



REPUBLIKA SLOVENIJA

MINISTRSTVO ZA OKOLJE, PROSTOR IN ENERGIJO

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

**MONITORING KAKOVOSTI JEZER
V LETU 2002**

Ljubljana, oktober 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.

mag. Mojca Dobnikar Tehovnik
Vodja sektorja za kakovost voda

dr. Andreja Čerček Hočevar
Direktorica

<u>Naloga:</u>	MONITORING KAKOVOSTI JEZER V LETU 2002
<u>Izvajalci:</u>	AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO LJUBLJANA INŠTITUT ZA VAROVANJE ZDRAVJA NOVO MESTO
<u>Nosilec naloge:</u>	mag. Špela REMEC - REKAR, univ. dipl. biol. Agencija Republike Slovenije za okolje
<u>Sodelavci:</u>	AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE Karla HROVAT, inž. kem. tehn. Ljuba BRLAN, viš. kem. tehn. Andreja KOLENC, univ. dipl. inž. kem. tehn. Nada ROTAR, univ. univ. dipl. biol. mag. Mojca DOBNIKAR - TEHOVNIK, univ. dipl. inž. kem. dr. Jasna GRBOVIČ, univ. dipl. biol. mag. Irena CVITANIČ, univ. dipl. inž. kem. mag. Špela KOZAK - LEGIŠA, univ. dipl. inž. kem. Martina ZUPAN, univ. dipl. inž. kem. Petra KRSNIK, univ. dipl. geograf Marjana MUROVEC, univ. dipl. inž. kem. tehn. Natalija IVANC, univ. dipl. inž. kem. Slavica TRATNIK, kem. tehnik Slavica ŠERJAK, kem. tehnik Jana RADINJA, kem. tehnik 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. Samo PODGORNIK, univ. dipl. biol. mag. Olga URBANC-BERČIČ, univ. dipl. biol. Karmen STANIČ, kem. tehnik Milijan ŠIŠKO, univ. dipl. biol. Janja PLAZAR, univ. dipl. biol. Tina ELERŠEK, univ. dipl. mikrob. ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO NOVO MESTO Tatjana HARLANDER, dr. med., spec. mikrobiologije Sabina GLAS, dr. vet. med. Boris SODEC, lab. tehnik Antonija KRALJ, sr. med. sestra

KAZALO

1. UVOD	1
1.1. Program monitoringa jezer v letu 2002	2
2. METODE	6
2.1. Vzorčenje	6
2.2. Fizikalne in kemijske analize	6
2.3. Biološke analize	6
3. REZULTATI ANALIZ	7
3.1. Blejsko jezero s pritoki	7
3.2. Bohinjsko jezero s pritoki	13
3.3. Cerknjsko jezero s pritoki	19
3.4. Umetni zadrževalniki	24
4. OCENA KAKOVOSTI JEZER V LETU 2002	25
5. VIRI	27

1. UVOD

V program monitoringa kakovosti jezer so bila v letu 2002 vključena Blejsko, Bohinjsko in Cerknjsko jezero s pritoki. Opravljen je bil ogled Šmartinskega, Slivniškega, Gajševskega in Ledavskega jezera, zadrževalnikov Pernica, Klivnika in Molje ter akumulacije Ptujsko jezero. Na akumulacijah Mavčiče in Vrhovo so bili v letu 2002 izvedeni le redni zajemi v okviru monitoringa kakovosti površinskih vodotokov, ker je poletno vzorčenje po globinski vertikali v sušnih razmerah, zaradi deževnega poletja odpadlo.

Monitoring Blejskega in Bohinjskega jezera s pritoki je namenjen spremljanju evtrofikacije, v primeru Blejskega jezera pa tudi spremljanju delovanja in učinkovitosti sanacijskih naprav – dovoda Radovne in natege. Na Cerknjskem jezeru je monitoring prilagojen posebnostim presihajočega jezera in usmerjen v ugotavljanje vplivov onesnaženja na občutljivem kraškem območju. Pregledne meritve na umetnih jezerih so bile opravljene zaradi predvidene širitve programa monitoringa v letu 2003.

Delo je potekalo v sodelovanju treh inštitucij, MOP - Agencije Republike Slovenije za okolje, Nacionalnega inštituta za biologijo, Ljubljana in Zavod za zdravstveno varstvo, Novo mesto.

AGENCIJA REPUBLIKE SLOVENIJE (ARSO), Urad za monitoring, Sektor za kakovost voda, je v letu 2002 opravili naslednje naloge :

- fizikalne in kemijske analize vode Blejskega, Bohinjskega in Cerknjskega jezera s pritoki
- analize fitoplanktona in klorofila a v Blejskem in Bohinjskem jezeru
- hidrološke meritve pritokov Blejskega jezera, Jezernice, Savice in Save Bohinjke v Bohinju
- oceno bilance hranilnih snovi v Blejskem in Bohinjskem jezeru
- pregled in osnovne meritve na umetnih jezerih – zadrževalnikih

NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO, LJUBLJANA je v letu 2002 po pogodbi št. 2523-02 500303 opravili naslednje naloge:

- analize zooplanktona in makrofitov v Blejskem, Bohinjskem in Cerknjskem jezeru
- meritve nadvodne in podvodne radiacije v Blejskem in Bohinjskem jezeru
- analize fitoplanktona in zooplanktona v Cerknjskem jezeru
- saprobiološke analize pritokov Blejskega, Bohinjskega in Cerknjskega jezera

ZAVOD ZA VAROVANJE ZDRAVJA, NOVO MESTO, je v letu 2002, po pogodbi št. 2523-02-500261 opravil:

- mikrobiološke analize Cerknjskega jezera in pritokov

Na Agenciji Republike Slovenije za okolje so v bazi podatkov shranjeni rezultati vseh meritev in analiz posameznih inštitucij.

Poročilo o stanju jezer v letu 2002, ki je skupno poročilo vseh sodelujočih inštitucij, je bilo izdelano na Agenciji Republike Slovenije za okolje. Zajema program motoringa jezer v letu 2002, metode vzorčenja in meritev ter rezultate vseh meritev in analiz, ki so bile izvedene v letu 2002. Poročilo vključuje tudi primerjavo posameznih kazalcev kakovosti, v zadnjih desetih letih.

1.1. Program monitoringa jezer v letu 2002

Blejsko jezero s pritoki

V letu 2002 je bilo v Blejskem jezeru opravljenih 8 vzorčenj po globinski vertikali na vzhodni in zahodni kotanji. Vzorčevali smo 07.03., 22.04., 20.05., 17.06., 29.07., 19.08., 07.10. in 11.11. Zaradi preobremenjenosti v kemijskem laboratoriju, ni bilo opravljeno vzorčenje v septembru.

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	
Lokacija zajema ZK, VK	Vzhodna kotanja, Zahodna kotanja														PLASTOVITOST	
Parameter / globina (m)	(april, maj, junij, julij, avgust, september, oktober, november)															
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, ortofosfat	X	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	X	
NO ₂ , NO ₃	X			X		X			X		X		X		X	
Ca, K, Na, Mg, m-alkal.*	X			X		X	X		X		X		X		X	
BPK ₅ , KPK, O ₂ Winkler	X			X		X			X		X		X		X	
CO ₂	X						X						X	X	X	
Fe, H ₂ S - če se zazna vonj													X	X	X	
klorofil a	X	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	X	
zooplankton **	X	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 Bohinjke pred in za dotokom natega in kanalizacije. Delna analiza

pritokov, ki je bila opravljena vsak mesec, je vključevala meritve osnovnih fizikalno kemijskih parametrov kakovosti vode: temperature, električne prevodnosti, pH, vsebnosti kisika s sondo, vsebnosti prostega CO₂ in vsebnosti nutrientov (celotni fosfor, ortofosfat, SiO₂, NH₄, NO₂, NO₃). Razširjena analiza vode je bila opravljena štirikrat v letu 2002. Poleg meritev, ki jih vključuje delna analiza, so bile v sklopu razširjene analize opravljene analize kemijske (KPK-KMnO₄) in biokemijske potrebe po kisiku (BPK₅), analize vsebnosti 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 dotokom natega se je v letu 2002 vzorčevalo štirikrat in vsakokrat je bila opravljena razširjena analiza. Na vseh pritokih, razen v Ušivcu in nategi so bili v času najnižjih vodostajev zajeti vzorci in opravljene saprobiološke analize. Pretok se je spremljal v Jezernici, nategi, Radovni, Ušivcu, Krivici, Mišci in Solzniku.

Tabela 2: Zajemna mesta in datumi vzorčenja pritokov Blejskega jezera

VODOTOK	DATUM ZAJEMA
SOLZNIK	21.10.*, 25.11.
KRIVICA MIŠCA UŠIVEC RADOVNA JEZERNICA NATEGA	vsi pritoki 14.01., 18.02., 18.03.*, 11.04., 06.05., 03.06.*, 11.07., 01.08.*, 16.09., 21.10.*, 25.11., 16.12.
SAVA Boh. pred natega SAVA Boh. za natega	18.03.*, 03.06.*, 01.08.*, 21.10.*

* oznaka za opravljene razširjeno kemijsko analizo

Bohinjsko jezero s pritoki

V letu 2002 smo **Bohinjsko jezero** vzorčevali osemkrat, 7.3., 22.4., 20.5., 17.6., 29.7., 19.8., 7.10. in 11.11. Po programu je vzorčenje v marcu, maju, juniju, oktobru in decembru potekalo na eni globinski vertikalni, točki T3, julija, avgusta in septembra pa na treh globinskih vertikalnih, točkah T1, T2 in T3 (Slika 2).

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

Lokacija zajema: T3	HOMOTERMIJA (marec, maj, junij, oktober, december)								
	0m	3m	6m	9m	12m	15m	25m	35m	42m
nadvodna, podvodna radiacija	od 0 do 10 m v metriških 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

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

Lokacija zajema: T1,T2,T3	PLASTOVITOST (julij, avgust, september)								
	0m	3m	6m	9m	12m	15m	25m	35m	42m
nadvodna, podvodna radiacija	od 0 do 10 m v metriških 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. Delna in celotna analiza vode, vključujeta iste parametre kakovosti kot pri pritokih Blejskega jezera. Vzorci za saprobiološke analize pritokov in Save Bohinjke pri iztoku iz jezera so bili pobrani 4. avgusta. Pretok je bil merjen v Savici in Savi Bohinjki pri Sv. Janezu.

Tabela 4: Zajemna mesta in datumi vzorčenja pritokov Bohinjskega jezera

OZNAKA PRITOKA	LOKACIJA ZAJEMA	DATUM ZAJEMA
pritok I	v prvem zalivu	18.02.*, 11.04., 03.06., 01.08. *, 21.10.
pritok III	v prvem zalivu	06.05., 11.07.*, 25.11.
pritok IV	ob kom. črpališču	06.05., 11.07.*, 16.09., 25.11.
pritok V	ob kom. črpališču	06.05., 11.07.*, 16.09., 25.11.
pritok VI	mostiček, pod cesto	18.02.*, 11.04., 03.06., 01.08.*, 21.10., 16.12.
pritok VII	ob Hotelu Vogel	18.02.*, 11.04., 03.06., 01.08.*, 21.10., 16.12.
pritok IX	Naklova Glava	25.11.*
pritok XI	Ribogojnica pritok	01.07., 09.09*.
pritok XII	Ribogojnica iztok	01.07.*
pritok XIII	S stran jezera	01.07., 09.09*.
XV-Rakov potok	Fužinarski zaliv	25.11.*
X -Savica	20 m pred jezerom	14.01., 18.02., 18.03.*, 11.04., 06.05.*, 03.06., 11.07., 1.08.*, 16.09., 21.10.*, 25.11., 16.12.
XVI- Sava Boh.	Sv.Janez	

* oznaka za celotno analizo

Cerkniško jezero s pritoki

V letu 2002 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 analize, v okviru bioloških analiz, pa analize fitoplanktona in zooplanktona ter bakteriološke in saprobiološke analize. Vzorci za saprobiološke analize so bili pobrani enkrat, v septembru, ostali zajemi pa so potekali po shemi v tabeli 5.

Tabela 5: Program vzorčenja Cerkniškega jezera s pritoki

Lokacije	D- delna analiza vode	TK - analiza težkih kovin	b- bakteriološke analize	B - biološke analize	S - sapro
Stržen -Gorenje jezero	2.4.,4.7.,18.9.,5.12.	2.4.,4.7.,18.9.	2.4.,4.7.,18.9., 5.12.	4.6.,10.9.,6.12.	10.09.
Stržen - Dolenje jezero	15.1.,3.4.,3.7.,18.,15.10.,4.12.	15.1.,3.4.,3.7.,17.9.,15.10., 4.12.	3.4.,18.9.,15.10.,4.12.	27.2,4.6.,10.9.,6.12.	10.09.
Vodnos	4.7.,18.9., 15.10.	-	3.4.,4.7.,18.9.,15.10.	27.2,10.9.,6.12.	10.09.
Karlovica	2.4.,4.7.,18.9.,15.10.,5.12.	2.4., 18.9.	2.4.,4.7.,18.9.,5.12.	27.2,10.9.,6.12.	10.09.
Rešeto	4.7.,18.9.	18.9.	3.4.,4.7.,18.9.,15.10.	27.2,4.6.,10.9.,6.12.	10.09.
Zadnji Kraj			3.4.,4.7.,18.9.	10.9.,6.12.	
Martinjščica	2.4.,4.7.,18.9, 5.12.	2.4., 18.9.	2.4., 4.7.,18. 9,5.12.	27.2,10. 9.,6.12.	10.9.
Žerovniščica					
Lipsenjščica					
Cerkniščica	15.1.,3.4.,3.7.,18.9.15.10.,4.12.	15.1.,3.7.,18.9.,15.10.,4.12.	3.4.,3.7.,18.9.,15.10.,4.12.	27.2,10.9., 6.12.	10.09.
Rak - Mali nar .most	2.4.,4.7.,18.9.,4.12.	2.4.,3.7.,18.9.,5.12.	2.4., 3.7.,18. 9,5.12.	-	10.09.
Rak - Veliki nar. most					10.09.

Legenda:

D- delna analiza vode: temperatura vode in zraka, prosojnost, pH, el.prevodnost, vidne odplake, vonj, vidna in stvarna barva, O₂Winkler, nasičenje s kisikom, KPK s KMnO₄, BPK₅, Ca, K, Na, Mg, Cl, SO₄, karbonat, kalcijeva, magnezijeva, skupna trdota, PO₄cel., PO₄, NO₂, NO₃, NH₄, SiO₂, 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

Rečne akumulacije, zadrževalniki

Na akumulacijah **Mavčiče in Vrhovo** vzorčujemo po globinski vertikali le v primeru »cvetenja« rastlinskega planktona. V letu 2002 je vzorčevanje odpadlo, ker do »cvetenja« ni prišlo. Zaradi deževnega poletja se pretok v akumulacijah ni zmanjšal in razmere niso bile ugodne za razvoj planktonskih alg. Opravljeni so bili le redni zajemi v okviru monitoringa kakovosti površinskih vodotokov.

Ogled in nekaj osnovnih meritev na Šmartinskem in Slivniškem jezeru je bilo opravljenih 24. junija, na Pernici, Gajševskem, Ledavskem in Ptujskem jezeru 13. avgusta, na Klivniku in Molji pa 4.oktobra. S sondo je bila na posameznih globinah izmerjena temperatura, pH, redoks potencial in vsebnost kisika. Zajet je bil vzorec fitoplanktona, kjer je bila določena vrstna sestava

in prevladujoča vrsta. Na iztoku posameznega zajetja je bila določena vsebnost klorofila-a v površinskem vzorcu.

2 METODE

2.1. Vzorčenje

Vzorčevanje po globinskih vertikalah na Blejskem in Bohinjskem jezeru je potekalo iz čolna, v skladu s postopki, ki veljajo za stoječe vode (1). Vzorci za kemijske analize, analize klorofila-a in vzorci za določanje biomase fitoplanktona, so bili zajeti z Van Dornovim vzorčevalnikom. 100 ml vzorca smo fiksirali z 1ml koncentriranega formaldehida, takoj po zajetju vzorca. Tudi za kvantitativni zajem zooplanktona iz posameznih globin, je bil uporabljen Van Dornov vzorčevalnik. Celotna vsebina vzorčevalnika je bila prefiltrirana skozi planktonsko mrežo z velikostjo por 60 μm in vzorci takoj fiksirani z 1ml koncentriranega formaldehida. Za zajem kvalitativnih vzorcev fitoplanktona smo uporabili planktonske mreže z velikostjo por 15, 20 in 45 μm , za zajem kvalitativnih vzorcev zooplanktona pa mreže z velikostjo por 60, 100 in 200 μm . Kvalitativne vzorce fitoplanktona smo pregledali pred fiksacijo, sicer pa smo 100 ml vzorca dodali ~2 ml koncentriranega formaldehida.

Pritoki Blejskega in Bohinjskega jezera ter vzorci na Cerkniskem jezeru, so bili zajeti v skladu s postopki, ki veljajo za površinske tekoče vode, na sredini, oziroma v matici vodotoka. Vzorci za kemijske analize so bili zajeti v plastično in stekleno embalažo ter shranjeni po postopkih, ki jih priporočajo standardi (2, 3). Tudi vzorčenje (EN27828:1994) in shranjevanje vzorcev (ISO 5667-3:1995) za saprobiološke analize pritokov, je potrevalo po standardnih postopkih.

2.2. Fizikalne in kemijske analize

Osnovni fizikalni parametri temperatura, električna prevodnost, pH, redox potencial, motnost in vsebnost kisika, so bili na posameznih globinah izmerjeni s sondo Hydrolab H20. Na pritokih so bile uporabljene WTW terenske elektrode. Prosojnost je bila izmerjena s Seccijevo ploščo s premerom 30 cm. Za merjenje nadvodne in podvodne radiacije do globine 10 m, je bil uporabljen Delta Logger. Na terenu je bila na posameznih globinah in v pritokih izmerjena vsebnost ogljikovega dioksida. Druge kemijske analize so bile narejene v laboratoriju Agencije RS za okolje. Vzorci Blejskega in Bohinjskega jezera pred analizami niso bili filtrirani, postopki posameznih kemijskih analiz pa so bili enaki, kot za tekoče vode (4). Celotni fosfor se je določal v premešanih, nefiltriranih vzorcih, ostale kemijske analize pa v nefiltriranih, čez noč usedenih vzorcih. Vzorci pritokov so bili pred kemijskimi analizami pripravljene in filtrirani po enakih postopkih kot za tekoče vode (4).

2.3. Biološke analize

V Blejskem jezeru je bila v posamezni globinski plasti jezera na vzhodni in zahodni kotanji izmerjena vsebnost klorofila-a in določena biomasa fitoplanktona. V posamezni globinski plasti smo določali abundanco (številčnost) in frekvenco (pojavljanje) posamezne fitoplanktonske vrste. Za štetje fitoplanktona je bila uporabljena sedimentacijska komora z volumnom 2 ml. Biomasa je bila izračunana na osnovi številčnosti in povprečne celične prostornine posamezne vrste, ki smo jo določili z merjenjem povprečnih dimenzij celic (5, 6).

V Bohinjskem jezeru je bila vsebnost klorofila-a na posameznih globinah izmerjena na točki T3. Ob vsakem odvzemu vzorcev, je bila določena vrstna sestava fitoplanktona in prevladujoča vrsta v njej. Enake analize so bile opravljene tudi na posameznih lokacijah Cerkniskega jezera, Šmartinskem in Slivniškem jezeru, Pernici, Gajševskem, Ledavskem in

Ptujskem jezeru, Klivniku in Molji. Vsebnost klorofila-a je bila določena po modificiranem standardnem postopku z metanolom (7, 8). Na Blejskem in Bohinjskem jezeru sta bila za analizo vsebnosti klorofila-a prefiltrirana dva litra vzorca in uporabljenih 5 do 8 ml metanola, na bolj produktivnih zajetjih, pa je bil volumen prefiltriranega vzorca ustrezno manjši.

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

Pregled makrofitov je bil opravljen na začetku, višku in ob koncu rastne sezone. V Blejskem in Bohinjskem jezeru je bil litoral pregledan iz čolna. Uporabljeno je bilo kukalo za gledanje pod vodo in posebno grabilo za zajem makrofitov. Določena je bila vrstna sestava vodnih makrofitov, pogostost pojavljanja posameznih vrst v jezeru (frekvenco) in številčnost posamezne vrste (abundanco) na posamezni lokaciji. Pogostost pojavljanja je bila izražena 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). Lokacija rastišč je bila označena 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. Ob vseh zajemnih mestih na Cerkniskem jezeru je bila vegetacija pregledana v 50 metrskem odseku struge. Popisane so bile prisotne rastlinske vrste in določena njihova pogostost s pet-stopenjsko lestvico tako kot na Blejskem in Bohinjskem jezeru (9).

Vzorci za saprobiološke analize pritokov Blejskega in Bohinjskega jezera so bili pobrani v času nizkih vodostajev, po daljšem suhem obdobju. Določena je bila vrstna sestava bentoških nevretenčarjev in alg v prerasti. Za vsak pritok je bil na podlagi prisotnih indikatorskih organizmov izračunan saprobni indeks po enaki metodi kot na vseh drugih vodotokih - metoda po Pantle-Bucku (10), modificirana po Marvanu (11).

V sklopu bakterioloških analiz, na vzorcih iz Cerkniskega jezera (Strženu) in pritokov, je bilo po modificirani metodi SIST ISO 9308-2 določeno najverjetneše število (most probable number) MPN skupnih koliformnih bakterij/ 1000 ml in najverjetneše število bakterij fekalnega izvora / 100 ml, po modificirani metodi SIST ISO 7899-1 pa je bilo določeno število intestinalnih enterokokov (MPN streptokokov fekalnega izvora / 100 ml).

3. REZULTATI ANALIZ

3.1 Blejsko jezero s pritoki

V letu 2002 se je po štiriletnem obdobju (1998 - 2001) produktivnost fitoplanktona v Blejskem jezeru spet zmanjšala. Povprečna letna vsebnost klorofila se je iz 7,2 $\mu\text{g/l}$ zmanjšala na 4,7 $\mu\text{g/l}$, kar je podobno razmeram v začetku 90. let. Zmanjšanje fitoplanktonskih populacij je vplivalo na povečano prosojnost jezera, ki je v povprečju znašala 7,9 m, v juliju in oktobru pa je se je prosojnost povečala celo na več kot 10 m. S tem so se izboljšale predvsem svetlobne razmere v priobalnem delu jezera, kar je vplivalo na boljše uspevanje višjih vodnih rastlin - makrofitov. Prodiranje svetlobe v večje globine je vplivalo tudi na razvoj fotosintetskih bakterij (Athiorhodaceae) v hipolimniju jezera, ki je bil manj intenziven kot v letu 200. Razlog je boljša prezračenost hipolimnija. Fotosintetske bakterije so namreč vezane na anaerobno okolje, oziroma H_2S in druge reducirane žveplove spojine, ki nastajajo pri anaerobni razgradnji organskih snovi, na dnu jezera. Povprečna letna vsebnost dušika in fosforja je bila v primerjavi z obdobjem 1998 - 2001 nekoliko manjša. Povprečna letna vsebnost celotnega fosforja je znašala 12,6 $\mu\text{g P/l}$, podobno kot leta 1997. V tabeli 6 so za obdobje po uvedbi novih analitskih metod za določanje nitratov in amonija v letu 1999, zaradi boljše primerljivosti rezultatov, navedene tudi povprečne

letne vrednosti skupnega dušika. Povprečna letna vsebnost anorganskega dušika in povprečna letna vsebnost skupnega dušika v jezeru se od leta 2000 postopno manjša (Tabela 6). Povprečna vsebnost silicijevega dioksida je v letu 2002 znašala 1,4 mg SiO₂/l, kar je podobno kot prejšnja leta.

Kisikove razmere so bile v letu 2002, na dnu jezera, celo leto ugodne. Na dnu globlje zahodne kotanje se je vsebnost kisika zmanjšala pod 1 mg O₂/l v juniju in avgustu, na dnu vzhodne kotanje pa je bila vsebnost kisika pod 1 mg/l izmerjena samo v avgustu. Vsebnost vodikovega sulfida je bila celo leto pod mejo določljivosti. Najnižja vrednost redoks potenciala 63 mV, je bila izmerjena v novembru na dnu zahodne kotanje. Glede na opisane razmere v hipolimniju, izplavljanje fosfatov iz sedimenta ni bilo intenzivno. Najvišja vsebnost celotnega fosforja, ki je bila izmerjena na dnu zahodne kotanje konec julija, 0,12 mg PO₄/l, je bila za polovico nižja kot v letu 2000.

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

trofična stopnja	fosfor celotni	dušik anorganski	prosojnost	prosojnost	klorofil-a	klorofil-a
	(letno povprečje) (µg P/l)	(letno povprečje) (µg N/l)	(letno povprečje) (m)	(minimalna) (m)	(letno povprečje) (µg/l)	(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
1992	22,6	468	6,1	1,7	4,7	28,2
1993	33,0	342	5,9	1,7	4,5	18,3
1994	19,3	419	5,5	2,7	5,0	35,4
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 (479)*	5,0	1,2	9,3	47,4
2000	14,3	280 (559)*	5,3	2,5	7,2	25,7
2001	14,3	263 (465)*	6,5	2,6	7,2	24,5
2002	12,6	247 (426)*	7,9	5,0	4,7	19,3

* (skupni dušik)

Polednitvi, ki je v letu 2002 trajala od 4.1. do 22.2., je sledilo izredno mirno in toplo obdobje, ki je vplivalo na pospešen in intenziven razvoj zlatorjave alge (Chrysophyta) *Uroglena americana* (Calkins). Ob vrhuncu »cvetenja« 21. in 22. 3. je vonj po ribah, ki je za to vrsto značilen, preplaval vso okolico jezera in vznemiril javnost. Z vremensko spremembo se je produktivnost te vrste hitro zmanjšala in vodilno mesto so prevzele diatomeje (Bacillariophyceae), ki so v aprilu in maju z vrstami *Fragilaria crotonensis* (Kitt.), *Asterionella formosa* (Hass.) in *Fragilaria ulna var. acus* (Kützing), predstavljale večino skupne fitoplanktonske biomase (>80 %) v jezeru, ki je znašala od 80 do 100 ton suhe snovi (tabela 7). Po dokaj produktivnem spomladanskem obdobju se je skupna biomasa fitoplanktona v jezeru zmanjšala na skupaj 16 ton in do obilnejših »cvetenj« fitoplanktona v letu 2002 ni več prišlo. Nekoliko povečana vsebnost kisika, ki je posledica povečane fotosintetske aktivnosti fitoplanktona, je bila izmerjena junija v globinski plasti od 4 do 6 m, julija in avgusta v globinski

plasti med 8 in 10 m. Na teh globinah se je zadrževala večja populacija zlatorjave alge (Chrysophyta) *Dinobryon divergens* (Imhof) in ognjene alge (Dynophyta) *Gymnodinium uberrimum* (Allman). Biomasa cianobakterij (Cyanophyta) je v primerjavi s prejšnjimi leti (99-01) zelo upadla. Vrsta *Planktotrix rubescens* (DC. ex Gomont), je bila prisotna le posamično, nekoliko številčnejša populacija pa se je oblikovala šele pozno jeseni.

Tabela 7: Masa fitoplanktona v Blejskem jezeru izražena v tonah suhe snovi na jezero

leto	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec.	Letno povprečje
	t/V	t/V	t/V	t/V	t/V	t/V	t/V	t/V	t/V	t/V	t/V
1997	11,1	11,3	2,8	82,4	20,6	20,5	18,8	11,2	11,5	13,2	20,3
1998	100,6	128,7	64,7	110,6	101,3	23,2	22,1	10,1	18,9	68,4	64,9
1999	23,0	28,0	58,5	73,1	63,1	86,2	147,0	136,0	95,1	95,5	80,5
2000	43,4	88,6	87,2	59,5	64,3	58,4	27,4	27,4	27,0	28,7	51,2
2001	50,7	109,3	93,3	72,9	35,0	76,3	7,2	9,0	7,0	-	51,2
2002	15,3	99,0	83,9	16,0	27,3	16,9	-	9,9	9,8	-	34,8

V letu 2002 je bilo med zooplanktonom Blejskega jezera prisotnih manj vrst (osem), in gostota zooplanktonskih populacij je bila v splošnem manjša, kot v letu 2001. Na velikost populacij oz. uspešnost posamezne vrste vplivajo življenjske razmere, ki jih oblikujejo fizikalno - kemijski dejavniki in odnosi v življenjski združbi, npr. razpoložljivost hrane in prisotnost plenilcev. Vrste *Scapholeberis mucronata*, *Ceriodaphnia quadrangula* in *Megacyclops viridis*, ki so bile prisotne v letu 2001, v letu 2002 tudi v kvalitativnih vzorcih nismo zasledili, vrsta *Bosmina longirostris* pa se je pojavljala le posamično. Številčnost populacij v vzhodni kotanji je bila kot prejšnja leta 1,5 do 2 krat višja kot v zahodni kotanji.

Celo leto so v Blejskem jezeru prevladovali vodne bolhe, z vrstami *Daphnia hyalina* in *Daphnia galeata* s hibridi, ki jih obravnavamo kot eno populacijo. Višek v razvoju so bolhe dosegle julija, kar je podobno kot v prejšnjih letih. Izjema je bilo le leta 2001, ko je bil višek dosežen šele v oktobru. V vzhodni kotanji se je julija največ vodnih bolh, 60 os./l, zadrževalo na globinah med 10 in 12 m, na zahodni kotanji, pa na globinah med 6 in 8 m, kjer je dafnija štela le 26 osebkov na liter. V splošnem je bila razporeditev dafnije po globinski vertikali podobna kot vsa prejšnja leta. Preko dneva se je večino osebkov zadrževalo v metalimniju in zgornjem delu hipolimnija, to je na globinah od 6 do 18 m.

Vodna bolha *Bosmina longirostris* se je v letu 2002 pojavila le posamično. Nikjer število ni preseglo niti enega osebkov na liter, medtem, ko smo leta 2000 na vzhodni kotanji prešteli tudi do 70 os./l. V letu 2002, tudi v kvalitativnih vzorcih, nismo zasledili vodne bolhe vrste *Ceriodaphnia quadrangula*. Pred letom 2001, ko je bila ceriodafnia julija in avgusta izjemoma izredno številčna, (22 os./l), se je posamično redno pojavljala v poletnem obdobju. Odsotna je bila tudi vrsta *Scapholeberis mucronata*, ki je zelo tipičen predstavnik hiponeustonske planktonske združbe. Iz kvalitativnih vzorcev je izginil tudi ceponožni rak (Copepoda) *Megacyclops viridis*, za Blejsko jezero sicer redka vrsta, ki se je prvič pojavila v oktobru 2001.

Tudi za razvoj vrste *Eudiaptomus transylvanicus* je bilo leto 2002 manj uspešno kot leto 2001 (VK julij 2-4 m, 18 os./l). Največ, 9 os./l, je v letu 2002 štela populacija eudiaptomusa v aprilu, v vzhodni kotanji, na globini 6-8 m, na zahodni kotanji pa je bil višek s 5 os./l zabeležen v oktobru, na globini 14-16 m.

Predstavniki ceponožnega raka *Cyclops vicinus* so bili v prvi polovici leta številnejši kot v letu 2001. Na vzhodni kotanji je bilo junija, na globini med 10 in 12 m prisotnih 24 os./l, na zahodni kotanji pa na isti globini 15 os./l. Že julija se je populacija zmanjšala pod 1 os./l.

Tabela 8: Zooplankton Blejskega jezera v letu 2002

mesec	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sep.	Okt.	Nov.	Dec
<i>Daphnia galeata</i>	-	+	+	+	+	+	r	r	r	
hibridi <i>D. galeata x hyalina</i>	-	-	r	+	+	+	+	+	+	
<i>Daphnia hyalina</i>	mas	-	-	r	+	mas	+	+	+	
<i>Cyclops vicinus</i>	r	r	+	mas	+	r	-	r	r	
<i>Eudiaptomus transylvanicus</i>	+	r	r	+	+	+	+	+	+	
<i>Bosmina longirostris</i>	-	-	r	r	r	r	-	-	-	
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	-	-	r	+	r	-	
<i>Chaoborus</i> - ličinke	-	-	-	-	+	+	mas	+	+	

Legenda:

pojavljanje vrste odsotna - redka r pogosta + masovno mas

Tudi stanje vodnih makrofitov se zaradi različnih vplivov iz pojezerja in sprememb v vodnem okolju, vsako leto spreminja. V letu 2002 smo ob koncu vegetacijske sezone ugotovili ugodnejše stanje vodnih makrofitov glede na prejšnje leto. Povečala se je globina uspevanja dominantne vrste klasastega rmanca - *Myriophyllum spicatum* celo na 5,5 metrov, povečala se je frekvenca njegovega uspevanja, pa tudi številčnost. Močvirske rastline na bregu, predvsem trst (*Phragmites australis*), katerega sestoji se širijo, predstavljajo za celoten litoral večjo zaščito, saj se partikulatne snovi iz pojezerja zadržijo med obrežno vegetacijo.

V letu 2002 se je od podvodnih rastlin na lokaciji 7 na novo pojavil manjši sestoj preraslolistnega dristavca (*Potamogeton perfoliatus*). Na plitvini Njivice, (lokacija 3 in 3A) se je precej razrasel jezerski biček (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Palla f. *fluitans*). Pojavili so se tudi grmički parožnice (*Chara* sp.). Obe plavajoči vrsti rumeni blatnik (*Nuphar lutea*) in beli lokvanj (*Nymphaea alba*) imata precej stabilne sestoj, ki jih lahko ogrozijo predvsem rastlinojede ribe in pa mehanske poškodbe, tako s strani vetra kot tudi neposredno od človeka.

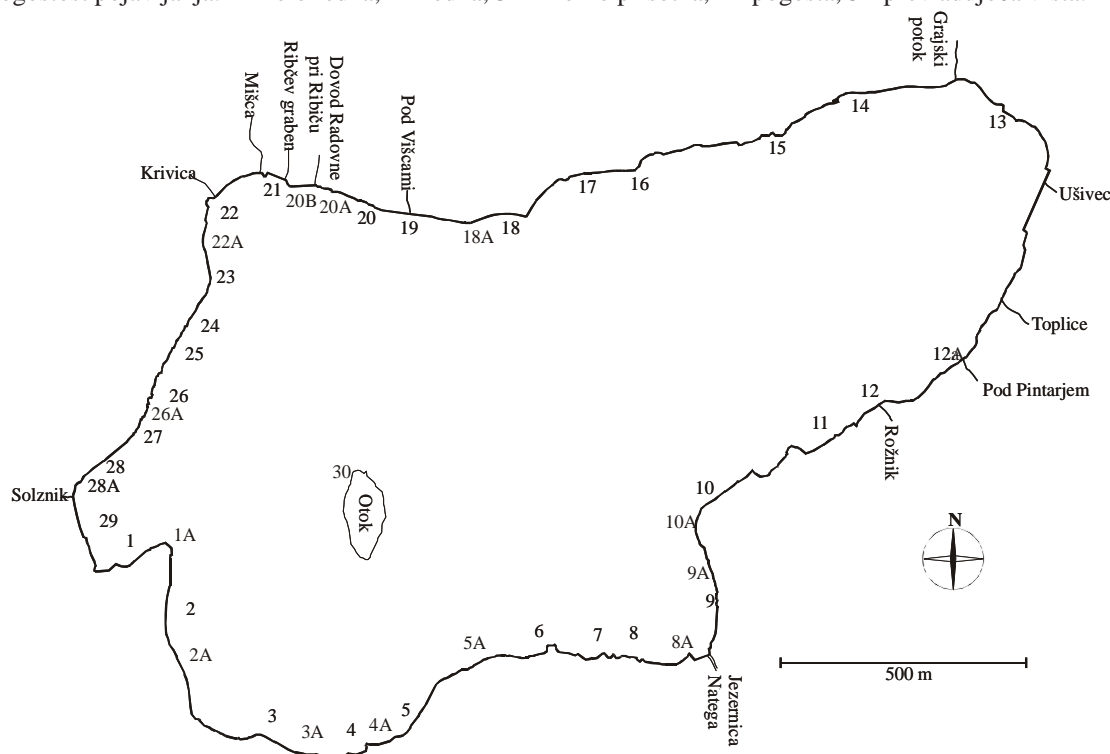
Tabela 9: Seznam vodnih makrofitov v Blejskem jezeru v juliju 2002, lokacija rastišč, pogostost pojavljanja vrste (frekvenca) in njena številčnost glede na celoten litoral.

EMERGENTNE rastline	Lokacija rastišča	Številčnost	Pogostost
<i>Acorus calamus</i> L.	24	1	1
<i>Caltha palustris</i> L.	21	1	1
<i>Carex riparia</i> Curt.	4	1	1
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	1A, 2A, 19, 22, 24	1	2
<i>Filipendula ulmaria</i> L.	1A, 2, 4, 5, 25	1	2
<i>Iris pseudacorus</i> L.	4, 9, 22A	1	1
<i>Lycopus europaeus</i> L.	4, 5, 15	1	1
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	2, 2A, 3A	1	1
<i>Lythrum salicaria</i> L.	4, 5, 22A	1	1
<i>Mentha longifolia</i> L.	22	1	1
<i>Mentha aquatica</i> L.	2, 4, 5, 24	1	2
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	3	1	1
<i>Phragmites australis</i> (Cav.)	1, 2, 2A, 3A, 4, 9, 19, 20, 20A, 20B, 21, 25, 26, 26A		3
<i>Solanum dulcamara</i> L.	4, 9	1	1
<i>Sparganium erectum</i> L.	4, 9, 21, 22	1	2
Natantne rastline			
<i>Nuphar luteum</i> L.Sibth.	3A, 4, 6	1	1
<i>Nymphaea alba</i> L.	5, 6, 14, 15, 16	2	2

Tabela 9: Seznam vodnih makrofitov v Blejskem jezeru v juliju 2002, lokacija rastišč, pogostost pojavljanja vrste (frekvenca) in njena številčnost glede na celoten litoral.

Submerzne rastline			
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	1, 1A, 2A, 3, 3A, 7, 8, 8A, 9, 10, 10A, 16, 17, 18, 18A, 19, 20, 21, 22, 22A, 23, 24, 27, 28, 28A, 14, 15, 20a, 20b, 25	5	5
<i>Schoenoplectus lacustris</i> f. <i>fluitans</i> (L.)	3, 3A	1	1
<i>Potamogeton filiformis</i>	25	1	1
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	7, 9A	1	1
<i>Chara</i> sp.	3, 23	1	1

*Pogostost pojavljanja: 1 - zelo redka, 2 - redka, 3 - zmerno prisotna, 4 - pogosta, 5 - prevladujoča vrsta.



Lokacije v litoral, kjer so običajno prisotni vodni makrofiti.

Kakovost pritokov Blejskega jezera je bila v letu 2002 podobna kot v prejšnjih letih. Še vedno je s fosfati najbolj obremenjena Mišca, največja vsebnost nitratov pa je značilna za Ušivec. Pretok Radovne v Blejsko jezero je bil celo leto naravnan na 400 l/s, zaradi posameznih prekinitev, pa je v povprečju znašal 393 l/s. Povprečen pretok natege v letu 2002 je znašal povprečno 0,205 m³/s. V primerjavi s prejšnjima letoma, se je v letu 2002, v nategi zmanjšala vsebnost celotnega fosforja, amonija in povprečna vrednost kemijske potrebe po kisiku. Razlog za izboljšanje, je manj intenzivna produkcija fitoplanktona in boljša prezračenost hipolimnija. V letu 2002 je bilo onesnaženje Save Bohinjke za dotokom natege in kanalizacije, zaradi visokih vodostajev v poletnem obdobju, manj očitno kot prejšnja leta. Kljub temu so bile vsebnosti nutrientov in vrednost saprobnega indeksa za dotokom natege in kanalizacije povečane, kar kaže na stalno slabše fizikalno - kemijske razmere in spremenjeno življenjsko združbo na tej lokaciji.

V tabeli 10 so prikazane povprečne letne vsebnosti celotnega 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 natege in kanalizacije.

Tabela 10: Povprečne vrednosti izbranih parametrov v pritokih in iztokih Blejskega jezera

Pritoki	Ptot. mgPO ₄ /l			NO ₃ ⁻ mg/l			NH ₄ ⁺ mg/l			KPK mgO ₂ /l			SI		
	00	01	02	00	01	02	00	01	02	00	01	02	00	01	02
Leto															
Radovna	<0,03	0,03	<0,02	2,1	1,7	2,1	<0,02	<0,02	<0,02	1,2	1,2	1,2	1,52	1,59	1,51
Mišca	0,09	0,16	0,13	6,0	6,2	5,7	0,03	0,10	0,13	1,6	1,9	1,8	1,84	1,87	1,85
Krivica	0,04	0,05	0,04	4,2	3,8	4,2	0,02	0,12	0,02	1,5	1,3	1,2	1,66	1,56	1,62
Ušivec	0,08	0,08	0,07	13,7	11,8	11,8	<0,02	<0,02	<0,02	0,8	1,1	0,8			
Solznik	0,05	0,03	0,02	2,4	1,5	2,6	0,03	0,21	<0,02	6,1	2,1	1,4			
Jezernica	0,03	0,04	0,02	0,5	0,6	0,9	0,03	0,06	0,04	1,9	1,7	1,6	1,8	1,85	1,73
natega	0,17	0,16	0,13	0,5	0,5	0,5	0,97	0,93	0,67	2,0	2,1	1,3			
SavaBh. pred*	<0,03	0,03	0,02	2,7	2,0	2,0	<0,02	0,15	0,03	1,3	1,8	1,3	1,7	1,59	1,54
SavaBh. za **	0,08	0,09	0,04	2,5	2,1	2,7	0,09	0,03	0,06	1,4	1,3	1,2	1,82	1,94	1,65

* Sava Bohinjka pred dotokom natega in kanalizacije ** Sava Bohinjka za dotokom natega

Pri izračunu bilance hranilnih snovi v Blejskem jezeru smo upoštevali vsebnost nutrientov v pritokih, izmerjeno v posameznem mesecu in njihov srednji mesečni pretok v letu 2002. Razpršeni viri nutrientov v bilanco niso bili vključeni, upoštevali pa smo vnos nutrientov s padavinami. Skupna količina padavin, ki je bila merjena na lokaciji Mlino, je v letu 2002, znašala 1361 mm/m². Povprečna vsebnost dušika in fosforja v padavinah je bila povzeta po viru (13), ki navaja vrednosti za področje srednje Evrope.

Ocena bilance za leto 2002 kaže, da je bil vnos dušika za 10 ton večji od količine odplavljenega dušika, vnos silicija je bil enak odplavljenemu siliciju, organskih snovi in fosforja pa so pritokih v jezero prinesli manj, kot sta jih odplavili Jezernica in natega. Največ fosforja, dušika in silicija je tudi v letu 2002 v Blejsko jezero prinesla Mišca. V primerjavi z drugimi pritoki je znašal delež Mišce pri vnosu fosforja 74 %, delež Radovne pa 16 %. Delež dušika, ki ga prinese v jezero Mišca ocenjujemo na 43 %, delež Radovne pa na 38 %.

Tabela 11: Ocena bilance hranilnih snovi v Blejskem jezeru

2002 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	0,393	12,408	46	6	17,1	15,2
Mišca	0,154	4,852	212	7	18,2	8,5
Krivica	0,018	0,570	8	1	1,7	0,7
Ušivec	0,028	0,883	19	2	5,3	0,7
Solznik	0,003	0,087	0	0	0,3	0,1
padavine		0,002	49	1		
skupaj	0,596	18,802	334	17	43	25
IZTOK						
Natega	0,205	6,479	267	4	31,2	8,3
Jezernica	0,414	13,032	82	3	11,4	20,2
skupaj	0,619	19,511	349	7	43	28
BILANCA	-0,024	-0,708	-15	10	0	-3

Fosfor je ključni biogeni element, ki v Blejskem jezeru, v največji meri vpliva na produkcijo rastlinskega planktona in s tem posredno na vse produkcijske odnose v jezeru. V tabeli 12 so navedene količine fosforja, ki jih je v posameznem letu, v jezero prinesla Mišca in količine fosforja, ki so bile odplavljene z natega. Na vsebnost fosforja v nategi najbolj vpliva prisotnost, oz. odsotnost kisika na dnu jezera, ki zavira oz. pospešuje izločanje fosfatov iz sedimenta. Mišca je v zadnjih sedmih letih, prinesla največ fosforja v Blejsko jezero v letu 1998, ko je na njej intenzivno delovala ribogojnica za vzrejo konzumne ribe.

Tabela 12 : Količine vnešenega in odplavljenega fosforja z Mišco in natega od leta 1995 do 2002

leto	95	96	97	98	99	00*	01*	02
	kg P	kg P	kg P	kg P	kg P	kg P	kg P	kg P
NATEGA	291	244	192	284	300	336	325	267
MIŠCA	120	209	279	413	256	138	286	212

* sanacija natega

V letu 2002, se je po daljšem obdobju, od leta 1998, stanje Blejskega jezera spet izboljšalo. Produktivnost fitoplanktona je bila povečana le v spomladanskem obdobju. V fitoplanktonski združbi so prevladovale predstavnice zlato-rjavih (Chrysophyceae) in kremenastih alg (Bacylaryophyceae), cianobakterije (Cyanophyta) pa so bile prisotne le posamično. Vrsta sestava in manj številne populacije zooplanktona, kažejo na podobne razmere kot pred letom 1998 in postopno stabilizacijo razmer po »cvetenju« cianobakterije *Planktothrix rubescens* v letu 1999, ki je vplivalo na številne biokemijske procese v jezeru. Tudi v priobalnem delu jezera, so se zaradi manjše gostote fitoplanktona, izboljšale svetlobne razmere, kar je vplivalo na boljšo rast makrofitov v letu 2002.

3.2 Bohinjsko jezero s pritoki

Bohinjsko jezero po mednarodnih OECD kriterijih (14), sodi med čista, oligotrofna jezera. V letu 2002 je povprečna vsebnost anorganskega dušika ponovno preseгла mejno vrednost za oligotrofna jezera, 400 µg N/l. Ostali OECD kriteriji, prosojnost, vsebnost fosforja in vsebnost klorofila a, so bili v letu 2002 značilni za ultra – oligotrofna do oligotrofna jezera (Tabela 13). Podobne razmere smo ugotovili tudi v preteklih letih. Na ravni prejšnjih let je ostala povprečna letna koncentracija fosforja, 3,5 µg P/l in prav tako tudi vsebnost klorofila-a, 1,4 µg/l, na osnovi katere ocenjujemo produktivnost fitoplanktona. V priobalnem delu Bohinjskega jezera, kjer so vplivi iz pojezerja najizrazitejši, so bili v letu 2002, pogoji za razvoj podvodnih rastlin slabši kot prejšnja leta. Pogosto in močno deževje, predvsem v poletnem času, je vplivalo na slabše svetlobne pogoje, zato je bil zmanjšan obseg in globina uspevanja sestojev podvodnih makrofitov. Nekatere, za svetlobo občutljive vrste v letu 2002 niso uspevale.

V letu 2002 je bilo Bohinjsko jezero zamrznjeno že v prvih dneh januarja, poledenitev pa je trajala do srede marca. Ob prvem aprilskem vzorčenju (17.4.) je bilo jezero še povsem temperaturno homogeno. Tudi v maju (13.5.) se izrazita termoklina (plast s temperaturnim preskokom za 1°C na 1m globine), še ni oblikovala. Zaradi izredno toplega vremena v juniju, se je površinska plast jezera razmeroma zgodaj segrela. Ob vzorčenju 1.7., je bila na površini točke T3, v Fužinarskem zalivu, izmerjena temperatura 19,8 °C. Najbolj se je površina jezera segrela v avgustu, ko smo izmerili povprečno 22,0 °C. Od oktobra dalje je bilo jezero spet temperaturno homogeno.

Tabela 13: Uvrstitev Bohinjskega jezera v trofično kategorijo po OECD kriterijih

tip jezera	fosfor celotni (letno povprečje) ($\mu\text{g P/l}$)	dušik anorganski (letno povprečje) ($\mu\text{g N/l}$)	prosojnost (letno povprečje) (m)	prosojnost (minimalna) (m)	klorofil-a (letno povprečje) ($\mu\text{g/l}$)	klorofil-a (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
2002	3,5	450	9,8	6,4	1,4	3,3

Razporeditev in vsebnost kisika in nutrientov je bila podobna kot v prejšnjih letih. Vsebnost kisika je bila med homotermijo po celi globinski vertikali enakomerna, med plastovitostjo pa je bila koncentracija kisika v globinski plasti od 6 do 15 m nekoliko povečana. Najnižja vsebnost kisika, 7,3 mg O₂/l, je bila izmerjena v oktobru, na dnu jezera, na točki T3. Vsebnost celotnega fosforja je bila večino leto pod mejo določljivosti (< 0,02 mg/l), le v poletnem obdobju samo višjo vsebnost fosforja zaznali na točki T1, kjer je bila avgusta na globini 12 m izmerjena najvišja koncentracija, 0,06 mg PO₄/l, v letu 2002. Med anorganskimi dušikovimi spojinami so prevladovali nitrati, katerih povprečna vsebnost je znašala 1,9 mg NO₃/l, kar je z izjemo leta 2001 (1,6 mg/l), podobno kot v prejšnjih letih (0,2 mg NO₃/l). Podobna kot prejšnja leta je bila tudi povprečna vsebnost silicijevega dioksida (0,8 mg /l) in vrednost m-alkalitete, ki je znašala 1,9 m-ekv./l. V letu 2002 je povprečna vsebnost kalcija znašala 29 mg/l, magnezija 3,8 mg/l, natrija 0,9 mg/l in kalija 0,1 mg/l, kar so, razen za kalij, nekoliko višje povprečne vrednosti v primerjavi s prejšnjimi leti.

Povprečna vsebnost klorofila-a je bila v letu 2002 povsem enaka kot v letu 2001 in je znašala samo 1,4 $\mu\text{g/l}$, kar kaže na nizko produktivnost fitoplanktona v Bohinjskem jezeru. Razporeditev in vsebnost klorofila-a kaže, da sta bila najbolj produktivna meseca junij in september, največ planktonskih alg pa se je, kot prejšnja leta, zadrževalo na globinah med 6 in 15 m. V spomladanskem obdobju so fitoplanktonsko združbo sestavljale večje (>10 μm) diatomeje z vrstami kot so, *Asterionella formosa* (Hassall), *Fragilaria crotonensis* (Kitton), *Fragilaria ulna* var. *acus* (Kützing), *Tabelalaria flocculosa* (Kützing) in *Cyclotella meneghineana* (Kützing). Že junija, so zaradi povsem poletnega vremena, med net - planktonom (>10 μm) prevladovale poletne vrste. Pogosti sta bili ognjena alga (Dynophyta) *Ceratium hirundinella* (Schrank) in rožnica (Xanthophyceae) *Gleobotris limneticus* (Pasch.). Med zelenimi algami je bila najštevilnejša vrsta *Botryococcus braunii* (Kützing), prisotne pa so bile tudi vrste *Planctosphaeria gelatinosa* (G.M.Smith), *Elakatotrix genevensis* (Hind.) in *Oocystis lacustris* (Chod.). Ob drugem razvojnem višku, v septembru, je bila med planktonskimi algami prevladujoča zlatorjava alga (Chrysophyceae) *Dinobryon divergens* var. *schauinslandii* (Lemm.). Ključni primarni producenti v prosti vodni masi Bohinjskega jezera pripadajo t.i. nano in pikoplanktonu z velikostjo od 0,2 do 10 μm , s predstavniki zelenih, zlatorjavih in kremenastih alg. V toplejšem delu leta so pogostejše zelene alge, v prehodnem zlatorjave in v hladnem diatomeje.

Tabela 14: Razporeditev in vsebnost klorofila-a na zajemni točki T3 v Bohinjskem jezeru

2002	16.4.	13.5.	10.6.	1.7.	5.8.	9.9.	14.10.	21.11.
Globina (m)	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
0	1,5	1,0	1,6	0,2	0,5	1,9	0,7	0,6
3	1,8	1,0	1,4	0,5	0,9	1,5	1,3	0,7
6	1,9	1,8	3,3	0,6	1,0	3,2	2,4	0,8
9	2,2	1,4	2,2	1,9	1,0	2,8	2,3	0,6
12	2,3	1,7	2,6	2,8	1,2	2,5	1,6	0,2
15	1,4	1,4	2,9	2,8	2,0	1,8	0,8	0,3
25	1,5	1,2	1,6	0,7	1,7	1,3	0,3	0,3
35	1,0	0,7	1,0	0,9	1,1	0,9	0,3	0,4
40	1,2	1,3	0,9	1,0	1,6	0,8	0,3	0,5

V letu 2002 so analize zooplanktona v Bohinjskem jezeru pokazale, da ni bilo bistvenih odstopanj od večletnih vrednosti, ki jih poznamo za to jezero. V vzorcih so bile zastopane iste vrste in tudi vzorec pojavljanja je bil podoben kot prejšnja leta. Kot že vrsto let, je v letu 2002 med planktonskimi raki prevladovala vodna bolha (Cladocera) *Bosmina longirostris*, ki je bila pogostejša v poletnih mesecih, v površinski plasti, do globine 15 m. Na točki T2, je populacija bosmine v začetku julija (1.7.), štela 16 osebkov na liter, kar je največja gostota med vsemi zooplanktonskimi vrstami v letu 2002. Podobno časovno in prostorsko razporeditev osebkov kot *Bosmina longirostris*, je kazala tudi populacija vodnih bolh iz rodu *Daphnia*, kamor štejemo vrste *Daphnia hyalina*, *Daphnia galeata* in njune hibride. Tako kot populacija bosmine, je bila tudi populacija dafnije najštevilnejša v začetku julija, na točki T2, v površinski plasti, štela pa je le 7 osebkov na liter. Od julija do septembra sta bili v Bohinjskem jezeru, med vodnimi bolhami (Cladocera) prisotni tudi vrsti *Scapholeberis mucronata* in *Diaphanosoma brachyurum*.

Tabela 15 : Sestava zooplanktona v Bohinjskem jezeru v letu 2002

mesec	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Avg.	Sep.	Okt.	Nov.
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	-	-	-	-	r	r	-	-
<i>Arctodiptomus laticeps</i>	+	+	+	mas	+	+	r	r
<i>Bosmina longirostris</i>	+	r	+	+	mas	+	r	r
<i>Cyclops abyssorum praealpinus</i>	+	+	+	+	+	+	r	r
<i>Daphnia hyalina</i>	-	r	r	+	+	+	r	r
<i>Daphnia galeata</i>	-	-	-	r	+	+	-	-
hibridi <i>D.hyalina</i> x <i>D.galeata</i>	-	-	-	r	+	+	-	-
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	-	-	-	r	+	+	-	-
<i>Scapholeberis mucronata</i>	-	-	-	r	r	r	-	-

Legenda: + pogosta vrsta; r redka vrsta; - vrsta ni prisotna; mas vrsta je masovna;

Omembe vredno populacijo je razvila samo vrsta *Diaphanosoma brachyurum*, ki je v avgustu, v epilimnijski plasti štela do 6 osebkov na liter. Za to vrsto, so predvsem v hladnejših jezerih, značilni nenadni, kratkotrajni številčni izbruhi populacije. Ceponožec (Copepoda) *Cyclops abyssorum praealpinus* je stalen predstavnik planktonskih rakov v Bohinjskem jezeru. Nekoliko številnejše populacije se navadno razvijejo le v spomladanskem obdobju. Tudi v letu 2002, ko

populacija kiklopsa v primerjavi s prejšnjimi leti ni bila najbolj uspešna, je bila najštevilnenejša v aprilu v površinskih slojih, na točki T3, s 4 osebki na liter. Največje skupno število diatomidov, kamor prištevamo vrsti *Acanthodiatomus denticornis* in *Arctodiatomus laticeps*, v letu 2002 ni preseglo 8 osebkov na liter (julij, T3, globina 9-15 m). Obe vrsti sta bili v vodnem stolpcu prisotni skupaj le v avgustu in septembru, pri čemer je bila populacija termofilne vrste *Acanthodiatomus denticornis* vedno zelo majhna.

Stanje vodne vegetacije v Bohinjskem jezeru se je, glede na prejšnjo sezono, v letu 2002 vidno spremenilo. Spremembe so bile opazne tako pri podvodnih kot tudi pri močvirskih vrstah. Zmanjšala se je biodiverziteteta, globina uspevanja in številčnost posameznih vrst. Pogosto in močno deževje, predvsem v poletnem času, je vplivalo na slabše svetlobne razmere, kar se je odrazilo na skromnejšem obsegu sestojev in zmanjšani prisotnosti za svetlobo občutljiv vrst. Parožnice, ki jih je največ med submerznimi vrstami in segajo najgloblje, prevladujejo v južnem delu litorala. Pri julijskem pregledu v letu 2002, so rastline segale do globine 6 m, na koncu vegetacijske sezone pa do globine 7 m. Številčnost in frekvenca vrste *Chara delicatula* se je zmanjšala. Večino podvodnih travnikov je tvorila vrsta *Chara aspera*. Sestoji so bili v dobrem stanju, brez vidnega prerasta nitastih alg. Z največjo frekvenco se v Bohinjskem jezeru pojavlja navadni rmanec *Myriophyllum spicatum*. Tudi v letu 2002 je bil rmanec prisoten v celotnem litoralu v večjih ali manjših sestojih. Že nekaj let dominira v plitvih zalivih, kjer redno cveti tudi nad gladino vode. Zaseda pas od 1 metra do globine 4 metrov in je pogosto v združbi z alpskim dristavcem, *Potamogeton alpinus*, ki se pojavlja kot nizka rastlina v plitvini ter v obliki visoke rastline na globini 4 do 4,5 metrov. V letu 2002 je bila močno zmanjšana prisotnost, bleščечеlega dristavca *Potamogeton lucens* in pritlikavega dristavca *P. Pusillus*, ki sta bili prisotni le še v zalivu pred kampom. Od močvirske vegetacije se je v letu 2002 razširil in okreplil sestoj trsta, *Phragmites australis*, desno od pritoka Savice, ki je poleg majhnega sestoja v Fužinarskem zalivu edina lokacija na jezeru. Razširili so se tudi sestoji šašev, *Carex spp.*, med katerimi je vzdolž južne obale, prevladoval rumeni šaš, *Carex flava*. Utrdila se je tudi manjša močvirska združba pri Sv. Janezu, desno od iztoka iz jezera, kjer se pojavlja nekaj emergentnih vrst, ki jih na drugih lokacijah ne najdemo.

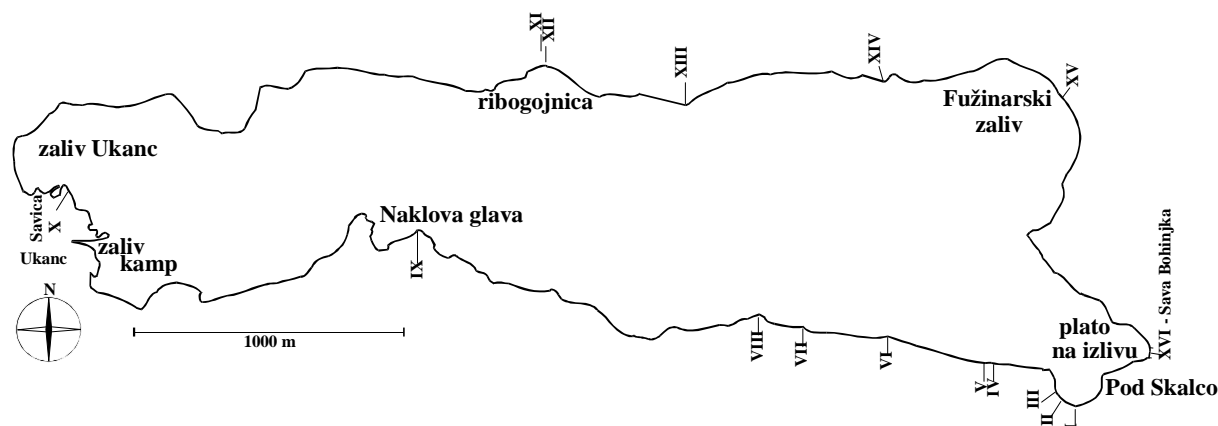
Tabela 16: Popis vodnih makrofitov v Bohinjskem jezeru v letu 2002, relativna ocena pogostosti (abundance) posamezne vrste glede na celoten litoral in globina uspevanja

vrsta rastline	pogostost (globina uspevanja v m)
EMERGENTNE VRSTE:	
<i>Carex flava</i> L.	3 (0)
<i>Carex spp.</i>	2 (0)
<i>Clematis vitalba</i> L.	3 (0)
<i>Eupatorium canabina</i>	2 (0)
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	1 (0)
<i>Galium palustre</i>	1 (0)
SUBMERZNE VRSTE:	
Chlorophyta	
<i>Cladophora sp.</i>	1 (0,5)
Nitaste alge	2 (5)
<i>Chara aspera</i> Deth. ex Willd.	4 (6,5)
<i>Chara delicatula</i> Ag.	3 (7)
<i>Chara rudis</i> A. Br.	2 (5,5)

Tabela 16: Popis vodnih makrofitov v Bohinjskem jezeru v letu 2002, relativna ocena pogostosti (abundance) posamezne vrste glede na celoten litoral in globina uspevanja

Bryophyta	
<i>Fontinalis antipyretica</i>	1 (5)
Spermatophyta	
<i>Batrachium trichophyllum</i> (Chaix.) Van den Bosch	1 (1,5)
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	4 (4)
<i>Potamogeton alpinus</i> Balbis	3 (4,5)
<i>Potamogeton lucens</i> L.	1 (3,5)
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	1 (3,5)

Relativna ocena številčnosti posamezne vrste je podana po sledeči lestvici: 1 = posamična; 2 = redka; 3 = zmerno prisotna; 4 = pogosta; 5 = prevladujoča ali številna. Številka v oklepaju pomeni globino, do katere vrsta uspeva.



Shema Bohinjskega jezera z označenimi pritoki in večjimi zalivi, kjer so sestoji makrofitov

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 2002 se v primerjavi s prejšnjimi leti kakovost pritokov ni bistveno poslabšala, čeprav se je v večini pritokov povečala povprečna vsebnost nitrata. Med najbolj obremenjenimi pritoki Bohinjskega jezera sta pritok I in XV, vendar je njun delež vnosa hranilnih snovi zaradi majhnega pretoka zanemarljiv. Največji površinski pritok Bohinjskega jezera, Savico, lahko tudi v letu 2002, glede na kemijske in biološke analize uvrstimo v prvi kakovostni razred. V tabeli 17 so zbrani podatki o povprečni letni vsebnosti celokupnega fosforja, nitrata in amonija, povprečni letni vrednosti kemijske potrebe po kisiku in saprobni indeksi v pritokih Bohinjskega jezera in Savi Bohinjki pri Sv. Janezu, v letu 2001 in 2002.

Pri oceni bilance hranilnih snovi smo upoštevali dotok in odtok hranilnih snovi s pritoki in iztoki, vnos hranilnih snovi s padavinami, razpršenih virov pa v oceno bilance nismo vključili. Poleg dušika in fosforja smo v oceno bilance vključili tudi silicij (SiO_2), ki je pomemben za razvoj planktonskih diatomej v jezeru in organske snovi, ki so podane s količino kisika, ki se porabi za njihovo popolno oksidacijo (kemijska potreba po kisiku - KPK). Pretok Savice in Save Bohinjke smo merili, zato smo pri izračunu bilance uporabili mesečne srednje pretoke in vsebnost hranilnih snovi izmerjeno v posameznem mesecu. Skupni pretok ostalih

pritokov smo ocenili na podlagi količine padavin, vodostajev jezera in pretoka Save Bohinjke, za izračun vnosa hranil pa upoštevali povprečno letno vsebnost vseh pritokov skupaj. V letu 2002 padavinska postaja v Stari Fužini ni delovala, zato smo uporabili podatke o količini padavin iz postaje Vogel, kjer so namerili 2654 mm/m². Pri izračunu vnosa je bila upoštevana minimalna vsebnost dušika in fosforja v padavinah, ki ju navaja vir (13) za območje srednje Evrope.

Tabela 17: 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*	
	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02	01	02
I	0,05	0,05	4,4	4,3	0,36	<0,02	1,5	1,6	1,4	0,6	-	-
III	<0,02	<0,02	1,6	1,4	<0,02	<0,02	0,9	0,9	0,9	-	-	-
IV	<0,02	<0,02	1,7	2,1	<0,02	<0,02	1,5	1,5	1,0	-	1,37	1,48
V	<0,02	<0,02	1,9	2,1	<0,02	<0,02	1,6	1,7	0,4	-	1,49	1,49
VI	<0,02	<0,02	1,9	2,2	<0,02	<0,02	1,9	2,2	1,7	1,2	1,6	-
VII	<0,02	0,02	1,9	2,4	<0,02	<0,02	2,3	2,4	1,4	1,2	1,52	1,47
IX	<0,02	<0,02	2,3	2,8	<0,02	<0,02	0,5	0,6	1,5	1,5	-	-
Savica	0,02	<0,02	1,7	2,3	<0,02	<0,02	0,5	0,6	1,3	1,0	1,56	1,31
XI	0,03	0,02	1,2	1,5	<0,02	<0,02	2,0	2,2	1,4	0,9	-	-
XII	0,02	<0,02	0,8	1,3	<0,02	<0,02	1,9	2,0	1,5	1,0	-	-
XIII	<0,02	<0,02	1,4	1,8	<0,02	<0,02	2,3	2,3	1,5	1,0	-	-
XV	0,12	0,04	1,2	1,9	<0,02	0,02	2,5	3,0	2,5	3,8	-	-
Sava Boh.	0,02	<0,02	1,6	1,9	<0,02	<0,02	0,7	0,8	1,6	1,6	1,58	1,53

* SI = saprobni indeks

Izračun bilance hranilnih snovi v letu 2002 je pokazal, da je bil dotok fosforja, dušika in silicija večji kot iztok, dotok organskih snovi s pritoki pa je bil manjši od količine izplavljenih organskih snovi. V letu 2002 je s pritoki v jezero prišlo več anorganskega dušika, kot ga je odplavila Sava Bohinjka, v prejšnjih štirih letih pa je bil vnos manjši od količine odplavljenega dušika.

Tabela 18: Ocena bilance hranilnih snovi za Bohinjsko jezero

2002 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	4,99	157	615	83	94	161
ostali pritoki*	2,02	64	379	32	117	88
padavine**		9	218	3		
skupaj		230	1212	117	211	249
IZTOK						
Sava Bohinjka	7,32	231	890	91	179	375
skupaj		231	890	91	179	375
BILANCA		-1	322	26	32	-126

* pretok je ocenjen na podlagi vodostajev jezera in pretoka Save Bohinjke pri Sv. Janezu

** P,N v padavinah - vir (13) , količina padavin - padavinska postaja Vogel

3.3 Cerkniško jezero

Cerkniško polje, ki ga občasno skoraj v celoti zalije voda, leži na dinarsko - kraškem območju, kjer je težko določiti povodje. 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.

Tabela 19: Povprečne in maksimalne vrednosti izbranih parametrov kakovosti vode v Cerknškem jezeru, pritokih in Raku

Zajemno mesto	2002	Vodostaj (cm)	Električna prevodnost (25 °C) (µs/cm)	pH	Kisik (mg O ₂ /l)	Nitriti (mg NO ₂ /l)	Nitrati (mg NO ₃ /l)	Amonij (mg NH ₄ /l)	Fosfati, skupni (mg PO ₄ /l)	Skupni dušik (mg N/l)	Skupni organski ogljik (mg/l)	KPK (KMnO ₄) (mg O ₂ /l)
Stržen	povp.	44*	431	7,9	10,0	0,009	3,0	0,03	0,03	0,4	2,0	1,8
Gorenje jezero	maks.	238	462	8,0	11,9	0,009	3,7	0,03	0,04	0,4	2,0	2,1
Stržen	povp.	98*	422	8,0	9,5	0,016	1,6	0,09	0,06	0,7	3,5	3,9
Dolenje jezero	maks.	398	492	8,3	12,8	0,028	3,6	0,13	0,08	1,4	4,7	5,5
Karlovica	povp.		481	8,1	8,8	0,262	3,5	0,85	0,69	1,0	3,5	3,4
	maks.		517	8,5	12,9	0,800	4,2	3,01	1,24	1,2	4,1	4,3
Vodonos	povp.		399	8,0	9,3	0,008	0,3	0,03	0,03	0,4	4,4	4,9
	maks.		409	8,2	10,3	0,009	0,7	0,03	0,03	0,4	5,1	5,7
Rešeto	povp.		351	7,8	7,7	0,008	0,5	0,02	0,02	0,5	4,8	5,4
	maks.		361	7,8	8,0	0,008	0,7	0,02	0,02	0,5	4,9	6,1
Zadnji kraj	povp.		370	8,1	8,6	<0,005	0,1	<0,02	0,02	0,3	4,0	4,5
	maks.		405	8,1	8,9	<0,005	0,2	<0,02	0,02	0,3	4,1	4,6
Lipsenščica	povp.		477	8,0	10,3	0,006	3,3	0,02	0,04	0,9	1,9	1,8
Lipsenj	maks.		510	8,1	11,3	0,006	3,5	0,02	0,06	0,9	1,9	2,1
Žerovniščica	povp.		512	8,1	12,0	0,014	3,4	0,28	0,08	1,2	1,8	1,5
Žerovnica	maks.		519	8,3	13,2	0,019	3,7	0,35	0,11	1,2	2,0	1,9
Martinjščica	povp.		467	8,1	9,7	0,129	7,2	0,15	0,40	2,1	2,7	2,1
Martinjak	maks.		481	8,2	11,3	0,320	9,0	0,37	0,77	2,3	2,8	2,7
Cerkniščica	povp.		506	8,2	9,0	0,100	2,3	0,96	0,58	1,6	2,5	2,8
Dolenja vas	maks.		517	8,4	13,0	0,400	2,7	2,08	1,22	3,2	2,7	3,5
Rak	povp.		438	8,2	11,0	0,012	4,3	<0,02	0,18	1,1	2,6	2,7
Mali nar. most	maks.		493	8,2	11,8	0,012	5,4	<0,02	0,39	1,2	3,2	3,5
Rak	povp.		384	7,9	10,0	0,011	2,6	0,94	0,09	0,6	2,6	2,3
Veliki nar. most	maks.		427	8,1	15,3	0,021	5,1	0,94	0,20	0,8	2,6	3,0

* podana je minimalna, ne povprečna vrednost vodostajev

Pritoki Žerovniščica, Grahovščica in Lipsenjščica prinašajo vodo z Bloške planote. Po površju pritečeta na Cerkniško polje Cerkniščica in Martinjščica. Na severnem 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 in Rešetu, od koder poteka najdaljša podzemna pot do izvirov pri Bistri. Zadnji kraj je od struge Stržena ločen, ekološko zanimiv predel Cerkniškega jezera, zato se vzorčuje tudi na tej lokaciji.

Nihanje vodne gladine na Cerkniškem jezeru je osnovni dejavnik, ki vpliva na večino procesov v ekosistemu. V času, ko Cerkniško polje, ki je poraščeno z bogato močvirsko vegetacijo, preplavlja voda, predstavljajo rastline naravni 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, njena kakovost pa je slabša kot v času večje ojezeritve.

V tabeli 19 so podani minimalni in maksimalni vodostaji na jezeru ter povprečna in maksimalna izmerjena električna prevodnost, vsebnost kisika, nitritnega, nitratnega in amonijevega iona, celotnega fosforja in kemijske potrebe po kisiku, skupni dušik in skupni organski ogljik na različnih lokacijah Cerkniškega jezera in pritokih ter reki Rak pri Velikem in Malem naravnem mostu v letu 2002.

Zaradi deževnega poletja v letu 2002, so bila nihanja vodne gladine v Cerkniškem jezeru manj izrazita kot prejšnja leta in izrazito sušnega, poletnega obdobja sploh ni bilo. Najnižji vodostaji so bili zabeleženi v začetku leta, v januarju in aprilu, najvišji pa v decembru. Tudi nihanje kakovosti je bilo zato v letu 2002 manj izrazito. Kakovost vode v jezeru je bila boljša od kakovosti pritokov. Najbolj onesnažena sta bila, kot že prejšnja leta, pritoka Cerkniščica in Martinjščica.

Vsebnost težkih kovin v pritokih in jezeru, je bila podobno kot prejšnja leta, večinoma pod mejo določljivosti. Občasno so bile v pritokih rahlo povečane vsebnosti bakra, niklja, svinca, cinka in kroma, na jezeru, na zajemnih mestih Dolenje jezero in Gorenje jezero, pa je bila občasno nekoliko povečana tudi vsebnost kadmija. Julija (3.7.02) je vsebnost suspendiranega bakra, na zajemnih mestih Stržen – Dolenje jezero, Rak pri Velikem naravnem mostu in Rak pri Malem naravnem mostu, preseгла mejno vrednost za baker 5µg/l.

Tabela 20: Saprobni indeksi v Cerkniškem jezeru, pritokih in Raku

Zajemno mesto	10.9.
Stržen – Gorenje jezero	1,91
Stržen – Dolenje jezero	1,82
Cerkniščica	2,06
Martinjščica	2,06
Žerovniščica	1,96
Lipsenjščica	1,81
Rak –Mali naravni most	1,77
Rak –Veliki naravni most	1,96

Legenda:

indeks	saprobna stopnja
1,00 - 1,50	<i>oligosaprobna</i>
1,51 - 1,80	<i>oligo do beta mezosaprobna</i>
1,81 - 2,30	<i>beta mezosaprobna</i>
2,31 - 2,70	<i>alfa do beta mezosaprobna</i>
2,71 - 3,20	<i>alfa mezosaprobna</i>
3,21 - 3,50	<i>alfa do polisaprobna</i>
3,51 - 4,00	<i>polisaprobna stopnja</i>

Koliformne bakterije fekalnega izvora so bile v Cerknjščici, Źerovniššici in Martinjššici prisotne ob vseh zajemih. V Źerovniššici je bilo njihovo število povečano v začetku julija (4.10.), v Cerknjščici in Martinjššici pa v oktobru in decembru. V jezeru bakterij fekalnega izvora ni bilo, ali pa so bile prisotne v zelo nizkih koncentracijah. Največje je bilo njihovo število v decembrskih vzorcih, vendar o fekalnem onesnaženju ne moremo govoriti.

Poleg bakterioloških, so bile v okviru bioloških analiz na Cerknjškem jezeru opravljene še saprobiološke analize, analize zooplanktona, fitoplanktona in makrofitov.

Vzorčenje za saprobiološke analize je bilo v letu 2002 opravljeno septembra. Saprobní indeksi so podani v tabeli 20. Rezultati saprobioloških analiz so bili podobni kot v preteklih letih. Na večini lokacij so bili prisotni organizmi značilni za betamezosaprobnó stopnjo oz. vode, ki ustrezajo II. kakovostnemu razredu. Najvišji saprobní indeks ($S_i=2,06$), smo določili v Cerknjščici za čistilno napravo in v Martinjššici po sotočju obeh krakov, kar je v skladu s fizikalno – kemijskimi analizami vode, ki na teh dveh lokacijah kažejo najhujše onesnaženje. Najnižji saprobní indeks ($S_i=1,77$), je bil določen v Lipsenjššici, ki jo uvrščamo v I. do II. kakovostni razred.

Tabela 21: Seznam makrofitov na različnih lokacijah Cerknjškega jezera v letu 2002

	Martinjššica	Źerovniššica	Lipsenjššica	Cerknjššica	Gorenje jezero	Dolenje jezero	Karlovica	Vodonos	Rešeto	Zadnji kraj	Rak Mali n.m.	Rak Veliki n.m.
<i>Alisma spp.</i>					2	2		1		2		2
<i>Batrachium trichophyllum</i>			3	2	2				3			
<i>Callitriche cophocarpa</i>			2									
<i>Caltha palustris</i>		P	P			1				2		
<i>Chara aspera</i>									2	2		
<i>Cinclidotus fontinaloides</i>			2								3	
<i>Cladophora sp.</i>		3	2	4	2	2	3					1
<i>Epilobium parviflorum</i>		P	P	P								
<i>Eupatorium cannabinum</i>	P		P						1			
<i>Eleocharis sp.</i>					1							
<i>Filipendula ulmaria</i>	P	P		P								
<i>Fontinalis antipyretica</i>		2	3									2
<i>Galeopsis speciosa</i>		P										
<i>Galium palustre</i>	P								1	2		
<i>Glyceria fluitans</i>			2		P,3							2
<i>Gratiola officinalis</i>									1	1		
<i>Hippuris vulgaris</i>					1	1						2
<i>Iris pseudacorus</i>	P	P						P		1		
<i>Juncus alpino-articulatus</i>					2							
<i>Leucojum aestivum</i>	P					2			1			
<i>Lycopus europaeus</i>		P							P			

Tabela 21: Seznam makrofitov na različnih lokacijah Cerknškega jezera v letu 2002

	Martinjščica	Žerovniščica	Lipsenjščica	Cerkniščica	Gorenje jezero	Dolenje jezero	Karlovljica	Vodonos	Rešeto	Zadnji kraj	Rak Mali n.m.	Rak Veliki n.m.
<i>Lysimachia vulgaris</i>	P											P
<i>Lythrum salicaria</i>	P	P	P		P				P			P
<i>Mentha aquatica</i>		P	2		2	2		2	2	2		
<i>Mentha longifolia</i>	P							P				
<i>Mougeotia</i> sp.			1	1		1						
<i>Myosotis scorpioides</i>		2	3		2	2	2	2	2	2		
<i>Myriophyllum spicatum</i>				1	1	2	2	2	2			2
<i>Nuphar lutea</i>						4						
<i>Phragmites australis</i>	P		P							4		
<i>Platyhipnidium riparioides</i>											2	
<i>Polygonum amphibium</i>	P			2	1			2	2	2		P
<i>Potamogeton crispus</i>		2	2	2	1	1	2					2
<i>Potamogeton lucens</i>						1						2
<i>Ranunculus reptans</i>						1						
<i>Ranunculus flamula</i>					1							
<i>Ranunculus lingua</i>										2		
<i>Rorippa amphibia</i>				P, 2	1	2		1	4	1		P
<i>Sagittaria sagittifolia</i>												2
<i>Schoenoplectus lacustris</i>					P	P			P	3		P
<i>Senecio paludosus</i>						2				2		
<i>Sium latifolium</i>				P	1	2		P	P	2		
<i>Sparganium erectum</i>	3	2	P	2			2		2			P,2
<i>Spirogyra</i> sp.			2						1			
<i>Teucrium scordium</i>						1		2	2	1		
<i>Typhoides arundinacea</i>	P	P							P			P
<i>Veronicaanagallis-aquatica</i>		2	2		3		2					

Pogostost pojavljanja rastlin je ocenjena po 5-stopenjski lestvici: 1- posamična, 2 - redka, 3 - zmerno prisotna, 4 - pogosta, 5 - prevladujoča vrsta. Rastline, vezane na breg, so označene kot prisotne (P). Pregledan je bil 50 m pas struge in brega na mestu vzorčevanja.

Tudi na razvoj vodnih in obvodnih rastlin na Cerknškem jezeru so v letu 2002 vplivale posebne hidrološke razmere, z višjimi vodostaji, kot v predhodnih letih. Posledica tega je bila, da se nekatere rastline niso pojavljale tako množično, nekatere pa smo našli le v vegetativni obliki, brez generativnih organov. Na lokaciji Dolenje jezero je prevladovala vrsta z natantnimi listi *Nuphar lutea*, rumeni blatnik, ki je prilagojena na precejšnjo globino vode. Množično

pojavljanje te vrste ob visokem vodostaju, pa je preprečevalo razširjanje potopljenim makrofitom, kasneje ko se je vodostaj znižal. Pojavljanje kodravega dristavca, *Potamogeton crispus*, je bilo spet razmeroma skromno (posamično do redko). Vrsta *Potamogeton lucens*, bleščeči dristavec, je bila navadno bolj uspešna v zgodnji vegetacijski sezoni, tokrat pa je bil vodostaj še zelo visok, zato so bile razmere manj ugodne za njen razvoj. Tako se je na lokaciji Dolnje jezero, pojavila le za kratek čas. Vrsti *Senecio paludosus*, močvirski grint in *Sium latifolium*, širokolisna koščica, sta se pojavljali prav tako pogosto kot prejšnje leto. Obe vrsti sta na Rdečem seznamu ogroženih praprotnic v Sloveniji, med ranljivimi vrstami. Na splošno je bil Stržen pri Dolenjem jezeru z makrofiti revnejši kot v letu 2001. Podobno lahko trdimo za Stržen pri Gornjem jezeru, kjer je bila pogostost posameznih vrst manjša kot prejšnje leto, nekatere vrste pa so se le pojavile in izginile. Prevladovala je vrsta *Glyceria fluitans*, plavajoča sladika, ki smo jo našli celo izven vegetacijskega obdobja. Zanimiva lokacija je Zadnji kraj, ki se od vseh preiskovanih lokacij najprej izsuši. Poleg navadnega trsa in jezerskega bička se tu pojavljajo številne vrste, ki imajo amfibijski značaj. Na tej lokaciji moramo omeniti predvsem vrsto *Ranunculus lingua*, ki sodi med ranljive vrste.

Večja diverzitetata rastlin je bila določena v pritokih. Ob nizkem vodostaju poleti so bile na večini lokacij prisotne tudi nitaste alge, ki so kompetitivno uspešnejše od višjih vodnih rastlin in motijo njihov razvoj. Od pritokov je bila tudi v letu 2002 najbolj poraščena Lipsenjščica, čeprav manj kot v preteklem letu. Tako kot na večini ostalih lokacij je bila tudi v Raku v letu 2002 pestrost makrofitov nekoliko manjša. Na prehodu voda - kopno smo našli številne močvirske vrste, katerih pojavljanje je manj spremenljivo.

Vzorčevanje fitoplanktona v letu 2002 je potekalo na različnih lokacijah jezera trikrat ali štirikrat, odvisno od hidrološkega stanja. Od skupaj 54 vrst, ki smo jih določili, jih 30 uvrščamo med prave planktonske vrste. Najbolj raznovrstne so bile kremenaste alge (*Bacillariophyceae*), ki so bile zastopane z 21 vrstami in zelene alge (*Chlorophyta*) z 19 vrstami, sledijo predstavnice ognjenih alg (*Dynophyta*) s 6 vrstami, cianobakterije (*Cyanophyta*) s 4 vrstami, zlatorjave alge (*Chrysophyceae*) z 2 vrstama in tudi euglene (*Euglenophyta*) z 2 vrstama. Stabilnejša planktonska združba je vezana na lokacije, ki ostanejo izven struge Stržena ojezerjene dalj časa, kot so npr. Rešeto, Vodonos in Zadnji kraj ter v poletnih mesecih tudi Dolenje jezero. Na teh mestih se lahko razvije številnejša populacija iz rodu *Dinobryon*. Na lokaciji Rešeto so istočasno pogoste tudi vrste rodu *Peridinium*.

Tabela 22: Vsebnost klorofila-a na različnih lokacijah Cerknškega jezera v letu 2002

Lokacija	28.02.	03.04.	10.09.	06.12.
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Stržen – Dolenje jezero	0,2	8,7	7,2	0,2
Stržen – Gorenje jezero	0,4	0,6	1,1	0,3
Zadnji kraj	0,3	1,0	0,9	0,4
Rešeto	-	1,0	-	0,6
Vodonos	-	1,0	2,9	-

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

Najmanj fitoplanktonskih vrst je prisotnih v Gornjem jezeru, kjer ima lokacija povsem rečni značaj, kar zavira razvoj fitoplanktona. Nekatere vodilne fitoplanktonske vrste se pojavljajo vsako leto (*Dinobryon*, *Peridinium*, *Cyclotella*, *Synedra*).

Koncentracije klorofila a kažejo, kolikšna je produktivnost fitoplanktona. Kot leta 2001 smo maksimalne vsebnosti klorofila tudi v letu 2002 določili na Dolenjem jezeru (Tabela 22). Vsebnost klorofila je bila povišana tako ob spomladanskem vzorčenju, v aprilu (8,7µg/l), kot

tudi ob jesenskem vzorčenju, v septembru (7,2 µg/l). V zimskih mesecih so bili na vseh lokacijah prisotni le maloštevilni posamezni predstavniki fitoplanktona, kar kažejo tudi nizke vsebnosti klorofila.

Osnovna značilnost zooplanktona na Cerkniškem jezeru v letu 2002, je bila velika vrstna pestrost in majhna številčnost populacij, kar je primerljivo z razmerami v letih 1998 in 1999. Na štirih lokacijah je bilo določenih 24 vrst vodnih bolh ter ceponožnih rakov. Več kot polovica vseh ugotovljenih vrst spada med bentoške organizme. Med vodnimi bolhami so bile prave planktonske vrste samo 4, med ceponožci pa le 3. V letu 2002 je bila ponovno prisotna vrsta *Eudiaptomus hadzici*, ki je v prejšnjih dveh letih nismo našli, ponovno pa se v vzorcih ni pojavila vodna bolha *Polyphemus pediculus*, ki je v Sloveniji znana le s Cerkniškega jezera in vrsta *Heterocope saliens*, ki spada med zelo velike ceponožce. Vzroke za njihovo odsotnost je treba še raziskati. Kljub temu velika vrstna pestrost planktonskih in bentoških rakov, na vseh lokacijah, odraža okolje, ki jim nudi ugodne pogoje za razvoj.

3.4. Umetni zadrževalniki

Šmartinsko jezero je umeten zadrževalnik, ki je nastal z zaježitvijo Koprivnice na lokaciji Loče pri Celju leta 1970. Prvi ogled in vzorčenje smo opravili 24. 6., po daljšem obdobju vročega, poletnega vremena, brez padavin. Meritve smo opravili iz stolpa pri pregradi, kjer je tudi iztok akumulacije. Barva vode v akumulaciji je bila rjavo zelena, prosojnost je znašala 1,5 m, vsebnost klorofila-a na površini pa 5 µg/l, kar kaže, da je bila produktivnost rastlinskega planktona v času vzorčenja zmerna. Tudi razporeditev in vsebnost kisika je pokazala, da produkcija fitoplanktona v času vzorčenja ni bila zelo intenzivna. Koncentracija kisika je bila največja na globini 3 m, kjer smo izmerili 9,1 mg O₂/l in 110 % nasičenost s kisikom. Vsebnost kisika se je že na globini 4 m zmanjšala na 6,3 mg/l, na dnu zajetja (7,5 m) pa smo izmerili le še 1,2 mg O₂ /l in 10 % nasičenost. V kvalitativnem vzorcu fitoplanktona so bile prisotne tako diatomeje (Bacillaryophyceae), ki so značilne še za spomladansko obdobje, ko voda v zajetju še ni temperaturno homogena in tudi značilni poletni predstavniki, ognjene (Dynophyta) in zelene alge (Chlorophyta). Med cianobakterijami (Cyanophyta) je bila najpogostejša vrsta *Microcystis aeruginosa*. Precej pogosti so bili tudi predstavniki euglen (Euglenophyta), ki so indikatorji organskega onesnaženja iz gnojišč.

Slivniško jezero je nastalo leta 1975 po zaježitvi Voglajne v Tratni pri Šentjurju ob Celju. Vodni zadrževalnik služi kot zaščita pred poplavami. Voda iz zadrževalnika se ni nikoli uporabljala kot tehnološka voda za Železarno Štore, kot je bilo prvotno načrtovano. Prvi ogled in vzorčenje smo opravili 24. 6. 2002. Zgornja polovica zadrževalnika je bila bujno porasla z vodnimi rastlinami, med katerimi je bila prevladujoča vrsta vodni orešek, *Trapa natans*. Tudi na prehodu kopnega v vodo so vodne in močvirske rastline tvorile raznovrstne, bogate sestoje. Obraščenost z makrofiti je bila v spodnjem delu zadrževalnika, zaradi bolj strme in z gozdom porasle obale, manjša. Meritev s sondo zaradi okvare nismo opravili, vzorce za klorofil-a in fitoplankton pa smo zajeli na iztoku pod pregrado. Vsebnost klorofila-a je znašala 7,4 µg/l, kar kaže na zmerno produkcijo rastlinskega planktona v zajetju. Med fitoplanktonom so bili pogosti predstavniki evglen (Euglenophyta) ter zelenih (Chlorophyta) in ognjenih alg (Dynophyta). Tudi cianobakterije (Cyanophyta) in diatomeje (Bacillaryophyceae) so bile zastopane z več vrstami.

Pernica I in Pernica II sta največja vodna zadrževalnika v zgornji dolini Pesnice, kjer je še več manjših zajetij oz. ribnikov. Nastala sta z zaježitvijo Pesnice leta 1967. Zadrževalnika ločuje ozka pregrada, po kateri je speljana cesta. Probližno na sredini pregrade je kanal, ki ju povezuje in kjer smo 13.8. zajeli vzorce za analizo klorofila in fitoplanktona. Zaradi obilnih padavin je bil vodostaj visok. Barva vode je bila blede zelena, prosojnost je znašala 0,75 m, vsebnost klorofila

pa 112 µg/l. Med fitoplanktonom so prevladovale zelene alge (Chlorophyta) in evglenofiti (Euglenophyta). Prisotnost diatomej kaže na sorazmerno dinamičnost zajetja.

Ledavsko jezero je vodni zadrževalnik, ki je nastal leta 1976 z izgradnjo pregrade na Ledavi, ob naselju Krašči, z namenom zavarovanja kmetijskih površin pred poplavami. Prvi ogled in vzorčenje smo opravili 13.8. po obilnem dežju (poplave). Opazili smo, da je zaradi zaraščanja površina zadrževalnika precej manjša, kot je vrisano na zemljevidu. Tudi oblika zadrževalnika je drugačna. Vzorčevali smo iz stolpa ob iztoku., kjer je globina vode znašala samo 1,5 m. Zaradi cvetenja cianobakterije *Aphanizomenon flos-aquae* je bila prosojnost ob stolpu zmanjšana na komaj 0,2 m. Značilna, modro-zelena prevleka iz nakopičenih cianobakterij se je raztezala po površini, vzdolž cele južne obale ob pregradi. Vsebnost klorofila je znašala kar 1039,2 µg/l. Voda v zadrževalniku je bila temperaturno homogena. Vsebnost kisika na dnu zadrževalnika je bila podobna kot na površini. Nasičenost s kisikom kljub »cvetenju« ni presegla 80%, kar je značilno za cianobakterije. Poleg vrste *Aphanizomenon flos-aquae*, ki je predstavljala večino (>95%) biomase fitoplanktona, so bile druge fitoplanktonske vrste redke.

Gajševsko jezero je večji zadrževalnik na Ščavnici, blizu Ljutomera. Vodno zajetje je plitvo in se postopno zarašča, kar kažejo porasli otočki sredi vode, ki so bili vidni kljub izredno visoki vodi (13.8.). Poleg močvirnih rastlin smo ob bregu opazili tudi prave podvodne makrofite (*Myriophyllum sp.*). Vzorce za klorofil in fitoplankton smo zajeli ob iztoku pod pregrado, zato podatki o vsebnosti kisika ne veljajo za jezero. Vsebnost klorofila a je znašala 41,0 µg/l, prevladovale pa so, podobno kot v Pernici, zelene alge (Chlorophyta) in evglenofiti (Euglenophyta).

Akumulacija **Ptujsko jezero** je največja akumulacija na Dravi v Sloveniji, z obsežnim vplivnim območjem. Akumulacijo smo si ogledali 13.8. in iz pomola pri Rancarskem društvu zajeli vzorce za analizo klorofila in fitoplanktona. Akumulacija je bila zaradi poplav polna naplavin in kalna. Med planktonom so prevladovale diatomeje, kar je značilnost rečnih akumulacij, kjer je pretočnost večja.

Klivnik in Molja sta večji vodni zajetji, ki ležita drugo za drugim, skrita med brkinskimi griči blizu Ilirske Bistrice. Zajetje Molja je nastalo leta 1979 za pregrado Molja, na levem pritoku reke Reke, zgornje zajetje Klivnik pa po izgradnji pregrade Klivnik, leta 1987 na istem vodotoku, gorvodno. Zajetji smo si ogledali 4. 10.. Na iztoku Klivnik in iztoku Molja smo zajeli vzorce za analize klorofila a in fitoplanktona. Na zgornjem zajetju Klivnik, ki nas je presenetil z veliko prosojnostjo, je vsebnost klorofila a znašala 2,9 µg/l, na spodnjem, kjer je bila prosojnost manjša in voda zeleno rjavo obarvana pa 8,8 µg/l. Tudi vrstna sestava fitoplanktona v obeh zadrževalnikih je bila različna. Nizka produktivnost in tudi prevladujoča vrsta (*Ceratium hirundinella*) v zgornjem zadrževalniku kaže, da je vsebnost hranil majhna in ekološki potencial zadrževalnika velik, moteči so le neporasli robovi, ki kažejo na velika nihanja vodne gladine. Vsebnost hranil v spodnjem zadrževalniku je večja, kar kaže večja pogostost zelenih alg (Chlorophyta), cianobakterij (Cyanophyta) in euglen (Euglenophyta).

4. OCENA KAKOVOSTI JEZER V LETU 2002

Zaradi vključevanja Slovenije v EU prihaja tudi na področju ocenjevanja kakovosti jezer do nekaterih sprememb, čeprav te niso tako velike kot pri drugih površinskih vodah. Kakovost naravnih in umetnih jezer namreč že zdaj ocenjujemo po mednarodnih OECD kriterijih (14), ki jezera na osnovi fizikalno kemijskih in bioloških dejavnikov uvrščajo v pet kakovostnih razredov – trofičnih stopenj. Tudi po Okvirni vodni smernici (Water Framework Directive), ki je ključni dokument s področja upravljanja z vodami, se bo zelo dobro, dobro,

zmerno, revno in slabo ekološko stanje vodnih teles določalo po petstopenjski lestvici, na osnovi izbranih hidroloških, fizikalno - kemijskih in bioloških elementov kakovosti, ki bodo izbrani za posamezno vodno telo, glede na obremenitve (Tabela 23). Pri umetnih zajetjih in akumulacijah, oz. umetno spremenjenih vodnih telesih, se bo na osnovi istih elementov kakovosti, določalo ekološki potencial, ki bo lahko višji, dober, zmeren, reven in slab. V procesu interkalibracije, ki je predvidena v prihodnjih letih, se bo obstoječi način ocenjevanja kakovosti moral prilagoditi novim zahtevam in različnim tipom vodnih teles, tako, da bo ocena stanja enotna in primerljiva med vsemi državami članicami.

Tabela 23: Elementi kakovosti po Okvirni vodni smernici (WFD)

Biološki	Hidromorfološki	Fizikalno-kemijski
Fitoplankton	Pretočnost	Toplotne razmere
Drugo vodno rastlinstvo	Hidrologija	Kisikove razmere
Veliki nevretenčarji	Morfologija	Slanost
Ribe		Stanje hranil
		Stanje zakisljevanja
		Druga onesnaževala
		Prednostne snovi

Po OECD kriterijih, (povprečna letna vsebnost celotnega anorganskega dušika, povprečna letna vsebnost celotnega fosforja, povprečna letna in maksimalne vsebnost klorofila a, ter povprečna in minimalna prosojnost jezera, ki jo merimo s Secchi-jevo ploščo), se jezera uvršča v pet trofičnih stopenj, med ultraoligotrofna, oligotrofna, mezotrofna, eutrofna in hipereutrofna jezera. Od frekvence meritev in števila vzorcev po globinski vertikali je odvisno, kako izračunano letno povprečje ustreza dejanskim razmeram in končni oceni stanja v posameznem letu.

Na osnovi OECD kriterijev smo Blejsko jezero v letu 2002, podobno kot prejšnja leta, uvrstili med mezotrofna - zmerno onesnažena, jezera, z zmerno količino hranilnih snovi in zmerno produktivnostjo primarnih producentov. Tudi Bohinjsko jezero že več let zapored uvrščamo med oligotrofna jezera – čista jezera, z zmerno količino hranilnih snovi in zmerno produktivnostjo primarnih producentov. Čeprav je ocena stanja v nizu let enaka, nam nekateri drugi dejavniki (vrstna sestava fitoplanktona, razaraščanje makrofitov, bilanca hranilnih snovi, vsebnost kisika) kažejo, da so med posameznimi leti očitne razlike, ki so zlasti v primeru Blejskega jezera precejšnje.

V primeru Cerknškega 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 Cerknškem 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 Cerknškega jezera smo ocenili na podlagi fizikalnih in kemijskih analiz, vrednosti saprobnega indeksa in drugih bioloških analiz. V letu 2002 smo tudi najbolj onesnažena pritoka Martinjščico in Cerknjščico uvrstili v 2. kakovostni razred, ki sta v prejšnjih letih kazala slabše stanje. Tudi ostali pritoki, Rak in Stržen sodijo v 2. kakovostni razred. Samo pritok Lipsenjščica je bil, kot že prejšnja leta uvrščen v 1. do 2. kakovostni razred.

Stanja umetnih zadrževalnikov, ki smo si jih prvič ogledali v letu 2002, zaradi premalo podatkov, še ne moremo oceniti. Kljub temu je nekaj osnovnih analiz že nakazalo problematiko posameznega zadrževalnika. Večinoma so vsi pregledani zadrževalniki preobremenjeni s

hranilnimi in organskimi snovi iz komunalno neurejenih naselij in prispevnih kmetijskih površin.

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 Comittee, 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 Comittee, UNEP, (1990)
14. Eutrophication of waters, Monitoring, Assesment and Control Anon, OECD Paris, (1982)