

PRILOGA H: METODOLOGIJA VREDNOTENJA EKOLOŠKEGA STANJA
JEZER NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV

KAZALO VSEBINE

1	VZORČENJE BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV V ZGORNJEM LITORALU JEZER	5
1.1	Čas vzorčenja	5
1.2	Izbor mesta vzorčenja oz. odseka obale jezera	5
1.3	Dolžina mesta vzorčenja oz. odseka obale jezera	6
1.4	Oprema za vzorčenje	6
1.5	Metoda vzorčenja	7
1.6	Terenski postopek vzorčenja	7
1.7	Obdelava nabranega vzorca na terenu	10
1.7.1	ODSTRANJEVANJE VELIKIH DELCEV IN SORTIRANJE.....	10
1.7.2	ODSTRANJEVANJE VELIKIH ORGANIZMOV.....	10
1.7.3	SHRANJEVANJE VZORCEV	10
1.7.4	OZNAČEVANJE – ETIKETIRANJE VZORCEV.....	11
1.7.5	IZPOPOLNITEV TERENKEGA POPISNEGA LISTA ZA OPIS VZORČNEGA MESTA	11
1.8	Kontrola kakovosti na terenu	12
1.9	Varnost	12
2	LABORATORIJSKA OBDELAVA VZORCEV BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV ZGORNJEGA LITORALA JEZER IN STOPNJA DETERMINACIJE	13
2.1	Laboratorijska obdelava bioloških vzorcev.....	13
2.2	Stopnja določanja za posamezne skupine bentoških nevretenčarjev in priporočeni viri	14
2.3	Seznam virov za določanje bentoških nevretenčarjev.....	19
3	VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA JEZER NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV.....	22
3.1	VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA JEZER NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV - MODUL HIDROMORFOLOŠKA SPREMENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST	22
3.1.1	UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZERA.....	23
3.1.2	IZRAČUN METRIK INDEKSA BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV LITORALA JEZER ..	24
3.1.3	NORMALIZACIJA POSAMEZNIH METRIK INDEKSA BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV LITORALA JEZER	26
3.1.4	IZRAČUN INDEKSA BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV LITORALA JEZER.....	27
3.1.5	UVRSTITEV MESTA VZORČENJA NA PODLAGI BIOLOŠKEGA VZORCA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU HIDROMORFOLOŠKA SPREMENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST	27

3.1.6	IZRAČUN VREDNOSTI RAZMERJA EKOLOŠKE KAKOVOSTI PO MODULU HIDROMORFOLOŠKA SPREMENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV IN RAZVRSTITEV VODNEGA TELESA JEZER V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU HIDROMORFOLOŠKA SPREMENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST ZA IZBRANO OBDOBJE.....	28
3.2	Vrednotenje ekološkega stanja in razvrščanje vodnih teles jezer v razrede ekološkega stanja na podlagi biološkega elementa bentoški nevretenčarji	29
4	VIRI	30
5	PRILOGE.....	31

SLOVAR UPORABLJENIH IZRAZOV

metrika oz. indeks - merljiv del ali proces biološkega sistema, ki se spreminja z velikostjo obremenitve

modul – predstavlja vrsto obremenitve, katere vpliv na združbe vodnih organizmov (biološke elemente kakovosti) se vrednoti z izbranimi metrikami oziroma indeksi

normalizacija metrik – izračun razmerja ekološke kakovosti za posamezno metriko oz. indeks

razmerje ekološke kakovosti – razmerje med ugotovljeno vrednostjo metrike oz. indeksa na izbranem mestu vzorčenja in referenčno vrednostjo metrike oz. indeksa ob upoštevanju spodnje meje

referenčna vrednost – vrednost biološke metrike oz. indeksa v referenčnih razmerah, ki predstavlja izhodišče za izračunavanje razmerja ekološke kakovosti

referenčne razmere – razmere, ki predstavljajo vrednosti metrik oz. indeksov pri zelo dobrem ekološkem stanju

spodnja meja – vrednost biološke metrike oz. indeksa v zelo spremenjenih razmerah

transformacija metrik – transformacija vrednosti razmerja ekološke kakovosti (REK) metrike oz. indeksa; izbor transformacijske enačbe je odvisen od vrednosti REK

1 VZORČENJE BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV V ZGORNJEM LITORALU JEZER

1.1 Čas vzorčenja

Vzorčenje se izvaja poleti, v času stratifikacije. Vzorčenje ne sme biti opravljeno v času motenj izzvanih zaradi naravnih procesov (npr. v času motnosti vode, ki ne omogoča pravilnega vzorčenja).

1.2 Izbor mesta vzorčenja oz. odseka obale jezera

Za vrednotenje vpliva hidromorfološke spremenjenosti obale jezera na bentoške nevretenčarje se na posameznem jezeru izbere 6 mest vzorčenja. Izbor mest vzorčenja (VM) naj bo opravljen glede na delež hidromorfološke spremenjenosti obale, ki je izražen v razredih spremenjenosti obale na podlagi Modularnega indeksa spremenjenosti obale (MISO) (Peterlin in Urbanič 2013). Število mest vzorčenja izbranih v posameznem razredu indeksa MISO glede na jezero je predstavljeno v preglednici 1.

Preglednica 1: Število mest vzorčenja izbranih v posameznem razredu spremenjenosti obale jezer na podlagi indeksa MISO za ovrednotenje ekološkega stanja jezer.

MISO razred	Blejsko jezero	Bohinjsko jezero
	število mest vzorčenja	
1	2	4
2	1	1
3	1	1
4	2	0
5	0	0
Skupaj	6	6

Mesta vzorčenja izbrana znotraj odsekov istega hidromorfološkega razreda MISO morajo biti reprezentativna in izbrana naključno. Lahko so izbrana na podlagi določitve enakomernih razdalj med vzorčnimi mesti, v primeru le enega vzorčnega mesta v posameznem razredu MISO pa je najbolje mesto vzorčenja izbrati na sredi odseka.

Vzorčnih mest se ne sme izbrati na ustjih dotokov v jezero in morajo biti oddaljena od večjih pritokov v jezero in iztoka iz jezera vsaj 25 m.

1.3 Dolžina mesta vzorčenja oz. odseka obale jezera

Dolžina mesta vzorčenja (VM) oz. odseka jezera je določena z dolžino referenčnega mesta (Urbanič in Smolar-Žvanut 2005) in je 100 m.

Bentoške nevretenčarje se vzorči na razdalji 10 m znotraj 100 metrskega odseka. 10 metrski pododsek se izbere na sredini 100 m vzorčnega odseka jezera oz. na reprezentativnem delu 100 m odseka.

1.4 Oprema za vzorčenje

A) Mreža

Vzorčenje se opravi z ročno mrežo ali s Surberjevim vzorčevalnikom.

Ročna mreža

- Dimenzije okvirja: širina 25 cm, višina vsaj 25 cm,
- okvir mora biti pritrjen na dolgo (leseno) držalo,
- velikost odprtín v mreži: 0,5 x 0,5 mm,
- dolžina mreže: vsaj 50 cm,
- velikost vzorčevane površine 0,25 x 0,25 m (0,0625 m²).

Surberjev vzorčevalnik (za vzorčenje kamnitega substrata)

- Velikost vzorčevalnega okvirja oz. vzorčevane površine 0,25 x 0,25 m (0,0625 m²),
- velikost odprtín v mreži: 0,5 mm,
- dolžina mreže: vsaj 50 cm.

B) Dodatna oprema

- Atlas Slovenije ali zemljevid v merilu 1:25.000 ali 1:50.000,
- posoda za vzorec,
- banjica,
- pinceta,
- papir za etikete (pavs papir),
- svinčnik,
- vodoodporni flomaster,
- formaldehid ali 96 % etanol,
- škornji,

- gumijaste rokavice,
- izvijač,
- ščetka,
- kopija navodil za vzorčenje in terenski ključi za določanje nekaterih skupin (potočni raki, velike školjke...).

1.5 Metoda vzorčenja

Vzorec sestavlja 10 vzorčnih enot nabranih v vseh mikrohabitatnih tipih na posameznem pododseku vzorčnega mesta. Vzorčne enote morajo biti razporejene v razmerju deležev pokrovnosti mikrohabitatnih tipov. Mikrohabitatni tip predstavlja kombinacijo substrata, anorganskega in organskega, in razreda globine vode (priloga 1). Mikrohabitatnih tipov z manj kot 10 % pokrovnosti se ne vzorči.

Vzorčna enota je vzorec nabran s premešanjem substrata pred mrežo. Velikost vzorčevane površine je 25 x 25 cm. Substrat mora biti premaknjen do ustrezne globine, ki zagotavlja ulov vseh prisotnih vrst. V odvisnosti od premera substrata, kompaktnosti in oblike, se le-ta premakne do različnih globin:

- 5-10 cm (droben substrat: psamal, drobni organski delci-FPOM),
- 10-15 cm (srednje velik substrat: akal, mikrolital, večji organski delci-CPOM) ali
- 15-20 cm (velik substrat: makrolital, živi deli kopenskih rastlin).

Vsota 10 vzorčnih enot predstavlja vzorčevano površino 0,625 m².

1.6 Terenski postopek vzorčenja

Določitev deležev pokrovnosti mikrohabitatnih tipov

Pred vzorčenjem se določi deleže pokrovnosti mikrohabitatnih tipov 10 metrskega dela vzorčnega mesta (pododseka) **do 1 m globine vode oz. največ do razdalje 10 m od brega, ko je globina vode <1m**. Največja površina, na kateri se določa delež pokrovnosti je 10 x 10 m. Določitev mikrohabitatnih tipov se opravi iz brega brez vstopa v vodo. Po vzorčenju se oceno deležev pokrovnosti mikrohabitatnih tipov po potrebi spremeni in dopolni. Za dokumentiranje sestave mikrohabitatnih tipov in razporeditev vzorčnih enot se izpolni preglednice v prilogi 1. Vsak mikrohabitatni tip se določi na 10 % natančno. Mikrohabitatne tipe z manj kot 10 % pokrovnosti se v prilogi 1 označi le z znakom plus.

Umestitev vzorčnih enot

Najprej se določi **delež pokrovnosti substratov** (priloga 1, preglednica C).

Različica 1. Oceno deležev pokrovnosti substratov se opravi v enem koraku. Anorganski in organski substrat v omočenem delu zgornjega litorala se upošteva kot enotno plast. Vsota deležev obeh tipov substrata mora biti 100 %. Torej, oceno pokrovnosti anorganskega substrata se kombinira z oceno pokrovnosti organskega substrata. Pri vzorčenju vzorčnih enot nabranih na organskem substratu se upošteva tudi spodaj ležeči anorganski substrat.

Različica 2. Če razmere ne dopuščajo, se oceno deležev pokrovnosti substratov opravi v dveh korakih. Anorganski in organski substrat se upošteva kot dve različni plasti. Najprej se določi **delež pokrovnosti anorganskih substratov** (vsota deležev pokrovnosti posameznih anorganskih substratov mora biti 100 %) in nato še **organskih substratov** (vsota deležev pokrovnosti posameznih organskih substratov je spremenljiva). V drugem koraku **kombiniramo oceno deležev pokrovnosti anorganskega in organskega substrata**. Vsota deležev obeh tipov substrata mora biti 100 %. Postopek v dveh korakih se uporabi, ko je prisotnega veliko organskega substrata in se ne da primerno oceniti deležev pokrovnosti pod njim prisotnih kategorij anorganskih substratov. Anorganski substrat, ki je v jezeru prisoten zaradi človekovega posega v jezero (tehnolital) se v preglednicah priloge 1 posebej označi. Po oceni deležev pokrovnosti substrata se določi še **delež razredov globine** (priloga 1, preglednica D). S kombinacijo deležev pokrovnosti substrata in deležev razredov globin se dobi **delež pokrovnosti mikrohabitatnih tipov**. Za vsakih 10 % mikrohabitatnega tipa se izbere eno vzorčno enoto. Število vzorčnih enot v posameznem mikrohabitatnem tipu se označi v preglednici E priloge 1. Vzorčne enote se enakomerno razporedi po mikrohabitatnem tipu.

Splošna priporočila za vzorčenje

Vzorčevani pododsek mora biti reprezentativen za odsek jezera. Najprej se vzorči vzorčno enoto, ki je najbližje bregu. Pri vzorčenju vzorčnih enot se vzorči po metodi mešanja substrata z roko. Večje delce se spere in iz njih odstrani pritrjene organizme. Kadar je voda pregloboka se vzorči po metodi vzorčenja z brcanjem (angl. kick-sampling): ročno mrežo se postavi pravokotno na substrat z odprtino proti bregu in se jo čvrsto pritisne ob dno. Ena noga se postavi tik pred vhodno odprtino in nato z njo močno razbrca substrat 0,25 m pred odprtino. Takoj zatem se zajame organizme s potegom mreže proti bregu. Nato se mrežo namesti na isto mesto in postopek še enkrat ponovi. Po vzorčenju treh ali štirih vzorčnih enot se spere zbrani material na dno mreže s potegom mreže po vodi.

Natančen opis vzorčenja

Megalital (skale)

Skal se ne dviguje, ampak se iz njih, s ščetko ali z ostrim predmetom, odstrani organizme in se jih spere v mrežo. Kadar se na skalah vzame več vzorčnih enot, se vzorči različne predele npr. sprednjo stran, zadnjo stran ali robni del. Kadar je na skali le eno vzorčno enoto, vse tri predele skale združi v eno vzorčno enoto.

Makrolital (veliki kamni) in mezolital (majhni kamni)

Najprej se odstrani s kamnov pritrjene organizme in se jih spere v mrežo. Nato se substrat premakne, večje kamne se položi v mrežo in iz njih ser z roko ali s pinceto pobere še pritrjene organizme. Ostali substrat se premakne in premeša. Za premešanje substrata do globine 15-20 cm se lahko uporabi izvijač.

V plitvih vodah ob bregu se lahko uporabi Surberjev vzorčevalnik, kajti z njim se natančneje določi vzorčevano površino.

V različnih predelih litorala jezera se lahko uporabi različne vzorčevalnike.

Mikrolital (prodniki) in majhni anorganski substrati

Substrat pred mrežo se premakne in premeša. Za premešanje substrata do globine 15-20 cm se lahko uporabi izvijač. Mrežo se drži dovolj blizu premešanega substrata in pazi, da je v mreži čim manj anorganskega substrata.

Vzorčne enote brez vegetacije ali z mehkim substratom se raje vzorči s sunkovitim brcanjem v substrat (angl. bumping) kot z vlečenjem po površini substrata. Druga možnost je, da se z brcanjem dvigne organizme v vodni stolpec in se jih s potegom mreže po vodi ujame v mrežo. S tem se zmanjša količino anorganskih delcev v mreži. Substrat se lahko premeša tudi z roko in nato se s potiskanjem vode skozi mrežo ustvari vodni tok.

Uporabi se lahko tudi Surberjev vzorčevalnik.

Ksilal (les)

Izogibati se je potrebno sveže odpadlemu lesu brez mikrobne združbe. Les se spere v vedru na mestu vzorčenja ali se ga odnese iz vode in s pinceto pobere z njega organizme. Po vzorčenju se položi les nazaj v vodo.

Korenine

Korenine se premika in stresa, da se iz njih odstrani organizme.

Večji organski deli – CPOM (listni odpad)

Izogibati se je potrebno sveže odpadlim rastlinskim delom brez mikrobne združbe. Liste se dobro spere na terenu in se jih po nepotrebnem ne nosi v laboratorij.

Makrofiti

Makrofite se odnese v laboratorij za nadaljno obdelavo, ker se nekaterih organizmov npr. muhe kijeve (Simuliidae) in nekatere cevke trzačev npr. rodu *Rheotanytarsus* ne da v celoti odstraniti na terenu. Raje se uporabi kvantitativno vzorčenje enakih delov makrofitnih sestojev z enakimi deleži korenin, stebel in listov, namesto zamahovanja z ročno mrežo po potopljenih delih makrofitov.

1.7 Obdelava nabranega vzorca na terenu

1.7.1 ODSTRANJEVANJE VELIKIH DELCEV IN SORTIRANJE

Vejice in kamne se lahko spere in odstrani na terenu, potem ko je bilo preverjeno, da na njih ni organizmov. Majhnih delcev se ne pregleduje na terenu, ampak raje v laboratoriju. Na terenu se odbere večje in nežne organizme (npr. enodnevnice) ali organizme, ki se jih ne da shraniti (npr. trikladni vrtinčarji, maloščetinci) (največ 50 reprezentativnih organizmov). Te organizme se shrani v ločeno posodo.

1.7.2 ODSTRANJEVANJE VELIKIH ORGANIZMOV

Velike in redke organizme, ki se jih lahko določi na terenu (npr. velike školjke in potočni raki) se zabeleži na terenu in se jih vrne v jezero.

1.7.3 SHRANJEVANJE VZORCEV

Material iz mreže se prenese v posodo ali vrečko in shrani v formalinu (4 % končna koncentracija formaldehida) ali v 96 % etanolu (končna koncentracija etanola naj bo 70 %)

takoj po opravljenem vzorčenju. Če se vzorec shrani v etanolu, se pred dodajanjem etanola odstrani vodo iz vzorca. Organizme, ki se oprijemljejo mreže odstranimo s pinceto. Ko je vzorec v posodi, se vanjo doda etiketo in zapre. Če se za shranjevanje uporabi etanol, se vzorec v laboratoriju ponovno shrani oz. doda nov etanol.

1.7.4 OZNAČEVANJE – ETIKETIRANJE VZORCEV

Na etiketo je potrebno zapisati:

- ime jezera,
- kraj vzorčenja,
- datum vzorčenja,
- kodo vzorčnega mesta
- ime vzorčevalca.

Etiketo se nato položi v posodo z vzorcem.

Na posodo z vzorcem se napiše enako informacijo kot na etiketo v vzorcu.

Če se vzorec iz enega vzorčnega mesta shrani v več posod, je potrebno to na etiketah označiti (npr. 1 od 2 in 2 od 2). Če so bili večji in redki taksoni vrnjeni nazaj v jezero se le-te zabeleži na etiketah in v protokolu za opis vzorčnega mesta. Z enakimi etiketami se označi tudi organizme, ki so bili shranjeni v posebni posodi.

Po končanem vzorčenju se dobro opere vso opremo, ki je bila uporabljena pri vzorčenju ali pripravi vzorca na terenu in se pregleda ali so prisotni še kakšni organizmi. Vse organizme se odstrani in odloži v z etiketo označeno posodo z vzorcem. Pred uporabo na naslednjem vzorčnem mestu se vso opremo ponovno pregleda.

Po potrebi se uporabljeno opremo tudi sterilizira, tako da se jo potopi v alkohol. Sterilizacijo se izvede na območjih z račjo kugo, ribjimi boleznimi in potujočo trikotničarko.

1.7.5 IZPOPOLNITEV TERENKEGA POPISNEGA LISTA ZA OPIS VZORČNEGA MESTA

Po končanem vzorčenju se ponovno oceni deleže pokrovnosti mikrohabitatnih tipov. Dopiše se razmere v jezeru v času vzorčenja in morebitne težave na katere smo naleteli in ki bi lahko vplivale na sestavo vzorca.

1.8 Kontrola kakovosti na terenu

Kontrolo kakovosti vzorčenja se opravi z vzorčenjem vzorčnih enot v različnih pododsekih, za preverjanje rezultatov različnih vzorčevalcev ali ekip. Ponovljiva vzorčenja se izvede na 10 % vzorčenih pododsekov. Ponovljivo vzorčenje se izvede na bližnjem pododseku od primarno izbranega vzorčnega mesta. Bližnji pododsek mora biti habitatsko podoben in primerljiv glede spremenjenosti in onesnaženosti. Ponovljene vzorce se enako obdela kot originalne. Kakovost podatkov se preverja vsako leto, da se lahko določi stopnjo sprejemljive variabilnosti in potrebno frekvenco ponovljenih vzorčenj.

1.9 Varnost

- a) Pri terenskem delu je potrebno paziti na morebitne poškodbe. Potrebno je poskrbeti, da je ta možnost čim manjša.
- b) Pri izbiri vzorčnih mest je potrebno poleg znanstvenega vidika upoštevati tudi varnost pri delu.
- c) Vzorčenje naj nikoli ne izvaja posameznik sam, ampak vsaj v dvoje.
- d) Spremljevalec naj bo prisoten ves čas vzorčenja.
- e) Vzorčenje se ne izvaja kadar so razmere v jezeru nevarne; v času ekstremno nizkih temperatur in v predelih z zelo strmim in nestabilnim bregom. Preveriti je potrebno tudi stabilnost dna in se izogibati nevarnim predmetom na dnu (steklo, ostri kovinski predmeti...).
- f) Na terenu se nosi primerna oblačila in uporablja gumijaste rokavice.
- g) Nikoli se ne sme pozabiti na rešilni jopič.

Varnostna oprema:

- Prva pomoč,
- seznam telefonskih števil bližnjega zdravnika in/ali bolnišnice,
- mobilni telefon,
- rokavice, ki segajo do ramen,
- rešilni jopič,
- varovalna očala,
- rezervna garnitura oblačil,
- brisača.

2 LABORATORIJSKA OBDELAVA VZORCEV BENTOŠKIH NEVRETEČARJEV ZGORNJEGA LITORALA JEZER IN STOPNJA DETERMINACIJE

Laboratorijska obdelava je korak v analizi, ki sledi vzorčenju organizmov. Pomemben del laboratorijske obdelave je tudi določanje bentoških nevretenčarjev. Stopnja determinacije lahko vpliva na rezultat vrednotenja, zato je treba uporabiti stopnjo, ki bo omogočala pravilno ovrednotenje, hkrati pa zaradi svoje težavnosti ne bo povečala možnosti napačne določitve, ki bi lahko negativno vplivala na rezultat vrednotenja oz. ekološko stanje.

V nadaljevanju je opisan postopek laboratorijske obdelave vzorcev bentoških nevretenčarjev. V tem delu je k laboratorijski obdelavi dodana še potrebna stopnja determinacije različnih skupin bentoških nevretenčarjev in literatura, s pomočjo katere se te organizme lahko določi.

2.1 Laboratorijska obdelava bioloških vzorcev

Za vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi bentoških nevretenčarjev je treba pregledati celotni nabran biološki vzorec. Med pobiranjem je treba poskrbeti, da se material v banjici ne izsuši. Izsuševanje se prepreči tako, da se banjico prekrije z alu folijo ali da se material v časovnih presledkih namoči z dolivanjem vode. Iz celotnega vzorca se pobere vse bentoške nevretenčarje. Bentoške nevretenčarje se po taksonomskih skupinah shrani v posode (firole), ki so ustrezno označene. Tako shranjeni organizmi so pripravljeni za taksonomsko obdelavo.

Pravila sortiranja

Praznih lupin polžev in školjk se ne pobira iz vzorca in se ne šteje. Prav tako se ne pobira in šteje praznih hišic ličink mladoletnic. Ne sme se upoštevati tudi levov žuželk in delov organizmov (noge, škrge, antene...). Pri maloščetincih se šteje le cele osebkke ali osebkke s prostomijem.

Shranjevanje in etiketiranje

Pregledane osebkke se shrani ločeno. Na etikete se napiše podatke o vzorčnem mestu, datumu vzorčenja in vzorčevalcu, ter številu pregledanih podvzorčnih enot. Organizme, ki so bili odbrani na terenu, shranimo ločeno.

2.2 Stopnja določanja za posamezne skupine bentoških nevretenčarjev in priporočeni viri

V preglednici 2 je prikazana stopnja določanja in priporočeni viri za določanje posameznih taksonov bentoških nevretenčarjev.

Preglednica 2: Stopnja določanja za posamezne skupine bentoških nevretenčarjev in priporočeni viri

Takson	Stopnja določanja	Viri
PORIFERA	Določuje se do: rod	Streble in Kraute, 2002
HYDROZOA	Določuje se do: rod	Streble in Kraute, 2002
BRYOZOA	Določuje se do: rod, razen <i>Cristatella mucedo</i>	Wood & Okamura, 2005
TURBELLARIA	Določuje se do vrste, razen: <i>Dugesia lugubris/polychroa</i> <i>Polycelis nigra/tenuis</i>	Reynoldson, 2000; Tachet in sod., 2000; Schmedtje, 1992
ASCHELMINTHES	Določuje se do:	Tachet in sod., 2000; Schmedtje, 1992
NEMATODA	Nematoda	
NEMATOMORPHA	Določuje se do vrste.	
NEMERTINA	Določuje se do vrste.	
OLIGOCHAETA		Brinkhurst, 1971; Hrabe, 1979; Campaioli, 1994; Tachet in sod., 2000; Timm, 2009
ENCHYTRAEIDAE	Določuje se do:	
	Enchytraeidae	
HAPLOTAXIDAE	Določuje se do vrste.	
LUMBRICIDAE	Določuje se do vrste.	
LUMBRICULIDAE	Določuje se do :	
	LUMBRICULIDAE z enostavnimi ščetinami <i>Rhynchelmis</i> sp.	
	LUMBRICULIDAE z razcepljenimi ščetinami <i>Lumbriculus variegatus</i> <i>Styodrilus heringianus</i>	
NAIDIDAE	Določuje se do vrste, razen: <i>Dero</i> sp. <i>Nais</i> sp. <i>Pristina</i> sp. <i>Pristinella</i> sp.	
PROPAPPIDAE	Določuje se do vrste.	

Takson	Stopnja določanja	Viri
TUBIFICIDAE	Določuje se do: TUBIFICIDAE brez lasastih ščetin TUBIFICIDAE z lasastimi ščetinami <i>Aulodrilus pluriseta</i> <i>Aulodrilus japonicus</i> <i>Aulodrilus pigueti</i> <i>Aulodrilus sp.</i> <i>Branchiura sowerbyi</i> <i>Psammoryctides barbatus</i> <i>Spirosperma ferox</i> <i>Embolocephalus velutinus</i> <i>Tubifex ignotus</i>	
HIRUDINEA	Določuje se do vrste.	Nesemann, 1997; Sket, 1968; Trontelj in Sket, 2000
BRANCHIOBELLELLIDEA	Določuje se do rodu.	Nesemann, 1997
MOLLUSCA	Določuje se do vrste, razen:	Bole, 1969; Glöer, 2002
BIVALVIA	<i>Pisidium sp.</i>	
GASTROPODA	<i>Radix sp.</i> -juv.	
ARACHNIDA	Določuje se do: HYDRACHNIDIA	Tachet in sod., 2000
CRUSTACEA	Določuje se do vrste razen: <i>Niphargus sp.</i>	Karaman, 1953; Gledhill, 1993; Karaman, 1996; Tachet in sod., 2000; Eggs in Martens, 2001; Govedič, 2006
EPHEMEROPTERA	Določuje se do vrste, razen:	Müller-Liebenau, 1969; Bauernfeind in Humpesch, 2001; Eiseler, 2005; Studemann in sod., 1992
BAETIDAE	<i>Baetis fuscatus/scambus</i> <i>Baetis sp.</i> -juvenilni	
PLECOPTERA	Določuje se do vrste.	Raušer, 1980; Zwick, 2005
ODONATA	Določuje se do vrste, razen: Corduliidae-juvenilni Corduliidae/Libellulidae-juvenilni	Askew, 1988; Kohl, 1998; Gerken in Sternberg, 1999
HETEROPTERA	Določuje se do vrste, razen:	Rozkošny, 1980; Savage, 1989; Tachet in sod., 2000
CORIXIDAE	Corixinae <i>Cymatia sp.</i> <i>Micronecta sp.</i> <i>Paracorixa sp.</i>	
GERRIDAE	<i>Aquarius sp.</i> <i>Gerris sp.</i>	
HEBRIDAE	<i>Hebrus sp.</i>	
NOTONECTIDAE	<i>Anisops sp.</i> <i>Nychia sp.</i>	
VELIIDAE	<i>Microvelia sp.</i> <i>Velia sp.</i>	
MEGALOPTERA	Določuje se do vrste.	Schmedtje, 1992

Takson	Stopnja določanja	Viri
PLANIPENNIA	Določuje se do vrste, razen: <i>Sisyra</i> sp.	Tachet in sod., 2000
HYMENOPTERA	Določuje se do vrste.	Tachet in sod., 2000
COLEOPTERA: Odrasli hrošči	Določuje se do rodu, razen:	Franciscolo, 1979; Friday, 1988; Klausnitzer, 1996; Tachet in sod., 2000
GYRINIDAE	<i>Orectochilus villosus</i>	
HALIPLIDAE	<i>Haliphus lineatocollis</i>	
DYTISCIDAE: - HYDROPORINAE	<i>Eretes sticticus</i> <i>Hydroglyphus geminus</i> <i>Hydrovatus cuspidatus</i> <i>Scarodytes halensis</i> <i>Suphrodytes dorsalis</i>	
- COLYMBETINAE	<i>Ilybius fuliginosus</i> <i>Platambus maculatus</i>	
- COPELATINAE	<i>Copelatus haemorrhoidalis</i>	
- DYTISCINAE	<i>Acilius canaliculatus</i> <i>Acilius sulcatus</i> <i>Cybister lateralimarginalis</i>	
HYDROPHILIDAE	<i>Chaetarthria seminulum</i> <i>Coelostoma orbiculare</i> <i>Cymbiodyta marginela</i> <i>Hydrobius fuscipes</i> <i>Hydrophilus aterrimus</i> <i>Hydrophilus piceus</i> <i>Lymnoxenus niger</i>	
HYGROBIIDAE	<i>Hygrobia hermanni</i>	
NOTERIDAE	<i>Noterus clavicornis</i> <i>Noterus crassicornis</i>	
SPERCHEIDAE	<i>Sperchus emerginatus</i>	
PSEPHENIDAE	<i>Eubria palustris</i>	
Ličinke	Določuje se do rodu, razen:	Franciscolo, 1979; Klausnitzer, 1994; Tachet in sod., 2000
GYRINIDAE	<i>Orectochilus villosus</i>	
DYTISCIDAE: - HYDROPORINAE	<i>Eretes sticticus</i> <i>Hydroglyphus geminus</i> <i>Hydrovatus cuspidatus</i> <i>Scarodytes halensis</i> <i>Suphrodytes dorsalis</i> <i>Stictotarsus/Nebrioporus</i> sp.	
- COLYMBETINAE	<i>Ilybius fuliginosus</i> <i>Platambus maculatus</i>	
- COPELATINAE	<i>Copelatus haemorrhoidalis</i>	
- DYTISCINAE	<i>Acilius canaliculatus</i> <i>Acilius sulcatus</i> <i>Cybister lateralimarginalis</i>	

Takson	Stopnja določanja	Viri
HYDROPHILIDAE	<i>Chaetarthria seminulum</i> <i>Coelostoma orbiculare</i> <i>Cymbiodyta marginela</i> <i>Hydrobius fuscipes</i> <i>Hydrophilus aterrimus</i> <i>Hydrophilus piceus</i> <i>Lymnoxenus niger</i>	(juvenilni osebki težko določljivi, določimo do družine)
HYGROBIIDAE	<i>Hygrobia hermanni</i>	
NOTERIDAE	<i>Noterus clavicornis</i> <i>Noterus crassicornis</i>	
SPERCHEIDAE	<i>Sperchus emerginatus</i>	
PSEPHENIDAE	<i>Eubria palustris</i>	
TRICHOPTERA	Določuje se do vrste, razen: <i>Hydroptila</i> sp. <i>Orthotrichia</i> sp. <i>Oxyethira</i> sp. Juvenilni stadiji: Limnephilinae <i>Athripsodes</i> sp.	Pitsch, 1993; Waringer & Graf, 1997, 2000; Urbanič in Waringer, 2002a, 2002b; Urbanič in sod. 2003a, 2003b, 2003c Urbanič 2006
DIPTERA:		Rozkošny, 1980; Dahl, 1990, Nilsson, 1997; Schmedtje, 1992; Tachet in sod., 2000; Sunderman, 2005
ANTHOMYIDAE	Določuje se do rodu.	
ATHERICIDAE	Določuje se do vrste.	
CERATOPOGONIDAE	Določuje se do poddružin, razen: <i>Dasyhelea</i> sp. <i>Atrichopogon</i> sp. <i>Forcipomyia</i> sp. <i>Leptoconops</i> sp.	
CHAOBORIDAE	Določuje se do vrste.	
CHIRONOMIDAE	Določuje se do poddružin razen:	
BUCHONOMYINAE	<i>Buchonomyia thienemanni</i>	
CHIRONOMINAE	Določuje se do tribusov, razen: <i>Chironomus</i> sk. <i>obtusidens</i> <i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i> <i>Chironomus</i> sk. <i>thummi</i>	
CORYNONEURINAE	<i>Corynoneura</i> sp. <i>Epoicocladus ephemeræ</i>	
DIAMESINAE	<i>Potthastia</i> sk. <i>gaedii</i> <i>Potthastia</i> sk. <i>longimana</i>	
ORTHOCLADIINAE	<i>Brillia bifida</i>	
PRODIAMESINAE	<i>Monodiamesa</i> sp. <i>Odontomesa fulva</i> <i>Prodiamesa olivacea</i> <i>Prodiamesa rufovittata</i>	
CULICIDAE	Določuje se do rodu.	
DIXIDAE	Določuje se do rodu.	

Takson	Stopnja določanja	Viri
DOLICHOPODIDAE	Določuje se do družine.	
EMPIDIDAE	Določuje se do poddružine.	
EPHYDRIDAE	Določuje se do družine.	
LIMONIIDAE:	Določuje se do poddružin, razen:	
- CHIONEINAE	<i>Eliptera</i> sp. <i>Molophilus</i> sp. <i>Scleroprocta</i> sp.	
- DACTYLOLABINAE	<i>Dactyolabis</i> sp.	
- LIMNOPHILINAE	<i>Hexatoma</i> sp. <i>Paradelphomya</i> sp. <i>Pseudolimnophila</i> sp.	
- LIMONIINAE	<i>Antocha</i> sp. <i>Limonia</i> sp.	
PEDICIIDAE	Določuje se do rodu.	
PSYCHODIDAE	Določuje se do družine, razen: <i>Pericoma</i> sp. <i>Psychoda</i> sp.	
PTYCHOPTERIDAE	Določuje se do rodu.	
RHAGIONIDAE	Določuje se do rodu.	
SCATOPHAGIDAE	Določuje se do družine, razen: <i>Achanthocnema glaucescens</i>	
SCIOMYZIDAE	Določuje se do družine.	
STRATIOMYIIDAE	Določuje se do rodu, razen: <i>Oplodontha viridula</i>	
SYRPHIDAE	Določuje se do družine.	
TABANIDAE	Določuje se do rodu.	
THAUMALEIDAE	Določuje se do rodu.	
TIPULIDAE	Določuje se do rodu.	

2.3 Seznam virov za določanje bentoških nevretenčarjev

1. Askew R. R. (1988). The dragonflies of Europe. Harley Books.
2. Bauernfeind E., Humpesch U. H. (2001). Die Eintagsfliegen Zentraleuropas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Ökologie. Wien, AV – Druck.
3. Bole J. (1969). Ključi za določevanje živali; Mehkužci (Mollusca). Ljubljana, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Društvo biologov Slovenije.
4. Brinkhurst R. O. (1971). A guide for identification of British Aquatic Oligochaeta. 2. izdaja. University of Toronto, Freshwater biological association scientific publication, No. 22.
5. Campaioli S., Ghetti P. F., Minelli A. Ruffo S. (1994). Manuale per il riconoscimento del macroinvertebrati delle acque dolci italiane, vol.1 (Oligocheti). Litografica Saturnia, Trento.
6. Dall P. C., Iversen T. M., Kirkegaard J., Lindegaard C. In Thorup J. (1990). En oversigt over danske ferskvandsinvertebrater til brug ved bedømmelse af forureningen i søer og vandløb. 4. izdaja. Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.
7. Eggers T. O, Martens A. (2001). Bestimmungsschlüssel der Süßwasser-Amphipoda (Crustacea) Deutschlands. Lautebornia, Heft 42: 1-68 str.
8. Eiseler B. (2005). Bildbestimmungsschlüssel für die Eintagsfliegenlarven der deutschen Mittelgebirge und des Tieflandes Identification key to the mayfly larvae of the German highlands and lowlands. Lauterbornia 53: 1-112.
9. Franciscolo M. E. (1979). Fauna D'Italia, Vol. XIV, Coleoptera, Haliplidae, Hygrobiidae, Gyrinidae, Dytiscidae. Edizioni Calderini, Bologna.
10. Friday L. E. (1988). A key to the adults of british water beetles. Department of Applied Biology, Pembroke Street, Cambridge CB2 3DX. Field Studies 7, 1-151.
11. Gerken B., Sternberg K. (1999). Die Exuvien Europäischer Libellen (Insecta, Odonata).
12. Gledhill T., Sutcliffe D. W., Williams W. D. (1993). British Freshwater Crustacea Malacostraca: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association.
13. Glöer P. (2002). Die süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. Zbirka Die tierwelt Deutschlands, 73. del, 2. predelana izdaja. Bonn, Založba Conchbooks.
14. Govedič M. 2006. Potočni raki Slovenije: razširjenost, ekologija, varstvo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 26 str.
15. Hrabe S. (1979). Vodni maloštetinatci (Oligochaeta) Československa. Acta Universitatis Carolinae-Biologica 1-2, 167 str.
16. Karaman S. L. (1953). Pontokaspische amphipoden der jugoslawischen Fauna. Acta, Musei macedonici scientiarum naturalium, No.2. Skopje (28. 7. 1953)

17. Karaman G. S. (1996). Crustacea Amphipoda di aqua dolce. Fauna d'Italia. Edizioni Calderini Bologna.
18. Karaman G. S., Pinkster S. (1977). Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part I. Gammarus pulex-group and related species. Bijdragen tot de Dierkunde, 47 (1)
19. Karaman G. S., Pinkster S. (1987). Freshwater Gammarus species from Europe, North Africa and adjacent regions of Asia (Crustacea-Amphipoda), Part III, Gammarus balcanicus-group and related species. Bijdragen tot de Dierkunde, 57 (2): 207-260
20. Klausnitzer B. (1994). Die Larven der Käfer Mitteleuropas. 2. Band. Myxophaga, Polyphaga. Teil 1. Goecke&Evers Verlag, Krefeld.(larve hrošči)
21. Klausnitzer B. (1996). Käfer im und am Wasser. 2. überarbeitete Auflage. Westarp Wissenschaften, Magdenburg.
22. Kohl S. (1998). Odonata, Anisoptera-Exuvien Europas, Bestimmungsschlüssel
23. Müller-Liebenau I. (1969). Revision der europäischen Arten der Gattung *Baetis* Leach, 1815 (Insecta, Ephemeroptera). Gewässer und Abwässer 48/49: 1–214.
24. Nesemann H. (1997). Egel und Kriebel (Clitellata: Hirudinea, Branchiobdellida) Österreichs. Vigl, Dornbirn.
25. Nilsson A. (1997). Aquatic Insects of North Europe. A Taxonomic Handbook. Odonata-Diptera. Volume 2. Stenstrup, Apollo Books.
26. Reynoldson T. B., Young J. O. (2000). A key to the freshwater triclads of Britain and Ireland with notes on their ecology. University of Liverpool, Freshwater biological association scientific publication, No. 58.
27. Rozkošný R. (1980). Klič vodních larev hmyzu. Praha, Československá akademie věd.
28. Savage A. A., Crewe&Alsager College of Higher Education. (1989). Adults of the british aquatic Hemiptera Heteroptera: A key with ecological notes. The Ferry House, Ambleside, Cumbria. Freshwater biological association scientific publication, No. 50
29. Schmedtje U., Kohmann F. (1992). Bestimmungsschlüssel für die Saprobier-DIN-Arten (Makroorganismen). Informationsberichte des Bayer. München, Landesamtes für Wasserwirtschaft.
30. Sket B. (1968). K poznavanju favne pijavk (Hirudinea) v Jugoslaviji. *Razprave SAZU, CI IV.*, 11(4):127-187.
31. Streble, H., Krauter D. (2002). Das Leben in Wassertropfen. Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers. Ein bestimmungsbuch. 9. Auflage. Kosmosnaturführer, Stuttgart, Nemčija, 428 str.
32. Studemann D., Landolt P., Sartori M., Hefti D., Tomka I. (1992). Ephemeroptera. Insecta 20elvetica, Fauna 9. Fribourg, Imprimerie Mauron & Tinguetg & Lachat SA.

33. Sudermann A., Lohse S. (2005). Bestimmungsschlüssel für die aquatischen Zweiflügler (Diptera) in Anlehnung an die Operationelle Taxaliste für Fließgewässer in Deutschland. Forschungsinstitut Senckenberg. Forschungsstation für Mittelgebirge (marec 2005)
http://www.fliessgewaesserbewertung.de/downloads/best_anhang5_sunderm_lohse2004.pdf
34. Tachet H. Richoux P., Bournard M., Usseglio-Polatera P. (2000). Invertébrés D'eau douce: systématique, biologie, écologie. Paris, CNRS Editions.
35. Timm T. (2009). A guide to freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia* 66: 1-235.
36. Trontelj P., Sket B. (2000). Molecular re-assessment of some phylogenetic, taxonomic and biogeographic relationships between the leech genera *Dina* and *Trocheta* (Hirudinea: Erpobdellidae). *Hydrobiologia* 438: 227-235.
37. Urbanič G. (2006). Description of the larva of *Polycentropus schmidi* Novak & Botosaneanu, 1965 (Trichoptera: Polycentropodidae) with some notes on its ecology. *Aquatic Insects* 28: 257-262.
38. Urbanič G., Waringer J. A. (2002a). The larva and the life cycle of *Potamophylax pallidus* (Klapalek 1899) (Trichoptera, Limnephilidae). *Lauterbornia* 43: 101–109.
39. Urbanič G., Waringer J. A. (2002b). The larva of *Beraea dira* McLachlan 1875. *Aquatic Insects*, 24: 213–217.
40. Urbanič G., Waringer J., Graf W. (2003a). The larva of *Ecclisopteryx asterix* Malicky, 1979 (Trichoptera: Limnephilidae: Drusinae). *Lauterbornia*, 46: 125–134.
41. Urbanič G., Waringer J., Graf W. (2003b). The larva and distribution of *Psychomyia klapaleki* Malicky, 1995 (Trichoptera: Psychomyiidae). *Lauterbornia*, 46: 135–140.
42. Urbanič G., Waringer J., Rotar, B. (2003 c). The larva and pupa of *Ceraclea riparia* (Albarda, 1874) (Trichoptera: Leptoceridae). *Aquatic Insects*, 25, 4: 259–267.
43. Waringer J., Graf W. (1997). Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluss der angrenzenden Gebiete. Wien, Facultas-Universitätsverlag: 286 str.
44. Waringer J., Graf W. (2000). Ergänzungen und Berichtigungen zum "Atlas der österreichischen Köcherfliegenlarven unter Einschluß der angrenzenden Gebiete". Beilage zum 1. unveränderten Nachdruck. Wien, Facultas Universitätsverlag: 19 str.
45. Wood T.S., Okamura B. (2005). A new key to the freshwater bryozoans of Britain, Ireland and Continental Europe, with notes on their ecology. *Freshwater Biological Association Scientific Publication* No. 63, Ambleside, UK, 113 str.
46. Zwick P. (2005). A key to the West Palaearctic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. Forschungsinstitut Senckenberg. Forschungsstation für Mittelgebirge (marec 2005)
http://www.fliessgewaesserbewertung.de/downloads/best_anhang4_zwick2004.pdf

3 VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA JEZER NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETEČARJEV

Vrednotenje ekološkega stanja v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/EC) predstavlja ugotavljanje spremenjenosti strukture in funkcije ekosistema v primerjavi z naravnimi – referenčnimi razmerami. Glede na ekološko kakovost se razvrsti ekosistem oz. vodno telo v enega od 5 razredov kakovosti ekološkega stanja (preglednica 3).

Preglednica 3: Razredi kakovosti ekološkega stanja

Razred kakovosti – ekološko stanje
Zelo dobro
Dobro
Zmerno
Slabo
Zelo slabo

Bentoški nevretenčarji so eden od bioloških elementov kakovosti na podlagi katerih vrednotimo ekološko stanje jezer. Za ovrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi bentoških nevretenčarjev je treba ovrednotiti stanje po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost. Stanje po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost se ovrednoti na podlagi Indeksa bentoških nevretenčarjev litorala jezer (LBI).

3.1 VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA JEZER NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETEČARJEV - MODUL HIDROMORFOLOŠKA SPREMENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST

Ekološko stanje jezer po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost se ovrednoti na podlagi Indeksa bentoških nevretenčarjev litorala jezer (LBI). Na podlagi indeksa bentoških nevretenčarjev litorala jezer (LBI) se vrednoti predvsem vpliv spremenjenih hidromorfoloških značilnosti obale jezer, spremenjene rabe zemljišč v prispevnem območju in onesnaženja.

Koraki za pravilno vrednotenje ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost z uporabo Indeksa bentoških nevretenčarjev litorala jezer (LBI) so:

- uvrstitev mesta vzorčenja v ekološki tip jezer,
- izračun metrik indeksa LBI,

- c) normalizacija metrik indeksa LBI z uporabo za ekološki tip jezera značilnih referenčnih vrednosti in spodnjih mej,
- d) izračun za ekološki tip jezera značilnega indeksa LBI,
- e) izračun transformirane vrednosti za ekološki tip jezera značilnega indeksa LBI,
- f) uvrstitev vzorčnega mesta na podlagi biološkega vzorca v razred ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost,
- g) razvrstitev vodnega telesa jezera v razred ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost
- h) izračun vrednosti razmerja ekološke kakovosti po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost na podlagi bentoških nevretenčarjev in razvrstitev vodnega telesa jezer v razred ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost za izbrano obdobje.

Koraki so podrobneje opisani v nadaljevanju.

3.1.1 UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZERA

Mesto vzorčenja se uvrsti v ekološki tip jezera glede na ekološke tipe jezer za vrednotenje ekološkega stanja (preglednica 4).

Preglednica 4: Imena ekoloških tipov jezer v Sloveniji in njihove šifre

Zap. št.	Ekološki tip jezera - koda	Ime tipa	Jezero
1	J_SI_4_KB-D_>15_1-10	Globoka alpska jezera	Bohinjsko jezero
2	J_SI_4_PA-D_>15_1-10	Globoka predalpska jezera	Blejsko jezero

3.1.2 IZRAČUN METRIK INDEKSA BENTOŠKIH NEVRETEČARJEV LITORALA JEZER

Indeks bentoških nevretenčarjev litorala jezer (LBI) sestavljajo tri metrike:

- število taksonov bentoških nevretenčarjev,
- Margalefov diverzitetni indeks in
- Indeks litoralne favne (LFI).

Metrike se lahko izračuna s programom Asterics (AQEM consortium 2002). Izjema je Indeks litoralne favne (LFI), ki se izračuna po naslednji enačbi:

$$LFI_j = \sum_{i=1}^n LIV_i$$

kjer je:

LFI_j – Indeks litoralne favne j -tega biološkega vzorca

LIV - indikatorska vrednost spremenjenosti obale družine i

n – število družin bentoških nevretenčarjev v vzorcu

Indikatorske vrednosti spremenjenosti obale družin bentoških nevretenčarjev (LIV_i) za izračun indeksa LBI so podane v preglednici 5.

Preglednica 5: Seznam družin bentoških nevretenčarjev z indikatorskimi vrednostmi spremenjenosti obale (LIV)

Družina	LIV
Astacidae	9
Branchiobdellidae	9
Limnephilidae	9
Ancylidae	9
Goeridae	9
Hydraenidae	8
Bithyniidae	8
Leuctridae	8
Aphelocheiridae	8
Haliplidae - ličinke	8
Gyrinidae	8
Hydraenidae - ličinke	8

Se nadaljuje.

Nadaljevanje.

Družina	LIV
Corduliidae	7
Planariidae	7
Planorbidae	7
Leptophlebiidae	7
Corixidae	7
Lumbricidae	7
Nemouridae	7
Sericostomatidae	7
Dendrocoelidae	7
Dugesidae	7
Hydrobiidae	7
Physidae	7
Ephemeridae	7
Aeshnidae	7
Coenagrionidae	7
Platycnemididae	7
Dytiscidae	7
Valvatidae	6
Sialidae	6
Dytiscidae - ličinke	6
Asellidae	6
Enchytraeidae	6
Tipulidae	6
Ephemerellidae	6
Tabanidae	6
Glossiphoniidae	5
Erpobdellidae	5
Tubificidae	5
Gomphidae	5
Siphonuridae	5
Hydrophilidae	5
Chaoboridae	5
Stratiomyiidae	5
Polycentropodidae	4
Hydrachnidia	4
Lumbriculidae	3
Leptoceridae	3
Lymnaeidae	3
Caenidae	3
Naididae	3
Sphaeriidae	3
Gammaridae	3
Ceratopogonidae	3
Elmidae	3
Ecnomidae	3
Potamanthidae	2
Psychodidae	2
Hydroptilidae	2
Elmidae - ličinke	2
Baetidae	2
Psychomyiidae	2
Chironomidae	1

3.1.3 NORMALIZACIJA POSAMEZNIH METRIK INDEKSA BENTOŠKIH NEVRETEŃARJEV LITORALA JEZER

Vrednost posameznih metrik je treba normalizirati s pomočjo naslednje enačbe:

$$REK_metrike = \frac{izracunanavrednost\ metrike - spodnja\ meja\ metrike}{referencna\ vrednost\ metrike - spodnja\ meja\ metrike}$$

kjer je:

REK_metrike – normalizirana vrednost metrike.

Referenčne vrednosti in spodnje meje metrik glede na ekološki tip jezera so podane v preglednicah 6 in 7. Vsem normaliziranim vrednostim metrike z vrednostjo $REK < 0$ pripišemo vrednost 0 in vsem normaliziranim vrednostim metrike z vrednostjo $REK > 1$ pripišemo vrednost 1.

Preglednica 6: Referenčne vrednosti in spodnje meje metrik indeksa LBI za Globoka predalpska jezera (Blejsko jezero).

Metrika	Referenčna vrednost	Spodnja meja
Indeks litoralne favne (LFI)	110	0
Margalefov diverzitetni indeks	4,8	0
Število taksonov	37	0

Preglednica 7: Referenčne vrednosti in spodnje meje metrik indeksa LBI za Globoka alpska jezera (Bohinjsko jezero).

Metrika	Referenčna vrednost	Spodnja meja
Indeks litoralne favne (LFI)	125	0
Margalefov diverzitetni indeks	5,3	0
Število taksonov	37	0

3.1.4 IZRAČUN INDEKSA BENTOŠKIH NEVREtenČARJEV LITORALA JEZER

Indeks bentoških nevretenčarjev litorala jezer (LBI) se izračuna po naslednji enačbi:

$$LBI_j = \frac{2 * LFI_j + N_{BN_j} + D_{M_j}}{4}$$

kjer je:

LBI_j - Indeks vpliva hidromorfološke spremenjenosti litorala *j*- tega biološkega vzorca,

LFI_j – indeks litoralne favne *j*-tega biološkega vzorca (normalizirana vrednost),

N_{BN_j} – število taksonov *j*-tega biološkega vzorca (normalizirana vrednost),

D_{M_j} –Margalefov diverzitetni indeks *j*-tega biološkega vzorca (normalizirana vrednost).

Transformirano vrednost indeksa LBI se izračuna z uporabo enačb v preglednici 8. Uporabi se enačba glede na izračunano vrednost indeksa LBI.

Preglednica 8: Enačbe za izračun transformiranih vrednosti indeksa LBI

LBI	Transformirani LBI
>0,85	$0,8+0,2*(LBI-0,85)/(0,15)$
0,68-0,85	$0,6+0,2*(LBI-0,68)/(0,18)$
0,41-0,67	$0,4+0,2*(LBI-0,41)/(0,17)$
0,20-0,40	$0,2+0,2*(LBI-0,20)/(0,21)$
<0,20	LBI

3.1.5 UVRSTITEV MESTA VZORČENJA NA PODLAGI BIOLOŠKEGA VZORCA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU HIDROMORFOLOŠKA SPREMENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST

Mesto vzorčenja se uvrsti v razred ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost na podlagi biološkega vzorca tako, da se transformirano vrednost indeksa LBI razvrsti v razred kakovosti glede na preglednico 9.

Preglednica 9: Mejne vrednosti razredov kakovosti ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost na podlagi bentoških nevretenčarjev.

Razmerje ekološke kakovosti* - razpon	Razred kakovosti – ekološko stanje
$\geq 0,80$	zelo dobro
0,60 - 0,79	dobro
0,40 - 0,59	zmerno
0,20 - 0,39	slabo
$> 0,20$	zelo slabo

* rezultate se zaokroži na dve decimalni mesti.

3.1.6 IZRAČUN VREDNOSTI RAZMERJA EKOLOŠKE KAKOVOSTI PO MODULU HIDROMORFOLOŠKA SPREMNENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST NA PODLAGI BENTOŠKIH NEVRETNČARJEV IN RAZVRSTITEV VODNEGA TELESJA JEZER V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA PO MODULU HIDROMORFOLOŠKA SPREMNENJENOST/SPLOŠNA DEGRADIRANOST ZA IZBRANO OBDOBJE

Razmerja ekološke kakovosti po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost za izbrano obdobje se izračuna po naslednji enačbi:

$$J_{BN_{HMI}} = \frac{\sum_{j=1}^n transLBI_j}{n}$$

kjer je:

$J_{BN_{HMI}}$ –razmerje ekološke kakovosti po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost /tega obdobja na podlagi bentoških nevretenčarjev litorala jezer,

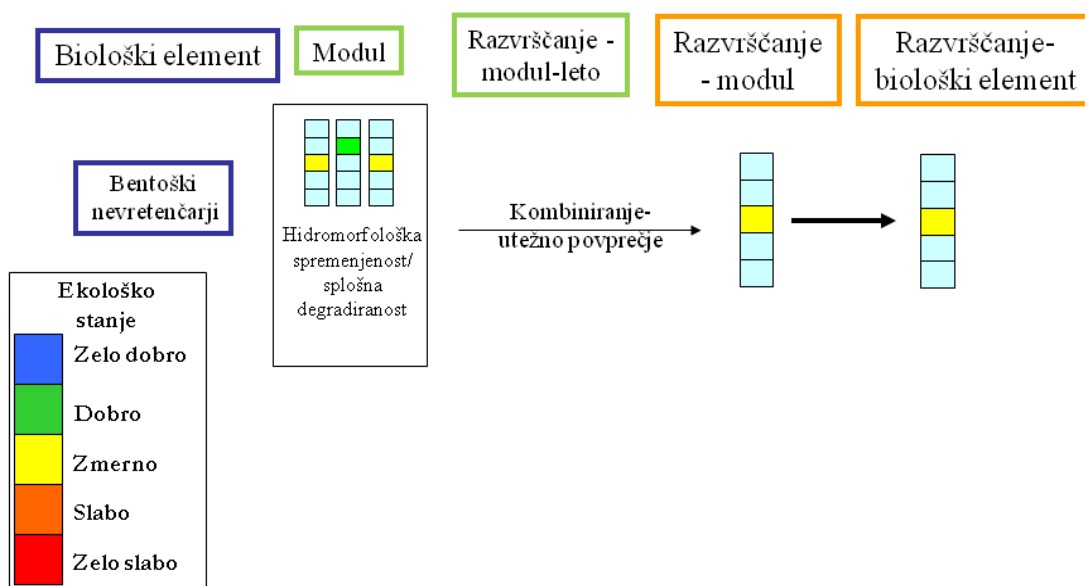
$transLBI_j$ – transformirana vrednost indeksa bentoških nevretenčarjev litorala jezer j -tega vzorčnega mesta,

n – število bioloških vzorcev.

Vodno telo se uvrsti v razred ekološkega stanja po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost tako, da se vrednost razmerja ekološke kakovosti po modulu hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost razvrsti v razred kakovosti glede na preglednico 9.

3.2 Vrednotenje ekološkega stanja in razvrščanje vodnih teles jezer v razrede ekološkega stanja na podlagi biološkega elementa bentoški nevretenčarji

Vrednotenje ekološkega stanja in razvrščanje vodnih teles jezer v razrede ekološkega stanja na podlagi bentoških nevretenčarjev se izvede na podlagi modula hidromorfološka spremenjenost/splošna degradiranost (slika 2).



Slika 1: Shematski prikaz razvrščanja vodnih teles jezer v razrede ekološkega stanja na podlagi biološkega elementa bentoški nevretenčarji

4 VIRI

- Direktiva 2000/60/ES evropskega parlamenta in sveta z dne 23. oktobra 2000. Bruselj, 72 str.
- Urbanič G. (2013). A Littoral Fauna Index for assessing the impact of lakeshore alterations in Alpine lakes. *Ecohydrology* 14 str. doi: 10.1002/eco.1392.
- Urbanič G., Petkovska V., Pavlin M. (2012). The relationship between littoral benthic invertebrates and lakeshore modification pressure in two alpine lakes. *Fundamental and applied Limnology* 180: 157-173.
- Urbanič G., Tavzes B., Ambrožič Š. (2006). Vzorčenje bentoških nevretenčarjev v zgornjem litoralu jezer. V: Urbanič G. Tavzes B., Ambrožič Š., Pavlin M., Sever M. (2006). Metodologija vzorčenja in laboratorijske obdelave bentoških nevretenčarjev v jezerih v skladu z zahtevami vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, str. 6-21.
- Urbanič G., Tavzes B., Ambrožič Š. (2006). Laboratorijska obdelava vzorcev bentoških nevretenčarjev zgornjega litorala jezer in stopnja determinacije. V: Urbanič G. Tavzes B., Ambrožič Š., Pavlin M., Sever M. (2006). Metodologija vzorčenja in laboratorijske obdelave bentoških nevretenčarjev v jezerih v skladu z zahtevami vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, str. 6-21.
- Urbanič G. (2008). Subekoregije in bioregije celinskih voda Slovenije. *Natura Sloveniae* 10: 5-19.
- Urbanič G., Petkovska V., Pavlin M. (2007). Razvoj metodologije za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti jezer na podlagi bentoških nevretenčarjev v skladu z zahtevami vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES). Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 39str.
- Urbanič, G., Remec-Rekar, Š., Kosi, G., Germ, M., M. Bricelj & S. Podgornik (2007). Typology of lakes in Slovenia. *Natura Sloveniae* 91: 5-13.
- Urbanič, G., Remec-Rekar, Š., Kosi, G., Germ, M., M. Bricelj & S. Podgornik (2006). Tipologija jezer. V: Urbanič, G. (2006), Dodelava tipizacije za reke in jezera. Poročilo o delu v letu 2006. Inštitut za vode RS, Ljubljana, str. 12-18.
- Urbanič G., Remec-Rekar Š., Kosi G. (2008). Klasifikacija ekološkega stanja jezer z biološkimi elementi v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES). *Eko-voda*, Zgornja Ščavnica, 31 str.
- Urbanič G., Petkovska V., Pavlin Urbanič M. (2011). Lake littoral benthic invertebrate index (LBI) – a Slovenian assessment system for alpine lakes. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana, 5 str.
- Urbanič G., Mohorko T., Peterlin M., Petkovska V., Štupnikar N., Remec Rekar Š., France J., Eleršek T., Kosi G., Mavrič B., Orlando Bonaca M., Germ M., Pavlin Urbanič M. (2013). Uredba o stanju površinskih voda; priprava strokovnih podlag. Poročilo o delu za leto 2013. Inštitut za vode Republike Slovenije, Ljubljana.

5 PRILOGE

PRILOGA 1: TERENSKI POPISNI LIST ZA VZORČENJE BENTOŠKIH NEVRETENČARJEV V LITORALU JEZER

Preglednica A: Kategorije anorganskih in organskih substratov

	Kategorija	Opis	Premjer delcev
Anorganski substrat	Megalital	Skale, živa skala	>40 cm
	Makrolital	Veliki kamni	20cm – 40 cm
	Mezolital	Majhni kamni	6 – 20 cm
	Mikrolital	Prod	2 – 6 cm
	Akal	Gramoz	0,2 – 2 cm
	Psamal	Pesek	6 µm – 2 mm
	Psamopelal	Pesek z muljem	<0,2 mm
	Pelal	Mulj (organski)	<0,006 µm
	Argilal	Ilovica, glina	<0,006 µm
	Kategorija	Opis	
Organski substrat	Makroalge	Nitaste alge, kosmi alg	
	Plavajoči makrofiti	Vodolečevke, vodni orešek	
	Potopljeni makrofiti	Makrofiti, vključno z mahovi in harami	
	Emergentni makrofiti	Šaši, trst, rogoz, ježki itd.	
	Živi deli kopenskih	Majhne korenine, plavajoči deli obrežne vegetacije	
	Ksilal (les)	Debla, veje, odmrle korenine	
	Večji odmrli organski delci (CPOM)	Odloženi organski delci >1 mm; npr. odpadlo listje, iglice	
	Drobni odmrli organski delci (FPOM)	Odloženi organski delci v velikosti od 0,45 µm do 1 mm	
	Saprofitske makrobakterije in glive	Saprofitske bakterije (<i>Sphaerotilus</i> , <i>Beggiatoa</i> , <i>Thiothrix</i>) in glive (<i>Leptomit</i>)	
	Naplavine	Organske in anorganske snovi odložene v pršnem pasu zaradi spreminjanja gladine vode (npr. lupine polžev in školjk)	

Preglednica B: Razredi globin in razpon vrednosti globin

Razred globine	Razpon vrednosti globin (m)
1	0,00-0,25
2	>0,25-0,50
3	>0,50-0,75
4	>0,75-1,00

Preglednica C: Popis deležev pokrovnosti substrata in umestitev vzorčnih enot

Jezero		Koda	Datum	Vzorčevalec
Kraj				
Nadmorska višina		Gauss-Krueger (Y)	Gauss-Krueger (X)	
Anorganski substrat	Teh nolital (označi z „x”)*	Različica 2: Pokrovnost (%)	Različica 1: Pokrovnost (%)	Število vzorčnih enot
megalital (>40 cm)				
makrolital (20 – 40 cm)				
mezolital (6 – 20 cm)				
mikrolital (2 – 6 cm)				
akal (0,2 – 2 cm)				
psamal (6 μm – 2 mm)				
psamopelal (<2 mm)				
pelal (<6 μm)				
argilal (<6 μm)				
Vsota =		100 %		
Organski substrat		Pokrovnost (%)		
makroalge				
plavajoči makrofiti (neukoreninjeni)				
potopljeni makrofiti				
emergentni makrofiti				
Živi deli kopenskih rastlin				
ksilal (les)				
večji organski delci (CPOM)				
drobni organski delci (FPOM)				
saprofitske makrobakterije in glive				
naplavine				
Vsota =		spremenljiva	100 %	10

*substrat prisoten zaradi človekovega posega v jezero

Preglednica D: Popis deležev razredov globin in umestitev vzorčnih enot

Jezero	Koda	Datum	Vzorčevalec
Kraj			
<u>Razred globine</u>	Pokrovnost (%)		Število vzorčnih enot
1 (0,00 – 0,25)			
2 (>0,25 – 0,50)			
3 (>0,50 – 0,75)			
4 (>0,75 – 1,00)			
<u>Vsota =</u>	100 %		10

Preglednica E: Umestitev vzorčnih enot – mikrohabitatski tip: organski in anorganski substrat glede na razred globine

Jezero	Koda	Datum	Vzorčevalec							Opombe	
Kraj											
<u>Organski substrat</u>	makroalge	plavajoči makrofiti (neukoreninjeni)	potopljeni makrofiti	emergentni makrofiti	živi deli kopenskih rastlin	ksilal (les)	večji organski delci (CPOM)	drobni organski delci (FPOM)	saprofitske makrobakterije in glive	naplavine	
<u>Vsota =</u> **											
<u>Razred globine</u>	Število vzorčnih enot										<u>Vsota =</u>
1 (0,00 – 0,25 m)											
2 (>0,25 – 0,50 m)											
3 (>0,50 – 0,75 m)											
4 (>0,75 – 1,00 m)											
<u>Anorganski substrat</u>	megalital (>40 cm)	makrolital (20 – 40 cm)	mezolital (6 – 20 cm)	mikrolital (2 – 6 cm)	akal (0,2 – 2 cm)	psamal (6µm – 2 mm)	psamopelal (<2 mm)	pelal (<6µm)	argilal (<6µm)		
<u>Tehnolital (označi z „X“)*</u>											
<u>Vsota =</u> **											
<u>Razred globine</u>	Število vzorčnih enot										<u>Vsota =</u>
1 (0,00 – 0,25)											
2 (>0,25 – 0,50)											
3 (>0,50 – 0,75)											
4 (>0,75 – 1,00)											

*substrat prisoten zaradi človekovega posega v jezero

**prepiši iz preglednice C