



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PROSTOR IN ENERGIJO

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

POROČILO O KAKOVOSTI JEZER V LETU 2001

Ljubljana, januar 2003

IZJAVA

Izjavljamo, da je predloženo poročilo o kakovosti jezer izdelano na podlagi kontroliranih meritev in opazovanj in imajo podatki navedeni v tem delu javnopravni pomen (uradni podatki).

Delo je zaščiteno po določilih avtorskega prava. Na ta način osnovne pravice ostanejo v veljavi. Dovoljen je tisk teksta samo v obliki izvlečkov in z navedbo virov.

dr. Silvo Žlebir

Vodja Urada za monitoring

dr. Andreja Čerček Hočevar

Direktorica

Naloga: MONITORING KAKOVOSTI JEZER V LETU 2001

Naročnik: MOP - AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

Izvajalci: AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE NACIONALNI
INŠTITUT ZA BIOLOGIJO LJUBLJANA
INŠTITUT ZA VAROVANJE ZDRAVJA

Nosilec naloge: mag. Špela REMEC - REKAR, univ. dipl. biol.
Agencija Republike Slovenije za okolje

Sodelavci: AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE
Karla HROVAT, inž. kem. tehn.
mag. Mojca DOBNIKAR - TEHOVNIK, univ. dipl. inž. kem.
mag. Špela KOZAK - LEGIŠA, univ. dipl. inž. kem.
mag. Irena Cvitanič, univ. dipl. inž. kem.
Martina Zupan, univ. dipl. inž. kem.
Andreja KOLENC, univ. dipl. inž. kem. tehn.
Marjana MUROVEC, univ. dipl. inž. kem. tehn.
Petra KRSNIK, univ. dipl. geograf
Natalija IVANC, univ. dipl. inž. kem.
Nada ROTAR, univ. univ. dipl. biol.
dr. Jasna GRBOVIĆ, univ. dipl. biol.
Slavica TRATNIK, kem. tehnik
Slavica ŠERJAK, kem. tehnik
Jana RADINJA, kem. tehnik
Ljuba BRLAN, viš. kem. tehn.

NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO LJUBLJANA
dr. Mihael BRICELJ, univ. dipl. biol.
dr. Anton BRANCELJ, univ. dipl. biol.
dr. Alenka Gaberščik, univ. dipl. biol.
dr. Gorazd Kosi, univ. dipl. biol.
dr. Ciril Krušnik, univ. dipl. biol.
mag. Olga Urbanc-Berčič, univ. dipl. biol.
Karmen Stanič, kem. tehnik

INŠTITUT ZA VAROVANJE ZDRAVJA
mag. Nataša KLUN, dr. vet. med., spec. med. mikrobiol.
Tamara Majstorović, univ. dipl. mikrobiol.

1. UVOD

V program monitoringa kakovosti jezer je bilo v letu 2001 vključeno Blejsko, Bohinjsko in Cerknjsko jezero s pritoki ter akumulaciji Mavčiče in Vrhovo. Program monitoringa je z nekaj spremembami, v osnovi ostal enak programu iz leta 1997.

Namen monitoringa Blejskega in Bohinjskega jezera s pritoki je spremljanje procesa evtrofikacije, v primeru Blejskega jezera pa poleg spremljanja evtrofikacijskih procesov, tudi spremljanje delovanja in učinkovitosti sanacijskih naprav – Radovne in natege. Monitoring Cerknjskega jezera je prilagojen posebnostim presihajočega jezera in usmerjen v ugotavljanje vplivov onesnaženja na občutljivem kraškem območju. Na akumulacijah Mavčiče in Vrhovo se spremlja vsebnost različnih polutantov, v poletnem obdobju pa so analize usmerjene tudi v ugotavljanje trofičnosti.

Delo je potekalo v sodelovanju dveh inštitucij, MOP - Agencije Republike Slovenije za okolje in Nacionalnega inštituta za biologijo v Ljubljani po pogodbi št. 2523-01-500273.

Na Agenciji Republike Slovenije za okolje, so v bazi podatkov shranjeni rezultati vseh meritvev in analiz. Skupno poročilo obeh sodelujočih inštitucij je bilo izdelano na Agenciji Republike Slovenije za okolje.

1.1. Program monitoringa jezer v letu 2001

Blejsko jezero s pritoki

V letu 2001 je bilo v Blejskem jezeru opravljenih 9 vzorčenj po globinski vertikali na vzhodni in zahodni kotanji in sicer 27.02., 02.04., 07.05., 04.06., 02.07., 01.08., 01.09., 08.10. in 26.11. Vzorčenja v decembru nismo opravili, ker so že novembra meritve kazale na stanje homotermije. Osnovne fizikalne, kemijske in biološke analize so bile izvedene po shemi prikazani v tabeli 1.

Tabela 1: Pregled fizikalnih, kemijskih in bioloških analiz v Blejskem jezeru

Lokacija zajema ZK, VK	Vzhodna kotanja, Zahodna kotanja HOMOTERMIJA														
	(februar -marec)														
Parameter / globina (m)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
nadvodna, podvodna radiacija	od 0 do 10 m v metrskih razmakih														
Temperatura., el. prevodnost,	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH, redoks, O ₂ sonda	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fosfor celotni	X		X	X		X		X	X		X		X	X	X
Ortofosfat, NH ₄ , NO ₂ , NO ₃	X			X		X			X		X		X		X
Ca, K, Na, Mg, m-alkal.*	X			X		X			X		X		X		X
BPK ₅ , KPK, O ₂ Winkler, SiO ₂	X			X		X			X		X		X		X
CO ₂	X					X					X		X		X
Fe, H ₂ S - če se zazna vonj															X
klorofil a	X		X	X		X		X	X		X		X		X
fitoplankton biomasa **	X		X	X		X		X	X		X		X		X
zooplankton**	X		X	X		X		X	X		X		X		X

*analize vsebnosti Ca, K, Na, Mg ionov in m-alkalitete so bile izvedene enkrat v času homotermije

** med homotermijo se združujejo trije vzorci, med plastovitostjo se združujeta dva vzorca

Tabela 1: Pregled fizikalnih, kemijskih in bioloških analiz v Blejskem jezeru

Lokacija zajema ZK, VK	Vzhodna kotanja, Zahodna kotanja PLASTOVITOST (april, maj, junij, julij, avgust, september, oktober, november)													
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
nadvodna, podvodna radiacija	od 0 do 10 m v metriških razmakih													
Temperatura., el. prevodnost,	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH, redoks, O ₂ sonda	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fosfor celotni, ortofosfat	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SiO ₂ , NH ₄	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
NO ₂ , NO ₃	X			X		X			X		X		X	
Ca, K, Na, Mg, m-alkal.*	X			X		X	X		X		X		X	
BPK ₅ , KPK, O ₂ Winkler	X			X		X			X		X		X	
CO ₂	X						X						X	X
Fe, H ₂ S - če se zazna vonj													X	X
klorofil a	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
fitoplankton **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
zooplankton **	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

*analize vsebnosti Ca, K, Na, Mg ionov in m-alkalitete so bile izvedene enkrat v času homotermije in enkrat v času plastovitosti

** med homotermijo se združujejo trije vzorci, med plastovitostjo se združujeta dva vzorca

V program monitoringa kakovosti Blejskega jezera so bili vključeni vsi večji pritoki in oba iztoka Blejskega jezera: Mišca, Krivica, Ušivec, Radovna, Jezernica in natega. Spremljalo se je tudi stanje Save Bohinjka pred in za dotokom natege in kanalizacije. Delna analiza pritokov, ki je bila opravljena vsak mesec, vključuje meritve osnovnih fizikalno kemijskih parametrov kakovosti vode: temperature, električne prevodnosti, pH, vsebnost kisika s sondo, vsebnost prostega CO₂ in vsebnost nutrientov (celotni fosfor, ortofosfat, SiO₂, NH₄, NO₂, NO₃). Razširjena analiza vode je bila opravljena štirikrat v letu 2001. Poleg meritev delne analize razširjena analiza vključuje še analizo kemijske (KPK-KMnO₄) in biokemijske potrebe po kisiku (BPK₅), Ca, Na, K, in Mg ionov ter m-alkalitete, ostanka po sušenju in žarjenju, fenolnih snovi, detergentov, železovih ionov (Fe) in H₂S, kadar zaznamo značilen vonj (natega).

Na Savi Bohinjki pred in za dotokon natege smo vzorčevali štirikrat v letu 2001 in vsakokrat opravili razširjeno analizo. Zajem vzorcev za saprobiološke analize je bil izveden na vseh pritokih, razen v Ušivcu in nategi v času najnižjih vodostajev. Pretok smo merili v Jezernici, nategi, Radovni, Ušivcu, Krivici, Mišci in Solzniku.

Tabela 2: Zajemna mesta in datumi vzorčenja pritokov Blejskega jezera

VODOTOK	DATUM ZAJEMA
SOLZNIK	15.03., 10.04., 06.11.
KRIVICA MIŠCA UŠIVEC RADOVNA JEZERNICA NATEGA	vsi pritoki 16.01., 12.02., 15.03.*, 10.04., 17.05.*, 11.06., 16.07., 13.08.*, 19.09., 15.10.*, 06.11., 11.12.
SAVA Boh. pred natego SAVA Boh. za natego	15.03.*, 11.06.*, 13.08.*, 15.10.*

* oznaka za opravljene razširjeno kemijsko analizo

Bohinjsko jezero s pritoki

V letu 2001 smo **Bohinjsko jezero** vzorčevali osemkrat, 22.03., 21.05., 18.06., 23.07., 20.08., 27.09., 22.10. in 15.11. Po programu je vzorčenje v marcu, maju, juniju, oktobru in decembru potekalo na eni globinski vertikali, točki T3, julija, avgusta in septembra pa na treh globinskih vertikalah, točkah T1, T2 in T3 (Slika 2). V vzorcih vode na izbranih globinah so bili opravljene fizikalno-kemijske in biološke analize po seznamu v Tabeli 3.

Tabela 3: Pregled fizikalnih, kemijskih in bioloških analiz v Bohinjskem jezeru

Lokacija zajema: T3	HOMOTERMIJA (marec, maj, junij, oktober, december)								
Parameter	0m	3m	6m	9m	12m	15m	25m	35m	42m
nadvodna, podvodna radiacija	od 0 do 10 m v metrskih razmakih								
Temperatura., el. prevodnost,	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH, redoks, O ₂ sonda	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fosfor celotni, NH ₄	X	X		X		X	X	X	X
Ortofosfat, NO ₃ , SiO ₂	X			X					X
BPK ₅ , KPK, O ₂ Winkler	X			X					X
Ca, K, Na, Mg, m-alkal.*	X			X					X
CO ₂ -prosti, Fe								X	X
klorofil a	X	X	X	X	X	X	X	X	X
zooplankton	X	X		X		X		X	X
Lokacija zajema: T1,T2,T3	PLASTOVITOST (julij, avgust, september)								
Parameter	0m	3m	6m	9m	12m	15m	25m	35m	42m
nadvodna, podvodna radiacija	od 0 do 10 m v metrskih razmakih								
Temperatura., el. prevodnost,	X	X	X	X	X	X	X	X	X
pH, redoks, O ₂ sonda	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fosfor celotni, NH ₄ , SiO ₂	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ortofosfat, NO ₃ , NO ₂	X			X					X
BPK ₅ , KPK, O ₂ Winkler	X			X					X
Ca, K, Na, Mg, m-alkaliteta*	X	X		X		X			X
CO ₂								X	X
Fe									X
klorofil a	X	X	X	X	X	X	X	X	X
zooplankton,**	X	X	X	X	X	X	X	X	X

*analize vsebnosti Ca, K, Na, Mg ionov in m-alkalitete so bile izvedene dvakrat v letu

** med homotermijo se združujejo trije vzorci, med plastovitostjo se združujeta dva vzorca

V program monitoringa na Bohinjskem jezeru so bili vključeni vsi pritoki in iztok jezera - Sava Bohinjka pri Sv. Janezu (Slika 2). Frekvenca vzorčenja pritokov je določena glede na pomembnost in onesnaženost posameznega pritoka. Program vzorčenja je podan v tabeli 4. Saprobiološke analize pritokov in Save Bohinjke pri iztoku iz jezera smo opravili 4. avgusta. Pretok je bil merjen v Savici in Savi Bohinjki pri Sv. Janezu. Delna in celotna analiza vključujeta iste parametre kakovosti kot pri pritokih Blejskega jezera.

Tabela 4: Zajemna mesta in datumi vzorčenja pritokov Bohinjskega jezera

OZNAKA PRITOKA	LOKACIJA ZAJEMA	DATUM ZAJEMA
pritok I	v prvem zalivu	12.02.*, 10.04., 11.06., 13.08.*, 15.10., 11.12.
pritok III	v prvem zalivu	19.09.
pritok IV	ob kom. črpališču	17.05., 16.07.*, 19.09., 06.11.
pritok V	ob kom. črpališču	17.05., 16.07.*, 19.09., 06.11.
pritok VI	mostiček, pod cesto	12.02.*, 10.04., 11.06., 13.08.*, 15.10., 06.11., 11.12.
pritok VII	ob Hotelu Vogel	12.02. *, 10.04., 11.06., 13.08. *, 15.10., 06.11., 11.12.
pritok IX	Naklova Glava	15.03.*, 10.04.
pritok XI	Ribogojnica pritok	23.07.*, 20.08., 27.09.*, 22.10.
pritok XII	Ribogojnica iztok	27.09.
pritok XIII	S stran jezera	23.07*., 20.08., 27.09.*., 22.10.
XV-Rakov potok	Fužinarski zaliv	12.02.*, 10.04., 11.06., 15.10.*
X -Savica	20 m pred jezerom	16.01., 12.02., 15.03.*, 10.04., 17.05.*, 11.06., 16.07., 13.08.*, 19.09., 15.10.*, 06.11., 11.12.
XVI- Sava Boh.	Sv.Janez	

* oznaka za celotno analizo

Cerkniško jezero s pritoki

V letu 2001 se je monitoring na **Cerkniškem jezeru** izvajal na lokacijah Stržen - Gorenje jezero, Stržen -Dolenje jezero, pred Karlovico, na Rešetu in Zadnjem kraju ter pritokih jezera Martinščica, Žerovniščica, Lipsenjščica, Cerkniščica. Zaradi vplivov na izvir v Malnih sta bili v monitoring kakovosti vključeni tudi zajemni mesto na Raku pod Velikim in Malim naravnim mostom. Program raziskav je obsegal fizikalno-kemijske, bakteriološke in saprobiološke analize ter v okviru bioloških analiz analize fitoplanktona in zooplanktona. Vzorčevanje je potekalo po shemi v tabeli 5. Zaradi visoke vode jeseni 2001, so bile saprobiološke analize na lokaciji Stržen - Dolenje jezero in v Cerkniščici izvedene samo enkrat in sicer v juliju.

Rečne akumulacije

V letu 2001 smo vzorčevanje na **akumulaciji Mavčiče** opravili 08.08. Na lokaciji Trbojsko jezero smo vzorčevali na globinah 0,5, 1,5, 4,5, 7,5 in 9,5 m, na lokaciji Prebačevo pa je bil zajet samo površinski vzorec. Opravili smo standardne fizikalne in kemijske analize, določili vsebnosti klorofila a in analizirali vrstno sestavo rastlinskega planktona. Na lokaciji Prebačevo so bili v sklopu monitoringa površinskih vodotokov vzeti vzorci površinske vode 14.05., 06.08., 10.09. in 03.12.

Zaradi izdelave modela kakovosti vode je vzorčevanje v **akumulaciji Vrhovo** do maja 2001 potekalo na treh lokacijah enkrat mesečno, junija, julija in avgusta 2001 pa dvakrat mesečno. Vzorčevli smo iz mostu v **Radečah** na globinah 0,5, 4,1 in 7,2 m, iz mostu v **Vrhovem** na globinah 0,5, 5,9 in 10,8 m in **pred pregrado** na globinah 0,5 m na sredini globinskega profila in 1 m nad dnom. Določali so se naslednji fizikalno kemijski parametri: prosojnost s Secchi diskom, temperatura vode, koncentracija raztopljenega kisika, BPK₅, amonij, nitrat, nitrit, TN, anorganski fosfor oziroma ortofosfat, organski fosfor, celotni fosfor, pH, suspendirane snovi,

TOC in klorofil a. Podatki vseh analiz so obdelani v posebnem poročilu (I. Cvitanič), v danem poročilu pa so zajeti le podatki zajema 09.08.01 iz lokacij Vrhovo - most in Vrhovo - pregrada.

Na **Ormoškem jezeru** so bile izvedene le meritve na meddržavnem profilu Drava-Ormož na korenu akumulacije.

Tabela 5: Program vzorčenja Cerknškega jezera s pritoki

Lokacije	Mesto vzorčevanja	Število in opis zajemov
Stržen -Gorenje jezero	pod mostom	4D, 2 TK, 4B,4b, 2S
Stržen - Dolenje jezero	pod mostom	6D, 6TK 2B, 6b 2S
Vodnos		4D, 2B, 2S
Stržen pred Karlovico	pred Karlovico	2D,2B, 2S
Rešeto		2D, 2B, 2S
Zadnji Kraj	pod mostom	4B, 2S
Martinjščica	za sotočjem krakov	4D, 2B, 4b,2S
Žerovniščica	za pritokom Grahovščice	4D,2B,4b, 2S
Lipsenjščica	pod mostom	4D,2B,4b, 2S
Cerkniščica	za čistilno napravo	6D,6TK, 2B, 6b, 2S
Rak	Zelške jame	4D,2B,4b, 2S
Rak	Veliki nar. mostu	4D,2B,4b, 2S

Legenda:

D- delna analiza vode: temperatura vode in zraka, prosojnost, pH, el.prevodnost, vidne odplake, vonj, vidna in stvarna barva, $O_{2Winkler}$, nasičenje s kisikom, KPK s $KMnO_4$, BPK_5 , Ca, K, Na, Mg, Cl, SO_4 , karbonat, kalcijeva, magnezijeva, skupna trdota, PO_4 cel., PO_4 , NO_2 , NO_3 , NH_4 , SiO_2 , TN, Fe, susp.snovi suš., susp.snovi po sušenju in žarjenju, Al, fenolne snovi, anion akt.detergenti, mineralna olja,

TK - analiza težkih kovin v vodi in v susp. snoveh

B- biološke analize; fitoplankton in zooplankton kvalitativno, klorofil a, makrofiti,

b- bakteriološke analize: skupne koliformne bakterije in koliformne bakterije fekalnega izvora, streptokoki fekalnega izvora (MPN)

S- saprobiološke analize

2 METODE

2.1. Vzorčenje

Vzorčevanje po globinskih vertikalah je potekalo v skladu s postopki, ki veljajo za stoječe vode (1). Na Blejskem in Bohinjskem jezeru ter akumulaciji Mavčiče smo vzorce iz posameznih globin za kemijske analize in analizo klorofila zajemali iz čolna s črpalko in Van Dornovim vzorčevalnikom. Na Vrhovem smo vzorčevali z Van Dornovim vzorčevalnikom iz mostu, ob pregradi pa iz čolna. Za zajem kvalitativnih vzorcev fitoplanktona smo uporabili mreže z velikostjo por 15, 20 in 35 μm , za zajem kvalitativnih vzorcev zooplanktona pa mreže z velikostjo por 60, 100 in 200 μm .

Pritoke jezer in vzorce na Cerknškem jezeru smo vzorčevali v skladu s postopki, ki veljajo za površinske tekoče vode, na sredini, oziroma v matici vodotoka. Za shranjevanje vzorcev za kemijske analize smo uporabili plastično in stekleno embalažo ter metode, ki jih priporočajo standardi (2, 3).

2.2. Fizikalne in kemijske analize

Osnovne fizikalne parametre kot so temperatura, električna prevodnost, pH, redox potencial, motnost in vsebnost kisika, smo na posameznih globinah izmerili s sondo Hydrolab

H20. Na pritokih smo uporabili WTW terenske elektrode. Prosojnost smo izmerili s Seccijevo ploščo s premerom 20 cm. Za merjenje nadvodne in podvodne radiacije do globine 10 m, je bil uporabljen Delta Logger. Poleg fizikalnih parametrov je bila na terenu izmerjena vsebnost proste ogljikove kisline. Ostale kemijske analize so bile narejene v laboratoriju Agencije RS za okolje. Postopki posameznih kemijskih analiz so enaki, kot za tekoče vode (4), priprava vzorcev pa je različna. Vzorcev iz akumulacije Vrhovo in vzorcev iz Blejskega in Bohinjskega jezera pred analizami ne filtriramo. Za določanje celotnega fosforja se nefiltrirane vzorce pred analizo premeša. Za določanje vsebnosti nitratnega iona se od leta 2000 uporablja metoda z ionsko kromatografijo, kjer pride do filtracije vzorca med samim postopkom. Podobno je pri določanju skupnega dušika in skupnega organskega ogljika, kjer se sicer nefiltrirani vzorci filtrirajo med postopkom. Vse ostale analize so bile izvedene v nefiltriranih, čez noč usedenih vzorcih. Vzorce za kemijske analize pritokov in globinske vzorce iz akumulacije Mavčiče se filtrira po enakih postopkih kot za tekoče vode (4).

2.3. Biološke analize

V Blejskem jezeru smo v posamezni globinski plasti jezera na vzhodni in zahodni kotanji izmerili vsebnost klorofila-a in določili številčno zastopanost posamezne fitoplanktonske vrste. Alge smo šteli v sedimentacijskih komorah z volumnom 2 ml. Iz povprečne celične prostornine posamezne vrste smo določili njeno povprečno maso (5, 6). Na ta način smo izračunali maso posameznih vrst in skupno biomaso fitoplanktona v jezeru. V Bohinjskem jezeru smo vsebnosti klorofila-a na posameznih globinah merili na točki T3. Ob vsakem odvzemu vzorcev, smo določili vrstno sestavo fitoplanktona in prevladujočo vrsto v njej. Enake analize smo opravili tudi na posameznih lokacijah Cerkniškega jezera in akumulacijah Mavčiče in Vrhovo. Vsebnost klorofila-a smo določali po standardnem postopku z metanolom (7, 8). Za ekstrakcijo klorofila-a smo na vseh zajemnih mestih uporabili dva litra vzorca in 5 - 8 ml metanola.

Na Blejskem in Bohinjskem jezeru smo določili prisotnost in številčnost posamezne zooplanktonske vrste po globinski vertikali (5). Na posameznih lokacijah v Cerkniškem jezeru pa je bila določena le vrstna sestava zooplanktona in najpogostejša vrsta.

Pregled makrofitov smo opravili na začetku, višku in ob koncu rastne sezone. V Blejskem in Bohinjskem jezeru smo pregled litorala opravili iz čolna. Uporabljali smo kukalo za gledanje pod vodo in posebno grabilo za zajem makrofitov. Določili smo vrstno sestavo vodnih makrofitov, ugotovili pogostost pojavljanja vrste v jezeru (frekvenco) in številčnost posamezne vrste (abundanco) na posamezni lokaciji. Pogostost pojavljanja smo izrazili v obliki pet-stopenjske lestvice, kjer oznaka 1 - pomeni zelo redko vrsto; 2 - redko vrsto; 3 - zmerno prisotno vrsto; 4 - pogosto vrsto; 5 - prevladujočo vrsto). Lokacijo rastišč smo označili na sliki tlorisa jezera. V Blejskem jezeru je bil pregledan celoten litoral, v Bohinjskem jezeru pa posamezni odseki - zaliv Ukanc, zaliv ob Naklovi glavi, zaliv pred iztokom ob Sv. Janezu in še nekateri bolj porasli predeli litorala. Na Cerkniškem jezeru smo na vseh zajemnih mestih pregledali vegetacijo v 50 metrskem odseku struge in popisali prisotne rastlinske vrste. Pogostost pojavljanja posamezne vrste smo podali tako kot na Blejskem in Bohinjskem jezeru s pet-stopenjsko lestvico (9).

Vzorce za saprobiološke analize pritokov Blejskega in Bohinjskega jezera smo pobrali v času nizkih vodostajev, po daljšem suhem obdobju. Določali smo vrstno sestavo bentoških nevretenčarjev in alg v prerasti. Za vsak pritok smo na podlagi prisotnih indikatorskih organizmov izračunali saprobne indekse po enaki metodi kot na vseh drugih vodotokih - metoda po Pantle-Bucku (10), modificirana po Marvanu (11).

V sklopu bakterioloških analiz, ki jih je na vzorcih iz Cerkniškega jezera (Strženu) in vzorcih pritokov opravil Inštitut za varovanje zdravja RS, Trubarjeva 2, Ljubljana je bilo po

modificirani metodi SIST ISO 9308-1 in SIST ISO 7899-2 določeno najverjetneše število (most probable number) MPN skupnih koliformnih bakterij / 1000 ml , MPN koliformnih bakterij fekalnega izvora / 100 ml in MPN streptokokov fekalnega izvora / 100 ml.

3. REZULTATI ANALIZ

3.1 Blejsko jezero s pritoki

Za Blejsko jezero v letu 2001 je bilo značilno izredno produktivno obdobje s »cvetenjem« različnih vrst planktonskih alg na različnih globinah jezera, od zgodnje pomladi do konca avgusta, ki ga je prekinila šele vremenska sprememba v začetku septembra. Zmanjšanje fitoplanktonskih populacij je vplivalo predvsem na povečano prosojnost jezera, ki je oktobra na zahodni kotanji dosegla celo 15,3 m, kar je za Blejsko jezero izjemna prosojnost. Zaradi večje prosojnosti je dovolj svetlobe v hipolimniju jezera sprožilo intenziven razvoj fotosintetskih bakterij (Athiorhodaceae). Vsebnost bakterioklorofila je na dnu vzhodne kotanje v oktobru 2001 znašala 32 µg/l.

Tabela 6: Uvrstitev Blejskega jezera v trofično kategorijo po OECD kriterijih

trofična stopnja	fosfor celotni (letno povprečje) (µg P/l)	dušik anorganski (letno povprečje) (µg N/l)	prosojnost (letno povprečje) (m)	prosojnost (minimalna) (m)	klorofil-a (letno povprečje) (µg/l)	klorofil-a (maksimum) (µg/l)
u-oligotrofno	< 4	< 200	> 12	> 6	< 1	< 2,5
oligotrofno	< 10	200 - 400	> 6	> 3	< 2,5	< 8
mezotrofno	10 - 35	300 - 650	6 - 3	3 - 1,5	2,5 - 8	8 - 25
evtrofno	35 - 100	500 - 1500	3 - 1,5	1,5 - 0,7	8 - 25	25 - 75
hiperevtrofno	> 100	> 1500	< 1,5	< 0,7	> 25	> 75
1995	15,2	477	5,9	2,5	3,4	17,2
1996	14,5	470	6,5	3,8	2,8	11,2
1997	12,7	495	8,4	4,1	2,9	13,3
1998	15,5	374	5,8	2,4	7,6	29,1
1999	17,9	312	5,0	1,2	9,3	47,4
2000	14,3	280	5,3	2,5	7,2	25,7
2001	14,3	263	6,5	2,6	7,2	24,5

V letu 2001 Blejsko jezero ni zamrznilo, zato je obdobje homotermije, z intenzivnim mešanjem vodnih mas trajalo od decembra do aprila. Take razmere ugodno vplivajo na produkcijo fitoplanktona, zlasti planktonskih kremenastih alg – diatomej (Bacillariophyceae), kot tudi na razporeditev in vsebnost kisika v jezeru. Kisikove razmere na dnu jezera so bile zato v zimsko – spomladanskem obdobju ugodnejše kot v letih z dolgo poledenitvijo. Na dnu jezera se je vsebnost kisika zmanjšala pod 1 mg O₂/l v juniju, najslabše pa so bile kisikove razmere v oktobru, ko smo na dnu zahodne kotanje izmerili tudi najnižji redoks potencial, 43 mV. Vsebnost vodikovega sulfida je bila celo leto pod mejo določljivosti, čeprav smo značilen vonj zaznali že v juniju.

Na povečano vsebnost kisika v globinah od 4 do 10 m, kjer smo izmerili od 12,6 do 17,3 mg O₂/l je od aprila do avgusta vplivala povečana fotosintetska aktivnost fitoplanktona. Z vremensko spremembo, ohladitvami in premešanjem vodnih mas v septembru, se je populacija alg v metalimniju zmanjšala, s tem pa tudi njihova aktivnost. Povsem je izginila tudi populacija cianobakterije *Planktothrix rubescens*, ki se je od maja v večjem številu zadrževala na globinah od 8 do 18 m.

Od leta 1997 zapažamo trend zmanjševanja dušikovih spojin v jezeru (Tabela 6). Pri tem je potrebno povedati, da je bila v letu 1998 spremenjena metoda za določanje amonijevega iona, v letu 2000 pa metoda za določanje nitratnega iona in je zmanjšanje dušikovih spojin lahko posledica spremembe metod in ne posledica sprememb v okolju. Povprečna letna vsebnost celotnega anorganskega dušika v Blejskem jezeru je bila v letu 2001 še nižja kot v letu 2000 (280 µg N/l) in je znašala 263 µg N/l.

Najvišja vsebnost celotnega fosforja izmerjena na dnu vzhodne kotanje v oktobru, ni preseгла 0,24 mg PO₄/l. Povprečna letna vsebnost celotnega fosforja je bila povsem enaka kot v letu 2000 (14,3 µg P/l). Izmerjena povprečna vsebnost silicijevega dioksida 1,2 mg SiO₂/l je bila v letu 2001 manjša kot prejšnja leta, ko je povprečna vsebnost znašala okoli 1,6 mg SiO₂/l. Na zmanjšanje letnega povprečja so vplivale nižje vsebnosti silicija v spomladanskih vzorcih, ko so »cvetele« diatomeje s prevladujočo vrsto *Asterionella formosa*, ki so večino silicija porabile za izgradnjo celičnih sten, analiza pa se je izvajala v nepremešanem vzorcu.

Povprečna letna vsebnost klorofila-a je bila v letu 2001 enaka kot v letu 2000. Najvišje vsebnosti klorofila-a nad 20 µg/l smo izmerili aprila na globinah od 2 do 4 m, ko so poleg diatomej »cvetele« tudi zlatorjave alge (Chrysophyta) z vrsto *Dynobryon divergens*. Dinobryon je »cvetel« tudi v maju na globinah od 4 do 6 m, v juniju in juliju se je njegova populacija zmanjšala, v avgustu pa je ponovno »zacvetel« na globini 6 m. V metalimniju jezera (od globine 8 do 16 m) se je v juniju, juliju in avgustu zadrževala številnejša populacija cianobakterije *Planktothrix rubescens*, ki je po vremenski spremembi v začetku septembra povsem izginila. Zelene alge v letu 2001 niso oblikovale večjih populacij, številčnejše pa so bile v epilimniju jezera v poletnem obdobju. Najpogostejše med njimi so bile vrste *Coenococcus planctonicus*, *Elakatothrix gelatinosa*, *Koliella planctonica*, *Lagerheimia gevenensis*, *Oocystis marsonii*, *Oocystis lacustris* in *Willea irregularis*.

V letu 2001 so bili med zooplanktonom Blejskega jezera prisotni osebki desetih vrst. To so: *Daphnia hyalina* in *Daphnia galeata* s hibridi, *Bosmina langirostris*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Scapholeberis mucronata* in *Ceriodaphnia quadrangula* med vodnimi bolhami (Cladocera), *Cyclops vicinus*, *Eudiaptomus transylvanicu* in *Megacyclops viridis* med ceponožnimi raki (Copepoda) ter ličinka *Chaoborus fluvicans*, ki sodi med dvokrilce (Diptera). Vodilno vlogo med planktonskimi raki, ki jo je v letu 2000 prevzela vrsta *Bosmina longirostris*, sta v letu 2001 ponovno pevezeli vrsti *Daphnia hyalina* in *Daphnia galeata* s hibridi, medtem ko je bila bosmina prisotna le posamično v juniju in avgustu. V primerjavi s prejšnjimi leti je bila populacija dafnije nekoliko manjša, njen razvojni višek pa pomaknjen v jesen. Populacija dafnije je šele oktobra, s 40 osebki v litru vode na vzhodni kotanji v plasti med 14 in 16 m globine, dosegala največjo številčnost v letu 2001, medtem ko smo višek razvoja v prejšnjih letih zabeležili v obdobju od maja do julija. V zahodni kotanji je bila dafnija manj številna, največ 20 osebkov v litru vode smo v globinah med 10 in 12 m prešteli septembra. Posebnost v zooplanktonski združbi Blejskega jezera v letu 2001 je bil tudi pojav številnejše populacije vodne bolhe vrste *Ceriodaphnia quadrangula* v juliju, ki se je prejšnja leta pojavljala le občasno, v kvalitativnih vzorcih. V juliju smo v vzhodni kotanji na globinah od 2 do 4 m določili 22 osebkov v litru jezerske vode, v zahodni kotanji pa število ni preseglo dveh osebkov v litru. Populacija ceriodafnije se je v avgustu počasi premikala v globino, in v septembru popolnoma izginila. Leto 2001 je bilo uspešno tudi za razvoj vrste *Eudiaptomus transylvanicus*, ki v prejšnjih letih 1999 in 2000 v Blejskem jezeru ni bila prisotna. Višek razvoja z 18 osebki v litru jezerske vode smo zasledili na vzhodni kotanji v juliju, med 2 in 4 metri globine. V zahodni kotanji je bil razvoj počasnejši in manj izrazit. Avgusta smo v plasti od 14 do 16 m v oktobru pa v plasti od 6 do 8 m določili 10 osebkov v litru jezerske vode. Vrsta *Cyclops vicinus* je bila v letu 2001 prisotna celo leto, vendar populacija ni dosegla izrazitih razvojnih viškov, ki so bili prejšnja leta značilni za spomladansko obdobje. Populacija je bila najštevilnejša v avgustu, ko smo na vzhodni kotanji v plasti med 10 in 12 prešteli 6 osebkov v litru jezerske vode, na zahodni kotanji

pa v plasti 14 do 16 m globine 5 osebkov v litru jezerske vode. Razporeditev posameznih vrst po globinski vertikali je v prilogi 2. Spremembe glede časovnega in količinskega pojavljanja različnih vrst planktonskih rakov v letu 2001 so še vedno posledica postopne stabilizacije razmer v Blejskem jezeru po množičnem cvetenju cianobakterije *Planktothrix rubescens* v letu 1999.

Tudi stanje makrofitov je bilo v letu 2001 na koncu vegetacijske sezone v primerjavi z letom 2000 spremenjeno. Na posameznih lokacijah je rmanec izginil, na nekaterih se je pojavil na novo. Slabe svetlobne razmere v prvi polovici leta so omejile globinsko širitev rmanca, ki pa dosegel večjo globino kot v prejšnjem letu, t.j. 3 m. Prisotnost podvodnih vrst v litoralu se je zmanjšala, okrepili pa so se sestoji emergentnih rastlin na obrežju. Prevladujoči so bili sestoji trsa. Sestoj trsa v Njivicah je v zadnji fazi sukcesije in ga preraščajo lesne vrste. Širijo se tudi močvirske vrste, ki so se v prejšnjih letih pojavljale le posamič. Obe plavajoči vrsti, rumeni blatnik in beli lokvanj, imata stabilne sestoj.

V tabeli 7 so prikazane povprečne letne vsebnosti celokupnega fosforja, nitrata, amonija, povprečna letna vrednost kemijske potrebe po kisiku in saprobni indeksi v pritokih Blejskega jezera, Jezernici, nategi in Savi Bohinjki pred in za dotokom natega in kanalizacije.

Tabela 7: Povprečne vrednosti izbranih parametrov v pritokih in iztokih Blejskega jezera ter Savi Bohinjki pred in za dotokom natega v letih 1999, 2000 in 2001

	Ptot. mgPO ₄ /l			NO ₃ ⁻ mg/l			NH ₄ ⁺ mg/l			KPK mgO ₂ /l			SI		
	99	00	01	99	00	01	99	00	01	99	00	01	99	00	01
Radovna	<0,03	<0,03	0,03	2,2	2,1	1,7	<0,02	<0,02	<0,02	1,2	1,2	1,2	1,59	1,52	1,59
Mišca	0,15	0,09	0,16	6,4	6,0	6,2	0,16	0,03	0,10	1,7	1,6	1,9	2,10	1,84	1,87
Krivica	0,04	0,04	0,05	4,2	4,2	3,8	0,02	0,02	0,12	1,3	1,5	1,3	1,46	1,66	1,56
Ušivec	0,07	0,08	0,08	13,2	13,7	11,8	<0,02	<0,02	<0,02	1,1	0,8	1,1			
Solznik	0,03	0,05	0,03	2,3	2,4	1,5	0,07	0,03	0,21	1,9	6,1	2,1			
Jezernica	0,04	0,03	0,04	1,1	0,5	0,6	0,03	0,03	0,06	1,6	1,9	1,7	1,84	1,8	1,85
natega	0,18	0,17	0,16	0,9	0,5	0,5	0,85	0,97	0,93	1,8	2,0	2,1			
SavaBh. pred*	<0,03	<0,03	0,03	2,4	2,7	2,0	<0,02	<0,02	0,15	1,3	1,3	1,8	1,62	1,7	1,59
SavaBh. za **	0,05	0,08	0,09	2,2	2,5	2,1	0,03	0,09	0,03	1,5	1,4	1,3	1,81	1,82	1,94

* Sava Bohinjka pred dotokom natega in kanalizacije

** Sava Bohinjka za dotokom natega in kanalizacije

V primerjavi z letom 2000 se je ponovno poslabšala kakovost Mišce, kar kažejo vsi prikazani kemijski parametri. Kakovost ostalih pritokov je bila v letu 2001 podobna kot v prejšnjih letih. Vsebnost nitratov v Ušivcu se je nekoliko zmanjšala. Pretok Radovne v Blejsko jezero je bil celo leto naravnano na 400, zaradi posameznih prekinitev, pa je povprečni pretok Radovne v letu 2001 znašal 395 l/s. V decembru 1999 in decembru 2000 so popravili poškodbe na obeh krakih natega. Kljub temu se kakovost vode v nategi ni bistveno spremenila, povprečen pretok natega v letu 2001 pa je znašal 0,197 m³/s. Vpliv natega na kakovost Save Bohinjke je v primerjavi z dotokom fekalnih odpadkov iz Bleda zanemarljiv. Izgradnja čistilne naprave v letu 2001 še ni stekla. Onesnaženje Save Bohinjke je očitno in se odraža tako v spremenjeni kemijski sestavi vode, kot tudi v spremenjeni življenjski združbi. Stanje je še posebej kritično ob nizkih vodostajih.

Pri izračunu bilance hranilnih snovi v Blejskem jezeru smo upoštevali povprečno letno vsebnost nutrientov v pritokih in njihov srednji letni pretok v letu 2001. Razpršeni viri nutrientov v bilanco niso bili vključeni, upoštevali pa smo vnos nutrientov s padavinami. Kakovost in količina padavin se redno spremlja. Skupna količina padavin v letu 2001 je na območju Bleda znašala 1397,8 mm/m², kar je manj kot v letu 2000 ko smo izmerili 1703,8 mm/m². Zaradi prevelike količine ptičjih iztrebkov v vzorcih padavin smo pri izračunu bilance upoštevali

povprečno vsebnost dušika in fosforja v padavinah iz literature, ki velja za področje srednje Evrope (13). Ocena bilance za leto 2001 kaže, da so pritoki in padavine prinesle v Blejsko jezero približno enako količino fosforjevih spojin, kot sta jih iz jezera odplavili Jezernica in natega. Vnos dušika je bil približno za polovico, vnos silicija pa za 10 ton večji od iztoka. Največ fosforja, dušika in silicija je tudi v letu 2001 v Blejsko jezero prinesla Mišca. Na raven iz leta 1999 se je ponovno povečal vnos fosforja. V primerjavi z drugimi pritoki je znašal delež Mišce pri vnosu fosforja 50 %, delež Radovne pa 34 %. Delež dušika, ki ga prinese v jezero Mišca ocenjujemo na 48 %, delež Radovne pa na 30 %.

Tabela 8: Ocena bilance hranilnih snovi v Blejskem jezeru

2000 PRITOKI	Qsr m ³ /s	mio. m ³ /leto	fosfor kg P/leto	dušik t N/leto	silicij t SiO ₂ /leto	KPK t O ₂ /leto
Radovna	0,395	12,468	195	4,9	15,5	14,7
Mišca	0,170	5,361	286	8,0	20,3	10,1
Krivica	0,025	0,788	13	0,8	2,3	1,0
Ušivec	0,026	0,820	21	2,2	4,8	0,9
Solznik	0,005	0,158	2	0,1	0,6	0,3
padavine		2,010	50	0,6		
skupaj	0,545	21,605	567	16,5	43,5	27,0
Jezernica	0,410	19,773	249	3,5	11,5	32,8
Natega	0,192	6,230	325	5,2	22,0	13,0
evaporacija*		1,424				
skupaj	0,602	27,427	574	8,7	33,5	45,8

Kot smo že poročali, je na stanje Blejskega jezera v zadnjih letih močno vplivalo dolgotrajno, površinsko »cvetenje« cianobakterije *Planktothrix rubescens* v letu 1999, ki se je odrazilo na vseh nivojih ekosistema. Porušeno naravno ravnotežje se je kazalo v intenzivnem »cvetenju« različnih vrst fitoplanktona, v spremembah količinske in vrstne sestave zooplanktona in spremembah v priobalnem delu, med makrofiti. Šele v drugi polovici leta 2001 so se razmere v jezeru ponovno začele umirjati. Na izboljšanje so vplivale predvsem vremenske razmere, ki so povzročile premikanje vodnih mas in s tem prezračeno jezero do dna in nasploh dolgo obdobje homoteremije. O bolj učinkovitem delovanju natega po sanaciji zaradi prisotnosti kisika na dnu jezera, ki preprečuje izplavljanje fosforja iz sedimenta, težko govorimo. Radovna in natega skupaj imata nedvomno pozitiven vpliv na jezero, predvsem zaradi povečanja pretočnosti in s tem tudi vpliva na dinamiko biokemijskih procesov.

3.2 Bohinjsko jezero s pritoki

Tudi v letu 2001 lahko Bohinjsko jezero glede na OECD kriterije uvrstimo med čista - oligotrofna jezera. Povprečna vsebnost dušika (380 µg N/l), ki je bila v prejšnjih letih višja, ni preseгла povprečja za oligotrofna jezera. Znižanje vsebnosti dušika je verjetno povezano s spremembami metode za določanje prisotnosti nitratnega iona, zato ocenjujemo, da je povprečna letna koncentracija dušika ostala na ravni prejšnjih let. Tudi povprečna letna koncentracija fosforja se v primerjavi s prejšnjimi leti ni bistveno spremenila. To potrjuje tudi povprečna letna vsebnost klorofila-a, na osnovi katere ocenjujemo produktivnost fitoplanktona, ki je odvisna od vsebnosti obeh ključnih biogenih elementov – dušika in fosforja v vodi.

Tabela 9: Uvrstitev Bohinjskega jezera v trofično kategorijo po OECD kriterijih

tip jezera	fosfor celotni	dušik anorganski	prosojnost	prosojnost	klorofil-a	klorofil-a
------------	-------------------	---------------------	------------	------------	------------	------------

	(letno povprečje) ($\mu\text{g P/l}$)	(letno povprečje) ($\mu\text{g N/l}$)	(letno povprečje) (m)	(minimalna) (m)	(letno povprečje) ($\mu\text{g/l}$)	(maksimum) ($\mu\text{g/l}$)
u-oligotrofno	< 4	< 200	> 12	> 6	< 1	< 2,5
oligotrofno	< 10	200 - 400	> 6	> 3	< 2,5	< 8
mezotrofno	10 - 35	300 - 650	6 - 3	3 - 1,5	2,5 - 8	8 - 25
evtrofno	35 - 100	500 - 1500	3 - 1,5	1,5 - 0,7	8 - 25	25 - 75
hiperevtrofno	> 100	> 1500	< 1,5	< 0,7	> 25	> 75
1997	4,6	472	9,8	6,0	1,0	3,0
1998	3,2	477	7,9	5,6	1,7	3,5
1999	3,4	447	9,1	7,4	1,8	4,2
2000	3,3	468	9,1	4,9	1,6	3,1
2001	4,9	380	10,4	6,8	1,4	2,8

V letu 2001 Bohinjsko jezero ni zamrznilo v celoti. Izrazita temperaturna plastovitost se je oblikovala šele julija in trajala do septembra, kar je za Bohinjsko jezero povsem običajno. Zgornja plast jezera je bila najbolj je segreta v avgustu, ko smo na točki T3 izmerili najvišjo temperaturo vode 21,5 °C. Razporeditev in vsebnost kisika je bila podobna kot v prejšnjih letih, enakomerna v obdobju homotermije, v obdobju plastovitosti pa na globinah od 6 do 12 m nekoliko povečana. Od julija do novembra smo na dnu jezera izmerili nižje vsebnosti kisika, kot na površini in v metalimniju. Najnižja je bila novembrska koncentracija kisika na dnu jezera na točki T3 (7,0 mg O₂/l).

Vsebnost celotnega fosforja je bila celo leto nizka, povečano vsebnost smo zaznali v juliju, na vseh globinah točke T3. Najvišja koncentracija 0,08 mg PO₄/l je bila izmerjena v vzorcih iz dna jezera. Med anorganskimi dušikovimi spojinami so prevladovali nitrati, katerih povprečna vsebnost je znašala 1,6 mg NO₃/l, kar je manj kot v prejšnjih letih (0,2 mg NO₃/l), medtem ko v razporeditvi dušikovih spojin v vodnem stolpcu nismo opazili bistvenih sprememb. Povprečna vsebnost silicijevega dioksida je v letu 2001 znašala 0,7 mg SiO₂/l, kar je podobno kot v letu 2000, ko je povprečna vsebnost SiO₂ znašala 0,8 mg/l. Tudi povprečna vsebnost kalcija, magnezija natrija in kalija se v primerjavi s prejšnjimi ni bistveno spremenila. V letu 2001 smo izmerili povprečno 25,7 mg Ca/l, 0,5 mg Na/l, 3,5 mg Mg/l in 0,1 mg K/l, medtem ko so bile v letu 2000 povprečne vrednosti za posamezne ione sledeče - 23,0 mg Ca/l, 0,6 mg Na/l, 3,1 mg Mg/l in 0,1 mg K/l). Tudi povprečna vrednost m-alkalitete 1,8 m-ekv./l, je bila podobna m-alkaliteti v letu 2000, ko je znašala 1,9 m-ekv./l.

Povprečna vsebnost klorofila-a v Bohinjskem jezeru je v letu 2001 znašala 1,4 $\mu\text{g/l}$, kar kaže, da je bila produktivnost fitoplanktona nizka. Najvišje vsebnosti klorofila-a, nad 2 $\mu\text{g/l}$, smo izmerili marca, v plasti med 3 in 15 m globine, maja na globinah 6 in 9 m in novembra vzdolž cele globinske vertikale. V poletnem obdobju je bila vsebnost klorofila-a v primerjavi z letom 2000, predvsem v zgornjih plasteh do 15 m globine nižja in ni presegla 1,4 $\mu\text{g/l}$. Ključni primarni producenti v prosti vodni masi Bohinjskega jezera so bili tudi v letu 2001 predstavniki t.i. picoplanktona z velikostjo pod 2 μm . Med picoplanktonom Bohinjskega jezera najdemo predstavnike različnih skupin alg. Prevladujejo kokalne zelene alge (*Chlorococcales*) z vrstami *Chlorella vulgaris*, *Chlorella sp.* in *Nephrochlamis subsolitaria*, pogoste so tudi zlato-rjave alge (*Chrysophyta - Kephyrion sp.*, *Kefiriopsis entzii* in *Stenocalix monilifera*) in tudi drobne ciklične diatomeje (*Centrales*). V spomladanskem obdobju so fitoplanktonsko združbo sestavljale tudi večje diatomeje z vrstami *Cyclotella alpina*, *Cyclotella sp.*, *Asteronella formosa*, *Fragillaria crotonensis*, *Synedra acus* in *Tabelalaria flocculosa*. Med večjimi od 20 - 200 μm velikimi predstavniki t.i. net-planktona so kot že leta prej, tudi v letu 2001, v fitoplanktonski združbi Bohinjskega jezera prevladovale ognjene alge (*Dynophyta*) z vrstami *Peridinium cinctum*, *Peridinium inconspicuum*, *Gymnodinium sp.* ter predvsem z vrsto *Ceratium hirundinella*, ki je bila prisotna celo leto. Zlatorjave alge (*Chrysophyta*) so bile številčnejše od junija do oktobra z

vrstama *Dinobryon divergens* in *Gleobotris planctonica*. V poletnem času so bile številnejše tudi zelene alge (Chlorophyta) z vrstami *Oocystis lacustris*, *Coenococcus planctonicus*, *Planctosphaeria gelatinosa* in *Elakatotrix* sp.. Cianobakterije (Cyanophyta) so v Bohinjskem jezeru zastopane le posamično. Vrste, ki smo jih v letu 2001 največkrat našli so *Aphanothece* sp., *Oscillatoria irrigua* in *Oscillatoria limosa*.

V letu 2001 je bilo v vzorcih zooplanktona iz Bohinjskega jezera najdeno devet vrst planktonskih rakov: *Bosmina longirostris*, *Acanthodiptomus denticornis*, *Arctodiptomus laticeps*, *Cyclops abyssorum prealpinus*, *Daphnia hyalina*, *Daphnia galeata*, hibridi *D. hyalina* x *D. galeata*, *Diaphanosoma brachyurum* in *Scapholeberis mucronata*. Kot v letih 1998, 1999 in 2000 je bila najuspešnejša med njimi vodna bolha *Bosmina longirostris*, katere višek razvoja smo opazili v juliju (23.7). Posebnost v letu 2001 je bil izrazit pojav številnejše populacije vrste *Daphnia hyalina* na točki T1 v septembru (27.9.), kjer smo v globinski plasti med 3 in 9 m prešteli 16 osebkov v litru vode, medtem ko je bila populacija dafnije na ostalih lokacijah T2 in T3 le 2-3 osebkove v litru jezerske vode, kar je na ravni prejšnjih let. Vrsta *Cyclops abyssorum praealpinus* je bila v zadnjih letih redno prisotna v Bohinjskem jezeru, zanjo značilno pa je bilo zadrževanje v večjih globinah. V letu 2001 je bila populacija kiklopsa manj uspešna kot v preteklih letih, njen vrh je bil pomaknjen iz junija v julij, največ 3 osebkove /l pa smo prešteli v plasti med 0 in 3 m na točki T2. Tudi populacija bosmine je v letu 2001 glede na prejšnja leta nekoliko upadla, najštevilnejša pa je bila na točki T3, v plasti med 9 in 15 m v juniju in avgustu, z 2 osebkoma v litru jezerske vode. Podobno je bilo tudi s populacijo diaptomidov, ki je v Bohinjskem jezeru zastopana z vrstama *Arctodiptomus laticeps* in *Acanthodiptomus denticornis*. Poleg številčnega upada, je bil razvojni višek populacije premaknjen iz jesenskega obdobja v julij. Populacija je bila razporejena po celotnem vodnem stolpcu na vseh treh zajemnih točkah, v površinski plasti na točki T2 pa je populacija štela 8 osebkov /l, kar je največ v letu 2001.

V letu 2001 je bilo med vegetacijsko sezono manj hudih nalivov in neviht, zato je bilo spiranje nutrientov manj intenzivno kot v bolj nevihtnih letih. Pojavljanje zelenih nitastih alg v obalnem delu Bohinjskega jezera, ki se običajno razvijejo ob hitrem vnosu hranil iz okolice, je bilo zato manj izrazito. Posledica tega so bi boljši pogoji za uspevanje in razvoj drugih podvodnih rastlin. Opomogli so si predvsem sestoji parožnic, ki so imeli ugodne pogoje za rast in razvoj preko cele vegetacijske sezone. V litoralu od 1 metra pa do globine 5,5 metrov je po razraščeni prevladovala *Chara aspera*, največjo globino uspevanja 7 m, pa so dosegli sestoji vrste *Chara delicatula*. Rastline so bile vidno zdrave. Najpogostejša vrsta med makrofiti Bohinjskega jezera je rmanec *Myriophyllum spicatum*. Globinski pas njenega pojavljanja je med od 1 in 4 metrom. Ugotovili smo, da se še naprej zmanjšuje frekvenca pojavljanja in številčnost dristavcev, z izjemo vrste *P. alpinus*. Med emergentnimi rastlinami so bile najbolj opazne spremembe v sestoji trsta, *Phragmites australis* ob izlivu Savice. Ta predel se je v poletju močno izsušil. Nivo vode je bil precej nižji kot običajno, ko so bila tla povsem namočena ali celo preplavljena. Na ostalem kopnem delu litorala prevladuje rumeni šaš, *Carex flava*, ki pa ga je nekoliko prizadel nižji nivo vodne gladine in je bil zato manj razrasel kot v bolj mokrih letih.

Pritoki Bohinjskega jezera so razmeroma čisti in jih na podlagi kemijskih in bioloških analiz uvrščamo v prvi ali prvi do drugi kakovostni razred. V letu 2001 se je nekoliko poslabšala kakovost pritoka I. in pritoka XV. Oba sodita med najbolj obremenjene pritoke Bohinjskega jezera, vendar je njun delež vnosa hranilnih snovi zaradi majhnega pretoka zanemarljiv. Kakovost Savice, ki je zaradi največjega pretoka najpomembnejši pritok Bohinjskega jezera je ostala na ravni prejšnjih let, ko smo jo glede na kemijske in biološke analize uvrstili v prvi kakovostni razred. Povprečna letna vsebnost celokupnega fosforja, nitrata, amonija, povprečna letna vrednost kemijske potrebe po kisiku in saprobni indeksi v pritokih Bohinjskega jezera in

Savi Bohinjki pri Sv. Janezu v letu 2000 in 2001 so zbrani v tabeli 10, podrobnejše analize posameznih zajemov pa v prilogah 7 in 8.

Tabela 10: Povprečne vrednosti izbranih parametrov v pritokih Bohinjskega jezera in Savi Bohinjki pri Sv. Janezu

Oznaka pritoka	Ptot. mg PO ₄ /l		NO ₃ mg/l		NH ₄ mg/l		SiO ₂ mg/l		KPK- KMnO ₄ mg O ₂ /l		SI*	
	00	01	00	01	00	01	00	01	00	01	00	01
I	0,04	0,05	3,8	4,4	<0,02	0,36	1,5	1,5	0,8	1,4	-	-
III	<0,03	<0,02	1,1	1,6	<0,02	<0,02	1,1	0,9	1,7	0,9	-	-
IV	<0,03	<0,02	2,2	1,7	<0,02	<0,02	1,5	1,5	1,5	1,0	-	1,37
V	<0,03	<0,02	2,5	1,9	<0,02	<0,02	1,6	1,6	1,2	0,4	1,67	1,49
VI	<0,03	<0,02	2,9	1,9	<0,02	<0,02	2,1	1,9	0,8	1,7	1,58	1,6
VII	0,04	<0,02	2,5	1,9	<0,02	<0,02	1,7	2,3	0,8	1,4		1,52
VIII	<0,03	-	3,5	-	<0,02	-	2,0	-	0,4	-	-	-
IX	<0,03	<0,02	2,7	2,3	<0,02	<0,02	0,7	0,5	1,3	1,5	-	-
Savica	<0,03	0,02	2,2	1,7	<0,02	<0,02	0,6	0,5	1,5	1,3	1,49	1,56
XI	<0,03	0,03	1,7	1,2	<0,02	<0,02	2,1	2,0	0,8	1,4	-	-
XII	<0,03	0,02	1,6	0,8	<0,02	<0,02	2,1	1,9	0,9	1,5	-	-
XIII	<0,03	<0,02	1,9	1,4	<0,02	<0,02	2,4	2,3	1,2	1,5	-	-
XV	<0,03	0,12	1,0	1,2	<0,02	<0,02	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-
Sava Boh.	<0,03	0,02	2,0	1,6	<0,02	<0,02	0,8	0,7	1,7	1,6	1,63	1,58

* SI = saprobni indeks

V primerjavi z letom 2000, ki je bilo zelo deževno (2928,3 mm/m²), je bilo v letu 2001, manj padavin (2339 mm/m²), glede na tridesetletno padavinsko povprečje, ki znaša za Staro Fužino 2198 mm/m², pa je bilo tudi leto 2001 dokaj mokro. Januar, marec in september so bili meseci z najobilnejšimi padavinami.

Bilanco hranilnih snovi smo izračunali na podlagi povprečne letne vsebnosti nutrientov in srednjega pretoka v pritokih jezera in Savi Bohinjki v letu 2001. Pretok Savice in Save Bohinjke smo merili, skupni pretok ostalih pritokov pa smo ocenili na podlagi količine padavin, vodostajev jezera in pretoka Save Bohinjke.

V letu 2001 je povprečni letni pretok Savice v Bohinjsko jezero je znašal 4 m³ /s, Save Bohinjke pri iztoku iz jezera pa 8,69 m³/s.

Izračun bilance hranilnih snovi v letu 2001 je pokazal, da je bil dotok fosforjevih in dušikovih spojin manjši kot iztok. Tudi vnos organskih snovi s pritoki je precej manjši od izplavljanja, medtem ko je bila količina vnešenega silicija večja od količine izplavljenega silicija.

Tabela 11: Ocena bilance hranilnih snovi za Bohinjsko jezero

2001 PRITOKI	Qsr m ³ /s	mio. m ³ / leto	fosfor kg P/leto	dušik t N/leto	silicij t SiO ₂ / leto	KPK t O ₂ /leto
Savica	4,000	126	891	64	63	169
ostali pritoki*	2,399	76	643	34	129	107
padavine**	7,680	9	192	2		
skupaj	14,079	211	1726	101	192	276
Sava Bohinjka	8,690	274	1787	144	178	428
evaporacija***	3,269	3				
skupaj	11,959	277	1787	144	178	428

- * pretok je ocenjen na podlagi vodostajev jezera in pretoka Save Bohinjke pri Sv. Janezu
- ** vsebnost dušika in fosforja v padavinah smo povzeli po viru (14) in podatkih padavinske postaje Stara Fužina
- *** podatki za izračun evaporacije so iz meteorološke postaje Lesce

3.3 Cerknško jezero

Cerkniško polje, ki ga občasno skoraj v celoti zalije voda, sodi po geografski in fitogeografski razdelitvi v dinarsko področje. Zaradi kraškega zaledja je povodje Cerknškega jezera težko določiti. Vodo z Bloške planote prinašajo pritoki Žerovniščica, Grahovščica in Lipsenjščica. Na jugovzhodnem delu polja privreta na površje Cemun in Obrh, ki prinašata vodo iz Loške doline. Nedaleč od izvira se združita v najpomembnejši kraški pritok Obrh, ki prehaja v strugo Stržena in se nato vije preko celotnega polja. Po površju pritečeta na Cerknško polje Cerknščica in Martinjščica. Na severnejšem delu polja, kjer dolomit prehaja v topni apnenec, so številni požiralniki. Med najpomembnejšimi sta Velika in Mala Karlovica, ki sta povezani s sistemom ponornih jam. Voda, ki tukaj izginja, se spet pojavi v Rakovem Škocjanu, zato se v okviru monitoringa spremlja tudi kakovost Raka pri Velikem in Malem naravnem mostu. Voda ponika tudi na Vodonosu, od koder poteka najdaljša podzemna pot do izvirov pri Bistri. Nihanje vodne gladine na Cerknškem jezeru je osnovni dejavnik, ki vpliva na večino procesov v ekosistemu. V času, ko Cerknško polje, ki je poraščeno z bogato močvirsko vegetacijo, preplavlja voda, predstavljajo rastline naraven čistilni sistem, ki sproti porablja nutriente in zadržuje strupene snovi, ki jih pritoki prinašajo v jezero. Sistem, ki deluje kot velika biološka čistilna naprava preneha delovati, ko jezero presahne. Voda se takrat zbere le v strugi Stržena.

Cerkniščica in Martinjščica sta bila tudi v letu 2001 najbolj onesažena pritoka Cerknškega jezera. Z izjemo Lipsenjščice je bila v vseh pritokih občasno povečana vsebnost hranilnih snovi, detergentov in fenolnih snovi. Vsebnost težkih kovin je bila večinoma pod mejo določljivosti. V Lipsenjščici je bila v novembru določena nekoliko povečana vsebnost cinka (61 µg/l) in vsebnost niklja, v julijskih vzorcih pa vsebnost kroma. V vzorcih Cerknščice je bil stalno prisoten baker (maks. izmerjena vsebnost 0,8 µg/l), občasno pa tudi nikelj (maks. izmerjena vsebnost 10,4 µg/l). V letu 2001 smo nižje vsebnosti bakra, kroma in niklja občasno določili tudi na posameznih lokacijah v jezeru.

V tabeli 12 so podani minimalni in maksimalni vodostaji na jezeru ter povprečna in maksimalna izmerjena električna prevodnost, vsebnost kisika, nitritnega, nitratnega in amonijevega iona, skupnega fosforja in kemijske potrebe po kisiku, skupni dušik in skupni organski ogljik na različnih lokacijah Cerknškega jezera in pritokih ter reki Rak pri Velikem in Malem naravnem mostu v letu 2001.

Tabela 12: Povprečne in maksimalne vrednosti izbranih parametrov kakovosti vode v Cerknškem jezeru, pritokih in Raku

Zajemno mesto 2001		Vodostaj (cm)	Električna prevodnost (25 °C) (µs/cm)	pH	Kisik (mg/l)	Nitriti (mg/l)	Nitrati (mg/l)	Amonij (mg/l)	Fosfati, skupni (mgPO ₄ /l)	Skupni dušik (mgN/l)	Skupni organski ogljik (mg/l)	KPK (KMnO ₄) (mgO ₂ /l)
Stržen	povp.	39*	396	7,6	8,1	0,02	2,0	0,07	0,06	0,7	3,1	3,4
Gorenje jezero	maks.	395	493	7,9	11,6	0,07	2,7	0,14	0,08	1,0	5,9	4,9

Stržen	povp.	99*	405	7,7	10,1	0,01	2,4	0,05	0,04	0,8	2,0	1,5
Dolenje jezero	maks.	221	461	8,1	12,4	0,01	3,7	0,05	0,04	1,0	3,7	1,9
Lipsenščica	povp.		455	7,7	9,9	<0,02	3,4	0,04	0,05	1,0	1,9	2,1
Lipsenj	maks.		461	8,1	11,3	0,01	3,9	0,04	0,08	1,0	2,4	2,4
Žerovniščica	povp.		486	8,0	10,7	0,01	3,8	0,05	0,07	1,1	1,7	1,5
Žerovnica	maks.		499	8,2	10,9	0,02	4,4	0,07	0,10	1,2	2,3	2,0
Martinjščica	povp.		438	7,8	8,7	0,11	3,8	0,34	0,31	1,7	2,8	3,1
Martinjak	maks.		443	8,3	11,5	0,34	5,0	0,93	0,80	1,8	3,7	4,0
Cerkniščica	povp.		477	8,1	9,0	0,12	2,2	0,77	0,34	1,4	2,7	3,0
Dolenja vas	maks.		504	8,3	13,4	0,48	2,6	2,36	0,81	3,0	3,2	3,3
Rak	povp.		372	7,8	9,3	0,01	2,7	0,04	0,04	0,9	2,3	2,0
Mali nar. most	maks.		392	7,9	11,9	0,02	3,0	0,04	0,05	1,0	3,0	2,5
Rak	povp.		396	7,9	10,8	0,01	4,4	0,05	0,13	1,7	2,3	1,4
Veliki nar. most	maks.		452	8,1	13,0	0,01	7,7	0,05	0,24	2,0	3,7	1,4

* podana je minimalna in ne povprečna vrednost vodostajev

Koliformne bakterije fekalnega izvora so bile v Cerkniščici, Žerovniščici in Martinjščici prisotne ob vseh zajemih, njihovo število pa je naraslo v poletnem, sušnem obdobju. V letu 2001 so bili najnižji vodostaji zabeleženi v juliju. Tudi na lokaciji Stržen-Dolenje jezero in Stržen-Gorenje jezero so bile v letu 2001, sicer v manjšem številu kot v pritokih, v julijskem in novembrskem vzorcu prisotne bakterije fekalnega izvora.

Na počasnejši razvoj vodnih rastlin v letu 2001 je vplivala dolgotrajna poplavljenost na začetku vegetacijske sezone. Tudi hara, ki navadno prerašča požiralnike, zaradi razmeroma globoke vode spomladi ni imela ugodnih možnosti za razvoj. Na lokaciji Dolenje jezero se je *Potamogeton crispus* (kodravi dristavec) pojavljal le posamično, podobno kot v letu 1999. Glede na leto 2000 se je pojavljanje kodravega dristavca zmanjšalo na lokacijah Lipsenjščica in Cerkniščica, na lokaciji Gorenje jezero pa ga sploh nismo zasledili. *Potamogeton lucens* je navadno bolj uspešen v zgodnji vegetacijski sezoni, takrat pa je bil vodostaj še zelo visok. Na lokaciji Dolenje jezero je bil še bolj množično kot v prejšnjem letu zastopan *Potamogeton lucens* (bleščeči dristavec). V poletnem času smo tu zasledili še submerzno vrsto *Myriophyllum spicatum* (klasasti rmanec), katere številčnost je bila glede na leto 2000 manjša. Prevladovala pa je vrsta z natantnimi listi *Nuphar lutea* (rumeni blatnik), ki je tudi preprečevala razširjanje drugim potopljenim vrstam. Stržen pri Gorenjem jezeru je bil z makrofiti nekoliko bogatejši kot v letu 2000, vendar je bila pogostost posamezne vrste majhna. Na tej lokaciji smo leta 2000 našli nekaj primerkov vrste *Zanichellia palustris*, ki se v letu 2001 ni več pojavila. Večjo diverzitetu rastlin smo določili v pritokih. Ob nizkem vodostaju poleti je bilo na večini lokacij veliko nitastih alg, ki so v borbi za nutriente in svetlobo uspešnejše od višjih vodnih rastlin, zato jih izpodrinejo. Od pritokov je bila tudi v letu 2001 najbolj poraščena Lipsenjščica, kjer so bile pogoste naslednje vrste: vodna zlatica (*Batrachium trichophyllum*), žabji las (*Callitriche cophocarpa*), močvirska spominčica (*Myosotis scorpioides*) in mahovni vrsti *Fontinalis antipyretica* ter *Cinclidotus fontinaloides*. V Raku se je bila precej razširjena tudi *Sagittaria sagittifolia*, ki je v Rdečem seznamu rastlin v Sloveniji navedena kot ranljiva vrsta.

Vzorci za saprobiološke analize so bili v letu 2001 vzeti v juliju in novembru. Ob prvem vzorčenju 10.07. je bilo zaradi nizkega vodostaja vzorčevanje možno na vseh lokacijah, ob vzorčenju 28.11. pa na zajemnih mestih Stržen – Dolenje jezero in Cerkniščica zaradi visoke vode vzorci niso bili vzeti.

Tabela 13: Saprobni indeksi v Cerknškem jezeru, pritokih in Raku

Zajemno mesto	10.07.	28.11.	Legenda:	
Stržen – Gorenje jezero	1,95	1,98	vrednost indeksa	saprobna stopnja
Stržen – Dolenje jezero	1,85	-	1,00 - 1,50	<i>oligosaprobna</i>
Stržen Karlovica	2,29	2,16	1,51 - 1,80	<i>oligo do beta mezosaprobna</i>
Cerkniščica	2,35	-	1,81 - 2,30	<i>beta mezosaprobna</i>
Martinjščica	2,13	2,11	2,31 - 2,70	<i>alfa do beta mezosaprobna</i>
Žerovniščica	2,05	1,93	2,71 - 3,20	<i>alfa mezosaprobna</i>
Lipsenjščica	1,69	1,70	3,21 - 3,50	<i>alfa do polisaprobna</i>
Rak –Mali naravni most	1,62	1,69	3,51 - 4,00	<i>polisaprobna stopnja</i>
Rak –Veliki naravni most	2,03	1,85		

Rezultati saprobioloških analiz so bili podobni kot v preteklih letih. Lipsenjščica in Rak pri Malem naravnem mostu sta ob obeh zajemih izstopala kot najbolj kakovostni lokaciji. Ostala zajemna mesta so bila ob prvem in tudi drugem vzorčenju uvrščena v II. kakovostni razred. Močnejše onesnaženje je še vedno prisotno v Cerknščici pod čistilno napravo.

Koncentracije klorofila a, ki kažjo kolikšna je produktivnost fitoplanktona v Cerknškem jezeru, se med letom spreminjajo predvsem glede na spremembe vodne gladine. Nekolike večje koncentracije so vezane na globjo vodo, v plitvi vodi pa so nosilci primarne produkcije makrofiti. Ocena primarne produkcije fitoplanktona je kljub temu pomembna za razumevanje delovanja ekosistema kot celote. V letu 2001 je bila vsebnost klorofila-a na vseh zajemnih mestih povečana v oktobru, najvišjo koncentracijo klorofila a 7,2 µg/l pa smo izmerili na zajemnem mestu Stržen Gorenje jezero. V poletnem obdobju vzorčenje zaradi nizkih vodostajev ni bilo mogoče, v spomladanskem in zimskem obdobju pa je bila vsebnost klorofila na vseh zajemnih mestih nizka. Izstopale so koncentracije na zajemnem mestu Rešeto, kjer je bil rastlinski plankton prisoten preko celega leta.

V letu 2001 so bili vzorci za analizo fitoplanktona v Cerknškem jezeru pobrani štirikrat na odvzemnih mestih Gorenje jezero, Dolenje jezero in Zadnji kraj in dvakrat na odvzemnih mestih Rešeto in Vodonos. Vrstni sestava in količinska zastopanost fitoplanktona na posameznih lokacijah je bila podobna kot v prejšnjih letih. Po vrstni pestrosti in količini fitoplanktona sta izstopali lokaciji Vodonos in Rešeto, ki sta od ostalih predelov jezera večinoma ločeni. Največ planktonskih vrst, 13, je bilo prisotnih maja v Rešetu. Na obeh lokacijah sta večje populacije razvili zlatorjava alga *Dinobryon divergens* in planktonska diatomeja *Synedra ulna*. Prisotnost predstavnikov evglen (Euglenophyta), ki so bile najštevilčnejše v maju, kaže na onesnaženje tega predela z razgradljivimi organskimi snovmi. Na ostalih treh zajemnih mestih je bilo fitoplanktona manj. Več vrst je bilo prisotnih na lokaciji Gorenje jezero, vendar so nekatere bolj značilne za prerast kot za plankton.

Tabela 14: Vsebnost klorofila-a na različnih lokacijah Cerknškega jezera v letu 2001

Lokacija	02.04.	16.05.	22.08.	04.10.	05.12.
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Stržen – Gorenje jezero	0,3	0,7	-	7,2	0,2
Stržen – Dolenje jezero	-	2,6	-	1,1	0,3

Zadnji kraj	0,5	0,2	-	0,9	0,4
Rešeto	1,4	2,1	-	4,6	0,6
Vodonos	-	-	-	2,9	0,1

(-) pomeni, da ni bilo dovolj vode ali pa da je bilo mesto vzorčevanja nedostopno

V letu 1999, je bilo v Cerknškem jezeru najdenih 22 vrst zooplanktonskih rakov, v letu 2000 15 vrst, v letu 2001 pa le še 8 vrst. Izpadla je tudi vodna bolha *Polyphemus pediculus*, ki je v Sloveniji znana le s Cerknškega jezera in se je občasno pojavljala masovno. Stalno upadanje vrst je lahko svarilni znak za onesnaženje s strupenimi snovmi npr. s pesticidi ali težkimi kovinami, ki ga povzroča človek, lahko pa je razlog za upad vrst le splet povsem naravnih okoliščin, ki jih pogojujejo hidrološke in meteorološke razmere. Poleg tega je bil zooplankton zajet samo trikrat v letu 2001, na samo štirih lokacijah, zato težko govorimo o dejanski odsotnosti vrst. Na zajemnem mestu Dolenje jezero je bila po nekaj letih odsotnosti spet najdena vrsta *Simocephalus vetulus*. V vzorcih iz štirih lokacij Cerknškega jezera so bile v letu 2001 prisotne 4 vrste vodnih bolh (Cladocera) in 4 vrste ceponožnih rakov (Copepoda). Obe skupini sta bili zastopani z dvema bentoškima in dvema planktonskima vrstama. *Bosmina longirostris* postaja vse bolj stalen element vodne favne Cerknškega jezera.

3.4 Akumulacija Mavčiče in Vrhovo

V začetku avgusta 2001 je v površinskih plasteh akumulacije Mavčiče in akumulacije Vrhovo prišlo do povečane produkcije rastlinskega planktona. Vzorčenje na akumulaciji Mavčiče smo opravili 08.08., na akumulaciji Vrhovo pa 09.08.

Na akumulaciji Mavčiče smo po globinski vertikali vzorčevali samo na Trbojskem jezeru, na zajemnem mestu Prebačevo pa je bil vzet samo površinski vzorec. Analize so pokazale, da je bila razporeditev in vsebnost klorofila-a, kot tudi vrstna sestava fitoplanktona podobna kot med »cvetenjem« v prejšnjih letih. Vsebnost klorofila-a je bila navečja na površini akumulacije. Na sredini Trbojskega jezera, kjer je uradno zajemno mesto, smo na površini izmerili 35,6 µg klorofila-a /l, ob obali, za rtom kjer je čolnarska koča pa je vsebnost klorofila-a znašala 285µg/l. Na lokaciji Prebačevo je vsebnost klorofila v sredini akumulacije znašala 25,8 µg/l, ob levem bregu pa je bila koncentracija klorofila kar rekordnih 467,8 µg/l. Že obarvanost vode, ki je bila na lokaciji Prebačevo ob robovih intenzivno rjava, na lokaciji Trbojsko jezero pa intenzivno zelena, je kazala, da gre za »cvetenje« različnih vrst alg. V površinski plasti Trbojskega jezera so prevladovala zelene alge z vrstami *Tetraselmis cordiformis*, *Pandorina morum*, *Eudorina elegans* in *Gonium discoideum*, ki so jezero obarvale intenzivno zeleno. Prisotne so bile tudi druge vrste, *Tetraedron raphidioides*, *Trachelomonas sp.*, *Carteria sp.*, *Synedra acus*, *Peridinium inconspicuum*, *Peridinium umbonatum*, in *Dinobryon divergens*, ki niso razvile večjih populacij. Od predstavnikov planktonskih cianobakterij (Cyanophyta) je bila posamično prisotna vrsta *Planktothrix rubescens*.

Na zajemnem mestu Prebačevo je intenzivno rjavo barvo ob robovih povzročala ognjena alga (Dinophyta), *Peridinium umbonatum c.f. var. lubieniense*, ki je intenzivno »cvetela« že v letu 2000. Vrste zelenih alg, ki so bile v Trbojskem jezeru množično zastopne, so bile prisotne tudi na Prebačevem, vendar le posamično.

Tabela 15: Vsebnost klorofila-a v akumulaciji Mavčiče in Vrhovo

Leto Datum zajema	globina	1997 07.08.	1998 06.08.	1999 04.08.	2000 29.08	2001 08.08
MAVČIČE	m	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	0,5	5,1	10,2	7,0	56,4	25,8

Prebačevo	1,5	1,9	5,0	2,6	-	-
	4,5	1,8	2,9	2,4	-	-
	7,5	1,5	2,8	2,0	-	-
Trbojsko jezero	0,5	9,9	17,2	247,2	37,2	35,6
	1,5	10,5	14,9	14,9	10,3	15,4
	4,5	1,7	5,6	4,9	4,6	10,8
	7,5	1,3	2,8	3,1	5,1	3,5
	11,0	1,7	3,2	2,7	3,7	1,8
VRHOVO	globina		13.08.		23.08.	09.08
Most pred pregrado	0,5	-	14,9	-	35,5	31,4
	5,9	-	2,8	-	0,7	8,1
	10,8	-	3,2	-	1,8	4,4

V času »cvetenja« je bila vsebnost hranilnih snovi podobna kot že v prejšnjih letih (priloga 11). Zaradi povečane organske biomase alg so v poletnih vzorcih izstopale le vrednosti kemijske potrebe po kisku izmerjene na površini akumulacije.

V akumulaciji Vrhovo smo na posameznih globinah, na zajemnem mestu ob mostu in pregradi vzorčevali 09.08.. Intenzivnost »cvetenja« in razporeditev fitoplanktona po globinah je bila podobna kot ob »cvetenju« leta 2000. Najvišjo vsebnost klorofila-a 31,4 µg/l smo izmerili na površini zajemnega mesta Vrhovo – most, na zajemnem mestu Vrhovo – pregrada, pa je vsebnost klorofila znašala 17,3 µg/l. Na obeh lokacijah so prevladovali zelene bičkaste alge, med katerimi je bila vodilna vrsta *Pandorina morum*. V vzorcu fitoplanktona so bile v splošnem prisotne iste vrste kot v akumulaciji Mavčiče, ter nekatere, npr. diatomeja *Avlacosera granulata* in zelene alge *Coelastrum pseudomicroporum*, *Pediastrum tetrax*, *P. simplex* in *P. boryanum*, ki jih v Mavčičah nismo našli. Tako kot prejšnja leta je bila vsebnost hranilnih snovi zlasti fosforja v akumulaciji Vrhovo v primerjavi z akumulacijo Mavčiče neprimerno višja. Vsebnost nutrientov se v primerjavi z letom 2000 ni bistveno spremenila.

4. OCENA KAKOVOSTI JEZER V LETU 2001

Kakovost jezer ocenjujemo po mednarodnih OECD kriterijih (14), ki jezera uvrščajo v pet kakovostnih razredov – trofičnih stopenj. Kriteriji so povprečna letna vsebnost celotnega anorganskega dušika, povprečna letna vsebnost celotnega fosforja, povprečna letna in maksimalna vsebnosti klorofila a, ter povprečna in minimalna prosojnost jezera, ki jo merimo s Secchi-jevo ploščo (14). Pri izračunu povprečne letne vsebnosti nutrientov in klorofila-a v jezeru smo upoštevali volumen in povprečno koncentracijo v posamezni globinski plasti. Na osnovi teh kriterijev smo Blejsko jezero v letu 2001 uvrstili med mezotrofna - zmerno onesnažena jezera, Bohinjsko jezero pa med čista - oligotrofna jezera.

V primeru Cerkniskega jezera se srečujemo s posebnim ekosistemom, ki nima enakih lastnosti kot stalna jezera, zato tudi razvrščanje v trofično kategorijo po enakih kriterijih ni mogoča. Hranilne snovi v Cerkniskem jezeru zaradi presihanja zelo hitro krožijo in se ob ponovnem poplavljanju vedno znova vgrajujejo v bujno močvirsko vegetacijo, ki deluje kot učinkovita biološka čistilna naprava. Kakovost Cerkniskega jezera smo ocenili na podlagi fizikalnih in kemijskih analiz, vrednosti saprobnega indeksa in drugih bioloških analiz. Najbolj onesnažena pritoka Martinjščica in Cerknjščica sodita v 2. do 3. kakovostni razred, ostali pritoki in Stržen pa v 2. ali celo 1. do 2. kakovostni razred.

Problem akumulacij so komunalne in industrijske odpadne vode, ter vnos snovi iz kmetijskih zemljišč, zato je monitoring naravnani na spremljanje onesnaženosti s polutanti iz vseh naštetih virov. Meritve, ki opredeljujejo trofično stanje akumulacij se opravijo samo v primeru »cvetenja«, kar je premalo, da bi stanje akumulacij opredelili po OECD kriterijih, ki

jih uporabljamo za jezera. Na produkcijske procese v akumulacijah poleg kvalitete in kvantitete vnešenih snovi vpliva tudi pretok, ki ga določajo upravjalci elektrarn in svetlobne razmere, ki so pogojene z letnim časom in vremenskimi razmerami.

5. VIRI

1. International standard ISO 5667-4, Water Quality - Sampling- Part 4: Guidance from sampling from lakes, natural and man-made First edition (1987)
2. International standard ISO 5667-3: Water Quality - Sampling- Part 3: Guidance on sampling of rivers and streams (1990)
3. International standard ISO 5667-6: Water Quality - Sampling- Part 6: Guidance on the preservation and handling of samples, (1994)
4. Raziskave kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji v letu 2000, HMZ RS, (2002)
5. Robert.G. Wetzel, Limnological Analysis, second Edition, Springer- Ferlag New York Inc., (1990)
6. Reynolds, C. S., The ecology of freshwater phytoplankton, Cambridge University Press (1984)
7. International standard ISO 10260 - Water quality - Measurement of biochemical parameters - Spektrometric determination of the chlorophyll-a concentration, (1992)
8. Hartmut K. Lihthenthaler, Chlorophylls and carotenoids: Pigments of Photosynthetic Biomembranes; in Methods in enzymology, vol. 148, Academic Press. Inc. (1987)
9. Jörgensen, S. E., Erosion and filtration. In: Guidelines of shore management. - Vol. 3, Ed. S. E. Jörgensen, H. Löffler, International Lake Environmental Committee, UNEP, (1990)
10. Pantle R., Buck H., Die biologische der Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse, *GWF*, 96, 604, (1955)
11. Zelinka M., Marvan P., Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der reinheit fließen der Gewässer, *Arch. Hydrobiol.*, 57, (1961)
12. Dart R. K., Stretton R. J., Micro biological Aspects of Pollution Control; Fundamental Aspects of Pollution Control and environmental Science 2, Elsevier Scientific Publishing Co., 79-81, (1977)
13. Jörgensen, S. E., Guidelines of Lake Management, Vol. 1, International Lake Environmental Committee, UNEP, (1990)
14. Eutrophication of waters, Monitoring, Assesment and Control Anon., OECD Paris, (1982)