

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Tina LESKOŠEK

**POSLEDICE NASELITVE RIB V DVOJNO JEZERO
(Triglavski narodni park)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

**THE CONSEQUENCES OF FISH INTRODUCTION INTO THE
LAKE DVOJNO JEZERO (Triglav National Park)**

GRADUATION THESIS

University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete in v Skupini za raziskovanje kopenskih in sladkovodnih ekosistemov Nacionalnega inštituta za biologijo, kjer je potekalo tudi laboratorijsko delo. Terensko delo je potekalo na območju Triglavskega narodnega parka. Komisija za dodiplomski študij Oddelka za biologijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Antona Brancelja.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Alenka Gaberščik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

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

Član: prof. dr. Anton Brancelj
Nacionalni inštitut za biologijo

Datum zagovora:

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.

Diplomska naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Tina Leskošek

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	591.5:597(497.4Triglavskinarodnipark)(043.2)=163.6
KG	Jezerska zlatovčica/ Dvojno jezero/ Bentos/ Ekosistem
AV	LESKOŠEK, Tina
SA	BRANCELJ, Anton (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2007
IN	POSLEDICE NASELITVE RIB V DVOJNO JEZERO (TRIGLAVSKI NARODNI PARK)
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 67 str., 12 pregl., 12 sl., 2 pril., 36 vir.
IJ	sl
Jl	sl/en
AL	<p>Leta 1991 je bila v visokogorsko Dvojno jezero (Triglavski narodni park), ki je bilo prej brez rib, naseljena jezerska zlatovčica (<i>Salvelinus alpinus</i> Linnaeus, 1758). Do leta 1998 je postala vrsta v jezeru že zelo številčna in je iztrebila zooplanktonski vrsti <i>Arctodiaptomus alpinus</i> in <i>Cyclops abyssorum taticus</i>. V nalogi smo ugotavljali, s čim se ribe hranijo sedaj in kako se prehrana spreminja glede na različne mesece. Zanimalo nas je tudi, kakšen vpliv imajo ribe na bentoške živali ter na splošno stanje jezera. Ugotovili smo, da se poleti hranijo predvsem z žuželkami, ki padejo na jezersko gladino, preostali del leta pa z bentosom. Največkrat plenijo vodno bolho <i>Chydorus sphaericus</i>, ceponožnega raka <i>Eucyclops serrulatus</i> in ličinke trzač (Chironomidae), ki so vsi v jezeru pogosti. Ličinke velikih vodnih nevretenčarjev in ceponožni rak <i>Megacyclops viridis</i> so zaradi plenjenja postali zelo redki. Med ribami so pogosti specialisti, ki se prehranjujejo drugače od ostalih. Povprečna masa rib se je zaradi pomanjkanja hrane od leta 1999 do danes precej zmanjšala. Med jezeroma kljub občasni povezavi obstaja precej razlik v prehrani rib in sestavi bentosa.</p>

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND	Dn
DC	591.5:597(497.4Triglavskinarodnipark)(043.2)=163.6
CX	Arctic Charr/ Lake Dvojno jezero/ Benthos/ Ecosystem
AU	LESKOŠEK, Tina
AA	BRANCELJ, Anton (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of biology
PY	2007
TI	THE CONSEQUENCES OF FISH INTRODUCTION INTO DVOJNO JEZERO LAKE (TRIGLAV NATIONAL PARK)
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	IX, 67 p., 12 tab., 12 fig., 2 ann., 36 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	<p>In 1991 Arctic charr (<i>Salvelinus alpinus</i> Linnaeus, 1758) was introduced into the fishless alpine lake Dvojno Jezero –Twin Lake (Triglav National Park). In seven years fish population has increased significantly and consequently zooplankton species <i>Arctodiaptomus alpinus</i> and <i>Cyclops abyssorum taticus</i> has been exterminated. In this thesis current fish nutrition and the connection between food choice and the time of the year has been analyzed. Influence of fish predation on benthos and lake eutrophication has been analyzed as well. In the summer fish feed mainly with flying insects from the lake surface. In other times of the year fish favorite prey are cladoceran species <i>Chydorus sphaericus</i>, copepod species <i>Eucyclops serrulatus</i> and Chironomid larvae. All are frequent in the lake. Because of fish predation benthic invertebrates and copepod species <i>Megacyclops viridis</i> have become very rare. Many specialized individuals whose feeding habits differed from those of the majority of the population were found. Because of food shortage fish average mass has decreased from year 1999. Despite the periodical joining of the twin lakes there are still many differences about fish nutrition and structure of benthos between them.</p>

KAZALO VSEBINE

	STR.
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
SLOVAR KRATIC.....	IX
1 UVOD	1
1.1 CILJI NALOGE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 ZGODOVINA RAZISKOVANJA	3
2.2 KLIMA IN RASTJE	3
2.3 LEGA IN GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA	4
2.4 OPIS JEZER(A)	5
2.5 ŽIVLJENJE V JEZERU	7
2.6 RIBE	8
2.6.1 Izkušnje z naselitvijo rib iz tujine	10
2.6.2 Naselitev jezerske zlatovčice v Dvojno jezero	11
3 MATERIAL IN METODE DELA	14
3.1 MATERIAL	14
3.1.1 Ribe	14
3.1.2 Bentoški vzorci.....	14
3.2 METODE DELA	15
3.2.1 Terensko delo	15
3.2.2 Biološka analiza	16
3.2.3 Statistične analize.....	17
4 REZULTATI.....	20
4.1 RIBE	20
4.1.1 Želodci.....	20
4.1.2 Vodna površina	31
4.1.3 Masa rib	32
4.1.4 Mesta zadrževanja	34
4.2 BENTOS	35
4.2.1 Peto jezero.....	38
4.2.2 Šesto jezero.....	43

5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	49
5.1	RAZPRAVA	49
5.1.1	Ribe	49
5.1.2	Bentos	53
5.1.3	Primerjava med jezeroma	56
5.1.4	Stanje Dvojnega jezera	57
5.2	SKLEPI	60
6	POVZETEK	62
7	VIRI.....	64

KAZALO PREGLEDNIC

	STR.
Preglednica 1: Podatki o Dvojnem jezeru	6
Preglednica 2: Podatki o izlovljenih ribah po mesecih in jezerih.....	22
Preglednica 3: Prehrana rib v različnih mesecih	23
Preglednica 4: Žuželke z vodne površine Dvojnega jezera v letu 2006	31
Preglednica 5: Masa rib ujetih v Petem jezeru	32
Preglednica 6: Masa rib ujetih v Šestem jezeru.....	32
Preglednica 7: Masa rib ujetih 11.9.1999 (obe jezera skupaj).....	33
Preglednica 8: Datumi odvzema bentoških vzorcev.....	35
Preglednica 9: Sestava bentosa v 5. jezeru.....	36
Preglednica 10: Sestava bentosa v 6. jezeru.....	37
Preglednica 11: Povprečno število osebkov na vidno polje.....	42
Preglednica 12: Povprečno število osebkov na vidno polje.....	47

KAZALO SLIK

	STR.
Slika 1: Vsebina želodcev jezerske zlatovčice (5. jezero)	27
Slika 2: Vsebina želodcev jezerske zlatovčice (6. jezero)	27
Slika 3: Vodne bolhe v bentosu (5. jezero)	38
Slika 4: Ceponožni raki v bentosu (5. jezero)	39
Slika 5: Ličinke velikih vodnih nevretenčarjev v bentosu (5. jezero)	40
Slika 6: Druge živali v bentosu (5. jezero).....	41
Slika 7: Razmerje vodne bolhe: ceponožci (5. jezero)	42
Slika 8: Vodne bolhe v bentosu (6. jezero)	43
Slika 9: Ceponožni raki v bentosu (6. jezero)	44
Slika 10: Ličinke velikih vodnih nevretenčarjev v bentosu (6. jezero)	45
Slika 11: Druge živali v bentosu (6. jezero).....	46
Slika 12: Razmerje vodne bolhe: ceponožci (6. jezero).....	47

SLOVAR KRATIC

DW = dry weight = suha masa

1 UVOD

Gorska veriga, imenovana Alpe, je dolga preko 2000 km. Na zahodu se začne v Franciji, na vzhodu se konča v Avstriji, na jugu pa sega tudi v Slovenijo. Severni in severozahodni del Slovenije označujejo visoke gore, imenovane Julijske Alpe. V jugovzhodnem delu Julijskih Alp leži dolina Triglavskih jezer, kjer se na nadmorski višini 1669 m nahaja tudi Dvojno jezero (Brancelj, 2002 a).

Visokogorska jezera predstavljajo življenjski prostor z veliko omejitvami. Tudi do 6 mesecev so prekrita z ledenim pokrovom, pa tudi v poletnih mesecih vladajo v gorah vsaj ponoči precej nizke temperature. Vegetacijska sezona je kratka. Za alge pomeni velika nadmorska višina in ostre vremenske razmere enega od skrajnih biotopov v Sloveniji (Šiško in Kosi, 2002).

Vreme v gorah je navadno nestabilno, količina razpoložljive hrane je majhna in UV sevanje močno. Za planktonske skupine rakov (ceponožci in vodne bolhe) v visokogorskih jezerih je značilna obarvanost, ki jih ščiti pred sevanjem. Še posebno intenzivno so ponavadi obarvani ceponožci - in sicer rdeče rjavo (Siebeck in sod., 1994).

V visokogorskih jezerih najdemo malo živalskih vrst ob razmeroma veliki številčnosti osebkov. Prehranjevalne verige so kratke, združbe pa so aktivne predvsem poleti (de Bernardi in Manca, 1982).

Če je v ekosistemu malo vrst, je tudi medvrstnih vplivov malo. Bolj kot je sistem preprost, bolj je tudi občutljiv na spremembe v okolju in posledično na vplive iz okolja. Zaradi svoje enostavnosti je zato tudi ranljiv. Vsak člen v ekosistemu je pomemben in nepogrešljiv. Že izginotje ene vrste lahko potegne za sabo niz sprememb v vrstni in številčni sestavi ter medsebojni odvisnosti preostalih vrst.

Dvojno jezero se je skozi tisočletja, po stalitvi ledenika, izoblikovalo kot uravnotežen, občutljiv ekosistem z ostrimi omejitvami okolja. Sestavljeno je iz dveh jezer, ki se občasno združita v eno. Primarni producenti v njem so alge, končni porabniki pa so še nedolgo nazaj bili pretežno rastlinojedi zooplanktoni ter ličinke žuželk. V visokogorskih jezerih brez rib je najpogosteje na vrhu prehranjevalne verige planinski pupek (*Triturus alpestris*

Laurenti, 1768) (Schabetsberger in Jersabek, 1998), vendar te vrste v Dvojnem jezeru ni. Na jezerskem dnu so pred naselitvijo rib živele živali, ki so se pretežno prehranjevale z odmrliimi organskimi snovmi (detritivori) in plenilske ličinke žuželk. Količina hranil, potrebnih za rast alg, je bila majhna. Ribe niso bile prisotne v jezeru.

Človek je že od vsega začetka svoje prisotnosti na tem območju vplival na visokogorska jezera in s tem tudi na obravnavano jezero – Dvojno jezero. Najbolj ga je spremenil z naselitvijo alohtone vrste ribe - jezerske zlatovčice (*Salvelinus alpinus* Linnaeus, 1758) v letu 1991. Vrsta je plenilec in je korenito zmanjšala oz. popolnoma iztrebila prvotne vrste zooplanktona v Dvojnem jezeru, ki prej ni imel naravnega sovražnika. Od leta 1998 zooplanktona praktično ni več (Brancelj, 2002 b). S tem so ribe posegle v proces kroženja snovi. Namnožile so se alge (Brancelj, 2001), saj se je zmanjšalo število rastlinojedcev, količina hranil za rastline pa se povečuje. Ribe so se osredotočile na plen v bentosu.

Od takrat naprej se v jezeru dogaja vrsta sprememb, za katere ne vemo povsem natančno, kam vodijo. Vendar je raziskav na tem področju vedno več in tudi moja prispeva k pojasnjevanju vloge in posledic prisotnosti rib v jezerskem ekosistemu, ki prej ni bil naseljen z njimi.

1.1 CILJI IN HIPOTEZE NALOGE

Namen naloge je bil raziskati in opisati spremembe v sestavi bentoških živali v Dvojnem jezeru in ugotoviti povezavo s prehranjevalnimi navadami naseljenih rib. Predvidevali smo, da imajo ribe močan vpliv na število in vrstno sestavo bentosa.

Cilj naloge je bilo določiti sestavo ribje prehrane glede na mesece in ugotoviti ali prihaja med ribami do razlik pri izbiri plena. Ugotavljali smo tudi povprečno maso rib v jezeru in mesta njihovega zadrževanja.

Cilj je bil tudi podrobno analizirati bentoške vzorce iz Dvojnega jezera od leta 1989 naprej in ugotoviti spremembe v vrstni sestavi.

Pri obeh omenjenih ciljih so nas še dodatno zanimale razlike med obema deloma Dvojnega jezera (Petim in Šestim jezerom).

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZGODOVINA RAZISKOVANJA

Prva obsežnejša raziskovanja Doline Triglavskih jezer je začel in vodil prof. dr. Fran Jesenko (1875-1932) leta 1924 (Tarman, 2002) in sicer je šlo za botanične raziskave. Šele po 2. svetovni vojni je bolj sistematična raziskovanja žive narave te doline pognala v tek botaničarka in znanstvena naravovarstvenica prof. dr. Angela Piskernik (1886-1967) v okviru Zavoda za zaščito in znanstveno proučevanje kulturnih spomenikov in prirodnih znamenitosti Slovenije. Redki članki o živi naravi te doline so izhajali v različnih poljudnoznanstvenih in strokovnih revijah (Tarman, 2002).

Leta 1989 je ekipa biologov z Oddelka za biologijo Univerze Edvarda Kardelja in Inštituta za biologijo na pobudo prof. dr. Danijela Vrhovška naredila prvi sistematični pregled rastlin (makrofiti) in živali (zooplankton), ki naseljujejo visokogorska jezera. Nato se je skupina biologov, raziskovalcev pri Nacionalnem inštitutu za biologijo, pod vodstvom dr. Antona Brancelja lotila raziskav vseh visokogorskih jezer v Julijskih Alpah. Raziskave so povezali še z drugimi inštituti in z mednarodnimi projekti proučevanja alpskih jezer ter jezer na drugih evropskih območjih. Intenzivna vzorčenja in meritve so opravili predvsem v letih med 1991 in 2001, vsakoletna jesenska vzorčenja in nekaj novih raziskav pa je še v teku (Brancelj, 2002 a).

2.2 KLIMA IN RASTJE

Glede na klimatsko členitev imajo Julijske Alpe gorsko/alpsko podnebje. Zaradi prevladujoče zahodne in jugozahodne zračne cirkulacije so bolj namočene kot vzhodna območja gorskega sveta in imajo zaradi večje masivnosti ter višin tudi izrazitejšo vertikalno klimatsko pasovitost. Zaradi prisilnega dvigovanja zraka ob gorskih pregradah pade v 130 do 150 padavinskih dneh več kot 3000 mm padavin letno (ob Dvojnem jezeru nekaj več kot 2000 mm). Orografske padavine so najizdatnejše jeseni, ko je vlaga v dotekajočem zraku precej večja kot pozimi, in spomladi, ko se morje že ohladi. Variabilnost padavin je velika, največja je pozimi, najmanjša pa poleti, ko so padavine

pogosto lokalnega in konvekcijskega nastanka. Primarni višek padavin je torej v jeseni, običajno novembra, sekundarni višek pa je maja in junija. Najmanj padavin pade pozimi (februarja) ter julija in avgusta (Ogrin in Brancelj, 2002). Vsakoletna vzorčenja jezera potekajo v jeseni, zato je visoka voda velikokrat ovirala vzorčenja. To je vplivalo predvsem na vzorce bentosa.

Povprečne zimske temperature zraka pri Dvojnem jezeru so $-2,5^{\circ}\text{C}$ (Ogrin in Brancelj, 2002), kar povzroči, da pozimi jezero zamrzne. Led pozimi onemogoča vnos hrane za ribe od zunaj. Poletna povprečna temperatura pa je $11,2^{\circ}\text{C}$ (Ogrin in Brancelj, 2002), kar je dovolj za letanje žuželk, ki s padanjem na vodno gladino predstavljajo pomemben vir hrane za ribe.

Habitatni tipi so značilno visokogorski. Dno doline in položnejša pobočja pokriva vegetacija. Drevesne vrste so omejene na smreko (*Picea abies* (L.) Karsten), rušje (*Pinus mugo* Turra) in macesen (*Larix decidua* Mill.). Polgrmičasto rastje pripada skupini habitatnih tipov s slečem in slečnikom (*Rhododendretum hirsuti* Ludi). Travniške združbe značilno predstavljajo sintaksoni z modriko in vednozelenim šašem (*Seslerio-Caricetum sempervirentis* Br.- Bl. in Br.- Bl. et Jenny). Nesklenjena travišča pa najpogosteje označuje čvrsto šašje (*Gentiano terglouensis* – *Caricetum firmae* T. Wraber), melišča pa združbe z mlahavo bilnico (*Festucetum laxae* (Aichinger) T. Wraber) ali mošnjakovje (*Papaveri julici* – *Thlaspeetum rotundifolii* T. Wraber). Rastje v okolici jezera je pomembno za živali, tudi za nekatere žuželke. Tu najdejo hrano in skrivališča. Gole skale, na katerih uspeva lišajaska flora, so polne razpok, kjer se razvijejo značilne rastlinske združbe skalnih razpok (Dobracev in Šiško, 2002).

2.3 LEGA IN GEOLOŠKE ZNAČILNOSTI OBMOČJA

Dvojno jezero, oziroma Peto in Šesto Triglavsko jezero, prištevamo med Sedmera Triglavska jezera, ki ležijo v dolini Zgornje Komne. Z geološkega stališča je Dvojno jezero, tako kot ostala gorska jezera v Alpah, mlado, saj se je pojavilo šele po umiku ledenikov, torej pred 8000-10000 leti (Dobracev in Šiško, 2002). Visokogorska lega in način nastanka izključujeta možnost, da bi v jezeru že kdaj prej živele ribe, saj enostavno niso mogle priti od nikoder.

Geološko podlago območja triglavskih jezer tvorijo jurske in triasne karbonatne kamnine, apnenci ter dolomiti. Jurske kamnine so zaradi lapornih vložkov dokaj neprepustne in to je omogočilo nastanek Triglavskih jezer. Glavne značilnosti območja so močna zakraselost in visokogorski kraški pojavi. Na prelomih med skladi se pojavljajo za kraško visokogorje precej močni studenci (Dobravec in Šiško, 2002). Med jezери v Dolini Triglavskih jezer se po dokaj omejenih podzemnih povezavah pretaka voda, ki prinaša hranilne snovi, kdaj pa tudi žive živali.

S sledilnimi poizkusi so bile v preteklosti ugotovljene nekatere povezave med posameznimi jezeri. Jezero v Ledvicah ima šibko hidravlično povezavo z Močivcem, ki leži med slednjim in Dvojnim jezerom. Povezava Močivca in Dvojnega jezera tudi ni neposredna, saj se je kljub samo 100 metrski razdalji med jezeroma sledilo pojavilo v slednjem šele čez približno 10 ur. Opazovano počasno potovanje barvila in njegove nizke koncentracije lahko razložijo, zakaj je živalstvo in rastlinstvo v Močivcu tako drugačno kot v Dvojnem jezeru (Urbanc in Brancelj, 2002).

Vodna bolha *Daphnia longispina* (O.F.Müller 1785) je prisotna v Jezeru v Ledvicah, v Močivcu in Dvojnem jezeru pa je, kljub dokazanim podzemnim povezavam, še niso našli (Urbanc in Brancelj, 2002).

2.4 OPIS JEZER(A)

Peto in Šesto Triglavsko jezero skupaj tvorita Dvojno jezero. Ob visoki vodi, takoj po močnem deževju ali ob topljenju snega, se jezeri namreč združita v enotno jezero. V obdobju z manj padavinami, poleti in jeseni, pa sta to dve ločeni jezeri. Obe sta nepravilne ovalne oblike. Proti usedlinam se jezersko dno precej enakomerno spušča, gladina pa lahko niha tudi za 2 do 3 metre. Jezeri nimata stalnih površinskih dotokov. V Peto jezero včasih ob izredno visoki vodi priteka voda po strugi iz Močivca. Šibek stalni podvodni dotok je na vzhodni strani Petega jezera, prav tako ima na vzhodnem bregu šibak dotok Šesto jezero. Peto jezero ima močan podzemni odtok na JZ koncu jezera (Dobravec in Šiško, 2002).

Preglednica 1: Podatki o Dvojnem jezeru (Dobravec in Šiško, 2002)

Parametri	Peto jezero	Šesto jezero
Lega	N 46° 19' 03", E 13° 47' 03"	N 46° 18' 57", E 13° 47' 03"
Nadmorska višina	1669 m	1669 m
Srednja površina	1,002 ha	0,662 ha
Dolžina obale	520 m	350 m
(srednji vodostaj)		
Največji premer	120 m	105 m
Največja globina	11 m	9 m
Srednji vodostaj	8 m	6 m
Vodozbirno območje	90 ha	90 ha
(obe jezera - ocena)		

Ker sta obe jezera relativno majhni, je temperatura vode močno odvisna od vremenskih razmer. Poleti in pozimi je jezero termično stratificirano. Površinska plast jezera (epilimnij) se razteza v globino nekaj metrov in se poleti ogreje na 10 do 14° C. Epilimniju sledi plast metalimnij, kjer nastane termoklina - tu temperatura vode na kratki razdalji lahko pade tudi za 5° C. Nato sledi plast vode, ki se imenuje hipolimnij - tu je temperatura nizka in precej konstantna. Od decembra do maja je Dvojno jezero pokrito z okoli 1,5 m debelo plastjo ledu in snega. V tem času so najnižje temperature vode na površini. Temperaturni profil pod globino 2 m je pozimi konstanten in znaša 4° C. Kot večina Triglavskih jezer, je tudi Dvojno jezero dimiktično – vodni stolpec se premeša dvakrat letno. Vodo premešajo vetrovi, kar omogoča tudi obnovo kisika v globljih plasteh jezera. Dimiktična narava jezera se kaže v pomladanski in jesenski homotermiji, ko je temperatura celotnega vodnega stolpca podobna in sicer okoli 4° C (Muri in Brancelj, 2002). Avgusta, ko sta jezera ločeni, je Šesto jezero na površini za 5 - 8° C toplejše od Petega (Brancelj, 1999).

Sestava sedimenta je v obeh jezerih različna. V Petem jezeru vsebuje 92% vode, od trdnih delcev pa je več kot polovica organske snovi. Prosojnost jezera pa se je po naselitvi rib zmanjšala, tako da svetloba seže le še do globine 6 do 7 m (prej je svetloba segala do usedlin). V Šestem jezeru je v sedimentu precej manj vode (84%), organskih delcev pa je le dobra petina. Prevladujejo mineralne sestavine. Ob srednjem vodostaju je voda sicer motna, a svetloba ponavadi še prodre do usedlin. S prosojnostjo jezerske vode, ocenjene s pomočjo Secchijeve plošče, lahko posredno prikažemo produktivnost jezer (Dobravec in Šiško, 2002).

Dvojno jezero v zadnjih letih (od leta 2000) uvrščamo med mezotrofna jezera, opažena pa je povečana produkcija kot posledica turizma in naselitve rib. Šesto jezero ima občutno manjšo produkcijo klorofila *a* (ne več kot 2 µg/L jezerske vode) kot Peto jezero. S tega stališča bi Šesto jezero še lahko uvrstili med oligotrofna jezera. V Petem jezeru segajo vrednosti klorofila *a* do 4,2 µg/L jezerske vode oziroma se občasno in lokalno povzpnejo tudi do 8 µg/L jezerske vode. Ta vrednost že predstavlja mejo evtrofne stanja (Urbanc – Berčič in Gaberščik, 2002). Vodni makrofiti - lasastolistna vodna zlatica (*Batrachyum trichophyllum* Chaix) in nitaste zelene alge (*Spyrogira* sp.) so sedaj že na gosto zarasli večji del dna Dvojnega jezera. Lasastolistna vodna zlatica se je v Dvojnem jezeru prvič pojavila leta 2000 (Urbanc – Berčič in Gaberščik, 2002). Kot indikatorji so rastline pomembne pri ocenjevanju ekoloških odnosov in stanja okolja. Prisotnost ali odsotnost določenih vrst in njihova številčna prisotnost opredeljujejo stopnjo obremenitve ekosistema.

Približno 50 m severno od Petega jezera stoji Planinski dom pri Sedmerih Triglavskih jezerih s kapaciteto okoli 300 postelj. Dom, ki je odprt od junija do septembra, spušča odplake v greznico. Zaradi kraškega terena podzemna pot odpadne vode ni znana. Od leta 1994 naprej se v višku turistične sezone jemlje vzorce vode iz jezera za analize morebitne prisotnosti bakterije *E. coli*, ki spremlja fekalne odplake (Brancelj, 1999).

2.5 ŽIVLJENJE V JEZERU

Najpogostejši predstavniki zooplanktona v Dvojnem jezeru pred naselitvijo rib so bili ceponožni raki (Crustacea: Copepoda). Do leta 1998 sta zooplanktonski vrsti

Arctodiaptomus alpinus (Imhof 1885) in *Cyclops abyssorum taticus* (Kozminski 1927) zaradi plenjenja s strani rib popolnoma izginili. Danes od občasnega zooplanktona najdemo v jezeru le še vrsti *Chydorus sphaericus* (O. F. Müller 1785) in *Eucyclops serrulatus* (Fischer 1851), ki pa se najpogosteje zadržujeta v bentosu. Kotačniki (Rotatoria) v Dvojnem jezeru niso prisotni v večjem številu, saj voda vsebuje premalo suspendiranih delcev za njihovo prehrano (Brancelj, 2002 b). Zooplankton je pred naselitvijo rib z objedanjem (grazing) predstavljal pomembno kontrolo rasti alg.

Z besedo bentos označujemo živali, ki živijo na dnu. V bentosu Dvojnega jezera so bile prisotne (in nekatere so še sedaj) skupine Cladocera, Copepoda, Ostracoda, Amphipoda, Bivalvia, Gastropoda, Oligochaeta, Turbellaria, Acarina, Coleoptera (vodni), Heteroptera (vodni) in Nematoda. Prisotne so bile tudi ličinke kopenskih skupin žuželk in sicer, enodnevnice (Ephemeroptera), vrbnice (Plecoptera), mladoletnice (Trichoptera), dvokrilci (Diptera) in hrošči (Coleoptera). Pri skupini dvokrilcev je najbolj pogosta družina trzač (Chironomidae). Plenilske ličinke žuželk so dandanes redke in vršijo minimalni plenilski pritisk na druge živali v jezeru, ki jih najdejo na dnu. Najštevilčnejše zastopani skupini v bentosu poleg ličink dvokrilcev sta dandanašnji še vodne bolhe (Cladocera) in ceponožni raki (Copepoda). Vodne bolhe so filtratorji, hranijo pa se z algami, bakterijami, glivami/plesnimi, praživalmi in z odmrliimi organskimi snovmi (Dumont in Negrea, 2002). Ceponožci pa so rastlinojedi ali plenilci (Dussart in Defaye, 1995).

V letih od 1991 do 2000 so raziskovalci z Nacionalnega inštituta za biologijo vzorčili tako fitoplanktonske kot perifitonske združbe v Dvojnem jezeru. Prisotne so bile vrste alg iz skupin Cyanophyta, Chrysophyceae, Bacillariophyceae, Pyrrophyta, Euglenophyta, Conjugatae in Chlorophyceae (Šiško in Kosi, 2002).

2.6 RIBE

Ribe so le v zelo redkih primerih avtohtoni prebivalci visokogorskih jezer. Ponavadi jih je vanje zaradi najrazličnejših razlogov naselil človek. Naseljene populacije se lahko uspešno razmnožujejo in tako preživijo v jezeru stoletja. V jezerih kmalu po naselitvi pride do večjih ali manjših sprememb v sestavi nevretenčarske (in tudi vretenčarske) favne. Sčasoma se v jezerih ponovno vzpostavi ravnovesje med plenilcem in plenom, seveda na

drugačnih osnovah kot prej. Zelo verjetno je, da se vrstna sestava prvotne favne zaradi prihoda nove vrste spremeni.

Jezerska zlatovčica (*Salvelinus alpinus* Linnaeus, 1758) spada v družino postrvi (Salmonidae) in v poddružino postrvi (Salmoninae). Običajno zraste od 15 do 40 cm, ob dobrih pogojih pa tudi do 90 cm. Trup je vretenast, bočno rahlo sploščen. Gobec je velik, zgornja čeljust sega skoraj do polovice glave (Povž in Sket, 1990). Telo ima temnosivo-zelene barve, po bokih pa številne svetle pike. Trebušna stran je oranžne barve, pri samcih se v času drstitve obarva intenzivno rdeče. Hrbtna plavut, tolščenska in zgornji del repa so temni, spodnji del repa in ostale plavuti pa enake barve kot ostalo telo. Prsne, trebušne in podrepna plavut imajo različno široko belo obrobo. Mladi osebki imajo temne mladostne lise, med njimi in prek njih pa številne bele pike. Hrbtna plavut je enotno sivozeleno obarvana (Veenvliet in Kus Veenvliet, 2006). Jezerska zlatovčica nastopa v številnih različicah. Pogosta delitev je tudi na globinsko obliko in obliko, ki živi v plitvejših delih jezer. Globinske oblike so barvitejše. Spolni dimorfizem je izrazit. Samec ima večjo glavo, večja usta in daljše plavuti. Spolno dozori v tretjem letu starosti (Povž in Sket, 1990).

Jezerska zlatovčica izvira iz Severne Amerike, kjer živi v hladnih gorskih jezerih (Veenvliet in Kus Veenvliet, 2006). Lahko živi tudi v jezerih, ki ležijo višje od nadmorske višine 2300 m in do globine 100 m (Povž in Sket, 1990). Osebki so izrazito teritorialni, zato živijo samotarsko. Drstitev poteka od oktobra do januarja, ko samice odlagajo ikre na prodnato in kamnito dno, običajno na pritočnih delih jezer (Veenvliet in Kus Veenvliet, 2006). Hrani se s talnimi organizmi (bentos), zooplanktonom in z majhnimi ribicami (Povž in Sket, 1990).

Naselitveno območje jezerske zlatovčice sega med vsemi ribami celinskih voda Evrope najdlje na sever. Živi v rekah in jezerih Severne Amerike, Azije, Evrope, Islandije, Grenlandije, Japonske, Rusije, Aljaske itd. (Povž in Sket, 1990).

Ni naša avtohtona vrsta ribe, jo pa uspešno vzrejajo. Vlagajo jo predvsem v Bohinjsko jezero (Povž in Sket, 1990).

Zlatovčice, ki živijo v visokogorskih jezerih, imajo posebne značilnosti. Njihova življenjska doba je razmeroma kratka – 8 do 10 let. Samci odrastejo v tretjem letu starosti, samice eno leto kasneje. Hofer in Medgyesy (1997) navajata, da intraspecifična

kompeticija za hrano vodi v vse zgodnejše spolno dozorevanje. Zaradi istega razloga naj bi imele tudi visoko sposobnost razmnoževanja in večji del asimilirane energije naj bi se usmeril v potomstvo. Njihove reakcije na spremembe v okolju (razpoložljivost hrane) so vedenjske in ne številčne (Sommer, 1989).

Pozimi se jezerske zlatovčice večinoma hranijo z ličinkami trzač (Chironomidae), poleti pa pretežno z letečimi žuželkami. Plen večinoma iščejo na površini jezera in pa v bentosu. Zaradi zaostrenih okoljskih razmer ponavadi zaostajajo v rasti. Tipični znaki visokogorskih zlatovčic so še: temna barva, mladostni (juvenilni) izgled, top nos in velike oči (Svedäng, 1990). Med majhnimi osebki se lahko pojavijo tudi večji, ki so lahko tudi ribojedi (kanibalski). V raziskavi Hoferja in Medgyesyja (1997) je le nekaj rib preseglo telesno dolžino 20 cm. Večinoma so se vrednosti gibale med 10 in 17 cm, kar nakazuje, da je njihova rast zelo počasna. Z 12 do 13 cm so bile samice že sposobne proizvajati jajca. Ista raziskava je pokazala tudi visoko selektivnost jezerskih zlatovčic glede plena, obenem pa veliko raznolikost med osebki glede izbire hrane. Pojavljali so se specialisti, ki so se hranili drugače kot ostali.

Ko so prenesli visokogorsko obliko zlatovčice v laboratorij in jo bolje hranili, je dosegla velikost in barvo oblik, ki živijo v okolju, kjer je bila hrana v izobilju in so zato dosegale večje velikosti. To nakazuje, da je razlog za manjšo telesno velikost pomanjkanje hrane in ne genetska selekcija (Hofer in Medgyesy, 1997).

2.6.1 Izkušnje z naselitvijo rib iz tujine

Naseljevanje rib v gorska jezera ima že dolgo zgodovino. V letih raziskovanja so se strokovnjaki dokopali do veliko ugotovitev, ki razlagajo odnose med novim plenilcem in ostalimi vrstami v ekosistemu.

V jezerih brez rib ponavadi živijo predstavniki ceponožcev in vodnih bolh, ki so večji od 1 mm (do 2.8 mm). Od ceponožcev so ponavadi prisotni kalanoidni raki (Malkin in sod., 2006).

Veliki zooplanktoni po velikostno-zmogljivostni hipotezi (Brooks in Dodson, 1965) bolje izkoriščajo vire hrane kot manjši. To postane pomembno, kadar so viri omejeni. V

visokogorskih jezerih je hrana vedno omejena in večje vrste so zaradi lastne velikosti bolj uspešne od manjših.

Naselitev rib v avstrijska jezera je povzročila kar nekaj sprememb v sestavi zooplanktona. Ribe so selektivno plenile večje osebkke, manjše pa spregledale. Kalanoidi in velike vodne bolhe so izginili, s tem pa so je zmanjšal kompeticijski pritisk za hrano za manjše vrste zooplanktona. V skladu s hipotezo o velikostni zmogljivosti (Brooks in Dodson, 1965) so začele prevladovati majhne vodne bolhe, ciklopoidi in kotačniki. Kjer so prisotne ribe, najdemo predstavnike zooplanktona velike le do 0.75 mm (Starkweather, 1990), med ceponožci pa ponavadi pravladujejo ciklopoidi (Malkin in sod., 2006).

V jezerih brez rib je bila pogostost kotačnikov nekajkrat manjša (Schabetsberger in sod., 2006) kot v tistih z ribami. V slednjih je bilo namreč veliko več suspendiranih delcev za prehrano kotačnikov. Suspendirani delci so znak prevelike količine hranil, to pa je posledica porušitve ravnotežja v prehranjevalni verigi. To dokazuje, da ribe v določenem času posredno povzročijo evtrofikacijo jezera.

S plenjenjem ribe najprej odstranijo velike zooplanktonske vrste in bentoške živali in zato pride do prevlade telesno manjših vrst (Hall in sod., 1976). Posledica je porast biomase fitoplanktona, čeprav se v prvi fazi količina hranil ne poveča. Očitno torej poteka kontrola rasti fitoplanktona z objedanjem, ki pa se poruši, če so prisotne ribe (Hansson, 1992). Vodne bolhe se hranijo s filtriranjem fitoplanktona (Dumont in Negrea, 2002). Ceponožci so tudi filtratorji, vendar se hranijo bolj selektivno (še posebno kalanoidi) (Malkin in sod., 2006).

2.6.2 Naselitev jezerske zlatovčice v Dvojno jezero

V več triglavskih jezer so bile naseljene ribe in sicer pisanci (*Phoxinus phoxinus* Linnaeus, 1758 - Dupeljsko jezero, Črno jezero, Krnsko jezero), jezerske zlatovčice (*Salvelinus alpinus* Linnaeus, 1758- Dvojno jezero, Krnsko jezero), kleni (*Leuciscus cephalus* Linnaeus, 1758 - Jezero na Planini pri Jezeru) in koreslji (*Carassius carassius* Linnaeus, 1758- Jezero na Planini pri jezeru) (Povž, 1997).

Julija 1991 so v Dvojno jezero vložili okoli 25 jezerskih zlatovčic. Stare so bile 2 leti ali več in dolge od 10 do 13 cm (Brancelj, 1999). Dokler se ribe niso drstile, niso povzročile velike škode. Prvi drst se je zgodil v oktobru 1994 in nato vsako jesen (Brancelj, 1999). Priljubljeno drstitveno mesto je bilo območje majhnega podvodnega izvira na severu Petega jezera (Brancelj, 2002). Število rib je začelo strmo naraščati in plenilski pritisk na ostale živali v jezeru je bil vse večji.

Pred naselitvijo rib sta v jezeru živeli dve planktonski vrsti ceponožcev (Copepoda) - *Arctodiaptomus alpinus* (Imhof 1885) in *Cyclops abyssorum tatricus* (Kozminski 1927). Osebkni vrste *A. alpinus* so dosegali precejšnje velikosti in so bili intenzivno oranžno obarvani, še posebno samice z jajci. Planktonskih predstavnikov vodnih bolh in kotačnikov ni bilo. Od leta 1995 naprej se je do tedaj dokaj stalna populacija vrste *A. alpinus* v Šestem jezeru naglo manjšala in leta 1998 povsem izginila. V Petem jezeru je bilo izumrtje odloženo za eno leto. Spremenilo se je razmerje med vrstama *A. alpinus* in *C. a. tatricus*. Ribe so izrazito plenile večje in bolj vidne osebkne vrste *A. alpinus*, še zlasti samice z jajci. Spremembe v Šestem jezeru so se pokazale v letu 1995, torej po jeseni, ko so se ribe prvič drstile. V Petem jezeru upad populacije *A. alpinus* ni bil tako velik. Samice z jajci so iz Šestega jezera izginile že leta 1996, iz Petega pa leto dni kasneje. Hkrati je v obeh jezerih zelo upadlo število odraslih *C. a. tatricus*, v vzorcih zooplanktona so prevladovali njihovi kopepoditi. Zaradi upada števila odraslih zooplanktonov se je splošna biomasa makrozooplanktona zmanjšala. V Petem jezeru z 0.9 mg DW m⁻³ (pred letom 1994) na 0.4 mg DW m⁻³ (1996/1997) in naprej na <0.01 mg DW m⁻³ (1998). Tudi v Šestem jezeru je bila v štirih letih biomasa zooplanktona 2-3 krat manjša. Po izginotju vrste *A. alpinus* so ribe verjetno zamenjale glavno tarčo prehranjevanja za osebkne vrste *C. a. tatricus* (Brancelj, 2002 b).

Od leta 1994 naprej so raziskovalci opazovali ribe v Dvojnem jezeru. Dolžino nekaterih rib so ocenili na 25 cm. Gostoto rib so ocenjevali glede na to, koliko rib se je prišlo hraniti na površje. Na površini 10 x 25 m se je tako hranilo od 8 do 10 rib. To je nakazovalo na veliko gostoto rib v jezeru (Brancelj, 2002 b).

Do leta 1999 je število rib že močno naraslo. V novembru 1999 je potekal prvi poskus izlova z lebdečimi mrežami in v štirih urah se je ujelo blizu 200 rib (Brancelj, 2002 b). Naslednji poskus je bil spomladi leta 2000, ko se je ulovilo 240 rib (Brancelj, 2002 b).

Nadaljnih poskusov izlova ni bilo. Ob obeh izlovih je v jezeru ostalo neznano število rib in tudi danes število jezerskih zlatovčic v Dvojnem jezeru ni znano.

Zaradi plenjenja rib niso ogrožene le bentoške vodne bolhe in ceponožci, ampak tudi veliki vodni nevretenčarji, ki živijo v obrežnem pasu. Bentoški nevretenčarji so izginjali in še izginjajo enako hitro kot zooplankton. Istočasno so se začele hitro množiti nitaste zelene alge. Okoli obeh jezer se sedaj pojavlja stalen zelen obrežni pas na globini od 2 do 4 m. Še vedno nizke koncentracije nutrientov in redka prisotnost *E.coli* (Oder, pers.com) dokazujejo, da bližina planinske kočice ima, sicer majhen, vpliv na jezersko vodo, vsekakor pa to ni edini razlog za prisotnost alg. Meritve nitratov, fosfatov in kisika med leti 1991 in 1998 so jasno pokazale poslabšanje kvalitete jezerske vode. Vrednosti nitratov in fosfatov so se povečale, koncentracija kisika pa je padla (Brancelj, 1999).

3 MATERIAL IN METODE DELA

V nadaljnjih poglavjih sem zaradi večje preglednosti svojo raziskavo razdelila na dva dela:

1. Ribe – tu so zajete raziskave v zvezi s sestavo ribje prehrane in značilnostmi rib
2. Bentos – tu so zajete raziskave v zvezi z vsakoletnimi vzorčenji bentosa

3.1 MATERIAL

3.1.1 Ribe

Za lovljenje rib sem uporabljala ribiško palico, za vabo pa kruh. Ribe sem stehtala s terensko tehtnico. Nato sem jih odprla s skalpelom, izrezala želodce in jih shranila v majhne posodice s 4% formaldehidom. Pri laboratorijski analizi želodčne vsebine sem uporabljala lupo in laboratorijski pribor (pincete, igle, petrijevke, plastične pipete). Po analizi sem vsebine želodcev shranila nazaj v posodice s formaldehidom.

Pri beleženju območij zadrževanja rib sem uporabljala skico jezera.

Pri vzorčenju živali, padlih na površino jezera iz zraka ali kopnega, sem uporabljala posebno mrežo premera 41 cm z različno velikimi odprtinami (8x2 mm in 1x2 mm). Mreža je bila nameščena v več plasteh. Vzorce sem shranila v 4 % raztopini formaldehida.

3.1.2 Bentoški vzorci

Sodelavci Nacionalnega inštituta za biologijo so vzorce bentosa iz Dvojnega jezera prvič pobrali leta 1989, od leta 1993 naprej pa so jih pobirali vsako leto. Za delo so uporabljali ročno mrežo. Material so takoj shranili v 4 % raztopini formaldehida.

Pri pregledovanju bentoških vzorcev sem uporabljala lupo in laboratorijski pribor.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Terensko delo

Ribe

V času sezone (od maja do novembra) sem v letih 2005 in 2006 enkrat mesečno iz Dvojnega jezera izlovilo 10 rib, 5 iz Petega in 5 iz Šestega jezera. Ujete so bile z ribiško palico z različnih koncev obale. Junija 2006 sem v Šestem jezeru 3 ribice ujela z roko.

Ujete ribe smo takoj stehtali.

V prvi polovici vzorčenja smo ribe kolikor mogoče hitro prenesli v dolino in jih zamrznili. Pri analizi je bilo kar nekaj vsebin želodcev nerazpoznavnih zaradi prebave. V nadaljnjih vzorčenjih smo zato ujete ribe kar pri jezeru odprli s skalpelom, izrezali želodce z delom črevesja in jih shranili v posodice s 4 % raztopino formaldehida, kar je takoj ustavilo razgradnjo. Med terenskim delom pri jezerih smo opazovali in beležili mesta, kjer so se ribe ponavadi zadrževale.

Vsak mesec v sezoni leta 2006 je bil z ročno mrežo na dolgem ročaju vzorčen del jezerske površine ob obali obeh jezer – približno pol obsega vsakega jezera. Z mreže smo pobrali ujete živali in jih shranili v 4 % raztopini formaldehida.

Bentos

Bentos je bil vzorčen po “kick-sampling” metodi in sicer v trajanju 3 minut v pasu litorala do 0,5 m globine. Pri tej metodi se z z nogo močno razbrca substrat, nato pa z zamahi v obliki osmice z mrežo brodi po vodi. Lokacijo nekajkrat zamenjamo, da zajamemo čimveč mikrohabitatov. Čas zamahovanja z mrežo je bil omejen na tri minute (Urbanič in Toman, 2002).

3.2.2 Biološka analiza

Ribe

Nadaljnje raziskave so potekale v laboratoriju na Nacionalnem inštitutu za biologijo. Vsebino vsakega želodca sem pregledala pod lupo pri 16-x povečavi. Živali sem določila do vrst (supo. Cladocera, cl. Copepoda – z dodatno skupino Harpacticoida), rodov (*Niphargus*), družin (o. Coleoptera, Diptera, Hymenoptera – z dodatno skupino Apocrita), podredov (Homoptera), redov (Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Trichoptera, Planipennia, Aranea), podrazredov (Ostracoda, Oligochaeta) in razredov (Bivalvia, Gastropoda). Znotraj redov Diptera in Hymenoptera so bili preostali, nedoločeni osebki razvrščeni v skupini »ostali«.

Osebke posameznih taksonov sem tudi preštela. Po pregledu sem vsebine želodcev shranila nazaj v posodice s 4 % raztopino formaldehida in so zdaj del zbirke na inštitutu.

Vsega skupaj sem analizirala 70 želodcev. Vsebina nekaterih je bila nerazpoznavna zaradi prebavljenosti, nekaj pa jih je bilo praznih. Teh želodcev nisem zajela v statistično obdelavo, sem pa upoštevala maso rib.

Vse živali, zajete na jezerski površini, sem določila do družin (o. Coleoptera, Diptera, Hymenoptera- z dodatno skupino Apocrita) oz. do redov (Heteroptera, Homoptera). V redu Hymenoptera so bili nedoločeni osebki razvrščeni v skupino »ostali«.

Bentos

V laboratoriju sem pregledala polovico vsakega vzorca pod lupo pri 20-x povečavi in beležila, kako pogosto se pojavlja določen takson živali. Vzorec sem pred pregledom pretresla in nato počakala, da so se delci kamenja in blata posedli. V petrijevko sem vsakič dala enako količino vzorca – da je bilo dno petrijevke pokrito. Posebej sem bila pozorna na razmerje vodne bolhe: ceponožci, saj nas je zanimalo, če se zaradi plenjenja rib spreminja. V vsakem vzorcu bentosa sem v treh vidnih poljih pri 20-x povečavi preštela predstavnike obeh skupin.

Za nekaj let obstaja več kot en vzorec bentosa. Pregledala sem sicer vse, v obdelavi podatkov pa upoštevala le časovno najbolj ustreznega – prednost sem dajala vzorcem, ki so bili nabrani v času kot večina ostalih vzorcev (september, oktober).

3.2.3 Statistične analize

Ribe

Želodci

Vse analize se nanašajo le na število osebkov plena in ne na njihovo maso.

Deleži skupin v vsakem želodcu (A) so izračunani po enačbi:

$$A = \frac{n_i}{N}$$

kjer je n_i število osebkov i -te skupine, N pa število vseh osebkov v želodcu.

Deleži skupin v vseh želodcih istega meseca ujetih rib posameznega jezera skupaj (B) so izračunani za vsak mesec po formuli:

$$B = \frac{\sum_{i=1} n_i}{\sum_{i=1} N_i}$$

kjer je n_i število osebkov i -te skupine v posameznem želodcu, N_i pa število vseh osebkov v posameznem želodcu.

Deleže skupin v želodcih celega meseca (B) sem primerjala med seboj in sicer za vsako jezero posebej.

Masa rib

Iz izmerjenih mas rib sem izračunala povprečno maso rib v vsakem jezeru (\bar{X}) po formuli:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1} x_i}{N}$$

kjer je x_i masa i -te ribe, N pa število vseh ujetih rib v posameznem jezeru.

Ribe sem po masi razdelila v tri razrede:

- pod 30 g
- med 30 in 45 g
- nad 45 g

Vrednosti obeh jezer sem primerjala med seboj.

Povprečno maso rib in delež osebkov v posameznem razredu sem primerjala s podatki o masah rib, ujetih leta 1999 (Zavod za ribištvo Slovenije, 2007). Takrat je bila uporabljena druga metoda lova – lebdeče mreže.

Vsebine želodcev in mase treh ribic iz Šestega jezera, ujetih meseca junija, niso zajete v obdelavo podatkov, ker so bile ujete z drugačno metodo kot ostale.

Bentos

Število vsake vrste oziroma skupine, najdene v bentosu, sem ocenila z oznako pogostosti pojavljanja od 1 do 4 (1 – posamično, 2 – redko, 3 – pogosto, 4 – masovno). Številčno to pomeni: 1 – od 0 do 5 osebkov, 2 – od 5 do 30 osebkov, 3 – od 30 do 80 osebkov in 4 – več kot 80 osebkov na pregledano polovico vzorca. Nato sem te vrednosti vzorcev od leta 1988 do 2006 za vsako skupino primerjala med seboj.

Razmerje Cladocera:Copepoda

V vsakem bentoškem vzorcu sem v treh vidnih poljih preštela ceponožne rake in vodne bolhe. Iz teh treh vrednosti sem izračunala povprečje. Povprečna števila ceponožnih rakov in vodnih bolh na eno vidno polje v posameznem vzorcu sem primerjala med seboj. Razmerje (C) sem izračunala po formuli:

$$C = \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}_i}$$

kjer je x_i povprečno število vodnih bolh na vidno polje v i-tem vzorcu, y_i pa povprečno število ceponožnih rakov na vidno polje v i-tem vzorcu.

4 REZULTATI

4.1 RIBE

4.1.1 Želodci

Živali v želodcih sem določila do naslednjih taksonov oziroma razvojnih stadijev:

Oligochaeta	Hymenoptera - Apocrita
Bivalvia	Hymenoptera - Apoidea
Gastropoda	Hymenoptera - Formicidae
Aranea	Hymenoptera - ostali
Cladocera - <i>Acroperus harpae</i>	Coleoptera - Chrysomelidae
Cladocera - <i>Alona affinis</i>	Coleoptera - Curculionidae
Cladocera - <i>Alonella</i> sp.	Coleoptera - Dytiscidae
Cladocera - <i>Chydorus sphaericus</i>	Coleoptera - Hydraenidae
Ostracoda	Coleoptera - Nitidulidae
Copepoda - <i>Cyclops abyssorum taticus</i>	Coleoptera - Scarabeidae
Copepoda - <i>Eucyclops serrulatus</i>	Coleoptera - Scolitidae
Copepoda - <i>Megacyclops viridis</i>	Coleoptera - Staphylinidae
Copepoda - Harpacticoida	Planipennia
Amphipoda - <i>Niphargus</i> sp.	Trichoptera - bube
Emphemeroptera - ličinke	Trichoptera - ličinke
Emphemeroptera - odrasli	Diptera - Chironomidae - ličinke
Plecoptera - ličinke	Diptera - Chironomidae - bube
Plecoptera - odrasli	Diptera - Chironomidae - odrasli

Heteroptera

Diptera - Simuliidae

Homoptera - Cicadina

Diptera - ostali

Živali, najdene v želodcih, sem razvrstila v 5 skupin:

- vodne bolhe
- ceponožci
- ličinke trzač (Diptera) – ličinke in bube
- leteče žuželke - vse živali, ki so v vodo zašle iz zraka ali kopnega
- ostali bentos

Preglednica 2: Podatki o izlovljenih ribah po mesecih in jezerih

Peto jezero

Šesto jezero

<u>Želodec</u>	<u>Datum izlova</u>	<u>Masa ribe (g)</u>	<u>Želodec</u>	<u>Datum izlova</u>	<u>Masa ribe (g)</u>
1	24.2.2007	22	1	19.5.2005	29
2	24.2.2007	32	2	19.5.2005	35
3	24.2.2007	33	3	19.5.2005	38
4	24.2.2007	35	4	13.6.2006	1
5	24.2.2007	36	5	13.6.2006	1
6	24.2.2007	38	6	13.6.2006	1
7	24.2.2007	45	7	13.6.2006	22
8	19.5.2005	20	8	13.6.2006	31
9	19.5.2005	40	9	13.6.2006	35
10	19.5.2005	43	10	19.7.2006	28
11	19.5.2005	49	11	19.7.2006	28
12	19.5.2005	51	12	19.7.2006	33
13	13.6.2006	31	13	19.7.2006	33
14	13.6.2006	32	14	12.8.2005	22
15	13.6.2006	35	15	12.8.2005	40
16	13.6.2006	46	16	16.8.2006	45
17	19.7.2006	29	17	21.9.2006	20
18	19.7.2006	31	18	21.9.2006	24
19	19.7.2006	35	19	21.9.2006	35
20	12.8.2005	31	20	21.9.2006	37
21	12.8.2005	44	21	21.9.2006	46
22	16.8.2006	33	22	7.10.2006	18
23	16.8.2006	39	23	7.10.2006	30
24	21.9.2006	33	24	7.10.2006	37
25	21.9.2006	40	25	7.10.2006	37
26	21.9.2006	45	26	7.10.2006	42
27	21.9.2006	47	27	11.11.2005	26,5
28	21.9.2006	47	28	11.11.2005	36
29	7.10.2006	34	29	11.11.2005	36,5
30	7.10.2006	40	30	18.11.2006	30
31	7.10.2006	44	31	18.11.2006	45
32	7.10.2006	45	32	18.11.2006	66
33	7.10.2006	48			
34	11.11.2005	33			
35	11.11.2005	39			
36	18.11.2006	35			
37	18.11.2006	38			
38	18.11.2006	38			

Preglednica 3: Prehrana rib (kot število osebkov v želodcu ribe) v različnih mesecih

Fabruar										
Jezero	5	5	5	5	5	5	5			
Masa ribe (g)	22	32	33	35	36	38	45			
<i>Chydorus sphaericus</i>	6		4		1120	6	3			
Diptera-Chironomidae-bube	1	1	2							
Diptera-Chironomidae-ličinke	8	7	2		6	2	6			
<i>Eucyclops serrulatus</i>		2	1400	1290	4900	1330	330			
Harpacticoida		2	10	1	700	150	30			
<i>Megacyclops viridis</i>			3	2	20	10	1			
Ostracoda			4	40	770	3	5			
Plecoptera-ličinke		10								
Trichoptera-bube		3								
Maj										
Jezero	5	5	5	5	6	6	6			
Masa ribe (g)	20	40	43	49	29	35	38			
<i>Alona affinis</i>				20						
<i>Alonella</i> sp.	1			1						
Aranea									1	
<i>Chydorus sphaericus</i>		2	20	8						
Coleoptera-Hydraenidae						1				
Coleoptera-Staphylinidae									2	
Diptera-Chironomidae-bube	6			6						
Diptera-Chironomidae-ličinke	26	21	2	500	1					
Diptera-Chironomidae-odrasli	2									
Diptera-ostali									1	
Ephemeroptera-odrasli									1	
<i>Eucyclops serrulatus</i>	1									
Hymenoptera-Apocrita									2	
Hymenoptera-Apoidae				10					1	
Hymenoptera-Formicidae										
Hymenoptera-ostali									3	
Plecoptera-ličinke							12			
Junij										
Jezero	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
Masa ribe (g)	31	32	35	46	1	1	1	22	31	35
<i>Acroperus harpae</i>					4					
Aranea		1								
<i>Chydorus sphaericus</i>					45	100	100			
Coleoptera-ostali	3			3						
Coleoptera-Chrysomelidae		28	13							1
Coleoptera-Curculionidae		21	6	19				5	7	1
Coleoptera-Dytiscidae				1				1		1

Coleoptera-Scarabeidae		2	5					1
Coleoptera-Scolitidae		2	4					3
Coleoptera-Staphylinidae	2	40	6	15			3	8
Diptera-Chironomidae-bube		8	8	2				
Diptera-Chironomidae-ličinke	110	6						
Diptera-ostali	6	25	17	12			2	9
Diptera-Simulidae	13	80	180	330				15
Gastropoda								3
Heteroptera		4	1	2				
Homoptera-Cicadina	1	2						
Hymenoptera-Apocrita		60	20	30			1	10
Hymenoptera-Apoidae	40	70	180	440			1	15
Hymenoptera-Formicidae		5	1		1		3	3
<i>Megacyclops viridis</i>	1							
Planipennia		1						
Plecoptera-ličinke		6	4				10	1
Plecoptera-odrasli		1						
Trichoptera-ličinke		2						

Julij

Jezero	5	5	5	6	6	6	6
Masa ribe (g)	29	31	35	28	28	33	33
<i>Acroperus harpae</i>						2	
<i>Alona affinis</i>						500	2
<i>Alonella</i> sp.						150	
Aranea	1				1		
<i>Chydorus sphaericus</i>			15			4	
Coleoptera			4				
Coleoptera-Chrysomelidae	3			1	7		
Coleoptera-Curculionidae	5			2	15		
Coleoptera-Dytiscidae					1		
Coleoptera-Scarabeidae					2		
Coleoptera-Scolitidae	10		1				
Coleoptera-Staphylinidae	5			3	6	1	
Diptera-Chironomidae-ličinke			2	5	2	6	
Diptera-ostali	13				14	1	
Diptera-Simulidae	100			30	50		
<i>Eucyclops serrulatus</i>						220	
Gastropoda	3			4			
Harpacticoida						15	
Heteroptera					2		
Homoptera-Cicadina			1				
Hymenoptera-Apocrita	13		1	6	14		
Hymenoptera-Apoidae	80			20	60		
Hymenoptera-Formicidae	1		2		3		
Hymenoptera-ostali					2		
Ostracoda			1			150	2
Planipennia					1		
Plecoptera-ličinke				10	10		

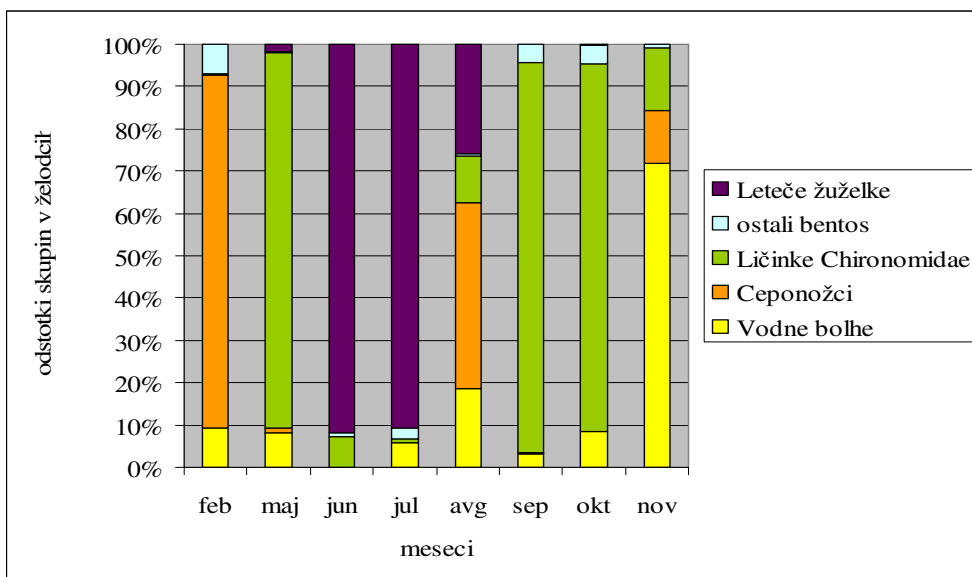
<i>Megacyclops viridis</i>			2			1				
<i>Niphargus</i> sp.	2	1		50						
Ostracoda	1	1						3		
Plecoptera-ličinke					4					
Trichoptera-bube	1	3								

Oktober

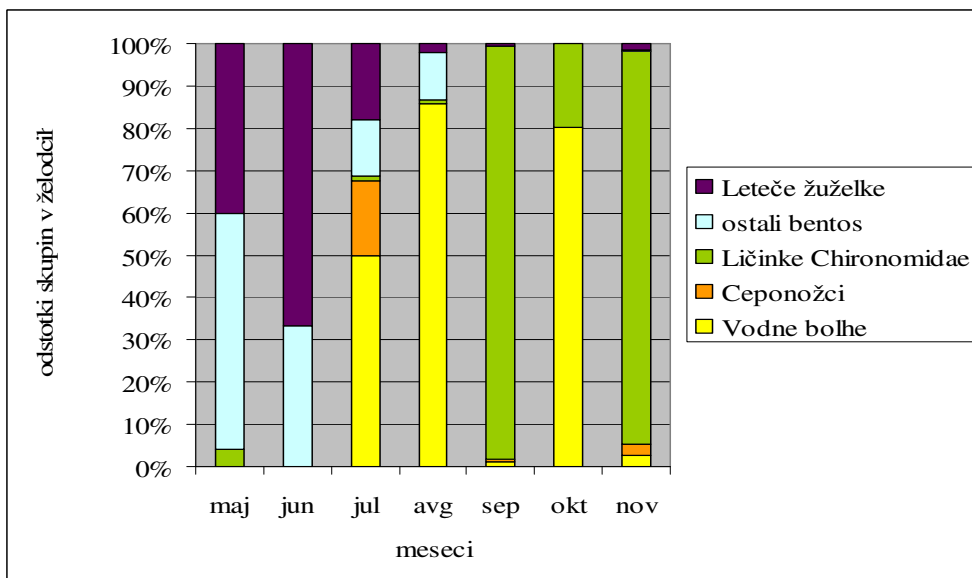
Jezero	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
Masa ribe (g)	34	40	44	45	48	18	30	37	37	42
<i>Acroperus harpae</i>							1		25	
<i>Alona affinis</i>	6								50	
<i>Alonella</i> sp.							30		70	
Aranea		1	1						3	
<i>Chydorus sphaericus</i>	60		2				5			
Coleoptera-Hydraenidae									15000	
Diptera-Chironomidae-bube	3		7		5	5	2		1	
Diptera-Chironomidae-ličinke	270	360	13		10	6	850	1	3	
Ephemeroptera-odrasli		1						3	2800	50
<i>Eucyclops serrulatus</i>			1			1				
Gastropoda				1					1	
Harpacticoida	1									
<i>Megacyclops viridis</i>									2	
<i>Niphargus</i> sp.	2	2	2							
Oligochaeta		20							2	
Ostracoda	1									
Plecoptera-ličinke		2								
Trichoptera-bube								1		

November

Jezero	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6
Masa ribe (g)	33	35	38	38	26,5	30	36	36,5	45	66
<i>Acroperus harpae</i>				10						
<i>Alona affinis</i>	10			50	3					
<i>Alonella</i> sp.			2	20	2	1				
<i>Chydorus sphaericus</i>	1100	2	14	4600		4				1
Diptera-Chironomidae-bube							3	1	1	3
Diptera-Chironomidae-ličinke		430	70	700	4	270			90	5
Diptera-ostali	6									
<i>Eucyclops serrulatus</i>	810				6		1		1	
Harpacticoida	100				2					
Hymenoptera-Formicidae-ikre								6		
kamenčki			2							1
<i>Megacyclops viridis</i>	90				1					
<i>Niphargus</i> sp.	20									
Ostracoda	30									
Plecoptera-ličinke		7							1	



Slika 1: Vsebina želodcev jezerske zlatovčice (5. jezero)



Slika 2: Vsebina želodcev jezerske zlatovčice (6. jezero)

Grafični prikaz sestave prehrane za vsako ribo posebej je v **Prilogi 1**.

Februar

Pet od sedmih rib je imelo v želodcu najmanj 75% osebkov ceponožcev vrste *Eucyclops serrulatus* (predvsem samic z jajci). Le najlažji dve sta imeli precej manj poln želodec, jedli pa sta predvsem vodne bolhe, ostali bentos (Plecoptera, Ostracoda) in ličinke trzač. Ribe smo ujeli le v Petem jezeru, kjer so v celoti ceponožci predstavljali 84% plena.

Maj

V Petem jezeru so imele štiri od petih rib v želodcih približno 59 odstotni delež ličink trzač. Ena od rib pa se je hranila pretežno z vodnimi bolhami (89%). Skupaj so v tem jezeru ličinke trzač predstavljale 89 % vsega plena.

V Šestem jezeru so bile velike razlike med tremi ujetimi ribami – ena je imela v želodcu izključno ostali bentos (Plecoptera), druga večinoma leteče žuželke (Hymenoptera, Coleoptera) in tretja ličinke trzač. Vsi želodci skupaj so vsebovali 56 % ostalega bentosa in 40 % letečih žuželk.

Junij

V Petem jezeru so leteče žuželke predstavljale večinski delež v prehrani – pri treh od štirih rib najmanj 97 % vsebine želodca. Ena riba pa je imela v želodcu 64 % ličink trzač, ostalo pa prav tako leteče žuželke. V vseh želodcih skupaj je bilo 92 % letečih žuželk.

V Šestem jezeru smo ujeli tri še zelo majhne ribice, ki niso presegle 1 g. Prav vse so se hranile pretežno z vodnimi bolhami (najmanj 98% vsebine želodca). Ena od ostalih treh večjih rib se je hranila skoraj izključno z letečimi žuželkami (95 %), drugi dve pa z letečimi žuželkami (24 % in 58 %) in ostalim bentosom.

V obeh jezerih so med letečimi žuželkami prevladovali vrste iz skupin Diptera, Hymenoptera in Coleoptera, med ostalim bentosom pa Plecoptera. V vseh želodcih skupaj je bilo 63 % vodnih bolh, precej pa tudi letečih žuželk (25 %).

Julij

V Petem jezeru se je ena riba hranila pretežno z letječimi žuželkami (99 %), druga izključno z ostalim bentosom (Trichoptera), tretja pa pretežno z vodnimi bolhami (56 %) in letječimi žuželkami. V vseh želodcih skupaj je bilo 90 % letječih žuželk.

V Šestem jezeru sta se dve ribi hranili pretežno z letječimi žuželkami (najmanj 76 %), dve pa sta dajali prednost vodnim bolham (najmanj 50 %). Ena od slednjih dveh je imela v želodcu tudi veliko število ostalega bentosa (Ostracoda) in samic z jajci vrste *Eucyclops serrulatus*. V vseh želodcih skupaj je bilo 50 % vodnih bolh, ostalo pa so v skoraj enakih deležih zasedale leteče žuželke, ostali bentos in ceponožci.

V obeh jezerih so ribe imele v želodcih tudi ličinke trzač. Med letječimi žuželkami so prevladovali skupine Diptera, Hymenoptera in Coleoptera.

Avgust

V Petem jezeru se je prav vsaka izmed štirih ujetih rib prehranjevala drugače. Prva z ličinkami trzač (60 %), druga pretežno z vodnimi bolhami (87 %), tretja z letječimi žuželkami (100 %) – skupina Diptera in četrta s ceponožnimi raki (76 %) – z vrsto *Eucyclops serrulatus*. V vseh želodcih skupaj je bilo 44 % ceponožcev in 26 % letječih žuželk.

V Šestem jezeru se je prva riba prehranjevala predvsem z vodnimi bolhami (89 %), ostali delež pa zavzema skupina Ostracoda. Ostali dve sta jedli pretežno leteče žuželke (najmanj 68 %). Med letječimi žuželkami sta prevladovali skupini Diptera in Hymenoptera. V vseh želodcih skupaj je bilo 86 % vodnih bolh.

September

V Petem jezeru so imele tri od petih rib v želodcu najmanj 78 % ličink trzač, dve pa sta jih imeli najmanj 33 %. Sicer so jedle še ostali bentos, ceponožce in vodne bolhe – ena večinoma le te (65 %). Ena od rib je imela v želodcu veliko število vrste *Niphargus* sp. - 50 osebkov (3,4 %). Le en želodec je vseboval eno žuželko (Hymenoptera). V vseh želodcih skupaj je bilo 93 % ličink trzač.

V Šestem jezeru se je ena riba prehranjevala izključno z ličinkami trzač, druga samo z letečimi žuželkami (pretežno Diptera), tretja riba pa je imela bolj mešano prehrano – največ ličink trzač in vodnih bolh, pa tudi ostale skupine (od ceponožcev pretežno vrsto *Eucyclops serrulatus*). V vseh želodcih skupaj je bilo 98 % ličink trzač.

Oktober

Štirje od petih želodcev vsebujejo najmanj 76 % ličink trzač, sicer so prisotni še predstavniki vseh ostalih skupin, predvsem vodnih bolh. Med ostalim bentosom prevladuje skupina Oligochaeta. Leteče žuželke niso prisotne. Ena od rib je imela v želodcu le enega predstavnika ostalega bentosa – polža. V vseh želodcih skupaj je bilo 88 % ličink trzač.

Tudi v Šestem jezeru so imele štiri od petih rib v želodcu najmanj 80 % ličink trzač, poleg tega pa še vodne bolhe, ceponožce in ostali bentos. Peta riba se je hranila pretežno z vodnimi bolhami (84%). Leteče žuželke niso prisotne. V vseh želodcih skupaj je bilo 80 % vodnih bolh.

November

V Petem jezeru sta imeli dve od štirih rib v želodcu najmanj 81 % ličink trzač. Drugi dve ribi sta dajali prednost vodnim bolham (najmanj 51 %). Ena od rib je pojedla tudi veliko ceponožnih rakov (46%) in sicer pretežno vrsto *Eucyclops serrulatus*. Od ostalega bentosa sta prevladovali skupina Ostracoda in vrsta *Niphargus* sp.. Ena od rib je imela v želodcu dva majhna kamenčka. V vseh želodcih skupaj je bilo 72 % vodnih bolh.

V Šestem jezeru so imele štiri od šestih rib najmanj 86 % vsebine želodca ličink trzač, v enem želodcu je bil sicer le en osebek. Od ostalih dveh rib se je ena pretežno hranila z letečimi insekti (Hymenoptera), druga pa s ceponožnimi raki. Dve izmed rib sta imeli v želodcu po eno ikro. V vseh želodcih skupaj je bilo 93 % ličink trzač.

4.1.2 Vodna površina

Preglednica 4: Žuželke (število osebkov) z vodne površine Dvojnega jezera v letu 2006

datum	13.6.	13.6.	19.7.	19.7.	16.8.	16.8.	12.9.	12.9.	7.10.	7.10.	18.11.	18.11.
jezero	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
Coleoptera	7	1			3	3		3	1	2		
Diptera	4	2	4	4	2	3		2	3	1		2
Heteroptera	2				1							
Hymenoptera	11	7		1	7	6	3	1	3	1		
Homoptera							1					

Ocena površine potega je v 5. jezeru približno 100 m², v 6. jezeru pa 70 m² (odprtina ustja mreže x polovica srednjega obsega jezera). Podrobnejše analize vzorcev s površine jezera so v **Prilogi 2**.

Največ žuželk je padlo v vodo junija in avgusta, oktobra in novembra pa jih je bilo že precej manj. Julija jih je bilo glede na ostale poletne mesece precej malo. Maja žuželk na površini vode še ni bilo.

Vse skupine žuželk iz zraka, ki sem jih pobrala z vodne površine, sem našla tudi v prehrani rib, razen hrošča iz družine Cerambycidae.

4.1.3 Masa rib

Preglednica 5: Masa rib ujetih v Petem jezeru (g)

število rib	1	2	3	4	5	6	7
feb	22	32	33	35	36	38	45
maj	20	40	43	49	51		
jun	31	32	35	46			
jul	29	31	35				
avg	31	33	39	44			
sep	33	40	45	47	47		
okt	34	40	44	45	48		
nov	33	35	38	38	39		

Legenda

pod 30 g
med 30 in 45 g
nad 45 g

V Petem jezeru je 68 % rib tehtalo od 30 do 45 g. 8 % jih ni dosegalo 30 g in 24% je presegalo 45 g. Najlažja ujeta riba je imela 20 g, najtežja pa 51 g. Povprečna masa rib v Petem jezeru je 37,6 g.

Preglednica 6: Masa rib ujetih v Šestem jezeru (g)

število rib	1	2	3	4	5	6
maj	29	35	38			
jun	1	1	1	22	31	35
jul	28	28	33	33		
avg	22	40	45			
sep	20	24	35	37	46	
okt	18	30	37	37	42	
nov	26,5	30	36	36,5	45	66

Legenda

pod 30 g
med 30 in 45 g
nad 45 g
pod 1 g

V Šestem jezeru je rib z maso med 30 in 45 g 55 %. Kar 31 % jih ni doseglo 30 g in le 14 % jih je imelo več kot 45 g. Najlažja ujeta riba je imela 18 g, najtežja pa 66 g. Povprečna masa rib v šestem jezeru je bila 33,5 g.

Največ rib iz obeh jezer je dosegalo maso med 30 in 45 g – kar je med 15 in 18 cm telesne dolžine.

Preglednica 7: Masa rib, ujetih 11.9.1999 (obe jezera skupaj, prevladujejo osebki iz 5. jezera) (vir: Zavod za ribištvo Slovenije, 2007)

dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)	dolžina (cm)	masa (g)
8	5	15,5	28	22	79
9,5	8	16	35	22,5	84
10	10	16	31	22,5	81
10	8	16	30	23	94
10,5	10	16,5	36	23	91
11	12	16,5	30	24	110
11	11	17,5	39	24,5	102
11	11	18	39	25	126
12,5	18	18,5	37	25	105
13	17	19	49	25,5	118
13	18	19,5	59	25,5	108
13,5	20	20,5	70	25,5	107
13,5	19	20,5	64	26,5	134
13,5	20	21	65	26,5	104
14	20	21	65	26,5	120
14	23	21	70	27	135
14	20	21,5	78	27	130
14,5	22	21,5	81	27	126
14,5	21	22	88	27,5	148
14,5	25	22	89		
15	24	22	78		

Povprečna masa 60 – tih ujetih rib je bila 59,1 g. 36 % rib je tehtalo manj kot 30 g, 13 % jih je imelo med 30 in 45 g, kar polovica pa jih je preseгла 45 g. 23% vseh osebkov je imelo celo več kot 100 g, najtežja pa je imela 148 g. Povprečna dolžina rib je bila 22,6 cm.

4.1.4 Mesta zadrževanja

Čez sezono so se ribe v obeh jezerih zadrževale praktično povsod. Zadržujejo se tako ob obali kot v globinah osrednjega dela jezer. Vseeno pa so se pogosteje zadrževale na mestih, ki nudijo zavetje oziroma skrivališče. V Petem jezeru se je veliko rib zadrževalo v bližini velikih potopljenih skal v jugozahodnem in vzhodnem delu jezera. V Šestem jezeru so bila ta mesta prav tako ob potopljenih skalah v zahodnem in vzhodnem delu jezera, tudi ob velikih obrežnih skalah na vzhodni strani. Meseca junija se je v Šestem jezeru na koncu okljuka na jugovzhodni strani v zelo plitki vodi zadrževala cela jata ribic dolžine okoli 5 cm.

V oblačnem ali deževnem vremenu so se ribe zadrževale v površinskih plasteh vode, ob sončnih dneh pa v senci globin in skal. V juliju in septembru je na jezeru plavalo veliko kosmov alg, ki jih je veter sčasoma naplaval na breg. Pod tem zaplatami so se prav tako velikokrat skrivale ribe. Februarja je bilo zaradi ledenega pokrova nemogoče določiti mesta zadrževanja.

V oktobru in novembru leta 2005 in 2006 sem opazovala drst. Najbolj priljubljeno drstitveno mesto je bilo v severovzhodnem delu Petega jezera, ob iztoku majhnega izvira. Tla so tam gruščnata. V Šestem jezeru je bilo v času drsta največ rib prav tako v severovzhodnem delu jezera, v plitvini, kjer je prav tako šibak podvodni dotok. V Šestem jezeru je bilo opaziti precej manj rib kot v Petem. V času drsta so bile ribe veliko manj pozorne na nevarnost (gibanje ljudi ob obali, ribolov) kot sicer.

V letih 2005 in 2006 sta bili jezera v času drsta (oktober, november) ločeni.

4.2 BENTOS

Preglednica 8: Datumi odvzema bentoških vzorcev

<u>Peto jezero</u>	<u>Šesto jezero</u>
28. 8. 1988	28. 8. 1988
1. 7. 1992	15. 7. 1992
1. 9. 1992	1. 9. 1992
6. 9. 1993	6. 9. 1993
4. 9. 1994	4. 9. 1994
31. 8. 1995	31. 8. 1995
4. 9. 1995	11. 9. 1996
11. 9. 1996	12. 9. 1997
12. 9. 1997	30. 7. 1998
10. 6. 1998	16. 9. 1998
13. 9. 2000	28. 9. 1999
16. 6. 2001	13. 9. 2000
2. 10. 2002	16. 6. 2001
3. 9. 2003	2. 10. 2002
12. 10. 2004	3. 9. 2003
5. 9. 2005	12. 10. 2004
11. 9. 2006	5. 9. 2005
	11. 9. 2006

Preglednica 9: Sestava bentosa v 5. jezeru

Datum vzorca	28.8.1988	1.7.1992	1.9.1992	6.9.1993	4.9.1994	31.8.1995	4.9.1995	11.9.1996	12.9.1997	10.6.1998	13.9.2000	16.6.2001	2.10.2002	20.8.2003	3.9.2003	12.10.2004	5.9.2005	11.9.2006
<i>Chydorus sphaericus</i>	4	3	4	4	4		4	3	4		4	4	2	4	4	3	3	3
<i>Acroperus harpae</i>	1	3	2	1	4		1	2	1		3			3	2	1		3
<i>Alona affinis, Alonella sp.</i>					4				1		3			3	3	1		2
<i>Eucyclops serrulatus</i>	3	1	3	4	3	3	3	3	3	3	1			3	3	1	3	2
<i>Megacyclops viridis</i>	1	1	3	4	1	3	3	3	2									2
<i>Cyclops abyssorum tatricus</i>	4	1	3	4	2	3	3	3	2	3								
<i>Harpacticoida</i>			2		1	3			1		3	1		2	2			
<i>Arctodiaptomus alpinus</i>	3			1	1	3	1			1								
Ephemeroptera-Siphonurus	2	2	2	1	1			1	2									
Ephemeroptera-Ecdyonurus					1		1		3									
Plecoptera			1	2	3		3											1
Chironomidae									2		3			1	1	1	1	2
Trichoptera-ličinka	1		1	1	1		1	2										
Coleoptera-ličinka					1									1				
Turbellaria																		1
Acarina												2						1
Nematoda					2		2	2	1		2			1	2			
Ostracoda				1				1	1	2	3			3	3			3
Oligochaeta	1	1		3	2				1		2	1		1	1			2
<i>Niphargus sp.</i>				1		1			2									
navpliji				3	4	4				1				1		1	4	

Legenda: **4** masoven
3 pogost
2 redek
1 posamičen

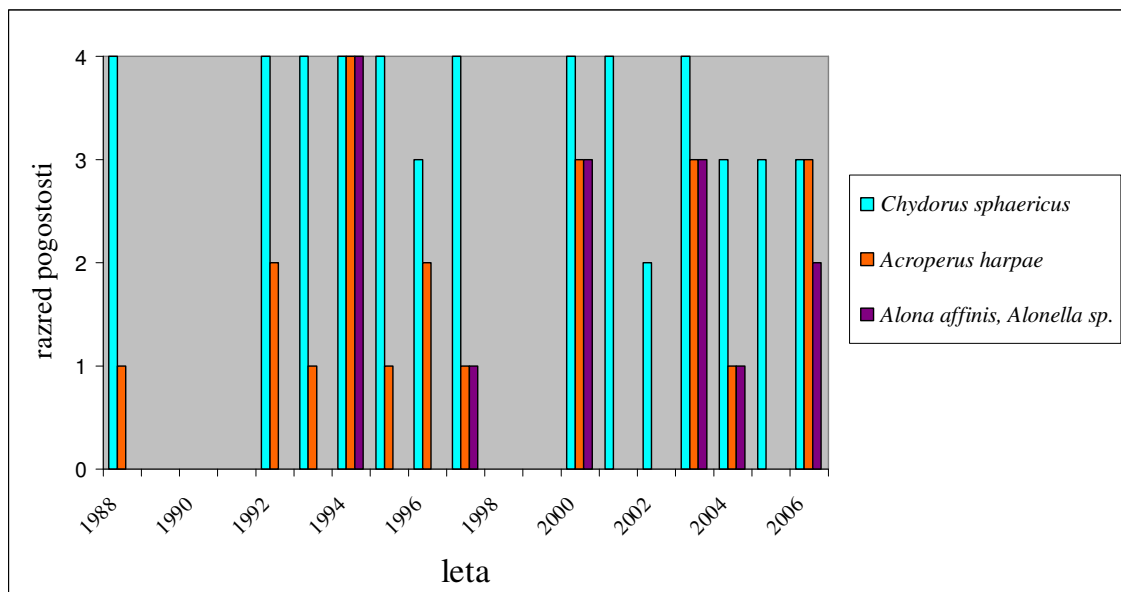
Preglednica 10: Sestava bentosa v 6. jezeru

Datum	28.8.1988	15.7.1992	1.9.1992	6.9.1993	4.9.1994	31.8.1995	11.9.1996	12.9.1997	30.7.1998	16.9.1998	28.9.1999	13.9.2000	16.6.2001	2.10.2002	3.9.2003	12.10.2004	5.9.2005	11.9.2006
<i>Chydorus sphaericus</i>	4	4	2	4	4	2	4	4	2	2	4	3	4	2	2	3	2	2
<i>Acroperus harpae</i>	1	4	4	4		1	4	2			3	2			3	3		1
<i>Alona affinis, Alonella sp.</i>			1	4			4	2				3		1	4	3	1	2
<i>Eucyclops serrulatus</i>	3	2	1	4	3	3	2	3	2	2	2		1	1	3			1
<i>Megacyclops viridis</i>	1	2	2	4		3	2	2										
<i>Cyclops abyssorum taticus</i>	4	2	2	4		3	2	2	3	2								
<i>Arctodiaptomus alpinus</i>	3			3	3	4			3	2								
Harpacticoida			2		3	3												1
Ephemeroptera-Siphonurus	2			2	3		2											
Ephemeroptera-Ecdyonurus							2	1										
Plecoptera			1	2	2	1	2	1			1				2			
Chironomidae			1	2		1		3				3			3	2		2
Trichoptera	1		1	1	1	1	2	1										
Coleoptera-ličinka				1														
Acarina													2					
Bivalvia												1			2			1
Gastropoda												1						
Nematoda		1			3		2					1	1					
Ostracoda			1				2	3				3			4		1	3
Oligochaeta	1	1	1		3						1	2	1		1			1
Tipulidae - ličinka												1						
navpliji		1							2								2	

Legenda: 4 masoven
3 pogost
2 redek
1 posamičen

4.2.1 Peto jezero

Vodne bolhe



Slika 3: Vodne bolhe v bentosu (5. jezero)

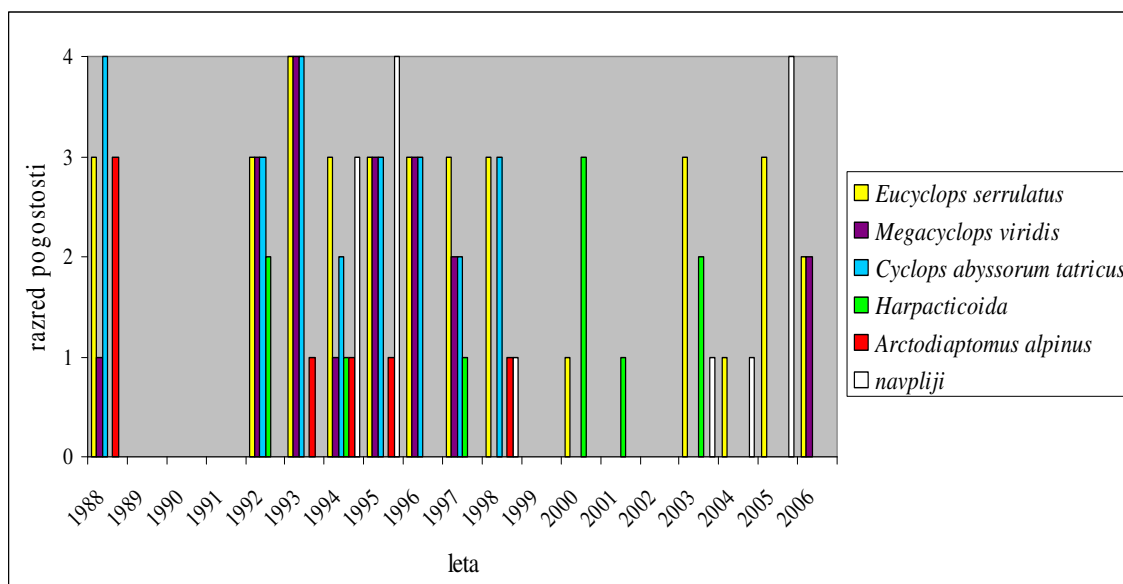
Bentoška vrsta *Chydorus sphaericus* je bila že pred naselitvijo rib v jezeru pogosta. Tekom let se njena pogostost ni kaj dosti spreminjala, le zadnja tri leta (2004 – 2006) je nekoliko upadla. Leta 1998 je v vzorcu nistem zasledila.

Pogostost vrste *Acroperus harpae* se med leti spreminja, vendar je stalno prisotna. Po letu 1994 se pojavlja v zelo podobnem številu kot vrsti *Alona affinis* in *Allonella sp.*. V vzorcih iz let 1998, 2001, 2002 in 2005 ni prisotna.

Vrsti *Alona affinis* in *Allonella sp.* sem našla od leta 1994 naprej, vendar ne vsako leto. V vzorcih iz let 1995, 1996, 1998, 2001, 2002 in 2005 nista prisotni.

Najbolj pogosto so se vodne bolhe vseh vrst pojavljale leta 1994.

Ceponožni raki



Slika 4: Ceponožni raki v bentosu (5. jezero)

Vrsta *Eucyclops serrulatus* je bila v jezeru že leta 1988 precej pogosta in je pogosto pojavljanje ohranila do leta 2000. Od takrat naprej se pogostost osebkov nekoliko spreminja – v letih 2001 in 2002 jih celo ni najti.

Vrsta *Megacyclops viridis* se je dokaj pogosto pojavljala do leta 1998, od takrat naprej pa je izginila. Prisotna je spet v vzorcih iz leta 2006 v majhnem številu.

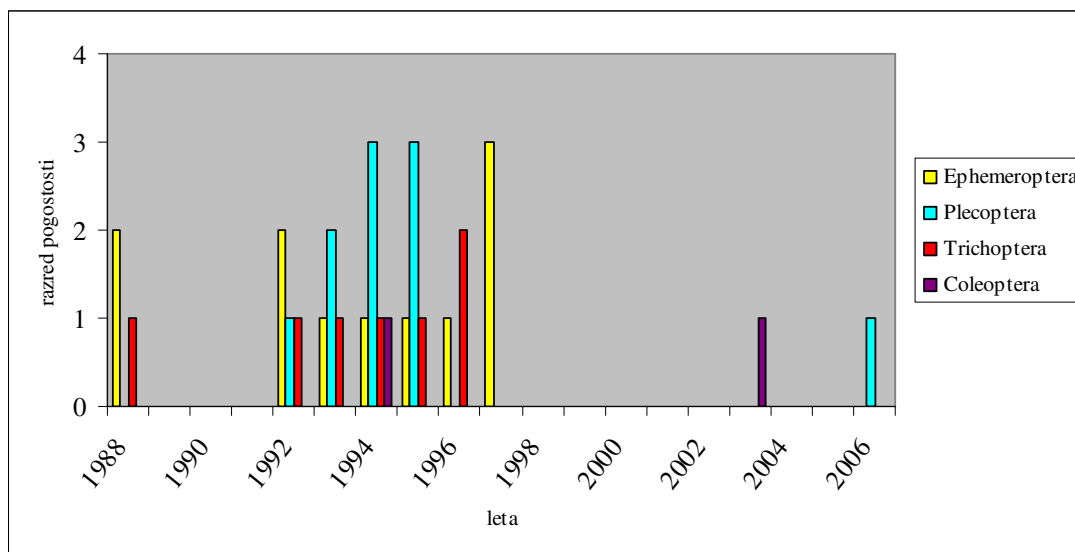
Vrsta *Cyclops abyssorum tatricus* se je do leta 1998 pojavljala pogosto – zelo podobno kot *Eucyclops serrulatus*. Od leta 1999 naprej je ni več.

Skupine *Harpacticoida* ne najdemo v vseh vzorcih. Pojavlja se dokaj enakomerno na približno dve leti. Njena številčnost je od posamična do pogosta.

Vrsta *Arctodiaptomus alpinus* se je leta 1988 pogosto pojavljala. Leta 1993 so bili osebki že posamični. Leta 1996 je izginila in se leta 1998 spet pojavila s posamičnimi predstavniki, od tega leta naprej pa je nisem več zasledila.

Ličinke ceponožnih rakov (navpliji) so se v letih 1994, 1995 in 2005 pojavljali pogosto oziroma masovno, vmes pa nekajkrat posamično.

Veliki vodni nevretenčarji



Slika 5: Ličinke velikih vodnih nevretenčarjev v bentosu (5. jezero)

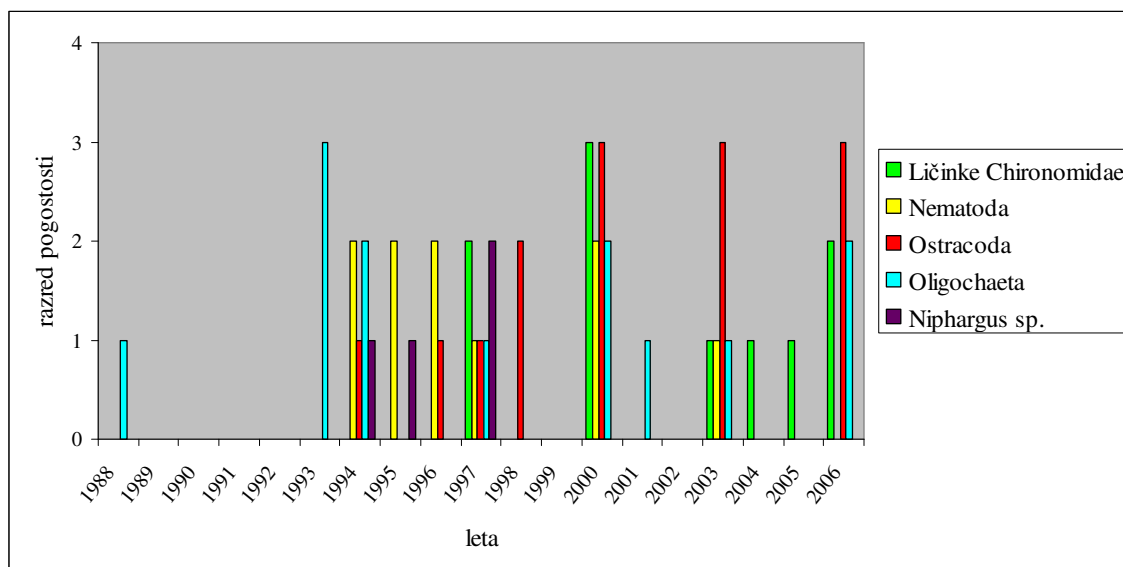
Ličinke enodnevnice (Ephemeroptera) so se od leta 1988 pojavljale redko, a stalno. Leta 1997 so bile celo pogoste. Od tega leta naprej jih ni več najti.

Ličinke vrbnic (Plecoptera) so se redko do pogosto pojavljale od leta 1992 do 1995. Naslednje leto jih ni bilo več, posamično so se pojavile ponovno leta 2006.

Posamične predstavnike ličink mladoletnic (Trichoptera) sem našla v vzorcih vse do leta 1996, kasneje pa ne več.

Ličinke hroščev (Coleoptera) so zelo redke. Našla sem le posamične predstavnike v vzorcih let 1994 in 2003.

Ostali bentos



Slika 6: Druge živali v bentosu (5. jezero)

Ličink trzač (Chironomidae) v vzorcih do leta 1997 ni najti, od takrat naprej pa se pojavlja posamično do pogosto skoraj vsako leto. Iz opazovanj jezera vemo, da so ličinke sicer stalno prisotne v jezeru.

Predstavniki skupine Nematoda so se pojavljali redko od leta 1994 do 1998, prisotni so bili tudi v vzorcih 2002 in 2004.

Predstavniki skupine Ostracoda ni najti vsako leto, se je pa na splošno njihova pogostost povečala – leta 1997 so bili predstavniki posamični, od takrat naprej pa redki oziroma pogosti.

Število skupine Oligochaeta se giblje od posamičnega do pogostega pojavljanja. Našla sem jih vsakih nekaj let.

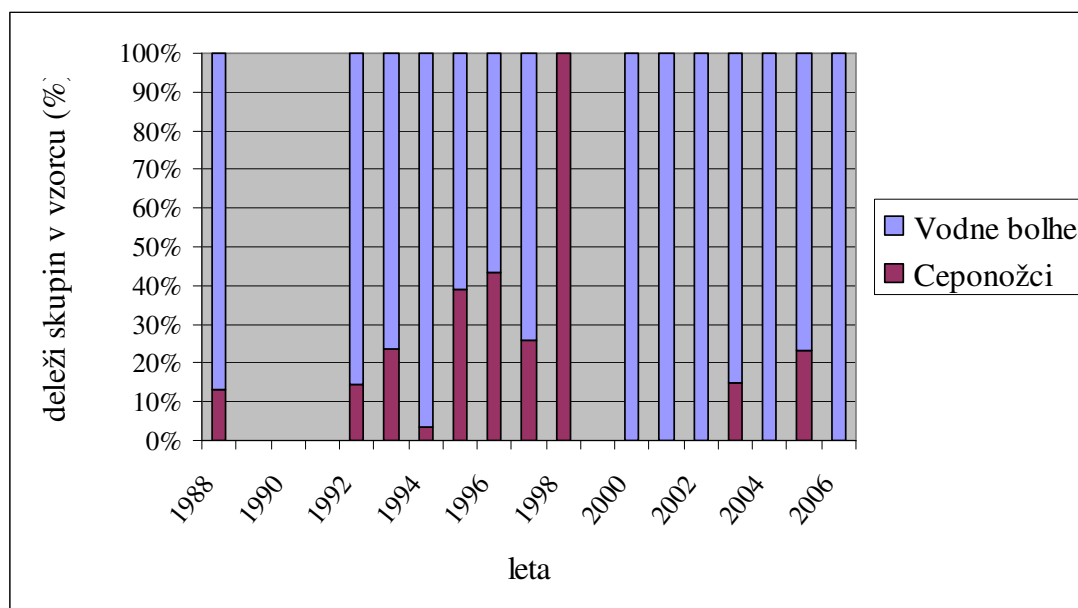
Vrsto *Niphargus* sp. sem našla v vzorcih iz let 1994, 1995 in 1997. Predstavniki so bili večinoma posamični.

Zelo redko so se v bentoških vzorcih pojavili posamični predstavniki skupin Turbellaria in Acarina.

Razmerje vodne bolhe: ceponožci

Preglednica 11: Povprečno število osebkov na vidno polje

Leto	Vodne bolhe	Ceponožci
1988	15	2,3
1992	7,6	1,3
1993	23,6	7,3
1994	15,6	0,6
1995	9,3	6
1996	1,3	1
1997	15,3	5,3
1998	0	1,3
2000	4	0
2001	5,3	0
2002	1,3	0
2003	14,6	2,6
2004	3	0
2005	2	0,6
2006	2,6	0



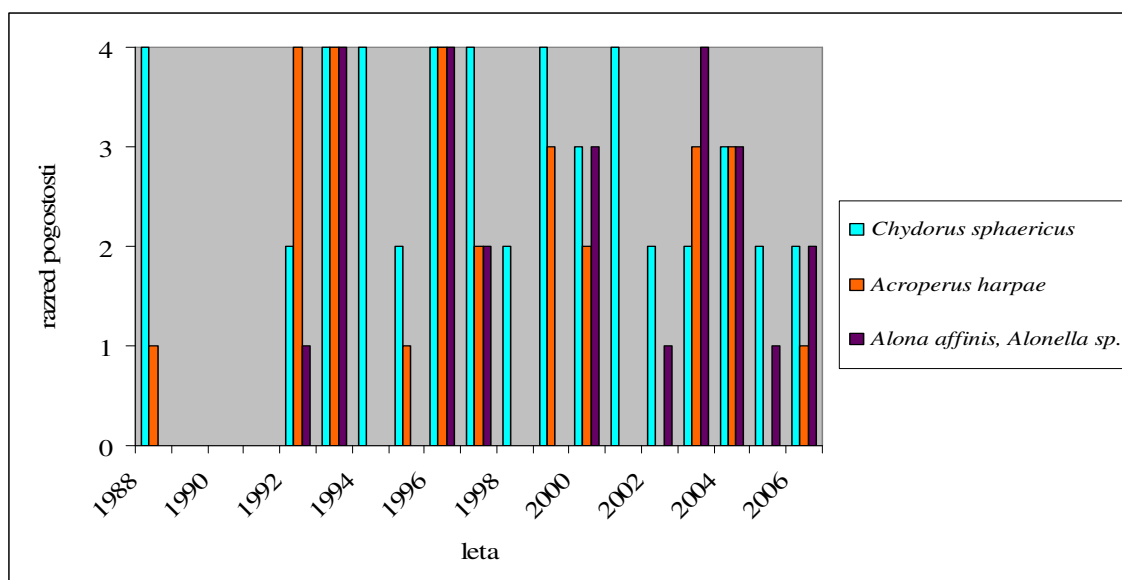
Slika 6: Razmerje vodne bolhe: ceponožci (5. jezero)

Razmerje med skupinama se ves čas spreminja. Vse vodne bolhe so bentoške, ceponožni raki pa so do leta 1999 tako iz bentosa kot zooplanktona. Leto 1998 je bilo edino, ko je bilo

ceponožnih rakov več kot vodnih bolh. Od leta 2000 naprej pa je bilo ceponožcev tako malo, da razmerja včasih ni bilo mogoče izračunati. Zelo visoko razmerje je bilo tudi leta 1994. Vrednosti razmerja do leta 1994 so nekako stalne in se ne spreminjajo toliko kot kasneje, zato bi te vrednosti lahko imeli za nekako uravnoteženo, normalno stanje, na katerega ribe še niso imele velikega vpliva. Ceponožci so do leta 1994 v razmerju dosegali približno od 10 do 40 % delež. Po letu 1998 se je delež precej zmanjšal.

4.2.2 Šesto jezero

Vodne bolhe



Slika 7: Vodne bolhe v bentosu (6. jezero)

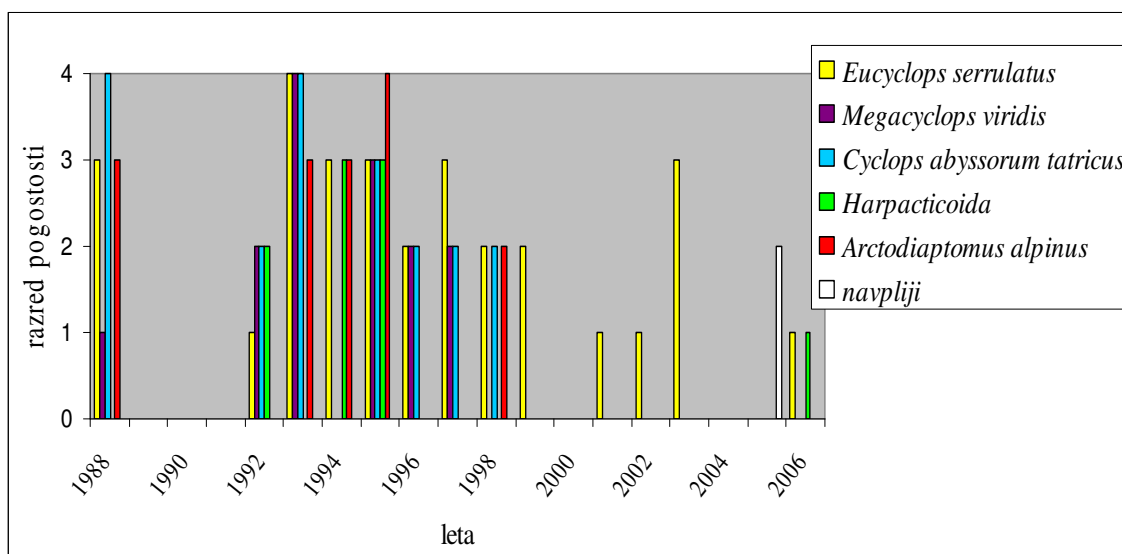
Vrsta *Chydorus sphaericus* se je v Šestem jezeru pojavljala v vzorcih vsako leto. Na vsaj dve leti se je pojavljala masovno, vmes pa tudi redko in pogosto. Od leta 2002 naprej se pojavlja redko ali pogosto.

Pogostost vrste *Acroperus harpae* je od leta 1988 do 2006 od posamična do masovna, kakšno leto pa je tudi ni (1994, 1998, 2001, 2002 in 2005).

Tudi pogostost vrst *Alona affinis* in *Allonella* sp. se precej spreminja – od posamičnega pojavljanja do masovne prisotnosti. V vzorcih iz let 1988, 1994, 1995, 1998, 1999 in 2001 ni prisotna.

Največ vodnih bolh različnih vrst je bilo prisotnih v letih 1993 in 1996.

Ceponožni raki



Slika 8: Ceponožni raki v bentosu (6. jezero)

Vrsta *Eucyclops serrulatus* je bila v jezeru do leta 1998 precej pogosta, nato pa je število začelo upadati. V mlajših vzorcih sem jo našla le še posamično ali pa sploh ne. Popolnoma odsotna je v letih 2000, 2004 in 2005. Izjema je leto 2003, ko je bila vrsta pogosta.

Vrsta *Megacyclops viridis* se je pojavljala od posamično do masovno do leta 1998, manjkala je le v letu 1994. Od leta 1998 je nisem našla v nobenem vzorcu več. Zelo podobno gostoto pojavljanja je imela vrsta *Cyclops abyssorum taticus*. Od leta 1999 naprej je popolnoma izginila.

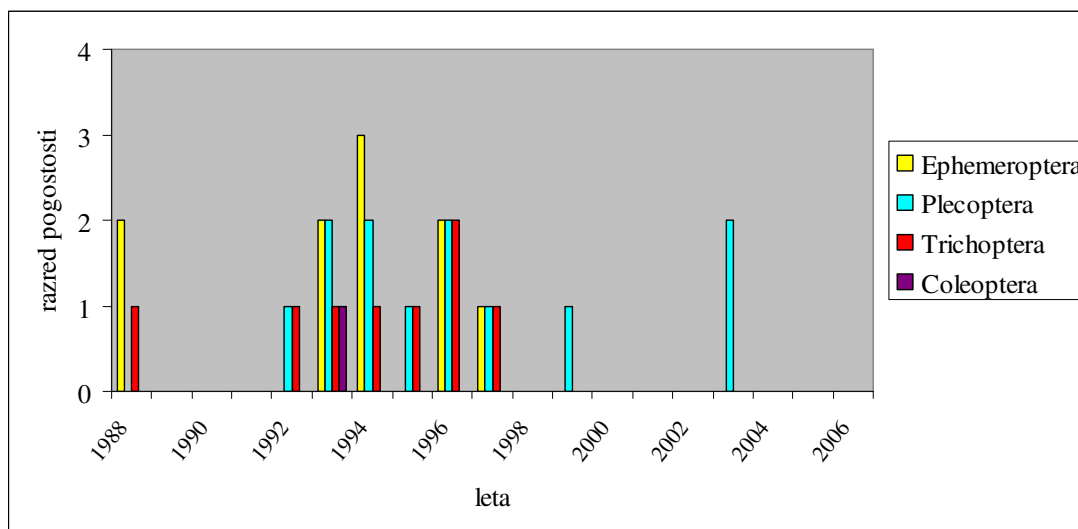
Skupino *Harpacticoida* sem našla le v vzorcih iz let 1992, 1994 in 1995. Pojavljala se je redko do pogosto. Do leta 2006 je nisem več našla, tega leta pa le posamične osebkke.

Vrsta *Arctodiaptomus alpinus* se je do leta 1996 pojavljala pogosto do masovno. Leta 1998 se je pojavljala redko, od takrat naprej pa ne več.

Ličinke ceponožnih rakov (navplije) sem našla v vzorcu leta 2005.

Vse vrste so bile številčno zelo dobro zastopane leta 1995, potem pa je viden nagel upad. Po letu 1998 pa so ceponožni raki prej izjema kot pravilo. Le vrsta *Eucyclops serrulatus* se še naprej pojavlja dokaj redno.

Veliki vodni nevretenčarji



Slika 9: Ličinke velikih vodnih nevretenčarjev v bentosu (6. jezero)

Ličinke enodnevnice (Ephemeroptera) sem do leta 1998 našla skoraj vsako leto. Bile so posamične do pogoste. Od leta 1998 naprej jih nisem našla.

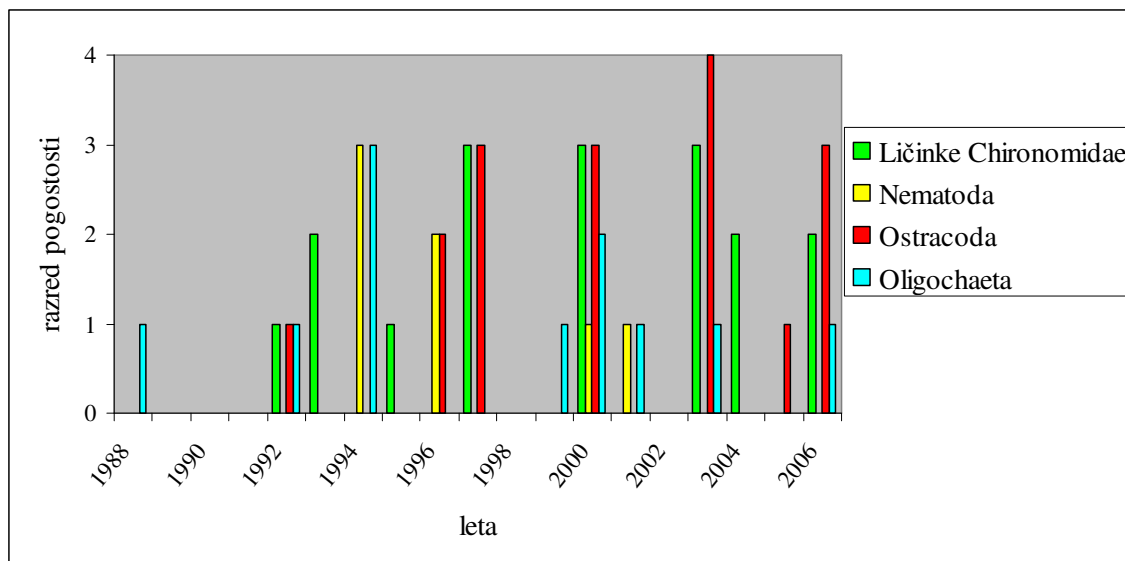
Prav tako so se ličinke vrbnic (Plecoptera) pojavljale vsako leto posamično ali redko do leta 1998. Našla sem jih še v vzorcih 1999 in 2003, v drugih vzorcih pa jih ni bilo.

Posamične ličinke mladoletnic (Trichoptera) so bile prisotne le v vzorcih do leta 1997, kasneje pa ne več.

Posamične predstavnike ličink hroščev (Coleoptera) sem našla v vzorcu 1993.

Do leta 1996 so se ličinke velikih vodnih nevretenčarjev pojavljale dokaj redno, prav pogoste pa v vzorcih nikoli niso bile. Po letu 1996 število precej upade, leta 1998 in kasneje pa jih skorajda ni več.

Ostali bentos



Slika 10: Druge živali v bentosu (6. jezero)

Predstavnikov skupine trzač (Chironomidae) ni najti čisto vsako leto, ni pa tudi daljšega obdobja, ko se ne bi pojavljale. Pojavljale so se posamično do pogosto.

Predstavniki skupine Nematoda so prisotni v vzorcih 1994 in 1996, kjer so bili pogosti oziroma redki, kasneje pa se pojavijo še v vzorcih 2000 in 2001.

Predstavnikov skupine Ostracoda ni najti vsako leto, se je pa na splošno njihova pogostost povečala – leta 1992 so bili predstavniki posamični, leta 1996 redki, od takrat naprej pa večinoma pogosti ali celo masovni.

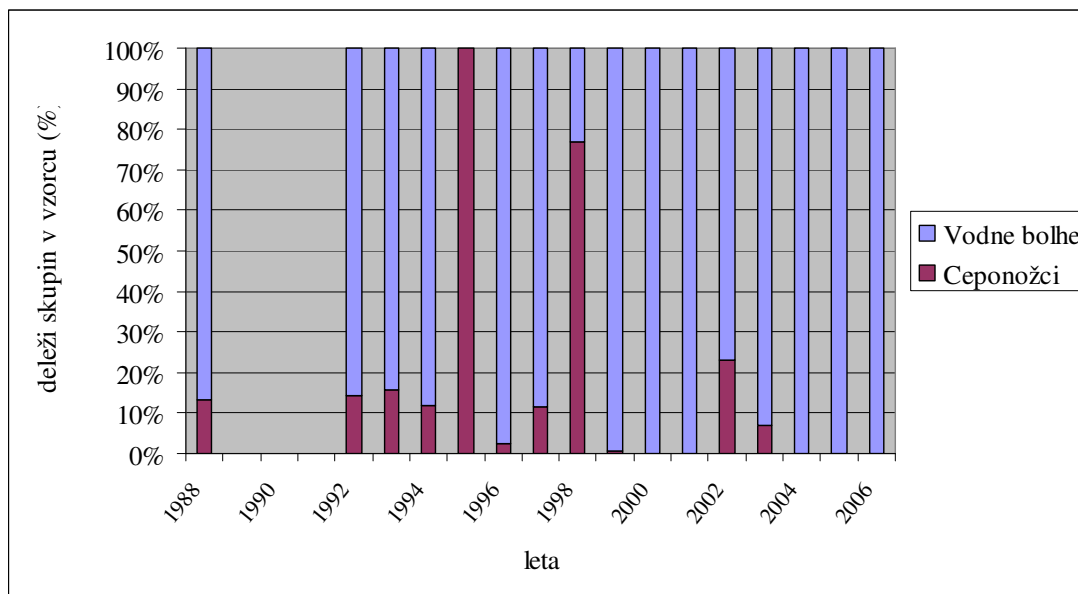
Število predstavnikov skupine Oligochaeta se giblje od posamičnega do pogostega pojavljanja. Pojavljajo se dokaj redno, vendar ne vsako leto.

Zelo redko so se pojavljali posamični predstavniki skupin Acarina, Gastropoda, Bivalvia in ličinke Tipulidae (Diptera).

Razmerje vodne bolhe: ceponožci

Preglednica 12: Povprečno število osebkov na vidno polje

Leto	Vodne bolhe	Ceponožci
1988	15	2,3
1992	3,6	0,6
1993	35,6	6,6
1994	9,6	1,3
1995	0	2,3
1996	12	0,3
1997	7,6	1
1998	0,3	1
1999	41,6	0,3
2000	3	0
2001	9,3	0
2002	1	0,3
2003	17,6	1,3
2004	3	0
2005	0,6	0
2006	2,3	0



Slika 11: Razmerje vodne bolhe: ceponožci (6. jezero)

Ceponožnih rakov je bilo v bentosu vedno precej manj kot vodnih bolh. V letih 1995 in 1998 se je razmerje obrnilo ceponožnim rakom v prid. Zelo visoko razmerje vidimo leta 1999, po tem letu pa, podobno kot v Petem jezeru, ceponožci skoraj izginejo. Do leta 1999, ko so bili ceponožci prisotni tudi še v planktonu, so slednji v razmerju najpogosteje dosegali okoli 15 % delež.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

5.1.1 Ribe

Želodci

Na biološko analizo so vplivale razlike med živalmi. Žuželke vsebujejo namreč precej hitina in jih je razmeroma lahko prepoznati, enako velja za vodne bolhe in skupino Ostracoda, ki imajo trden karapaks. Predstavniki skupine Oligochaeta pa v želodcu zelo hitro razpadejo in jih je težko najti (Hofer in Medgyesy, 1997). Pri vzorčenju moramo čimprej po izlovu ribe ustaviti delovanje »želodčnih sokov« – s formaldehidom ali nizko temperaturo.

Z analizo želodcev vidimo le, s čim se je riba hranila nazadnje. Iz razmerij med skupinami v želodcu po posameznih mesecih pa sem sklepala na splošni trend prehrane v tem obdobju.

Prehrano rib v Dvojnem jezeru lahko v grobem delimo na živali, ki padejo v vodo in živali, ki jih ribe poberejo s tal jezera ali iz vodnega stolpca. Kadar hrana ne pride od drugod, jo morajo ribe poiskati v jezeru – ta pa je zaradi izginotja zooplanktona v primeru Dvojnega jezera le še v bentosu. Povezava različnih mesecev z izbiro prehrane je zelo očitna. Pomembna je razpoložljivost plena.

Od septembra pa vse do maja, to je v obdobju, ko je jezero pokrito z ledom, imajo ribe na razpolago izključno živali, ki živijo v jezeru. Glavni vir hrane v teh mesecih so vodne bolhe, ceponožni raki, ličinke trzač in tudi ostali bentos. Med vodnimi bolhami so ribe največkrat plenile telesno majhne osebkne vodnih bolh vrste *Chydorus sphaericus*, med ceponožnimi raki pa nekoliko večje osebkne vrste *Eucyclops serrulatus*. Med ostalimi predstavniki bentosa so si ribe največkrat izbrale predstavnike skupine Ostracoda. Želodci večine rib, ujetih februarja v Petem jezeru, so vsebovali osebkne vrste *Eucyclops serrulatus*.

Očitno dajejo ribe pozimi prednost tej vrsti pred ličinkami trzač in vodnimi bolhami. Šlo je skoraj izključno za samice z jajci, kar vsekakor mora imeti posledice na številčnost teh ceponožnih rakov. Razen tega, da so zaradi jajčnih paketov bolj vidne, je tudi njihova energetska vrednost večja.

Na začetku sezone, torej meseca maja, ko se led stali, po zraku še ne leta dovolj žuželk, da bi pokrile večji delež ribjih potreb. V visokogorju je takrat namreč še precej mraz za žuželke. V poletnih mesecih pa velik delež prehrane zasedajo prav leteče žuželke – predvsem skupini Diptera in Hymenoptera. Junija, julija in avgusta jih veliko pade v vodo, kjer jih pojedo ribe. Septembra je žuželk že manj, saj so noči že precej mrzle. Septembra, oktobra in novembra v prehrani rib ponovno prevladujejo vodne živali in sicer ličinke trzač. Povezave med izbiro vodnih živali in različnimi meseci (razen februarja) nisem opazila – kot kaže so ribam ves čas na voljo vse vrste in je odvisno od ribe, kaj bo našla oziroma kateremu plenu daje prednost. To kaže po eni strani na, na splošno vzeto, oportunistični način prehranjevanja, a je lahko povezan z veliko specializacijo pri posameznih osebkih v določenem trenutku.

Povezave med različno težkimi ribami in izbiro plena ni opaziti. Vendar pa so bile razlike v masi ujetih rib majhne, čeprav sem lovila na različnih koncih jezer in spreminjala globino potopljenosti trnka. Razlike bi bilo pričakovati med ribami, ki imajo različno velika usta, saj se manjše verjetno lotijo manjšega plena. To smo opazili pri treh najmanjših ribicah (pod 1 g mase), ki so imele v želodcih le vodne bolhe.

Kar nekaj strokovnjakov navaja, da se med jezerskimi zlatovčicami pogosto pojavljajo specialisti glede prehrane, ki se prehranjujejo izključno z določenimi vrstami in drugače od vrstnikov (Allajärvi in Horppila, 2004) (glej zgoraj!). Na podlagi velikega odstopanja določene ribe od ostalih, kar se prehrane tiče, smo ocenili, ali je specialist ali pa je bila njena izbira hrane vezana na lastno telesno velikost. Z več podatki bi bilo sicer mogoče izračunati tudi indeks selektivnosti.

Med posameznimi ribami so se pokazale precejšnje razlike. Vsak mesec je bilo ujetih nekaj rib, ki so se hranile popolnoma drugače od ostalih. To potrjuje predvidevanja, da so med jezerskimi zlatovčicami specialisti. V mesecih, ko so imele ribe pestro prahrano, je bilo

sicer težko oceniti, katera je drugačna od ostalih, v zimskih mesecih, ko se je večina prahranjevala enako, pa so bili specialisti bolj očitni.

Že leta 1998 so bile ribe predvsem v zimskih mesecih soočene s pomanjkanjem hrane. Velikih bentoških nevretenčarjev praktično ni bilo več, ceponožni raki pa že zelo razredčeni. Najdene ikre v želodcu kažejo na pojav kanibalizma.

Plen, najden v želodcih rib, je bil ocenjen številčno. Seveda pa so nekatere živali precej večje od ostalih in pomenijo za plenilca večji energijski zalogaj. Boljši pokazatelj deležev skupin v želodcih bi bila masa posamezne skupine, zanimivo pa bi bilo ugotoviti tudi kalorično vrednost različnih skupin. Hofer in Medgyesy (1997) navajata, da sta skupini Diptera in Hymenoptera lahko prebavljivi in visoke kvalitete.

Rezultati bi bili zanesljivejši, če bi imeli večji vzorec želodcev. V vsakem vzorcu je bilo namreč nekaj želodcev neuporabnih – ker so bili prazni ali pa je bila njihova vsebina neprepoznavna.

Vodna površina

Največ letečih žuželk so ribe pojedle v poletnih mesecih. Od junija do novembra smo jih našli tudi na jezerski površini. Maja jih nisem zajela, čeprav so bile tedaj že prisotne v želodcih. To lahko razložimo s trenutnimi vremenskimi razmerami. Žuželke namreč ob nizkih temperaturah ne letajo. Na rezultate je vplivala tudi površina vzorčenja. Nismo vzorčili celotne površine jezera, ampak le del. Ker so ob tem času žuželke še zelo redke, je verjetnost, da v vzorčenem delu ni nobene, velika.

Glede na to, da so vsi taksoni živali, najdeni na jezerski površini, prisotni tudi v ribjih želodcih, ribe pri pobiranju žuželk glede na njihovo taksonomsko pripadnost (ali užitnost), očitno niso izbirčne.

Masa rib

Povprečna masa rib je bila v obdobju 2005/2006 manjša kot leta 1999. Delno je to lahko posledica selektivnega lova s trnkom. Leta 2000 so namreč z lebdečimi mrežami ujeli med drugimi tudi samico z maso 290 g in še eno samico z maso 89 g (Brancelj, 2002 b).

Povprečna masa rib iz leta 1999 je kar za 21,5 g večja od povprečne mase rib iz Petega jezera, prav tako je odstotek rib nad 45 g višji za 26 %. To so precej višje vrednosti kot leta 2005 in 2006. Med terenskim vzorčenjem sem tudi opazovala ribe v jezeru. Nikoli nisem opazila ribe, ki bi bila daljša od 20 cm, leta 1999 pa je 48 % ujetih rib presehalo 20 cm. Seveda je mogoče, da se večji osebki večji del dneva zadržujejo v večjih globinah. Morda pa večjih osebkov več ni. Pomanjkanje hrane vodi v zaustavitev rasti pri precej manjših masah kot pri jezerskih zlatovčicah, ki imajo dovolj hrane (Hofer in Medgyesy, 1997). Verjetno pomanjkanje hrane sproži tudi zgodnejše spolno dozorevanje osebkov.

Povprečna masa rib v Petem jezeru je večja od povprečja v Šestem. Tudi majhen odstotek rib pod 30 g in kar precejšen delež rib nad 45 g poudarjata razlike med jezeroma. Očitno imajo ribe v Petem jezeru boljše razmere. Peto jezero je večje in hladnejše od Šestega (Brancelj, 1999). Če imajo ribe v Petem jezeru več hrane, lahko to pomeni, da je v Petem jezeru resnično več živali, ki so na voljo kot plen ali pa je tam manj rib glede na prostornino jezera. Število rib v obeh jezerih je neznan.

V obdobjih, ko sta jezera povezani, se ribe lahko selijo iz enega jezera v drugo. Vendar razlike med ribami kažejo na to, da se verjetno zadržujejo le v enem od jezer.

Mesta zadrževanja rib

Pozimi (februar) smo morali v Petem jezeru trnek potopiti skoraj do dna, da smo »zbudili zanimanje« rib. Sklepamo lahko, da se takrat ribe zadržujejo ob dnu in se ne premikajo veliko. To je bilo pričakovati, saj je ob dnu višja temperatura kot na površini. Ko smo izsekali 2 luknji v 6. jezero, nismo ujeli nič. Očitno smo naleteli na predel, kjer se ribe niso zadrževale. Morda je tema zaradi ledu onemogočila, da bi od kje drugje videle plen ali pa so bile enostavno predaleč. Poleti se je zelo redko zgodilo, da tako dolgo ne bi ujeli nobene ribe.

Poleti čez dan ribe iščejo skrivališča ob skalah in v senci. Naravnega sovražnika v Dvojnem jezeru sicer nimajo, vseeno pa v sezoni veliko ljudi hodi ob bregu jezer in se kopa, vse to pa ribe plaši. Verjetno iščejo zavetje tudi pred močnim soncem, saj se jih je ob oblačnem vremenu več zadrževalo v površinskih plasteh vode.

Vsekakor so navade rib vplivale na ribolov. Najlažje je bilo loviti v oblačnih in deževnih dneh ter ob mraku, ko so ribe plavale blizu površine. Ob sončnem vremenu pa je bilo treba poiskati njihova skrivališča ob skalah in v senčnih delih jezera.

5.1.2 Bentos

Pri interpretaciji podatkov iz vzorcev bentosa je potrebno upoštevati več dejavnikov. Povečana količina padavin je v času vzorčenja (september, oktober) pogost pojav. Visoka voda lahko »prestavi« obrežje tudi za nekaj metrov navzgor. Živali dvigu vode ne sledijo tako hitro ali pa sploh ne. Zato so vzorci, odvzeti v takih razmerah, vrstno in številčno precej revnejši. Prav tako na vzorčenje vpliva človeški faktor. Vnema vzorčevalca se odraža na vsebini vzorca. Nekatere skupine se ne pojavljajo v vseh vzorcih (Chironomidae, Ostracoda), čeprav vemo, da so stalno prisotne in da je vrednost v vzorcih posledica trenutnih razmer in načina vzorčenja.

Stanja pred letom 1992 na podlagi podatkov, ki jih imamo, ne moremo prav ovrednotiti. Vzorci let 1989, 1990 in 1991 namreč manjkajo, zato nam tudi vzorec 1988 ne pove dosti, saj ne vemo ne kaj je bilo prej, ne kaj kasneje.

Pri petem jezeru manjka še vzorec 1999, vendar lahko glede na podatke prejšnjih in kasnejših let sklepamo na zvezne spremembe.

Peto jezero

Število vodnih bolh se tekom let ne spreminja veliko. Zadnja leta gostota vrste *Chydorus sphaericus* pada, kar ni presenetljivo, saj je vrsta pogosto plen rib.

Število ceponožnih rakov se je precej spremenilo. Največje spremembe so se zgodile v letih med 1996 in 1998, saj se je v tem obdobju število rakov precej zmanjšalo. Vrsti *Arctodiaptomus alpinus* in *Cyclops abyssorum taticus* izgineta, ostale se pojavljajo redkeje. Osebke vrste *Megacyclops viridis* sem sicer našla v ribjem želodcu leta 2005, kar pomeni, da vrsta še ni popolnoma izginila, so pa njeni predstavniki vsekakor redki. V letu 1999 dokončno izgine zooplankton (Brancelj, 2002 b) in dogajanje v bentosu mu hitro

sledi. Najbolje se obdrži telesno majhna vrsta *Eucyclops serrulatus*, vendar se tudi ta zaradi intenzivnega plenjenja vedno redkeje pojavlja.

Bolj ali manj konstantno pojavljanje velikih vodnih nevretenčarjev se konča leta 1996, oziroma za skupino Ephemeroptera leta 1997.

V nasprotju z omenjenimi izginjajočimi vrstami, je postala skupina Ostracoda številčnejša. Tudi ličinke trzač so se po letu 1997 začele pojavljati v večjem številu, kar morda nakazuje na večjo uspešnost v okolju z več hranili. Za ličinke trzač je namreč značilno, da so pogostejše v bolj evtrofnih jezerih.

Nekaj vrst je bilo le redko prisotnih v vzorcih. Postranica *Niphargus* sp. je podzemna vrsta in je verjetno v jezero zašla iz izvira v Petem jezeru oz. se tam zadržuje. V Šestem je še niso našli.

Pri skupinah Nematoda in Oligochaeta ni opaziti očitnih sprememb v pogostosti pojavljanja.

Šesto jezero

Pri vodnih bolhah opazimo zmanjševanje števila osebkov vrste *Chydorus sphaericus*, enako kot v Petem jezeru. Le da se zmanjšanje njihovega števila v Šestem jezeru začne prej – leta 2002. Vzrok je intenzivnejše plenjenje s strani rib, saj imajo na razpolago manj druge hrane.

Do leta 1995 je bilo število predstavnikov vrst ceponožnih rakov stalno. Leto 1995 je bilo celo zelo uspešno za vse vrste. V letih od 1996 do 1998 pa se je število osebkov vseh vrst hitro zmanjšalo. Vrste *Arctodiaptomus alpinus*, *Cyclops abyssorum taticus* in *Megacyclops viridis* so popolnoma izginile, skupina Harpacticoida pa skoraj. Čeprav je tudi gostota vrste *Eucyclops serrulatus* precej upadla, je danes najbolj zastopana vrsta ceponožnih rakov v bentosu.

Tako kot v Petem, je tudi v Šestem jezeru postala skupina Ostracoda številčnejša. Enako bi lahko to trdili tudi za ličinke trzač. Povečanje količine hranil očitno dobro vpliva nanju. Na skupini Nematoda in Oligochaeta spremembe v jezeru (še) niso vplivale.

Leta 1995 je bilo število rib, ki so se do takrat le enkrat drstile, še precej majhno in še ni imelo velikega vpliva na bentos. Naslednje leto je bila gostota ceponožcev že precej manjša, leto 1998 pa je bilo že prelomnica v obstoju nekaj vrst.

Stanje v bentosu dobro odraža zabeležene podatke iz preteklega dogajanja v vodnem stolpcu. Vrsti *Arctodiaptomus alpinus* in *Cyclops abyssorum taticus* sta namreč planktonski in sta zaradi plenjenja s strani rib leta 1998 dokončno izginili iz vodnega stolpca. Vrsti sta se občasno zadrževali tudi v bentosu, zato sta bili zajeti v bentoške vzorce.

Spremembe v gostoti ceponožcev, vodnih bolh in velikih vodnih nevretenčarjev lahko pripišemo predvsem plenjenju s strani rib. Kratka poletja v visokogorju namreč dovoljujejo ceponožcem le eno generacijo letno. Tudi vodne bolhe v visokogorskih jezerih producirajo manj generacij letno kot tiste v nižinah (Schabetsberger in Jersabek, 1998). Zato vrste težko obnovljajo svoje število. Trajna jajca ceponožcev so sicer lahko dolgo časa neaktivna na jezerskem dnu, vendar je obnova generacij iz teh jajc vsako leto manj uspešna.

Za ličinke trzač in skupino Ostracoda so spremembe v bentosu in jezeru nasploh očitno ugodne, saj se število osebkov obeh skupin povečuje. Morda njuni uspešnosti botruje tudi manjše število živali drugih vrst v bentosu, kar pomeni manjšo kompeticijo. Na večjo uspešnost posameznih vrst lahko vplivajo tudi makrofiti, ki so se v jezeru pojavili po letu 2000 (Urbanc – Berčič in Gaberščik, 2002). Živali lahko namreč med rastlinjem najdejo skrivališča pred plenilci. Povečanje biomase makrofitov pa je posledica povečane količine hranil v vodi.

Razmerje vodne bolhe: ceponožci

Iz razmerja lahko vidimo, da prisotnost ali odsotnost ene skupine ne vpliva na prisotnost ali odsotnost druge. Pogostost vsake se spreminja neodvisno. Tako ceponožci kot vodne bolhe so pod vplivom istih dejavnikov, ki določajo njihov življenjski prostor. Dokaj stalno razmerje med skupinama pred razmnožitvijo rib lahko torej pripišemo podobnim življenjskim razmeram. Po letu 1998 se je v obeh jezerih razmerje precej spremenilo, ker se je zmanjšalo število ceponožcev. Posledično so začeli prevladovati manjši osebki – vodne bolhe, kar je pokazatelj velikega plenilskega pritiska.

Kot že rečeno, je v Šestem jezeru manj ceponožcev in več vodnih bolh kot v Petem. Peto jezero je večje in morda nudi več skrivališč za ceponožce. Kljub intenzivnemu plenjenju vodnih bolh se njihovo število spreminja počasi, saj imajo visok reprodukcijski potencial.

5.1.3 Primerjava med jezeroma

Jezeri sta ob visoki vodi vsaj nekajkrat letno povezani. Vseeno pa je bilo zabeleženih kar nekaj razlik. Tudi v sestavi bentosa in pri prehrani rib sem naletela na razlike med obema jezeroma.

Ribe

Prehrana rib se v jezerih med seboj precej razlikuje. Ribe v Šestem jezeru so se pogosteje hranile z ostalim bentosom in vodnimi bolhami, njihove sosede pa več z letečimi žuželkami, ceponožnimi raki in z ličinkami trzač (Chironomidae). Jezeri sta si po izbiri hrane podobni le junija (leteče žuželke) in septembra (ličinke trzač).

Ribe v Petem jezeru se pogosteje hranijo s ceponožnimi raki kot ribe v Šestem, saj je v bentosu Petega jezera več ceponožnih rakov kot v Šestem. Večja razpoložljivost hrane očitno vodi v večje izkoriščanje. Obratno pa govori podatek, da so v bentosu Šestega jezera ličinke trzač pogostejše, bolj pa so bile priljubljen plen ribam Petega jezera. Verjetno imajo ribe Šestega jezera še dovolj drugih alternativ. V Šestem jezeru je več vodnih bolh in jih zato verjetno tudi več pojedjo v primerjavi s Petim. Ribe iz Petega jezera so se bolj intenzivno hranile z letečimi žuželkami. Tak rezultat bi lahko nakazoval na pomanjkanje hrane v vodi, vendar analize bentosa govorijo drugače – da je je celo več kot v Šestem jezeru.

Masa rib se v obeh jezerih kar precej razlikuje. V Petem jezeru je bilo precej manj lažjih rib in precej več težjih rib kot v Šestem. Povprečna masa rib je v Petem jezeru za 4,1 g večja kot v Šestem. To bi lahko bila posledica razlik v temperaturi vode, razpoložljivosti hrane, globini in velikosti jezer.

Bentos

Gostota pojavljanja vodnih bolh je skozi leta precej podobna, le število predstavnikov vrste *Chydorus sphaericus* se nekoliko spreminja. Številčnost osebkov te vrste v Šestem jezeru upada že dalj časa kot v Petem.

Več razlik vidimo pri ceponožnih rakah. Vrsta *Eucyclops serrulatus* se v Petem jezeru pojavlja pogosteje, predvsem po letu 1995. Vrsta *Arctodiaptomus alpinus* pa je bila pred iztrebitvijo leta 1998 precej pogostejša v Šestem jezeru. Iz bentosa je izginila istočasno iz obeh jezer. Vrsto *Megacyclops viridis* je v Petem jezeru mogoče najti tudi po letu 1998, medtem ko v Šestem jezeru leta 1998 popolnoma izgine. Po letu 1995 je tudi skupina Harpacticoida v Petem jezeru pogostejša. Na splošno so ceponožni raki v bentosu pogostejši v Petem jezeru, pojavlja se tudi več vrst.

Ličinke velikih vodnih nevretenčarjev so iz obeh jezer izginile v letih 1996 in 1997.

Ličinke trzač so v Šestem jezeru pogostejše. Število predstavnikov skupin Nematoda, Oligochaeta in Ostracoda je v obeh jezerih precej podobno.

Razmerje vodne bolhe: ceponožci

Razmerje v Petem jezeru se ne spreminja toliko kot v Šestem. V obeh jezerih je bilo leta 1998 razmerje manjše od 1, torej je bilo več ceponožnih rakov kot vodnih bolh. V obeh jezerih je po letu 2000 opaziti zmanjšanje populacije ceponožcev. V Petem jezeru je v bentosu več ceponožcev in manj vodnih bolh kot v Šestem.

Na podlagi vseh razlik med jezeroma lahko vidimo, da sta si kljub občasni povezanosti precej različni. Živali se tudi med visoko vodo ne preseljujejo. Ribe očitno ostajajo in lovijo v svojem bazenu.

5.1.4 Stanje Dvojnega jezera

Eutrofikacija je do neke mere normalen pojav v razvoju vsakega jezera in je znak staranja. V vsako jezero po naravni poti prihajajo hranilne snovi za primarne producente, ki so gonilo delovanja celotnega jezerskega ekosistema. Del teh snovi se odstrani iz jezera, del

se jih nalaga v sedimentu, del pa se v procesu mineralizacije organskih snovi vrača nazaj v vodni stolpec, kjer jih rastline ponovno porabijo. V geološko mladih jezerih, ki so običajno oligotrofna, je v vodnem stolpcu in tudi v sedimentu malo hranilnih snovi. S staranjem jezera pa se vse več hranilnih snovi kopiči v sedimentu, od koder se del vrača nazaj v vodo. Takrat jezero prehaja v eutrofno stanje. Zaradi pomanjkanja kisika na dnu je mineralizacija nepopolna, zato se vse več organske snovi kopiči v sedimentu. Od naravnih dejavnikov na visokogorska jezera močno vplivajo potresi in plazovi, ki premešajo sediment in sprožijo erozijske procese. Na povečevanje eutrofnosti Dvojnega jezera veliko bolj kot naravni dejavniki vpliva človek.

Turizem in vnos alohtone vrste močno ogrožata Dvojno jezero. Zaradi spleta okoliščin je stanje nekoliko boljše kot bi lahko bilo. Ker svetloba zaenkrat še sega do usedlin, sproščanje hranil iz sedimenta spodbudi rast nitastih zelenih alg na dnu. S tem preprečijo prenos hranil v vodni stolpec. Kemijske analize vode v stolpcu tako pokažejo nižje vsebnosti nutrientov, čeprav te pospešeno izhajajo iz sedimenta. Jeseni, ko začno alge na dnu odmirati, priplavajo kosmi na površje in šele takrat se ljudje zavedo, da je z jezerom nekaj narobe. Ko se bodo svetlobne razmere na dnu poslabšale, se bo vloga alg kot filtra izgubila in namnožile se bodo planktonske alge (Brancelj, 2002 b).

Sestava fitoplanktona se v eutrofnih jezerih spremeni – pogostejše postanejo nitaste zelene alge in pripadniki skupine *Dynophyta*. Oboji imajo zaščitne snovi proti objedanju, tudi sama zunanost je trša in težje dostopna rastlinojedcem. S tem se zmanjša ponudba hrane za vodne bolhe in ceponožce, poleg tega nitaste alge motijo gibanje živali pri iskanju hrane in begu. Vse to predlaga Gliwicz (1985) kot možno nadaljevanje zgodbe o eutrofikaciji jezera. Zaradi manjše razpoložljivosti primerne hrane bi se lahko pri herbivornih filtratorjih pojavila tudi kompeticija za hrano. Vsi ti razlogi so poleg neposrednega plenjenja rib tudi dodatni pritiski na zooplankton.

S pojavom večjih alg in makrofitov se bo organska biomasa v jezeru povečala, kar pomeni tudi več odmrle organske snovi in presežek hranilnih snovi. Jezero bo bolj in bolj eutrofno.

Še en parameter se bistveno razlikuje v oligotrofnih in eutrofnih jezerih in sicer koncentracija kisika. V Krnskem jezeru in v Jezeru na Planini pri Jezeru, ki sta eutrofni, je koncentracija kisika ob usedlinah nizka, saj procesi razgradnje porabijo precej več kisika,

kot pa se ga biogeno sprošča ali pride z difuzijo. Ponekod so zasledili celo anoksične razmere. Ob napredujoči eutrofikaciji Dvojnega jezera je mogoče pričakovati tudi zmanjšanje količine kisika v globljih plasteh, kar bi utegnilo imeti hude posledice tako za bentoške živali kot za ribe, ki se vsaj pozimi hranijo pretežno z bentosom. Anoksije v Dvojnem jezeru zaenkrat nismo zabeležili.

V bližnjem oligotrofnem Jezeru v Ledvici, ki ni naseljeno z ribami, so se v preteklih desetletjih (analize sedimentov) pojavile spremembe v številu ličink trzač. Narašča namreč število termofilnih skupin zaradi dvigovanja povprečnih letnih temperatur, kar je rezultat segrevanja ozračja. Rezultati raziskav torej kažejo, da se tudi v oligotrofnem jezeru kot je Jezero v Ledvici pojavljajo spremembe. Pa vendar so se te spremembe pojavile v roku nekaj desetletij, ne pa nekaj let kot v Dvojnem jezeru. To je jasen znak, da za spremembe niso krive podnebne spremembe ali eutrofikacija sama, temveč naselitev jezerske zlatovčice (Brancelj, 1999).

Izkušnje iz tujine kažejo, da je jezera z motenim naravnim ravnovesjem zaradi naselitve rib možno vrniti v prvotno stanje. V Sierrri Nevadi in Kanadi so bentoške in zooplanktonske združbe dosegle nivo, kakršnega so imele pred naselitvijo rib, v 11 do 20-tih letih po odstranitvi rib iz jezera (Knapp in sod., 2001). Veliko predstavnikov zooplanktona proizvaja namreč trajna jajca, iz katerih se ličinke lahko izležejo nekaj desetletij kasneje. Seveda se z vsakim letom, ko so ribe prisotne v jezeru, možnost naravne regeneracije ekosistema zmanjšuje (Parker in sod., 1996). Možna pa je tudi umetna ponovna naselitev posameznih vrst.

Po izključitvi rib iz jezera bi lahko pričakovali porast biomase zooplanktona in bentoških živali in posledični močnejši pritisk na fitoplankton, kar bi moralo voditi v večjo prosojnost vode (Malkin in sod., 2006).

Še ena rešitev se ponuja in sicer naselitev še ene ribje vrste v jezero, ki bi plenila prvo vrsto. Taki primeri so že znani in znano je tudi, da se z zmanjšanjem populacije planktivornih rib povečajo populacije zooplanktona, saj je plenilski pritisk manjši. Vendar k temu spada tudi to, da se mladice ribojedih rib tudi hranijo z zooplanktonom (Knapp in sod., 2001). Seveda bi morale biti v jezeru primerne razmere (temperatura, količina kisika,

drstišča...) za življenje nove vrste. Vprašljivo pa je, ali nadaljevanje naseljevanja alohtonih vrst v nek ekosistem sploh lahko privede do ravnotežja.

5.2 SKLEPI

Ribam v Dvojnem jezeru poleti (maj, junij, julij, avgust) velik del prehrane predstavljajo leteče žuželke, ki padejo v vodo. Večinsko prehrano v mesecih, ko žuželk ni, predstavljajo ličinke trzač, vodne bolhe, ceponožni raki in ostale bentoške živali.

Prehrana rib se med jezeroma razlikuje. V Petem jezeru intenzivno plenijo ceponožca *Eucyclops serrulatus* in se pogosteje hranijo z letečimi žuželkami. V Šestem jezeru večkrat plenijo vodno bolho *Chydorus sphaericus*. Omenjeni vrsti sta najpogostejši plen rib.

Posamezne ribe imajo v hladnih mesecih zelo enolično prehrano in se ponavadi hranijo le z eno vrsto. Po izbiri hrane se ribe zelo razlikujejo. Veliko je specialistov, ki imajo raje drugo vrsto hrane kot večina. Najpestrejšo prehrano imajo v poletnih mesecih. Med žuželkami na vodni gladini ne izbirajo.

Povprečna masa rib v Petem jezeru je večja od povprečne mase osebkov v Šestem. Razlogi so lahko v večji količini hrane, nižji temperaturi ali pa manjšemu številu rib v jezeru. Vsekakor pa je tudi povprečna masa rib iz Petega jezera za 21,5 g manjša kot povprečna masa rib ujetih leta 1999. Pomanjkanje hrane oziroma intraspecifična kompeticija sta vzrok, da ribe ne dosegajo več normalnih velikosti.

Razlike v izbiri plena niso vezane na telesno maso, vsaj ne pri ribah, ki sem jih ujela na trnek (najmanj 18 g). Zelo majhne ribe pa se hranijo z majhnim plenom – vrsto *Chydorus sphaericus*.

V bentosu so se največje spremembe v obeh jezerih zgodile med letoma 1996 in 1998. Število ceponožnih rakov in ličink velikih vodnih nevretenčarjev se je močno zmanjšalo. Vrsti *Arctodiaptomus alpinus* in *Cyclops abyssorum taticus* sta izginili, *Megacyclops viridis* pa se komajda še kdaj pojavi. Prav tako so skoraj povsem izginile ličinke Ephemeroptera, Trichoptera, Plecoptera in Coleoptera. Izginotja so posledica plenjenja rib. Vrsta *Chydorus sphaericus* hitreje izginja iz Šestega jezera.

Nekaterih vrst spremembe v jezeru ne motijo. Ličinke trzač in skupina Ostracoda so vedno pogostejši. To lahko pripišemo večji količini hranil in manjši kompeticiji s strani drugih bentoških vrst. Tudi vrsti *Eucyclops serrulatus* zdajšnje razmere verjetno bolj ustrezajo, saj je med ceponožci še edina, ki se kljub intenzivnemu plenjenju dokaj redno pojavlja.

V Petem jezeru je ceponožnih rakov več kot v Šestem, vodnih bolh pa manj.

6 POVZETEK

V letih 2005 in 2006 smo iz Dvojnega jezera vsak mesec, ko jezero ni bilo zamrznjeno, s trnkom izlovili nekaj rib. Jezerske zlatovčice (*Salvelinus alpinus* Linnaeus, 1758) so bile v jezero naseljene leta 1991. So plenilci in se hranijo z ostalimi živalmi v jezeru.

Njihove želodce sem shranila v 4% raztopino formaldehida in jih kasneje analizirala v laboratorijih Nacionalnega inštituta za biologijo. Ugotovila sem, da se prehrana v poletni sezoni (maj, junij, julij, avgust) razlikuje od ostalih mesecev. Vezana je namreč na razpoložljivost plena. Poleti so ribam pomemben vir hrane žuželke, ki padejo v vodo, sicer pa se hranijo z živalmi, ki jih najdejo v bentosu.

Vsak mesec sem z mrežo vzorčila organizme na jezerski gladini. Vse zajete žuželke z gladine jezera so se pojavljale tudi v želodcih rib.

Ugotovila sem, da se ribe glede izbire plena med seboj precej razlikujejo, so torej specialisti. V Petem jezeru ribe plenijo več ceponožcev (predvsem vrsto *Eucyclops serrulatus*), v Šestem pa vodne bolhe (predvsem vrsto *Chydorus sphaericus*). Zadnja leta število *Chydorus sphaericus* v obeh jezerih pada.

Merila sem tudi maso rib in ugotovila, da imajo ribe v Petem jezeru v povprečju večjo maso kot v Šestem. Verjetno imajo v Petem na voljo več hrane. Na splošno pa se je povprečna masa rib od leta 1999 precej zmanjšala, kar nakazuje na pomanjkanje hrane. Opazovala sem tudi drstitev in mesta zadrževanja rib v jezeru.

Analizirala sem vzorce bentosa, ki so jih sodelavci z Nacionalnega inštituta za biologijo pobirali vsako jesen od leta 1988 naprej. Shranjeni so bili v 4% raztopini formaldehida. V vzorcih bentosa je jasno viden upad števila vrst in števila osebkov posameznih vrst od leta 1996 naprej. Takrat so ribe že močno zmanjšale številčnost zooplanktona. Edina vira hrane sta bila od tedaj v usedlinah jezera in na vodni gladini. Najbolj so ribe vplivale na ceponožne rake in ličinke velikih nevretenčarjev.

Vrsti *Arctodiaptomus alpinus* in *Cyclops abyssorum taticus* sta popolnoma izginili, *Megacyclops viridis* pa se pojavlja zelo redko. Vrsta *Eucyclops serrulatus* se od ceponožcev še edina pojavlja dokaj redno.

Število ličink vodnih nevretenčarjev Ephemeroptera, Plecoptera in Trichoptera se je zelo zmanjšalo, skupina Ostracoda in ličinke trzač pa se v jezeru pojavljajo vedno pogosteje.

Čeprav sta jezera del leta povezani med seboj, so razlike med jezeroma očitne. To vidimo po sestavi ribje prehrane in različni masi rib, pa tudi po sestavi bentosa. V Petem jezeru je ceponožnih rakov več, vodnih bolh pa manj kot v Šestem.

Dvojno jezero je kot majhen in navzven odprt visokogorski ekosistem izjemno občutljiv na spremembe. Do naselitve rib so se tam kot plenilci pojavljale le redke ličinke žuželk, ki so imele minimalen vpliv na vodne rastlinojedce. Prehranjevalna veriga je bila kratka, končni porabniki so bili rastlinojedi zooplanktoni.

Zadnja leta se v Dvojnem jezeru pojavljajo nitaste zelene alge. Ti organizmi so odraz slabšanja stanja jezera, kažejo na povečano količino hranil v vodi in so znak pospeševanja evtrofikacijskih procesov. Hkrati nudijo zavetje bentoškimi živalim pred plenilci. Ribe so vsekakor porušile prehranjevalno verigo in dokler so prisotne v jezeru, se ekosistem ne more vrniti nazaj v prvotno stanje.

7 VIRI

- Alajärvi E., Horppila J. 2004. Diel variations in the vertical distribution of crustacean zooplankton and food selection by planktivorous fish in a shallow turbid lake. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 89, 3: 238 – 249
- Brancelj A. 1999. The extinction of *Arctodiaptomus alpinus* (Copepoda) following the introduction of charr into small alpine lake Dvojno jezero (NW Slovenia). *Aquatic Ecology*, 33: 335 – 361
- Brancelj A. 2001. Dvojno triglavsko jezero. *Proteus*, 64: 16 - 21
- Brancelj A. 2002 a. Uvod in pregled dosedanjih raziskav. V: Brancelj A. (ur.). *Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp*. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 13 - 19 str.
- Brancelj A. 2002 b. Živalstvo: zooplankton, bentos in ribe. V: Brancelj A. (ur.). *Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp*. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 137 - 157 str.
- Brooks J. L., Dodson S. I. 1965. Predation, body size and composition of plankton. *Science*, 150: 28 - 35
- De Bernardi R., Manca M. 1982. The consequences of life history strategies on competition between two cladocerans. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.*, 40: 145 – 161
- Dobravec J., Brancelj A., Urbanc – Berčič O., Krušnik C., Kosi G., Povž M. 1995. Življenje v vodah Triglavskega narodnega parka, Razprave in raziskave 4. Bled, Triglavski narodni park: 64 – 98 str.
- Dobravec J., Šiško M. 2002. Geografska lega in opis jezer. V: Brancelj A. (ur.). *Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp*. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 50 – 52, 59 - 62 str.
- Dumont H. J., Negrea S. V. 2002. Introduction to the class Branchiopoda. Leiden, Backhuys Publishers: 28 – 55, 149, 158 – 171, 245 str.

- Dussart B. H., Defaye D. 1995. Copepoda – Introduction to the Copepoda. Amsterdam, SPB Academic Publishing: 11 – 28, 34 – 36, 42 – 52, 57 – 67 str.
- Gliwicz Z. M. 1985. Predation or food limitation: an ultimate reason for extinction of planktonic cladoceran species. Arch. Hydrobiol. Beih., 21: 419 – 430
- Hall D. J., Threlkeld S. T., Burns C. W., Crowley P. H. 1976. The size – efficiency hypothesis and the size structure of zooplankton communities. Ann. Rev. Ecol. Syst., 7: 117 – 208
- Hansson L. A. 1992. The role of food chain composition and nutrient availability in shaping algal biomass development. Ecology, 73: 241 - 247
- Hofer R., Medgyesy N. 1997. Growth, reproduction and feeding of dwarf Arctic char, *Salvelinus alpinus*, from an Alpine high mountain lake. Arch. Hydrobiol., 138, 4: 509 – 524
- Knapp R. A., Mathews K. E., Sarnelle O. 2001. Resistance and resilience of alpine lake fauna to fish introductions. Ecol. Monogr., 71: 401 - 421
- Malkin S. Y., Johannsson O. E., Taylor W. D. 2006. Small – bodied zooplankton communities yet strong top – down effects on phytoplankton in the absence of fish. Arch. Hydrobiol., 165, 3: 313 – 338
- Muri G., Brancelj A. 2002. Fizikalne in kemijske lastnosti jezerske vode in ledeni pokrov. V: Brancelj A. (ur.). Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 95 - 99 str.
- Ogrin D., Brancelj A. 2002. Klimatske in dendroklimatske značilnosti vzhodnega dela Julijskih Alp. V: Brancelj A. (ur.). Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 21 - 32 str.
- Parker B. R., Wilhelm F. M., Schindler D. W. 1996. Recovery of *Hesperodiaptomus arcticus* populations from diapausing eggs following elimination by stocked salmonids. Can. J. Zool., 74: 1292 – 1297
- Povž M., Sket B. 1990. Naše sladkovodne ribe. Ljubljana, Mladinska knjiga: 98 – 99 str.

- Povž M. 1997. Ribe v vodah Triglavskega narodnega parka. *Ichthyos*, 14: 40 - 44
- Prevorčnik S. 1998. Navodila za vaje iz sistematske zoologije nevretenčarjev. Ljubljana: 58 – 64 str.
- Schabetsberger R., Jersbek C. D. 1998. Fish introduction into high altitude lakes: the impact on prey communities. *Deutsche Gesellschaft für Limnologie, Tagungsbericht, Klagenfurt*: 130 – 134
- Schabetsberger R., Grill S., Hauser G., Wukits P. 2006. *Internat. Rev. Hydrobiol.*, 91: 197 – 221
- Siebeck O., Vail T. L., Williamson C. E., Vetter R., Hessen D., Zagarese H., Little E., Balseiro E., Modenutti B., Seva J., Shumate A. 1994. Impact of UV – B radiation on zooplankton and fish in pelagic freshwater ecosystems. *Arch. Hydrobiol.*, 43: 101 – 114
- Sommer U. 1989. *Plankton Ecology – Succession in plankton communities*. United States of America, Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York London Paris Tokyo: 254 str.
- Starkweather P. L. 1990. Zooplankton community structure of high elevation lakes: Biogeographic and predator – prey interactions. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 24: 513 – 517
- Svedäng H. 1990. Genetic basis of life history variation of dwarf and normal Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in Stora Rosjön, Central Sweden. *J. Fish Biol.*, 36: 917 - 932
- Šiško M., Kosi G. 2002. Alge. V: Brancelj A. (ur.). *Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp*. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 111 – 114, 119 - 120 str.
- Tarman K., Orožen Adamič M. 2002. Predgovor. V: Brancelj A. (ur.). *Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp*. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 8 str.

- Urbanc – Berčič O., Gaberščik A. 2002. Vodni makrofiti. V: Brancelj A. (ur.). Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 129 - 136 str.
- Urbanc J., Brancelj A. 2002. Hidrološke povezave med nekaterimi jezeri v dolini Triglavskih jezer. V: Brancelj A. (ur.). Visokogorska jezera v vzhodnem delu Julijskih alp. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU, Nacionalni inštitut za biologijo: 77 – 86, 89 - 90 str.
- Urbanič G., Toman M. J. 2002. Varstvo celinskih voda. Ljubljana: 62 str.
- Veenvliet P., Veenvliet Kus J. 2006. Ribe slovenskih celinskih voda – priročnik za določanje. Grahovo, Zavod Symbiosis: 53 str.
- Zavod za ribištvo Slovenije. 1997. danilo.puklavec@zzrs.si, Župančičeva 9, 1000 Ljubljana, (osebni vir, september 2007)

ZAHVALA

Precej ljudi je pripomoglo k nastanku te diplomske naloge in najlepše se zahvaljujem:

Prof. dr. Antonu Branclju za mentorstvo,

Urošu Žibratu za nasvete in pomoč pri iskanju člankov,

Andreju Kapli za pomoč pri določanju žuželk in

Primožu Buhu za pomoč in podporo.

Hvala uslužbencem Triglavskega narodnega parka, ki so za potrebe terenskega dela

posojali hišico pri Dvojnem jezeru.

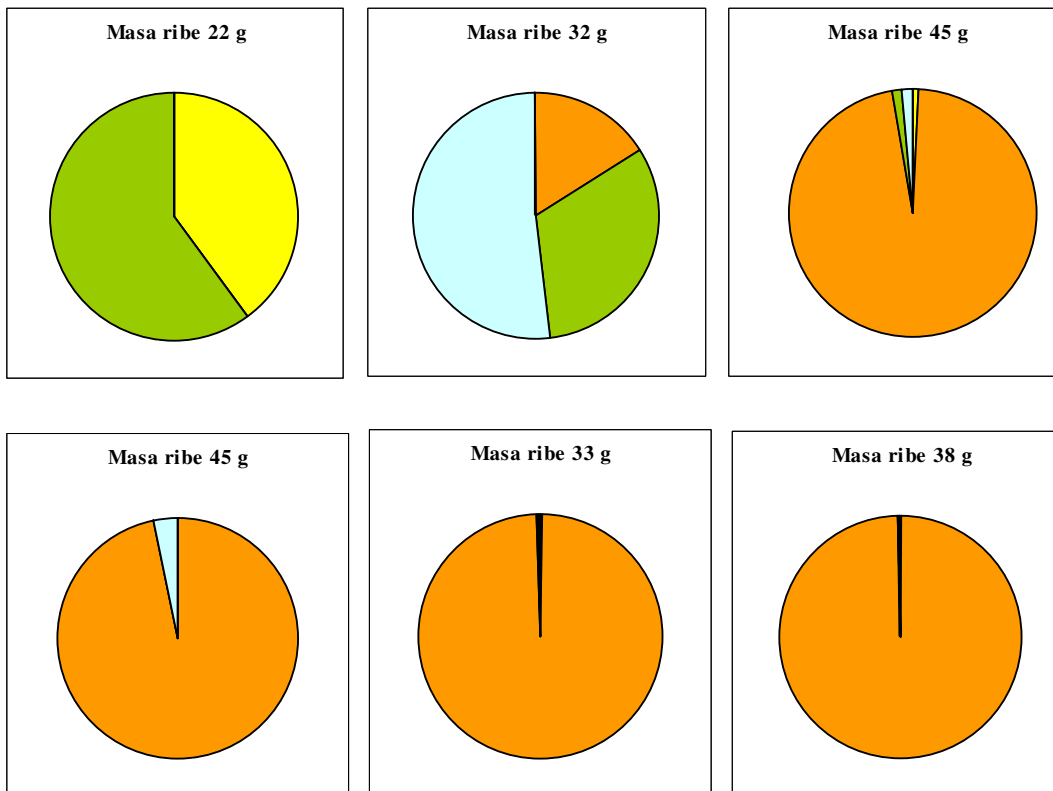
Hvala tudi vsem, ki so šli z menoj na ribolov in pomagali pri terenskem delu, še posebej

članom AK Vertikala, ki so pozimi kopali luknje v led.

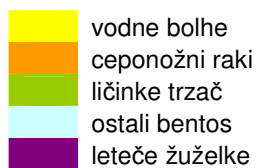
Priloga 1: Deleži skupin v želodcih posameznih rib

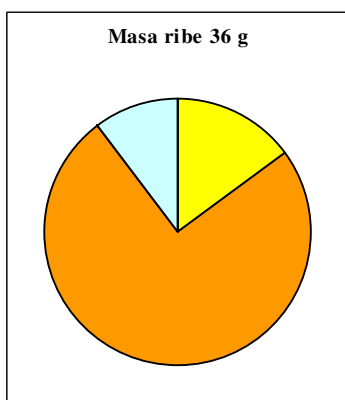
Peto jezero

Februar

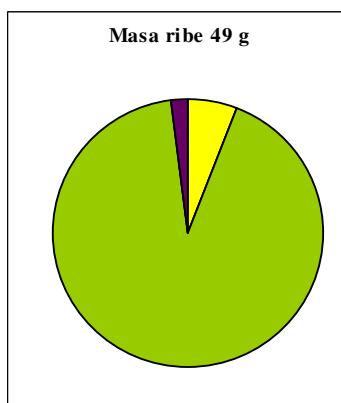
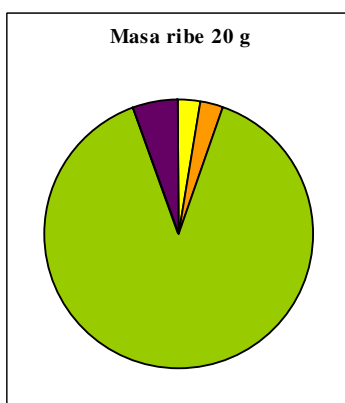
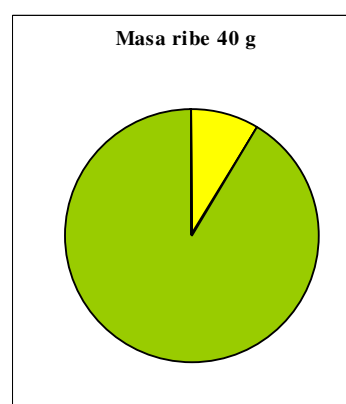
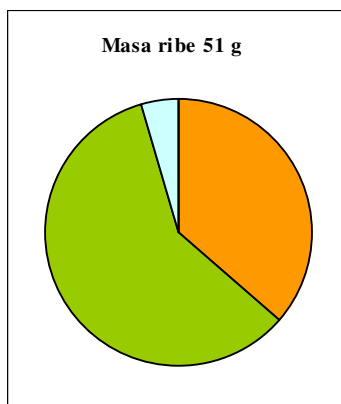
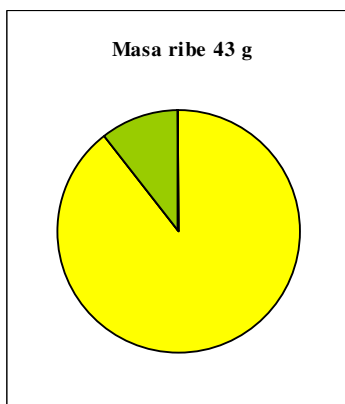


Legenda:










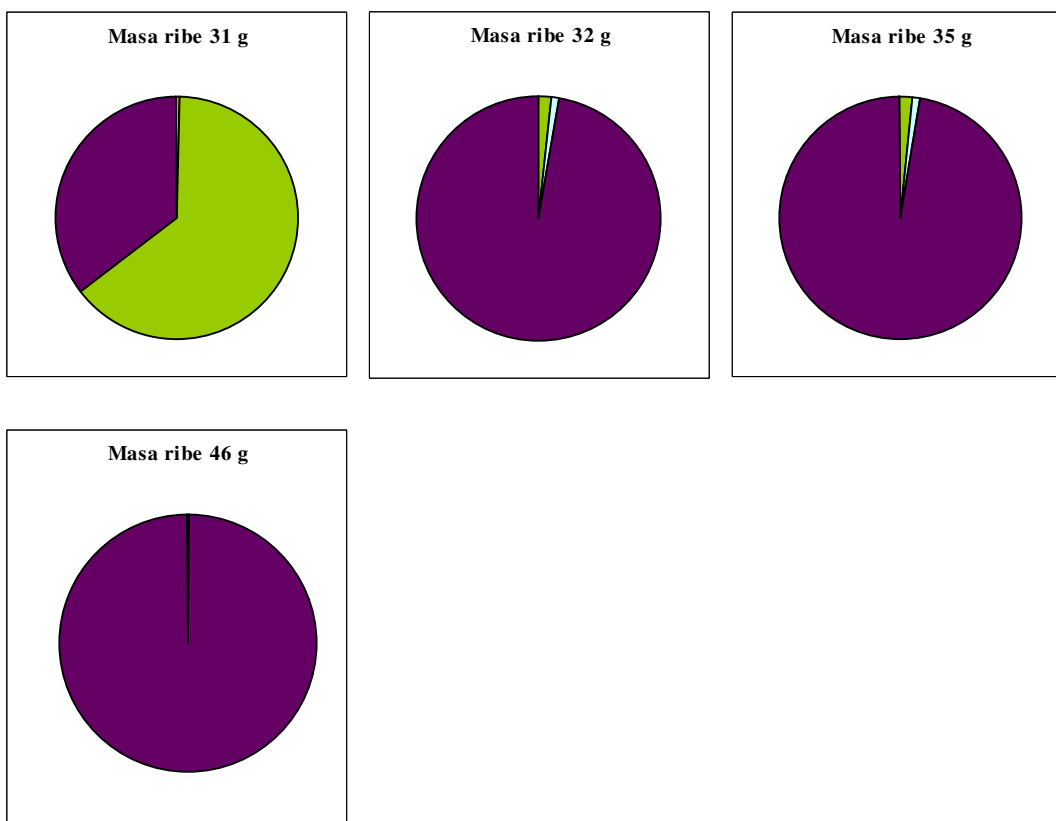
Maj



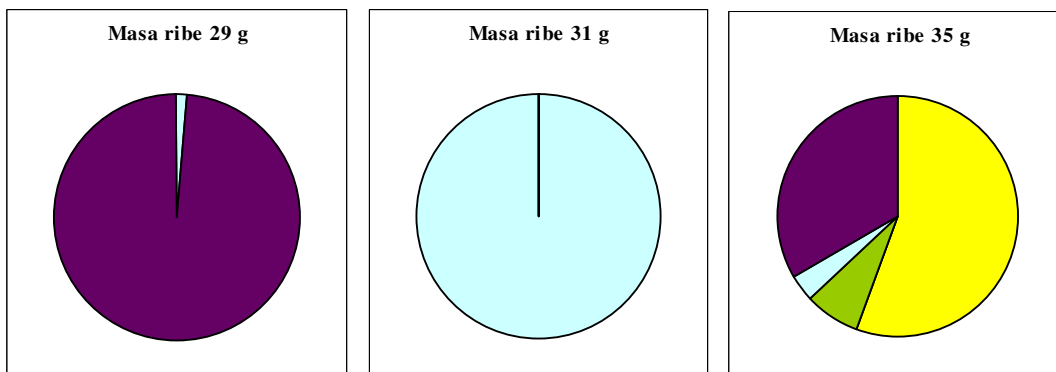
Legenda:

-  vodne bolhe
-  ceponožni raki
-  ličinke trzač
-  ostali bentos
-  leteče žuželke






Junij



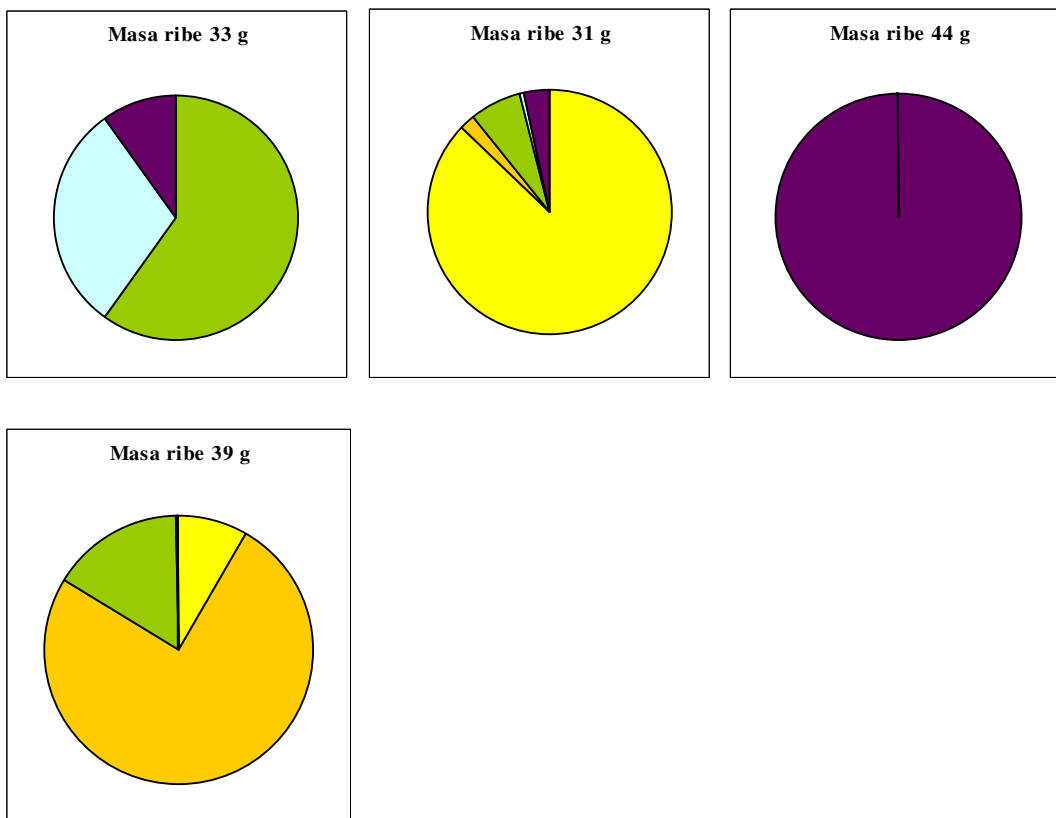
Julij



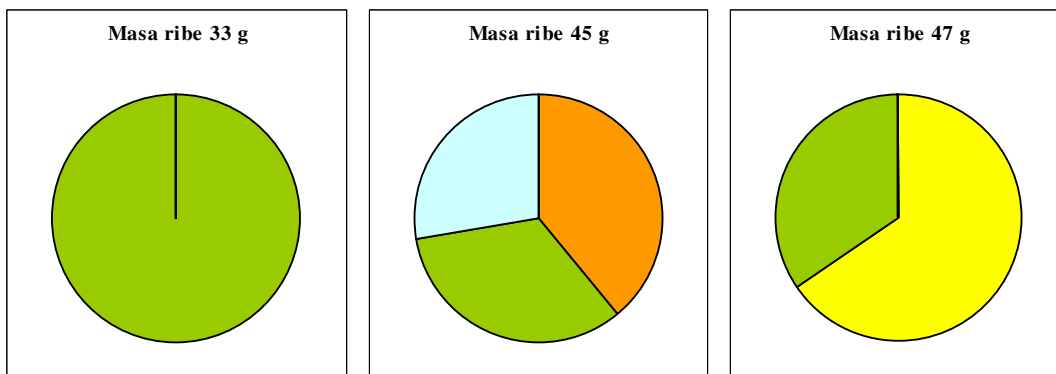
Legenda:

-  vodne bolhe
-  ceponožni raki
-  ličinke trzač
-  ostali bentos
-  leteče žuželke

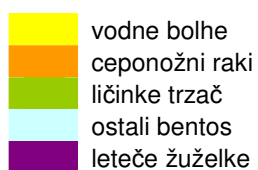
Avgust

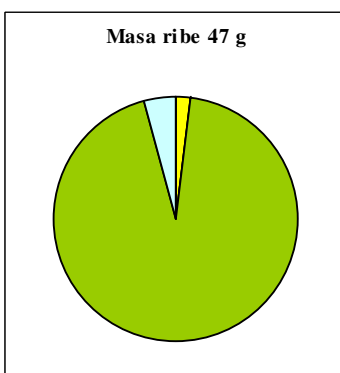
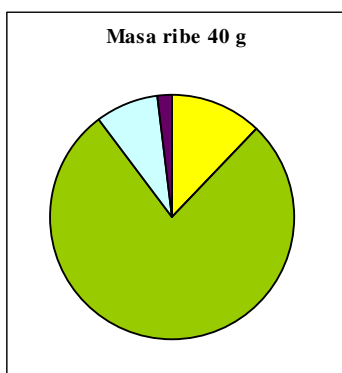


September

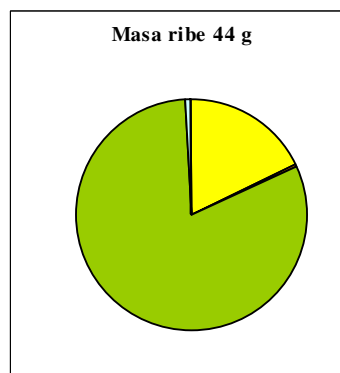
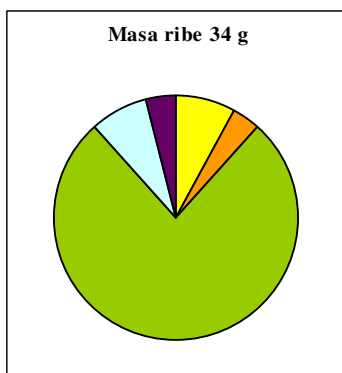
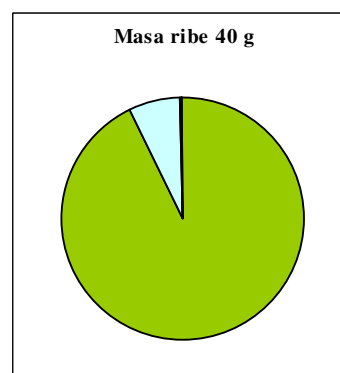
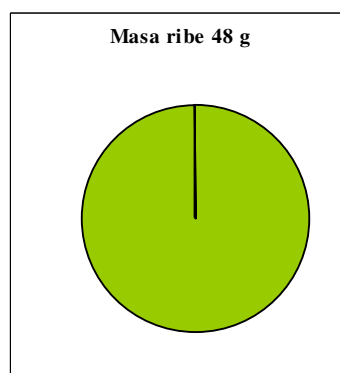
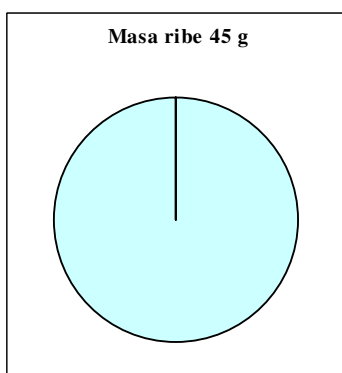


Legenda:










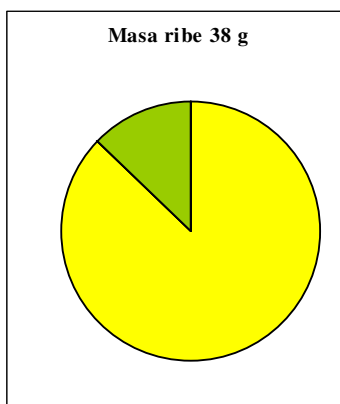
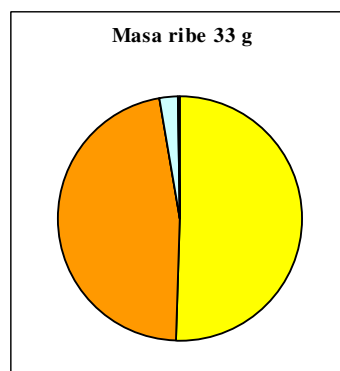
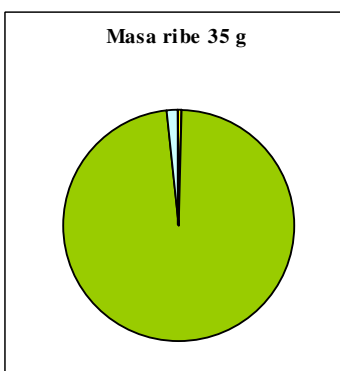
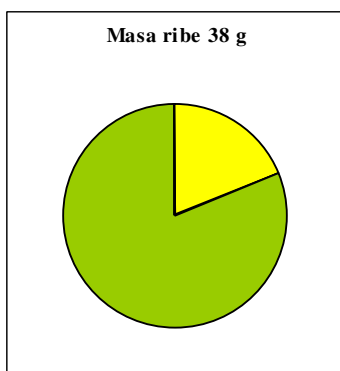
Oktober








Legenda:

-  vodne bolhe
-  ceponožni raki
-  ličinke trzač
-  ostali bentos
-  leteče žuželke

November

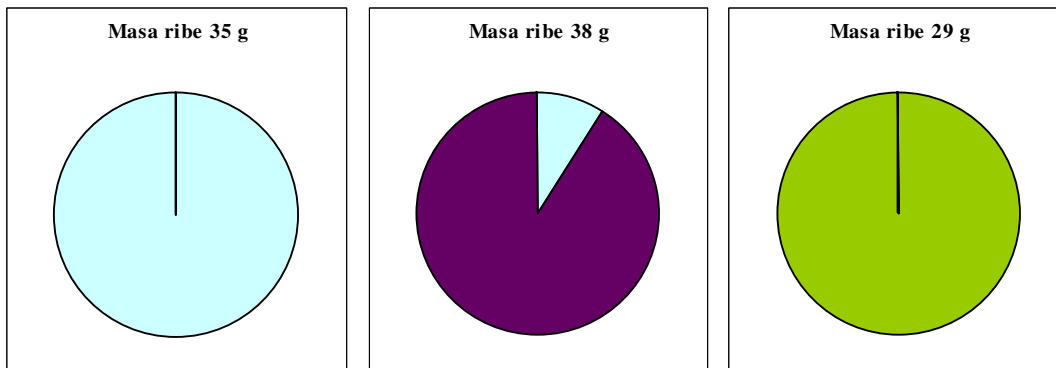


Legenda:

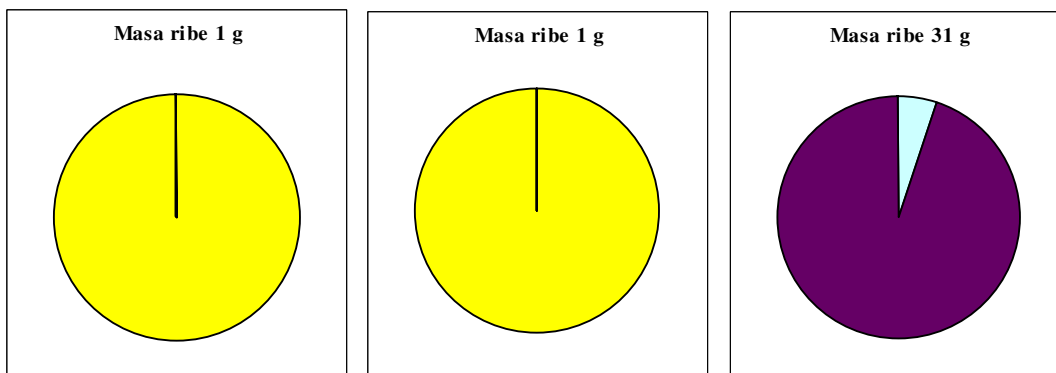
-  vodne bolhe
-  ceponožni raki
-  ličinke trzač
-  ostali bentos
-  leteče žuželke

Šesto jezero

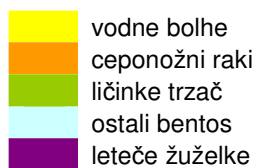
Maj

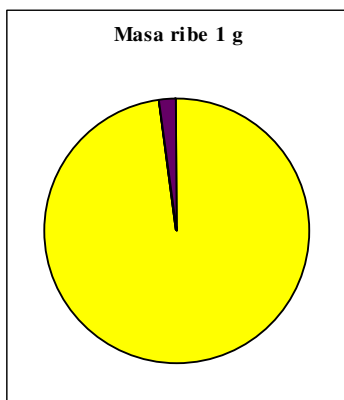


Junij

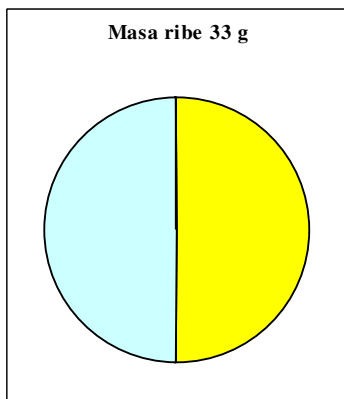
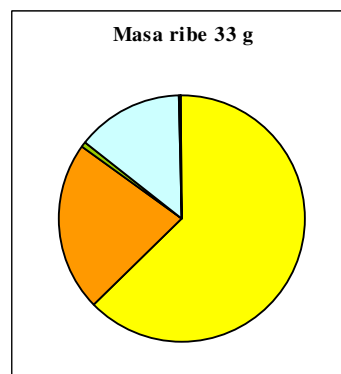
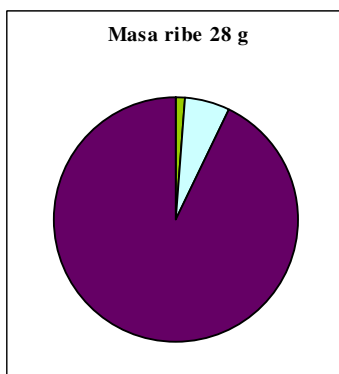
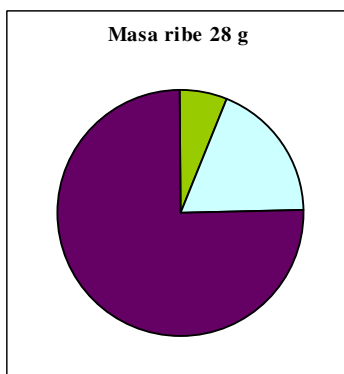


Legenda:










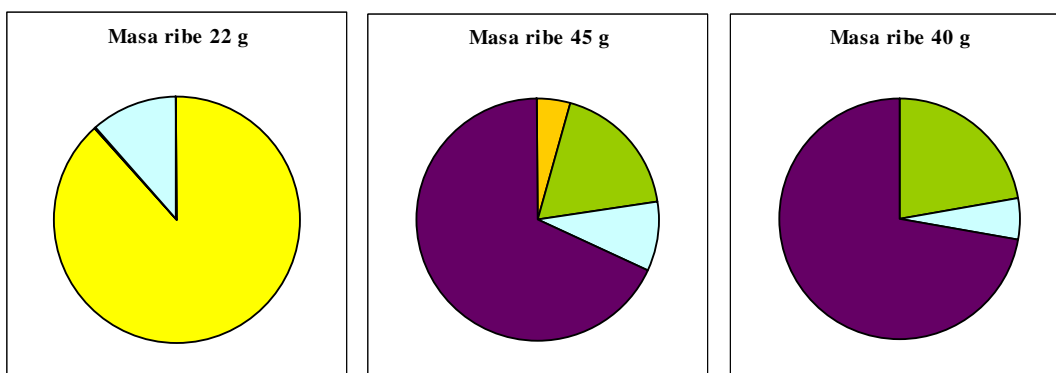
Julij



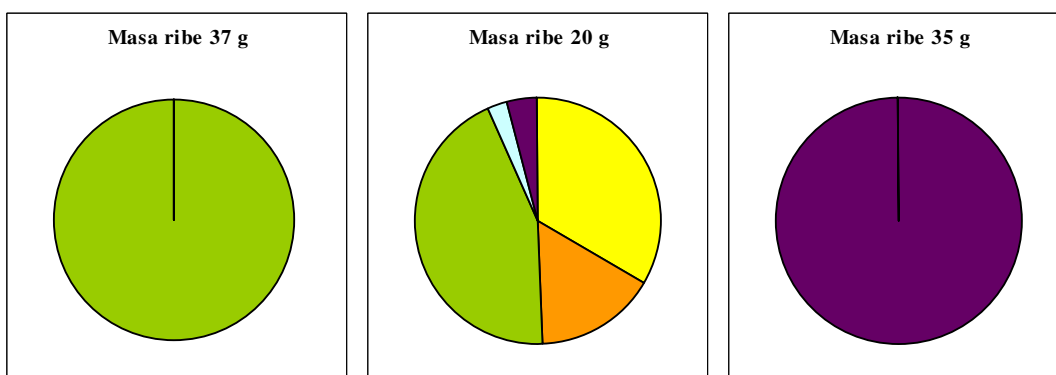
Legenda:

-  vodne bolhe
-  ceponožni raki
-  ličinke trzač
-  ostali bentos
-  leteče žuželke

Avgust



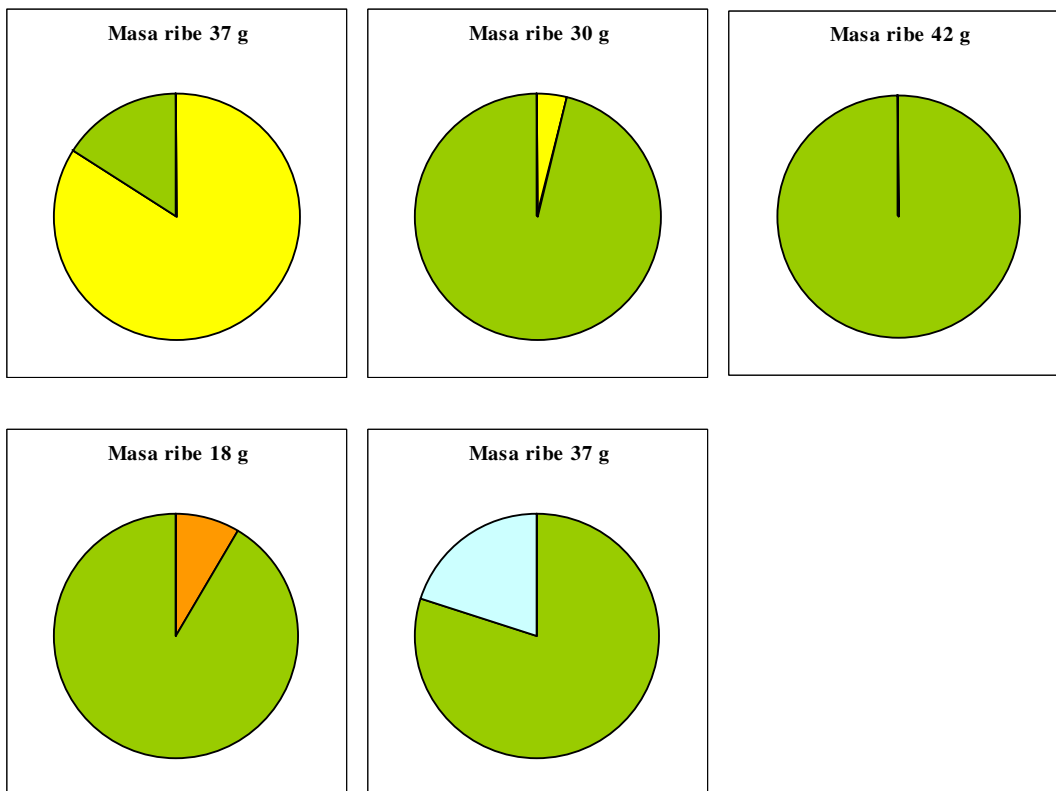
September



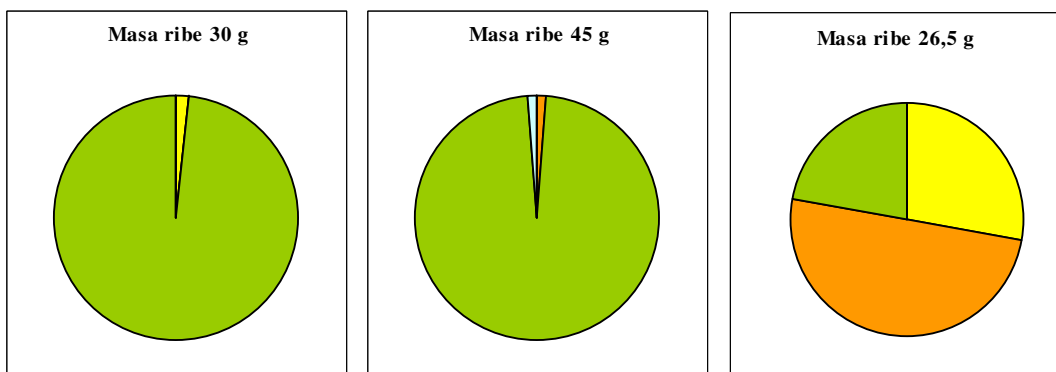
Legenda:

- vodne bolhe
- ceponožni raki
- ličinke trzač
- ostali bentos
- leteče žuželke

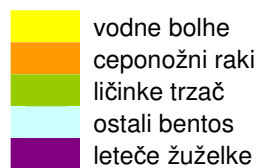
Oktober

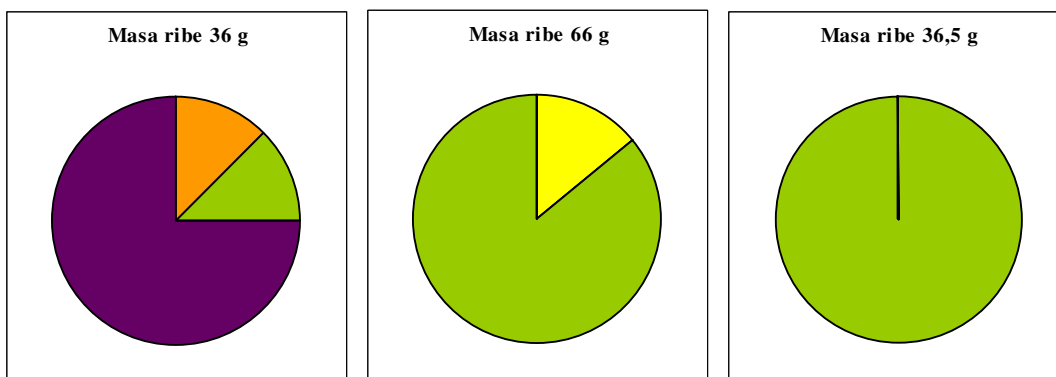


November








Legenda:





Legenda:

-  vodne bolhe
-  ceponožni raki
-  ličinke trzač
-  ostali bentos
-  leteče žuželke

Priloga 2: Podrobna analiza žuželk z gladine

Datum	13.6.2006	13.6.2006	19.7.2006	19.7.2006	16.8.2006	16.8.2006	12.9.2006	12.9.2006	7.10.2006	7.10.2006	18.11.2006	18.11.2006
Jezero	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6
Coleoptera	7	1			3	3		3	1	2		
Chrysomelidae						2		3	1			
Scolitidae	3	1										
Curculionidae	3				1					2		
Cerambycidae	1											
Staphylinidae					2	1						
Diptera	4	2	4	4	2	3		2	3	1		2
Muscidae						2						
Simulidae		2			1				1			
ostali	4		4	4	1	1		2	2	1		2
Heteroptera	2				1			1				
Hymenoptera	11	7		1	7	6	3	1	3	1		
Formicidae	2	1				1						
Apocrita	3	3			2	2						
ostali	6	3		1	5	3	3	1	3	1		
Homoptera							1					