

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Eva BALDERMAN

**SEZONSKE SPREMEMBE BENTONSKE ZDRUŽBE
V REČNI AKUMULACIJI HE MEDVODE
(ZBILJSKO JEZERO)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**SEASONAL CHANGES OF BENTHIC COMMUNITY
IN WATER STORAGE MEDVODE (ZBILJE LAKE)**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Katedri za ekologijo in varstvo okolja Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za biologijo dne 26.6.2007 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Mihaela J. Tomana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Alenka GABERŠČIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Gorazd URBANIČ, recenzent
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Mihael J. TOMAN, mentor
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 28.05.2009

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Eva BALDERMAN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
DK 628.132 : 592 (497.4 Zbiljsko jezero)(043.2)=163.6
KG Zbiljsko jezero / rečna akumulacija / sezonska dinamika / makroinvertebrati / saprobni indeks / Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks
AV BALDERMAN, Eva
SA TOMAN, Mihael J. (mentor)
KZ SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI 2009
IN SEZONSKE SPREMEMBE BENTONSKE ZDRUŽBE V REČNI AKUMULACIJI HE MEDVODE (ZBILJSKO JEZERO)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP XI, 60 str., 5 pregl., 37 sl., 12 pril., 45 vir.
IJ SI
JI sl/en
AI Rečna akumulacija HE Medvode, imenovana Zbiljsko jezero, je ena izmed akumulacij v srednjem toku reke Save. V akumulaciji je povečana sedimentacija, prisotne so toksične snovi, velika je razrast makrofitov, predvsem invazivne rastlinske vrste *Elodea canadensis*. Namen diplomske naloge je bil raziskati – spoznati bentonsko združbo. Vzorčili smo v letih 2007 in 2008, štirikrat na leto vseh letnih časih. Vzorčenje je bilo naključno vzdolž profila na treh vzorčnih mestih. Uporabili smo Ekmanov grabilec, na vsakem mestu smo zbrali deset podvzorcev. Skupno smo evidentirali 52 taksonov, zaradi sistematsko in taksonomsko težavnih skupin, smo jih do vrste uspeli določiti le 28. Najvišje število taksonov in največje skupno število osebkov na m² je bilo ugotovljeno v času 3. , najnižje pa v času 2. vzorčenja. V bentonski združbi Zbiljskega jezera so prevladovali nižji takson Tubificidae–brez lasastih ščetin in vrsti *Lumbriculus variegatus* in *Asellus aquaticus*, ki so skupaj lahko predstavljali do 70% celotne združbe na posameznem vzorčnem mestu. Po prehranski analizi detritivori predstavljajo najvišji delež prehranskih skupin. Po vrednotenju kakovosti voda s Shannon–Wienerjevim diverzitetnim indeksom smo uvrstili rečno akumulacijo med malo obremenjena vodna telesa, vrednosti saprobnega indeksa pa jo uvrščajo v 3. kakovostni razred.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
DC 628.132 : 592 (497.4 Zbiljsko jezero)(043.2)=163.6
CX Zbilje lake / river accumulation / seasonal changes / macroinvertebrates / saprobic index / Shannon–Wiener index
AU BALDERMAN, Eva
AA TOMAN, Mihael J. (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Biology
PY 2009
TI SEASONAL CHANGES OF BENTHIC COMMUNITY IN RIVER ACCUMULATON WATER POWER STATION MEDVODE (ZBILJE LAKE)
DT Graduation thesis, University studies
NO XI, 60 p., 5 tab., 37 fig., 12 ann., 45 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The water storage Medvode, called Zbilje lake, is represented as one of the river accumulations in midstream of the Sava river. An increasing sedimentation and the toxic substances are presented in the storage and a large spread of macrophytes as well, especially the invasive plant species *Elodea canadensis*. The purpose of this work is to investigate the benthic community. Sampling was done in the period between the years 2007 – 2008 for four times in all seasons and was carried out coincidentally along the profile of the water storage Medvode at tree different sampling sites. The sampling procedure was standardised, 10 subsamples were collected using Ekmans's grab. Altogether, 52 taxa were found and only 28 taxa were identified to species because of taxonomically complicated groups. During the sampling, the largest number of taxa and organisms per square meter was found out in the springtime and the lowest in the winter time. The benthic community of Zbilje lake was prevailed by lower taxon Tubificidae-without capilliform setae and species *Lumbriculus variegatus* and *Asellus aquaticus* – together they represented 70% of the particular sampling site. Detritus feeders were represented with the highest percent of the feeding groups. According to the water's quality measured with Shannon – Wiener index of diversity, the water storage Medvode can be ranged at a low level concerning the water burden and ranged in the third quality class according to the Saprobic index.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	II
Key Words Documentation (KWD)	III
Kazalo vsebine	IV
Kazalo preglednic	VII
Kazalo slik	VIII
Kazalo prilog	X
Okrajšave in simboli	XI
1 UVOD.....	1
1.1 HIPOTEZE	2
1.2 NAMEN NALOGE	2
2 PREGLED OBJAV.....	3
2.1 HIDROLOGIJA REKE SAVE	3
2.2 REČNE AKUMULACIJE	4
2.3 ZNAČILNOSTI REČNIH AKUMULACIJ	4
2.3.1 Vplivi rečnih akumulacij na vodni ekosistem	5
2.4 ZDRUŽBA MAKROINVERTEBRATOV	7
2.5 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI rečne akumulacije HE Medvode (Zbiljsko jezero)	7
3 MATERIAL IN METODE.....	12
3.1 VZORČNA MESTA IN OBDOBJE RAZISKAV	12
3.1.1 Opisi vzorčnih mest	13
3.2 FIZIKALNI IN KEMIJSKI PARAMETRI	16
3.3 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE	16
3.4 VZORČENJE VODNIH NEVRETENČARJEV	17
3.5 BIOLOŠKE IN STATISTIČNE ANALIZE	18
3.5.1 Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks	18
3.5.2 Saprobní indeks	19
3.5.3 Klusterska analiza združbe makroinvertebratov	19

4	REZULTATI	21
4.1	HIDROMORFOLOŠKI PARAMETRI	21
4.2	FIZIKALNI IN KEMIJSKI PARAMETRI	21
4.2.1	Temperatura	21
4.2.2	Kisikove razmere	23
4.2.3	Elektroprevodnost	25
4.2.4	pH	25
4.2.5	Prosojnost vode	26
4.3	FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE	27
4.3.1	Biokemijska poraba kisika (BPK₇)	27
4.3.2	Koncentracija nitratnih ionov	27
4.3.3	Koncentracija ortofosfatnih ionov	28
4.3.4	Sušina	28
4.3.5	Skupne suspendirane snovi (TSS)	29
4.3.6	Koncentracija anorganskih suspendiranih snovi	30
4.4	BIOLOŠKE ANALIZE	30
4.4.1	Sestava makroinvertebratske združbe	35
4.4.2	Sezonske spremembe makroinvertebratske združbe	37
4.4.3	Zastopanost posameznih taksonov znotraj združbe makroinvertebratov	39
4.4.4	Prehranski deleži makroinvertebratske združbe	40
4.4.5	Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks	42
4.4.6	Saprobni indeks	42
4.4.7	Klasterska analiza makroinvertebratske združbe	43
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	45
5.1	Razprava	45
5.2	Sklepi	53
6	POVZETEK.....	55
7	VIRI.....	57

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1. Kakovost vodnega okolja v odvisnosti od vrednosti Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa	18
Pregl. 2 Vrednosti saprobnega indeksa in pripadajoči kakovostni razredi	19
Pregl. 3 Prehranske skupine	20
Pregl. 4. Globina Zbiljskega jezera	21
Pregl. 5. Seznam taksonov, določenih v času vzorčenj.....	32

KAZALO SLIK

	str.
Sl. 1. Geografska lega Zbiljskega jezera.....	8
Sl. 2 in 3. Razrast <i>Elodee</i>	10
Sl. 4. <i>Cladophora fracta</i> na površini Zbiljskega jezera julija 2007.....	11
Sl. 5. Vzorčna mesta.....	12
Sl. 6. Vzorčno mesto 1	13
Sl. 7. Vzorčno mesto 2	14
Sl. 8. Vzorčno mesto 3 (desni breg).....	15
Sl. 9, 10, 11 in 12. Spremembe temperature po globini na treh vzorčnih mestih Zbiljskega jezera v času vzorčenj	22
Sl. 13, 14, 15 in 16. Spremembe nasičenosti vode s kisikom po globini na treh vzorčnih mestih Zbiljskega jezera v času vzorčenj.....	24
Sl. 17. Elektroprevodnost v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj	25
Sl. 18. Vrednosti pH v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj	26
Sl. 19. Secchijeva globina v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj.....	26
Sl. 20. Izmerjene vrednosti BPK ₇ v času vzorčenja.....	27
Sl. 21. Koncentracije nitratnih ionov (mg/L) v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj.....	28
Sl. 22. Vrednosti sušin v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj	29
Sl. 23. Vrednosti skupnih raztopljenih snovi	29
Sl. 24. Vrednosti anorganskih snovi	30
Sl. 25. Število taksonov v Zbiljskem jezeru v času vzorčenja.....	35
Sl. 26. Število osebkov/m ² v Zbiljskem jezeru v času vzorčenja.....	35
Sl. 27. Delež različnih taksonov makroinvertebratov po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja.....	37
Sl. 28. Spremembe številčnosti različnih taksonov v različnih obdobjih vzorčenja.....	37
Sl. 29. Spremembe številčnosti različnih nižjih taksonov znotraj taksona Oligochaeta v različnih obdobjih vzorčenja.....	38
Sl. 30. Spremembe številčnosti različnih nižjih taksonov znotraj taksona Chironomidae v različnih obdobjih vzorčenja.....	39
Sl. 31. Delež vrste <i>Asellus aquaticus</i> po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja.....	39

Sl. 32. Delež nižjega taksona Tubificidae-brez lasastih ščetin po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja	40
Sl. 33. Delež vrste <i>Lumbruculus variegatus</i> po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja	40
Sl. 34. Prehranski deleži makroinvertebratske združbe po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja	41
Sl. 35. Vrednosti Shannon–Wienerjevega diverzitetnega indeksa v času vzorčenj za nivo družin in nivo rodov	42
Sl. 36. Vrednosti saprobnega indeksa v času vzorčenj	43
Sl. 37. Dendrogram različnosti združbe makroinvertebratov v času vzorčenja.....	44

KAZALO PRILOG

Priloge A1 – A12: seznam taksonov s podatki o številu osebkov za posamezna vzorčna mesta v času vzorčenj

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

VM – vzorčno mesto

VM1 – vzorčno mesto 1

VM2 – vzorčno mesto 2

VM3 – vzorčno mesto 3

H' - Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks

H' fam - vrednosti Shannon–Wienerjevega diverzitetnega indeksa izračunane za družine

H' genus - vrednosti Shannon–Wienerjevega diverzitetnega indeksa izračunane za rodove

SI - saprobni indeks

1 UVOD

Človek je že od nekdaj močno povezan z vodnimi viri. Poleg samega preživetja, ki ga je omogočala voda, je služila tudi za namakanje obdelovalnih površin, pretok vodotokov pa je človek izkoriščal za transport in proizvodnjo mehanskega dela.

V času industrializacije se je povečala potreba po električni energiji, v zadnjih desetletjih 19. stoletja pa se je pojavilo izkoriščanje moči vodnega toka za proizvodnjo te energije z izgradnjo jezov z akumulacijskimi bazeni. Izgradnja hidroelektrarn z akumulacijskimi bazeni zajezi vodni tok in povzroči številne spremembe v hidrologiji reke, kar ima negativne posledice za celoten vodni ekosistem. S spremembo ekoloških dejavnikov se spremeni celotna združba oz. deleži posameznih vrst

Leta 1953 je bila na reki Savi zgrajena HE Medvode, rečna akumulacija, ki je nastala gorvodno, pa je dobila ime Zbiljsko jezero. V začetku je predstavljala turistično atrakcijo kraja, z leti pa se je zaradi povišanje sedimentacije, odlaganja toksični snovi iz gorvodnih industrijskih obratov in povečane količine hranil, gladina zelo znižala, akumulacijo pa je prerasla invazivna rastlinska vrsta račja zel (*Elodea canadensis*).

V naši raziskavi smo želeli raziskati in spoznati bentonsko združbo Zbiljskega jezera in ugotoviti sezonske spremembe le-te. V času štirih vzorčenj skozi celo leto, smo želeli zajeti čimbolj heterogene habitate združbe usedlin Zbiljskega jezera. Za vzorčenje organizmov smo uporabili Ekmanov grabilec, ob vsakem vzorčenju smo določili še globino vode na vzorčnem mestu ter fizikalne in kemijske parametre (temperaturo, koncentracijo kisika v vodi in nasičenost vode s kisikom, elektroprevodnost, pH, Secchijevo globino, BPK₇, koncentracijo nitratnih in ortofosfatnih ionov, sušino, skupne raztopljene snovi in koncentracijo anorganskih snovi). V laboratoriju smo vzorce usedlin pregledali, organizme sortirali po nižjih taksonomskih skupinah in jih določili do nižjih taksonomskih enot, opravili smo analizo omenjenih fizikalnih in kemijskih parametrov in izračunali vrednosti indeksov za biološke analize.

1.1 HIPOTEZE

Predpostavljamo, da:

- bentonska združba odraža kakovost stanja rečnega sistema pred akumulacijo,
- bentonska združba se je spremenila zaradi velike primarne produkcije makrofitov,
- pestrost bentonske združbe v Zbiljskem jezeru je zaradi anoksij pričakovano nizka.

1.2 NAMEN NALOGE

Namen naloge je na primeru starega akumulacijskega jezera ugotoviti trenutno stanje bentonske združbe, ki je posledica dogajanj višje nad akumulacijo in akumulacijo HE Mavčiče.

2 PREGLED OBJAV

2.1 HIDROLOGIJA REKE SAVE

Porečje Save v Sloveniji (vključno s porečjem Sotle) meri 10871,5 km² (Kovačič, 1983) oz. obsega 53,6 % površja Slovenije, povodje pa 1513 km². Sava je osrednja in najdaljša slovenska reka, od izvira Dolinke v Zelencih do meje s Hrvaško meri 218 km, povprečni strmec reke je 3,1 %. Njen drugi povirni krak je Sava Bohinjka, ki se izteka iz Bohinjskega jezera in se izliva v Dolinko pri Radovljici (Bricelj, 1991). Struga Save je vrezana v litološko nehomogeno podlago (Ilešič, 1953).

V obdobju do leta 1950 so Savo pregrajevali preprosti, manjši jezovi, ki so služili predvsem za preusmeritev savske vode v mlinščice. Za pridobivanje električne energije v tem obdobju sta služila 3 metre visok jez v Kranju (HE zgrajena leta 1925) in 2 metra visok jez v Tacnu pri Ljubljani (HE zgrajena 1928). Po drugi svetovni vojni se je začela gradnja velikih pregrad na Savi, namenjene akumulacijam savske vode za hidroelektrarne, leta 1952 je bila zgrajena HE Moste, leta 1953 HE Medvode, leta 1986 HE Mavčiče, leta 1989 HE Vrhovo (Bricelj, 1991) in leta 2005 HE Boštanj (SHE, 2009).

Zaježitve in onesnaženje Save so spremenili življenjske razmere v reki. Pogoji za življenje rib so slabši kot pred izgradnjo hidroelektrarn in intenzivnim industrijsko-komunalnim onesnaženjem. To se odraža v številčni in vrstni sestavi ribje populacije. V celem toku Save v Sloveniji so pred industrializacijo prevladovali salmonidne ribje vrste, ki so jih v zadnjih letih nadomestile ciprinidne (Povž, 1987).

Primanjkljaj transportnega gradiva v reki je vzrok za povečano erozijo Save, ki je močno ogrozila prometno mednarodno železniško progo na odseku Kranj – Radovljica. Zaradi vpliva HE Medvode je povečana erozija in poglobljanje Save na Ljubljanskem polju, kar je privedlo do upadanja podtalnice. To je bil vzrok za gradnjo pragov na Savi, ki naj bi poglobljanje upočasnili (Bricelj, 1991).

2.2 REČNE AKUMULACIJE

Umetna vodna telesa so bila narejena za potrebe vodnega gospodarjenja kot zadrževalniki vode, za potrebe kontroliranja poplav vodotokov, razplod vodnih organizmov, pridobivanje električne energije ali za potrebe rekreacije (Wetzel, 2001).

Rečne akumulacije so najpogosteje nastale z uničenjem rečnih dolin, znotraj katerih se voda akumulira za jezom. Izpust vode po toku navzdol je reguliran glede na vodni pritok iz bazena in potrebo po vodi. Velike rečne akumulacije povzročijo kompleksne hidrodinamične značilnosti s fizikalnimi in kemijskimi spremembami, ki vplivajo na vodno favno in floro na številne načine in so lahko škodljive za okolje in ljudi (Morgan 1971; Baxter 1985).

Velika zaježitev pogosto povzroči spremembe bližnje krajine in ima vpliv od jezua navzdol. Rečne akumulacije služijo kot ponor toplote ter sedimentov, raztopljenega snovi pa lahko povzročajo hude posledice od jezua po toku navzdol, včasih tudi stotine kilometrov (Wetzel, 2001).

2.3 ZNAČILNOSTI REČNIH AKUMULACIJ

Vzdolž longitudinalnega gradienta rečne akumulacije se oblikujejo 3 različne cone: rečna cona, cona prehoda in jezerska cona. Za vsako cono so značilni edinstveni in dinamični fizikalni, kemijski in biološki parametri. Dno rečne cone se običajno spušča, kar je posledica rečne geomorfologije, v tej coni je običajno voda dobro premešana. Kljub temu, da hitrost toka vode narašča, ko ta vstopa v rezervoar, advektivni transport s tokom zadošča za premik precejšnih količin drobno suspendiranih delcev (mulj, glina in raztopljen organski material) (Thornton, 1990). Velika kalnost zaradi teh delcev, pogosto zmanjša penetracijo svetlobe in omejuje primarno produkcijo v vodi. Nalaganje organskega materiala iz alohtonih virov na dnu akumulacij je visoka v primerjavi z vodo v rečni coni. Visoka dekompozicijska stopnja pogosto rezultira v visoki porabi raztopljenega kisika, toda aerobne razmere pogosto prevladajo v nizki globini rečne cone (Wetzel, 2001).

Hitrost toka v rečni coni se zmanjša, ko se energija razprši preko velikega območja cone prehoda. Tako se velik del učinka kalnosti zmanjša v zgornjih plasteh vode. Posledično zaradi zmanjšane kalnosti svetloba prodre v večje globine in zviša še stopnja fotosintetske produkcije fitoplanktona in v akumulacijah z manjšo globino tudi makrofitov.

Znotraj jezerske cone hidrološke značilnosti postanejo bolj podobne jezerskim ekosistemom, ta del akumulacije je pogosto temperaturno stratificiran in ima podobne lastnosti kot naravna jezera: produkcijo planktona, pomanjkanje hranilnih snovi, sedimentacija organskega materiala in dekompozicija v hipolimniju (Wetzel, 2001).

2.3.1 Vplivi rečnih akumulacij na vodni ekosistem

Z izgradnjo vodnih objektov bolj ali manj spremenimo hidravlične lastnosti tekočih voda, spremembam ustrezni so premiki v življenjskih združbah (Rejic, 1983). Ob postavitvi prepreke (npr. jezcu) v rečno strugo, se ekološke razmere gorvodno močno spremenijo, vodno telo se iz rečnega ekosistema dokončno spremeni v jezerskega (Giller in Malmqvist, 1998). V sestavi favne se po zapori reke dogodijo velike spremembe, mnoge vrste, ki so živele v rekah izginejo in nadomestijo jih vrste, značilne za stoječe vode (Tarman, 1992).

Pregrada prepreči prodonosnost, prod se zaustavlja v zajezenem delu, nadomeščanja odnesenega proda ni več, rečno dno se znižuje in prizadene cel vodni ekosistem ter bližnjo in daljno okolico vodotoka. Ob obratovanju elektrarne se pojavi neritmično nihanje rečne gladine v akumulaciji in za pregrado. V delu dna, ki ga voda menjaje obliva, ostanejo le najodpornejši organizmi, k zmanjšani bioprodukciji pa prispeva tudi gibanje proda med obratovanjem elektrarne (Rejic, 1983).

Postopna dekompozicija potopljene terestične vegetacije rezultira v povišani koncentraciji nutrientov, zaradi povišane stopnje razgradnje se porablja veliko kisika, kar pa lahko v nočnem času vodi v deoksigenacijo spodnjih plasti vode. Zmanjšanje hitrosti toka, zadrževanje raztopljenih organskih snovi in sproščanje hranil ustvarijo razmere za večjo rast primarne produkcije v vodnem telesu (Giller in Malmqvist, 1998).

Toplotne razmere v akumulacijah so odvisne od načina izpuščanja vode, pri vrhu pregrade ali pri dnu (zaradi tlaka na turbine). Zaradi odvzemanja hipolimnične vode se spušča vrhnja plast vode in s tem povečuje celotna količina ogrete vode v jezeru. Jezero deluje v tem primeru kot vodna past. Nasprotno se dogaja pozimi, ko odzemajo toplejšo (+4°C) vodo z dna in spuščajo zato hladen sloj površinske vode proti dnu. Nastale spremembe občutijo posebno živalske vrste, ki se poleti umikajo v hladnejše globinske plasti in tiste, ki iščejo za prezimovanje ugodnejše tople plasti pozimi (Tarman, 1992). Fluktuacija vode lahko spremeni številne habitate in vpliva na preživetje makroinvertebratske združbe v akumulaciji, v zimskem času so posledično območja sedimentov izpostavljena zmrzovanju.

Rečne akumulacije lahko močno vplivajo na temperaturni režim vodnega telesa (Giller in Malmqvist, 1998). Desetletne raziskave, ki sta jih opravila Webb in Walling (1993) na reki Haddeo za jezom Wimbleball v južni Angliji, so pokazale, da se je za jezom v primerjavi z nereguliranim delom reke temperatura dvignila v povprečju z 0,5 °C, povišala pa se je tudi razlika med temperaturnimi ekstremi, najvidnejša razlika pa je bila med sezonskimi temperaturnimi razlikami, saj so zaježitvenem delu reke v jesenskem času izmerili v povprečju 4 °C več kot v neregulirani strugi (Wetzel, 2001).

Kanalni bazen rečne akumulacije je pogosto večji v primerjavi s površino kot pri naravnih jezerih, saj so rečne akumulacije skoraj vedno narejene v rečnih dolinah in so razvejane, ozke in dolge. Te fizikalne značilnosti vplivajo na številne načine na biološke procese, najbolj pomembno na svetlobo in prisotnost hranil. Rečne akumulacije prejmejo večje količine vode z večjimi pritoki, kar rezultira v povišani energiji za erozijo, večji količini sedimentacije in intenzivni penetraciji raztopljenega in partikuliranega organskega materiala v vodo (Wetzel, 2001). Ob povečani sedimentaciji se kotanja postopoma polni s sedimenti in s tem se zmanjšuje njen volumen. To vodi k zvišanju trofičnega stanja. Evtrofikacija je tako posledica kopičenja hranilnih in organskih snovi v vodi. K povečanju količine nutrientov pa vplivajo poleg povečane erozije tudi antropogeni vplivi: povečanje količine odpadnih vod, detergenti in raba gnojil (Lampert, 1997).

2.4 ZDRUŽBA MAKROINVERTEBRATOV

Združbo makroinvertebratov predstavljajo vodni nevretenčarji. Običajno so to organizmi, ki po vzorčenju ostanejo v mreži z odprtinami 0,5 x 0,5 mm. So večji od 1 mm, vidni s prostim očesom in taksonomsko zelo raznolika skupina (Urbanič in Toman, 2003)

Združbo usedlin predstavljajo organizmi, ki se nahajajo v samih usedlinah ali na njeni površini. Usedline predstavljajo organski in anorganski delci, njihova heterogenost pa je odvisna od hitrosti toka.

Območje naših raziskav je zajemalo usedline sublitorala in profundala. Mejo med litoralom in profundalom določa kompenzacijska točka. V območju profundala sta primarna produkcija in svetloba odsotni, tako so heterotrofni organizmi profundalne favne odvisni od primarne produkcije in gravitacije alohtonih snovi v litoralu in pelagialu.

Zaradi kopičenja organskih snovi na površini usedlin je bakterijska potrošnja kisika velika in občasno lahko pride do anoksičnih razmer. Zato imajo nekateri heterotrofni organizmi usedlin adaptacije, ki jim omogočajo preživetje obdobje brez kisika. Goste populacije, ki jih sestavljajo maloščetinci rodu *Tubifex* in dipterske ličinke vrst *Chironomus anthracinus*, *Ch. plumosus* in *Chaoborus flavicans*, prežive večmesečno pomanjkanje kisika (Tarman, 1992).

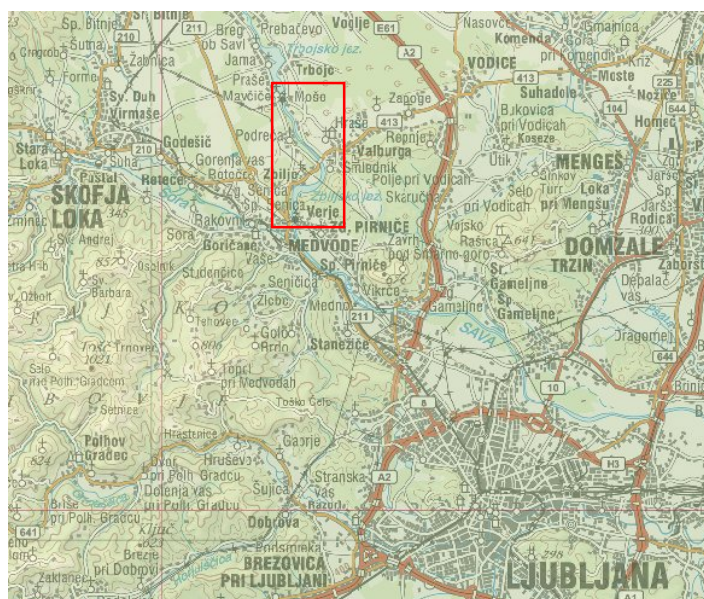
Pri ekoloških ocenah vodnih sistemov najpogosteje uporabljamo makroinvertebrate, predvsem zaradi specifične vloge v njih. Odražajo celotne ekološke razmere posameznega vzorčnega mesta, vključno s fizikalnimi lastnostmi in zato niso odraz le organskega obremenjevanja, ampak tudi različnih stresov (Urbanič in Toman, 2003).

2.5 SPLOŠNE ZNAČILNOSTI REČNE AKUMULACIJE HE MEDVODE (ZBILJSKO JEZERO)

Na vodotoku Sava je bil zaradi proizvodnje električne energije narejen zadrževalnik HE Medvode. Odsek na omenjenem vodotoku, ki ima zaradi antropogenih hidromorfoloških

posegov znatno spremenjene hidromorfološke značilnosti je določen kot samostojno vodno telo in je opredeljen kot kandidat za močno spremenjeno vodno telo (Ministrstvo za okolje in prostor, 2007).

Zbiljsko jezero je rečna akumulacija reke Save, hidroelektrarne Medvode, nahaja se 13 km SZ od Ljubljane (Slika 1) na nadmorski višini 327 m (Y: 455260, X: 112527 po Gauss Krugerju) in je prva hidroelektrarna na srednjem delu Save, zgrajena leta 1953. Pregrada je zgrajena na Savi, kjer je reka vrezala brzice v dolomitu, ki je večinoma razpokan in prepreden z votlinami (SE Ljubljana, 2009). Gorvodno od Zbiljskega jezera je Trbojsko jezero, med obema rečnima akumulacijama pa se nahaja hidroelektrarna Mavčiče. Za hidroelektrarno Medvode pa se nahaja sotočje med rekama Sava in Sora.



Slika 1. Geografska lega Zbiljskega jezera (Vir: atlas okolja, Agencija RS za okolje)

Ob akumuliranju vode, se je gladina reke Save dvignila tudi za 21 m ter poplavela številne obdelovalne površine vzhodno in zahodno od struge (Burja A. in sod., 2002). Zbiljsko jezero je med obema jezom HE Mavčiče in HE Medvode dolgo 5 km in pokriva $0,72 \text{ km}^2$ površine s celotnim volumnom $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ (koristni volumen je $1,1 \times 10^6 \text{ m}^3$), najmanjša širina znaša 40 m, najširše pa je pri kraju Zbilje- 250 m. V tem delu znaša globina jezera 20 m, povprečna globina pa znaša le 3,1 m.

Srednji pretoki na reki Savi v profilu HE Medvode od leta 1980 do 2005 znašajo $82,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (ARSO, 2009). Savi v Mednem (dolvodno od elektrarne Medvode) se med 7. in 8. uro zjutraj pretok podvoji in za nekaj ur preseže sočasen pretok na vodomerni postaji Hrastnik. Umetno povzročeni visokovodni val potuje od Medna do Hrastnika okoli 9 ur, še preden pa pride do Hrastnika, na elektrarni v Medvodah pretok Save že zmanjšajo in hranijo vodo za čas večje porabe energije v večernih urah (ARSO, 2003).

Prispevno območje reke vse do prereza HE Medvode je veliko $1.512,60 \text{ km}^2$ in zaradi tega je bilo vse do izgradnje HE Mavčiče pričakovano zasipavanje akumulacije. Po podatkih Savskih elektrarn Ljubljana je ocenjeno, da je bilo zasute približno 40 % celotne akumulacije, kar znaša $2,6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Pri normalnih pogojih je tako izgubljene približno 10 – 15 % koristne akumulacije. Po izgradnji HE Mavčiče leta 1986 je bilo pričakovano, da se bo zaradi spremenjenih hidravličnih in hidroloških pogojev sedimentacija v Zbiljskem jezeru zmanjšala, saj naj bi sedimente zadržala gorvodna akumulacija. To se ni zgodilo, spremenila pa se je struktura sedimenta.

V korenu zajezbe prevladuje prodnati material, medtem, ko je v spodnjem delu predvsem mulj pomešan z naplavinami. Posebni problematičen je osrednji del pod naseljem Zbilje, kjer je zaradi razširitve struge in upočasnitve toka Sava odlagala mulj, pomešan z naplavinami, na potopljeno obrečno teraso. Tako je ustvarilo plitvino, veliko 4 ha (Kryžanowski, 1996).

Ko je leta 1964 je potekalo čiščenje jezerskega blata HE Moste pri Žirovnici, je blato pristalo v Zbiljskem jezeru, ponovno tudi leta 1974. Mulj, ki je pristal v akumulaciji je bil onesnažen s težkimi kovinami. Analize, ki jih je leta 1988 izvedel Inštitut Jožef Štefan, so potrdile prisotnost težkih kovin ter fenolov in ostalih kemikalij (koncentracija svinca je v sedimentih za tridesetkrat presežala naravno vrednost (Bricelj, 1991)), v letu 2006, pa po analizah Inštituta za ekološke raziskave ERICo, ne presegajo več mejnih vrednosti (Ramšak, 2006).

Leta 1995 in 1996 je potekala sanacija Zbiljskega jezera z izgradnjo zaprtega deponijskega prostora. Iz jezera so načrpali 63.200 m³ mulja, deponijo ogradili z nasipom, površino nad deponijo pa uredili za športno – rekreacijske dejavnosti.



Slika 2 in 3. Razrast *Elodee canadensis* v Zbiljskem jezeru v septembru 2008

Po sanaciji jezera se je začela pojavljati množična razrast makrofitov v akumulaciji. Prevladuje vrsta *Elodea canadensis* - račja zel (Slika 2 in 3), po podatkih Savskih elektrarn Ljubljana površina razrasti znaša približno 15 ha, pojavljajo pa se tudi vrste *Potamogeton crispus*, *Potamogeton pusillus*, *Myriophyllum spicatum* ter alge: *Spirogyra* sp., *Mougeotia* sp. in *Cladophora fracta* (Slika 4). Ker je razrast makrofitov tako obsežna zavira razvoj turizma in delovanje hidroelektrarne. Konec poletja se na površini jezera pojavijo odmrle nitaste alge in perifiton, ki se zaradi pomanjkanja svetlobe dvigne z dna jezera, razkroj slednjega in makrofitov pa rezultira v anaerobni razgradnji.



Slika 4. *Cladophora fracta* na površini Zbiljskega jezera julija 2007

V letu 2008 sta Občina Medvode in Savske elektrarne Ljubljana d.o.o. rešitev našli v posebnem plovilu za odstranjevanje vodnega rastlinja. Na Zbiljskem jezeru se največja količina račje zeli pojavlja na desnem bregu od območja igrišča do čolnarne, kjer je najpočasnejši tok in majhna globina ter na levem bregu nižje od čolnarne. Na tem območju se je košnja opravljala največkrat. Račja zel se razrašča od zamuljenega dna, do vodne gladine in tako popolnoma prerašča cel vodni stolpec. Kljub temu, da je bila temperatura vode v poletnem času v letu 2008 nižja (14 – 16°C) in se je razrast pojavila v manjši obsežnosti kot običajno, je bilo opravljenih več košenj. Pooblaščen podjetje skrbi za odvoz rastlinskega materiala, ki se ob predelavi z ostalimi naplavinami (ostanki lesa in listje) koristi kot osnova za kompost, omenjena pa je bila tudi možnost predelave makrofitov za višje kakovostno gnojilo. V letu 2008 je po njihovih podatkih odstranjena biomasa iz Zbiljskega jezera znašala 18.820 kg.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 VZORČNA MESTA IN OBDOBJE RAZISKAV

Za območje raziskovanja smo izbrali del Zbiljskega jezera, ki pokriva tako rečni kot tudi jezerski del akumulacije. Prispevno območje tu predstavlja na levem bregu gozd, na desnem pa večinoma naselje in nekaj gozdnatih površin.



Slika 5. Vzorčna mesta

Za pomoč pri vzorčenju smo izbrali prečne profile, katerih oznake so postavile Savske elektrarne Ljubljana za merilna mesta. Vzorčili smo vzdolž Zbiljskega jezera na izbranih treh vzorčnih mestih (Slika 5) iz desnega na levi breg na določenih profilih, ki se razlikujejo po heterogenosti substrata, smeri in hitrosti toka ter kemijskih posebnosti in poskušali zajeti kar najbolj heterogene sestave združbe glede na zgoraj omenjene dejavnike. Vzorčili smo naključno vzdolž profila z desetkratnim zajemom z Ekmanovim grabilcem.

3.1.1 Opisi vzorčnih mest

Za prvo vzorčno mesto (Slika 6) je bil izbran prečni profil med profiloma št. 10 in št. 9. Nahaja se približno 30 m od mostu čez akumulacijo. Na levem bregu je mešan gozd, obrežna vegetacija je visoka, zato je del akumulacije v dopoldanskem času osenčen, na desnem bregu pa so manjša drevesa in travnik. To vzorčno mesto je najbližje gorvodni HE Mavčiče in predstavlja še rečni del akumulacije. Na tem vzorčnem mestu je hitrost toka najvišja, ni prisotnih makrofitov, substrat pa predstavlja droben prod, na določenih območjih pa tudi mulj.



Slika 6. Vzorčno mesto 1

Drugo vzorčno mesto (Slika 7) je potekalo po profilu št. 8 in sicer od desnega brega - pomola pri čolnarni, na levi breg - do manjše zgradbe. Na tem vzorčnem mestu se prečni profil zelo razlikuje po hitrosti toka in heterogenosti substrata. V tem delu rečne akumulacije se tok vode loči, en del gre naprej proti koncu akumulacije, drug del pa zaokroži mimo čolnarne, ki se nahaja na desnem bregu. Hitrejši tok je prisoten ob levem bregu, kot substrat je prisoten droben prod, le redko mulj, makrofitov ni. Ob desnem bregu pa je hitrost toka zelo majhna, substrat predstavlja mulj, v tem delu pa je v jezeru prisotnih največ makrofitov in alg.



Slika 7. Vzorčno mesto 2

Tretje vzorčno mesto (Slika 8) je potekalo po profilu št. 7, na desnem bregu je bila za orientacijsko točko izbran začetek nenaseljenega dela, na levem bregu pa manjši pomol. To vzorčno mesto je najbližje jezu HE Medvode in je glede substrata in toka najbolj heterogeno. Zaradi oblikovanosti jezerske kotanje je tok najmanjši oz. odsoten ob desnem bregu, tu tok zaokroži v poglobljenem delu, substrat predstavlja debela plast mulja, prisotnih je veliko makrofitov in alg. Tudi v bližini levega brega je hitrost toka majhna, ob zavoju je prisoten mulj, makrofitov ni, na sredini profila pa je hitrost toka velika, substrat je pesek z manjšimi nanosi mulja, makrofitov in alg ni.



Slika 8. Vzorčno mesto 3 (desni breg)

V letih 2007 in 2008 so bila opravljena 4 vzorčenja:

- 05.11.2007
- 31.03.2008
- 23.06.2008
- 24.09.2008

Zimsko vzorčenje smo opravili v marcu, saj zima 2007/2008 ni imela značilnih nizkih temperatur in povprečnih snežnih padavin. Posledično se je zamaknilo pomladansko vzorčenje, vendar so se konec maja in v začetku junija pojavljale močne padavine in je reka Sava močno narasla. Zaradi istega razloga je bilo tudi poletno vzorčenje opravljeno kasneje.

3.2 FIZIKALNI IN KEMIJSKI PARAMETRI

Ob vsakem vzorčenju smo na vsakem vzorčnem mestu izmerili temperaturo vode, koncentracijo kisika, nasičenost vode s kisikom, elektroprevodnost in pH vode.

Z oksimetrom (globinski Microprocesor OXI 186 WTW) smo izmerili temperaturo, koncentracijo raztopljenega kisika in nasičenost vode s kisikom na treh vzorčnih mestih, na približno 50 cm, izmerili smo jo tudi 5 cm pod gladino vode in tik ob usedlinah. S pH metrom (Microprocesor pH 196 WTW) smo izmerili pH, s konduktometrom (Microprocesor Conductometer LF 325 WTW) pa elektroprevodnost vode na vzorčnem mestu. Na vzorčnih mestih, kjer vidljivost vode ni bila do dna, smo Secchijevo ploščo potopili na senčni strani čolna v vodo. Ko smo jo potegnili nazaj proti površju, smo na globini, ko smo jo zopet videli, določili Secchijevo globino.

3.3 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE

Ob vsakem vzorčenju smo na vsakem vzorčnem mestu čiste posode sprali in napolnili z vodo za analize v laboratoriju: koncentracija nitratnih (NO_3^-) in ortofosfatnih ionov (PO_4^{3-}), sušine, skupnih suspendiranih snovi in anorganskih snovi. Koncentracijo nitratnih ionov smo določili z metodo z natrijevim salicilatom, koncentracije ortofosfatnih ionov z metodo s kositrovim (II) kloridom. Vrednost sušine smo dobili s sušenjem določene količine vzorca vode pri $105\text{ }^\circ\text{C}$ 24 ur, vrednost skupnih suspendiranih snovi pa s filtriranjem enega litra vzorca vode. Posušen filter smo nato žarili pri $505\text{ }^\circ\text{C}$ in dobili vrednost anorganskih snovi.

Za določitev BPK_7 smo z vodo napolnili Winklerjeve steklenice. Na terenu smo s kemikalijami fiksirali eno paralelko vzorcev vode, po sedmih dneh pa drugo paralelko v laboratoriju. Vrednost BPK_7 smo določili po titracijski (Winklerjevi) metodi.

Delali smo po protokolih navedenih v skriptu Varstvo celinskih voda (Urbanič, Toman, 2003).

3.4 VZORČENJE VODNIH NEVRETEŃARJEV

Na vsakem vzorčnem mestu smo naključno vzorčili z desetkratnim zajemom z Ekmanovim grabilcem. S čolna smo vertikalno v vodo spustili Ekmanov grabilec, ki smo mu z obeh strani vpeli zajemalni lopati. Ko je bil na dnu, smo spustili utež, ta je zaprla zajemalni lopati, ki sta zajeli površino sedimenta s pripadajočimi makrofiti, algami, makroinvertebrati in sediment na območju 225 cm². Grabilec smo potegnili na površje, dobljen material sprali v vedro in preko sit sprali mulj. Material smo shranili v plastični vrečki, fiksirali s formaldehidom in ga označili etiketo do pregleda v laboratoriju.

V laboratoriju smo dobljen material preko sita dobro sprali z vodo, najprej v digestoriju (zaradi formaldehida) in nato še pod tekočo vodo nad lijakom. Iz vzorcev smo zbrali makroinvertebrate, jih sortirali po nižjih taksonomskih enotah, shranili v fiolah s 70 % etanolom in označili z etiketo do podrobnejšega pregleda. Kjer so bili v posameznem vzorcu maloščetinci (Oligochaeta) zelo številčni, smo vzorce razdelili na četrtine. Naprej smo obravnavali samo eno četrtino vzorca, ostalo pa smo shranili. Vodne nevretenčarje smo natančneje določili do različnih taksonomskih stopenj, kjer je bilo mogoče do vrst, jih prešteli, opremili z ustreznimi etiketami in shranili.

Pri določevanju smo uporabili naslednje določevalne ključe:

- Turbellaria: Reynoldson T. B. (1978),
- Oligochaeta: Brinkhurst R. O. (1963),
- Hirudinea: Neesemann H. (1997),
- Gastropoda: Bole J. (1969) in Glöer P. (2002),
- Bivalvia: Bole J. (1969),
- Arachnida: Tachet H. (2000),
- Amphipoda: Ols Eggert in Martens (2001), Karaman G. S. (1996),
- Isopoda: Tachet in sod. (2000),
- Ephemeroptera: Bauernfeind E., Humpesch U. H. (2001), Studemann (1992),
- Plecoptera: Zwick P. (2005),
- Megloptera: Tachet H. (2000),

- Coleoptera: Tachet H. (2000),
- Trichoptera: Urbanič (1997) in Tachet in sod. (2000),
- Diptera: Tachet H. (2000).

3.5 BIOLOŠKE IN STATISTIČNE ANALIZE

Kakovost voda ovrednotimo s fizikalnimi, kemijskimi in biotskimi značilnostmi vodnega okolja. Biotske značilnosti zajemajo predvsem uporabo vodnih nevretenčarjev (Urbanič, Toman, 2003).

Za naše analize smo uporabili sledeče metode:

3.5.1 Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks

Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks je najbolj razširjena mera za diverziteto. Na osnovi tega indeksa sta Wilhm in Dorris (Washington, 1984) predlagala interpretacijo kakovosti vodnega okolja na osnovi vrednosti H' . Višja je vrednost H' , večja je diverziteta.

Diverzitetni indeks smo izračunali po naslednji enačbi (1):

$$H' = - \sum p_i \times \log_2 p_i \quad \dots (1)$$

H' - diverziteta

p_i - delež taksona i v vzorcu

Preglednica 1. Kakovost vodnega okolja v odvisnosti od vrednosti Shannon-Wienerjevega diverzitetnega indeksa (po Wilhm & Dorris, 1966, v: Washington, 1984)

vrednost diverzitetnega indeksa	kakovost vode
$H' > 3$	neobremenjena
$H' = 2 - 3$	malo obremenjena
$H' = 1 - 2$	srednje obremenjena
$H' < 1$	močno obremenjena

3.5.2 Saprobní indeks

Saprobní indeks uporabljamo za vrednotenje obremenjenosti vodnih teles z organskimi snovmi. Zasnovan je na organizmih oz. njihovem odzivu na obremenitev. Za izračun smo uporabili indikatorske in saprobne vrednosti taksonov po Weglu (1983).

Saprobní indeks smo izračunali po naslednji enačbi (2):

$$SI = \frac{\sum (h_i \times G_i \times s_i)}{\sum (h_i \times G_i)} \quad \dots (2)$$

s – saprobna vrednost

G – indikatorska vrednost taksona

Preglednica 2 Vrednosti saprobnega indeksa in pripadajoči kakovostni razredi (po Sladečku, 1973)

saprobná stopnja	vrednost SI	kakovostni razred	stopnja obremenjenosti vodotoka
oligosaprobna	1,0 – 1,5	1	neobremenjena do zelo malo obremenjena
oligo do β -mezoprobna	< 1,5 – 1,8	1 - 2	majhna
β -mezoprobna	< 1,8 – 2,3	2	zmerna
β do α - mezoprobna	< 2,3 – 2,7	2 – 3	srednja
α - mezoprobna	< 2,7 – 3,2	3	srednja do močna
α - mezoprobna do polisaprobna	< 3,2 – 3,5	3 – 4	močna
polisaprobna	< 3,5 – 4,0	4	zelo močna

3.5.3 Klasterska analiza združbe makroinvertebratov

Na podlagi Bray–Curtisovega indeksa podobnosti smo ugotavljali podobnosti med združbami vzorčnih mest in narisali dendrogram podobnosti.

Za izračun smo uporabili sledečo enačbo (3):

$$S_{BC} = 2w/(A+B) \quad \dots (3)$$

S_{BC} – Bray-Curtisov indeks podobnosti

w – število skupnih osebkov v obeh vzorcih

A - število osebkov v 1. vzorcu

B - število osebkov v 2. vzorcu

3.5.2 Delež prehranskih skupin

Po Moogu (1995) smo določili načine prehranjevanja makroinvertebratski združbi, kjer je za posamezen takson 10 točk razdeljeno med spodaj naštetih 5 prehranskih skupin.

Izračunali smo deleže prehranskih skupin za vsako vzorčno mesto po enačbi (4):

$$R_j = \Sigma (x_i \cdot h_i) / 10 \quad \dots (4)$$

R_j – delež prehranske skupine j

x_i – število točk taksona i znotraj dane prehranske skupine

h_i – delež taksona i v vzorcu

Preglednica 3 Prehranske skupine

prehranska skupina	prehranska skupina uporabljena v izračunu
drobilci, ksilofagi, minerji	drobilci
strgalci	strgalci
predatorji, paraziti	plenilci
aktivni in pasivni filtratorji	filtratorji
detritivori	detritivori

4 REZULTATI

4.1 HIDROMORFOLOŠKI PARAMETRI

Na vzorčnih mestih, kjer smo merili fizikalne in kemijske parametre, smo izmerili tudi globino vode na samem vzorčnem mestu.

Preglednica 4. Globina Zbiljskega jezera (VM – vzorčno mesto)

	05.11.2007	31.03.2008	23.06.2008	24.09.2008
VM1	4,8 m	3,5 m	5,0 m	3,5 m
VM2	1,2 m	2,0 m	5,8 m	2,0 m
VM3	3,2 m	2,5 m	5,5 m	1,5 m

Izmerjena globina predstavlja globino na izbranem delu vzorčnega mesta, kjer smo merili fizikalne in kemijske parametre in vzeli vzorce vode za kasnejšo analizo v laboratoriju.

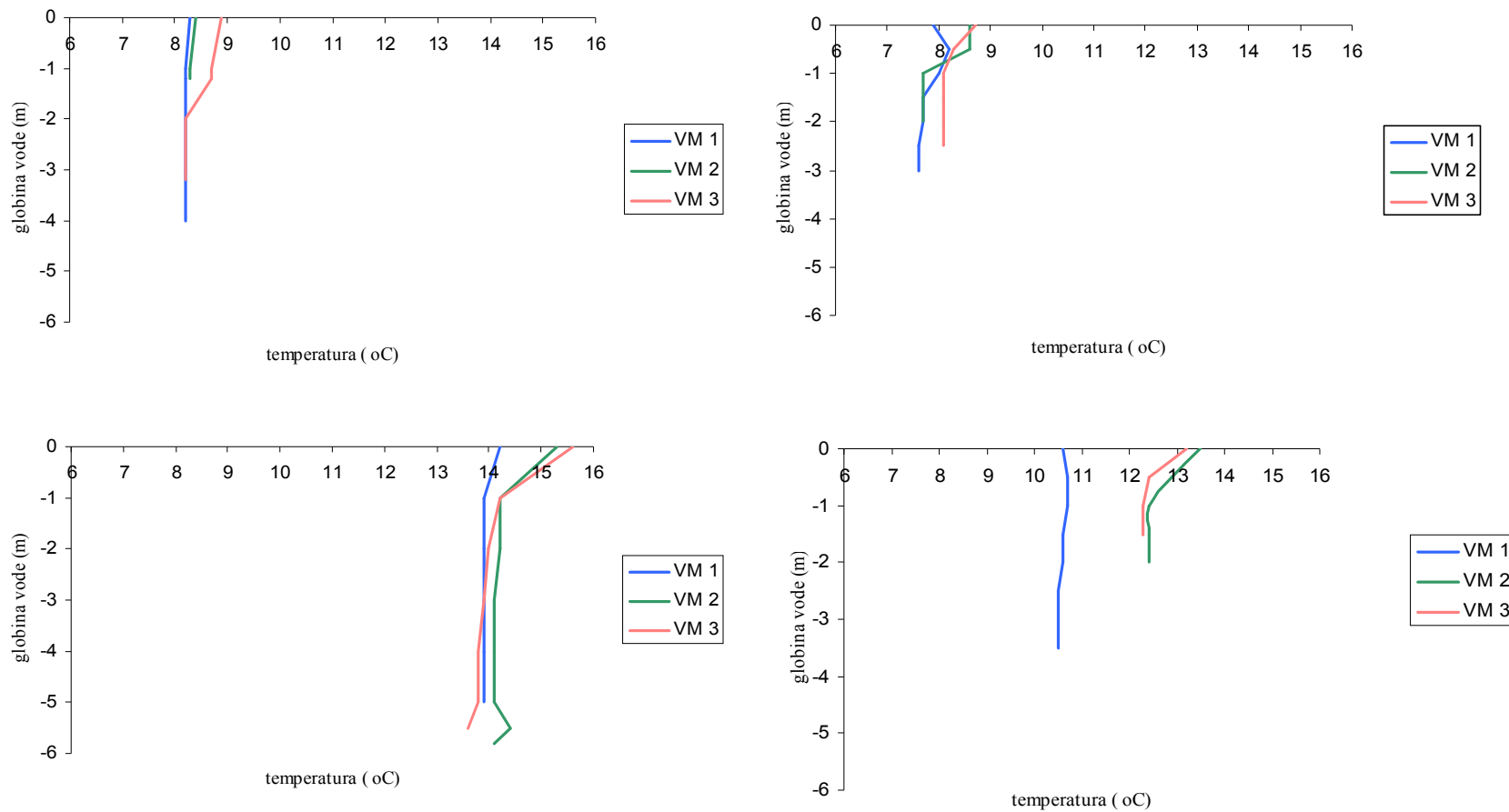
4.2 FIZIKALNI IN KEMIJSKI PARAMETRI

4.2.1 Temperatura

Na temperaturo v vodnih telesih vplivajo klimatske spremembe, površinski odtoki in dotoki, podtalnica, absorpcija sončnega sevanja ter oddajanje toplote iz usedlin in zraka.

Sprememba temperature v vodnih telesih neposredno vpliva na fizikalne, kemijske in biotske pr9ese in posledično je pomemben parameter pri ocenjevanju kakovosti voda.

Povprečna letna temperatura v času naših vzorčenj je znašala 10 °C. Najnižja temperatura je bila izmerjena ob substratu v času 2. vzorčenja na prvem vzorčnem mestu, najvišja pa tik pod gladino na tretjem vzorčnem mestu v času 4. vzorčenja (Slika 9 – 12). Na tem vzorčnem mestu so bile v povprečju izmerjene najvišje temperature, saj je območje večino dneva osončeno in ga vodni tok obide. Temperature so se bistveno razlikovale od temperature ozračja, saj je temperatura ozračja na dan 4. vzorčenja znašala preko 30°C.



Slika 9, 10, 11 in 12. Spremembe temperature po globini na treh vzorčnih mestih Zbiljskega jezera v času vzorčenj (zgoraj levo 05.11.2007, zgoraj desno 31.03.2008, spodaj levo 23.06.2008, spodaj desno 24.09.2008)

4.2.2 Kisikove razmere

4.2.2.1 Koncentracija raztopljenega kisika

Koncentracija kisika v vodi je odvisna od fizikalnih, kemijskih in biotskih procesov, na njegovo končno koncentracijo in razporeditev pa bistveno vplivata primarna produkcija zelenih rastlin in razgradni procesi saprofitskih bakterij.

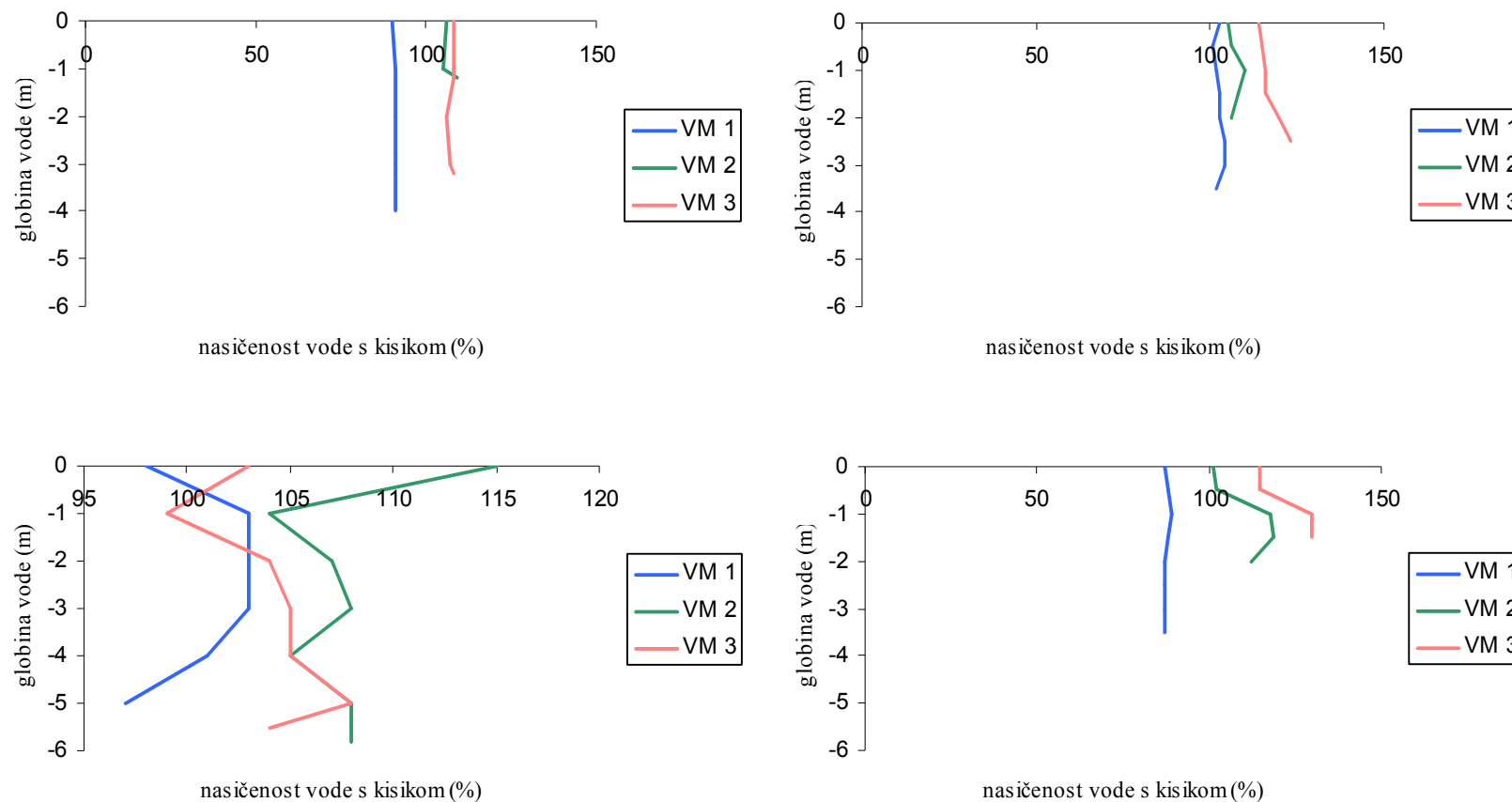
Ker vpliva na skoraj vse biotske procese in kemijske reakcije v vodnih telesih, je določanje koncentracije kisika pomembno za oceno kakovosti vode.

Koncentracije kisika smo na vzorčnih mestih merili ob različnih urah. Tako smo na prvem vzorčnem mestu v času vseh vzorčenj merili okoli 10. ure zjutraj, na drugem okoli poldneva in na zadnjem, tretjem vzorčnem mestu v zgodnjih popoldanskih urah. Izmerjena koncentracija raztopljenega kisika se je gibala od 8,2 do 14,0 mg/L, najnižjo koncentracijo (8,2 mg/L pri 8,3 °C) smo izmerili tik pod gladino na prvem vzorčnem mestu 1. vzorčenja, najvišjo (14,0 mg/L pri 8,1 °C) pa tik ob usedlinah na tretjem vzorčnem mestu 2. vzorčenja. V povprečju so bile najnižje izmerjene koncentracije kisika na prvem vzorčnem mestu (10,5 mg/L), najvišje pa na tretjem vzorčnem mestu (12,3 mg/L). Zaradi velike razrasti makrofitov in njihove fotosintetske aktivnosti, sklepamo, da se je tekom dneva koncentracija kisika višala in je tako posledično najvišja na tretjem vzorčnem mestu.

4.2.2.2 Nasičenost vode s kisikom

Nasičenost vode s kisikom je odvisna od temperature, zračnega tlaka in koncentracije ionov. 100 % nasičenost pomeni najvišjo možno nasičenost vode ob danem zračnem tlaku in temperaturi, kljub temu lahko čez dan presega 100 %, če je primarna produkcija v vodi večja od respiracije.

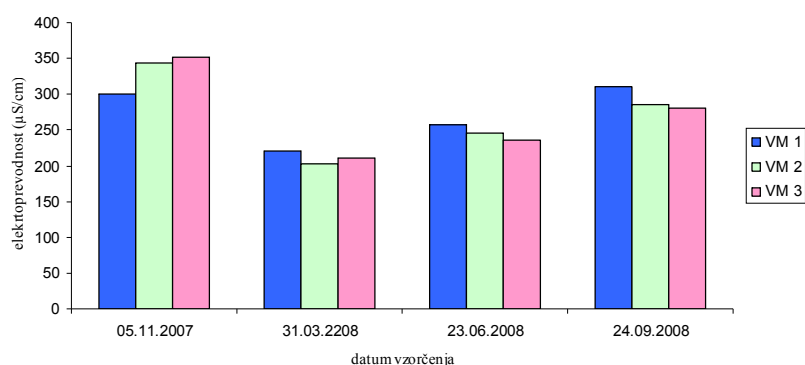
Izmerjene nasičenosti vode s kisikom so znašale od 87 % do 130 % . Na drugem in tretjem vzorčnem mestu so vrednosti nasičenost vode s kisikom vedno presegle 100 %, na prvem vzorčnem mestu pa v času 2. in 3. vzorčenja (Slika 13 – 16).



Slika 13, 14, 15 in 16. Spremembe nasičenosti vode s kisikom po globini na treh vzorčnih mestih Zbiljskega jezera v času vzorčenj (zgoraj levo 05.11.2007, zgoraj desno 31.03.2008, spodaj levo 23.06.2008, spodaj desno 24.09.2008)

4.2.3 Elektroprevodnost

Elektroprevodnost je sposobnost vode, da prevaja električni tok. Vrednosti elektroprevodnosti se spreminjajo s spremembo temperature, koncentracije ionov ter njihovih značilnosti v raztopini: stopnje disociiranosti, električnega naboja posameznih ionov ter njihove mobilnosti. Bolj kot je vodno telo obremenjeno s hranili, tem višja je prevodnost, saj se z dotokom hranil praviloma poveča količina nabitih delcev.

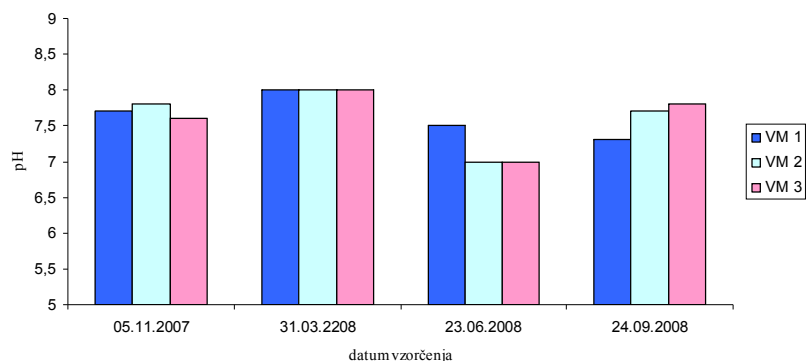


Slika 17. Elektroprevodnost v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj

V času meritev je bila elektroprevodnost najvišja v času 1. vzorčenja, in sicer na tretjem vzorčnem mestu (352 µS/cm), nato se je v času 2. vzorčenja precej znižala (Slika 17). Na drugem vzorčnem mestu je bila izmerjena najnižja vrednost (202 µS/cm). Med posameznimi vzorčnimi mesti v času enega vzorčenja ni prihajalo do večjih razlik.

4.2.4 pH

pH je definiran kot negativni desetiški logaritem H^+ ionov. V vodah so vrednosti pH odvisne od ravnotežja med CO_2 , HCO_3^- in CO_3^{2-} , huminskih in fulvo kislin in antropogenega onesnaževanja. Spreminjanje vrednosti preko dneva pa so lahko rezultat fotosintetske aktivnosti in respiracije primarnih producentov.

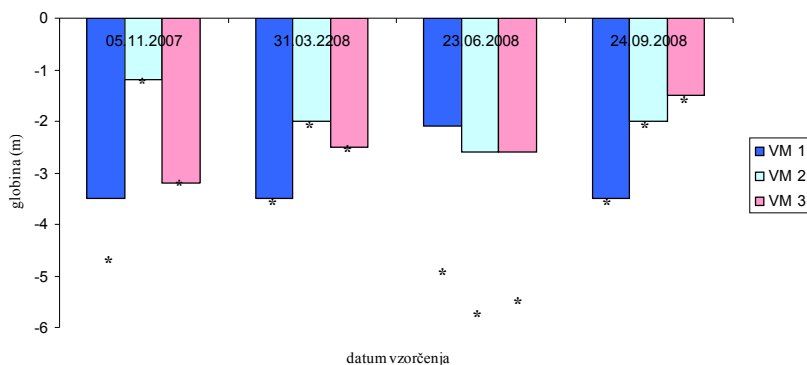


Slika 18. Vrednosti pH v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenja

Vrednosti pH so se gibale v območju nevtralnega do rahlo bazičnega (Slika 18), povprečni pH je znašal 7,6.

4.2.5 Prosojnost vode

Prosojnost ali transparentnost vode, ki jo merimo s Secchijevo ploščo, izražamo kot Secchijevo globino in njena dvakratna vrednost določa svetlobno kompenzacijsko ravnino. Na tej globini je stopnja respiracije enaka primarni produkciji.



Slika 19. Secchijeva globina v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenja (* označuje globino usedlin na posameznem vzorčnem mestu)

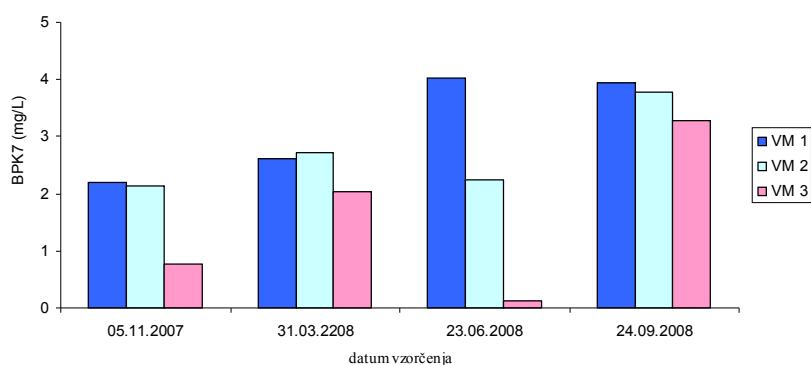
V času 2. in 4. vzorčenja je bila presvetljenost v Zbiljskem jezeru do usedlin, v času 1. vzorčenja je na prvem vzorčnem mestu Secchijeva globina znašala 3,5 m, v času 3. vzorčenja pa smo na vseh vzorčnih mestih izmerili Secchijevo globino okoli 2,5 m (Slika 19).

4.3 FIZIKALNE IN KEMIJSKE ANALIZE

4.3.1 Biokemijska poraba kisika (BPK₇)

BPK je mera za količino biokemijsko razgradljivih organskih snovi, enaka je količini kisika, potrebnega za aerobno razgradnjo organskih snovi v stabilne anorganske. Na vrednosti BPK vpliva poraba kisika zaradi porabe heterotrofnih organizmov, respiracije prisotnih alg, porabe za nitrifikacijo, za oksidacijo amonija in drugih spojin z reduciranim dušikom.

BPK test je bil razvit kot absorpcijski test za določanje raztopljenega kisika. BPK₇ pa je 7-dnevna inkubacija v temi, pri 20 °C. Razlika med izmerjeno koncentracijo raztopljenega kisika pred inkubacijo (mg/L) in po inkubaciji (mg/L), nam da vrednost BPK₇ – biokemijsko potrebo po kisiku v 7 dneh (mg/L).

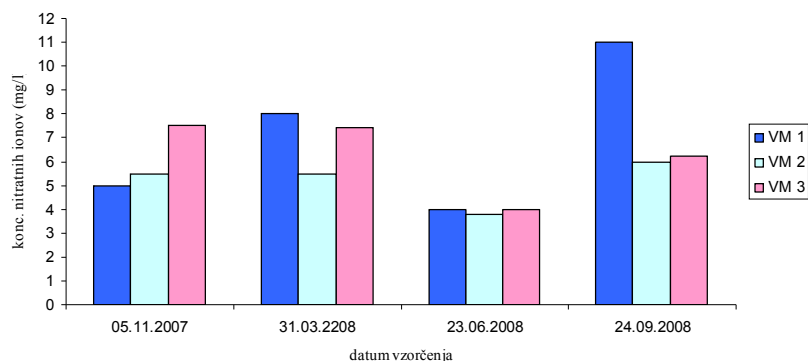


Slika 20. Izmerjene vrednosti BPK₇ v času vzorčenja

Najvišjo biokemijsko potrebo po kisiku v 7 dneh smo ugotovili na prvem vzorčnem mestu (4,0 mg/L) in najmanjšo pa na tretjem vzorčnem mestu (0,1 mg/L), oba v času 3. vzorčenja (Slika 20).

4.3.2 Koncentracija nitratnih ionov

Nitratni ion (NO_3^-) je potrebna hranilna snov za avtotrofne organizme, ti ga asimilirajo in vgrajujejo v lastne celične proteine. Nitratni ioni so končni produkt aerobne razgradnje organskih dušikovih spojin. V neonesnaženih vodah so sezonske spremembe nitratov posledica primarne produkcije in odmiranja organizmov, vendar vrednosti običajno ne presegajo 1 mg/L.



Slika 21. Koncentracije nitratnih ionov (mg/L) v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj

Najnižjo koncentracijo nitratnih ionov smo izmerili v času 3. vzorčenja na drugem vzorčnem mestu (3,8 mg/L), najvišjo pa v času 4. vzorčenja na prvem vzorčnem mestu (11,0 mg/L).

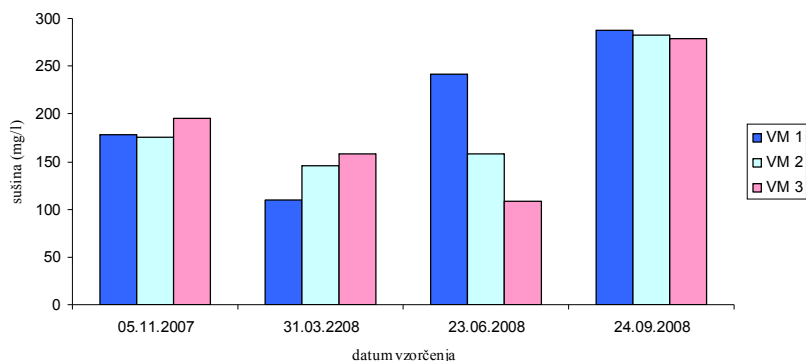
4.3.3 Koncentracija ortofosfatnih ionov

V vodah je fosfor prisoten predvsem vezan v raztopljenih ortofosfatu in polifosfatu ter v organskih snoveh. Je esencialen nutrient za žive organizme in omejujoč dejavnik rasti rastlin. V vodi je redko prisoten v višjih koncentracijah, predvsem zaradi aktivnega privzemanja primarnih producentov. Naravni viri fosforja so preperete kamnine in razgrajene organske snovi, povišane koncentracije pa so posledica spiranj s kmetijskih površin, komunalne in industrijske vode ter prisotnost polutantov. V neobremenjenih vodnih telesih koncentracije ne presegajo vrednosti 0,1 mg/L.

Naše izmerjene vrednosti so bile vse pod mejo detekcije analitske metode (0,1 mg/L).

4.3.4 Sušina

Snovi, ki ostanejo v posodi po sušenju pri temperaturi 105 °C, imenujemo sušina. Sušino sestavljajo skupne suspendirane snovi (TSS) in skupne raztopljene snovi (TDS), vrednost je tej vsoti približno enaka, saj se del karbonatov med sušenjem spremeni v CO₂.

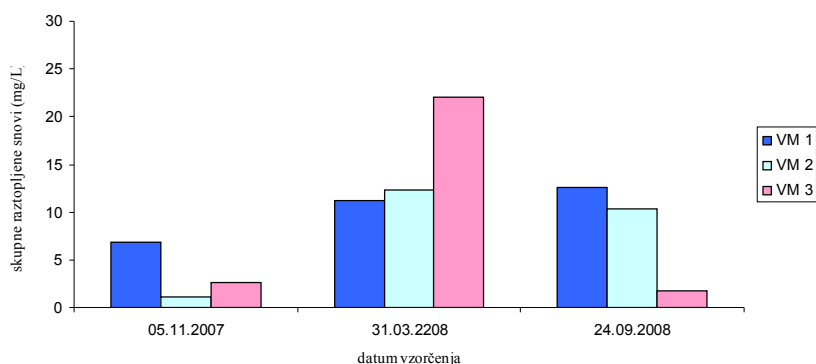


Slika 22. Vrednosti sušin v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj

Najnižjo vrednost sušine smo določili v času 2. vzorčenja na prvem vzorčnem mestu (110 mg/L), najvišjo pa v času 4. vzorčenja na prvem vzorčnem mestu (288 mg/L). Izrazito višje so vrednosti sušine v času 4. vzorčenja (Slika 22).

4.3.5 Skupne suspendirane snovi (TSS)

Suspendirane snovi delimo v organske in anorganske. Predstavljajo suho maso snovi, ki jo s filtracijo odstranimo iz znanega volumna vodnega vzorca. Organske suspendirane snovi predstavljajo heterotrofnim organizmom vir hrane, večja je respiratorna aktivnost, s tem pa nižja koncentracija raztopljenega kisika in s tem slabša kakovost vode.

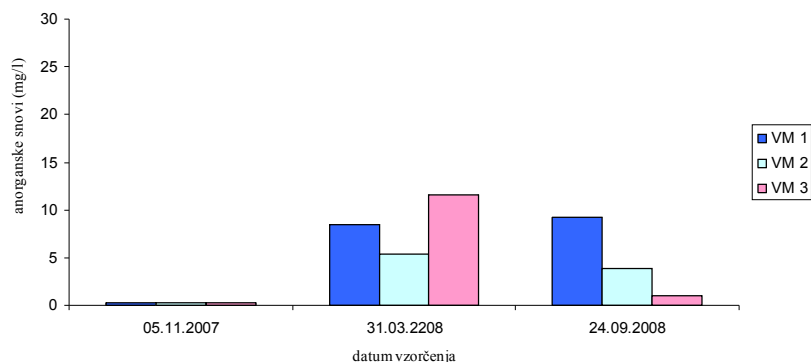


Slika 23. Vrednosti skupnih raztopljenih snovi na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj

Najnižjo vrednost skupnih suspendiranih snovi smo dobili na drugem vzorčnem mestu v času 1. vzorčenja (1,1 mg/L), največjo pa na tretjem vzorčnem mestu v času 2. vzorčenja (22,0 mg/L). Zaradi metodološke napake vrednosti skupnih raztopljenih snovi v času 3. vzorčenja nismo mogli prikazati (Slika 23).

4.3.6 Koncentracija anorganskih suspendiranih snovi

Anorganske snovi so del skupnih raztopljenih snovi. Velike količine le-teh negativno vplivajo na vodne organizme, zmanjšana je tudi primarna produkcija in izraba nutrientov, to pa vodi v večjo evtrofnost stoječih vodnih teles.



Slika 24. Vrednosti anorganskih snovi na treh vzorčnih mestih v času vzorčenj

Masa anorganskih snovi je bila v času 1. vzorčenja nižja od 1 mg/L. Najvišja količina anorganskih snovi je bila na tretjem vzorčnem mestu v času 2. vzorčenja (Slika 24). Zaradi metodološke napake vrednosti anorganskih snovi v času 3. vzorčenja nismo mogli prikazati, saj je bila masa posušenega filter papirja skupaj s skupnimi suspendiranimi snovmi manjša kot masa posušenega filter papirja.

4.4 BIOLOŠKE ANALIZE

Združba sedimentov v akumulaciji je mnogo bolj homogena, tako glede skupin kot vrst, v primerjavi z združbami podobno obremenjenih tekočih voda. Velik del združbe sestavljajo sistematsko in taksonomsko težavne skupine, predvsem detritivorni Chironomidae in Oligochaeta, zaradi katerih imajo predvsem začetniki in nespecialisti precejšnje težave. Zato smo od skupaj 52 taksonov, ki smo jih evidentirali v vseh naših vzorčenjih, sami in s pomočjo sodelavcev, uspeli do vrste določiti le 28.

Določili smo 14 višjih taksonomskih enot, od tega za višji takson Turbellaria 5 vrst, za višji takson Oligochaeta 3 nižje taksonne in 6 vrst, za višji takson Hirudinea 1 nižji takson in 7 vrst, za višji takson Gastropoda 2 vrsti, za višji takson Bivalvia 1 nižji takson, za višji takson Arachnida 1 nižji takson, za višji takson Amphipoda 2 vrsti, za višji takson Isopoda

1 vrsto, za višji takson Ephemeroptera 2 vrsti, za višji takson Plecoptera 2 nižja taksona, za višji takson Megaloptera 1 vrsto, za višji takson Coleoptera 2 nižja taksona in 2 vrsti, za višji takson Trichoptera 4 nižje taksone in za višji takson Diptera 7 nižjih taksonov in 2 vrsti. V Preglednici 5 smo prikazali seznam in številčnost določenih taksonov.

Preglednica 5. Seznam taksonov in njihova številčnost, določenih v času vzorčenja na posameznih vzorčnih mestih

Zbiljsko jezero			vzorčenja											
			05.11.2007			31.03.2008			23.06.2008			24.09.2008		
višji takson	družina	takson	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
povprečno število osebkov / 1 m ²														
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	7022	3644	178	2978	3689	0	1600	133	444	1778	1733
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	0	2756	2978	44	1778	711	222	1467	667	356	1422	844
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	444	1778	0	1067	489	0	978	533	0	756	1022
		<i>Crenobia alpina</i>	0	44	89	0	0	44	0	0	0	0	44	0
	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	44	0	0	44	0	0	0	0	0	44
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae–z las. ščetinami	267	55244	11200	4133	46578	6178	5156	87956	14444	13511	98222	41911
		Tubificidae–brez lasastih ščetin	1778	65511	11422	19689	80400	13422	19244	73956	20089	16622	71867	51600
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	267	44	89	44	711	311	44	356	267	44
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	667	26933	38267	2844	109956	15156	978	70267	8933	6667	43200	16711
		<i>Styodrilus</i> sp.	0	0	622	0	400	44	0	222	0	44	0	0
		<i>Styodrilus heringianus</i>	44	0	0	0	267	0	178	44	356	0	178	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	44	0	533	267	622	133	1200	133	89
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	89	0	0	44	11644	9511	4800	578	889	622
	Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	89	0	0	44	0	0
	Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	356	578	978	978	1244	1244	133	2133	711	800	311
<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)			0	267	267	44	14711	222	0	0	44	1556	1867	0
Glossiphonidae		<i>Helobdella stagnalis</i>	0	8711	9289	2089	133	8711	44	3200	1378	800	1689	356
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	133	44	311	889	89	222	0	222	0	356	0	0
		<i>Glossiphonia complanata</i>	133	44	89	756	89	44	133	89	89	133	44	0
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	44	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	44	0	44	44	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	44

se nadaljuje

Preglednica 5. (nadaljevanje)

Zbiljsko jezero			vzorčenja											
			05.11.2007			31.03.2008			23.06.2008			24.09.2008		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
višji takson	družina	takson	povprečno število osebkov / 1 m ²											
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	844	0	178	267	44	44	1289	0	0	533	0	0
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	44	0	0	0	0	0	0	1156	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	89	0	0	0	0	622	311	0	44
Arachnida		Hydracarina	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Amphipoda	Gammaridae	<i>Synurella ambulans</i>	0	2400	3467	44	622	844	0	222	0	356	0	0
		<i>Gammarus fossarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	44
Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	44	56133	50533	267	7022	2667	44	1733	1200	2000	22933	11822
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloen dipterum</i>	0	933	8889	89	89	0	44	0	0	0	44	44
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i>	0	0	0	0	0	0	133	1289	178	0	0	0
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	178	0	44	0	0	0
	Nemouridae	<i>Protonemura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0
Megaloptera	Sialinae	<i>Sialis lutaria</i>	0	44	133	0	0	89	0	44	0	89	44	0
Coleoptera	Elmidae	<i>Limnus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	44	0	89	44	0	0	0	0
		<i>Haliphus</i> sp. (larva)	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Haliplidae	<i>Brychius elevatus</i> (larva)	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Colymbetinae	<i>Platambus maculatus</i> (larva)	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Leptoceridae		0	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0
	Sericostomatidae		0	89	44	0	0	0	0	44	0	0	0	0
	Brachycentridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	0	0
	Polycentropodidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	178	0	44
Diptera	Chironomidae	Ceratopogonidae	0	0	0	0	0	0	0	44	44	0	0	0
		Tanypodinae	0	889	489	1289	1111	356	1156	1333	2400	1689	1911	1289
		<i>Prodiamesa olivacea</i>	0	0	0	222	0	0	1778	3200	2178	89	89	444
		Orthoclaadiinae	133	133	44	89	0	0	1511	2133	6267	22044	2756	12089
		Tanytarsini	0	222	89	533	44	178	9289	1200	14000	7022	622	1689
		<i>Chironomus</i> sk. <i>thummi</i>	0	0	0	0	133	89	0	44	267	133	222	44
		<i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i>	44	6667	3956	89	2489	1022	222	32800	10089	11822	8489	6889
<i>Chironomus</i> spp.	0	756	356	8667	578	0	44	133	178	622	489	267		

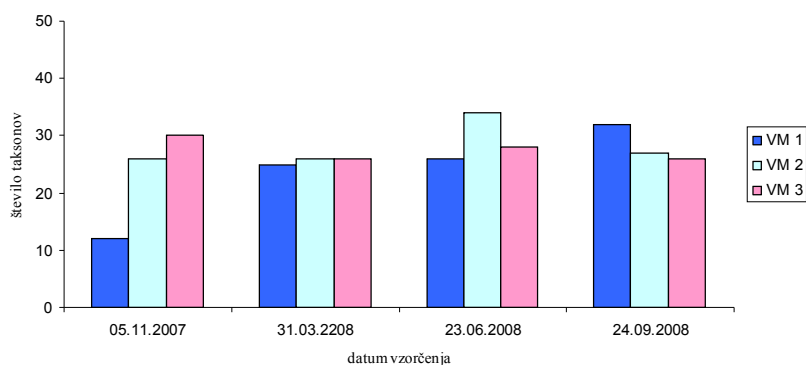
se nadaljuje

Preglednica 5. (nadaljevanje)

Zbiljsko jezero			vzorčenja											
			05.11.2007			31.03.2008			23.06.2008			24.09.2008		
višji takson	družina	takson	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
		Chironomini	178	0	0	0	800	6267	28311	7333	43733	6489	978	2844
		<i>Potthasia</i> sk. <i>longimana</i>	0	0	0	0	0	0	89	89	311	89	0	0
skupno število osebkov / 1 m²			4622	236044	149644	43467	272800	62400	82978	304444	133867	98133	261289	153022
skupno število taksonov			12	26	30	25	26	26	26	34	28	32	27	26

4.4.1 Sestava makroinvertebratske združbe

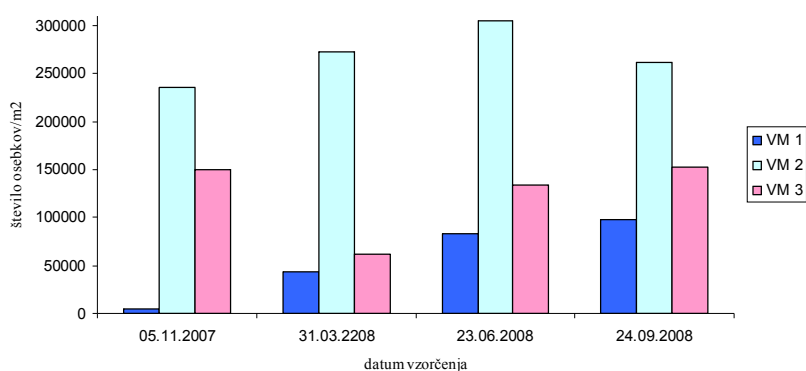
V času 1. vzorčenja smo skupno določili 36 taksonov, v času 2. vzorčenja 35, v času 3. vzorčenja 42 in 39 taksonov v času 4. vzorčenja. Največje število taksonov je bilo na drugem vzorčnem mestu v času 3. vzorčenja (34), najmanj pa na prvem vzorčnem mestu v času 1. vzorčenja (12), kar smo prikazali na Sliki 25.



Slika 25. Število taksonov v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenja

Skupno število osebkov na m^2 posameznega vzorčenja je bilo največje v času 4. vzorčenja (~512500 osebkov), najnižje pa v času 2. vzorčenja (~378700 osebkov). V času 1. vzorčenja je število osebkov znašalo ~390300, v času 3. pa ~521300.

Največje število osebkov je bilo na drugem vzorčnem mestu 3. vzorčenja (~304500), najmanjše pa na prvem vzorčnem mestu 1. vzorčenja (~4600) (Slika 26).



Slika 26. Število osebkov/ m^2 v Zbiljskem jezeru na treh vzorčnih mestih v času vzorčenja

Iz Slike 27 je razvidno, da je v času vseh vzorčenj prevladoval takson Oligochaeta, z najvišjim odstotkom (66,9 %) v času 2. vzorčenja. Prav tako je prevladoval na vseh

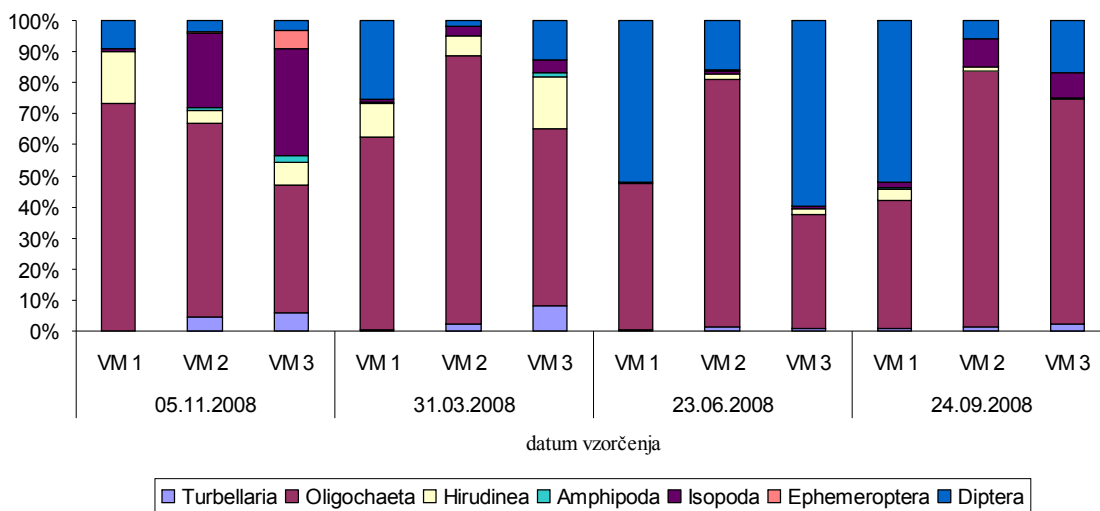
vzorčenih mestih, razen na treh, kjer je prevladoval takson Diptera - z najvišjim odstotkom na tretjem vzorčnem mestu 3. vzorčenja 59,4 % .

V času 1. vzorčenja je na vseh vzorčnih mestih prevladoval takson Oligochaeta, z najvišjim odstotkom na prvem vzorčnem mestu (73 %). Na tem vzorčnem mestu so bili zastopani samo 4 taksoni z več kot 1 % (Oligochaeta, Hirudinea, Isopoda in Diptera). Na drugem in tretjem vzorčnem mestu taksonu Oligochaeta sledi takson Isopoda s 24 % na drugem in 34 % na tretjem vzorčnem mestu. Dominantni takson v tem vzorčenju je bil Tubificidae–brez lasastih ščetin, sledi pa mu vrsta *Asellus aquaticus* kot edini nižji takson znotraj taksona Isopoda in znotraj taksona Hirudinea vrsta *Helobdella stagnalis*.

V času 2. vzorčenja je na drugem vzorčnem mestu prevladoval takson Oligochaeta z 87,1 %, sledita mu takson Diptera z 25 % na prvem vzorčnem mestu in takson Hirudinea s 16,7 % na tretjem vzorčnem mestu. Dominantni takson je *Lumbriculus variegatus*, sledita pa mu taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin in Tubificidae–z lasastimi ščetinami. Znotraj ostalih taksonov je bil najvišje zastopan takson *Erpobdella* sp. (juv.).

V času 3. vzorčenja je samo na drugem vzorčnem mestu prevladoval takson Oligochaeta z 80 %, na ostalih dveh pa je prevladoval takson Diptera, in sicer na prvem vzorčnem mestu z 52 % in na tretjem vzorčnem mestu z 59,4 %. Omenjena taksona sta edina, ki sta v času vzorčenja presegla več kot 2 %. Dominantni takson je Tubificidae–z lasastimi ščetinami, sledita pa mu taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin in *Lumbriculus variegatus*. Znotraj taksona Diptera je močno prevladoval takson *Chironomus* sk. *plumosus*.

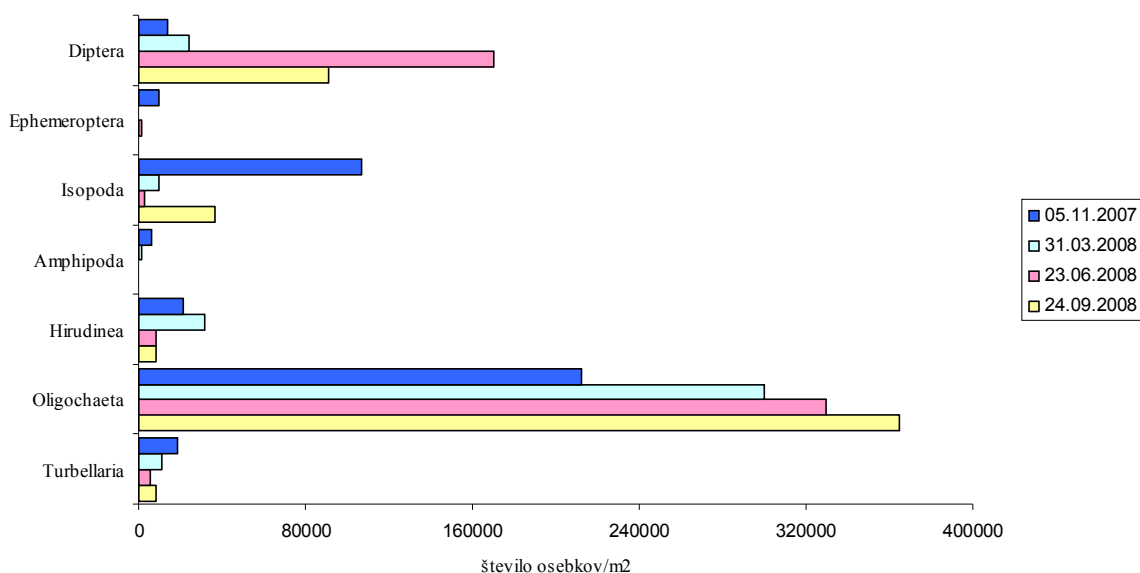
V času 4. vzorčenja je takson Oligochaeta prevladoval na drugem vzorčnem mestu z 82,2 % in na tretjem z 72,5 %, na prvem vzorčnem mestu pa je prevladoval takson Diptera z 51,5 %. Dominantni takson je znotraj taksona Oligochaeta takson Tubificide–z lasastimi ščetinami, sledi pa mu taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin. Znotraj taksona Diptera prevladujeta taksona Otrhocladiinae in Chironomini, znotraj taksona Isopoda pa vrsta *Asellus aquaticus*.



Slika 27. Delež različnih taksonov makroinvertebratov po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja

4.4.2 Sezonske spremembe makroinvertebratske združbe

V analizi nismo upoštevali taksonov, ki so predstavljali manj kot 1 % vodnih nevretenčarjev v času vzorčenj : polži (Gastropoda), školjke (Bivalvia), pršice (Arachnida), ličinke vrbnic (Plecoptera), mladoletnic (Trichoptera), velekrilcev (Megaloptera) in hroščev (Coleoptera).

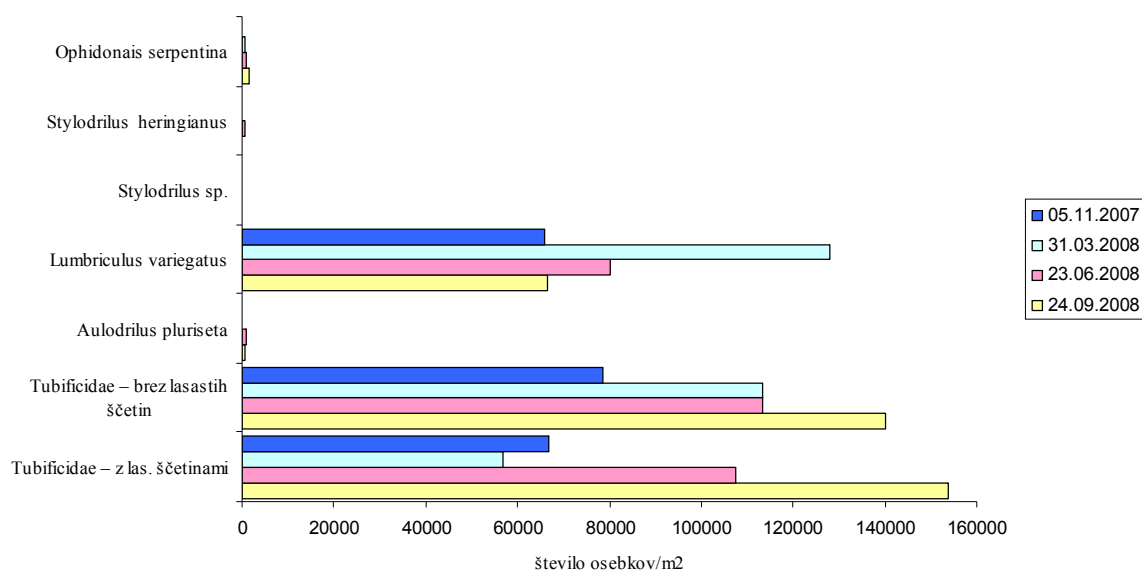


Slika 28. Spremembe številčnosti različnih taksonov v različnih obdobjih vzorčenja

V nadaljevanju bomo obravnavali 3 najbolj zastopane taksonse: Oligochaeta, Diptera in Isopoda. Takson Oligochaeta je bil najnižje zastopan v času 1. vzorčenja s ~ 212300 osebkami

na m², nato se je prek letnih časov številčnost povečevala in v času 4. vzorčenja je bil takson najvišje zastopan s ~364800 osebkami na m². V času 3. vzorčenja je bil takson Diptera zastopan najvišje s ~170100 osebkami na m² in najnižje v času 1. vzorčenja s ~14000 osebkami na m². Taksona Isopoda je zastopala samo ena vrsta - *Asellus aquaticus*. Najnižja zastopanost te vrste je bila v 3. vzorčenju s ~3000 osebkami na m², najvišja pa v času 1. vzorčenja s ~106800 osebkami na m² (Slika 28).

Znotraj taksona Oligochaeta so bili najbolj zastopani 3 nižji taksoni, ki so skupaj zastopali 97 % taksona Oligochaeta: najvišje so bili zastopani Tubificidae–brez lasastih ščetin s 37 %, sledijo Tubificidae- z lasastimi ščetinami z 32 % in vrsta *Lumbriculus variegatus* z 28 %. Med omenjenima nižjima taksonoma in vrsto ni opaziti trenda rasti in upada populacije, nižja taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin in Tubificidae- z lasastimi ščetinami pa sta bila oba najbolj zastopana v času 4. vzorčenja (Slika 29).

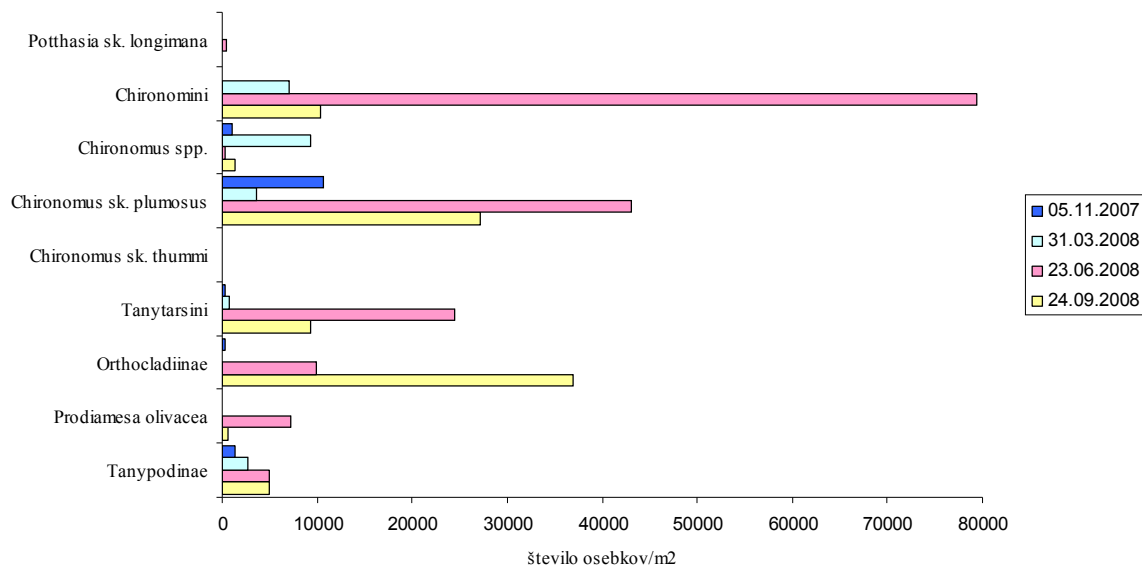


Slika 29. Spremembe številčnosti različnih nižjih taksonov znotraj taksona Oligochaeta v različnih obdobjih vzorčenja

Takson Diptera je bil v akumulaciji zastopan z dvema družinama: Ceratopogonidae in Chironomidae. Ker je prva družina bila zastopana v času vzorčenj skupno samo s 4 osebkami, smo sezonske spremembe predstavili samo za družino Chironomidae.

Znotraj taksona Chironomidae so bili najbolj zastopani 3 nižji taksoni: Chironomini s 35 %, *Chironomus* sk. *plumosus* z 28 % in Orthoclaadiinae s 16 % zastopanosti. Skupaj so predstavljali 79 % populacije taksona Chironomidae. Skoraj pri vseh nižjih taksonih je bila

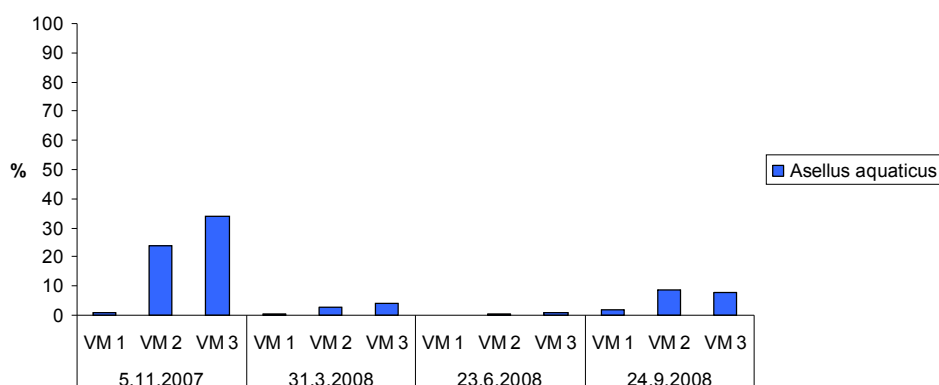
zastopanost najvišja v času 3. vzorčenja, razen pri Orthoclaadiinae je izrazit vrh v času 4. vzorčenja (Slika 30).



Slika 30. Spremembe številčnosti različnih nižjih taksonov znotraj taksona Chironomidae v različnih obdobjih vzorčenja

4.4.3 Zastopanost posameznih taksonov znotraj združbe makroinvertebratov

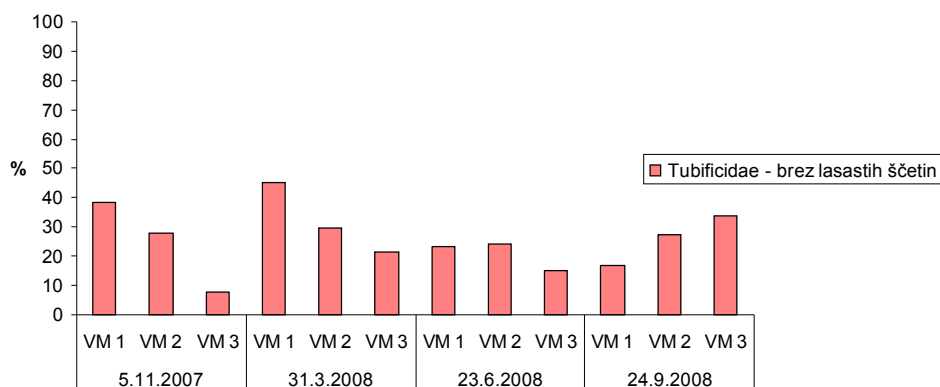
Kljub temu, da je vrsta *Asellus aquaticus* bila najslabše zastopana v času 2. vzorčenja, je bila v času tega vzorčenja na tretjem vzorčnem mestu dominantna vrsta, saj bil delež te vrste izmed vseh določenih taksonov kar 34 % (Slika 31).



Slika 31. Delež vrste *Asellus aquaticus* po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja

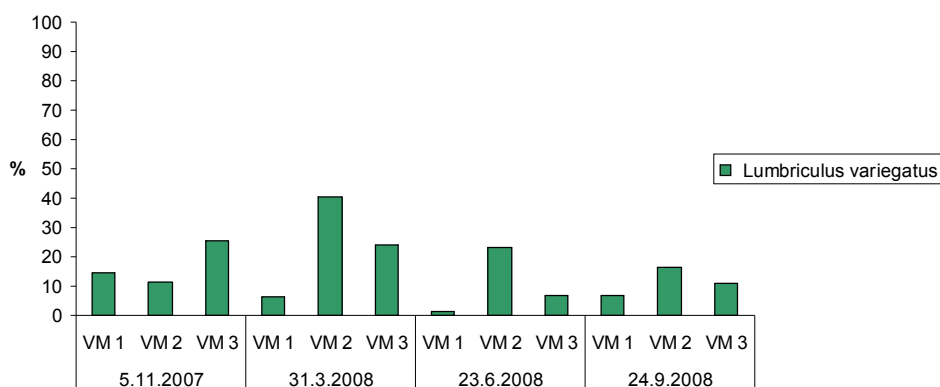
Povprečna zastopanost nižjega taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin na posameznih vzorčnih mestih je bila 26 %, najvišja je bila na prvem vzorčnem mestu v času 2.

vzorčenja, in sicer 45 %, najnižja pa na tretjem vzorčnem mestu v času 1. vzorčenja z 8 % (Slika 32).



Slika 32. Delež nižjega taksona Tubificidae-brez lasastih ščetin po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja

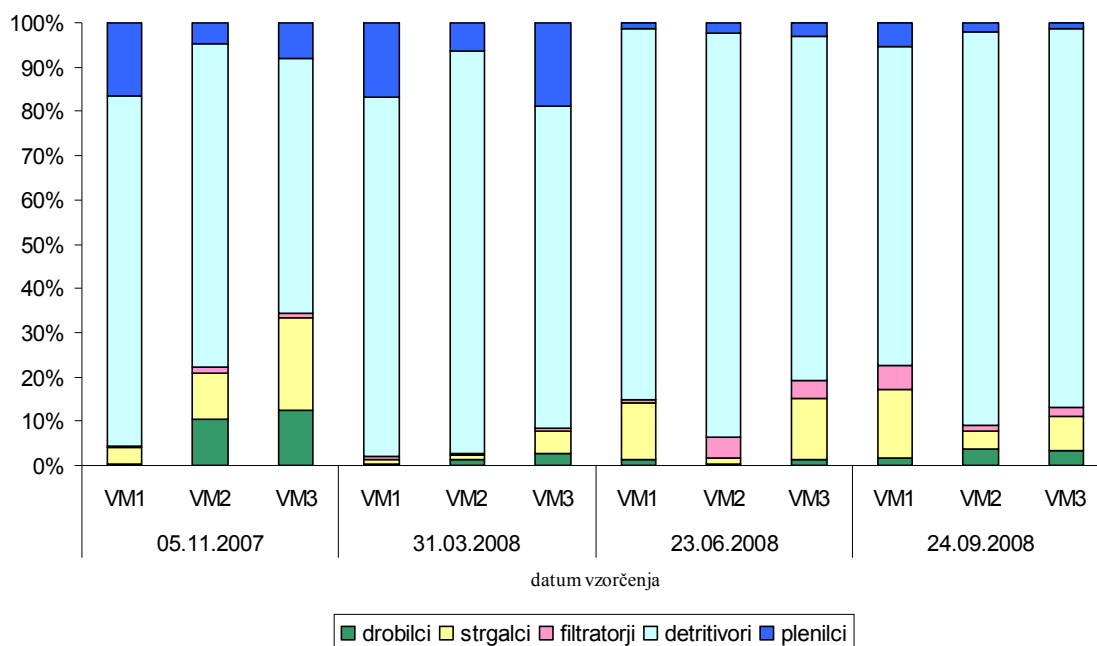
Vrsta *Lumbriculus variegatus* je bila na vzorčnih mestih v času vzorčenja v povprečju zastopana s 16 %, najvišje s 40 % na drugem vzorčnem mestu v času 2. vzorčenja. Na tem vzorčnem mestu je skupaj s taksonom Tubificidae–brez lasastih ščetin predstavljala 70 % celotne združbe makroinvertebratov (Slika 33).



Slika 33. Delež vrste *Lumbriculus variegatus* po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja

4.4.4 Prehranski deleži makroinvertebratske združbe

V analizo smo zajeli 37 taksonov, ki so jim po Fauna Aquatica Austriaca (Moog, 1995), dodeljene vrednosti znotraj prehranske skupine.



Slika 34. Prehranski deleži makroinvertebratske združbe po posameznih vzorčnih mestih v različnih obdobjih vzorčenja

Iz Slike 34 je razvidno, da so na vseh vzorčnih mestih po načinu prehranjevanja prevladovali detritivori, ki so bili najvišje zastopani na drugem vzorčnem mestu 3. vzorčenja z 91,3 %. S precej nižjim odstotkom sledijo prehranske skupine plenilcev, strgalcev, drobilcev, ter najslabše zastopana skupina filtratorjev.

V času 1. vzorčenja sta poleg prevlade prehranske skupine detritivorov, na tretjem vzorčnem mestu visoko zastopani tudi dve drugi prehranski skupini, in sicer strgalci z 20,8 % in drobilci z 12,5 %. Ta dva odstotka predstavljata najvišjo zastopanost omenjenih prehranskih skupin v času celotnega vzorčenja. Osebkov, ki so po načinu prehranjevanja filtratorji, je bilo v času tega vzorčenja zelo malo, le okoli 1 %.

V času 2. vzorčenja je poleg velike prevlade detritivorov, tudi večje število plenilskih osebkov, in sicer na prvem vzorčnem mestu 16,7 % in na tretjem 18,7 %. Na prvem in drugem vzorčnem mestu so skupine drobilcev, strgalcev in filtratorjev zastopane le okoli 1 %, višji je le delež strgalcev na tretjem vzorčnem mestu z 5,2 %.

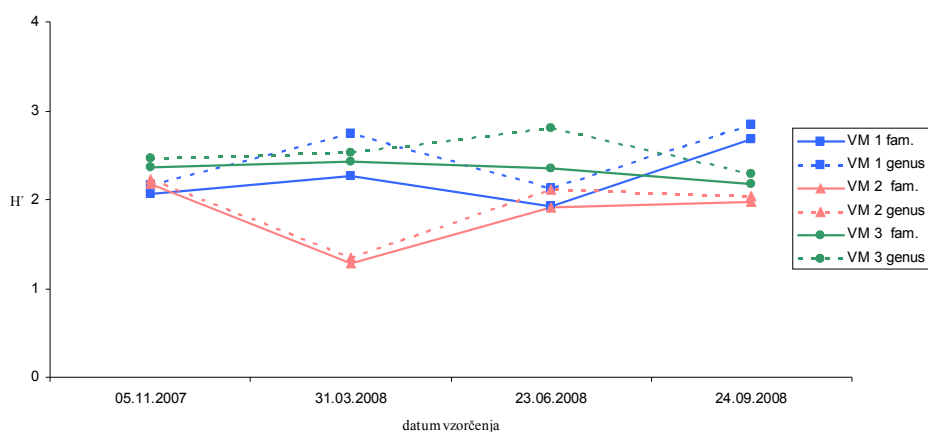
V času 3. vzorčenja je na drugem vzorčnem mestu najvišji delež detritivorov (91,3 %). Na vseh treh vzorčnih mestih je zelo nizek delež plenilcev in drobilcev – okoli 2 % vseh

osebkov na posameznem vzorčenem mestu. Na prvem in tretjem vzorčnem mestu so dobro zastopani strgalci z 12,7 % in 13,9 %, v primerjavi z ostalimi vzorčnimi mesti v času vzorčenja pa je na drugem in tretjem mestu bilo ugotovljeno višje število osebkov, ki se prehranjujejo s filtracijo, in sicer na obeh vzorčnih mestih okoli 4 %.

V času 4. vzorčenja prav tako kot na vseh ostalih vzorčenih mestih v času vzorčenja prevladajo osebki, ki so po načinu prehranjevanja detritivori.

4.4.5 Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks

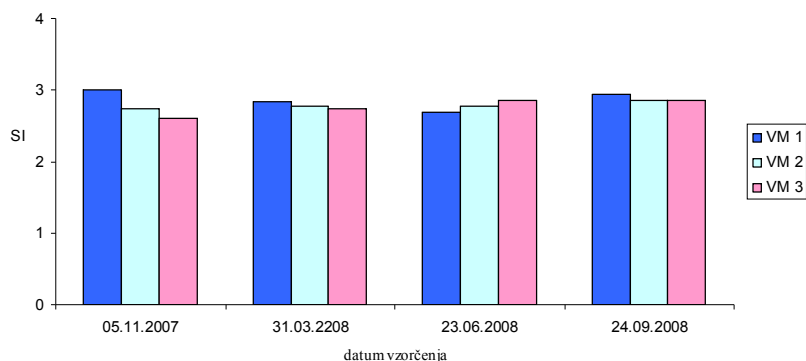
Vrednosti diverzitetnega indeksa se v času vzorčenja na posameznih vzorčnih mestih niso veliko spreminjale, največja sprememba je na prvem vzorčnem mestu iz izračunane vrednosti 2,72 na 3,43. Najvišjo vrednost diverzitetnega indeksa H' je imelo tretje, najnižjo pa drugo vzorčno mesto (Slika 35).



Slika 35. Vrednosti Shannon–Wienerjevega diverzitetnega indeksa na teh vzorčnih mestih v času vzorčenj za nivo družin in nivo rodov

4.4.6 Saprobní indeks

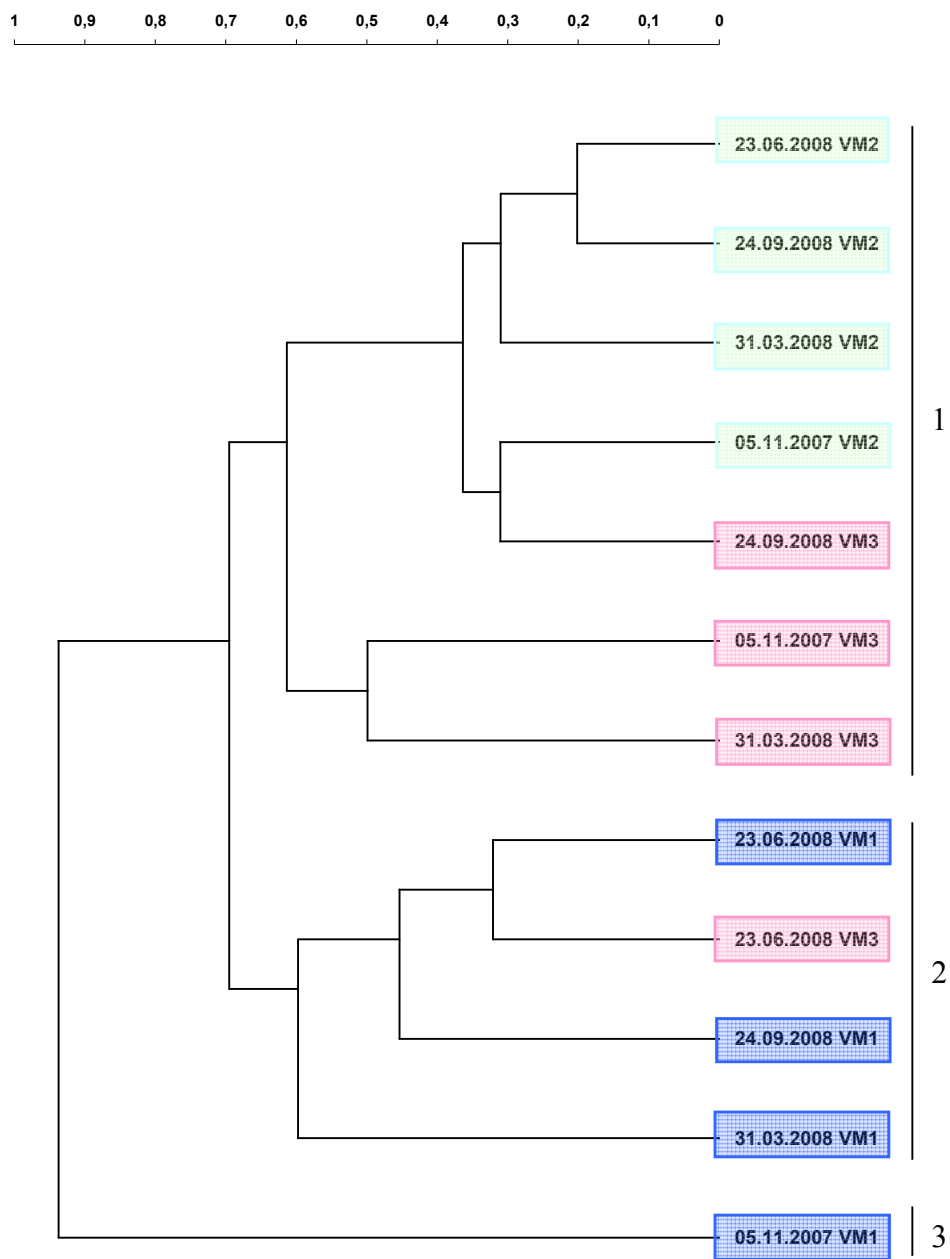
Vrednosti saprobnega indeksa se med vzorčnimi mesti v času vzorčenj niso veliko razlikovale in so se gibale okoli vrednosti 2,75. Najvišjo vrednost saprobnega indeksa (3,00) smo izračunali na prvem vzorčnem mestu v času 1. vzorčenja, najmanjšo (2,60) pa na tretjem vzorčnem mestu 1. vzorčenja (Slika 36).



Slika 36. Vrednosti saprobnega indeksa na teh vzorčnih mestih v času vzorčenj

4.4.7 Klasterska analiza makroinvertebratske združbe

Pri analizi združbe makroinvertebratov smo na podlagi dendrograma klasterske analize razvrstili vzorce v tri klastre - dve skupini in eno popolnoma samostojno vzorčno mesto. Prvo skupino predstavljajo vsi vzorci nabrani na drugem vzorčnem mestu in trije vzorci, nabrani na tretjem vzorčnem mestu v času 1., 2. in 4. vzorčenja. Drugo skupino predstavljajo trije vzorci iz prvega vzorčnega mesta v času 2., 3. in 4. vzorčenja. Tretjo skupino predstavlja popolnoma samostojna enota en vzorec prvega vzorčnega mesta v času 1. vzorčenja (Slika 37).



Slika 37. Dendrogram različnosti združbe makroinvertebratov v času vzorčenja

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Diplomsko delo je obsegalo vzorčenje v obdobju enega leta, v katerem smo zajeli štiri letne čase, vzorčili smo na izbranih treh vzorčnih mestih. Izbrali smo jih tako, da bi čimbolj zajeli heterogenost združbe v rečni akumulaciji. Za določitev heterogenih dejavnikov, ki pogojujejo samo združbo, je prvi del diplomskega dela obsegal določitev hidroloških, fizikalnih in kemijskih parametrov.

Globina vode v rečni akumulaciji se spreminja z dnevno dinamiko delovanja hidroelektrarne Medvode in gorvodne hidroelektrarne Mavčiče, ob povečani porabi električne energije, se poveča tudi pretok na hidroelektrarni Medvode (ARSO, 2009), in tako se globina Zbiljskega jezera, ki služi kot zadrževalni bazen, zmanjša. Izmerjene globine tako predstavljajo trenutno globino izbrane točke v akumulaciji.

V času 1. vzorčenja (razen na enem vzorčnem mestu), 2. in 4. vzorčenja je bila prosojnost vode velika, saj je bila vidljivost do dna, v času 3. vzorčenja, pa smo na vseh treh vzorčnih mestih izmerili Secchijevo globino okoli 2 m, posledica so obline in dolgotrajne padavine v obdobju pred vzorčenjem in kljub temu, da je bilo vzorčenje opravljeno 10 dni po zadnjih padavinah, je bila voda še delno kalna.

Temperatura se med posameznimi vzorčnimi mesti v času vzorčenja ni bistveno razlikovala, vendar pa na vzorčenih mestih ni bila izmerjena istočasno, ampak v različnih delih dneva. Zaradi nizke globine in dnevne dinamike hidroelektrarne ni prišlo do vzpostavitve poletne stratifikacije ali zimskega izenačenja temperatur po vertikali. V primerjavi z meritvami, ki jih je na Zbiljskem jezeru izvedel ERICo leta 2006, je temperatura v času 4. vzorčenja višja tudi za 7 °C. Temperature Zbiljskega jezera so bile v času naših vzorčenj po podatkih HE Medvode čez celo leto nižje od povprečja, krive so nižje poletne temperature ozračja in velike količine padavin v zgodnjih poletnih mesecih.

Zaradi nizkih temperatur in kalnosti, ki je posledica padavin, je bila v času 4. vzorčenja tudi manjša razrast makrofitov.

Koncentracija v vodi raztopljenega kisika se spreminja dnevno in sezonsko, je pogojena s temperaturo, atmosferskim tlakom, turbulenco in razmerjem med primarno produkcijo in respiracijo. V času našega vzorčenja so se koncentracije kisika gibale od 8 do 14 mg/L. Vsako vzorčenje smo začeli v dopoldanskih urah na prvem vzorčnem mestu, kjer so bile vedno izmerjene najnižje temperature vode. A na koncentracijo kisika v vodi, je večji vpliv imela fotosintezna aktivnost primarnih producentov, saj je bila izmerjena vrednost višja na drugem in tretjem vzorčnem mestu, kjer so bile prisotne številne alge in makrofiti. Pričakovali bi manjšo koncentracijo kisika ob usedlinah zaradi povečane respiracije bentoških živali in redukcijske razgradnje organskih snovi, a ker je globina akumulacije zelo nizka in je razrast makrofitov prisotna do dna, anoksij ob dnu nismo izmerili.

Nasičenost vode s kisikom je bila v času vseh vzorčenj najnižja na prvem vzorčnem mestu, višja na drugem in najvišja na tretjem vzorčnem mestu, kar sovпада s trendom dvigovanja temperature. V času vseh vzorčenj na vseh vzorčnih mestih, razen dveh (prvi vzorčni mesti v času 1. in 3. vzorčenja), presega nasičenost vode s kisikom 100 %, kar pomeni, da je bila primarna produkcija v vodi večja od respiracije.

Vrednosti **elektroprevodnosti** vode, ki smo jih izmerili so bile najnižje v času 2. vzorčenja, nato je opazen trend dvigovanja z letnimi časi in v času 1. vzorčenja so bile vrednosti najvišje. Najvišjo vrednost v času jeseni bi lahko pripisali razgradnji listja in alg, ki se posledično zaradi pomanjkanja svetlobe (zaradi obsežne razrasti makrofitov) dvignejo na površino in razgradnji snovi na splošno v primerjavi s primarno produkcijo. Elektroprevodnost vode v akumulaciji je bila med 200 in 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Izmerjeni **pH** se ni veliko spreminjal, povprečna vrednost je znašala 7,6. Na spremembe pH lahko vplivajo prisotni efluenti ter fotosintezna aktivnost in respiracija primarnih producentov.

Biokemijska potreba po kisiku po sedmih dneh je na prvem in drugem vzorčnem mestu v času vseh vzorčenj presegala vrednost 2 mg/L, ki naj bi bila značilna za neobremenjene vodotoke. Vrednosti BPK₇ za tretje vzorčno mesto pa so v času vseh vzorčenj (razen v času 4. vzorčenja) nižje od 2 mg/L.

Vrednosti koncentracij **nitratnih ionov**, ki smo jih določili presegajo 1 mg/L, v enem primeru tudi 10 mg/L. Ker se na desnem bregu v območju vzorčenja nahaja skupina stanovanjskih hiš brez ustrezne kanalizacijske infrastrukture in se gorvodno od vzorčnih mest nahaja veliko obdelovalnih površin, lahko tem dejavnikom pripišemo vpliv višjih koncentracij nitratnih ionov.

Z metodo, ki smo jo uporabljali za določanje **ortofosfatnih ionov**, je spodnja meja pri določanju 0,1 mg/L. V vseh vzorcih vode je bila koncentracija ortofosfatnih ionov v času vzorčenja pod mejo detekcije določanja. Vendar kemijsko dokazana odsotnost ortofosfatnih ionov ne pomeni samo odsotnost fosforja v akumulaciji. Celokupni fosfor v jezeru sestavljata poleg ortofosfatnih ionov še raztopljeni in partikulirani fosfor, katerih vrednosti nismo merili. Ker je fosfor esencialen element za rast alg in makrofitov, se hitro porablja za primarno produkcijo. Koncentracije celokupnega fosforja in koncentracija fitoplanktona sta lahko nizki v jezerih z obsežno makrofitsko biomaso in produkcijo (Brenner in sod., 1999). Ker se v Zbiljskem jezeru vsakoletno pojavlja velika biomasa makrofitov, predvsem vrste *Elodee canadensis*, in alg, lahko sklepamo, da je fosfor prisoten, omogoča tako bujno razrast in ga zaradi same porabe nismo zaznali.

Kljub temu, da vrednosti ortofosfatnih ionov nismo zaznali, lahko sklepamo glede na veliko sedimentacijo in visoko koncentracijo nitratnih ionov, na visoko trofično stopnjo Zbiljskega jezera, saj jezerskih ekosistemov ne moremo vedno uvrstiti v individualno kategorijo trofične stopnje, ker lahko nekateri dejavniki, ki opredeljujejo evtrofičnost jezera, kažejo na različne trofične stopnje (Škute in Paidere, 2004). Rezultati analiz za monitoring vode v akumulaciji, ki jih je izdelal ERICo (Ramšak, 2006), po priporočilih OECD, uvrščajo akumulacijo HE Medvode med evtrofna jezera.

S sušenjem vzorcev vode smo določili vrednosti **sušine**, le-te so se med vzorčnimi mesti v času vzorčenj precej razlikovale, med vzorčnimi mesti v času posameznega vzorčnega

mesta pa ni bilo opaziti trendov. Najvišje vrednosti sušine smo določili v času 4. vzorčenja, najverjetneje na račun kalnosti, ki je bila prisotna na vseh vzorčnih mestih.

Vrednosti **skupnih suspendiranih snovi** smo izmerili le za 3 vzorčenja, saj zaradi metodološke napake (masa posušenega filter papirja skupaj s skupnimi raztopljenimi snovmi manjša kot masa posušenega filter papirja) nismo ugotovili vrednosti za pomladno vzorčenje. Največje vrednosti so se pojavljale v času 2. vzorčenja, na tretjem vzorčnem mestu tudi preko 20 mg/L. Vrednosti skupnih suspendiranih snovi v Rezultatih analiz za monitoring vode v akumulaciji, ki jih je izdelal ERICo (Ramšak, 2006) za HE Medvode, so bile nizke, v povprečju 3 mg/L. Ker se vrednosti **koncentracij anorganskih snovi** metodološko povezujejo s skupnimi suspendiranimi snovmi, nimamo vrednosti za pomladno vzorčenje. Vrednosti anorganskih snovi so bile nizke, tudi pod 1 mg/L.

Drugi del diplomskega dela je obsegal biološko analizo, in sicer vzorčenja makroinvertebratov usedlin, torej združbe, ki živi v samih usedlinah rečne akumulacije in na površni usedlin.

V času vzorčenja smo na vseh vzorčnih mestih skupaj določili 52 taksonov, do vrste 28. Na drugem vzorčnem mestu smo našli 38 taksonov, na drugem in tretjem vzorčnem mestu pa 43. Med posameznimi sezonskimi vzorčenji se je število taksonov najbolj spreminjalo na prvem vzorčnem mestu, in sicer med 12 in 32 taksoni, na drugem se število ni spreminjalo, saj smo določili 26 oz. 27 različnih taksonov, na tretjem vzorčnem mestu pa je bilo število taksonov med 26 in 30.

V času prvega vzorčenja smo določili 36 taksonov, v času drugega 35, v času tretjega 42 taksonov in 39 taksonov v času četrtega vzorčenja.

Medtem, ko se število taksonov med vzorčnimi mesti v času posameznega vzorčenja ni veliko razlikovalo, pa so bile velike razlike med števili osebkov. Tako je bilo na prvem vzorčnem mestu ugotovljeno ~229200 osebkov na m², na tretjem ~1074600 in na drugem ~499000 osebkov na m². Največja razlika v času posameznega vzorčenja je bila v času 1. vzorčenja, ko smo na prvem vzorčnem mestu ugotovili le ~4600 osebkov, na drugem

vzorčnem mestu pa ~ 236000 osebkov na m^2 . Ker smo na posameznih vzorčnih mestih vzorčili po prečnem profilu akumulacije in smo poskušali zajeti čim več heterogenih dejavnikov, ki pogojujejo združbo makroinvertebratov, so se med posameznimi vzorčnimi mesti pokazali velike razlike v številu osebkov.

Prvo vzorčno mesto je bilo po številu osebkov najslabše zastopano, od jeseni proti poletju pa se število osebkov zvišuje. To najvišje ležeče vzorčno mesto v akumulaciji pogojujejo hitrejši tok, odsotnost mulja in organskega substrata, ter odsotnost makrofitov. Posledično je število osebkov nižje zaradi večje giblivosti substrata in odsotnosti hrane. Skupno prevladujejo taksoni: med Oligochaeta: Tubificidae–brez lasastih ščetin in med Diptera: Tanytarsini in Chironomini, vendar so v času 1. vzorčenja skoraj odsotni. V primerjavi z ostalima vzorčnima mestoma se na tem vzorčnem mestu pojavlja najvišja zastopanost taksona Gastropoda z vrstama *Sadleriana fluminensis* in *Radix balthica*, saj je tukaj pretok večji.

Na drugem vzorčenem mestu je bilo ugotovljeno največje število osebkov ter tudi največje število različnih taksonov. Najmanjše število osebkov je bilo ugotovljeno v času 1. vzorčenja, večje je pomladi, poleti se zmanjša. Drugo vzorčno mesto na najširšem profilu akumulacije je tudi glede habitatov najbolj heterogeno. Tok, ki je močno prisoten na levem bregu, je na desnem skoraj popolnoma odsoten. Dno na desnem bregu je zamuljeno, prisotna je velika razrast makrofitov, na levem bregu pa je odsotna. Najbolj zastopani taksoni so med Oligochaeta: Tubificidae–brez lasastih ščetin in Tubificidae–z lasastimi ščetinami. Na tem vzorčnem mestu se v primerjavi z ostalima vzorčnima mestoma v visokem številu pojavljata vrsta *Asellus aquaticus* in takson *Chironomus* sk. *plumosus*.

Tako kot na drugem vzorčnem mestu, sta bila tudi na tretjem vzorčnem mestu taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin in Tubificidae–z lasastimi ščetinami visoko zastopana, predvsem v času 4. vzorčenja. Večji del prečnega profila, ki zajema tretje vzorčno mesto se nahaja na območju, kjer se tok v sami akumulaciji razcepi in obide desni breg. Tako je za to vzorčno mesto značilna odsotnost toka (ta se nahaja le tik ob levem bregu), velika razrast makrofitov in alg, zamuljeno dno in osončenost akumulacije preko celega dne. Na tem vzorčenem mestu je bila velika prisotnost vrste *Asellus aquaticus* in v primerjavi z ostalima dvema vzorčnima mestoma prisotnost vrst iz taksona Hirudinea: *Hellobdella stagnalis*, predvsem v času 1. in 2. vzorčenja.

Taksoni, ki so se pojavljali v akumulaciji in so obsegali več kot 1 % makroinvertebratske združbe so bili: Oligochaeta, s 69,7 % deležem celotne združbe, sledi takson Diptera 16,2 %, ostali taksoni pa imajo manj kot 10 % delež: Isopoda, Hirudinea, Turbellaria, Ephemeroptera in Amphipoda.

Nižji taksoni iz višjega taksona Oligochaeta, za katere je bil ugotovljen najvišji delež in skupaj predstavljajo 97 % vseh maloščetincev, so bili Tubificidae–brez lasastih ščetin, Tubificidae–z lasastimi ščetinami in *Lumbriculus variegatus*. Sezonsko ni opaziti trendov, razvidna pa sta za taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin, Tubificidae–z lasastimi ščetinami, minimum v času 1. vzorčenja v številu osebkov in vrh v času 4. vzorčenja. Sklepamo, da so dobljeni rezultati posledica gručastega razporejanja organizmov v usedlinah. Med posameznimi vzorčenimi mesti izstopa prvo vzorčno mesto, kjer je abundanca zgoraj omenjenih taksonov zelo nizka, najverjetneje zaradi drugačnega substrata (droben, premikajoč se pesek), odsotnosti detrita in manjše količine organskih snovi. Schenková in Komárek (1999) sta na porečju reke Morave na Češkem ugotovila, da na razporeditev maloščetincev vplivajo tip substrata, nadmorska višina in širina vodotoka. Kljub temu, da ima takson Oligochaeta široko ekološko valenco, pa določene družine kažejo povezavo z določenim tipom okolja. Za ostale parametre: razdalje od vira, pH, vsebnost kisika, globine in elektroprevodnosti, sta ugotovila, da je njihov vpliv na razporeditev maloščetincev statistično neznačilen.

Takson dvokrilcev (Diptera) je bil z družino Chironomidae drugi najvišje zastopan takson. Najvišje zastopana sta bila dva nižja taksona: Chironomini in *Chironomus* sk. *plumosus*, sledijo Orthocladinae in Tanytarsini, ostali nižji taksoni pa so bili slabše zastopani. Pri taksonih Chironomini, *Chironomus* sk. *plumosus* in Tanytarsini je opaziti nizko število osebkov v času 1. in 2. vzorčenja, v času tretjega se močno poveča. Številčnost upade v času 4. vzorčenja. Sklepamo, da so dobljeni rezultati posledica gručastega razporejanja organizmov v usedlinah in vrstno odvisnega časovnega obdobja izletanja iz vode. Ličinke taksona Chironomidae imajo visoko toleranco na ekološke ekstreme kot npr. slanost, temperaturo in odsotnost kisika. Ličinke nižje vrednosti kisika v vodnem okolju ali celo anoksijo preživijo, ker imajo večjo količino hemoglobina kot druge vrste, ki ima visoko afiniteto za kisik. To posebno obliko hemoglobina imajo vsi predstavniki taksona

Chironomini in nekateri znotraj taksonov Tanypodinae in Orthocladiinae (Armitage in sod., 1994).

Zaradi specifičnih razmer v rečni akumulaciji, kot so močno neenakomerno spreminjanje vodostaja, spremembe v razmerju plinov in potencialnih anoksijah ob usedlinah, kompeticiji, odsotnosti svetlobe (zaradi bujne razrasti makrofitov in povečane kalnosti zaradi povečanega vnosa in razgradnje organskih snovi ter kalnosti ob padavinah), potencialni onesnaženosti s polutanti, ki se spirajo s kmetijskih površin gorvodno na prispevnih območjih in dokazano visokih koncentracijah toksičnih substanc iz industrije so dejavniki za preživetje organizmov neugodni in se v akumulaciji oblikuje specifična združba. Združba je zelo homogena, prevladujejo določeni nižji taksoni iz višjih taksonov Oligochaeta in Diptera in vrsta *Asellus aquaticus*, ki imajo široko ekološko valenco oz. so specifično prilagojeni na zgoraj omenjene dejavnike.

V rečni akumulaciji so zastopane vse prehranske skupine, ki so po Moog-u razdeljene sedemintridesetim taksonom, ki smo jih vključili v analizo prehranskih deležev. Daleč najvišji delež dosega detritivori, ki v povprečju zastopajo ~80 % osebkov po načinu prehranjevanja na posameznem vzorčenju. Visok delež detritivorov je predvsem zaradi visokega deleža taksona Oligochaeta. Maloščetinci imajo pomembno vlogo v prehranjevalnih verigah v vodnih ekosistemih kot neselektivni detritivori, ki se prehranjujejo z detritom, bakterijami, in organskim materialom. Predstavljajo pa hrano večini vodnih invertebratskih plenilcev (Schenkova in Komárek, 1999). Detritivorom sledita prehranski skupini strgalci z v povprečju 8 % in plenilci s 7 % zastopanosti osebkov po načinu prehranjevanja. Najmanjši delež (manj kot 2 %) predstavljajo filtratorji, predvsem zaradi odsotnosti večjega pretoka.

Za vrednotenje kakovosti voda smo uporabili več metod. Za določanje diverzitete makroinvertebratske združbe Zbiljskega jezera smo uporabili **Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks**. Izračunali smo ga za nivo družin in nivo rodov. Z njim smo glede na strukturo združbe posameznega vzorčnega mesta izračunali vrednost diverzitetnega indeksa. Kljub temu, da fizikalni in kemijski parametri kažejo na obremenjenost rečne akumulacije, je bila diverziteta makroinvertebratske združbe visoka. Z načinom vzorčenja

smo vzorčili organizme v usedlinah in na površini usedlin. Tako smo zajeli zelo strukturiran življenjski prostor – usedline s koreninskim makrofitskim sistemom in površino usedlin s pripadajočimi makrofiti in organizmi na njih, torej številne raznolike ekološke niše.

Za vse vzorce za vsa vzorčna mesta za nivo rodov so vrednosti indeksa višje, za nivo družin pa je indeks nižji, med obema izrisanima krivuljama (Slika 35) za oba nivoja je opazen trend za posamezno vzorčno mesto. Potrebno je upoštevati, da so velik del združbe sestavljale sistematsko in taksonomsko težavne skupine.

Drugi indeks, ki smo ga uporabili za vrednotenje voda je **saprobni indeks**. Vrednosti saprobnega indeksa uvrščajo prvo vzorčno mesto (z izjemo vrednosti indeksa, izračunanega za 3. vzorčenje, ki uvršča vzorčno mesto v 2. – 3. kakovostni razred s srednjo obremenjenostjo vodotoka) v 3. kakovostni razred s srednjo do močno obremenitvijo. V isti razred uvrščajo vrednosti saprobnega indeksa drugo vzorčno mesto in prav tako tudi tretje (z izjemo vzorčenega mesta v času 1. vzorčenja, katerega vrednosti saprobnega indeksa uvrščajo v 2. – 3. kakovostni razred s srednjo obremenjenostjo vodotoka). Po Monitoringu kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji v letih 2000 - 2006 je Agencija RS za okolje za reko Savo na vzorčnem mestu Sava Medno (najbližje dolvodno merilno mesto od HE Medvode) ocenila kemijsko stanje po zahtevah iz Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda za obdobje od 2003 – 2006 kot dobro, v letu 2002 pa je bila ugotovljena prisotnost živega srebra v sedimentu. Po bioloških ocenah kakovosti površinskih vodotokov Slovenije v letu 2005 pa se merilno mesto Sava Medno uvršča v 2. kakovostni razred.

S pomočjo Bray-Curtisovega indeksa podobnosti smo razvrstili posamezne vzorce makroinvertebratske združbe v času vzorčenj v podobnostne skupine. Klasterska analiza je pokazala, da je prvo vzorčno mesto v času prvega vzorčenja po sestavi makroinvertebratske združbe najbolj različno od ostalih vzorčnih mest. V času prvega vzorčenja smo na tem mestu določili najmanjše število organizmov, kljub temu, da se bistveno ne razlikuje po fizikalnih in kemijskih parametrih od ostalih vzorčenj na tem vzorčnem mestu. Pričakovali smo večjo podobnost med njimi. Najbolj so si podobni trije vzorci z drugega vzorčnega mesta nabrani v času 2., 3. in 4. vzorčenja znotraj prvega klastra, kar je na podobne fizikalne in kemijske

dejavnike pričakovano. Znotraj drugega klastra sta si najbolj podobna 1. in 3. vzorčno mesto v času 3. vzorčenja, čeprav sta si po substratu in hitrosti toka vzorčni mesti zelo različni, je podobnost najverjetneje posledica zelo podobnih fizikalnih in kemijskih parametrov na obeh mestih.

5.2 SKLEPI

Rečna akumulacija HE Medvode ima zaradi velikih nanosov drobnega substrata in kopičenja mulja nizko globino. Zaradi dinamike dejavnosti hidroelektrarne se značilna poletna stratifikacija ne vzpostavi. Zaradi velike količine organskih snovi in prosojnosti vode se na Zbiljskem jezeru pojavlja velika razrast makrofitov, predvsem vrste *Elodea canadensis*.

Prisotna je visoka razgradnja organskih snovi, ki rezultira v anoksiji. To je vidno v pozno poletnem času, ko odmrejo nitaste alge kot perifiton in se združujejo na površini s planktonskimi algami, kjer odmirajo.

Skupaj smo določili 52 taksonov, do vrste smo jih uspeli določiti le 28, saj je večina skupin za nespecialiste taksonomsko zelo zahtevna.

Med tremi izbranimi vzorčnimi mesti so se pojavljale velike razlike v številu osebkov, Skupno število osebkov na m² je bilo največje v času 4. vzorčenja (512444), na posameznem vzorčnem mestu je bilo najvišje število drugem vzorčnem mestu 3. vzorčenja (304444), najmanjše pa na prvem vzorčnem mestu 1. vzorčenja (4622). Združbo so v največjem deležu zastopali taksoni Oligochaeta (nižja taksona Tubificidae–brez lasastih ščetin in Tubificidae–z lasastimi ščetinami ter vrsta *Lumbriculus variegatus*), Diptera (z nižjim taksonom Chironomini) in takson Isopoda (z vrsto *Asellus aquaticus*).

Kljub veliki organski obremenitvi rečne akumulacije, je pestrost družbe velika, kar je pokazal Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks. Visoka diverziteteta je predvsem na račun velikega števila ekoloških niš, ki jih zagotavljajo makrofiti.

Vrednosti **saprobnege indeksa** uvrščajo prvo vzorčno mesto v 3. kakovostni razred s srednjo do močno obremenitvijo vodotoka, drugo in tretje pa v 2. – 3. kakovosti razred s srednjo obremenjenostjo vodotoka.

V akumulaciji so po načinu prehranjevanja prevladovali detritivori, predvsem zaradi visokega deleža taksona *Oligochaeta*. Sledijo jim s precej nižjim deležem strgalci in plenilci, drobilcev in filtratorjev pa je bilo zelo malo.

Klasterska analiza združbe je pokazala večjo podobnost med istimi vzorčnimi mesti, kot pa med posameznimi časi vzorčenj, izstopa pa prvo vzorčno mesto v času 1. vzorčenja, ki je popolnoma samostojna skupina.

6 POVZETEK

Rečna akumulacija HE Medvode, imenovana Zbiljsko jezero, je ena izmed akumulacij v srednjem toku reke Save. Ob izgradnji pregrade in s tem upočasnitvijo toka reke se je močno povečala sedimentacija, s tem pa tudi kopičenje toksičnih snovi (iz gorvodnih industrijskih obratov) v sedimentu. Zaradi ugodnih razmer in kopičenja hranil se je po spodnjem delu akumulacije močno razrasla invazivna rastlinska vrsta *Elodea canadensis*, ki negativno vpliva na jezerski ekosistem in delovanje hidroelektrarne.

Namen naše naloge je bilo ugotoviti trenutno stanje bentonske združbe v Zbiljskem jezeru, ki je posledica dogajanj višje nad akumulacijo in akumulacijo HE Mavčiče. Terenski del raziskave je potekal v letih 2007 in 2008, obsegal je 4 vzorčenja. Vzorčili smo vzdolž Zbiljskega jezera na izbranih treh vzorčnih mestih iz desnega na levi breg na določenih profilih, ki se razlikujejo po heterogenosti substrata, smeri in hitrosti toka ter kemijskih posebnosti. Vzorčili smo naključno vzdolž profila z desetkratnim zajemom z Ekmanovim grabilcem.

Zaradi nizke globine akumulacije in dnevne dinamike hidroelektrarne v času naših raziskav ni prišlo do poletne temperaturne stratifikacije, koncentracije kisika so bile najvišje na tretjem vzorčnem mestu, kjer smo koncentracijo merili v zgodnjih popoldanskih urah in je velika razrast makrofitov (in s tem velika fotosintezna aktivnost). Skoraj na vseh vzorčnih mestih je bila izmerjena več kot 100 % nasičenost vode s kisikom, kar pomeni, da je bila primarna produkcija v vodi večja od respiracije. Izmerjene vrednosti nitratnih ionov so se gibale okoli 6 mg/L, koncentracije ortofosfatnih ionov pa so bile pod mejo detekcije uporabljene metode (0,1 mg/L).

V naši raziskavi smo skupno evidentirali 52 taksonov, zaradi sistematsko in taksonomsko težavnih skupin, smo jih do vrste uspeli določiti le 28. Najvišje število taksonov in največje skupno število osebkov na m² posameznega vzorčenja je bilo ugotovljeno v času 4. vzorčenja (39 taksonov in ~512500 osebkov), najnižje število taksonov in osebkov pa v času 2. (35 taksonov in ~378700 osebkov). V vseh vzorčenjih je prevladoval takson *Oligochaeta*, z najvišjim odstotkom (66,9 %) v času 2. vzorčenja.

V bentonski združbi Zbiljskega jezera so prevladovali nižji takson Tubificidae–brez lasastih ščetin in vrsti *Lumbriculus variegatus* in *Asellus aquaticus*, ki so skupaj lahko predstavljali tudi 70 % celotne združbe na posameznem vzorčnem mestu.

Za vrednotenje kakovosti voda smo uporabili dve metodi, Shannon–Wienerjev diverzitetni indeks in saprobni indeks. Prvega smo izračunali za nivo družin in nivo rodov. Vsi vzorci (razen enega) za vsa vzorčna mesta za nivo rodov uvrščajo kakovost vodnega okolja rečne akumulacije med malo obremenjene vodotoke in so vrednosti indeksa višje. Za nivo družin pa je indeks nižji in tako prvo ter tretje vzorčno mesto opredeljuje kot malo obremenjen vodotok, drugo vzorčno mesto pa za vse vzorce (razen enega) med srednje obremenjene. Vrednosti saprobnega indeksa uvrščajo prvo vzorčno mesto (z izjemo 3. vzorčenja), drugo in tretje vzorčno mesto (z izjemo 1. vzorčenja) v 3. kakovostni razred s srednjo do močno obremenitvijo.

V analizo prehranskih deležev makroinvertebratske združbe smo zajeli 37 taksonov, kateri so po Moog-u razdeljeni v prehranske skupine. Daleč najvišji delež dosegajo detritivori, ki v povprečju zastopajo ~80 % osebkov po načinu prehranjevanja na posameznem vzorčenju. Visok delež detritivorov je predvsem zaradi visokega deleža taksona *Oligochaeta*. Ostale prehranske skupine so zastopane z nizkim deležem (pod 10 %).

Z dendrogramom podobnosti na podlagi Bray-Curtisovega indeksa podobnosti smo razvrstili posamezne vzorce makroinvertebratske združbe v času vzorčenja v podobnostne skupine in prikazali največjo podobnost vzorcev z drugega vzorčnega mesta v času 3. in 4. vzorčenja.

7 VIRI

- Armitage D. in sod. 1995. The Chironomidae: Biology and Ecology of Non biring Midges, Springer, Berlin: str. 1-7
- Bauernfeind E., Humpesch U.H. 2001. Die Eintagsfliegen Zentraleneuropeas (Insecta: Ephemeroptera): Bestimmung und Okologie. Wien, AV – Druck: 96 str.
- Bricelj M. 1991: Reka in človek – Sava. Državna založba Slovenije, Ljubljana: 84 str.
- Brinkhurst R. O., 1963. A guide for identification of British Aquatic Oligocheta, Freshwater biological association, scientific publication No. 22, University of Liverpool: 55 str.
- Bole J. 1969. Ključi za določevanje živali; Mehkužci (Mollusca). Ljubljana, Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani, Društvo biologov Slovenije: 115 str.
- Burja A. in sod. 2002. Življenje ob Savi pred in po dograditvi hidroelektrarne v Medvodah. Zgodovinsko društvo Medvode: 41 str.
- Ećimović T., Jan J., Vrhovšek D. 1998. Slovenija včeraj – danes – jutri, gospodarjenje z vodo, izziv za generacijo Slovencev v tretjem tisočletju. Slovensko ekološko gibanje, Inštitut za klimatske spremembe, Ljubljana, str 38-39.
- Elliott J. M., 1979. A key to the larvae and adults of British freshwater: Megaloptera and Neuroptera, Freshwater biological association, Scientific publication No. 35: 70 str.
- Firbas P. 2001. Vsa slovenska jezera : leksikon slovenskih stoječih voda. Državna založb Slovenije, Ljubljana: 344 - 346 str.
- Giller P.S. Malmqvist B. 1998. The biology of Streama and Rivers. Biology of habitats. Oxford University press Inc., New York: 296 str
- Gloer P. 2002. Die suswassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. Zbirka Die tierwelt Deutschlands, 73. del, 2. predelana izdaja. Bonn, Založba Conchbooks: 327 str.
- Hutchinson E. 1975. A treatise on limnology. Volume I. Part 2. Chemistry of lakes. John Wiley & sons, Canada: 1015 str.

- Javeršek M. 2007. Odstranjevanje vodnega rastlinja iz Zbiljskega jezera. Savske elektrarne Ljubljana, Medvode: 7 str.
- Kambič A. 2001. Vplivi na kakovostno obremenitev Zbiljskega jezera. Diplomski naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Hidrotehnična smer, 56 str.
- Karaman G. S., 1996. Crustacea-Amphipoda di aqua dolce. Fauna d'Italia. Edizioni Calderini Bologna: 121 str.
- Klemenčič T. 2004. Sezonske spremembe planktonske združbe v rečni akumulaciji Ptuj. Diplomski naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 60 str.
- Kryžanowski A. 1996. Sanacija Zbiljskega jezera. Savske elektrarne Ljubljana, Medvode: 6 str.
- Moog O. (ur.) 1995. Fauna Aquatica Austriaca. Lieferung Mai/95. Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land und Forstwirtschaft, Wien.
- Naravovarstveni atlas Slovenije. 2003. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje.
- Nesemann H. 1997. Egel und Krebssegel Österreichs. Ersten Vorarlberger Malakologischen Gesellschaft, Rankweil.
- Ols Eggers L., Martens A. 2001. Lauterbornia, A key to the freshwater Amphipoda (Crustacea) of Germany, BIOSIS, Germany
- Praprotnik T. 1996. Pokrajinski in socialno – ekološki vidiki preobrazbe okolja Medvod. Diplomski naloga. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo, 35 str.
- Ramšak R. 2006. Rezultati analiz za monitoring vode v akumulacijskem bazenu HE Medvode za leto 2006. ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave: 24 str.
- Rejic M. 1983. Onesnaževanje in varstvo okolja. Celinske vode. Ljubljana, VTOZD za biologijo BF: 123 str.
- 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.

- Schenková J., Komárek O. 1999. Oligocheta of the Morava river basin: distribution patterns, community composition and abundance. *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun. Vol 25, Biology*: 33-51 str.
- Schenková J., Komárek O., Zahrádková S. 2001. The plausibility of using Oligocheta to evaluate running waters in the Czech republic. *Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun. Vol 27, Biology*, 173 – 187 str.
- Sever M. 2007. Vpliv hidroloških značilnosti na združbo vodnih nevretenčarjev. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 84 str.
- Škute A., Paidere J. 2004. Naturaland cultural processes of eutrophication in Rážna and Zosna lakes. *Acta Biol. Univ. Daugavpils 4 (2)*: 117 – 125 str.
- Tachet H., Richoux P., Bournard M., P. Usseglio-Polatera 2000. *Invertébrés D'eau douce: systematique, biologie, ecologie*. Paris, CNRS Editions. 587 str.
- Tarman K., 1992. Osnove ekologije in ekologija živali, Državna založba Slovenije, Ljubljana: 547 str.
- Urbanič G. 1997. Ključ za določanje družin ličink mladoletnic (insecta: trichoptera) prisotnih v Sloveniji. Sprememnjeno po Waringer & Graf (1997): *Atlas der Österreichischen Köcherfliegenlarven*.
- Urbanič G. 2007. Limnologija in ekosistemi. Navodila za terenske vaje Bohinj 2007. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
- Urbanič G., Toman M.J. 2003. Varstvo celinskih voda. Ljubljana, Študentska založba, Scripta: 94 str.
- Vrhovšek D. 1984. Planiranje akumulacijskih jezer glede na okolje. *Naše okolje*: 43 – 46 str.
- Wegl R. 1983. Index für die Limnosaprobität. *Wasser und Abwasser*, 26: 175 str.
- Wetzel R.G. 2001. *Limnology. Lake and river ecosystems*. Third edition. Academic Press, San Diego, 1006 str.
- Zwick P. 2005. A key to the West Palaeartic genera of stoneflies (Plecoptera) in the larval stage. *Forschungsinstitut Senckenberg. Forschungsstation für Mittelgebirge (marec 2005)*: 38 str.
- Žerjal A. 2006. Poročilo o opravljenem delu. Izmera bazena HE Medvode 2006. *Harpha sea, Koper*: 13 str.

- <http://www.sel.si/index.php?id=23> (marec, 2009)
- <http://www.arso.gov.si/>
- http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Vodno_bogastvo_2tekoce_vode.pdf (januar, 2009)
- http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%c4%8dila/Vodno_bogastvo_0naslovnica.pdf (januar, 2009)
- http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/podrocja/okolje/pdf/upravljanje_voda/zacasni_NUV_II_poglavje.pdf (januar, 2009)
- http://194.249.18.202/slojoomla/index.php?option=com_content&task=view&id=3&Itemid=2 (marec, 2009)

ZAHVALA

Najprej iskrena hvala... mojemu mentorju, prof. dr. Tomanu, za navdih za mojo diplomsko nalogo na samih predavanjih. Hvala za pregled diplomske naloge, za pomoč na terenu in pri izdelavi diplome ter številne strokovne nasvete.

Hvala... doc. dr. Urbaniču za izčrpen pregled diplome.

Hvala... prof. dr. Gaberščikovi za topel in prijazen odnos ter za pregled diplome.

Hvala... prof. dr. Trontlju za pomoč pri določanju pijavk in Draganu za pomoč na terenu in pri analizah v laboratoriju.

Hvala... g. Mirku Javeršku iz HE Medvode, za prijaznost, vso izposojeno literaturo, pomoč pri organizaciji terenov, izposojo plovila, hvala tudi zaposlenim HE Medvode za pomoč na terenu in g. Urošu Koširju, gospodarju Turističnega društva Zbilje, za vse nasvete, izposojo čolna in pomoč na terenu.

Hvala... Maji za vso pomoč pri določanju in da si vedno imela odgovor na vsa moja številna vprašanja in Mojci za pomoč pri določanju

Hvala... moji Sarici in Tinki, za nesebično pomoč in za vse kar spada zraven...

Hvala... vsem mojim puncam, ki so čez vsa študijska leta šle skupaj z mano!

Najlepša hvala... vama, mami in ati, ker sta vedno zaupala vame in sta mi vedno stala ob strani. Da sta me bodrila, motivirala, spodbujala, vodila... Hvala vama, da sem zaradi vaju postala to kar sem! Hvala tudi moji babi in dediju, bratcu in tetki, ker ste vedno verjeli vame, prav tako kot moja starša!

...hvala tebi, Simon, ker me je iskanje skupnih ciljev in sanj, najbolj motiviralo in ker tako močno verjameš vame...

PRILOGE

Priloga A1. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			05.11.2007										
			številu osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 1										
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	0	0	2	2	1	0	1	0	1	0	
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	0	11	3	7	5	5	3	2	3	1	
		<i>Aulodrilus pluriseta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	0	14	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Stylo-drilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylo-drilus heringianus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphonidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	12	0	0	1	4	0	0	0	0	0	
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

se nadaljuje

Priloga A2. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			05.11.2007									
			številu osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 2									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria	Dugesiidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	0	0	0	11	5	0	128	1	0
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	0	0	0	0	4	0	0	4	1	28
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	0	0	0	3	2	0	2	0	2
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	52	101	84	1	40	80	82	92	700	11
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	176	140	156	4	49	176	142	269	352	10
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	36	3	92	2	57	120	3	159	80	54
		<i>Stylodrilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	2	1	1	0	0	0	0	2	1	6
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	0	0	3	1	1	0	0	0	1
	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	3	9	13	6	0	15	3	18	7	140
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

se nadaljuje

Priloga A3. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			05.11.2007										
			številu osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 3										
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Turbellaria	Dugesiidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	3	0	4	2	3	0	19	33	18	
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	1	2	9	0	0	3	0	1	11	40	
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	11	6	0	0	6	0	12	1	4	
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	43	11	7	21	36	26	22	4	80	2	
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	18	18	11	28	47	18	54	6	52	5	
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	16	105	34	42	53	49	65	90	260	147	
		<i>Stylodrilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	14	0	
		<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	3	0	0	0	3	0	0	0	6	10	
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	4	11	55	52	30	16	8	15	0	18	
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	4	
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	

se nadaljuje

Priloga A4. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			31.03.2008									
			število osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 1									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	35	38	0	0	20	0	0	0	0	0
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	160	196	6	23	46	0	0	3	2	7
		<i>Aulodrilus pluriseta</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	54	0	0	3	3	1	1	0	0	2
		<i>Stylodrilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)			0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Glossiphoniidae		<i>Helobdella stagnalis</i>	42	0	4	0	0	0	1	0	0	0
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	4	6	9	0	0	0	0	0	0	1
		<i>Glossiphonia complanata</i>	9	0	2	5	0	0	0	0	0	1
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	1	0	2	0	2	0	0	1	0
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	2	0	
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

se nadaljuje

Priloga A5. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			31.03.2008									
			število osebkov v podvzorcju na vzorčnem mestu 2									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	8	0	4	1	20	0	7	6	18	4
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	0	4	3	3	0	1	1	6	18	4
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	1	0	2	4	3	1	3	0	6	1
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	110	224	34	212	46	234	51	72	15	50
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	145	378	286	296	102	318	159	38	0	87
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	102	525	302	376	138	22	195	204	490	120
		<i>Stylodrilus</i> sp.	0	7	0	0	0	0	0	2	0	0
		<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	2	6	0	1	0	0	0	11	2	6
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0
	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	11	59	28	40	69	3	14	39	44	24
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

se nadaljuje

Priloga A6. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			31.03.2008									
			številu osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 3									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	1	4	0	76	0	2	0	0	0	0
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	3	0	13	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	1	7	14	35	5	3	0	0	74	0
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	30	88	100	5	12	4	2	0	49	12
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	40	34	34	214	1	1	0	0	1	16
		<i>Stylodrilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1
		<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0	5	0	0	6	1
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	8	4	1	12	0	2	0	0	1	0
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	8	21	26	124	0	2	0	0	3	12
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	1	0	0	1	0	3	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hemicleipsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

se nadaljuje

Priloga A7. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			23.06.2008										
			številu osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 1										
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Turbellaria	Dugesiidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	0	0	3	0	1	0	96	0	9	7	
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	0	0	3	0	2	0	399	3	23	3	
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	0	0	1	0	15	0	0	0	
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	1	0	0	0	0	0	3	0	10	2	
		<i>Stylo-drilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Stylo-drilus heringianus</i>	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	2	0	3	1	0	0	
		<i>Stylaria lacustris</i>	21	1	61	3	30	0	78	21	47	0	
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0		
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

se nadaljuje

Priloga A7. (nadaljevanje)

Zbiljsko jezero			23.06.2008									
			število osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 1									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amphipoda	Gammaridae	<i>Synurella ambulans</i>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Gammarus fossarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloen dipterum</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i>	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nemouridae	<i>Protonemura</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Megaloptera	Sialinae	<i>Sialis lutaria</i>	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Coleoptera	Elmidae	<i>Limnus</i> sp. (larva)	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Haliphus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Haliplidae	<i>Brychius elevatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Potambus maculatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Leptoceridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sericostomatidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Brachycentridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polycentropodidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Tanypodinae	5	4	0	0	2	0	7	5	0	3
		<i>Prodiamesa olivacea</i>	0	0	1	0	1	0	35	0	0	3
		Orthoclaadiinae	0	1	17	0	2	0	4	5	5	0
		Tanytarsini	2	0	66	0	0	34	35	19	9	44
		<i>Chironomus</i> sk. <i>thummi</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Chironomus</i> spp.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Chironomini	48	17	70	0	79	0	226	64	15	118
<i>Potthasia</i> sk. <i>longimana</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0		

Priloga A8. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			23.06.2008									
			število osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 2									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	8	2	3	14	4	1	4	0	0
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	2	22	0	5	0	0	4	0	0	0
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	17	4	0	1	0	0	0	0	0
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	94	53	92	58	44	1	262	77	990	308
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	174	85	208	114	114	1	267	41	328	232
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	112	367	276	142	120	0	414	47	51	52
		<i>Stylogrilus</i> sp.	0	0	0	4	1	0	0	0	0	0
		<i>Stylogrilus heringianus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	4	2	8	0	0	0	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	0	6	16	10	88	85	0	5	0	4
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	0	4	5	16	9	12	1	0	0	1
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	6	16	17	2	9	7	6	2	3	4
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

se nadaljuje

Priloga A9. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			23.06.2008										
			številu osebkov v podvzorcju na vzorčnem mestu 3										
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	1	7	10	50	66	8	6	43	110	24	
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	8	23	15	88	29	77	4	68	80	60	
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	0	2	11	8	14	23	11	18	38	76	
		<i>Stylo-drilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylo-drilus heringianus</i>	1	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	16	1	77	2	0	0	8	0	0	0	4
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	1	0	0	6	1	1	1	1	3	2	
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	1	0	1	9	0	1	1	2	0	16	
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	1	4	6	1	1	1	0	0	
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

se nadaljuje

Priloga A9. (nadaljevanje)

Zbiljsko jezero			23.06.2008									
			število osebkov v podvzorcju na vzorčnem mestu 3									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amphipoda	Gammaridae	<i>Synurella ambulans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Gammarus fossarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloen dipterum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i>	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nemouridae	<i>Protonemura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megaloptera	Sialinae	<i>Sialis lutaria</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Coleoptera	Elmidae	<i>Limnus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Haliphus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Haliplidae	<i>Brychius elevatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Potambus maculatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Leptoceridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sericostomatidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Brachycentridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polycentropodidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diptera	Ceratopogonidae		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Tanypodinae	9	3	8	1	1	6	21	3	1	1
		<i>Prodiamesa olivacea</i>	10	3	11	7	5	6	0	5	1	1
		Orthoclaadiinae	10	18	51	1	4	0	42	0	0	15
		Tanytarsini	34	53	27	0	0	108	41	52	0	0
		<i>Chironomus</i> sk. <i>thummi</i>	0	0	0	1	0	0	3	0	2	0
		<i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i>	7	0	4	5	5	4	26	0	166	10
		<i>Chironomus</i> spp.	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0
		Chironomini	127	83	220	4	0	193	353	0	3	1
<i>Potthasia</i> sk. <i>longimana</i>	0	0	1	3	0	2	1	0	0	0		

Priloga A10. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			24.09.2008										
			število osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 1										
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Turbellaria	Dugesidae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	1	1	0	0	0	0	4	0	2	0	
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	1	0	0	0	0	4	2	1	0	0	
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	27	116	31	13	24	8	3	40	35	8	
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	65	118	39	41	28	18	0	14	47	4	
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	2	0	1	0	3	1	1	0	0	0	
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	4	5	28	5	34	18	36	6	8	6	
		<i>Stylodrilus</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	24	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	10	0	0	0	0	0	1	0	2	0	
	Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	10	2	2	0	0	0	3	1	0	0	
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	33	0	2	0	0	0	0	0	0	0	
	Glossiphoniidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	1	3	6	1	4	1	0	2	0	0	
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	2	4	1	0	0	0	0	0	1	0	
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	1	0	0	0	0	0	11	0	0	0	
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	2	0	0	0	0	0	24	0	0	0	
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

se nadaljuje

Priloga A10. (nadaljevanje)

Zbiljsko jezero			24.09.2008									
			število osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 1									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Amphipoda	Gammaridae	<i>Synurella ambulans</i>	1	1	0	0	0	0	6	0	0	0
		<i>Gammarus fossarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	3	5	0	1	0	5	29	1	1	0
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloen dipterum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Nemouridae	<i>Protonemura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megaloptera	Sialinae	<i>Sialis lutaria</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Coleoptera	Elmidae	<i>Limnus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Haliphus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Haliplidae	<i>Brychius elevatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Potambus maculatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoptera	Leptoceridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sericostomatidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Brachycentridae		1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polycentropodidae		1	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Diptera	Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Chironomidae	Tanypodinae	12	2	3	1	4	3	1	4	7	1
		<i>Prodiamesa olivacea</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Orthoclaadiinae	482	0	0	0	1	0	0	0	12	1
		Tanytarsini	111	6	5	5	4	8	1	0	17	1
		<i>Chironomus</i> sk. <i>thummi</i>	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i>	6	48	73	48	0	30	0	38	18	5
		<i>Chironomus</i> spp.	0	0	7	7	0	0	0	0	0	0
		Chironomini	24	9	10	13	24	22	2	31	5	6
<i>Potthasia</i> sk. <i>longimana</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0		

Priloga A11. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			24.09.2008									
			število osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 2									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria	DugesIIDae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	7	0	0	7	0	1	0	19	0	6
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	1	2	0	1	3	0	0	14	0	11
		<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	7	0	0	0	6	0	0	0	0	4
		<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	27	510	1372	78	18	2	1	120	64	18
		Tubificidae – brez lasastih ščetin	48	164	672	212	62	7	0	270	110	72
		<i>Aulodrilus plurisetia</i>	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	63	4	12	0	87	16	3	210	364	213
		<i>Stylodrilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
		<i>Stylaria lacustris</i>	3	2	4	0	0	0	0	3	0	8
Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	2	0	2	0	2	0	0	0	0	1
		<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	7	0	0	7	6	1	0	14	0	7
	Glossiphonidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	4	1	1	8	8	3	1	4	7	1
		<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
		<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Hemiclepsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

se nadaljuje

Priloga A11. (nadaljevanje)

Zbiljsko jezero			24.09.2008										
			število osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 2										
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Amphipoda	Gammaridae	<i>Synurella ambulans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Gammaridae	<i>Gammarus fossarum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Isopoda	Asellidae	<i>Asellus aquaticus</i>	11	46		157	87	4	0	76	49	86	
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Cloen dipterum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	Ephemerellidae	<i>Ephemerella ignita</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Plecoptera	Leuctridae	<i>Leuctra</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Nemouridae	<i>Protonemura</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Megaloptera	Sialinae	<i>Sialis lutaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
Coleoptera	Elmidae	<i>Limnus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Haliplidae	<i>Halipus</i> sp. (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Haliplidae	<i>Brychius elevatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Colymbetinae	<i>Potambus maculatus</i> (larva)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Trichoptera	Leptoceridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Sericostomatidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Brachycentridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Polycentropodidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Diptera	Ceratopogonidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Chironomidae	Tanypodinae		0	2	23	6	2	3	1	1	4	1
		<i>Prodiamesa olivacea</i>		0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
		Orthoclaadiinae		4	5	25	1	0	0	0	5	5	17
		Tanytarsini		1	0	9	0	0	0	4	0	0	0
		<i>Chironomus</i> sk. <i>thummi</i>		0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
		<i>Chironomus</i> sk. <i>plumosus</i>		37	8	139	0	0	5	0	0	0	1
		<i>Chironomus</i> spp.		0	0	3	0	0	0	0	8	0	0
		Chironomini		0	2	8	4	1	0	6	1	0	0
<i>Potthasia</i> sk. <i>longimana</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

se nadaljuje

Priloga A12. Seznam taksonov s podatki o številu osebkov na vzorčno enoto

Zbiljsko jezero			24.09.2008									
			številu osebkov v podvzorcu na vzorčnem mestu 3									
višji takson	družina	takson	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria	DugesIIDae	<i>Dugesia polychroa/lugubris</i>	2	0	0	19	0	0	0	9	0	9
	Planariidae	<i>Planaria torva</i>	0	0	0	14	0	0	0	0	0	5
	Planariidae	<i>Polycelis nigra/tenuis</i>	2	0	0	5	9	0	0	2	0	5
	Planariidae	<i>Crenobia alpina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum lacteum</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Oligochaeta	Tubificidae	Tubificidae – z las. ščetinami	178	3	163	8	44	45	16	296	184	6
	Tubificidae	Tubificidae – brez lasastih ščetin	133	2	74	23	176	12	6	39	672	24
	Tubificidae	<i>Aulodrilus pluriseta</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Lumbriculus variegatus</i>	20	17	20	10	41	8	18	36	176	30
	Lumbriculidae	<i>Stylodrilus</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lumbriculidae	<i>Stylodrilus heringianus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	Naididae	<i>Ophidonais serpentina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naididae	<i>Stylaria lacustris</i>	0	0	0	11	0	0	0	1	2	0
	Lumbricidae	<i>Eisinella tetraedra</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea	Erpobdellidae	<i>Erpobdella octoculata</i>	3	0	1	4	0	0	0	1	1	0
	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i> sp. (juv. osebek)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	<i>Helobdella stagnalis</i>	1	0	1	1	0	0	1	1	1	2
	Glossiphonidae	<i>Glossiphonia nebulosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	<i>Glossiphonia complanata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	<i>Glossiphonia paludosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	<i>Hemicleipsis marginata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Glossiphonidae	<i>Theromyzon tessulatum</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Sadleriana fluminensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lymnaeidae	<i>Radix balthica</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Arachnida		Hydracarina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

se nadaljuje

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Eva BALDERMAN

**SEZONSKE SPREMEMBE BENTONSKE ZDRUŽBE
V REČNI AKUMULACIJI HE MEDVODE
(ZBILJSKO JEZERO)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009