici 5.4.3.-3. Nakon toga se za svaki od 15 elemenata od kojih se sastoji M-EFI daje broj/bod (koliko u uzorku ima indikatorskih vrsta) ili izračuna postotak (koliko ima omnivora u odnosu na ukupni broj vrsta) te s obzirom na dobivene vrijednosti, istima se pridružuje vrijednost iz Tablice 5.4.3.-2. Ocjene/bodovi od svih 15 elemenata se zbroje i podijele s 15 (ukupni broj elemenata indeksa M-EFI). Dobivena vrijednost je M-EFI ocjena za određeni uzorak. Postupak se ponovi za sve postaje u vodnom tijelu, a njihova prosječna ocjena je ocjena ekološkog stanja vodnog tijela na temelju riba.

Tablica 5.4.3.-2. M-EFI (Estuarine Fish Index) za hrvatske prijelazne vode

Elementi indeksa	BODOVI				
	1	2	3	4	5
Ukupni broj vrsta	≥ 2	≥ 4	4 - 9	10 - 19	> 20
<b>Vrste</b>					
% plosnatice ( <i>Solea</i> sp.)	≤ 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% gire ( <i>Spicara</i> sp.)	≤ 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% cipli (Mugilidae)	≤ 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% ljuskavke (Sparidae)	≤ 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
% lubini (Moronidae)	≤ 5	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
<b>Trofički sastav</b>					
% omnivori	≤ 1 > 80	> 1 - 2.5 > 20 - 80			> 2.5 - 20
% piscivori	≤ 5 > 80	> 5 - 10 > 50 - 80			> 10 - 50
Tolerancija	< 1.20	1.20 - 1.59	1.60 - 1.99	2 - 3	> 3
<b>Estuarijske rezidentne vrste (ERS)</b>					
Broj ERS	0	1	2	3	> 4
% ERS	< 5 > 50	> 5 - 10 > 40 - 50			> 10 - < 40
% diadromne vrste	< 5 > 80	5 - 10 > 70 - 80			> 10 - 70
% morske juvenilne migrirajuće vrste	≤ 10 > 90	5 - 10 > 80 - 90	> 20 - 30 > 70 - 80		> 30 - 70
Indikator vrste	0	1	2 - 3	3 - 5	> 5
Nove/unijete vrste	0	1	2 - 3	3 - 5	> 5

Tablica 5.4.3.-3. Ekološke značajke riba obuhvaćenih M-EFI indeksom

Vrsta	Način ishrane	Područje mrijesta	Ekološki zahtjevi	Indikator/nova/unijeta vrsta
<i>Alburnus neretvae</i>	ZOO/INV	Slatkovodno	ST	
<i>Carassius auratus gibelio</i>	OMNI	Slatkovodno	EU	
<i>Gambusia hoolbroki</i>	OMNI	Slatkovodno	ST	
<i>Lepomis gibbosus</i>	INS/INV	Slatkovodno	LI	Invazivna
<i>Leuciscus leuciscus</i>	OMNI	Slatkovodno	RE	
<i>Padogobius martensi</i>	INS/INV	Slatkovodno	EU	
<i>Phoxinus phoxinus</i>	INS/INV	Slatkovodno	RE	
<i>Rodeus amarus</i>	INV/PISC	Slatkovodno	RE	
<i>Rutilus basak</i>	INS/INV	Slatkovodno	EU	
<i>Salmo gairdneri</i>	INV/PISC	Slatkovodno	RE	
<i>Salmothymus obtusirostris salnitana</i>	INV/PISC	Slatkovodno	RE	
<i>Salmo trutta trutta</i>	INV/PISC	Slatkovodno	RE	
<i>Scardinius plotizza</i>	OMNI	Slatkovodno	LI	
<i>Squalius squalus</i>	INV/PISC	Slatkovodno	EU	
<i>Alosa fallax nilotica</i>	ZOO/PISC	More	EU	
<i>Engraulis encrasicolus</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Sardina pilchardus</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Sprattus sprattus</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Belone belone</i>	INV	More	ST	
<i>Anguilla anguilla</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Conger conger</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Syngnathus abaster</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Syngnathus acus</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Syngnathus taenionotus</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Syngnathus tenuirostris</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Syngnathus typhle</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Hippocampus hippocampus</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Nerophis maculatus</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Nerophis ophidion</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Gasterosteus aculeatus</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Serranus hepatus</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Serranus scriba</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Dicentrarchus labrax</i>	INV/PISC	Riječna ušća	EU	
<i>Dicentrarchus punctatus</i>	INV/PISC	Riječna ušća	EU	
<i>Lichia amia</i>	PISC	More	EU	
<i>Mullus barbatus</i>	INV	More (kanali)	EU	Indikator
<i>Mullus surmuletus</i>	INV	More	ST	Indikator
<i>Boops boops</i>	ZOO	More	ST	
<i>Diplodus annularis</i>	OMNI	More	EU	
<i>Diplodus puntazzo</i>	OMNI	More	EU	Indikator
<i>Diplodus sargus</i>	INV	More	ST	Indikator
<i>Diplodus vulgaris</i>	INV	More	ST	Indikator
<i>Lithognathus mormyrus</i>	INV	More	EU	
<i>Oblada melanura</i>	INV	More	EU	
<i>Pagellus acarne</i>	INV	More	ST	
<i>Pagellus erythrinus</i>	INV	More	ST	
<i>Sarpa salpa</i>	HERB	More	ST	
<i>Sparus aurata</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Centrarchus cirrus</i>	INV	More	ST	
<i>Spicara flexuosa</i>	INV	More	ST	

Vrsta	Način ishrane	Područje mrijesta	Ekološki zahtjevi	Indikator/nova/unijeta vrsta
<i>Spicara smaris</i>	INV	More	ST	
<i>Chromis chromis</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Coris julis</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Symphodus cinereus</i>	INV	More	EU	
<i>Symphodus mediterraneus</i>	INV	More	EU	
<i>Symphodus ocellatus</i>	INV	More	EU	
<i>Symphodus roissali</i>	INV	More	EU	
<i>Symphodus tinca</i>	OMNI	More	EU	
<i>Eichthys vipera</i>	INV/PISC	More	EU/RE	
<i>Gobius buchichi</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Gobius cobitis</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Gobius geniporus</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Gobius niger</i>	INV/PISC	More	EU/RE	
<i>Gobius paganellus</i>	INV/PISC	More	EU/RE	
<i>Buenia affinis</i>	INV/INS	More	EU/RE	
<i>Knipowitschia caucasica</i>	INV/INS	More	EU/RE	
<i>Knipowitschia panizzae</i>	INV/INS	More	EU/RE	
<i>Padogobius martensi</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Pomatoschistus bathi</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Pomatoschistus canestrini</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Zebrus zebrus</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	INV/PISC	More	EU/RE	
<i>Callionymus fasciatis</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Callionymus pusillus</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Callionymus risso</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Aidablennius sphyinx</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Lypophrys dalmatinus</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Lipophrys fluviatilis</i>	OMNI	Rijeka/bočato	RE	
<i>Lypophrys pavo</i>	OMNI	More	EU/RE	
<i>Parablennius sanguinolentus</i>	HERB/DETR	More	EU/RE	
<i>Parablennius tentacularis</i>	INV	More	EU/RE	
<i>Centrolopus niger</i>	ZOO/INV	More	ST	
<i>Chelon labrosus</i>	OMNI	More	EU	
<i>Mugil cephalus</i>	OMNI/DETR	More	EU	
<i>Liza aurata</i>	OMNI	More	EU	
<i>Liza ramada</i>	OMNI	More	EU	
<i>Liza saliens</i>	OMNI/DETR	More	EU	
<i>Oedalechilus labeo</i>	OMNI/DETR	More	EU	
<i>Atherina boyeri</i>	ZOO/INV	More	EU	
<i>Atherina hepsetus</i>	INS/INV	More	EU	
<i>Trigla lucerna</i>	INV/PISC	More	ST	
<i>Arnoglossus laterna</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Buglossidium luteum</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Platichthys flesus</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Pleuronectes platessa</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Scophthalmus rhombus</i>	INV/PISC	More	EU	
<i>Solea kleinii</i>	INV	More	EU	
<i>Solea vulgaris</i>	INV	More	EU	

Legenda: OMNI (omnivorne), PISC (piscivorne), INV (invertibrata), INS (insekti), HERB (herbivori), DETR (detrivori), ZOO (zooplanktivori), EU (eurihaline), ST (stenohaline), RE (rezidentne).

Tablica 5.4.3.-4. Tipska autohtona ihtiofauna uvrštena u tipove površinskih voda za ocjenu ekološkog stanja prijelaznih voda

Oznaka tipa	Tipska autohtona ihtiofauna/vrsta			
	<b>PRIJELAZNE VODE</b>			
P1_2	<b>1. Oligohalini estuarij krupnozrnatog sedimenta</b>			
	<b>Zrmanja:</b>	<b>Mirna</b>	<b>Neretva</b>	
	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Alburnus neretvae</i>	
	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	<i>Chelon labrosus</i>	<i>Atherina boyeri</i>	
	<i>Liza ramada</i>	<i>Engraulis encrasicolus</i>	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	
	<i>Pomatoschistus canestrini</i>	<i>Gambusia hoolbroki</i>	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	<i>Pomatoschistus canestrini</i>		
	<i>Rodeus amarus</i>	<i>Squalius squalus</i>		
	<i>Syngnathus abaster</i>			
	<b>Cetina</b>	<b>Jadro</b>	<b>Rječina</b>	
	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	
	<i>Atherina hepsetus</i>	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	<i>Liza ramada</i>	
	<i>Callionymus pusillus</i>	<i>Liza aurata</i>		
	<i>Diplodus annularis</i>	<i>Salmo trutta trutta</i>		
	<i>Gobius niger</i>			
	<i>Lithognathus mormyrus</i>			
	<i>Liza ramada</i>			
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>			
P1_3	<b>2. Oligohalini estuarij sitnozrnatog sedimenta</b>			
	<b>Ombla</b>	<b>Krka</b>	<b>Raša</b>	
	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	
	<i>Gobius niger</i>	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	
	<i>Knipowitcchia panizzae</i>		<i>Liza ramada</i>	
	<i>Liza ramada</i>		<i>Squalius squalus</i>	
<i>Syngnathus taenionotus</i>				
P2_2	<b>3. Mezo i polihalini estuarij krupnozrnatog sedimenta</b>			
	<b>Ombla</b>	<b>Neretva</b>	<b>Cetina</b>	
	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina hepsetus</i>	
	<i>Centracenthus cirrus</i>	<i>Chelon labrosus</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>	
	<i>Chelon labrosus</i>	<i>Diplodus annularis</i>	<i>Mullus barbatus</i>	
	<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	
	<i>Gobius cobitis</i>	<i>Gobius cobitis</i>	<i>Sarpa salpa</i>	
	<i>Lipophrys pavo</i>	<i>Gobius niger</i>	<i>Sparus aurata</i>	
	<i>Oedalechilus labeo</i>	<i>Lichia amia</i>		
	<i>Pagellus acarne</i>	<i>Lipophrys pavo</i>		
	<i>Symphodus ocellatus</i>	<i>Liza aurata</i>		
	<i>Sarpa salpa</i>	<i>Liza ramada</i>		
		<i>Parablennius sanguinolentus</i>		
		<i>Sarpa salpa</i>		
		<i>Sparus aurata</i>		
	<b>Jadro</b>	<b>Zrmanja</b>	<b>Rječina</b>	
	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Aidablennius sphyinx</i>	
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	<i>Chromis chromis</i>	
	<i>Gobius niger</i>	<i>Pomatoschistus canestrini</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	
	<i>Liza aurata</i>	<i>Syngnathus abaster</i>	<i>Diplodus annularis</i>	
	<i>Sparus aurata</i>	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>	
	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>		<i>Liza ramada</i>	
			<i>Parablennius sanguinolentus</i>	
			<i>Sarpa salpa</i>	
			<i>Symphodus tinca</i>	
	P2_3	<b>Mirna:</b>		
		<i>Atherina boyeri</i>	<i>Gobius niger</i>	<i>Sarpa salpa</i>
		<i>Dicentrarchus labrax</i>	<i>Lipophrys pavo</i>	<i>Sardina pilchardus</i>
		<i>Diplodus puntazzo</i>	<i>Liza ramada</i>	<i>Sparus aurata</i>
		<i>Gambusia hoolbroki</i>	<i>Parablennius sanguinolentus</i>	
		<i>Gobius cobitis</i>	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	
	P2_3	<b>4. Mezo i polihalini estuarij sitnozrnatog sedimenta</b>		



Oznaka tipa	Tipska autohtona ihtiofauna/vrsta		
	Neretva	Cetina	Krka
	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>
	<i>Dicentrarchus labrax</i>	<i>Atherina hepsetus</i>	<i>Atherina hepsetus</i>
	<i>Diplodus annularis</i>	<i>Callionymus pusillus</i>	<i>Chelon labrosus</i>
	<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Coris julis</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>
	<i>Gobius niger</i>	<i>Diplodus annularis</i>	<i>Diplodus annularis</i>
	<i>Gobius paganellus</i>	<i>Diplodus sargus</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>
	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Gobius niger</i>
	<i>Lipophrys pavo</i>	<i>Gobius geniporus</i>	<i>Knipowitcchia panizzae</i>
	<i>Liza ramada</i>	<i>Knipowitcchia panizzae</i>	<i>Liza ramada</i>
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	<i>Liza aurata</i>	<i>Liza saliens</i>
	<i>Sparus aurata</i>	<i>Mullus barbatus</i>	<i>Pomatoschistus canestrini</i>
	<i>Syngnathus taenionotus</i>	<i>Mullus surmuletus</i>	<i>Sarpa salpa</i>
	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>	<i>Pagellus acarne</i>	<i>Syngnathus abaster</i>
		<i>Pagellus erythrinus</i>	<i>Zosterisessor ophiocephalus</i>
		<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	
		<i>Sarpa salpa</i>	
		<i>Sardina pilchardus</i>	
		<i>Symphodus ocellatus</i>	
		<i>Trigla lucerna</i>	
	<b>Zrmanja:</b>	<b>Raša</b>	
	<i>Atherina boyeri</i>	<i>Atherina boyeri</i>	
	<i>Callionymus pusillus</i>	<i>Atherina hepsetus</i>	
	<i>Diplodus vulgaris</i>	<i>Chelon labrosus</i>	
	<i>Gobius cobitis</i>	<i>Dicentrarchus labrax</i>	
	<i>Gobius geniporus</i>	<i>Diplodus vulgaris</i>	
	<i>Gobius niger</i>	<i>Gobius cobitis</i>	
	<i>Lipophrys pavo</i>	<i>Gobius niger</i>	
	<i>Liza aurata</i>	<i>Liza aurata</i>	
	<i>Parablennius sanguinolentus</i>	<i>Mullus surmuletus</i>	
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	<i>Sarpa salpa</i>	
	<i>Serranus scriba</i>	<i>Sparus aurata</i>	
	<i>Symphodus cinereus</i>		
	<i>Symphodus roissali</i>		
	<i>Symphodus tinca</i>		
	<i>Syngnathus typhle</i>		

NAPOMENA: popisi vrsta u tablicama 5.4.3.-3. i 5.4.3.-4. je napravljen na temelju postojećih podataka i spoznaja, a nadopunjavat će se tijekom vremena i uskladiti u skladu s novim spoznajama.

Tablica 5.4.3.-5. Referentne vrijednosti elemenata indeksa M-EFI za tipske zajednice

Element indeksa	P1_2	P1_3	P2_2	P2_3
Broj vrsta	0,540	0,560	0,680	0,760
Relativna zastupljenost plosnatica ( <i>Solea</i> sp.)	0,250	0,430	0,620	0,470
Relativna zastupljenost gira ( <i>Spicara</i> sp.)	0,200	0,230	0,540	0,620
Relativna zastupljenost cipli (Mugilidae)	0,750	0,780	0,810	0,640
Relativna zastupljenost ljuskavke (Sparidae)	0,230	0,200	0,660	0,830
Relativna zastupljenost omnivori	0,500	0,520	0,590	0,430
Relativna zastupljenost piscivori	0,300	0,280	0,880	0,810
Relativna zastupljenost tolerantnih vrsta	0,450	0,500	0,680	0,640
Broj estuarijskih rezidentnih vrsta	0,810	0,810	0,780	0,690
Relativna zastupljenost estuarijskih rezidentnih vrsta	0,800	0,820	0,750	0,700
Relativna zastupljenost diadromnih vrsta	0,520	0,530	0,630	0,610
Relativna zastupljenost morskih juvenilnih migrirajućih vrsta	0,210	0,290	0,620	0,850
Broj indikatorskih vrsta	0	0	0,350	0,300
Broj novih/unijetih vrsta	0	0	0	0

#### 5.4.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju M-EFI indeksa prikazane su u Tablici 5.4.3.-6.

Tablica 5.4.3.-6. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za ribe

Kategorija ekološkog stanja	Riblje zajednice
Referentno/ Vrlo dobro	Ukupni broj vrsta > 20, 3-4 dominantnih vrsta EFI=4-5*
Dobro	Ukupni broj vrsta 10-20, 3 dominantne vrste EFI=3-4*
Umjereno	Ukupni broj vrsta 4-9, 1-3 dominantnih vrsta EFI =2
Loše	Ukupni broj vrsta 2-3, 1-3 dominantnih vrsta EFI=1
Vrlo loše	Ukupni broj vrsta < 2, 1-3 dominantnih vrsta

NAPOMENA: Dominantne vrste riba su one kojih u zajednici (uzorku) ima više od 10%. Najčešće takvih ima od 1-5 i čine zajedno i do 80% ukupnog uzorka ili ihtiozajednice.

\*EFI vrijednost od 3-4 znači raspon vrijednosti od 3,00 - 3,99, a EFI vrijednosti 4-5 znači raspon vrijednosti od 4,00 – 4,99.

#### 5.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

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

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

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju riba je vrijednost OEK M-EFI indeksa, odnosno  $OEK_{\text{ribe}} = OEK_{\text{M-EFI}}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 10. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 5.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE RIBA U PRIJELAZNIM VODAMA

Terenski protokol za uzorkovanje riba u prijelaznim vodama treba sadržavati sljedeće podatke:

- fotografija mjesta uzorkovanja,
- opis mjesta uzorkovanja,
- ime vodotoka i najbližeg naselja,
- šifra i naziv vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje,
- koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina),
- slivna površina; nagib, nadmorska visina

- datum i sat uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- naznačiti je li moguće uzorkovati cijelom širinom vodotoka,
- duljina uzorkovanog odsječka,
- abiotički uvjeti/mjerenja na terenu
  - razina vode (visoka, srednja, niska),
  - procijenjeni protok ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) (niski, srednji, visoki),
  - procijenjena brzina ( $\text{m/s}$ ),
  - mutnoća (bistro, srednje mutno, jako mutno),
  - temperatura vode i zraka ( $^{\circ}\text{C}$ ),
  - otopljeni kisik ( $\text{mg/L}$ ),
  - zasićenje kisikom (%),
  - salinitet,
- ribolov mrežama
  - naziv mreže,
  - veličina oka mreže,
  - dužina mreže i krila,
- lovljeno:
  - početak i kraj lova,
  - trajanje uzorkovanja,
  - duljina uzorkovanog odsječka,
- broj ulovljenih riba,
- broj ulovljenih vrsta,
- terenski popis vrsta s osnovnim mjerama i napomenama (TI (cm), SI (cm), masa (g), spol, ljuske, otoliti, bolesti i oštećenja),
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

## 6. BIOLOŠKI ELEMENTI KAKVOĆE ZA PRIOBALNE VODE

### 6.1. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE FITOPLANKTON (BIOMASA – KONCENTRACIJA KLOROFILA A)

Fitoplankton je jedan od četiri obavezna biološka elementa kakvoće za ocjenu ekološkog stanja priobalnih voda prema Uredbi o standardu kakvoće voda, pri čemu je biomasa fitoplanktona kao indikator osobito osjetljiva na antropogeni utjecaj, zbog brzog odgovora na opterećenje ekosustava hranjivim tvarima. Najjednostavnija i najčešće primjenjivana metoda za određivanje biomase fitoplanktona je mjerenje koncentracije klorofila  $a$ .

#### 6.1.1. UZORKOVANJE

##### 6.1.1.1. Vrijeme uzorkovanja

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

##### 6.1.1.2. Izbor mjerne postaje i dubine uzorkovanja

Uzorkovanje se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se mjere i uzorkuju i osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji, na standardnim oceanografskim dubinama (0 m, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50, ... i 2 m iznad dna) ovisno o dubini postaje.

##### 6.1.1.3. Oprema za uzorkovanje

Uzorkovanje fitoplanktona se obavlja s istraživačkog broda građenog i opremljenog za specifične potrebe istraživanja prijelaznih i priobalnih voda.

Za uzorkovanje fitoplanktona potrebna je sljedeća oprema:

- Niskin-ovi i/ili Nansen-ovi crpci,
- uteg za zatvaranje crpaca,
- hidraulična (oceanografska) vitla
- polietilenske ili staklene bočice od 250 ili 500 ml,
- Secchi ploča za određivanje prozirnosti,
- višeparametarska CTD sonda,
- zamrzivač,
- hladnjak,
- terenski protokol,
- grafitna i kemijska olovka,
- vodootporni flomaster i
- samoljepive naljepnice.

#### **6.1.1.4. Način uzorkovanja fitoplanktona**

U svim vodnim tijelima priobalnih voda uzorkovanje se obavlja na standardnim oceanografskim dubinama (0,5 m, 5 m, 10 m, 20 m, 30 m, 50 m... i 2 m iznad dna, ovisno o dubini postaje). Iz crpaca se u polietilenske ili staklene bočice uzimaju poduzorci od 250 do 500 ml, filtriraju odmah na brodu ili spremaju u hladnjak do dolaska u laboratorij na kopnu.

Svaki uzorak mora biti pravilno označen naljepnicom koja mora sadržavati sljedeće podatke:

- oznaku vodnog tijela,
- oznaku mjerne postaje,
- dubinu uzorkovanja i
- datum i vrijeme uzorkovanja.

#### **6.1.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA**

##### **6.1.2.1. Materijal i oprema za mjerenje koncentracije klorofila *a***

Materijal:

- Mili-Q voda,
- aceton p. a.,
- 0,1 M HCl,
- filtri od staklenih vlakana (Whatman GF/F), veličine pora 0,7  $\mu\text{m}$ , promjera 47 mm,
- staklena menzura, 500 mL,
- Büchner-ov lijevak,
- kapaljka i
- alu-folija.

Oprema:

- centrifuga,
- laboratorijski fluorimetar,
- homogenizator,
- vakuumska pumpa,
- sustav za filtraciju,
- epruveta za homogeniziranje,
- kivete za centrifugiranje, 10 mL,
- staklene kivete za fluorimetar, okrugle, 12x35 mm s kapičom s navojem,
- pinceta,
- hladnjak i
- zamrzivač.

##### **6.1.2.2. Mjerenje koncentracije klorofila *a***

U laboratoriju se koncentracija klorofila *a* određuje fluorimetrijskom metodom (Yentsch i Menzel, 1963; Holm-Hansen i sur., 1965; Strickland i Parsons, 1972).

#### 6.1.2.2.1. Priprema uzorka

Uzorci morske vode (do 500 mL) filtriraju se kroz staklene filtre promjera 47 mm i veličine pora 0,7 µm, uz podtlak do 20 kPa.

Filter s ostatkom se ispere malom količinom Mili-Q vode, filtrira do suhoga, presavije i zaštiti alu-folijom te označi (vodno tijelo, postaja, datum i vrijeme uzorkovanja, dubina, volumen filtrirane vode) i pohrani u zamrzivaču na -20 °C do određivanja, a najduže do mjesec dana.

#### 6.1.2.2.2. Ekstrakcija, mjerenje i izračunavanje koncentracije klorofila *a*

Filter se odmrzne i homogenizira (homogenizatorom) u posebnoj epruveti za homogenizaciju u kojoj se nalazi približno 7 mL 90%-nog acetona. Homogenizacija traje oko 1 min pri brzini od 30 okr/min. Homogenat se prelije u kivetu za centrifugiranje, nadolije 90 %-nim acetonom do 10 ml ukupnog volumena te ostavi u mraku najmanje 2 sata. Nakon toga se centrifugira 10 min pri 5 000 okr/min i potom fluorimetrom odredi fluorescencija.

Koncentracija klorofila *a* izračuna se prema jednadžbi (Strickland i Parsons, 1972.):

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

gdje je:

$C(\text{Chla})$  – koncentracija klorofila izražena u  $\mu\text{gL}^{-1}$

$F_D$  - faktor vrata izražen u  $\mu\text{gL}^{-1}$  i po jedinici fluorescencije,

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

$R_B$  - fluorescencija uzorka prije zakiseljenja,

$R_A$  - fluorescencija uzorka poslije zakiseljenja,

$v$  - volumen ekstrakta klorofila *a* u litrama,

$V$  - volumen profiltriranog uzorka u litrama.

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

### 6.1.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 6.1.3.1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće fitoplanktona potrebno je odrediti modul za trofiju (Tablica 6.1.3.-1.).

Tablica 6.1.3.-1. Pokazatelj i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju fitoplanktona

Biološki element kakvoće	Pokazatelj	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Biomasa fitoplanktona	Koncentracija klorofil <i>a</i>	Opterećenje hranjivim tvarima	Trofija

### 6.1.3.2. Mjerna postaja za fitoplankton

Za ocjenjivanje ekološkog stanja mjernu postaju za uzorkovanje potrebno je uvrstiti u pripadajući tip priobalne vode.

### 6.1.3.3. Određivanje trofije na temelju fitoplanktona

Trofija se određuje na temelju koncentracije klorofila *a* koji je neposredan pokazatelj primarne proizvodnje ekosustava priobalnih voda te se kao takav može koristiti za određivanje ekološkog stanja voda na temelju fitoplanktona.

### 6.1.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju koncentracije (*c*) klorofila *a* (Chl *a*) za tipove priobalnih voda prikazane su Tablici 6.1.3.-2.

Tablica 6.1.3.-2. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za koncentraciju klorofila *a* za tipove priobalnih voda

		<i>c</i> (Chl <i>a</i> )/μg L <sup>-1</sup>				
Tip		HR-O_313	HR-O_412	HR-O_413	HR-O_422	HR-O_423
Kategorija ekološkog stanja	referentno	≤ 0,70	≤ 0,50		≤ 0,50	
	vrlo dobro	0,71 - 0,94	0,51 - 0,62		0,51 - 0,62	
	dobro	0,95 - 1,34	0,63 - 0,91		0,63 - 0,91	
	umjereno	1,35 - 1,95	0,92 - 1,35		0,92 - 1,35	
	loše	1,96 - 4,00	1,36 - 2,78		1,36 - 2,78	
	vrlo loše	> 4,00	> 2,78		> 2,78	

### 6.1.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Izmjerene vrijednosti koncentracije klorofila *a* se pretvaraju u vrijednost omjera ekološke kakvoće (OEK) tako da se referentna vrijednost specifična za tip priobalne vode podijeli s godišnjim medijanom koncentracije klorofila *a* prema formuli:

$$OEK = \frac{\text{Referentna vrijednost}}{\text{Godišnji medijan koncentracije Chl } a}$$

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće - fitoplankton se temelji na osnovnom pokazatelju, koncentraciji klorofila *a* te pratećim osnovnim fizikalno-kemijskim pokazateljima. Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja prema koncentraciji klorofila *a*, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 12., a za osnovne fizikalno-kemijske pokazatelje prema Tablici 13., Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

U slučaju da je ustanovljeno različito ekološko stanje osnovnog pokazatelja i pratećih osnovnih fizikalno-kemijskih pokazatelja, ocjenu ekološkog stanja predstavlja koncentracija klorofila *a* na sljedeći način:

<b><i>Ustanovljeno stanje</i></b>	<b><i>Ukupno stanje za fitoplankton</i></b>
<i>Stanje jednog ili više pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja bolje je u odnosu na stanje prema koncentraciji klorofila <i>a</i></i>	<i>Koristi se stanje ustanovljeno na temelju koncentracije klorofila <i>a</i></i>
<i>Stanje jednog ili više pratećih fizikalno-kemijskih pokazatelja lošije je u odnosu na stanje prema koncentraciji klorofila <i>a</i></i>	<i>Stanje ustanovljeno na temelju koncentracije klorofila <i>a</i> se umanjuje za jednu kategoriju</i>

#### 6.1.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE FITOPLANKTONA U PRIOBALNIM VODAMA

Terenski protokol za uzorkovanje fitoplanktona i popratnih pokazatelja u priobalnim vodama treba sadržavati:

- šifra i naziv vodnog tijela,
- šifra i naziv mjerne postaje i
- koordinate mjerne postaje iz programa monitoringa.

#### PODACI PRIKUPLJENI NA TERENU:

- naziv istraživačkog broda/čamca s kojeg se uzorkuje,
- datum uzorkovanja,
- koordinate mjerne postaje na kojoj se uzorkuje (geografska širina i dužina),
- stanje mora (Douglas-ova skala),
- vjetar (smjer, brzina (m/s),
- dubina postaje (m),
- vrijeme početka uzorkovanja,
- vrijeme završetka uzorkovanja i
- dubine uzorkovanja (m).

#### PODACI O UZORKOVANJU KLOROFILA *a*:

- ime osobe koja provodi uzorkovanje,
- oznaka dubine uzorkovanja,
- određivanje koncentracije klorofila *a*
  - na istraživačkom brodu
  - u laboratoriju.

#### PODACI O SASTAVU FITOPLANKTONSKE ZAJEDNICE:

- ime osobe koja provodi uzorkovanje,
- uzorkovanje za određivanje sastava fitoplanktona (da, ne),
- datum,



- oznaka dubine i
- konzerviranje uzoraka (da, ne).

#### PRATEĆI FIZIKALNO-KEMIJSKI POKAZATELJI:

- određivanje prozirnosti s bijelom Secchi disk pločom
  - ime osobe koja provodi mjerenje,
  - izmjerena prozirnost (m),
  - navesti razlog ako nije izmjereno,
- mjerenje termohalinih osobina
  - naziv/serijski broj CTD sonde,
  - ime osobe koje je rukovala sa sondom,
  - računalo/direktorij spremanja podataka i
  - naziv datoteke,
- određivanje stupnja zasićenja kisikom
  - ime osobe koja je uzorkovala,
  - oznaka Winklerove bočice uz dubinu uzorkovanja,
  - ime osobe koja je titrirala,
- mjerenje pH vrijednosti
  - izmjerene pH vrijednosti po dubinama,
  - naznačiti ako nije izmjereno,
- određivanje koncentracija hranjivih soli
  - ime osobe koja je uzorkovala,
  - hranjive soli koje se određuju u broskom laboratoriju (da – navesti, ne),
  - hranjive soli koje se zamrzavaju i određuju u laboratoriju (da – navesti, ne),
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

## 6.2. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROALGE

Prema Uredbi o standardu kakvoće voda makroalge su jedan od četiri biološka elementa kakvoće za ocjenjivanje ekološkog stanja priobalnih voda. Bentoske zajednice makroalga gornjeg infralitorala su najviše izložene antropogenom utjecaju. Nakon dugotrajne izloženosti povećanim koncentracijama hranjivih soli i drugih onečišćujućih tvari, zajednica makroalgi pokazuje promjene u vidu smanjenja broja ili potpunog nestanka osjetljivih vrsta i zamjene istih sa otpornijim titionofilnim ili oportunističkim vrstama (Murray i Littler, 1978.).

### 6.2.1. TERENSKI RAD – KARTIRANJE I UZORKOVANJE

#### 6.2.1.1. Vrijeme kartiranja

Kartiranje makroalgi provodi se tijekom proljeća, u vrijeme maksimuma njihova vegetacijskog rasta.

#### 6.2.1.2. Izbor mjerne postaje i područje kartiranja

Kartiranje makroalgi se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa. Na odsječcima sa stjenovitim dnom se obalna crta razdijeli na odsječke uzimajući u obzir poznata opterećenja (pomorski promet, marikultura, komunalni ispusti, marine, industrija, poljoprivreda) te geomorfologiju obale i morskog dna. U svakom vodnom tijelu izabere se više sektora koji su pod

različitim opterećenjima te u kojima se bilježe dominantne zajednice makroalgi u mediolitoralu i gornjem infralitoralu.

Sedimentne obale (pjeskovite i muljevite) se ne uzimaju u obzir, kao ni vrlo izmijenjena staništa, poput unutarnjih dijelova luka i marina, jer oni ne odražavaju ekološko stanje okolnih voda.

#### **6.2.1.3. Oprema potrebna za kartiranje**

Za kartiranje makroalgi potrebna je sljedeća oprema:

- gumeni čamac,
- ronilačka oprema,
- karte Google Earth servisa (dio terenskog protokola),
- vodootporni flomaster,
- podvodna fotografska oprema i
- vidjelica podmorja.

#### **6.2.1.4. Način kartiranja**

Terenski dio kartiranja zajednica makroalgi metodom CARLIT zasniva se na pregledu obalnog pojasa gumenom brodicom i na bilježenju pojave i abundancije dominantnih zajednica makroalgi u mediolitoralu i gornjem infralitoralu duž hridinaste obale (Ballesteros i sur., 2007; Mangialajo i sur., 2007; Asnaghi i sur. 2009). Zajednice makroalgi (Tablica 6.2.3.-3.) i geomorfološki čimbenici, koji su jedan od glavnih ekoloških čimbenika koji oblikuju zajednice makroalgi (Tablica 6.2.3.-4.), se zapisuju u kartografski prikaz istraživanog područja.

Koriste se karte Google Earth servisa u kartografskom mjerilu koje omogućuje snalaženje na terenu i bilježenje podataka. U karte, koje predstavljaju dio terenskog protokola, upisuje se i: datum kartiranja, oznaka vodnog tijela, naziv i oznaka mjerne postaje, opis kartiranog područja (uz zabilješke) te ime osoba koje su provele kartiranje (Poglavlje 6.2.5.).

### **6.2.2. LABORATORIJSKI RAD**

Priprema karata tj. odabir sektora na kartama Google Earth servisa u kartografskom mjerilu se provodi u laboratoriju prije odlaska na teren. Nakon povratka s terena podaci o zajednicama makroalgi i geomorfološkim karakteristikama obale se unose u georeferenciranu računalnu bazu podataka.

#### **6.2.2.1. Taksonomska analiza makroalgi**

Makroalge (prema Tablici 6.2.3.-2.) se na terenu determiniraju do razine vrste ili roda. Vrste makroalgi koje se ne mogu odrediti na terenu determiniraju se u laboratoriju pomoću literature navedene u Poglavlju 7.2.1.

### 6.2.2.2. Označavanje i zapisivanje u bazu podataka

Podaci kartiranja (tip zajednica makroalgi i geomorfološki čimbenici) se u laboratoriju uz pomoć posebno razvijene GIS programske podrške unose u georeferenciranu računalnu bazu podataka, koja sadržava informacije o dužini svakog obrađenog sektora obale, geomorfološkim čimbenicima i tipu zajednice.

Kartografski prikaz se mora redovito osvježavati kako bi sadržavao i sve promjene nastale u prostoru (gradnja novih marina i plaža itd.).

## 6.2.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

### 6.2.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makroalgi

Za ocjenu ekološkog stanja na temelju biološkog elementa makroalgi potrebno je odrediti modul za opću degradaciju koristeći metodu kartiranja litoralnih zajednica (CARLIT) (Tablica 6.2.3.-1.).

Tablica 6.2.3.-1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makroalgi

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Makroalge	Kartiranje litoralnih zajednica (CARLIT)	Opterećenje hranjivim tvarima/Opća degradacija	Opća degradacija

### 6.2.3.2. Mjerna postaja za makroalge

Grafične vrijednosti kategorija ekološkog stanja zajedničke su za sve tipove priobalnih voda, stoga uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja.

### 6.2.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makroalgi

#### 6.2.3.3.1. Izračunavanje CARLIT indeksa

Metoda CARLIT (Cartography of littoral rocky-shore communities, Kartiranje litoralnih zajednica) obuhvaća kartiranje zajednica makroalgi u mediolitoral i gornjem infralitoral te obradu prikupljenih podataka pomoću geografskog informacijskog sustava (GIS) (Ballesteros i sur., 2007.; Mangialajo i sur. 2007.; Asnaghi i sur. 2009.; Nikolić i sur., 2013.).

Rezultat terenskog rada je podjela stjenovite obale na sektore, od kojih svaki karakterizira određena zajednica ili kombinacija zajednica (Tablica 6.2.3.-2.) i određeni geomorfološki čimbenici obrađenih sektora obale (Tablica 6.2.3.-3.).

Svakoj vrsti zajednice pripada određena razina osjetljivosti (RO), kao mjera osjetljivosti na poremećaje u okolišu, u rasponu vrijednosti od 1 do 20.

Tablica 6.2.3.-2. Popis i opis zajednica makroalgi i njihovih razina osjetljivosti (RO).

Zajednica	Opis zajednice	Razina osjetljivosti (RO)
<i>Cystoseira spicata</i> 3	Neprekidan pojas vrste <i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>spicata</i>	20
<i>Cystoseira crinitophylla</i>	Populacije vrste <i>Cystoseira crinitophylla</i>	20
<i>Cystoseira crinita</i>	Populacije vrste <i>Cystoseira crinita</i>	20
<i>Cystoseira corniculata</i>	Populacije vrste <i>Cystoseira corniculata</i>	20
<i>Cystoseira foeniculacea</i>	Populacije vrste <i>Cystoseira foeniculacea</i>	20
Trotoar	Organogene tvorbe vrste <i>Lithophyllum byssoides</i> i drugih koralinskih algi (trotoar)	20
<i>Cystoseira barbata</i>	Populacije vrste <i>Cystoseira barbata</i> bez drugih svojiti roda <i>Cystoseira</i>	16
<i>Cystoseira spicata</i> 2	Nakupine vrste <i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>spicata</i>	15
<i>Cystoseira compressa</i>	Populacije vrste <i>Cystoseira compressa</i> bez drugih svojiti roda <i>Cystoseira</i>	12
<i>Cystoseira spicata</i> 1	Rijetki pojedinačni talusi vrste <i>Cystoseira amentacea</i> var. <i>spicata</i>	10
Fotofilne alge	Zajednica fotofilnih algi uz prevladavanje rodova <i>Padina/Dictyota/Dictyopteris/Taonia/Halopteris</i>	10
<i>Corallina</i>	Zajednica u kojoj prevladavaju vrste <i>Corallina elongata</i> i/ili <i>Haliptilon virgatum</i>	8
<i>Mytilus</i>	Zajednica u kojoj prevladava vrsta <i>Mytilus galloprovincialis</i>	6
Zelene alge	Zajednica u kojoj prevladavaju svoje rodova <i>Ulva/Enteromorpha/Cladophora</i>	3
Cijanobakterije	Pojas cijanobakterija	1

Pomoću podataka o dužini obale koju zauzima pojedina vrsta zajednice treba se izračunati vrijednost ekološke kakvoće (EK) bilo kojeg dijela obale, prema formuli:

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

gdje je:

EK = vrijednost ekološke kakvoće sektora obale

$l_i$  = duljina sektora obale s vrstom zajednice  $i$

$RO_i$  = razina osjetljivosti vrste zajednice  $i$

Izračunavanje CARLIT indeksa se temelji na omjeru izmjerene ekološke kakvoće i referentne ekološke kakvoće za tip obale gdje je zabilježena određena zajednica makroalgi.

Tip zajednica makroalgi u prirodnim područjima ovisi o geomorfološkim čimbenicima obale (tip i morfologija obale, nagib, izloženost i sl.) za koje treba odrediti "geomorfološki relevantne situacije" (GRS), a svaku karakterizira određeni tip zajednice. Popis geomorfoloških čimbenika koji se koriste za izračunavanje CARLIT indeksa u Jadranskom moru prikazan je u Tablici 6.2.3.-3.

Tablica 6.2.3.-3. Geomorfološki čimbenici obale i kategorije za izračunavanje CARLIT indeksa

Geomorfološki čimbenik	Kategorije
Morfologija obale	Visoka obala Niska obala Blokovi
Podloga	Vapnenac Breča Pješčenjak Metamorfna stijena
Nagib	Horizontalni ( $0^{\circ}$ - $30^{\circ}$ ) Subvertikalni ( $30^{\circ}$ - $60^{\circ}$ ) Vertikalni ( $60^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) Prevjes
Orijentacija obale	Sjever Sjeveroistok Istok Jugoistok Jug Jugozapad Zapad Sjeverozapad
Tip obale	Prirodna Umjetna
Struktura podloge	Hrapava Glatka
Izloženost (udaljenost prema najbližoj obali)	0 - 500 m 500 – 1000 m >1000 m

U Tablici 6.2.3.-4. navedeni su specifični referentni uvjeti (srednje vrijednosti ekološke kakvoće –  $EK_{ref}$ ) za svaku geomorfološki relevantnu situaciju (GRS) čije se vrijednosti koriste u izračunu CARLIT indeksa.

Tablica 6.2.3.-4. Srednje vrijednosti ekološke kakvoće ( $EK_{ref}$ ) određene za devet geomorfološki relevantnih situacija

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

Legenda: GRS – geomorfološki relevantna situacija,  $EK_{ref}$  – vrijednost ekološke kakvoće

#### 6.2.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

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

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

gdje je:

OEK<sub>CI</sub> – OEK CARLIT indeksa

i – geomorfološki relevantna situacija (GRS)

EK<sub>ssi</sub> – ekološka kakvoća (EK) za situaciju i

EK<sub>rsi</sub> – ekološka kakvoća (EK) u referentnom području za situaciju i

l<sub>i</sub> – duljina obale za situaciju i

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće makroalge je vrijednost omjera ekološke kakvoće izračunatog na temelju CARLIT indeksa, odnosno  $OEK_{\text{makroalge}} = OEK_{\text{CARLIT}}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 12 Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 6.2.5. TERENSKI PROTOKOL ZA KARTIRANJE MAKROALGI U PRIOBALNIM VODAMA

Terenski protokol za uzorkovanje makroalgi u priobalnim vodama treba sadržavati:

- datum kartiranja,
- oznaku vodnog tijela,
- naziv i oznaku mjerne postaje,
- opis kartiranog područja i posebne zabilješke,
- ime osoba koje provode kartiranje,
- karte Google Earth servisa za istraživano područje u kartografskom mjerilu koje omogućuje snalaženje na terenu i bilježenje podataka o zajednicama makroalgi (Tablica 6.2.3.-2.) i geomorfološkim čimbenicima obale (Tablica 6.2.3.-3.) i
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.

#### 6.3. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MORSKE CVJETNICE

Prema Uredbi o standardu kakvoće voda morske cvjetnice (*Posidonia oceanica*) su jedan od četiri biološka elementa kakvoće za ocjenjivanje ekološkog stanja priobalnih voda.

*Posidonia oceanica* (posidonija) je endemska sredozemna morska cvjetnica čije se zajednice prostiru na pjeskovitom dnu od površine do uglavnom tridesetak metara dubine. Posidonija je dobar bioindikator jer je vrlo osjetljiva na poremećaje u morskom okolišu, široko je rasprostranjena u Sredozemnom moru, dobro je istražena biologija i ekologija vrste te su poznati specifični odgovori biljke na različite antropogene pritiske.

### 6.3.1. UZORKOVANJE

#### 6.3.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje morskih cvjetnica (*P. oceanica*) obavlja se u kasno ljetnom – rano jesenskom razdoblju kada je biljka na vrhuncu razvoja.

#### 6.3.1.2. Izbor mjerne postaje

Uzorkovanje se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se uzorkuju morske cvjetnice (*P. oceanica*).

#### 6.3.1.3. Oprema potrebna za uzorkovanje

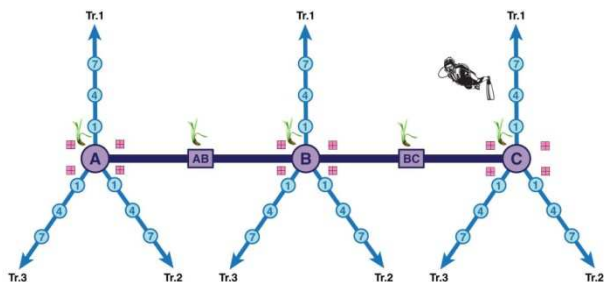
Za uzorkovanje *P. oceanice* potrebna je sljedeća oprema:

- čamac,
- ronilačka oprema,
- kvadrati dimenzije 40x40 cm,
- građevinski metar dužine 50 m,
- građevinski metar dužine 10 m,
- vrećice s oznakama za spremanje uzoraka posidonije,
- oznake za početak i kraj transekta,
- podvodna tablica i pisaljka,
- vodootporni flomaster,
- posude za prijenos uzoraka,
- terenski protokol,
- grafitna i kemijska olovka i
- podvodna fotografska oprema.

#### 6.3.1.4. Način uzorkovanja i mjerenja in situ

Uzorkovanje se obavlja metodom autonomnog ronjenja na dubini od 15 m ( $\pm 1$  m). Shema uzorkovanja prikazana je na Slici 6.3.1-1. Glavni transekt duljine 50 m postavlja se na dubini od 15 m, a podijeljen je na 5 točaka međusobno udaljenih 12,5 m i označenih slovima A (0 m), AB (12,5 m), B (25 m), BC (37,5 m) i C (50 m). Početak i kraj transekta se označe betonskim blokom ili inox kolcima za koje su zavezane plutene oznake.

Gustoća izdanaka se odredi metodom brojenja izdanaka u kvadratima površine  $0,16 \text{ m}^2$  (40 x 40 cm). Na svakoj od tri glavne točke transekta (A, B i C) obrade se po četiri kvadrata. Pokrovnost podloge izdancima procjeni se pomoću LIT (Line Intercept Transect (Bianchi i sur., 2005) metode. Na svakoj od tri glavne točke transekta (A, B i C) povuku se po tri podtransekta duljine 10 m. Uzduž ovih transekata zabilježi se pojava čuperaka posidonije te raznih tipova dna (pijesak, stijena, mrtvi rizomi) te se zabilježi udaljenost na transektu na kojoj se ovi tipovi podloge izmjenjuju. Pokrovnost se odredi kao postotak ukupne duljine koju pokrivaju izdanci, a u ukupnu duljinu se ne uračunaju dijelovi stjenovitog dna na kojem posidonija rijetko raste. Za potrebe morfometrijske i kemijske analize uzorkuje se minimalno 10 čuperaka sa svake točke transekta (A, AB, B, BC, C) koji se sprema u prethodno označene vrećice.



Slika 6.3.1.-1. Grafički prikaz osnovnog transekta, podtransekata za mjerenje pokrovnosti te lokacija mjerenja gustoće i uzimanja uzoraka podanaka i listova

Nakon uzorkovanja, uzorci sa svake točke transekta (5) se pohrane u najlonske vrećice te se zamrznu do daljnje obrade u laboratoriju.

### 6.3.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA

U laboratoriju se obrađuje i analizira uzorkovani materijal s 5 točaka transekta na sljedeći način:

1. Od sakupljenih izdanaka izdvoji se po jedan izdanak sa svake točke transekta za morfometrijsku analizu. Listovi izdanaka se odvoje od rizoma i svakom od njih se odredi dužina i širina. Svakom listu se zabilježi prisutnost nekroze te oštećenja vrha lista.
2. Iz zabilježenih podataka se odredi srednja lisna površina, srednji postotak listova s nekrozom i srednji postotak listova s otkinutim vrhom za svaku postaju.
3. Preostali izdanci sa svake točke transekta se koriste za izdvajanje epifita i rizoma.
4. Struganjem se uklone epifiti sa svih listova preostalih izdanaka sa svake točke transekta.
5. Epifiti se osuše u sušioniku, usitne u fini prah u tarioniku te pohrane u označene epruvete.
6. Svakom preostalom izdanku otkine se po 1 cm vršnog dijela rizoma, osuše se u sušioniku, samelju se u tarioniku te se pohrane u označene epruvete.
7. Kemijski pokazatelji koje treba odrediti u epifitima i rizomima:
  - u epifitima: postotak dušika
  - u rizomima: sadržaj sahara, omjer izotopa dušika ( $\delta^{15}\text{N}$ ), omjer izotopa sumpora ( $\delta^{34}\text{S}$ ), količina olova.

### 6.3.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 6.3.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju morskih cvjetnica

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

Tablica 6.3.3.-1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju morskih cvjetnica

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Morske cvjetnice	<i>Posidonia oceanica</i> multivarijantni indeks (POMI)	Opća degradacija	Opća degradacija



### 6.3.3.2. Mjerna postaja za morske cvjetnice

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja za biološki element kakvoće *P. oceanica* zajedničke su za sve tipove priobalnih voda, stoga uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja.

### 6.3.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju morske cvjetnice

POMI (*Posidonia oceanica* multivarijantni indeks) je metoda koja se zasniva na uzorkovanju morske cvjetnice *Posidonia oceanica* i mjerenju više fizioloških elemenata stanja biljke te karakteristika čitave zajednice.

#### 6.3.3.3.1. Izračunavanje POMI indeksa

Za izračun POMI indeksa potrebno je koristiti verziju indeksa POMI9 (Bennett i sur., 2011.) koja podrazumijeva mjerenja 9 različitih elemenata ocjene (Tablica 6.3.3.-2.).

Tablica 6.3.3.-2. Elementi ocjene koji se koriste u metodi POMI

Element indeksa	Opis
Gustoća izdanaka	Broj izdanaka u kvadratima površine 0,16 m <sup>2</sup> (40x40 cm)
Pokrovnost livade	Postotna pokrovnost podloge izdancima, pomoću LIT (Line Intercept Transect) metode
Lisna površina	Srednja površina listova (cm <sup>2</sup> )
Nekroza	Srednja vrijednost nekroze listova (%)
Rezervna tvar (saharoza)	Sadržaj saharoze u rizomima (% suhe mase)
Omjer izotopa dušika (δ <sup>15</sup> N)	Omjer izotopa dušika u rizomima
Omjer izotopa sumpora (δ <sup>34</sup> S)	Omjer izotopa sumpora u rizomima
Olovo u rizomu	Količina olova u rizomima (μg/g suhe mase)
Dušik u epifitima	Količina dušika u epifitima sakupljenima s listova (% suhe mase)

Rezultat svih izvedenih mjerenja i analiza primjenom POMI metode je skup brojčanih vrijednosti izraženih u različitim jedinicama, od broja izdanaka po metru kvadratnom do koncentracija kemijskih elemenata. POMI metoda objedinjuje sve ove elemente u jedan pokazatelj. Za izračunavanje POMI indeksa treba koristiti multivarijantnu statističku metodu glavnih komponenti (PCA, Principal Component Analysis) kojoj prethodi transformacija svih rezultata mjerenja četvrtim korijenom. Ovom metodom dobiju se vrijednosti prve komponente (C1) koje predstavljaju vrijednost ekološkog stanja svake postaje.

Vrijednost OEK-a svake postaje se izračunava prema sljedećoj formuli:

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

OEKx se izračunava prema formuli:

$$OEKx = \frac{C1x - C1najlošija}{C1najbolja - C1najlošija}$$

gdje je:

OEK<sub>x</sub> – OEK za postaju x,

C1<sub>x</sub> – vrijednost komponentnih bodova PC1 za postaju x,

C1<sub>najbolja</sub> – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najbolju postaju,

C1<sub>najlošija</sub> – vrijednost komponentnih bodova PC1 za virtualnu najlošiju postaju.

U PCA analizu ulaze svi izmjereni podaci sa svih istraživanih livada. Pomoću PCA analize dobiva se po jedna brojčana vrijednost za svaku postaju. Ta brojčana vrijednost je C1<sub>x</sub>. C1<sub>najbolja</sub> i C1<sub>najlošija</sub> su također brojčane vrijednosti koje se dobiju u istoj analizi samo nisu za realne postaje nego za virtualno najbolju i virtualno najlošiju postaju. Pokazatelji za te virtualne postaje se dobiju tako da se uzmu po tri najbolja i po tri najlošija pokazatelja svih postaja iz kojih se izračuna srednja vrijednost.

#### 6.3.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Rezultat POMI indeksa predstavlja omjer ekološke kakvoće određen na temelju morske cvjetnice (*Posidonia oceanica*).

Ukupna ocjena ekološkog stanja na temelju biološkog elementa kakvoće morske cvjetnice je vrijednost POMI indeksa, odnosno  $OEK_{\text{morske cvjetnice}} = OEK_{\text{POMI}}$ , a kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 12. priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 6.3.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MORSKIH CVJETNICA U PRIOBALNIM VODAMA

Terenski protokol za POMI metodu BEK morska cvjetnica *Posidonia oceanica* sadrži:

- datum uzorkovanja,
- šifra vodnog tijela,
- naziv mjerne postaje,
- šifra mjerne postaje,
- opis mjesta uzorkovanja i posebne zabilješke,
- koordinate početka transeka,
- smjer transeka prema kompasu,
- dubina početka transeka (m),
- dubina kraja transeka (m),
- gustoća i pokrovnost livade koje se upisuju prema Tablici:

Točke uzorkovanja	Gustoća/Dubina kvadrata	Pokrovnost	Dubina na početku	Dubina na kraju
Točka 1	Kvadrat 1	LIT1		
	Kvadrat 2	LIT2		
	Kvadrat 3	LIT3		
	Kvadrat 4			
Točka 2	Kvadrat 5	LIT1		
	Kvadrat 6	LIT2		
	Kvadrat 7	LIT3		
	Kvadrat 8			
Točka 3	Kvadrat 9	LIT1		
	Kvadrat 10	LIT2		
	Kvadrat 11	LIT3		
	Kvadrat 12			

- Ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u Napomene.

## 6.4. BIOLOŠKI ELEMENT KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS

Prema Uredbi o standardu kakvoće voda makrozoobentos je jedan od četiri biološka elementa kakvoće voda na temelju kojeg se određuje ekološko stanje priobalnih voda. Mjerenjem sastava i bogatstva faune makrozoobentosa te određivanjem odnosa osjetljivih, indiferentnih i oportunističkih vrsta u zajednici dobije se uvid u veličinu antropogenog utjecaja na ekosustav priobalnih voda.

### 6.4.1. UZORKOVANJE

#### 6.4.1.1. Vrijeme uzorkovanja

Uzorkovanje bentoskih beskralješnjaka (makrozoobentosa) priobalnih voda obavlja se u razdoblju između svibnja i listopada.

#### 6.4.1.2. Izbor mjerne postaje

Uzorkovanje makrozoobentosa se obavlja na mjernim postajama nacionalne mreže monitoringa na kojima se uzorkuje fitoplankton i osnovni fizikalno-kemijski pokazatelji.

#### 6.4.1.3. Materijal i oprema za uzorkovanje bentoskih beskralješnjaka

Za uzorkovanje makrozoobentosa priobalnih voda potrebna je sljedeća oprema i materijal:

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

#### 6.4.1.4. Način uzorkovanja

Uzorkovanje sedimenta za analizu faune bentoskih beskralješnjaka obavlja se Van Veen grabilom zahvatne površine 0,1m<sup>2</sup>. Na svakoj mjernoj postaji se uzimaju četiri poduzorka, a svaki poduzorak se tretira posebno. Na terenu se sediment ispire i prosijava kroz sito veličine oka 1 mm, pri čemu se pincetama vrši gruba separacija makrofaune. Izdvojeni organizmi se fiksiraju s 4%-tnom otopinom formaldehida u morskoj vodi, a zasebno se, na isti način, konzervira i ostatak sedimenta koji se

zadržao na sitima. Uzorci se pohranjuju u posude koje se označavaju etiketom na kojoj je napisana šifra uzorka.

Svi podaci koji se odnose na uzorkovanje (datum, mjerna postaja, ime osobe koja je uzorkovala, opis vremenskih prilika, visina plime/oseke, dubina uzorkovanja te sve ostale moguće posebnosti se zapisuju u unaprijed pripremljen terenski protokol.

#### 6.4.2. LABORATORIJSKA OBRADA UZORKA

Materijal i oprema za analizu makrozoobentosa:

- stereolupa,
- plastične kadice,
- sita (veličine oka 1 mm i 0,5 mm),
- posude za pohranu uzoraka,
- Petrijeve zdjelice,
- pipete i pincete,
- pribor za etiketiranje uzorka,
- fiksativ (70%-tni etilni alkohol) i
- grafitne i kemijske olovke.

Laboratorijska obrada makrozoobentosa odvija se u nekoliko koraka:

1) kompletna separacija organizama iz sedimenta zadržanog na situ

U laboratoriju se iz posude s fiksnim uzorkom makrozoobentosa odlije otopina formaldehida kroz sito veličine oka 0,5 mm. Uzorak koji ostane na situ se dobro ispere tekućom vodom.

2) sortiranje i određivanje bentoskih beskralješnjaka na razini viših taksonomskih skupina (koljena/razredi/redovi)

Isprani uzorak se rasporedi po kadici. Prvo se izoliraju organizmi vidljivi prostim okom te se razvrstaju na razini viših taksonomskih skupina. Sitniji organizmi se separiraju pod stereolupom. Separirani i razvrstani organizmi se fiksiraju u 70%-tnom etilnom alkoholu.

3) taksonomska obrada uzoraka

Determinacija vrsta bentoskih beskralješnjaka se provodi korištenjem binokularne lupe do najniže taksonomske razine, obavezno do razine vrste, a najmanje do razine roda sa specificiranim morfološkim za skupine Polychaeta, Bivalvia i Gastropoda koje sačinjavaju veliku većinu makrozoobentosa. Determinacija se provodi korištenjem slikovnih i/ili dihotomnih ključeva navedenih u literaturi (Poglavlje 7.2.2.). Svi prisutni taksoni višeg ranga (koljena/razredi/redovi) se analiziraju kvantitativno, metodom totalnog cenzusa. Determinacija predstavnika ostalih viših taksona koji nisu taksativno nabrojani je poželjna (posebno determinacija rakova i bodljikaša), kada postoji mogućnost taksonomske ekspertize (specijalizirani stručnjak za određenu skupinu). Za potrebe AMBI i M-AMBI analiza, koriste se isključivo podaci koji se odnose na materijal determiniran do razine vrste ili razine roda. Pregledani i determinirani primjerci se pohranjuju u 70%-tnom etilnom alkoholu, u epruvetama ili drugim primjerenim posudicama za dugotrajnu pohranu. Svaka posudica se označava etiketom, koja sadrži potrebne podatke (postaja, datum uzorkovanja, oznaka taksonomske skupine).

**NAPOMENA:** Uzorkovanje i laboratorijska analiza uzoraka mora biti u skladu s normom HRN EN ISO 16665:2014.

### 6.4.3. IZRAČUNAVANJE INDEKSA/POKAZATELJA ZA OCJENU EKOLOŠKOG STANJA

#### 6.4.3.1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju bentoskih beskralješnjaka

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

Tablica 6.4.3.-1. Pokazatelj/indeks i modul za ocjenu ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa

Biološki element kakvoće	Pokazatelj/indeks	Opterećenje na koje ukazuje biološki pokazatelj	Modul
Makrozoobentos	Multimetrijski AMBI - biotički indeks integriteta morskih bentoskih zajednica (M-AMBI)	Onečišćenje organskim tvarima/opća degradacija	Opća degradacija

#### 6.4.3.2. Mjerna postaja za bentoske beskralješnjake

Grafične vrijednosti kategorija ekološkog stanja zajedničke su za sve tipove priobalnih voda, stoga uvrštavanje mjerne postaje u pojedini tip voda nije značajno za ocjenu ekološkog stanja.

#### 6.4.3.3. Određivanje opće degradacije na temelju makrozoobentosa

##### 6.4.3.3.1. Izračunavanje multimetrijskog AMBI - biotičkog indeksa integriteta morskih bentoskih zajednica (M-AMBI)

Podaci dobiveni taksonomskom analizom kvalitativno-kvantitativnog sastava faune bentoskih beskralješnjaka obrađuju se korištenjem računalnog programa AMBI (V 5.0) kreiranog i standardno primjenjivanog za ocjenu stanja ekološke kakvoće mora na temelju makrozoobentosa. Determinirane vrste se klasificiraju u pet ekoloških grupa različite osjetljivosti, prema listi u sklopu računalnog programa AMBI. Lista trenutno obuhvaća 6300 vrsta morskih beskralješnjaka.

M-AMBI (multivarijantni AMBI) je multimetrijski biotički indeks kojim se izražava omjer ekološke kakvoće na temelju sastava i bogatstva faune makrozoobentosa. Biotički indeks M-AMBI je rezultat multivarijantne faktorske (FA) i diskriminacijske analize (DA) u kojoj se kao ulazne vrijednosti koriste tri univarijantna indeksa, koji se izračunavaju na temelju taksonomskog sastava i ukupne brojnosti vrsta (odnosi se na sve poduzorke unutar jedne postaje) te relativne brojnosti pet temeljnih ekoloških grupa na svakoj mjernoj postaji. To su sljedeći indeksi:

- AMBI,
- broj vrsta (S) i
- Shannon Wiener-ov indeks raznolikosti (H').

Formula za izračunavanje indeksa raznolikosti (H'):

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

gdje je:

- pi = ni/N - udio jedinki vrste „i“ u zajednici,
- n - broj jedinki pojedine vrste i
- N ukupni broj jedinki

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

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

gdje su:

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

M-AMBI indeks se računa korištenjem računalnog programa AMBI, uz prethodni izračun AMBI, H' i S indeksa za svaku postaju.

Za izračun vrijednosti M-AMBI indeksa koristi se AMBI: AZTI morski biotički indeks V5.0, koji uključuje bazu sa 6300 vrsta bentoskih beskralješnjaka. Program je slobodan i može se preuzeti na web stranici: <http://www.azti.es>, [ambi.azti.es](http://ambi.azti.es).

#### 6.4.3.4. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja

Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju makrozoobentosa prikazane su u Tablici 6.4.3.-3. i jedinstvene su za sve tipove prijelaznih voda.

Rasponi graničnih vrijednosti AMBI indeksa za 5 kategorija stanja kakvoće odgovaraju M-AMBI kategorijama za ocjenu ekološkog stanja prijelaznih voda. Program generira indekse AMBI, S i H', usrednjava ih i obavlja multivarijatne faktorske (FA) i diskriminacijske analize (DA) čiji je krajnji rezultat M-AMBI indeks, odnosno vrijednost koja ukazuje na omjer ekološke kakvoće korištenjem BEK makrozoobentos.

Tablica 6.4.3.-1. Granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja na temelju AMBI i M-AMBI indeksa

Indeks	Vrijednost	Opis	Indeks	Granične vrijednosti omjera ekološke kakvoće - raspon	Kategorija ekološkog stanja
AMBI	0,0 – 1,2	prirodno/čisto	M-AMBI	0,83 – 1,00	vrlo dobro
	1,3 – 3,3	blago onečišćeno		0,62 – 0,82	dobro
	3,4 – 5,0	umjereno onečišćeno		0,41 – 0,61	umjereno
	5,1 – 6,0	teško onečišćeno		0,21 – 0,40	loše
	> 6	bez života		0,00 – 0,20	vrlo loše

#### 6.4.4. IZRAČUNAVANJE OMJERA EKOLOŠKE KAKVOĆE (OEK)

Biotički indeks M-AMBI koristi se za određivanje omjera ekološke kakvoće (OEK). Na temelju izračunate vrijednosti M-AMBI indeksa rezultati se mogu klasificirati u pet kategorija koje označavaju ekološko stanje prema Tablici 6.4.3-2.

Ukupna ocjena ekološkog stanja primjenom biološkog elementa kakvoće makrozoobentos temelji se na omjeru ekološke kakvoće (OEK) koji se izražava M-AMBI indeksom, odnosno  $OEK_{\text{makrozoobentos}} = OEK_{\text{M-AMBI}}$ . Kategorije ekološkog stanja i granične vrijednosti kategorija ekološkog stanja, izražene kao omjer ekološke kakvoće se određuju prema Tablici 12. Priloga 2.C. Uredbe o standardu kakvoće voda.

#### 6.4.5. TERENSKI PROTOKOL ZA UZORKOVANJE MAKROZOOBENTOSA U PRIOBALNIM VODAMA

Terenski protokol za uzorkovanje makrozoobentosa u priobalnim vodama sadrži:

- broj protokola,
- fotografiju uzoraka prikupljenih grabilom,
- opis mjesta uzorkovanja,
- podatke o postaji
  - tip staništa (NKS šifra),
  - naziv i šifra tipa priobalne vode ,
  - naziv i šifra vodnog tijela,
  - naziv i šifra mjerne postaje,
  - dubina postaje,
  - koordinate mjerne postaje (geografska širina i dužina)
- slivno područje,
- lokalitet,
- datum uzorkovanja,
- ime osobe koja je uzorkovala,
- imena osoba koje su obavile terensku separaciju,
- uzorkovanje, ispiranje, separacija makrozoobentosa na 1 mm situ (terenske bilješke po potrebi),
- podatke o sedimentu:
  - vidljivi i mjerljivi znakovi redukcijskog procesa (crni sediment/sapropel, miris na H<sub>2</sub>S), ostale napomene
  - Redox potencijal u sedimentu (profil po cm u stupcu sedimenta, u mV):
    - sediment 0 - 1 cm
    - sediment 1 - 2 cm
    - sediment 2 - 3 cm
    - sediment 3 - 4 cm
    - sediment 4 - 5 cm
    - sediment 5 - 6 cm
    - sediment 6 - 7 cm
    - sediment 7 - 8 cm
    - sediment 8 - 9 cm
    - sediment 9 - 10 cm
- podaci o pridненоj vodi:
  - pomoćni fizikalno-kemijski pokazatelji: temperatura, salinitet, udio otopljenog kisika
  - onečišćenje (otpadne vode kućanstva, efluent uređaja za pročišćavanje, utjecaj poljoprivrede, industrijski ispusti, onečišćenje naftom i naftnim derivatima, platforme za eksploataciju nafte/plina, fizička degradacija staništa (koćarenje i sl.), utjecaj lučkog onečišćenja, prisutnost invazivnih makrofita, sumnja na iznenadno zagađenje, ostalo)
  - nema onečišćenja
- rukovanje uzorcima:
  - konzerviranje na terenu
  - bez konzerviranja

- pohrana uzoraka:
  - smještaj (prostor)
- ostala opažanja koja nisu obuhvaćena gore navedenim unose se u rubriku Napomene.



## 7. DETERMINACIJSKI KLJUČEVI

### 7.1. BIOLOŠKI ELEMENTI SLATKIH VODA

#### 7.1.1. FITOPLANKTON I FITOBENTOS

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

21. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2007: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 610 str.
22. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2008: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 598 str.
23. Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 2010: Süßwasserflora von Mitteleuropa 2. Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 876 str.
24. Kristiansen, J., Preisig, H. R., 2007: Süßwasserflora von Mitteleuropa 1. Chrysophyte and Haptophyte Algae 2. Teil: Synurophyceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 252 str.
25. Lange-Bertalot, H., 2001: Diatoms of Europe. Vol 2. Navicula Sensu Stricto, 10 Genera Separated from Navicula Sensu Lato, Frustulia. Gantner Verlag, Koenigstein. 526 str.
26. Lange-Bertalot, H., 2003: Diatoms of Europe. Vol 4. Cymbopleura, Delicata, Navicymbula, Gomphocymbellopsis, Afrocyymbula Supplements to Cymbelloid Taxa. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 530 str.
27. Lange-Bertalot, H., Krammer, K. 2002: Diatoms of Europe. Vol 3. Cymbella. Koeltz Scientific Books, Koenigstein. 584 str.
28. Lange-Bertalot, H., Bąk, M., Witkowski, A., 2011: Diatoms of Europe. Vol 6. Eunotia and Some Related Genera. Gantner Verlag, Koenigstein. 747 str.
29. Levkov, Z., 2009: Diatoms of Europe. Vol 5. Amphora sensu lato. Gantner Verlag, Koenigstein. 916 str.
30. Popovský, J., Pfiester, L., 2008: Süßwasserflora von Mitteleuropa 6. Dinophyceae (Dinoflagellida). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 272 str.
31. Rieth, A. 2009: Süßwasserflora von Mitteleuropa 4. Xanthophyceae 2. Teil. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 147 str.
32. Starmach, K., 1985: Süßwasserflora von Mitteleuropa 1. Chrysophyceae und Haptophyceae. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
33. Wołowski, K., Hindák, F., 2005: Atlas of Euglenophytes. Veda, Publishing House of the Slovak Academy of Sciences, Bratislava. 136 str.

#### 7.1.2. MAKROFITI

1. Atherton, I., Bosanquet, S., Lawley M., 2010: Mosses and Liverworts of Britain and Ireland – a field guide. British Bryological Society, London. 856 str.
2. Casper, S. J., Krausch, H. D., 2008: Süßwasserflora von Mitteleuropa 24. Pteridophyta und Anthophyta 1. Teil: Lycopodiaceae bis Orchidaceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 403 str.
3. Casper, S. J., Krausch, H. D., 2008: Süßwasserflora von Mitteleuropa 24: Pteridophyta und Anthophyta 2. Teil: Saururaceae bis Asteraceae. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 942 str.
4. Coudreuse, J., Haury, J., Bardat, J., Rebillard, J.-P., 2005: Les bryophytes aquatiques et supra aquatiques. Clé d'identification pour la mise en œuvre de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière. Agence de l'Eau Adour Garonne, Toulouse. 132 str.
5. Domac, R., 2002: Flora Hrvatske – Priručnik za određivanje bilja. Školska knjiga, Zagreb. 503 str.
6. Düll, R., Düll-Wunder, B., 2008: Moose einfach und sicher bestimmen. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim. 471 str.
7. Eggenberg, S., Möhl, A., 2013: Flora Vegetativa. Ein Bestimmungsbuch für Pflanzen der Schweiz im blütenlosen Zustand. Haupt Verlag, Bern. 736 str.

8. Frey, W., Frahm, J., Lobin, W., Fischer, E., 2006: Liverworts, Mosses and Ferns of Europe. Harley Books, Essex. 528 str.
9. Kiraly, G., Virok, V., Molnar, A. V., 2011: Uj magyar füveszkönyv. Magyarország hajtasos növényei. Abrak. (New Hungarian Herbal. The Vascular plants of Hungary. Atlas.)
10. Krausch, H. D., 1996: Farbatlas Wasser – und Uferpflanzen. Ulmer, Stuttgart. 315 str.
11. Krause, W., 2008: Süßwasserflora von Mitteleuropa 18. Charales (Charophyceae). Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. 202 str.
12. Kremer, B. P., Muhle, H. 1997: Flechten, Moose, Farne. Steinbachs naturführer. Mosaik Verlag GmbH, München. 287 str.
13. Jäger, E.J., Müller, F., Ritz C. M., Welk E., Wesche, K., 2000: Rothmaler - Exkursionsflora von Deutschland Bd 3: Gefäßpflanzen: Atlasband. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg – Berlin. 753 str.
14. Lansdown, R. V., 2008: Water-starworts (Callitriche) of Europe. B.S.B.I. Handbook No. 11. Botanical Society of the British Isles, London. 180 str.
15. Lauber, K., Wagner, G., 2001: Flora Helvetica. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien. 1615 str.
16. Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Ravnik, V., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B., 2007: Mala flora Slovenije. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana. 967 str.
17. Moore, J. A., 1986: Charophytes of Great Britain and Ireland. B.S.B.I. Handbook No. 5. Botanical Society of the British Isles, London. 140 str.
18. Pedrotti Cortini, C., 2001: Flora dei Muschi d'Italia. Parte 1: Sphagnopsida, Andreaopsida, Bryopsida (I Parte). Antonio Delfino Editore, Milano. 817 str.
19. Pedrotti Cortini, C., 2005: Flora dei Muschi d'Italia. Parte 2: Bryopsida (II Parte). Antonio Delfino Editore, Milano. 416 str.
20. Preston, C. D., 1995: Pondweeds of Great Britain and Ireland. B.S.B.I. Handbook No. 8. Botanical Society of the British Isles, London. 352 str.
21. Schubert, H., Blindow, I. 2004: Charophytes of the Baltic Sea. A.R.G.Ganter Verlag Kommanditgesellschaft, Ruggell. 332 str.
22. Smith, A. J. E., 1990: The Liverworts of Britain & Ireland. Cambridge University Press, Cambridge. 362 str.
23. Smith, A. J. E., 2004: The Moss Flora of Britain and Ireland. Cambridge University Press, Cambridge. 1012 str.
24. Van de Weyer, K., Schmidt, C., Kreimeier, B., Wassong, D., 2011: Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armelechteralgen und Moose) in Deutschland Band 1: Bestimmungsschlüssel. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz, Potsdam. 166 str.
25. Van de Weyer, K., Schmidt, C., Kreimeier, B., Wassong, D., 2011: Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Makrophyten (Gefäßpflanzen, Armelechteralgen und Moose) in Deutschland. Band 2: Abbildungen. Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz. Potsdam. 374 str.
26. Wood, R. D., Imahori, K., 1965: A Revision of the Characeae. Part I. Monograph of the Characeae. Verlag von J. Cramer, Weinheim. 904 str.
27. Wood, R. D., Imahori, K. 1965: A Revision of the Characeae. Part II. Iconograph of the Characeae. Verlag von J. Cramer. Weinheim. 904 str.

### 7.1.3. MAKROZOOBENTOS

1. Argano, R., 1979: Isopodi (Crustacea Isopoda). Guide per il riconoscimento delle specie delle acque interne italiane, 5. C.N.R., Roma.
2. Askew, R. R., 2004: The dragonflies of Europe. Harley Books, Essex. 308 str.

3. Bauernfeind, E., Humpesch, U. H., 2001: Die Eintagsfliegen Zentraleuropas - Bestimmung und Ökologie. Verlag des Naturhistorischen Museums Wien, Wien. 240 str.
4. Bole, J., 1969: Ključi za določevanje živali – IV. Mehkužci (Mollusca). Društvo biologov Slovenije, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Ljubljana. 115 str.
5. Brinkhurst, R. O., 1971: A Guide for the Identification of British Aquatic Oligochaeta. Scientific Publication No. 22. Freshwater Biological Association, Ambleside. 55 str.
6. Brinkhurst, R. O., Jamieson, B. G. M., 1971: Aquatic Oligochaeta of the World. Oliver & Boyd, Edinburgh. 860 str.
7. Brooks, S. J., Langdon, P. G., Heiri, O., 2007: The identification and use of Palaeartic Chironomidae larvae in palaeoecology. QRA Technical Guide No. 10. Quaternary Research Association, London. 276 str.
8. Ekrem, T., 2004: Immature stages of European Tanytarsus species I. The eminulus-, gregarius , lugens- and mendax species groups (Diptera: Chironomidae). Deutsche entomologische Zeitschrift 51(1), 97-146.
9. Elliott, J. M., Humpesch, U. H., Macan, T. T., 1988: Larvae of the British Ephemeroptera: a key with ecological notes. Scientific Publications No. 49. Freshwater Biological Association, Ambleside. 145 str.
10. Franke, U., 1979: Bildbestimmungsschlüssel mitteleuropäischer Libellenlarven. Stuttgarter Beitr. z. Naturkunde Serie A (Biologie) 333, 1-17.
11. Hrabe, S., 1979: Vodni maloštetinatci (Oligochaeta) Československa. Acta Universitatis Carolinae- Biologica 1-167.
12. Glöer, P., 2002: Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. Die Tierwelt Deutschlands Teil 73. Conchbooks, Hackenheim. 327 str.
13. Hrabe S., 1981: Vodni maloštetinatci (Oligochaeta) Československa. Acta Universitatis Carolinae 1979, 1-167.
14. Karaman, G. S., 1993: Fauna d'Italia 31. Crustacea Amphipoda (d'acqua dolce). Edizione Calderini, Bologna. 337 str.
15. Karaman, M. S., 1962: Ein Beitrag zur Systematic der Astacidae (Decapoda). Crustaceana 3, 173-191.
16. Karaman, M. S., 1963: Studie der Astacidae (Crustacea, Decapoda) II. Teil. Hydrobiologia 22, 111-132.
17. Karaman, G. S., Pinkster, S., 1977: Freshwater *Gammarus* species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda). Part 1. *Gammarus pulex*-group and related species. Bijdragen tot de Dierkunde 47(1), 1-97.
18. Karaman, G. S., 1977: Revision of the Echinogammarus genera-complex (fam. Gammaridae). Archives of Biological Sciences 27(1/2), 69-93.
19. Killeen, I., Aldridge, D., Oliver, G., 2004: Freshwater Bivalves of Britain and Ireland. FSC, AIDGAP Occasional Publication 82. 114 str.
20. Klink, A. G., 1983: Key to the Dutch larvae of *Paratanytarsus* Thienemann & Bause with note on the ecology and the phylogenetic relations. Hydrobiologisch Adviesburo. 36 str.
21. Macadam C. & Bennett, C., 2010: A Pictorial Guide to British Ephemeroptera. The Riverfly Partnership. FSC Publications, Shrewsbury. 128 str.
22. Malicky H., 2004: Atlas of European Trichoptera. Springer, Dordrecht. 360 str.
23. Minelli A., 1977: Irudinei (Hirudinea). AQ/1/2. Consiglio Nazionale delle Ricerche. 55 str.
24. Moller Pillot, H. K. M., 2009: A key to the larvae of the aquatic Chironomidae of the North-West European Lowland. Provisional translation of "De Larven der Nederlandse Chironomidae, 1984" with many additions. Second edition, with only minor corrections. Private publication. 77 str.
25. Müller-Liebenau, I., 1969: Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815. (Insecta, Ephemeroptera). Gewässer und Abwässer 49/49. 214 str.

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

#### 7.1.4. RIBE

1. Kottelat, M., Freyhof, J., 2007: Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol. 646 str.
2. Maitland, P. S., 2000: Guide to Freshwater Fish of Britain and Europe. Hamlyn, London. 272 str.
3. Miller, P. J., Loates, M. J., 1997: Fish of Britain & Europe. Harper Collins Publishers, London. 288 str.

4. Povž, M., Sket, B., 1990: Naše sladkovodne ribe. Mladinska knjiga, Ljubljana. 369 str.
5. Vuković, T., Ivanović, B., 1971: Slatkovodne ribe Jugoslavije. Zemaljski muzej BiH, Sarajevo. 268 str.

## 7.2. BIOLOŠKI ELEMENTI PRIJELAZNIH I PRIOBALNIH VODA

### 7.2.1. MAKROALGE PRIOBALNIH VODA

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

### 7.2.2. MAKROZOOBENTOS

1. AMBI: AZTI MARINE BIOTIC INDEX (AZTI-Tecnalia, [www.azti.es](http://www.azti.es))
2. Barnich, R., Fiege, D., 2003: Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft Band 559. The Aphroditoidea (Annelida: Polychaeta) of the Mediterranean Sea. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh, Frankfurt am Main. 167 str.
3. Bianchi, C. N., 1981: Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque lagunari e costiere italiane. AQ/1/96. 5. Policheti serpuloidi. Consiglio Nazionale delle ricerche, Genova. 187 str.
4. Böggemann, M., 2002: Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Revision of Glyceridae Grube, 1850 (Annelida: Polychaeta). E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchh, Frankfurt am Main. 249 str.
5. Carrera-Parra, L. F., 2006: Revision of *Lumbrineris* de Blainville, 1828 (Polychaeta: Lumbrineridae). Zootaxa 1336, 1-64.
6. Fauchald, K., 1977: The Polychaete Worms: definition and Keys to the Orders, Families and Genera. Natural History Museum Los Angeles County (Science series) 28, 1-188.
7. Fauvel, P., 1923: Faune de France 5. Polychetes errantes. Paul Lechevalier, Paris. 488 str.
8. Fauvel, P., 1927: Faune de France 16. Polychetes sedentaires. Paul Lechevalier, Paris. 494 str.
9. Laubier, L., Ramos, J. 1974 [cf. issue date 1973]: Paraonidae (Polychètes sédentaires) de Méditerranée. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, Paris, Ser. 3 113(168), 1097-1148.
10. Nikiforos, G., 2002: Fauna del Mediterraneo. Giunti Edizione, Firenze. 366 str.

11. Nordsieck, F., 1969: Die europaischen Meeresmuscheln (Bivalvia). G. Fischer Verlag, Stuttgart. 256 str.
12. Parenzan, P., 1970: Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol 1. Gasteropodi. Ed. Bios Taras, Taranto. 285 str.
13. Parenzan, P., 1974: Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol 2. Bivalvi I. Ed. Bios Taras, Taranto. 264 str.
14. Parenzan, P., 1976: Carta d'identità delle conchiglie del Mediterraneo. Vol. 2 Bivalvi II. Ed. Bios Taras, Taranto.
15. Riedel, R., 1991: Fauna e Flora del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, Padova. 777 str.
16. San Martín, G., 2003: Fauna Ibérica. Vol. 21. Annelida Polychaeta II: Syllidae. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. 554. str.
17. Tebble, N., 1966: British bivalve seashells. A handbook for identification. Trustees of the British Museum (Natural History), London. 212 str.
18. Viéitez, J. M., Alos, C., Parapar, J., Besteiro, C., Moreira, J., Núñez, J., Laborda, A. J., San Martín, J. G., 2004: Fauna Ibérica, Vol. 25. Annelida, Polychaeta I. Museo Nacional de Ciencias Naturales, CSIC, Madrid. 530 str.

### 7.2.3. RIBE PRIJELAZNIH VODA

1. Jardas, I., 1996: Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb. 533 str.



## 8. OSTALA LITERATURA

1. Asnaghi, V., Chiantore, M., Bertolotto, R. M., Parravicini, V., Cattaneo-Vietti, R., Moretto, P., Privitera, D., Mangialajo, L., 2009: Implementation of the European Water Framework Directive: Natural variability associated with the CARLIT method on the rocky shores of the Ligurian Sea (Italy). *Marine Ecology and Evolutionary Perspectives* 30, 505-513.
2. Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., García, M., Mangialajo, L., de Torres, M., 2007: A new methodology based on littoral community cartography dominated by macroalgae for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55, 172-180.
3. Bennett, S., Roca, G., Romero, J., Alcoverro, T., 2011: Ecological status of seagrass ecosystems: An uncertainty analysis of the meadow classification based on the *Posidonia oceanica* multivariate index (POMI). *Marine Pollution Bulletin* 62(8), 1616-21.
4. Bonacci, O., 1995: Ground water behaviour in Karst – Example of the Ombla spring (Croatia). *Journal of Hydrology* 165, 113-134.
5. Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000: A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40, 1100-1114.
6. Borja, A., Muxika, I., Franco, J., 2003: The application of a Marine Biotic Index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. *Marine Pollution Bulletin* 46, 835-846.
7. Borja, A., Muxika, I., 2005: Guidelines for the use of AMBI (AZTI's Marine Biotic Index) in the assessment of the benthic ecological quality. *Marine Pollution Bulletin* 50, 787-789.
8. Borja, A., Mader, J., Muxika, I., 2012: Instruction for the use of the AMBI index software (version 5.0). *Revista de Investigacion Marina* 19(3), 72-82.
9. Bórics, G., Várbiró, G., Grigorszky, I., Krasznai, E., Szabó, S., Kiss Keve, T., 2007: A new evaluation technique of potamo-plankton for the assessment of the ecological status of rivers. *Archiv für Hydrobiologie, Supplementband Large rivers* 161(3-4), 465-486.
10. Bórics, G., Grigorszky, I., Várbiró, G., Krasznai, E., 2009: Proposal for the phytoplankton-based quality assessment of surface waters ÖKO Zrt: Preparation of Water Management Plans. Final report of the KEOP 250A project. Budapest.
11. Castelli, A., Lardicci, C., Tagliapietra, D., 2003: Il Macrobenthos di fondo molle. U: Gambi, M. C., Dapiano, M. (ur.), *Manuale di metodologie di campionamento e studio del benthos marino mediterraneo. Biologia Marina Mediterranea* 10(Suppl.), 109-145.
12. Clarke, K. R., Warwick, R. M., 2001: Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation, 2<sup>nd</sup> edition. PRIMER-E Ltd, Plymouth.
13. Deegan, L. A., Finn, J. T., Buonaccorsi, J., 1997: Development and validation of an estuarine biotic integrity index. *Estuaries* 20 (3): 601-617.
14. Direktiva 2000/60/EZ Europskog parlamenta i Vijeća od 23. listopada 2000. o uspostavi okvira za djelovanje Zajednice u području vodne politike (Okvirna direktiva o vodama) (SL L 327, 22. 12. 2000.)
15. Dulčić, J., Matić, S., Kraljević, M., 2002: Shallow coves as nurseries for non-resident fish: a case study in the eastern middle Adriatic. *Journal of the Marine Biology Association of the United Kingdom* 82, 991-993.
16. Eleftheriou, A., Holme, A. N., 1984: Macrofauna techniques. U: Holme, N. A., Macintyre, A.D. (ur.), *Methods for study of marine benthos*. Blackwell Scientific Publications, London. str. 140-216.
17. Habdija, I. i sur., 2008: Ekološko istraživanje površinskih kopnenih voda u Hrvatskoj prema kriterijima Okvirne direktive o vodama EU, Zagreb.



18. Harrison, T. D., Cooper, J. A. G., Ramm, A. E. L., 2000: State of South African estuaries – geomorphology, ichthyofauna, water quality and aesthetics. State of the Environment Seriesreport No.2. Departement of Environmental Affairs and Tourism.
19. Köhler, J., 1995: Growth, production and losses of phytoplankton in the lowland River Spree: carbon balance. *Freshwater Biology* 34(3), 501-512.
20. Kušpilić, G. i sur., 2011a: Karakterizacija područja i izrada prijedloga programa i provedba monitoringa stanja voda u prijelaznim i priobalnim vodama jadranskog mora prema zahtjevima okvirne direktive o vodama EU(2000/60/EC). Dio prvi: Karakterizacija područja i izrada prijedloga programa monitoringa. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split. 404 str.
21. Kušpilić, G. i sur., 2011b: Karakterizacija područja i izrada prijedloga programa i provedba monitoringa stanja voda u prijelaznim i priobalnim vodama jadranskog mora prema zahtjevima okvirne direktive o vodama EU(2000/60/EC). Dio drugi: Rezultati monitoringa kemijskog i ekološkog stanja u vodnim tijelima prijelaznih i priobalnih voda uz procjenu njihovog hidromorfološkog stanja. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split. 127 str.
22. Kušpilić, G. i sur., 2013: Sustavno ispitivanje kakvoće prijelaznih i priobalnih voda u 2012. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split. 358 str.
23. Lund, J. W. G., Kipling, C., Cren, E. D., 1958: The inverted microscope method of estimating algal numbers and the statistical basis of estimations by counting. *Hydrobiologia* 11(2), 143 - 170.
24. Mangialajo, L., Ruggieri, N., Asnaghi, V., Chiantore, M., Povero, P., Cattaneo-Vietti, R. 2007. Ecological status in the Ligurian Sea: The effect of coastline urbanisation and the importance of proper reference sites. *Marine Pollution Bulletin* 55, 30-41.
25. Matić-Skoko, S., Peharda, M., Pallaoro, A., Baždarić, B., 2006: Infralittoral fish assemblages in a temperate Zrmanja estuary, Adriatic Sea. *Acta Adriatica* 48, 45-55.
26. Muxika, I., Borja, Á, Franco, J., 2003: The use of a Biotic Index (AMBI), to identify spatial and temporal impact gradients on benthic communities in an estuarine area. ICES CM 2003/Session J-01.
27. Mihaljević, Z. i sur., 2011: Testiranje bioloških metoda ocjene ekološkog stanja (Okvirna direktiva o vodama, 2000/60/EC) u reprezentativnim slivovima Panonske i Dinaridske ekoregije, (KNJIGE I, II i III) Zagreb.
28. Mihaljević, Z. i sur., 2013: Testiranje bioloških metoda ocjene u jezerima Dinaridske ekoregije, Zagreb.
29. Mrakovčić, M., Mišetić, S., Povz, M., 1995: Status of freshwater fish in Croatian Adriatic river systems. *Biological Conservation* 72, 179-185.
30. Nikolić, V., Žuljević, A., Mangialajo, L., Antolić, B., Kušpilić, G., Ballesteros, E., 2013: Cartography of littoral rocky-shore communities (CARLIT) as a tool for ecological quality assessment of coastal waters in the Eastern Adriatic Sea. *Ecological Indicators* 34, 87-93.
31. Oliva, S., Mascaró, O., Llagostera, I., Pérez, M., Romero, J., 2012: Selection of metrics based on the seagrass *Cymodocea nodosa* and development of a biotic index (CYMOX) for assessing ecological status of coastal and transitional waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 114, 7-17.
32. Rott, E., 1981: Some results from phytoplankton counting intercalibrations. *Aquatic Sciences -Research Across Boundaries* 43(1), 34-62.
33. Rott, E., Pipp, E., Pfister, P., Van Dam, H., Orther, K., Binder, N., Pall, K., 1999: Indikationslisten für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern. Teil 2: Trophieindikation. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien. 248 str.
34. Solimini, A., Free, G., Donohue, I., Irvine, K., Pusch, M., Rossaro, B., Sandin, L., Cardoso, A. C., 2006: Using benthic macroinvertebrates to assess ecological status of lakes current knowledge and way forward to support WFD Implementation. Technical Report EUR 22347, European Commission, J.R.C., Ispra. 48 str.

35. Stanković, I., 2013: Fitoplankton kao pokazatelj ekološkoga stanja velikih nizinskih rijeka Hrvatske. Doktorski rad. Prirodoslovno – matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb. 214 str.
36. Strickland, J. D. H., Parsons, T. R., 1972: A practical handbook of sea-water analysis. Bulletin 167. Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. 311 str.
37. Thorne, C. R., Hey, R. D., Newson, M. D., 1997: Applied fluvial geomorphology for river engineering and management. John Wiley and Sons Ltd., Chichester. 388 str.
38. Uredba o standardu kakvoće voda, Narodne novine broj 73/2013.
39. Water Framework European Union Directive 2000/60/EC of the European Parliament and the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy, Official Journal of the European Communities, 2000.
40. Wetzel, R. G., 2001: Limnology: Lake and River Ecosystems. Elsevier Academic Press, New York. 1006 str.
41. Whitfield, A. K., Elliott, M., 2002: Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries – a review of progress and some suggestions for the future. Journal of Fish Biology 61, 229-250.
42. Zakon o vodama, Narodne novine br. 153/09, 63/2011, 130/2011, 56/2013 i 14/2014.

## 9. DODACI

### DODATAK 1. POPIS SVOJTI FITOPLANKTONA U VELIKIM I VRLO VELIKIM RIJEKAMA S PRIPADAJUĆIM FUNKCIONALNIM GRUPAMA

Redni broj	Vrsta	Funkcionalna grupa*
<b>Ochrophyta: Bacillariophyceae</b>		
1.	<i>Acanthoceras zachariasii</i> (Brun) Simonsen	A
2.	<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>rostrata</i> Hustedt	TB
3.	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	TB
4.	<i>Achnantheidium</i> sp.	TB
5.	<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	TB
6.	<i>Amphora</i> sp.	TB
7.	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	C
8.	<i>Asterionella ralfsii</i> W.Smith	C
9.	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehrenberg) Simonsen	P
10.	<i>Aulacoseira italica</i> (Ehrenberg) Simonsen	B
11.	<i>Aulacoseira muzzanensis</i> (Meister) Krammer	B
12.	<i>Aulacoseira pusilla</i> (Meister) Tuji & Houk	B
13.	<i>Aulacoseira</i> sp.	P
14.	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory de Saint Vincent) Cleve	TB
15.	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenberg	TB
16.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	TB
17.	<i>Craticula cuspidata</i> (Kützing) D.G.Mann	TB
18.	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	A
19.	<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenstein	B
20.	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt	D
21.	<i>Cyclotella bodanica</i> Eulenstein	B
22.	<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenberg) Kützing	B
23.	<i>Cyclotella cyclopuncta</i> Håkansson & J.R.Carter	A
24.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	C
25.	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	B
26.	<i>Cyclotella</i> sp.	C
27.	<i>Cymatopleura solea</i> (Brébisson) W.Smith	TB
28.	<i>Cymbella</i> sp.	TB
29.	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	TB
30.	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	TB
31.	<i>Diatoma moniliformis</i> Kützing	TB
32.	<i>Diatoma problematica</i> Lange-Bertalot	TB
33.	<i>Diatoma tenuis</i> C.Agardh	P
34.	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory de Saint-Vincent	TB
35.	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) M.Schmidt	TB
36.	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve & Grunow) Houk & Klee	B
37.	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	TB
38.	<i>Encyonema silesacum</i> (Bleisch) D.G.Mann	TB
39.	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	TB
40.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	P
41.	<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	P
42.	<i>Fragilaria</i> sp.	P
43.	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Lyngbye) Desmazières	TB
44.	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	TB
45.	<i>Gomphonema</i> sp.	TB
46.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützing) Rabenhorst	TB

Redni broj	Vrsta	Funkcionalna grupa*
47.	<i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer	TB
48.	<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	TB
49.	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick	TB
50.	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	TB
51.	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	TB
52.	<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova	TD
53.	<i>Melosira islandica</i> O.F.Müller	B
54.	<i>Melosira varians</i> C.Agardh	TB
55.	<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.Agardh	TD
56.	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	TB
57.	<i>Navicula lanceolata</i> Ehrenberg	TB
58.	<i>Navicula</i> sp.	TB
59.	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W.Smith	D
60.	<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	D
61.	<i>Nitzschia longissima</i> var. <i>reversa</i> Grunow	TB
62.	<i>Nitzschia reversa</i> W.Smith	TB
63.	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch) W.Smith	TB
64.	<i>Nitzschia</i> sp.	TB
65.	<i>Pinnularia</i> sp.	TB
66.	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brébisson ex Kützing) Lange-Bertalot	TB
67.	<i>Rhizosolenia longiseta</i> O. Zacharias	A
68.	<i>Rhizosolenia</i> sp.	A
69.	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	TB
70.	<i>Skeletonema potamos</i> (C.I.Weber) Hasle	D
71.	<i>Stauroneis</i> sp.	TD
72.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	D
73.	<i>Stephanodiscus minutulus</i> (Kützing) Cleve & Möller	D
74.	<i>Stephanodiscus</i> sp.	D
75.	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot	TB
76.	<i>Surirella linearis</i> W.Smith	TB
77.	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	N
78.	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	N
79.	<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M.Aboal	D
80.	<i>Ulnaria delicatissima</i> (W.Smith) M.Aboal & P.C.Silva	D
81.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) P.Compère	D
82.	<i>Urosolenia eriensis</i> (H.L.Smith) Round & R.M.Crawford	A
83.	<i>Vibrio tripunctatus</i> O.F.Müller	TB
	<b>Charophyta</b>	
84.	<i>Closterium limneticum</i> Lemmermann	P
85.	<i>Closterium</i> sp.	P
86.	<i>Closterium strigosum</i> Brébisson	P
87.	<i>Cosmarium protuberans</i> P. Lundell	N
88.	<i>Cosmarium regnellii</i> Wille	N
89.	<i>Cosmarium</i> sp.	N
90.	<i>Cosmarium tenue</i> W.Archer	N
91.	<i>Mougeotia</i> sp.	T
	<b>Chlorophyta</b>	
92.	<i>Actinastrum fluviatile</i> (J.L.B.Schröder) Fott	J
93.	<i>Actinastrum hantzschii</i> Lagerheim	J
94.	<i>Actinochloris</i> sp.	J
95.	<i>Acutodesmus acuminatus</i> (Lagerheim) Tsarenko	J
96.	<i>Acutodesmus obliquus</i> (Turpin) Hegewald & Hanagata	J
97.	<i>Ankyra ancora</i> (G.M.Smith) Fott	X1

Redni broj	Vrsta	Funkcionalna grupa*
98.	<i>Ankyra judayi</i> (G.M.Smith) Fott	X1
99.	<i>Bitrichia longispina</i> (J.W.G.Lund) Bourrelly	J
100.	<i>Botryococcus braunii</i> Kützing	F
101.	<i>Carteria multifilis</i> (Fresenius) O.Dill	X2
102.	<i>Carteria pseudoglobosa</i> Ettl	X2
103.	<i>Carteria</i> sp.	X2
104.	<i>Chlamydomonas acidophila</i> Negoro	X2
105.	<i>Chlamydomonas globosa</i> J.W.Snow	X2
106.	<i>Chlamydomonas pertusa</i> Chodat	X2
107.	<i>Chlamydomonas reinhardtii</i> P.A.Dangeard	X2
108.	<i>Chlamydomonas sphagnicola</i> (F.E.Fritsch) F.E.Fritsch & H.Takeda	X2
109.	<i>Chlamydomonas</i> sp.	X2
110.	<i>Chlamydonephris pomiformis</i> (Pascher) H.Ettl & O.Ettl	X2
111.	<i>Chlorogonium elongatum</i> (P.A.Dangeard) Francé	W1
112.	Chlorophyceae nedeterminirane bez galerte	J
113.	Chlorophyceae nedeterminirane s galertom	F
114.	<i>Closteriopsis acicularis</i> (Chodat) J.H.Belcher & Swale	P
115.	<i>Coelastrum astroideum</i> De Notaris	J
116.	<i>Coelastrum microporum</i> Nägeli	J
117.	<i>Coelastrum</i> sp.	J
118.	<i>Coenochloris</i> sp.	F
119.	<i>Coenococcus fottii</i> Hindák	F
120.	<i>Coenococcus planctonicus</i> Korshikov	F
121.	<i>Crucigenia fenestrata</i> (Schmidle) Schmidle	J
122.	<i>Crucigenia</i> sp.	J
123.	<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchner) Kuntze	J
124.	<i>Crucigeniella apiculata</i> (Lemmermann) Komárek	J
125.	<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Komárek	J
126.	<i>Crucigeniella crucifera</i> (Wolle) Komárek	J
127.	<i>Crucigeniella neglecta</i> (B.Fott & H.Ettl) J.Komárek	J
128.	<i>Crucigeniella rectangularis</i> (Nägeli) Komárek	J
129.	<i>Crucigeniella</i> sp.	J
130.	<i>Desmodesmus abundans</i> (Kirchner) E.Hegewald	J
131.	<i>Desmodesmus aculeolatus</i> (Reinsch) P.M.Tsarenko	J
132.	<i>Desmodesmus armatus</i> (R.Chodat) E.Hegewald	J
133.	<i>Desmodesmus communis</i> (E.H.Hegewald) E.H.Hegewald	J
134.	<i>Desmodesmus denticulatus</i> (Lagerheim) S.S.An, T.Friedl & E.Hegewald	J
135.	<i>Desmodesmus intermedius</i> (Chodat) E.H.Hegewald	J
136.	<i>Desmodesmus opoliensis</i> (P.G.Richter) E.H.Hegewald	J
137.	<i>Desmodesmus subspicatus</i> (R.Chodat) E.Hegewald & A.Schmidt	J
138.	<i>Dictyosphaerium chlorelloides</i> (Nauman) Komárek & Perman	F
139.	<i>Dictyosphaerium granulatum</i> Hindák	F
140.	<i>Dictyosphaerium</i> sp.	F
141.	<i>Didymogenes palatina</i> Schmidle	F
142.	<i>Eudorina elegans</i> Ehrenberg	G
143.	<i>Franceia amphitricha</i> (Lagerheim) Hegewald	J
144.	<i>Gleocystis</i> sp.	F
145.	<i>Gleotilla</i> sp.	T
146.	<i>Gloeocystis vesiculosa</i> Nägeli	F
147.	<i>Golenkinia radiata</i> Chodat	J
148.	<i>Golenkiniopsis chlorelloides</i> (J.W.G.Lund) Fott	J
149.	<i>Golenkiniopsis longispina</i> (Korshikov) Korshikov	J
150.	<i>Golenkiniopsis parvula</i> (Woronichin) Korshikov	J

Redni broj	Vrsta	Funkcionalna grupa*
151.	<i>Gonium pectorale</i> O.F.Müller	W1
152.	<i>Kirchneriella obesa</i> (G.S.West) West & G.S.West	J
153.	<i>Kirchneriella</i> sp.	F
154.	<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerheim) Chodat	J
155.	<i>Lagerheimia genevensis</i> (Chodat) Chodat	J
156.	<i>Lagerheimia longiseta</i> (Lemmermann) Printz	J
157.	<i>Lagerheimia wratislaviensis</i> Schröder	J
158.	<i>Micractinium pusillum</i> Fresenius	F
159.	<i>Micractinium quadrisetum</i> (Lemmermann) G.M.Smith	F
160.	<i>Micractinium</i> sp.	F
161.	<i>Microspora</i> sp.	TD
162.	<i>Monactinus simplex</i> var. <i>echinulatum</i> (Wittrock) Pérez, Maidana & Comas	J
163.	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	X1
164.	<i>Monoraphidium circinale</i> (Nygaard) Nygaard	X1
165.	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komárková-Legnerová	X1
166.	<i>Monoraphidium griffithii</i> (Berkeley) Komárková-Legnerová	X1
167.	<i>Monoraphidium minutum</i> (Nägeli) Komárková-Legnerová	X1
168.	<i>Monoraphidium pusillum</i> (Printz) Komárková-Legnerová	X1
169.	<i>Monoraphidium</i> sp.	X1
170.	<i>Mucidosphaerium pulchellum</i> (H.C.Wood) C.Bock, Proschold & Krienitz	F
171.	<i>Oedogonium</i> sp.	TD
172.	<i>Oocystis lacustris</i> Chodat	F
173.	<i>Oocystis marssonii</i> Lemmermann	F
174.	<i>Oocystis parva</i> West & G.S.West	F
175.	<i>Oocystis</i> sp.	F
176.	<i>Pandorina morum</i> (O.F.Müller) Bory de Saint-Vincent	G
177.	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen	J
178.	<i>Pediastrum integrum</i> Nägeli	J
179.	<i>Pediastrum simplex</i> Meyen	J
180.	<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs	J
181.	<i>Pseudodidymocystis fina</i> (Komárek) E.Hegewald & Deason	F
182.	<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald	J
183.	<i>Pseudoschroederia robusta</i> (O.Korshikov) E.Hegewald & E.Schnepf	X3
184.	<i>Pteromonas tenuis</i> J.H.Belcher & Swale	X2
185.	<i>Pyramimonas</i> sp.	X2
186.	<i>Scenedesmus acutus</i> var. <i>globosus</i> Hortobágyi	J
187.	<i>Scenedesmus bicaudatus</i> Dedusenko	J
188.	<i>Scenedesmus ecornis</i> (Ehrenberg) Chodat	J
189.	<i>Scenedesmus ellipticus</i> Corda	J
190.	<i>Scenedesmus magnus</i> Meyen	J
191.	<i>Scenedesmus obtusus</i> Meyen	J
192.	<i>Scenedesmus smithii</i> Chodat	J
193.	<i>Scenedesmus</i> spp.	J
194.	<i>Scenedesmus verrucosus</i> Y.V.Roll	J
195.	<i>Schroederia setigera</i> (Schröder) Lemmermann	X3
196.	<i>Schroederia</i> sp.	X3
197.	<i>Selenastrum bibraianum</i> Reinsch	F
198.	<i>Selenastrum gracile</i> Reinsch	F
199.	<i>Spermatozopsis exsultans</i> Korshikov	X2
200.	<i>Sphaerellopsis mucosa</i> (Korshikov) Pentecost	X2
201.	<i>Sphaerellopsis</i> sp.	X2
202.	<i>Sphaerocystis planctonica</i> (Korshikov) Bourrelly	F
203.	<i>Sphaerocystis schroeteri</i> Chodat	F

Redni broj	Vrsta	Funkcionalna grupa*
204.	<i>Tetrabaena socialis</i> (Dujardin) H.Nozaki & M.Itoh	W1
205.	<i>Tetraedron caudatum</i> (Corda) Hansgirg	J
206.	<i>Tetraedron incus</i> (Teiling) G.M.Smith	J
207.	<i>Tetraedron minimum</i> (A.Braun) Hansgirg	J
208.	<i>Tetranephris</i> sp.	J
209.	<i>Tetrastrum staurogeniiforme</i> (Schröder) Lemmermann	J
210.	<i>Tetrastrum triangulare</i> (Chodat) Komárek	J
211.	<i>Treubaria planctonica</i> (G.M.Smith) Korshikov	J
212.	<i>Treubaria schmidlei</i> (Schröder) Fott & Kováčik	J
213.	<i>Treubaria setigera</i> (Archer) G.M.Smith	J
214.	<i>Treubaria triappendiculata</i> C.Bernard	J
<b>Ochrphyta: Chrysophyceae</b>		
215.	<i>Dinobryon bavaricum</i> O.E.Imhof	E
216.	<i>Dinobryon behningii</i> D.O.Svirenko	E
217.	<i>Dinobryon crenulatum</i> West & G.S.West	E
218.	<i>Dinobryon cylindricum</i> O.E.Imhof	E
219.	<i>Dinobryon divergens</i> O.E.Imhof	E
220.	<i>Dinobryon faculiferum</i> (Willén) Willén	E
221.	<i>Dinobryon sertularia</i> Ehrenberg	E
222.	<i>Dinobryon sociale</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	E
223.	<i>Mallomonas akrokomos</i> Ruttner	E
224.	<i>Mallomonas</i> sp.	E
225.	<i>Pseudokephyrion</i> sp.	X2
226.	<i>Synura</i> sp.	WS
<b>Cryptophyta</b>		
227.	<i>Chroomonas coerulea</i> (Geitler) Skuja	X2
228.	<i>Cryptomonas curvata</i> Ehrenberg	Y
229.	<i>Cryptomonas gracilis</i> Skuja	Y
230.	<i>Cryptomonas marssonii</i> Skuja	Y
231.	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	Y
232.	<i>Cryptomonas</i> sp. < 20 µm	x2
233.	<i>Cryptomonas</i> sp. > 20 µm	Y
234.	<i>Komma caudata</i> (L.Geitler) D.R.A.Hill	X2
235.	<i>Plagioselmis nannoplanctica</i> (H.Skuja) G.Novarino, I.A.N.Lucas & S.Morrall	X2
236.	<i>Rhodomonas lacustris</i> Pascher & Ruttner	X2
237.	<i>Rhodomonas</i> sp.	X2
<b>Cyanobacteria</b>		
238.	<i>Anabaena catenula</i> var. <i>affinis</i> (Lemmermann) Geitler	H1
239.	<i>Anabaena cylindrica</i> Lemmermann	H1
240.	<i>Anabaena</i> sp.	H1
241.	<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn	H1
242.	<i>Anabaena verrucosa</i> J.B.Petersen	H1
243.	<i>Anabaenopsis elenkinii</i> V.V.Miller	H1
244.	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> Ralfs ex Bornet & Flahault	H1
245.	<i>Aphanizomenon gracile</i> (Lemmermann) Lemmermann	H1
246.	<i>Aphanocapsa delicatissima</i> West & G.S.West	K
247.	<i>Aphanocapsa</i> sp.	K
248.	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> (Woloszynska) Seenayya & Subba Raju	TC
249.	<i>Dolichospermum flosaquae</i> (Brébisson ex Bornet & Flahault) P.Wacklin, L.Hoffmann & J.Komárek	H1
250.	<i>Dolichospermum planctonicum</i> (Brunnthaler) Wacklin, L.Hoffmann & Komárek	H1
251.	<i>Dolichospermum</i> sp.	H1
252.	<i>Jaaginema metaphyticum</i> Komárek	TC

Redni broj	Vrsta	Funkcionalna grupa*
253.	<i>Leptolyngbya tenuis</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	TC
254.	<i>Limnococcus limneticus</i> (Lemmermann) Komárková, Jezberová, O.Komárek & Zapomlová	LM
255.	<i>Limnothrix redekei</i> (van Goor) M.E.Meffert	TC
256.	<i>Lyngbya aestuarii</i> Liebman ex Gomont	TC
257.	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehrenberg) Naegeli	LO
258.	<i>Merismopedia minutissima</i> Joosten	LO
259.	<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	LO
260.	<i>Microcystis</i> sp.	LM
261.	<i>Microcystis wesenbergii</i> (Komárek) Komárek	LM
262.	<i>Nostoc caeruleum</i> Lyngbye ex Bornet & Flahault	TC
263.	<i>Oscillatoria limosa</i> C.Agardh ex Gomont	TC
264.	<i>Oscillatoria princeps</i> Vaucher ex Gomont	TC
265.	<i>Oscillatoria</i> sp.	TC
266.	<i>Oscillatoria tenuis</i> C.Agardh ex Gomont	TC
267.	<i>Oscillatoriales nedeterminirane</i>	TC
268.	<i>Phormidium</i> sp.	TC
269.	<i>Phormidium tenue</i> (C.Agardh ex Gomont) Anagnostidis & Komárek	TC
270.	<i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemmermann) J.Komárková-Legnerová & G.Cronberg	S1
271.	<i>Planktothrix agardhii</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	S1
272.	<i>Pseudanabaena limnetica</i> (Lemmermann) Komárek	TC
273.	<i>Pseudanabaena</i> sp.	S1
274.	<i>Woronichinia naegeliana</i> (Unger) Elenkin	LO
275.	<i>Woronichinia pusilla</i> (Goor) Joosten	LO
276.	<i>Wornischinia</i> sp.	LO
	<b>Dinophyta</b>	
277.	<i>Ceratium furcoides</i> (Levander) Langhans	LO
278.	<i>Ceratium hirundinella</i> (O.F.Müller) Dujardin	LO
279.	<i>Gymnodinium</i> sp.	LO
280.	<i>Peridinium</i> sp.	LO
	<b>Euglenozoa</b>	
281.	<i>Euglena gracilis</i> Klebs	W1
282.	<i>Euglena proxima</i> P.A.Dangeard	W1
283.	<i>Euglena</i> sp.	W1
284.	<i>Euglenaria caudata</i> (Hüber) A.Karnowska-Ishikawa, E.Linton & J.Kwiatowski	W1
285.	<i>Lepocinclis acus</i> (O.F.Müller) Marin & Melkonian	W1
286.	<i>Lepocinclis oxyuris</i> (Schmarda) Marin & Melkonian	W1
287.	<i>Lepocinclis</i> sp.	W1
288.	<i>Monomorpha pyriformis</i> (Ehrenberg) Mereschkowsk	W1
289.	<i>Phacus acuminatus</i> Stokes	W1
290.	<i>Phacus circulatus</i> Pochmann	W1
291.	<i>Phacus granum</i> Drezepolski	W1
292.	<i>Phacus helikoides</i> Pochmann	W1
293.	<i>Phacus hispidula</i> (Eichwald) Lemmermann	W1
294.	<i>Phacus longicauda</i> (Ehrenberg) Dujardin	W1
295.	<i>Phacus</i> sp.	W1
296.	<i>Trachelomonas cylindrica</i> Ehrenberg	W2
297.	<i>Trachelomonas scabra</i> Playfair	W2
298.	<i>Trachelomonas</i> sp.	W2
299.	<i>Trachelomonas volvocina</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	W2
	<b>Rhodophyta</b>	
300.	<i>Audouinella hermannii</i> (Roth) Duby	TD
301.	<i>Audouinella pygmaea</i> (Kützing) Weber-van Bosse	TD



Redni broj	Vrsta	Funkcionalna grupa*
	<b>Xantophyta</b>	
302.	<i>Goniochloris smithii</i> (Bourrelly) Fott	J
303.	<i>Goniochloris</i> sp.	J

\*Funkcionalna grupa prema Borics i sur. (2007); Padišák i sur. (2009); Reynolds i sur. (2002)

DODATAK 2. OPERATIVNA LISTA SVOJTI DIJATOMEJA U FITOBENTOSU RIJEKA I JEZERA

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
1.	<i>Achnanthes brevipes</i> Agardh	2,7	1	2	1
2.	<i>Achnanthes exigua</i> Grunow	2,2	5	2	1
3.	<i>Achnanthes lanceolata</i> var. <i>frequentissima</i> Lange-Bertalot	3,4	1	2	1
4.	<i>Achnanthes lutheri</i> Hustedt	1,4	5	2	1
5.	<i>Achnanthes rupestoides</i> Hohn	1,4	5	2	1
6.	<i>Achnanthes</i> sp.	1,4	5	2	1
7.	<i>Achnanthes thermalis</i> (Rabenhorst) Schoenfeld	3	1	2	1
8.	<i>Achnanthes trinodis</i> (W.Sm.) Grunow	1,4	2	2,2	3
9.	<i>Achnantheidium affine</i> (Grun.) Czarnecki	1,6	3	2,2	1
10.	<i>Achnantheidium biasolettianum</i> (Grunow in Cl. & Grun.) Lange-Bertalot	2,5	3	2	1
11.	<i>Achnantheidium eutrophilum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot				
12.	<i>Achnantheidium gracillimum</i> (Meister) Lange-Bertalot	1,6	1	2	1
13.	<i>Achnantheidium helveticum</i> (Hustedt) Monnier, Lange-Bertalot & Ector	1,4	5	2	1
14.	<i>Achnantheidium kranzii</i> Lange-Bertalot	1,4	5	2	1
15.	<i>Achnantheidium linearoides</i> Lange-Bertalot	1,4	5	2	1
16.	<i>Achnantheidium minutissimum</i> (Kütz.) Czarnecki	2,5	2	2,2	1
17.	<i>Achnantheidium pyrenaicum</i> (Hustedt) H.Kobayasi	1	1	1,3	2
18.	<i>Achnantheidium rosenstockii</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1,4	5	1,8	2
19.	<i>Achnantheidium saprophila</i> (H.Kobayashi & Mayama) Round & Bukhtiyarova	1,6	1	2	1
20.	<i>Achnantheidium</i> sp.	1,4	3	2	1
21.	<i>Achnantheidium straubianum</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1,4	5	2,2	1
22.	<i>Achnantheidium subatomus</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	2,5	2	2,2	2
23.	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot	1,3	1		
24.	<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>muralis</i> (Grunow) Lange-Bertalot	3,2	1		
25.	<i>Amphipleura pelucida</i> Kütz.	1,5	3	1,6	3
26.	<i>Amphipleura rutilans</i> (Trentepohl ex Roth) Cleve	1,5	3	2,9	3
27.	<i>Amphipleura</i> sp.	1,5	3		
28.	<i>Amphora aequalis</i> Krammer	3,2	3	1,8	3
29.	<i>Amphora copulata</i> (Kütz) Schoeman & Archibald	3,2	5	2,2	1
30.	<i>Amphora inariensis</i> Krammer	2,8	1	2,1	1
31.	<i>Amphora lange-bertalotii</i> Levkov & Metzeltin			2,1	1
32.	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	3,2	3	1,9	3
33.	<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	3,2	2	1,7	1
34.	<i>Amphora pediculus</i> (Kütz.) Grunow	3,2	2	1,8	3
35.	<i>Amphora</i> sp.	3,2	3	1,8	3
36.	<i>Aneumastus stroesei</i> (Østrup) D.G.Mann	3,6	1	1,8	2
37.	<i>Aneumastus tusculus</i> (Ehrenberg) D.G. Mann & Stickle	2,6	1	1,8	3
38.	<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> E.Pfitzer	3,2	1	1,9	3
39.	<i>Asterionella formosa</i> Hassall	2,5	2	1,8	3
40.	<i>Asterionella</i> sp.	3,5	3		
41.	<i>Aulacoseira alpigena</i> (Grunow) Krammer	2,6	1		
42.	<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grun.) Simonsen	2,6	1	1,8	3
43.	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	2,6	1	2,5	3
44.	<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Simonsen	2,6	1	1,3	3
45.	<i>Aulacoseira</i> sp.	2,6	1	2,2	3
46.	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O.F.Müller) T.Marsson	4	1	2,2	3
47.	<i>Brachysira brebissonii</i> R.Ross	1	5	1,1	2
48.	<i>Brachysira microcephala</i> (Grunow) CompΦre	1	5	1,5	2

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
49.	<i>Brachysira neoexilis</i> Lange-Bertalot	1	5	1,2	2
50.	<i>Brachysira</i> sp.	1	5		
51.	<i>Brachysira vitrea</i> (Grunow) Ross in Hartley	1	5	1,3	3
52.	<i>Caloneis alpestris</i> (Grunow) Cleve	2	1	1,3	3
53.	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve fo. <i>amphisbaena</i>	2,5	1	2,3	3
54.	<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	3	1		
55.	<i>Caloneis fontinalis</i> (Grunow) Lange-Bertalot & Reichardt				
56.	<i>Caloneis lancettula</i> (Schulz) Lange-Bertalot & Witkowski	2	1	2,3	3
57.	<i>Caloneis latiuscula</i> (Kützing) Cleve	2	1	1,3	3
58.	<i>Caloneis schumanniana</i> (Grunow) Cleve	2	1	1,3	3
59.	<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	1,8	5	1,8	2
60.	<i>Caloneis</i> sp.	2	1	1,9	3
61.	<i>Caloneis vasileyevae</i> Lange-Bertalot, Genkal & Vekhov	2	1	1,3	3
62.	<i>Campylodiscus hibernicus</i> Ehrenberg	2	1	1,5	3
63.	<i>Campylodiscus noricus</i> Ehrenberg	2	1	1,6	3
64.	<i>Cavinula pseudoscutiformis</i> (Hustedt) D.G.Mann & A.J.Stickle	2,6	1	1,4	3
65.	<i>Cavinula scutelloides</i> (Smith) Lange-Bertalot	2,6	1	2,3	3
66.	<i>Chaetoceros</i> sp.	1	3	1,9	2
67.	<i>Cocconeis disculus</i> (Schumann) Cleve	2,8	1		
68.	<i>Cocconeis neothumensis</i> Krammer	2,8	1	2,3	3
69.	<i>Cocconeis pediculus</i> Ehr.	2,5	1	1,8	2
70.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	2,5	2	1,8	2
71.	<i>Cocconeis</i> sp.	2	2		
72.	<i>Conticribra weissflogii</i> (Grunow) K.Stachura-Suchoples & D.M.Williams				
73.	<i>Coscinodiscus</i> sp.	2	1	1,3	3
74.	<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G.Mann	4,8	5	1,9	5
75.	<i>Craticula ambigua</i> (Ehr.) Mann	3,2	1	2,3	2
76.	<i>Craticula buderi</i> (Hust.) Lange-Bert	2,6	1	2,1	2
77.	<i>Craticula citrus</i> (Krasske) Reichardt	2,6	1	2,9	1
78.	<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) Mann	4	1	2,7	2
79.	<i>Craticula halophila</i> (Grunow) D.G.Mann	4	1	1,4	5
80.	<i>Craticula</i> sp.	2,6	1	2,1	2
81.	<i>Craticula submolesta</i> (Hustedt) Lange-Bertalot in Lange-Bertalot & Metzeltin				
82.	<i>Cyclostephanos dubius</i> (Fricke) Round	2	1	1,6	3
83.	<i>Cyclostephanos</i> sp.				
84.	<i>Cyclotella atomus</i> Hustedt				
85.	<i>Cyclotella bodanica</i> var. <i>aff. lemanica</i>				
86.	<i>Cyclotella comensis</i> Grunow	2	2	1,6	3
87.	<i>Cyclotella comta</i> (Ehrenberg) Kützing	2	1	2	2
88.	<i>Cyclotella distinguenda</i> Hustedt				
89.	<i>Cyclotella glabriuscula</i> (Grunow) Hakansson				
90.	<i>Cyclotella krammeri</i> Håkansson				
91.	<i>Cyclotella kuetzingiana</i> Thwaites	2,6	2		
92.	<i>Cyclotella melosiroides</i> (Kirchner) Lemmermann	1,5	3	1,5	3
93.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	2,8	1	2,6	3
94.	<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	2	1	1,6	3
95.	<i>Cyclotella planctonica</i> Brunthaler	1,5	3	1,5	3
96.	<i>Cyclotella plitvicensis</i> Hustedt	3	2	1,5	3
97.	<i>Cyclotella pseudostelligera</i> Hustedt				
98.	<i>Cyclotella radiosa</i> (Grunow) Lemmermann	3	2	1,1	4
99.	<i>Cyclotella</i> sp.	2	1	1,6	2
100.	<i>Cyclotella trichonidea</i> Economou-Amilli	2	2	1,5	3

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
101.	<i>Cyclotella tripartita</i> Hakansson	2	2	1,7	4
102.	<i>Cyclotella woltereckii</i> Hustedt	2	2		
103.	<i>Cyclotella stelligera</i> G.W.Prescott	2	2	1,6	2
104.	<i>Cylindrotheca gracilis</i> (Brébisson ex Kützing) Grunow				
105.	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Brébisson) W.Smith	4	1		
106.	<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb. & Godey) W. Sm.	3,2	1	2,2	3
107.	<i>Cymatopleura</i> sp.	3,2	1	1,9	3
108.	<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	2,2	1	1,5	3
109.	<i>Cymbella affinis</i> var. <i>procera</i> Krammer	2,6	3	0,6	2
110.	<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	2,2	1	1,9	3
111.	<i>Cymbella cystula</i> (Ehrenberg) Kirchner	2,2	1	1,5	3
112.	<i>Cymbella compacta</i> Østrup.	2,2	1	1,9	3
113.	<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	2,2	1	1,3	3
114.	<i>Cymbella delicatula</i> Kützing	1	3	1,1	4
115.	<i>Cymbella designata</i> Krammer in Krammer & Lange-Bertalot	2	1	1,9	3
116.	<i>Cymbella excisa</i> Kützing	2,2	1		
117.	<i>Cymbella excisiformis</i> Kützing				
118.	<i>Cymbella helvetica</i> Kützing	2,2	1	1,1	4
119.	<i>Cymbella hustedtii</i> Krasske	2,5	5	1,3	3
120.	<i>Cymbella laevis</i> Nägeli	2,2	1	1,3	3
121.	<i>Cymbella lanceolata</i> (C. Agardh) Kirchner	2,2	1	1,9	3
122.	<i>Cymbella lancettula</i> Krammer (Krammer)	2,2	1	1,3	3
123.	<i>Cymbella lange-bertalotii</i> Krammer	2,8	2	1,9	3
124.	<i>Cymbella leptoceros</i> (Ehrenberg) Grunow	2,5	5		
125.	<i>Cymbella neocistula</i> Krammer	2,2	1		
126.	<i>Cymbella neoleptoceros</i> var. <i>neoleptoceros</i> Krammer	2,5	5	2,2	3
127.	<i>Cymbella parva</i> (W.Sm.) Kirchner in Cohn	2	1	1,9	3
128.	<i>Cymbella proxima</i> Reimer in Patrick & Reimer	2,2	1	2,2	3
129.	<i>Cymbella</i> sp.	2,2	1	1,8	2
130.	<i>Cymbella stuxbergii</i> (Cleve) Cleve	2	1	1,9	3
131.	<i>Cymbella subhelvetica</i> Krammer	2,2	1	1,9	3
132.	<i>Cymbella tumida</i> (Bréb.) Van Heurck	2,2	1	2,4	2
133.	<i>Cymbella turgidula</i> Grunow in A.Schmidt et al.				
134.	<i>Cymbella vulgata</i> Krammer				
135.	<i>Cymbopleura amphicephala</i> Krammer	2,2	1	1,3	3
136.	<i>Cymbopleura austriaca</i> (Grunow) Krammer	2,2	1	1,3	3
137.	<i>Cymbopleura cuspidata</i> (Kützing) Krammer				
138.	<i>Cymbopleura diminuta</i> (Grunow) Krammer				
139.	<i>Cymbopleura frequens</i> var. <i>frequens</i> Krammer	2,2	1	2,2	3
140.	<i>Cymbopleura naviculiformis</i> (Auerswald) Krammer	2,2	1	2,2	3
141.	<i>Cymbopleura rhomboidea</i> var. <i>rhomboidea</i> Krammer	2,2	1	2,2	3
142.	<i>Cymbopleura</i> sp.				
143.	<i>Cymbopleura subaequalis</i> var. <i>subaequalis</i> (Grunow) Krammer	2,2	1	1,9	3
144.	<i>Delicata delicatula</i> var. <i>delicatula</i> (Kütz.) Krammer	1	3	1,3	3
145.	<i>Denticula kuetzingii</i> Grunow	2	1	2,1	3
146.	<i>Denticula</i> sp.	2	1		
147.	<i>Denticula tenuis</i> Kütz.	2	1	1,5	3
148.	<i>Diadesmis confervacea</i> Kützing	2,6	1		
149.	<i>Diadesmis contenta</i> (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann	1,3	1		
150.	<i>Diatoma anceps</i> (Ehrenberg) Kirchner	2	1	1,1	4
151.	<i>Diatoma ehrenbergii</i> Kützing	1,8	2	1,6	2
152.	<i>Diatoma elongata</i> (Lyngbye) C.Agardh	2	2	1,6	3
153.	<i>Diatoma hiemalis</i> (Lyngbye) Heiberg	2	1	1,1	4
154.	<i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing	1,5	3	2,2	3

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
155.	<i>Diatoma moniliformis</i> (Kützing) D.M.Williams	3	1	2	3
156.	<i>Diatoma problematicum</i> Lange-Bertalot	2	1		
157.	<i>Diatoma</i> sp.	2	1		
158.	<i>Diatoma tenuis</i> Agardh	2	1	2,2	3
159.	<i>Diatoma vulgaris</i> Bory	2,6	3	2,3	2
160.	<i>Diatoma vulgaris</i> var. <i>capitulatum</i> Grunow	2,5	3	2,3	2
161.	<i>Didymosphenia geminata</i> (Lyngbye) W.M.Schmidt	2	1	1,5	3
162.	<i>Diploneis elliptica</i> (Kützing) Cleve	2	3	1,6	3
163.	<i>Diploneis fontanella</i> Lange-Bertalot	2	3	1,6	3
164.	<i>Diploneis fontium</i> Reichardt	2	3	1,6	3
165.	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot & Reichardt				
166.	<i>Diploneis marginestriata</i> Hustedt	2	3		
167.	<i>Diploneis oblongella</i> var. <i>gibbosa</i> (McCall) A.Cleve	3	2		
168.	<i>Diploneis oculata</i> (Brebisson) Cleve	2	3	1,6	3
169.	<i>Diploneis oblongella</i> (Naegeli) Cleve-Euler				
170.	<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	2	3	1,5	3
171.	<i>Diploneis parma</i> Cleve	2	3	1,3	3
172.	<i>Diploneis puella</i> (Schumann) Cleve	2	3		
173.	<i>Diploneis separanda</i> Lange-Bertalot	2	3	1,3	3
174.	<i>Diploneis</i> sp.	2	3	1,2	4
175.	<i>Discostella stelligera</i> (Cleve et Grun.) Houk & Klee	2	1	1,7	2
176.	<i>Ellerbeckia arenaria</i> (Moore ex Ralfs) R.M.Crawford	2,6	1	1,8	3
177.	<i>Encyonema auerswaldii</i> Rabenhorst	2,2	1	1,9	3
178.	<i>Encyonema caespitosum</i> Kützing	1,5	2	1,9	3
179.	<i>Encyonema lacustre</i> (C.Agardh) F.W.Mills	2,2	1		
180.	<i>Encyonema lange-bertalotii</i> Krammer				
181.	<i>Encyonema mesianum</i> (Cholnoky) D.G.Mann	2	1		
182.	<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	3	2	2	1
183.	<i>Encyonema muelleri</i> (Hustedt) D.G.Mann	2,2	1	1,8	3
184.	<i>Encyonema prostratum</i> (Berkeley) Kütz.	1,5	2	1,9	3
185.	<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch in Rabh.) D.G. Mann	1,8	2	1,9	3
186.	<i>Encyonema</i> sp.	2,2	1	1,9	3
187.	<i>Encyonema ventricosum</i> (Agardh.) Grunow	2,2	1	2,2	3
188.	<i>Encyonema vulgare</i> Krammer	1,8	2		
189.	<i>Encyonopsis cesatii</i> (Rabenhorst) Krammer	2,2	1	1,8	3
190.	<i>Encyonopsis krammeri</i> Reichardt	2,2	1	1,8	3
191.	<i>Encyonopsis microcephala</i> (Grunow) Krammer	2,2	1	1,8	3
192.	<i>Encyonopsis minuta</i> Krammer & Reichardt	1	2	1,8	3
193.	<i>Encyonopsis</i> sp.				
194.	<i>Encyonopsis subminuta</i> Krammer & Reichardt				
195.	<i>Entomoneis paludosa</i> (W.Smith) Reimer	2	2	1,7	2
196.	<i>Entomoneis</i> sp.	2	2	1,8	3
197.	<i>Envekadea hedinii</i> Van de Vijver, Gligora, Hinz, Kralj & Cocquyt	1,8	2	1,9	3
198.	<i>Eolimna subminuscule</i> (Manguin) Gerd Moser, Lange-Bertalot & D.Metzeltin	3,6	1		
199.	<i>Epithemia muelleri</i> Fricke	2	2	1,3	2
200.	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Brebisson	2	2	1,8	3
201.	<i>Epithemia argus</i> (Ehrenberg) Kützing var. <i>argus</i>	2	2	1,8	3
202.	<i>Epithemia frickei</i> Krammer	2	2	2,2	3
203.	<i>Epithemia goeppertiana</i> Hilse	2	2	1,8	3
204.	<i>Epithemia sorex</i> Kütz.	2,8	1	2,5	3
205.	<i>Epithemia</i> sp.	2	2	1,8	3
206.	<i>Epithemia turgida</i> Kütz.	2	2	1,8	3
207.	<i>Eucocconeis flexella</i> (Kütz.) Cleve.	1,4	3	2,2	3
208.	<i>Eucocconeis laevis</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	1,4	3	2,1	2

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
209.	<i>Eunotia ambivalens</i> Lange-Bertalot & Tagliaventi	1	1	1,8	3
210.	<i>Eunotia arcubus</i> Nörpel & Lange-Bertalot	1	1	1,3	3
211.	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg var. <i>arcus</i>	1	1	1,6	3
212.	<i>Eunotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Schaarschmidt	1	3		
213.	<i>Eunotia intermedia</i> (Krasske) Nörpel & Lange-Bertalot	1	3	0,6	2
214.	<i>Eunotia minor</i> (Kützing) Grunow in van Heurck				
215.	<i>Eunotia minutissima</i> A.Cleve	1,6	3		
216.	<i>Eunotia minus</i> (Kützing) Grunow	1	3	1,8	3
217.	<i>Eunotia pectinalis</i> (Dyllwyn) Rabenhorst	1	1	2,2	3
218.	<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>recta</i> A.Mayer ex Patrick				
219.	<i>Eunotia praerupta</i> Ehrenberg	1	1	2,2	3
220.	<i>Eunotia</i> sp.	1	1	1,8	3
221.	<i>Eunotia tenella</i> (Grunow) Hustedt	1	3		
222.	<i>Fallacia lange-bertalotii</i> (Reichardt) Reichardt	2,6	1	1,3	3
223.	<i>Fallacia lenzii</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	3	1		
224.	<i>Fallacia pygmaea</i> (Kützing) Stickle & Mann ssp. <i>pygmaea</i> Lange-Bertalot	2,6	1	2,7	2
225.	<i>Fallacia pygmaea</i> ssp. <i>subpygmaea</i> Lange-Bertalot	2,6	1	1,3	3
226.	<i>Fallacia subhamulata</i> (Grunow in V.Heurck) D.G.Mann	3	1	2,3	3
227.	<i>Fallacia tenera</i> (Hustedt) Mann in Round	2,6	1	2,2	3
228.	<i>Fistulifera saprophila</i> (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot	3,6	1	2,1	2
229.	<i>Fragilaria acus</i> (Ehrenberg) Cleve	2,6	3	1,5	3
230.	<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot				
231.	<i>Fragilaria brevistriata</i> Grunow	2,4	2	2,2	3
232.	<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i> Grunow (Pseudostaurosira)	2,4	2	2,2	3
233.	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres var. <i>capucina</i>	1,5	2	1,6	3
234.	<i>Fragilaria capucina</i> subsp. <i>rumpens</i> (Kützing) Lange-Bertalot	2,8	3	1,1	2
235.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>gracilis</i> (Oestrup) Hustedt	2	2		
236.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst	2	2	2,5	1
237.	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i> (Kützing) Lange-Bertalot	3,2	1	2	3
238.	<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Hustedt	2,4	2	1,6	3
239.	<i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton	2,4	3	2	2
240.	<i>Fragilaria goulardii</i> (Brébisson) Lange-Bertalot	2	1	2	3
241.	<i>Fragilaria nanana</i> Lange-Bertalot	3,6	2	1,2	2
242.	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>subconstricta</i> Grunow	3,2	3	2,3	3
243.	<i>Fragilaria pseudoconstruens</i> Marciniak	2	1		
244.	<i>Fragilaria radians</i> (Kützing) Lange-Bertalot				
245.	<i>Fragilaria recapitellata</i> H. Lange-Bertalot & D. Metzeltin				
246.	<i>Fragilaria</i> sp.	1,6	1	1,6	2
247.	<i>Fragilaria tenera</i> (W.Smith) Lange-Bertalot	4	2	2	3
248.	<i>Fragilariforma virescens</i> (Ralfs) D.M.Williams & Round	2	3	2	3
249.	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) Cleve-Euler	1,4	1	1,2	3
250.	<i>Frustulia creuzburgensis</i> (Krasske) Hustedt	1,8	1	1,5	3
251.	<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehr.) De Toni var. <i>amphipleuroides</i> (Grunow) De Toni	1,4	1	1,2	3
252.	<i>Frustulia rhomboides</i> f. <i>undulata</i> Hustedt				
253.	<i>Frustulia</i> sp.	2	1	2	3
254.	<i>Frustulia spicula</i> Amosse				
255.	<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	1,8	1	1,8	3
256.	<i>Frustulia weinholdii</i> Hustedt	1,8	1	1,8	3
257.	<i>Geissleria decussis</i> (Østrup) Lange-Bert. & Metzeltin	2,4	3	1,5	3

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
258.	<i>Geissleria dolomitica</i> (Bock) Lange-Bertalot & Metzeltin	2,6	1	2	3
259.	<i>Geissleria similis</i> (Krasske) Lange-Bertalot & Metzelt	2,6	1	2,2	3
260.	<i>Geissleria</i> sp.	2,6	1	2	3
261.	<i>Gomphocymbella</i> sp.	2	1	2	3
262.	<i>Gomphonema acuminatum</i> Ehrenberg	2,2	1	2	2
263.	<i>Gomphonema affine</i> Kützing	3	1	1,8	3
264.	<i>Gomphonema affine</i> var. <i>insigne</i> (W.Gregory) G.W.Andrews	3	1		
265.	<i>Gomphonema amoenum</i> Lange-Bertalot	3	1	0,4	1
266.	<i>Gomphonema angustatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2	1	2,2	2
267.	<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	3	3	3,1	1
268.	<i>Gomphonema augur</i> var. <i>turris</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	3	1		
269.	<i>Gomphonema brasilense</i> Grunow	3	1		
270.	<i>Gomphonema brebissonii</i> Kütz.	2	1	2,1	3
271.	<i>Gomphonema capitatum</i> Ehrenberg	3	1		
272.	<i>Gomphonema carolinense</i> Hagelstein	2	1	2,2	3
273.	<i>Gomphonema clavatum</i> Ehrenberg	3	1		
274.	<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>amphicephala</i> K.S.Mereschkowsky	1,9	5		
275.	<i>Gomphonema dichotomum</i> Kütz.	2	1	2	3
276.	<i>Gomphonema elegantissimum</i> Reichardt and Lange-Bertalot				
277.	<i>Gomphonema exilissimum</i> (Grunow) Lange-Bertalot & E.Reichardt	2,6	3		
278.	<i>Gomphonema gracile</i> Ehr.	2	1	2,2	2
279.	<i>Gomphonema grovei</i> var. <i>lingulatum</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	3,8	5		
280.	<i>Gomphonema hebridense</i> W.Gregory	1,5	1	0,9	2
281.	<i>Gomphonema innocens</i> E.Reichardt	2	1		
282.	<i>Gomphonema intricatum</i> Kütz.	2	1	1,1	4
283.	<i>Gomphonema italicum</i> Kützing	3	2		
284.	<i>Gomphonema lateripunctatum</i> Reichardt & Lange-Bertalot	1,8	1	2,1	3
285.	<i>Gomphonema minusculum</i> Krasske	2,6	5		
286.	<i>Gomphonema minutum</i> (Ag.) Agardh	2,8	1	2,2	3
287.	<i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Brébisson	3,1	1	1,9	3
288.	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>calcareum</i> (Cleve) Van Heurck	5	2	1,8	3
289.	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceoides</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	3,1	1	1,9	3
290.	<i>Gomphonema pala</i> Reichardt	2	1	2	3
291.	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kütz.) Kütz.	4	1	2,2	2
292.	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>micropus</i> (Kützing) Cleve	3,1	3		
293.	<i>Gomphonema pseudoaugur</i> Lange-Bertalot	3,2	1	3,7	3
294.	<i>Gomphonema pseudotenellum</i> Lange-Bertalot	3	1		
295.	<i>Gomphonema pumilum</i> (Grunow) Reichardt & Lange-Bertalot	2,3	1	2,2	3
296.	<i>Gomphonema rhombicum</i> Fricke				
297.	<i>Gomphonema sacrophagus</i> Gregory				
298.	<i>Gomphonema</i> sp.	2	1	2,2	2
299.	<i>Gomphonema subclavatum</i> Grunow	2	1	2,2	3
300.	<i>Gomphonema tergestinum</i> (Grunow) Fricke	1,7	1	1,4	1
301.	<i>Gomphonema truncatum</i> Ehr.	2	1	2	3
302.	<i>Gomphonema vibrio</i> Ehrenberg	2	1	2,2	3
303.	<i>Gomphonema vibrio</i> var. <i>pumilum</i> (Grunow) R.Ross	3	1		
304.	<i>Gomphosphenia lingulatiformis</i> (Lange-Bertalot &	3	1		



Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
	E.Reichardt) Lange-Bertalot				
305.	<i>Grunowia solgensis</i> (Cleve-Euler) M.Aboal	4	1	2,3	2
306.	<i>Grunowia tabellaria</i> (Grunow) Rabenhorst				
307.	<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabh.	2,2	3	2	2
308.	<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	2,8	3	2,1	2
309.	<i>Gyrosigma kuetzingii</i> (Grunow) Cleve	2,8	5	2,5	3
310.	<i>Gyrosigma nodiferum</i> (Grunow) Reimer	2,8	3		
311.	<i>Gyrosigma obtusatum</i> (Sullivan & Wormley) Boyer	2,5	1	2,2	3
312.	<i>Gyrosigma scalproides</i> (Rabenhorst) Cleve	2,8	2	2,3	1
313.	<i>Gyrosigma sciotoense</i> (W.S.Sullivant) Cleve				
314.	<i>Gyrosigma</i> sp.	2,8	3	2,2	2
315.	<i>Gyrosigma spenceri</i> (Quekett) GriffithEtHenfrey	2,8	5	2	3
316.	<i>Gyrosigma wormleyi</i> (Sullivan) Boyer	2,5	2	2	3
317.	<i>Halamphora coffeaformis</i> (C.Agardh) Levkov	3,2	3	2	3
318.	<i>Halamphora eunotia</i> (Cleve) Levkov	5	1	1,8	3
319.	<i>Halamphora montana</i> (Krasske) Levkov	3,2	3	1,8	3
320.	<i>Halamphora obscura</i> (Krasske) Levkov	5	1	2,1	3
321.	<i>Halamphora oligotrachenta</i> (Lange-Bertalot) Levkov	3,2	3	2,1	3
322.	<i>Halamphora</i> sp.	5	1	2,1	3
323.	<i>Halamphora subcapitata</i> (Kisselew) Levkov	1	3	1,7	4
324.	<i>Halamphora thumensis</i> (A.Mayer) Levkov	5	1	1,8	3
325.	<i>Halamphora veneta</i> (Kützing) Levkov	4	1	2,5	3
326.	<i>Hannaea arcus</i> (Ehrenberg) R.M.Patrick	1	3	1	3
327.	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	4	1	2,9	3
328.	<i>Hippodonta capitata</i> (Ehr.) Lange-Bert.Metzeltin & Witkowski	3,2	3	2,4	3
329.	<i>Hippodonta costulata</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	3,2	5		
330.	<i>Hippodonta hungarica</i> (Grunow) Lange-Bertalot, Metzeltin & Witkowski	3,2	5	2,5	3
331.	<i>Hippodonta</i> sp.	2,6	1	2,2	3
332.	<i>Karayevia clevei</i> (Grunow) Bukhtiyarova	3	5	1,7	3
333.	<i>Karayevia laterostrata</i> (Hustedt) Bukhtiyarova	4	2	1,5	2
334.	<i>Kobayasiella lange-bertaloti</i> Metzelin	2,6	2	2	3
335.	<i>Kobayasiella parasubtilissima</i> (Manguin) Lange-Bertalot & Reichardt	2,6	2	1,8	3
336.	<i>Kobayasiella subtilissima</i> (Cleve) H.Lange-Bertalot	4	2	0,5	2
337.	<i>Kolbesia ploenensis</i> (Hustedt) Kingston	4	2	1,8	3
338.	<i>Lemnicola hungarica</i> (Grunow) F.E.Round & P.W.Basson	3,5	3	3,4	2
339.	<i>Lemnicola</i> sp.	3,2	2	1,7	4
340.	<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) D.G.Mann	2,6	3	3,5	2
341.	<i>Luticola goeppertiana</i> (Bleisch) D.G.Mann	3,2	3	3,6	5
342.	<i>Luticola mutica</i> (Kütz.) D.G. Mann	2,6	1	2,1	2
343.	<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	2,6	1	2,9	2
344.	<i>Luticola ventricosa</i> (Kützing) D.G.Mann	5	2	3,1	2
345.	<i>Martyana martyi</i> (Héribaud-Joseph) Round in Round, Crawford & Mann 1990	5	2	2	1
346.	<i>Mastogloia lacustris</i> (Grunow) VanHeurck	1,5	3	1,3	3
347.	<i>Mastogloia schmidtii</i> Thwaites	1,5	3	1,8	3
348.	<i>Mastogloia</i> sp.	1,5	3	1,8	3
349.	<i>Mayamaea atomus</i> (Kützing) Lange-Bertalot	3,6	1	2,6	2
350.	<i>Mayamaea permitis</i> (Hustedt) K.Bruder & L.K.Medlin				
351.	<i>Melosira</i> sp.				
352.	<i>Melosira varians</i> C.A. Agardh	3,2	1	2	2
353.	<i>Meridion circulare</i> (Grev.) C.Agardh	2	1	1,6	3
354.	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i> (Ralfs) Van Heurck	2	3	2,5	2
355.	<i>Navicula amphiceropsis</i> Lange-Bertalot & Rumrich	2,6	1	1,8	3



Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
356.	<i>Navicula antonii</i> Lange-Bertalot	3,1	3	2	3
357.	<i>Navicula arvensis</i> Hustedt				
358.	<i>Navicula arvensis</i> var. <i>major</i> Lange-Bertalot	3,6	1	1,8	2
359.	<i>Navicula cantonati</i> Lange-Bertalot	2,6	1	2	3
360.	<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	2,9	1	2	3
361.	<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	4	1	2,6	1
362.	<i>Navicula caterva</i> Hohn & Hellermann				
363.	<i>Navicula cincta</i> (Ehrenberg) Ralfs	4	1	2,6	3
364.	<i>Navicula clementis</i> Grunow				
365.	<i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	2,6	3	2,8	2
366.	<i>Navicula cryptofallax</i> Lange-Bertalot & Hofmann	4	1	2,2	2
367.	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	2,8	3	2	3
368.	<i>Navicula cryptotenelloides</i> Lange-Bertalot	2,4	1	2	3
369.	<i>Navicula dealpina</i> Lange-Bertalot	2,6	1	1,3	3
370.	<i>Navicula densilineolata</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	2,6	1	1,8	3
371.	<i>Navicula digitoradiata</i> (Gregory) Ralfs	3,6	1		
372.	<i>Navicula erifuga</i> Lange-Bertalot	2,6	1		
373.	<i>Navicula exigua</i> Gregory	3,6	1		
374.	<i>Navicula flantica</i> Grunow	3,6	1		
375.	<i>Navicula gottlandica</i> Grunow	2,6	1	1,8	5
376.	<i>Navicula gracilis</i> Ehrenberg	3	2	2	3
377.	<i>Navicula gregaria</i> Donkin	3,3	1	1,7	2
378.	<i>Navicula hofmanniae</i> Lange-Bertalot	2,6	1	2	3
379.	<i>Navicula jakovljevicii</i> Hustedt	2,6	1		
380.	<i>Navicula kotschyi</i> Grunow	2,6	1	1,8	3
381.	<i>Navicula lanceolata</i> (Agardh) Ehrenberg	2,6	1	2,1	2
382.	<i>Navicula leptostriata</i> Jorgensen	2,6	1	2	3
383.	<i>Navicula libonensis</i> Schoeman	2,6	1		
384.	<i>Navicula margalithii</i> Lange-Bertalot	2,6	1		
385.	<i>Navicula menisculus</i> Schumann var. <i>menisculus</i>	3,1	3	2,1	2
386.	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>upsaliensis</i> (Grunow) Grunow	5	2	2,2	2
387.	<i>Navicula minima</i> var. <i>minima</i> Grunow	5	1	2,2	3
388.	<i>Navicula minuscula</i> var. <i>minuscula</i> Grunow				
389.	<i>Navicula moenofranconica</i> Lange-Bertalot	2,6	1		
390.	<i>Navicula molestiformis</i> Hustedt	4	1	2,9	2
391.	<i>Navicula moniliformis</i> Cleve				
392.	<i>Navicula notha</i> Wallace	2,6	1	2,1	2
393.	<i>Navicula oblonga</i> (Kützing) Kützing	3,6	3		
394.	<i>Navicula oligotraphenta</i> Lange-Bertalot & Hofmann	2,6	1	2	3
395.	<i>Navicula oppugnata</i> Hustedt	3,6	1	2	3
396.	<i>Navicula phyllepta</i> Kützing	4	2	2,9	3
397.	<i>Navicula placentula</i> (Ehrenberg) Kützing	4	2	2,7	3
398.	<i>Navicula praeterita</i> Hustedt	2,6	1	2,2	3
399.	<i>Navicula protracta</i> (Grunow) Cleve	4	1	3,9	3
400.	<i>Navicula pseudolanceolata</i> Lange-Bertalot	2,6	1	2,2	1
401.	<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	2,8	3	2,1	2
402.	<i>Navicula recens</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	4	1		
403.	<i>Navicula reichardtiana</i> Lange-Bertalot	2,8	1	2,1	4
404.	<i>Navicula reinhardtii</i> (Grunow) Grunow in Cleve & Möller	2,6	1	1,5	3
405.	<i>Navicula rhynchocephala</i> Kützing	2,6	1	2,8	2
406.	<i>Navicula rotunda</i> Hustedt	4	1		
407.	<i>Navicula salinarum</i> Grunow	4	1		
408.	<i>Navicula schroeteri</i> Meister	2,6	1		
409.	<i>Navicula simulata</i> Manguin	2,6	1	2,2	3
410.	<i>Navicula slesvicensis</i> Grun	3,2	5	2	3

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
411.	<i>Navicula</i> sp.	2,6	1	2	1
412.	<i>Navicula splendidula</i> Van Landingham	2,6	1		
413.	<i>Navicula striolata</i> (Grunow) Lange-Bertalot	2,6	1	2	3
414.	<i>Navicula subalpina</i> Reichardt	3,6	1	2,1	5
415.	<i>Navicula tenelloides</i> Hustedt	2,6	1	2,9	2
416.	<i>Navicula tripunctata</i> (O.F. Müller) Bory	2,6	1	2	2
417.	<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot var. <i>trivialis</i>	4	1	2	2
418.	<i>Navicula trophicatrix</i> Lange-Bertalot	2,6	1	2	3
419.	<i>Navicula vandamii</i> Schoeman & Archibald				
420.	<i>Navicula veneta</i> Kütz.	3	1	2,8	3
421.	<i>Navicula viridula</i> (Kützing) Kützing	3	1	2,6	2
422.	<i>Navicula viridula</i> var. <i>rostellata</i> (Kützing) Cleve	4	1	3,5	4
423.	<i>Navicula weinzierlii</i> Schimanski	2,6	1	2	3
424.	<i>Navicula wildii</i> Lange-Bertalot	2,6	1	2,1	2
425.	<i>Naviculadicta absoluta</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	2,6	1		
426.	<i>Naviculadicta vitabunda</i> (Hustedt) Lange-Bertalot	2,6	1	2,1	2
427.	<i>Navicymbula pusilla</i> Krammer	2,2	1	2,1	2
428.	<i>Neidiomorpha binodeformis</i> (K.Krammer) M.Cantonati, H.Lange-Bertalot & N.Angeli				
429.	<i>Neidiomorpha binodis</i> (Ehrenberg) M.Cantonati, H.Lange-Bertalot & N.Angeli				
430.	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfizer	2	3	1,1	4
431.	<i>Neidium ampliutum</i> (Ehrenberg) Krammer	2	3	1,5	2
432.	<i>Neidium binodis</i> (Ehrenberg) Hustedt	2,6	1	1,5	3
433.	<i>Neidium dubium</i> (Ehrenberg) Cleve	1,5	3	1,8	3
434.	<i>Neidium productum</i> (W.Smith) Cleve	2	3	3,4	2
435.	<i>Neidium</i> sp.	1,5	3	1,8	3
436.	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Smith	2,5	3	2,7	3
437.	<i>Nitzschia acula</i> Hantzsch	3,6	5	2,3	3
438.	<i>Nitzschia aequorea</i> Hustedt	3,2	1		
439.	<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt	4	1		
440.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow				
441.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow fo. <i>amphibia</i> Grunow	4	1	2,3	3
442.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow var. <i>thermalis</i> Petersen	3,2	1	2,2	3
443.	<i>Nitzschia angustata</i> Grunow	4	1	2,2	2
444.	<i>Nitzschia angustatula</i> Lange-Bertalot	4	1		
445.	<i>Nitzschia archibaldii</i> Lange-Bertalot	4	1		
446.	<i>Nitzschia bulnheimiana</i> (Rabenhorst) Smith	4	1	2,2	3
447.	<i>Nitzschia capitata</i> Østrup	4	1		
448.	<i>Nitzschia capitellata</i> Hustedt in Schmidt & Al.	3,8	5	2,3	2
449.	<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch	4	1	3,9	2
450.	<i>Nitzschia commutata</i> Grunow	4	1	3,5	2
451.	<i>Nitzschia debilis</i> (Arnott) Grunow in Cleve & Grunow	4	1	2,1	2
452.	<i>Nitzschia delognei</i> Grunow	4	1		
453.	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kütz.) Grunow	2,8	1	2,3	3
454.	<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i> (Hantzsch) Grunow	5	2	2,6	1
455.	<i>Nitzschia draveillensis</i> Coste & Ricard	4	1		
456.	<i>Nitzschia dubia</i> W.M.Smith	3,6	2	2,5	2
457.	<i>Nitzschia flexa</i> Schumann	3,2	1	2,3	3
458.	<i>Nitzschia fonticola</i> (Grunow) Grunow	3	2		
459.	<i>Nitzschia frequens</i> Hustedt	4	1		
460.	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow var. <i>frustulum</i>	4	1	2	3
461.	<i>Nitzschia fruticosa</i> Hustedt	4	1	2,9	2
462.	<i>Nitzschia gisela</i> Lange-Bertalot	3,2	1	2,1	3
463.	<i>Nitzschia graciliformis</i> Lange-Bertalot & Simonsen	4	1	3,4	1

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
464.	<i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch	4	1	2,5	2
465.	<i>Nitzschia heufferiana</i> Grunow	2,8	1	2	5
466.	<i>Nitzschia hamburugiensis</i> Lange-Bertalot	3,2	1	2,1	3
467.	<i>Nitzschia hungarica</i> Grunow	4	1	2,6	3
468.	<i>Nitzschia inconspicua</i> Grunow	5	1	3,1	1
469.	<i>Nitzschia intermedia</i> Hantzsch ex Cleve & Grunow	4	1	2,9	2
470.	<i>Nitzschia kuetzingiana</i> Hilse	3	1	2,3	3
471.	<i>Nitzschia lacuum</i> Lange-Bertalot	4	1	1,2	1
472.	<i>Nitzschia lanceolata</i> W.Smith	3,2	1		
473.	<i>Nitzschia levidensis</i> var. <i>salinarum</i> (Grun) Krammer & Lange-Bertalot	4	1		
474.	<i>Nitzschia linearis</i> W.Smith				
475.	<i>Nitzschia linearis</i> (Agardh) W.M.Smith var. <i>linearis</i>	2,8	1	1,8	3
476.	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>subtilis</i> (Grunow) Hustedt	3,2	1	1,8	3
477.	<i>Nitzschia linearis</i> var. <i>tenuis</i> (W.Smith) Grunow	2,8	1		
478.	<i>Nitzschia littoralis</i> Grunow	4	1	1,8	3
479.	<i>Nitzschia microcephala</i> Grunow in Cleve & Moller	2,6	1	2,5	3
480.	<i>Nitzschia nana</i> Grunow	4	1		
481.	<i>Nitzschia ovalis</i> Arnott	4	1		
482.	<i>Nitzschia palea</i> (Kützing) W. Smith	4	1	2,8	2
483.	<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	3,2	2	2,7	4
484.	<i>Nitzschia paleaeformis</i> Hustedt	3,2	2		
485.	<i>Nitzschia pellucida</i> Grunow	3,2	2		
486.	<i>Nitzschia perminuta</i> (Grunow) M.Peragallo	2,6	2	2,3	1
487.	<i>Nitzschia pseudofonticola</i> Hustedt	3,2	2		
488.	<i>Nitzschia pumila</i> Hustedt	2,9	2		
489.	<i>Nitzschia pusilla</i> (Kützing) Grunow	3,2	2	2,3	2
490.	<i>Nitzschia recta</i> Hantzsch in Rabenhorst	2,8	2	1,8	3
491.	<i>Nitzschia reversa</i> W.Smith				
492.	<i>Nitzschia salinarum</i> Grunow				
493.	<i>Nitzschia sigma</i> (Kützing) W. Smith				
494.	<i>Nitzschia sigmoidea</i> (Nitzsch.) W.Sm.	3,6	3	2,5	3
495.	<i>Nitzschia sociabilis</i> Hustedt	4	1	2,8	1
496.	<i>Nitzschia</i> sp.	3,2	1	2,3	2
497.	<i>Nitzschia subacicularis</i> Hustedt	4	1		
498.	<i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch	4	1	3,8	4
499.	<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow	3,2	1	3,4	2
500.	<i>Nitzschia umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	3,2	1	2,5	3
501.	<i>Nitzschia valdecostata</i> Lange-Bertalot et Simonsen	2,2	2	2,3	3
502.	<i>Nitzschia valdestriata</i> Aleem & Hustedt				
503.	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch	3,2	2	2,1	3
504.	<i>Nitzschia vermicularoides</i> Lange-Bertalot				
505.	<i>Nitzschia wuellerstorffii</i> Lange-Bertalot				
506.	<i>Orthoseira roeseana</i> (Rabenhorst) O'Meara	2	1	1,5	3
507.	<i>Petroneis latissima</i> (Gregory) Stickle & D.G.Mann in Round & Al.	2,6	1	2,1	2
508.	<i>Pinnularia acutobrebissonii</i> Kulikovskiy, Lange-Bertalot & Metzeltin				
509.	<i>Pinnularia biceps</i> Gregory	1	3		
510.	<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	1	3	2	1
511.	<i>Pinnularia globiceps</i> Gregory	1	3	1,8	2
512.	<i>Pinnularia grunowii</i> Krammer	1	3		
513.	<i>Pinnularia interrupta</i> W. Smith	1	3	1,3	3
514.	<i>Pinnularia lundii</i> Hustedt	3	3		

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
515.	<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Cleve	1	3	1,1	4
516.	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cleve var. <i>microstauron</i> Krammer	1	3	1,1	3
517.	<i>Pinnularia reichardtii</i> Krammer	1	3		
518.	<i>Pinnularia</i> sp.	1	3	1,8	3
519.	<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>elongata</i> Krammer	1	1	2	1
520.	<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1	3	1,2	2
521.	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) E.J.Cox	2,4	5		
522.	<i>Placoneis gastrum</i> (Ehrenberg) Mereschkovsky	2,6	1	2,9	3
523.	<i>Placoneis minor</i> (Grunow) Lange-Bertalot	2,6	1	1,8	3
524.	<i>Placoneis placentula</i> Heinzerling	4	2	1,7	4
525.	<i>Placoneis pseudanglica</i> E.J.Cox	4	2		
526.	<i>Placoneis pseudanglica</i> var. <i>signata</i> (Hustedt) E.Y.Haworth & M.G.Kelly	2,6	1	2,1	3
527.	<i>Placoneis</i> sp.	4	2		
528.	<i>Placoneis undulata</i> (Østrup) Lange-Bertalot				
529.	<i>Planothidium conspicuum</i> (Mayer) E.A.Morales	4	2		
530.	<i>Planothidium delicatulum</i> (Kützing) Round & Bukhtiyarova	2,7	2	3,9	3
531.	<i>Planothidium dubium</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova				
532.	<i>Planothidium fragilarioides</i> (Petersen) Round & Bukhtiyarova	2	1	2,1	3
533.	<i>Planothidium frequentissimum</i> (Lange-Bertalot) Round & L.Bukhtiyarova	5	2	2,8	3
534.	<i>Planothidium hauckianum</i> (Grunow) Round & Bukhtiyarova	2,7	2	2	1
535.	<i>Planothidium lanceolatum</i> (Brebisson ex Kützing) Lange-Bertalot	2	2	1,8	2
536.	<i>Planothidium minutissimum</i> (Krasske) Lange-Bertalot	1,4	3	2,1	2
537.	<i>Planothidium rostratum</i> (Oestrup) Lange-Bertalot	3,4	1	2	1
538.	<i>Planothidium</i> sp.	2	2	2,1	2
539.	<i>Pleurosira laevis</i> Ehrenberg	2	3	2	1
540.	<i>Prestauroneis integra</i> (W.Smith) K.Bruder				
541.	<i>Psammothidium daonense</i> (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot	1,4	5	2	1
542.	<i>Psammothidium hustedtii</i> (Krasske) M.Aboal	3	1		
543.	<i>Pseudofallacia tenera</i> (Hustedt) Liu, Kociolek & Wang				
544.	<i>Pseudostaurosira parasitica</i> (W.Smith) Morales	3,2	3	2,3	3
545.	<i>Reimeria sinuata</i> (Gregory) Kociolek & Stoermer	2	1	1,3	3
546.	<i>Rhicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	2,7	2	2,1	2
547.	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O.Müller var. <i>gibba</i>	1,2	3	1,3	3
548.	<i>Rhopalodia gibba</i> var. <i>parallela</i> (Grunow) H.Peragallo & M.Peragallo	1,2	3	0,6	3
549.	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) Otto Müller	1,2	3		
550.	<i>Rhopalodia</i> sp.	1,6	2		
551.	<i>Rossithidium pusillum</i> (Grunow) Round & L.Bukhtiyarova	1,4	5	2	1
552.	<i>Sellaphora americana</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	2,4	2		
553.	<i>Sellaphora bacilloides</i> (Grunow) Andresen.Stoermer & Kreis	3,6	1	2	3
554.	<i>Sellaphora bacillum</i> (Ehrenberg) D.G.Mann	3,6	1	1,5	3
555.	<i>Sellaphora minima</i> (Grun.) Mann	2,6	1	2,2	2
556.	<i>Sellaphora pupula</i> (Kützing) Mereschkovsky	2,6	1	2,2	2
557.	<i>Sellaphora pupula</i> var. <i>subcapitata</i> (Hustedt) Coste & Doung	2,6	1	2	3
558.	<i>Sellaphora seminulum</i> (Grunow) D.G.Mann	3,6	1		
559.	<i>Sellaphora</i> sp.	2,6	1	2,2	2
560.	<i>Sellaphora stroemii</i> (Hustedt) Mann	2,6	1	2,2	5

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
561.	<i>Simonsenia delognei</i> (Grunow) Lange-Bertalot				
562.	<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	1,6	1	1,6	3
563.	<i>Stauroneis gracilis</i> Ehrenberg	1,6	1		
564.	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	1,6	1	1,6	3
565.	<i>Stauroneis smithii</i> Grunow	2,5	3	1,6	3
566.	<i>Stauroneis</i> sp.	1,6	1		
567.	<i>Staurosira berolinensis</i> (Lemm) Lange-Bertalot	2	1	1,8	3
568.	<i>Staurosira construens</i> var. <i>pumila</i> (Grunow) J.C.Kingston	2,4	2		
569.	<i>Staurosira martyi</i> (Heribaud) Lange-Bertalot	2	1	1,7	2
570.	<i>Staurosira mutabilis</i> (Wm Smith) Grunow	2	1	1,7	2
571.	<i>Staurosira pinnata</i> Ehrenberg	2	1	2	3
572.	<i>Staurosira</i> sp.	2	1	1,7	2
573.	<i>Staurosira venter</i> (Ehrenberg) Cleve & Moeller	2,4	2	2	1
574.	<i>Staurosirella leptostauron</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	4	1		
575.	<i>Staurosirella pinnata</i> (Ehrenberg) D.M.Williams & Round	4	1	2,2	1
576.	<i>Stephanodiscus astra</i> e (Ehrenberg) Grunow				
577.	<i>Stephanodiscus dubius</i> Hustedt	2,5	2	1,1	4
578.	<i>Stephanodiscus hantzschii</i> Grunow	3	3	2,7	3
579.	<i>Stephanodiscus</i> sp.	2	1	2,2	2
580.	<i>Surirella amphioxys</i> Smith	3	1	2,9	2
581.	<i>Surirella angusta</i> Kütz.	2,8	1	2	2
582.	<i>Surirella bifrons</i> Ehrenberg	2,8	1	2	3
583.	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot				
584.	<i>Surirella brebissonii</i> Krammer & Lange-Bertalot var. <i>brebissonii</i>	2,8	1	2	2
585.	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>kuetzingii</i> Krammer & Lange-Bertalot	3	1		
586.	<i>Surirella elegans</i> Ehrenberg	3	1	1,3	3
587.	<i>Surirella helvetica</i> Brun.	2,8	1	2	2
588.	<i>Surirella linearis</i> W.M.Smith	2,8	1	2	3
589.	<i>Surirella minuta</i> Brébisson	3	1	3,8	3
590.	<i>Surirella ovalis</i> Brébisson	2,8	1	2,1	3
591.	<i>Surirella</i> sp.	2,8	1	2	2
592.	<i>Surirella spiralis</i> Kützing	3	1	1,1	4
593.	<i>Surirella splendida</i> (Ehrenberg) Kützing	2,8	1	1,7	2
594.	<i>Surirella suecica</i> Grunow	2,8	1		
595.	<i>Surirella tenera</i> Gregory	2,8	1		
596.	<i>Surirella turgida</i> W.M.Smith	2,8	1	2	1
597.	<i>Surirella visurgis</i> Hustedt				
598.	<i>Synedra amphycephala</i> (Kützing) Lange-Bertalot	4	1		
599.	<i>Synedra nana</i> F.Meister				
600.	<i>Synedra</i> sp.	1,6	1	2,2	2
601.	<i>Synedra ulna</i> var. <i>claviceps</i> Hustedt				
602.	<i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngbye) Kützing	2	3	2	3
603.	<i>Tabellaria flocculosa</i> (Roth) Kützing	2	3	1	4
604.	<i>Tabularia fasciculata</i> (C.Agardh) D.M.Williams & Round	5	2		
605.	<i>Tetracyclus rupestris</i> (Braun) Grunow	1	1	1,1	4
606.	<i>Thalassiosira</i> sp.	2,1	2	1,5	3
607.	<i>Tryblionella apiculata</i> Gregory	2	1	2,5	2
608.	<i>Tryblionella gracilis</i> W. Smith	2	1	2,4	3
609.	<i>Tryblionella levidensis</i> Wm. Smith	2	1	2,3	3
610.	<i>Ulnaria biceps</i> (Kützing) P.Compère	3	1		
611.	<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) P.Compère	4	1	1,5	3
612.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère	2,1	2	2,2	2

Redni broj	VRSTA	TID <sub>HR</sub>		SI <sub>HRIS</sub>	
		indikatorska vrijednost	indikatorska težina	indikatorska vrijednost	indikatorska težina
613.	<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch.) Compère var. <i>acus</i> (Kütz.) Lange-Bertalot	2,1	2	2,2	2
614.	<i>Ulnaria ulna</i> var. <i>danica</i> (Kützing) ?	3	1	1,3	3
615.	<i>Urosolenia eriensis</i> (H.L. Smith) F.E. Round & R.M. Crawford	2	1	1,3	3

DODATAK 3. REFERENTNE I NAJLOŠIJE VRIJEDNOSTI POKAZATELJA FITOBENTOSA  $TID_{HR}$  I  $SI_{HR}$ , SPECIFIČNE ZA ODREĐENI TIP TEKUĆICE

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
<b>PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)</b>						
1.	Gorske i prigorske male tekućice		HR-R_1	$TID_{RH}$	1,5	4,00
				$SI_{HR}$	1,35	3,60
2.	Nizinske male tekućice	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitim podlogom	HR-R_2A	$TID_{RH}$	1,7	4,60
		Nizinske male sa šljunkovito-valutičastim podlogom	HR-R_2B	$SI_{HR}$	1,35	3,60
3.	Nizinske aluvijalne tekućice	Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastim podlogom	HR-R_3A	$TID_{RH}$	1,8	4,80
				$SI_{HR}$	1,35	3,60
		Nizinske male, srednje velike i velike aluvijalne tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	HR-R_3B	$TID_{RH}$	1,8	4,80
				$SI_{HR}$	1,35	3,60
4.	Nizinske srednje velike i velike tekućice		HR-R_4	$TID_{RH}$	1,9	5,00
				$SI_{HR}$	1,43	3,80
5.	Nizinske vrlo velike tekućice	Nizinske vrlo velike tekućice s izvorištem lociranim u Dinaridskoj ekoregiji	HR-R_5A	$TID_{RH}$	1,8	4,78
				$SI_{HR}$	1,36	3,62
		Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj i vapnenačkoj podlozi - Donji tok Mure i srednji tok Drave i Save	HR-R_5B	$TID_{RH}$	1,9	5,00
				$SI_{HR}$	1,38	3,68
		Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Donji tok Save i Drave	HR-R_5C	$TID_{RH}$	1,9	5,00
				$SI_{HR}$	1,38	3,68
		Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Dunav	HR-R_5D	$TID_{RH}$	1,9	5,00
				$SI_{HR}$	1,34	3,56
<b>DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)</b>						
<b>DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA</b>						
6.	Gorske i prigorske male tekućice		HR-R_6	$TID_{RH}$	1,5	4,00
				$SI_{HR}$	1,31	3,48
7.	Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice		HR-R_7	$TID_{RH}$	1,9	5,00
				$SI_{HR}$	1,31	3,50
8.	Nizinske srednje velike i velike tekućice		HR-R_8	$TID_{RH}$	1,8	4,80
				$SI_{HR}$	1,35	3,60
9.	Gorske i prigorske srednje velike tekućice krških polja		HR-R_9	$TID_{RH}$	1,8	4,80
				$SI_{HR}$	1,35	3,60
10.	Povremene tekućice	Gorske i prigorske povremene tekućice	HR-R_10A i HR-R_10B	$TID_{RH}$	1,4	03,8
		Gorske srednje velike povremene tekućice		$SI_{HR}$	1,36	3,62
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA</b>						

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
11.	Nizinske i prigorske male tekućice		HR-R_11	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,78
				SI <sub>HR</sub>	1,39	3,70
12.	Prigorske srednje velike i velike tekućice		HR-R_12	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,80
				SI <sub>HR</sub>	1,35	3,60
13.	Nizinske srednje velike i velike tekućice		HR-R_13	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,78
	Nizinske velike tekućice s baražnim ujezerenjima		HR-R_13A	SI <sub>HR</sub>	1,31	3,50
14.	Nizinske tekućice kratkih tokova s padom >5 ‰		HR-R_14	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,80
				SI <sub>HR</sub>	1,39	3,70
15.	Male i srednje velike tekućice krških polja	Nizinske male i srednje velike tekućice krških polja	HR-R_15A	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,80
				SI <sub>HR</sub>	1,31	3,50
		Prigorske male i srednje velike tekućice krških polja	HR-R_15B	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,80
				SI <sub>HR</sub>	1,34	3,58
16.	Povremene tekućice	Prigorske male i srednje velike povremene tekućice	HR-R_16A	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,80
		Nizinske male povremene tekućice	HR-R_16B	SI <sub>HR</sub>	1,35	3,60
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA - ISTRA</b>						
17.	Nizinske i prigorske male		HR-R_17	TID <sub>RH</sub>	1,5	4,00
				SI <sub>HR</sub>	1,35	3,60
18.	Nizinske srednje velike		HR-R_18	TID <sub>RH</sub>	1,8	4,80
				SI <sub>HR</sub>	1,35	3,60
19.	Povremene male nizinske		HR-R_19	TID <sub>RH</sub>	1,7	4,60
				SI <sub>HR</sub>	1,35	3,60



## DODATAK 4. OPERATIVNA LISTA SVOJTI MAKROZOOBENTOSA

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
1.	Arachnidia	HYGROBATIDAE	<i>Hygrobates</i>	sp.	15527	1,40
2.	Bivalvia	CORBICULIDAE	<i>Corbicula</i>	sp.	11178	2,20
3.	Bivalvia	DREISSENIDAE	<i>Dreissena</i>	<i>polymorpha</i>	4999	1,90
4.	Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Musculium</i>	<i>lacustre</i>	7966	2,40
5.	Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Pisidium</i>	<i>amnicum</i>	6409	1,80
6.	Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Pisidium</i>	sp.	6425	2,40
7.	Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium</i>	<i>corneum</i>	6882	2,30
8.	Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium</i>	<i>rivicola</i>	6884	2,20
9.	Bivalvia	SPHAERIIDAE	<i>Sphaerium</i>	sp.	6886	2,40
10.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Anodonta</i>	<i>anatina</i>	7381	2,20
11.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Anodonta</i>	<i>cygnea</i>	4324	2,00
12.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Pseudanodonta</i>	<i>complanata ssp.</i>	19396	1,90
13.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Sinanodonta</i>	<i>woodiana</i>	6858	2,30
14.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	<i>crassus ssp.</i>	19440	1,80
15.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	<i>pictorum ssp.</i>	19441	2,00
16.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	<i>tumidus ssp.</i>	19442	2,00
17.	Bivalvia	UNIONIDAE	<i>Unio</i>	sp.	7138	1,80
18.	Coelenterata	HYDRIDAE	<i>Hydra</i>	sp.	5502	1,80
19.	Coleoptera	DRYOPIDAE	<i>Dryops</i>	sp.	17749	2,00
20.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Acilius</i>	<i>canaliculatus</i>	17453	2,40
21.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Acilius</i>	<i>sulcatus</i>	17456	2,60
22.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Acilius</i>	sp.	17455	2,60
23.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Agabus</i>	sp.	17492	2,50
24.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Copelatus</i>	<i>haemorrhoidalis</i>	17654	2,50
25.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Cybister</i>	<i>lateralimarginalis</i>	17663	2,80
26.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Deronectes</i>	<i>latus</i>	17701	1,40
27.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Dytiscus</i>	sp.	17766	2,10
28.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Hydroglyphus</i>	<i>geminus</i>	18182	2,50
29.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Hydroporus</i>	sp.	98	2,00
30.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Hydrovatus</i>	<i>cuspidatus</i>	18263	2,10

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
31.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Laccophilus</i>	<i>hyalinus</i>	18356	2,00
32.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Oreodytes</i>	<i>sanmarkii</i>	18616	1,40
33.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Oreodytes</i>	sp.	18618	1,40
34.	Coleoptera	DYTISCIDAE	<i>Platambus</i>	<i>maculatus</i>	18649	2,30
35.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	<i>aenea</i>	17768	1,40
36.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	<i>latreillei</i>	17773	0,70
37.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	<i>mauetii</i>	17774	1,50
38.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Elmis</i>	sp.	17779	1,40
39.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Esolus</i>	<i>angustatus</i>	17816	1,20
40.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Esolus</i>	<i>parallelepipedus</i>	17820	1,60
41.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Esolus</i>	sp.	17822	1,20
42.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Limnius</i>	<i>perrisi</i>	18418	1,40
43.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Limnius</i>	<i>volckmari</i>	18421	1,60
44.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Limnius</i>	sp.	18419	1,40
45.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Macronychus</i>	<i>quadrituberculatus</i>	18432	2,00
46.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Normandia</i>	<i>nitens</i>	18480	1,20
47.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Oulimnius</i>	<i>tuberculatus</i>	18629	1,90
48.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Riolus</i>	<i>cupreus</i>	18693	1,90
49.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Riolus</i>	<i>subviolaceus</i>	18696	1,50
50.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Riolus</i>	sp.	18695	1,40
51.	Coleoptera	ELMIDAE	<i>Stenelmis</i>	<i>canaliculata</i>	18722	1,30
52.	Coleoptera	GYRINIDAE	<i>Gyrinus</i>	<i>distinctus</i>	17867	1,80
53.	Coleoptera	GYRINIDAE	<i>Gyrinus</i>	sp.	17874	1,80
54.	Coleoptera	GYRINIDAE	<i>Orectochilus</i>	<i>villosus</i>	18613	1,80
55.	Coleoptera	HALIPLIDAE	<i>Brychius</i>	<i>elevatus</i>	17593	1,70
56.	Coleoptera	HALIPLIDAE	<i>Haliphus</i>	sp.	17901	1,80
57.	Coleoptera	HALIPLIDAE	<i>Peltodytes</i>	<i>caesus</i>	18641	2,50
58.	Coleoptera	HELOPHORIDAE	<i>Helophorus</i>	<i>brevipalpis</i>	17919	2,50
59.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>alpicola</i>	18010	0,40
60.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>belgica</i>	18022	1,60
61.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>excisa</i>	18059	1,60
62.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>gracilis</i>	18064	1,60

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
63.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>minutissima</i>	18091	1,30
64.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>nigrita</i>	18095	1,30
65.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	<i>riparia</i>	18114	1,60
66.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Hydraena</i>	sp.	18130	1,40
67.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Limnebius</i>	sp.	18407	1,60
68.	Coleoptera	HYDRAENIDAE	<i>Limnebius</i>	<i>truncatellus</i>	18409	1,50
69.	Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Coelostoma</i>	<i>orbiculare</i>	17643	2,70
70.	Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Cymbiodyta</i>	<i>marginella</i>	17668	2,50
71.	Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Hydrobius</i>	<i>fuscipes</i>	18157	2,80
72.	Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Hydrochus</i>	sp.	18178	2,80
73.	Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Hydrophilus</i>	<i>piceus</i>	18189	2,80
74.	Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Laccobius</i>	<i>minutus</i>	18337	2,50
75.	Coleoptera	HYDROPHILIDAE	<i>Limnoxenus</i>	<i>niger</i>	18425	2,70
76.	Coleoptera	NOTERIDAE	<i>Noterus</i>	<i>clavicornis</i>	18488	2,90
77.	Coleoptera	NOTERIDAE	<i>Noterus</i>	<i>crassicornis</i>	18489	3,00
78.	Crustacea	ASELLIDAE	<i>Asellus</i>	<i>aquaticus</i>	8691	2,80
79.	Crustacea	ASELLIDAE	<i>Asellus</i>	<i>aquaticus</i> (karstic type)	21930	1,60
80.	Crustacea	ASTACIDAE	<i>Astacus</i>	<i>astacus</i>	4357	1,80
81.	Crustacea	ASTACIDAE	<i>Astacus</i>	<i>leptodactylus</i>	4358	2,00
82.	Crustacea	ASTACIDAE	<i>Austropotamobius</i>	<i>pallipes</i>	7791	1,00
83.	Crustacea	ASTACIDAE	<i>Austropotamobius</i>	<i>torrentium</i>	7460	1,20
84.	Crustacea	ATYIDAE	<i>Atyaephyra</i>	<i>desmaresti</i>	9272	2,30
85.	Crustacea	CAMBARIDAE	<i>Orconectes</i>	<i>limosus</i>	6199	2,40
86.	Crustacea	COROPHIIDAE	<i>Corophium</i>	<i>curvispinum</i>	4749	2,10
87.	Crustacea	CRANGONYCTIDAE	<i>Synurella</i>	<i>ambulans</i>	6960	2,10
88.	Crustacea	CRANGONYCTIDAE	<i>Synurella</i>	<i>ambulans</i> (karstic type)	21938	1,80
89.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	<i>haemobaphes</i>	7854	2,20
90.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	<i>villosus</i>	7517	2,10
91.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	<i>haemobaphes/villosus</i>	14417	2,20
92.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Dikerogammarus</i>	sp.	8961	2,20
93.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	<i>acarinatus</i>	21761	1,50
94.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	<i>cari</i>	21769	1,00

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
95.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	<i>thoni</i>	21802	1,50
96.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Echinogammarus</i>	sp.	8918	1,50
97.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	<i>dalmatinus ssp.</i>	21950	1,00
98.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	<i>dalmatinus dalmatinus</i>	21928	1,00
99.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	<i>dalmatinus krkensis</i>	21929	0,80
100.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Fontogammarus</i>	sp.	21927	1,00
101.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Gammarus</i>	<i>balcanicus</i>	12330	1,20
102.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Gammarus</i>	<i>fossarum</i>	5288	1,70
103.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Gammarus</i>	<i>roeselii</i>	5292	2,30
104.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Niphargus</i>	<i>hrabei</i>	7792	2,00
105.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Niphargus</i>	spp.	6127	0,10
106.	Crustacea	GAMMARIDAE	<i>Obesogammarus</i>	<i>obesus</i>	9799	2,00
107.	Crustacea	JANIRIDAE	<i>Jaera</i>	<i>istri</i>	8700	1,80
108.	Diptera	ANTHOMYIDAE	<i>Limnophora</i>	sp.	5872	1,40
109.	Diptera	ATHERICIDAE	<i>Atherix</i>	<i>ibis</i>	4363	1,60
110.	Diptera	ATHERICIDAE	<i>Ibisia</i>	<i>marginata</i>	4364	1,90
111.	Diptera	BLEPHARICERIDAE	<i>Liponeura</i>	sp.	5891	0,40
112.	Diptera	CHAOBORIDAE	<i>Chaoborus</i>	sp.	4636	2,10
113.	Diptera	CHIRONOMIDAE	<i>Chironomus</i>	<i>plumosus-Gr.</i>	4658	3,60
114.	Diptera	CHIRONOMIDAE	<i>Chironomus</i>	<i>thummi-Gr.</i>	10900	3,50
115.	Diptera	CHIRONOMIDAE	Chironomini (excl. <i>Chironomus</i> )		4644	2,50
116.	Diptera	CHIRONOMIDAE	<i>Prodiamesa</i>	olivacea	6583	2,70
117.	Diptera	DIXIDAE	<i>Dixa</i>	sp.	4989	1,70
118.	Diptera	LIMONIIDAE	<i>Antocha</i>	<i>virtripennis</i>		1,50
119.	Diptera	MUSCIDAE	<i>Limnophora</i>	sp.	5872	1,40
120.	Diptera	PEDICIIDAE	<i>Dicranota</i>	sp.	4955	1,90
121.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Prosimulium</i>	sp.	6591	1,40
122.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>argenteostriatum</i>	7845	0,60
123.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>balcanicum</i>	7850	2,20
124.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>cryophilum</i>	7839	1,60
125.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>equinum</i>	7851	2,20
126.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>erythrocephalum</i>	8819	2,20

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
127.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>lineatum</i>	7852	2,20
128.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>monticola</i>	6848	1,60
129.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>posticatum</i>	6851	2,00
130.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>reptans</i>	6852	1,90
131.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>tuberosum</i>	6854	1,40
132.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium</i>	<i>variegatum</i>	6855	1,40
133.	Diptera	SIMULIIDAE	<i>Simulium (Wilhelmia)</i>	sp.	9762	2,00
134.	Diptera	STRATIOMYIIDAE	<i>Stratiomys</i>	sp.	6932	2,80
135.	Diptera	SYRPHIDAE	<i>Eristalinae</i>	Gen. sp.	9323	4,00
136.	Diptera	SYRPHIDAE	<i>Eristalis</i>	sp.	5151	3,60
137.	Diptera	TABANIDAE	<i>Tabanus</i>	sp.	6963	2,10
138.	Diptera	TIPULIDAE	<i>Tipula</i>	sp.	7077	1,80
139.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Alainites</i>	<i>muticus</i>	4409	1,50
140.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>alpinus</i>	4381	1,20
141.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>fuscatus gr.</i>	4398	2,20
142.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>lutheri</i>	4406	1,60
143.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>melanonyx</i>	4408	1,30
144.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>rhodani</i>	4415	2,10
145.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	<i>vernus</i>	4427	2,30
146.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Baetis</i>	sp.	4419	1,70
147.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Centroptilum</i>	<i>luteolum</i>	8850	2,00
148.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Cloeon</i>	<i>dipterum</i>	4705	2,60
149.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Cloeon</i>	<i>simile</i>	4708	2,30
150.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Nigrobaetis</i>	<i>niger</i>	4410	1,80
151.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Procloeon</i>	<i>bifidum</i>	6574	2,20
152.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Procloeon</i>	<i>pennulatum</i>	4574	2,30
153.	Ephemeroptera	BAETIDAE	<i>Procloeon</i>	sp.	9167	2,20
154.	Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>horaria</i>	4519	2,20
155.	Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>luctuosa</i>	4521	2,30
156.	Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>macrura</i>	4522	1,90
157.	Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>pseudorivulorum</i>	4524	1,90
158.	Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>rivulorum</i>	4526	1,90

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
159.	Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	<i>robusta</i>	4527	2,20
160.	Ephemeroptera	CAENIDAE	<i>Caenis</i>	sp.	4528	1,90
161.	Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Ephemerella</i>	<i>mucronata</i>	5135	1,40
162.	Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Ephemerella</i>	<i>notata</i>	5136	2,00
163.	Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Ephemerella</i>	sp.	5137	1,80
164.	Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Serratella</i>	<i>ignita</i>	5131	2,10
165.	Ephemeroptera	EPHEMERELLIDAE	<i>Torleya</i>	<i>major</i>	7083	1,80
166.	Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	<i>danica</i>	5124	1,80
167.	Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	<i>lineata</i>	5127	2,10
168.	Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	<i>vulgata</i>	5129	2,20
169.	Ephemeroptera	EPHEMERIDAE	<i>Ephemera</i>	sp.	5128	2,00
170.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>aurantiacus</i>	5037	2,20
171.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>helveticus-Gr.</i>	5045	0,90
172.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>submontanus</i>	5056	0,70
173.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	<i>venosus-Gr.</i>	5059	1,20
174.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Ecdyonurus</i>	sp.	5053	1,60
175.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Epeorus</i>	<i>assimilis</i>	12550	1,30
176.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Heptagenia</i>	<i>coerulans</i>	5449	2,20
177.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Heptagenia</i>	<i>sulphurea</i>	5457	2,00
178.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Heptagenia</i>	sp.	5456	1,80
179.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Rhithrogena</i>	<i>semicolorata gr.</i>	6744	1,90
180.	Ephemeroptera	HEPTAGENIIDAE	<i>Rhithrogena</i>	<i>diaphana gr.</i>	7753	1,60
181.	Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habroleptoides</i>	<i>confusa</i>	5367	1,60
182.	Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>fusca</i>	5369	1,50
183.	Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Habrophlebia</i>	<i>lauta</i>	5370	2,00
184.	Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Leptophlebia</i>	<i>marginata</i>	5730	2,00
185.	Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Leptophlebia</i>	<i>vespertina</i>	5732	1,80
186.	Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Paraleptophlebia</i>	<i>submarginata</i>	6309	1,60
187.	Ephemeroptera	LEPTOPHLEBIIDAE	<i>Paraleptophlebia</i>	sp.	5731	1,60
188.	Ephemeroptera	OLIGONEURIIDAE	<i>Oligoneuriella</i>	<i>rhenana</i>	6182	1,90
189.	Ephemeroptera	POLYMITARCYIDAE	<i>Ephoron</i>	<i>virgo</i>	5139	2,30
190.	Ephemeroptera	POTAMANTHIDAE	<i>Potamanthus</i>	<i>luteus</i>	6510	2,20

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
191.	Ephemeroptera	SIPHLONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>aestivalis</i>	6859	2,00
192.	Ephemeroptera	SIPHLONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>alternatus</i>	6860	1,60
193.	Ephemeroptera	SIPHLONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>croaticus</i>	6862	1,60
194.	Ephemeroptera	SIPHLONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	<i>lacustris</i>	6863	1,40
195.	Ephemeroptera	SIPHLONURIDAE	<i>Siphonurus</i>	sp.	6864	1,60
196.	Gastropoda	ACROLOXIDAE	<i>Acroloxus</i>	<i>lacustris</i>	4205	2,10
197.	Gastropoda	BITHYNIIDAE	<i>Bithynia</i>	<i>leachii</i> ssp.	19308	2,10
198.	Gastropoda	BITHYNIIDAE	<i>Bithynia</i>	<i>tentaculata</i>	4462	2,20
199.	Gastropoda	HYDROBIIDAE	Hydrobiidae (excl. <i>Lithoglyphus</i> and <i>Potamopyrgus</i> )	Gen. sp.	20162	0,20
200.	Gastropoda	HYDROBIIDAE	<i>Lithoglyphus</i>	<i>naticoides</i>	5896	2,20
201.	Gastropoda	HYDROBIIDAE	<i>Potamopyrgus</i>	<i>antipodarum</i>	8251	2,80
202.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Galba</i>	<i>truncatula</i>	5284	1,80
203.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Lymnaea</i>	<i>stagnalis</i>	5916	2,00
204.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	<i>auricularia</i>	6669	2,30
205.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	<i>balthica</i>	16959	2,50
206.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	<i>labiata</i>	16982	2,00
207.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Radix</i>	sp.	6673	2,30
208.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Stagnicola</i>	<i>fuscus</i>	8254	1,80
209.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Stagnicola</i>	<i>palustris</i>	6905	2,00
210.	Gastropoda	LYMNAEIDAE	<i>Stagnicola</i>	sp.	9197	2,00
211.	Gastropoda	MELANOPSIDAE	<i>Esperiana</i>	<i>esperi</i>	14268	2,00
212.	Gastropoda	MELANOPSIDAE	<i>Holandriana</i>	<i>holandrii</i>	8721	1,70
213.	Gastropoda	MELANOPSIDAE	<i>Microcolpia</i>	<i>daudebartii</i> ssp.	19359	2,10
214.	Gastropoda	NERITIDAE	<i>Theodoxus</i>	<i>danubialis</i> ssp.	19411	1,90
215.	Gastropoda	NERITIDAE	<i>Theodoxus</i>	<i>fluviatilis</i>	7025	1,70
216.	Gastropoda	PHYSIDAE	<i>Aplexa</i>	<i>hypnorum</i>	4336	1,50
217.	Gastropoda	PHYSIDAE	<i>Physa</i>	<i>fontinalis</i>	6395	1,50
218.	Gastropoda	PHYSIDAE	<i>Physella</i>	<i>acuta</i>	6396	2,70
219.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Ancylus</i>	<i>fluviatilis</i>	4310	1,70
220.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Anisus</i>	sp.	8874	2,20
221.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Bathyomphalus</i>	<i>contortus</i>	4433	1,70
222.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Ferrissia</i>	<i>clessiniana</i>	5271	2,20

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
223.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Gyraulus</i>	<i>albus</i>	5354	1,90
224.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Gyraulus</i>	<i>crista</i>	5356	2,20
225.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Gyraulus</i>	<i>laevis</i>	5357	1,60
226.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Hippeutis</i>	<i>complanatus</i>	5483	1,80
227.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Planorbarius</i>	<i>corneus</i>	6431	2,20
228.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Planorbis</i>	<i>carinatus</i>	6435	1,70
229.	Gastropoda	PLANORBIDAE	<i>Planorbis</i>	<i>planorbis</i>	6436	1,90
230.	Gastropoda	PYRGULIDAE	<i>Pyrgula</i>	<i>annulata</i>	21935	1,80
231.	Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Borysthenia</i>	<i>naticina</i>	4471	1,80
232.	Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Valvata</i>	<i>cristata</i>	7142	2,20
233.	Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Valvata</i>	<i>piscinalis</i> ssp.	19443	2,20
234.	Gastropoda	VALVATIDAE	<i>Valvata</i>	sp.	7146	2,20
235.	Gastropoda	VIVIPARIDAE	<i>Viviparus</i>	<i>acerosus</i>	7155	2,00
236.	Gastropoda	VIVIPARIDAE	<i>Viviparus</i>	<i>contectus</i>	7157	2,10
237.	Gastropoda	VIVIPARIDAE	<i>Viviparus</i>	<i>viviparus</i>	7158	1,90
238.	Heteroptera	APHELOCHEIRIDAE	<i>Aphelocheirus</i>	<i>aestivalis</i>	4335	1,80
239.	Heteroptera	CORIXIDAE	<i>Sigara</i>	sp.	6829	2,00
240.	Heteroptera	GERRIDAE	<i>Gerris</i>	sp.	5303	1,60
241.	Heteroptera	HYDROMETRIDAE	<i>Hydrometra</i>	<i>stagnorum</i>	5546	1,60
242.	Heteroptera	NAUCORIDAE	<i>Ilyocoris</i>	<i>cimicoides</i>	5652	2,10
243.	Heteroptera	NEPIDAE	<i>Nepa</i>	<i>cinerea</i>	6118	2,10
244.	Heteroptera	NEPIDAE	<i>Ranatra</i>	<i>linearis</i>	6674	1,90
245.	Heteroptera	NOTONECTIDAE	<i>Notonecta</i>	<i>glauca</i>	6136	1,50
246.	Heteroptera	NOTONECTIDAE	<i>Notonecta</i>	sp.	6139	2,20
247.	Heteroptera	VELIIDAE	<i>Velia</i>	sp.	7150	1,00
248.	Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina</i>	<i>lineata</i>	4973	3,10
249.	Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Dina</i>	<i>punctata</i>	4974	2,20
250.	Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	<i>nigricollis</i>	5158	2,70
251.	Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	<i>octoculata</i>	5159	2,90
252.	Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	<i>testacea</i>	5161	2,50
253.	Hirudinea	ERPOBDELLIDAE	<i>Erpobdella</i>	sp.	5160	2,50
254.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Alboglossiphonia</i>	<i>heteroclita</i>	4261	2,50



Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
255.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Alboglossiphonia</i>	<i>hyalina</i>	7856	2,60
256.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Batracobdelloides</i>	<i>moogi</i>	7857	2,50
257.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>complanata</i>	5304	2,50
258.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>concolor</i>	5307	2,30
259.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>nebulosa</i>	7725	2,20
260.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	<i>paludosa</i>	5308	2,40
261.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Glossiphonia</i>	sp.	5310	2,70
262.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Helobdella</i>	<i>stagnalis</i>	5413	2,70
263.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Hemiclepsis</i>	<i>marginata</i>	5444	2,20
264.	Hirudinea	GLOSSIPHONIIDAE	<i>Theromyzon</i>	<i>tessulatum</i>	7034	2,40
265.	Hirudinea	HAEMOPIDAE	<i>Haemopsis</i>	<i>sanguisuga</i>	5373	2,60
266.	Hirudinea	PISCICOLIDAE	<i>Piscicola</i>	<i>geometra</i>	6408	2,10
267.	Megaloptera	SIALIDAE	<i>Sialis</i>	<i>fuliginosa</i>	6821	2,00
268.	Megaloptera	SIALIDAE	<i>Sialis</i>	<i>lutaria</i>	6822	2,20
269.	Megaloptera	SIALIDAE	<i>Sialis</i>	sp.	6823	2,20
270.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>affinis</i>	4221	2,00
271.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>cyanea</i>	4222	2,20
272.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>grandis</i>	4223	2,20
273.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	<i>mixta</i>	4225	2,00
274.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Aeshna</i>	sp.	4226	2,00
275.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Anax</i>	<i>imperator</i>	4308	2,00
276.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Anax</i>	<i>parthenope</i>	7430	2,00
277.	Odonata	AESHNIDAE	<i>Anax</i>	sp.	8871	2,00
278.	Odonata	CALOPTERYGIDAE	<i>Calopteryx</i>	<i>splendens</i>	4530	2,20
279.	Odonata	CALOPTERYGIDAE	<i>Calopteryx</i>	<i>virgo</i>	4532	1,80
280.	Odonata	CALOPTERYGIDAE	<i>Calopteryx</i>	sp.	4531	2,20
281.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>mercuriale</i>	4718	1,60
282.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>ornatum</i>	7421	1,60
283.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>puella</i>	4719	2,00
284.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>pulchellum</i>	4720	2,20
285.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	<i>scitulum</i>	7423	2,00
286.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Coenagrion</i>	sp.	4722	2,00

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
287.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Cercion</i>	<i>lindenii</i>	7418	2,00
288.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Enallagma</i>	<i>cyathigerum</i>	5100	2,10
289.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Erythromma</i>	<i>najas</i>	5164	2,00
290.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Erythromma</i>	sp.	8984	2,00
291.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Erythromma</i>	<i>viridulum</i>	5165	2,00
292.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Ischnura</i>	<i>elegans</i>	5658	2,00
293.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Ischnura</i>	<i>pumilio</i>	5659	2,00
294.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Ischnura</i>	sp.	9045	2,00
295.	Odonata	COENAGRIONIDAE	<i>Pyrrhosoma</i>	<i>nymphula</i>	6667	2,00
296.	Odonata	CORDULEGASTRIDAE	<i>Cordulegaster</i>	<i>bidentata</i>	7410	1,40
297.	Odonata	CORDULIIDAE	<i>Somatochlora</i>	<i>metallica</i>	6878	2,10
298.	Odonata	GOMPHIDAE	<i>Gomphus</i>	<i>flavipes</i>	7433	2,20
299.	Odonata	GOMPHIDAE	<i>Gomphus</i>	<i>vulgatissimus</i>	5332	2,00
300.	Odonata	GOMPHIDAE	<i>Gomphus</i>	sp.	5331	2,00
301.	Odonata	GOMPHIDAE	<i>Onychogomphus</i>	<i>forcipatus forcipatus</i>	6194	1,90
302.	Odonata	GOMPHIDAE	<i>Ophiogomphus</i>	<i>cecilia</i>	8175	1,90
303.	Odonata	LESTIDAE	<i>Chalcolestes</i>	<i>viridis</i>	4629	2,20
304.	Odonata	LESTIDAE	<i>Lestes</i>	sp.	5736	2,10
305.	Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Libellula</i>	<i>depressa</i>	5795	2,20
306.	Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Libellula</i>	<i>quadrimaculata</i>	5797	2,10
307.	Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Libellula</i>	sp.	9066	2,20
308.	Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	<i>pedemontanum</i>	6947	2,10
309.	Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	<i>striolatum</i>	7444	2,10
310.	Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	<i>vulgatum</i>	6949	2,10
311.	Odonata	LIBELLULIDAE	<i>Sympetrum</i>	sp.	9205	2,10
312.	Odonata	PLATYCNEMIDIDAE	<i>Platycnemis</i>	<i>pennipes</i>	6438	2,00
313.	Oligochaeta	AELOSOMATIDAE	Aeolosomatidae	Gen. sp.	9241	2,50
314.	Oligochaeta	AELOSOMATIDAE	<i>Aeolosoma</i>	<i>variegatum</i>	10642	2,50
315.	Oligochaeta	AELOSOMATIDAE	<i>Aeolosoma</i>	<i>hemprichi</i>	7976	2,20
316.	Oligochaeta	HAPLOTAXIDAE	<i>Haplotaxis</i>	<i>gordioides</i>	5401	1,40
317.	Oligochaeta	LUMBRICIDAE	<i>Eiseniella</i>	<i>tetraedra</i>	5075	2,00
318.	Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	Lumbriculidae	Gen. sp.	7490	2,30

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
319.	Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	<i>Lumbriculus</i>	<i>variegatus</i>	5907	2,50
320.	Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	<i>Rhynchelmis</i>	<i>limosella</i>	6789	2,80
321.	Oligochaeta	LUMBRICULIDAE	<i>Stylodrilus</i>	<i>heringianus</i>	6935	1,70
322.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Chaetogaster</i>	<i>diaphanus</i>	4616	2,30
323.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Chaetogaster</i>	<i>diastrophus</i>	4617	2,10
324.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Chaetogaster</i>	sp.	4621	2,10
325.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Dero</i>	sp.	4914	2,90
326.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>barbata</i>	6070	2,60
327.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>behningi</i>	7988	1,40
328.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>bretscheri</i>	6071	2,40
329.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>communis</i>	6072	2,70
330.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>elinguis</i>	6073	2,80
331.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>pseudobtusa</i>	6075	2,10
332.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>simplex</i>	6076	2,60
333.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	<i>variabilis</i>	6078	2,40
334.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Nais</i>	sp.	6077	2,60
335.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Ophidonais</i>	<i>serpentina</i>	6195	2,80
336.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>bilobata</i>	7202	2,70
337.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>foreli</i>	6554	2,00
338.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>longiseta</i>	6556	2,50
339.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	<i>rosea</i>	7993	2,60
340.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Pristina</i>	sp.	6560	2,50
341.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Slavina</i>	<i>appendiculata</i>	6871	2,10
342.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Specaria</i>	<i>josinae</i>	6879	2,30
343.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Stylaria</i>	<i>lacustris</i>	6934	2,30
344.	Oligochaeta	NAIDIDAE	<i>Uncinaiis</i>	<i>uncinata</i>	7131	1,70
345.	Oligochaeta	PROPAPPIDAE	<i>Propappus</i>	<i>volki</i>	6586	1,90
346.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Aulodrilus</i>	<i>pluriseta</i>	4377	2,20
347.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Branchiura</i>	<i>sowerbyi</i>	4494	2,40
348.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Embolocephalus</i>	<i>velutinus</i>	6890	1,70
349.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Limnodrilus</i>	<i>hoffmeisteri</i>	5863	3,50
350.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Limnodrilus</i>	<i>udekemianus</i>	5867	3,30

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
351.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Limnodrilus</i>	sp.	5866	3,30
352.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Potamothrix</i>	<i>bavaricus</i>	6529	2,20
353.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Potamothrix</i>	<i>hammoniensis</i>	6531	2,70
354.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Psammoryctides</i>	<i>albicola</i>	6620	2,50
355.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Psammoryctides</i>	<i>barbatus</i>	6621	2,00
356.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Psammoryctides</i>	<i>moravicus</i>	7493	2,00
357.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Spirosperma</i>	<i>ferox</i>	16107	2,30
358.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Spirosperma</i>	sp.	20403	2,30
359.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Tubifex</i>	<i>ignotus</i>	7114	2,40
360.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Tubifex</i>	<i>tubifex</i>	7116	3,60
361.	Oligochaeta	TUBIFICIDAE	<i>Tubificidae juv</i>	<i>with hair chaetae</i>	14394	2,70
362.	Plecoptera	CAPNIIDAE	<i>Capnia</i>	sp.	4552	1,30
363.	Plecoptera	CHLOROPERLIDAE	<i>Chloroperla</i>	sp.	4671	1,30
364.	Plecoptera	CHLOROPERLIDAE	<i>Siphonoperla</i>	sp.	6867	1,20
365.	Plecoptera	LEUCTRIDAE	<i>Leuctra</i>	sp.	5790	1,30
366.	Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Amphinemura</i>	sp.	4293	1,20
367.	Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Nemoura</i>	<i>cinerea</i>	21356	2,30
368.	Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Nemoura</i>	sp.	6108	1,40
369.	Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Nemurella</i>	<i>pictetii</i>	6113	1,00
370.	Plecoptera	NEMOURIDAE	<i>Protonemura</i>	sp.	6616	1,20
371.	Plecoptera	PERLIDAE	<i>Dinocras</i>	<i>megacephala</i>	4981	1,20
372.	Plecoptera	PERLIDAE	<i>Dinocras</i>	sp.	4982	1,20
373.	Plecoptera	PERLIDAE	<i>Marthamea</i>	<i>vitripennis</i>	5950	1,40
374.	Plecoptera	PERLIDAE	<i>Perla</i>	sp.	6372	1,20
375.	Plecoptera	PERLODIDAE	<i>Isoperla</i>	sp.	5673	1,50
376.	Plecoptera	PERLODIDAE	<i>Perlodes</i>	sp.	6377	1,20
377.	Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Brachyptera</i>	<i>risi</i>	4487	1,40
378.	Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Brachyptera</i>	sp.	4489	1,20
379.	Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Rhabdiopteryx</i>	sp.	6682	1,40
380.	Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Taeniopteryx</i>	<i>hubaulti</i>	6967	0,40
381.	Plecoptera	TAENIOPTERYGIDAE	<i>Taeniopteryx</i>	sp.	6971	1,50
382.	Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Beraea</i>	<i>maurus</i>	4440	0,30

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
383.	Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Beraea</i>	<i>pullata</i>	4441	0,50
384.	Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Beraea</i>	sp.	4442	0,50
385.	Trichoptera	BERAEIDAE	<i>Ernodes</i>	sp.	8981	0,50
386.	Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Brachycentrus</i>	<i>montanus</i>	4479	1,40
387.	Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Brachycentrus</i>	<i>subnubilus</i>	4481	1,90
388.	Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Micrasema</i>	<i>minimum</i>	5984	1,50
389.	Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Micrasema</i>	<i>setiferum</i>	19358	1,50
390.	Trichoptera	BRACHYCENTRIDAE	<i>Micrasema</i>	sp.	5986	1,50
391.	Trichoptera	ECNOMIDAE	<i>Ecnomus</i>	<i>tenellus</i>	5064	2,70
392.	Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Agapetus</i>	sp.	4254	1,50
393.	Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Glossosoma</i>	<i>bifidum</i>	5311	1,10
394.	Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Glossosoma</i>	<i>conformis</i>	5314	1,20
395.	Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Glossosoma</i>	sp.	5316	1,10
396.	Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Synagapetus</i>	<i>krawanyi</i>	6955	0,30
397.	Trichoptera	GLOSSOSOMATIDAE	<i>Synagapetus</i>	sp.	6957	0,30
398.	Trichoptera	GOERIDAE	<i>Goera</i>	<i>pilosa</i>	5329	2,10
399.	Trichoptera	GOERIDAE	<i>Lithax</i>	<i>niger</i>	5893	0,20
400.	Trichoptera	GOERIDAE	<i>Lithax</i>	sp.	5895	0,60
401.	Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	<i>nigricornis</i>	6833	1,70
402.	Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	<i>pallipes</i>	6834	1,00
403.	Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	<i>piceus</i>	6835	1,70
404.	Trichoptera	GOERIDAE	<i>Silo</i>	sp.	6836	1,50
405.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Cheumatopsyche</i>	<i>lepida</i>	4639	2,00
406.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>angustipennis angustipennis</i>	5588	2,40
407.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>bulbifera</i>	5589	2,40
408.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>bulgaromanorum</i>	5590	2,20
409.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>contubernalis contubernalis</i>	21231	2,40
410.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>dinarica</i>	5594	1,10
411.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>fulvipes</i>	5596	1,10
412.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>incognita</i>	8142	2,00
413.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>instabilis</i>	5598	1,60
414.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>modesta</i>	5599	2,40

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
415.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>pellucidula</i>	5601	2,20
416.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>saxonica</i>	5602	1,60
417.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	<i>siltalai</i>	5604	2,10
418.	Trichoptera	HYDROPSYCHIDAE	<i>Hydropsyche</i>	sp.	5605	2,00
419.	Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Agraylea</i>	<i>sexmaculata</i>	4256	2,50
420.	Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Hydroptila</i>	sp.	5616	2,00
421.	Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Ithytrichia</i>	<i>lamellaris</i>	5677	1,10
422.	Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Orthotrichia</i>	sp.	8651	2,10
423.	Trichoptera	HYDROPTILIDAE	<i>Oxyethira</i>	sp.	6268	1,80
424.	Trichoptera	LEPIDOSTOMATIDAE	<i>Crunoecia</i>	sp.	8946	0,20
425.	Trichoptera	LEPIDOSTOMATIDAE	<i>Lepidostoma</i>	<i>hirtum</i>	5723	1,70
426.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Adicella</i>	<i>filicornis</i>	4211	0,40
427.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>albifrons</i>	4366	2,00
428.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>aterrimus</i>	4367	2,40
429.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>bilineatus bilineatus</i>	4368	2,00
430.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Athripsodes</i>	<i>cinereus</i>	4369	2,10
431.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>	<i>annulicornis</i>	4579	2,10
432.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>	<i>dissimilis</i>	4580	2,10
433.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Ceraclea</i>	sp.	4584	2,10
434.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Leptocerus</i>	<i>interruptus</i>	5727	2,50
435.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Leptocerus</i>	sp.	9060	2,50
436.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	<i>azurea</i>	6062	2,10
437.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	<i>longicornis</i>	6063	2,40
438.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	<i>nigra</i>	6064	2,10
439.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Mystacides</i>	sp.	6065	2,10
440.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Oecetis</i>	<i>lacustris</i>	6171	2,30
441.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Oecetis</i>	<i>ochracea</i>	6173	2,40
442.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Oecetis</i>	sp.	6174	2,40
443.	Trichoptera	LEPTOCERIDAE	<i>Triaenodes</i>	<i>bicolor</i>	7088	2,50
444.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Allogamus</i>	<i>uncatus</i>	4267	0,60
445.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Anabolia</i>	<i>furcata</i>	4298	2,20
446.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Anabolia</i>	sp.	4301	2,20

Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
447.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Annitella</i>	sp.	8875	1,40
448.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Chaetopteryx</i>	sp.	4627	1,40
449.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Drusus</i>	<i>croaticus</i>	20877	0,80
450.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Drusus</i>	<i>discolor</i>	5007	0,80
451.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Drusus</i>	sp.	5014	0,80
452.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Ecclisopteryx</i>	<i>dalecarlica</i>	5033	1,10
453.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Ecclisopteryx</i>	sp.	8151	1,10
454.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Glyphotaelius</i>	<i>pellucidus</i>	5318	2,20
455.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Grammotaulius</i>	<i>nigropunctatus</i>	5335	2,10
456.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Halesus</i>	<i>digitatus</i>	5375	1,80
457.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Halesus</i>	<i>tesselatus</i>	5379	2,30
458.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Halesus</i>	sp.	5378	1,60
459.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	<i>decepiens</i>	5824	2,30
460.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	<i>lunatus</i>	5837	2,10
461.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	<i>rhombicus ssp.</i>	19351	1,90
462.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Limnephilus</i>	sp.	5844	2,10
463.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Mesophylax</i>	sp.	5964	2,00
464.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Potamophylax</i>	<i>nigricornis</i>	6524	0,50
465.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Potamophylax</i>	<i>rotundipennis</i>	6526	2,10
466.	Trichoptera	LIMNEPHILIDAE	<i>Rhadicoleptus</i>	<i>alpestris alpestris</i>	21221	1,40
467.	Trichoptera	ODONTOCERIDAE	<i>Odontocerum</i>	<i>albicorne</i>	6168	1,20
468.	Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Philopotamus</i>	<i>montanus ssp.</i>	19382	1,20
469.	Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Philopotamus</i>	<i>variegatus variegatus</i>	6389	1,20
470.	Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Philopotamus</i>	sp.	6388	1,20
471.	Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	<i>copiosa ssp.</i>	19448	1,00
472.	Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	<i>occipitalis occipitalis</i>	7166	0,20
473.	Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	<i>subnigra</i>	7169	1,60
474.	Trichoptera	PHILOPOTAMIDAE	<i>Wormaldia</i>	sp.	7168	0,50
475.	Trichoptera	PHRYGANEIDAE	<i>Oligostomis</i>	<i>reticulata</i>	6185	2,10
476.	Trichoptera	PHRYGANEIDAE	<i>Phryganea</i>	sp.	6393	1,50
477.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Cyrnus</i>	<i>trimaculatus</i>	4877	2,30
478.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Holocentropus</i>	sp.	5489	2,00



Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
479.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Holocentropus</i>	<i>stagnalis</i>	5490	2,50
480.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Neureclipsis</i>	<i>bimaculata</i>	6122	2,10
481.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Plectrocnemia</i>	<i>brevis</i>	6443	0,40
482.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Plectrocnemia</i>	<i>conspersa conspersa</i>	6444	1,70
483.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Plectrocnemia</i>	sp.	6447	1,60
484.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus</i>	<i>excisus</i>	6467	1,30
485.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus</i>	<i>flavomaculatus</i> <i>flavomaculatus</i>	6468	1,80
486.	Trichoptera	POLYCENTROPODIDAE	<i>Polycentropus</i>	<i>irroratus</i>	6469	1,60
487.	Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Psychomyia</i>	<i>klapaleki</i>	21058	1,60
488.	Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Psychomyia</i>	<i>pusilla</i>	6661	2,10
489.	Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	<i>dives dives</i>	7062	1,10
490.	Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	sp.	7067	1,00
491.	Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	<i>unicolor</i>	7068	0,60
492.	Trichoptera	PSYCHOMYIIDAE	<i>Tinodes</i>	<i>waeneri waeneri</i>	21224	2,20
493.	Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>dorsalis persimilis</i>	21080	2,00
494.	Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	sp.	6780	2,00
495.	Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>hirticornis</i>	6767	0,70
496.	Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>laevis</i>	6769	0,60
497.	Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>torrentium</i>	6782	1,20
498.	Trichoptera	RHYACOPHILIDAE	<i>Rhyacophila</i>	<i>tristis</i>	6784	1,30
499.	Trichoptera	SERICOSTOMATIDAE	<i>Sericostoma</i>	<i>flavicorne</i>	6816	1,30
500.	Trichoptera	SERICOSTOMATIDAE	<i>Sericostoma</i>	<i>personatum/flavicorne</i>	9747	1,00
501.	Trichoptera	SERICOSTOMATIDAE	<i>Sericostoma</i>	sp.	6818	1,50
502.	Turbellaria	DENDROCOELIDAE	<i>Dendrocoelum</i>	<i>lacteam</i>	4911	2,40
503.	Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>gonocephala</i>	5018	1,20
504.	Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>lugubris</i>	5019	2,10
505.	Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>lugubris/polychroa</i>	9745	2,10
506.	Turbellaria	DUGESIIDAE	<i>Dugesia</i>	<i>tigrina</i>	5022	2,20
507.	Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Crenobia</i>	<i>alpina</i>	4771	0,70
508.	Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Planaria</i>	<i>torva</i>	6430	2,20
509.	Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>felina</i>	6463	0,90



Redni broj	Sistematska skupina	Porodica	Rod	Svojta	ID_ART*	Saprobna vrijednost
510.	Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>nigra</i>	6464	2,00
511.	Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>nigra/tenuis</i>	13666	2,00
512.	Turbellaria	PLANARIIDAE	<i>Polycelis</i>	<i>tenuis</i>	6465	2,00

\* ID\_ART je identifikacijski broj preuzet iz programa ASTERICS

DODATAK 5. REFERENTNE I NAJLOŠIJE VRIJEDNOSTI POKAZATELJA/INDEKSA BIOLOŠKOG ELEMENTA KAKVOĆE MAKROZOOBENTOS SPECIFIČNE ZA ODREĐENI TIP TEKUĆICE

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
<b>PANONSKA EKOREGIJA (11. MAĐARSKA NIZINA)</b>						
1.	Gorske i prigrorske male tekućice		HR-R_1	Udio oligosaprobni indikatora ( <b>OSI %</b> )	42,5	0
				Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,1	3,6
				BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	206	0
				Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	14,5	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3,5	0
				Ritron indeks ( <b>RI</b> )	12,2	2,2
				Udio prefer. Akal+Lit+Psa sup. ( <b>ALP %</b> )	77,7	0
				Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S %</b> )	20,4	84,8
				Udio EPT svojti ( <b>EPT %</b> )	56,3	0
				Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	37	2
				Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,1	8,5
2.	Nizinske male tekućice	Nizinske male tekućice s glinovito-pjeskovitim podlogom	HR-R_2A	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	48	3
				Udio oligosaprobni indikatora ( <b>OSI %</b> )	29	0
				Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,5	3,6
				BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	130	3
				Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	11,3	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3	0
				Ritron indeks ( <b>RI</b> )	7,4	1,1
				Udio prefer. Akal+Lital+Psa sup. ( <b>ALP %</b> )	77,5	0
	Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,5	9,5			
	Nizinske male sa šljunkovito-valutičastim podlogom	HR-R_2B	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	62	2	
			Udio oligosaprobni indikatora ( <b>OSI %</b> )	35,2	0	
			Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,3	3,5	
			BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	200,2	0	
			Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0	
Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )			3,25	0		
Ritron indeks ( <b>RI</b> )	10,7	0,6				
Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S %</b> )	14	92,5				

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
				Broj EPT svojti <b>(EPT - S)</b>	26	1
				Indeks biocenotičkog područja <b>(IBR)</b>	3,5	9,1
3.	Nizinske aluvijalne tekućice	Nizinske male aluvijalne tekućice sa šljunkovito-valutičastim podlogom	HR-R_3A	Ukupan broj svojti <b>(UBS)</b>	53	0
				Udio oligosaprobnih indikatora <b>(OSI %)</b>	31,3	1
				Hrvatski saprobni indeks <b>(SI<sub>HR</sub>)</b>	1,35	3,6
				BMWP bodovni indeks <b>(BMWP)</b>	115	0
				Prošireni biotički indeks <b>(PBI)</b>	12,5	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti <b>(H)</b>	3,25	0
				Ritron indeks <b>(RI)</b>	7,5	1,2
				Udio prefer. Akal+Lital+Psa sups. <b>(ALP %)</b>	50,9	9,5
				Udio pobirača/sakupljača <b>(P/S %)</b>	16,1	94,5
				Broj EPT svojti <b>(EPT - S)</b>	12	0
	Indeks biocenotičkog područja <b>(IBR)</b>	3,4	9,3			
		Nizinske male, srednje velike i velike aluvijalne tekućice s glinovito-pjeskovitom podlogom	HR-R_3B	Ukupan broj svojti <b>(UBS)</b>	47	0
	Udio oligosaprobnih indikatora <b>(OSI %)</b>			30	0	
	Hrvatski saprobni indeks <b>(SI<sub>HR</sub>)</b>			1,5	3,6	
BMWP bodovni indeks <b>(BMWP)</b>	117,5			0		
Prošireni biotički indeks <b>(PBI)</b>	11,3			0		
Shannon-Wiener indeks raznolikosti <b>(H)</b>	3			0		
Udio prefer. Akal+Lital+Psa sups. <b>(ALP %)</b>	65			0		
Udio pobirača/sakupljača <b>(P/S %)</b>	13,8			94,6		
			Indeks biocenotičkog područja <b>(IBR)</b>	3,2	8,4	
4.	Nizinske srednje velike i velike tekućice		HR-R_4	Ukupan broj svojti <b>(UBS)</b>	59	0
				Udio oligosaprobnih indikatora <b>(OSI %)</b>	35,5	0
				Hrvatski saprobni indeks <b>(SI<sub>HR</sub>)</b>	1,35	3,6
				BMWP bodovni indeks <b>(BMWP)</b>	212,5	0
				Prošireni biotički indeks <b>(PBI)</b>	12,5	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti <b>(H)</b>	3,25	0
				Ritron indeks <b>(RI)</b>	11,9	0
				Udio EPT svojti <b>(EPT %)</b>	52,5	0
Broj EPT svojti <b>(EPT - S)</b>	29	0				

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
				Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,3	8,8
5.	Nizinske vrlo velike tekućice	Nizinske vrlo velike tekućice s izvorištem lociranim u Dinaridskoj ekoregiji	HR-R_5A	Udio oligosaprobni indikatora (OSI %)	27,5	0
				Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,6	3,6
				Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	3,25	0
				Broj EPT svojti (EPT - S)	28	0
		Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj i vapnenačkoj podlozi - Donji tok Mure i srednji tok Drave i Save	HR-R_5B	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,7	3,7
				Prošireni biotički indeks (PBI)	11,75	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	2,74	0
				Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,5	8,6
		Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Donji tok Save i Drave	HR-R_5C	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,7	3,9
				Prošireni biotički indeks (PBI)	10	0
				Indeks biocenotičkog područja (IBR)	5,2	10,2
		Nizinske vrlo velike tekućice u silikatnoj podlozi - Dunav	HR-R_5D	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,8	3,7
				Prošireni biotički indeks (PBI)	11,3	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	3	0
Udio prefer. Akal+Lital+Psa sups. (ALP %)	67,5			0		
Indeks biocenotičkog područja (IBR)	4,1			10,7		
<b>DINARIDSKA EKOREGIJA (5. DINARSKI ZAPADNI BALKAN)</b>						
<b>DINARIDSKA KONTINENTALNA SUBEKOREGIJA</b>						
6.	Gorske i prigorske male tekućice	HR-R_6	Ukupan broj svojti (UBS)	48	0	
			Udio oligosaprobni indikatora (OSI %)	42,5	0	
			Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1	3,5	
			BMWP bodovni indeks (BMWP)	172,5	0	
			Prošireni biotički indeks (PBI)	14,5	0	
			Udio pobirača/sakupljača (P/S %)	20,4	64,4	
			Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,2	8,4	
7.	Gorske i prigorske srednje velike i velike tekućice	HR-R_7	Ukupan broj svojti (UBS)	50	0	
			Udio oligosaprobni indikatora (OSI %)	42,5	0	
			Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,1	3,5	
			BMWP bodovni indeks (BMWP)	190	0	

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
				Prošireni biotički indeks (PBI)	14,5	0
				Ritron indeks (RI)	12,2	2,2
				Udio pobirača/sakupljača (P/S %)	21	56
				Udio EPT svojti (EPT %)	56,3	0
				Broj EPT svojti (EPT - S)	26	1
				Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,2	8,4
				Ukupan broj svojti (UBS)	88	0
8.	Nizinske srednje velike i velike tekućice		HR-R_8	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,5	3,6
				BMWP bodovni indeks (BMWP)	200,2	0
				Prošireni biotički indeks (PBI)	14,5	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	3,25	0
				Ritron indeks (RI)	10,3	0
				Udio pobirača/sakupljača (P/S %)	14	92,5
				Broj EPT svojti (EPT - S)	26	1
				Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,5	9,1
9.	Gorske i prigorske srednje velike tekućice krških polja		HR-R_9	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,5	3,6
				Prošireni biotički indeks (PBI)	14,5	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	3,25	0
10.	Povremene tekućice	Gorske i prigorske male povremene tekućice	HR-R_10A	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1	3,5
				BMWP bodovni indeks (BMWP)	145	0
				Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0
				Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,2	8,4
	Povremene gorske srednje velike tekućice		HR-R_10B	Hrvatski saprobni indeks (HR SI)	1	3,5
				BMWP bodovni indeks (BMWP)	145	0
				Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0
				Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,2	8,4
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA</b>						
11.	Nizinske i prigorske male tekućice		HR-R_11	Ukupan broj svojti (UBS)	48	0
				Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1	3,5
				BMWP bodovni indeks (BMWP)	145	0
				Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa	HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
			Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	3	0
			Ritron indeks (RI)	12,8	0
			Udio prefer. Akal+Lital+Psa sups. (ALP %)	77,7	1
			Broj EPT svojti (EPT - S)	20	0
			Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,2	8,4
		11-1 Kosovčica	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1	3,5
			Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0
			Ritron indeks (RI)	12,8	0
			Udio prefer. Akal+Lital+Psa sups. (ALP %)	77,7	1
			Indeks biocenotičkog područja (IBR)	3,2	8,4
12.	Prigorske srednje velike i velike tekućice	HR-R_12	Ukupan broj svojti (UBS)	51	0
			Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1	3,5
			BMWP bodovni indeks (BMWP)	145	0
			Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0
			Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	3	0
			Ritron indeks (RI)	12,8	0
			Udio prefer. Akal+Lital+Psa sups. (ALP %)	77,7	1
			Udio pobirača/sakupljača (P/S %)	16,2	56,7
			Broj EPT svojti (EPT - S)	20	0
		12 -1 Izvorišta	Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1	3,5
			BMWP bodovni indeks (BMWP)	145	0
			Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0
			Udio prefer. Akal+Lital+Psa sups. (ALP %)	77,7	1
			Broj EPT svojti (EPT - S)	20	0
13.	Nizinske srednje velike i velike tekućice	HR-R_13	Ukupan broj svojti (UBS)	75	0
			Udio oligosaprobni indikatora (OSI %)	35,3	0
			Hrvatski saprobni indeks (SI <sub>HR</sub> )	1,2	3,6
			BMWP bodovni indeks (BMWP)	159	0
			Prošireni biotički indeks (PBI)	12,5	0
			Shannon-Wiener indeks raznolikosti (H)	3,25	0
			Ritron indeks (RI)	12,8	0

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost	
				Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S</b> %)	14,2	94,6	
				Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	26	2	
				Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,4	9,4	
	Nizinske velike tekućice s baražnim ujezerenjima			HR-R_13A	Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,2	3,6
					BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	159	0
					Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0
					Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3,25	0
					Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S</b> %)	14,2	94,6
					Udio EPT svojti ( <b>EPT</b> %)	52	0
					Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	26	2
					Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,4	9,4
14.	Nizinske tekućice kratkih tokova s padom korita > 5 ‰		HR-R_14	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	50	0	
				Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1	3,5	
				BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	142,5	0	
				Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0	
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3	0	
				Ritron indeks ( <b>RI</b> )	12,8	0	
				Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S</b> %)	20,4	85,6	
				Udio EPT svojti ( <b>EPT</b> %)	56,3	0	
				Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	20	0	
				Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,2	8,4	
15.	Male i srednje velike tekućice krških polja	Nizinske male i srednje velike tekućice krških polja	HR-R_15A	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	50	0	
				Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,5	3,6	
				BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	130	3	
				Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0	
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3	0	
				Ritron indeks ( <b>RI</b> )	12,8	0	
				Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S</b> %)	20,4	85,6	
				Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	20	0	
				Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,3	8,8	
		Prigorske male i srednje velike	HR-R_15B	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	33	0	

Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa		HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
		tekućice krških polja		Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,5	3,6
				BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	130	3
				Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0
				Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3	0
				Ritron indeks ( <b>RI</b> )	12,8	0
				Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S %</b> )	20,4	85,6
				Broj EPT svojti (EPT - S)	20	0
				Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,3	8,8
16.	Povremene tekućice	Prigorske male i srednje velike povremene tekućice	HR-R_16A	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	33	0
				Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,5	3,6
				BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	130	3
				Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	15	0
				Udio EPT svojti ( <b>EPT %</b> )	86	0
	Nizinske male povremene tekućice	HR-R_16B	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	33	0	
			Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,5	3,6	
			BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	130	3	
			Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	15	0	
			Udio EPT svojti ( <b>EPT %</b> )	86	0	
<b>DINARIDSKA PRIMORSKA SUBEKOREGIJA - ISTRA</b>						
17.	Nizinske i prigorske male tekućice Istre	HR-R_17	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	53	0	
			Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,5	3,6	
			BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	142,5	0	
			Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0	
			Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3	0	
			Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S %</b> )	20,4	85,6	
			Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	20	0	
18.	Nizinske srednje velike tekućice Istre	HR-R_18	Ukupan broj svojti ( <b>UBS</b> )	63	0	
			Udio oligosaprobni indikatora ( <b>OSI %</b> )	30	0	
			Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1,6	3,6	
			BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	159	0	
			Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0	



Redni broj HR tipa	Naziv HR tipa	HR TIP	Indeks	Referentna vrijednost	Najlošija vrijednost
			Shannon-Wiener indeks raznolikosti ( <b>H</b> )	3,25	0
			Udio pobirača/sakupljača ( <b>P/S %</b> )	13	79
			Broj EPT svojti ( <b>EPT - S</b> )	21	0
			Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,3	8,8
19.	Povremene tekućice Istre	HR-R_19	Hrvatski saprobni indeks ( <b>SI<sub>HR</sub></b> )	1	3,5
			BMWP bodovni indeks ( <b>BMWP</b> )	145	0
			Prošireni biotički indeks ( <b>PBI</b> )	12,5	0
			Indeks biocenotičkog područja ( <b>IBR</b> )	3,2	8,4