



KAKOVOST JEZER V LETU 2009



Ljubljana, junij 2010



KAKOVOST JEZER V LETU 2009

Priprava poročila:

mag. Špela Remec-Rekar

Ureditev:

Edita Sodja

Priprava kart:

Petra Krsnik

mag. Mojca Dobnikar Tehovnik

dr. Silvo Žlebir

VODJA SEKTORJA

GENERALNI DIREKTOR



Podatki objavljeni v poročilu so rezultat kontroliranih meritev v mreži za spremljanje kakovosti voda v Sloveniji in imajo javnopravni pomen (uradni podatki).

Poročilo in podatki so zaščiteni po določilih avtorskega prava, tisk in uporaba podatkov sta dovoljena le v obliki izvlečkov z navedbo vira.

ISSN 1855-0843

Deskriptorji: Slovenija, jezera, zadrževalniki, eutrofikacija, ekološko stanje, kemijsko stanje, kriteriji za oceno ekološkega in kemijskega stanja jezer

Descriptors: Slovenia, lakes, reservoirs, eutrophication, ecological status, chemical status, criteria for assessment



KAZALO

1	UVOD	1
2	PROGRAM MONITORINGA	2
3	METODE	4
4	VREDNOTENJE KEMIJSKEGA IN EKOLOŠKEGA STANJA JEZER	8
5	STANJE JEZER IN ZADRŽEVALNIKOV	13
5.1	Kemijsko stanje	13
5.2	Ekološko stanje	16
5.2.1	Blejsko jezero.....	16
5.2.2	Bohinjsko jezero.....	21
5.2.3	Velenjsko jezero.....	25
5.2.4	Zadrževalniki in akumulacije.....	27
6	VIRI	35



TABELE

Tabela 1:	Vodna telesa vključena v program monitoringa stanja jezer v letu 2009.....	2
Tabela 2:	Pregled programa monitoringa kakovosti jezer v letu 2009.....	3
Tabela 3:	Merilni principi, standardi, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) za fizikalno - kemijske analize v KAL- ARSO v letu 2009.....	4
Tabela 3a:	Merilni principi, standardi, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) za fizikalno-kemijske analize na ZZV Maribor v letu 2009.....	5
Tabela 3b:	Merilni principi, standardi, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) za fizikalno-kemijske analize na IJS v letu 2009.....	8
Tabela 4:	Parametri, metodologije in standardni postopki za vzorčenje in določanje stanja bioloških elementov kakovosti	8
Tabela 5:	Parametri kemijskega stanja z okoljskimi standardi kakovosti (OSK)	9
Tabela 6:	Povzetek metod vrednotenja ekološkega stanja jezer s posameznimi biološkimi elementi v Sloveniji v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES)	10
Tabela 7:	Mejne vrednosti razredov ekološkega stanja za biološke elemente kakovosti jezer.....	11
Tabela 8 :	Splošni fizikalno – kemijski elementi za jezera z mejnimi vrednostmi za ES	11
Tabela 9:	Mejne vrednosti za dobro in zmerno ekološko stanje za posebna onesnaževala.....	12
Tabela 10:	Kemijsko stanje jezer in zadrževalnikov v letu 2009	14
Tabela 11:	Ocena trofičnosti Blejskega jezera v letu 2009 na osnovi fitoplanktona	19
Tabela 12:	Splošni fizikalno - kemijski parametri in klorofil a v Blejskem jezeru v obdobju 2007 - 2009 ...	20
Tabela 13:	Povprečna vsebnost celotnega fosforja v pritoku Mišca.....	20
Tabela 14:	Ocena trofičnosti Bohinjskega jezera v letu 2009 na osnovi fitoplanktona.....	22
Tabela 15:	Splošni fizikalno - kemijski parametri in klorofil a v Bohinjskem jezeru v obdobju 2007 - 2009	24
Tabela 16:	Ekološko stanje Velenjskega jezera na osnovi posebnih onesnaževal in splošnih fizikalno-kemijskih parametrov	25
Tabela 17:	Posebna onesnaževala v Velenjskem jezeru v letu 2009	26
Tabela 18:	Izmerjeni in izračunani parametri stanja fitoplanktona v Velenjskem jezeru 2009	27
Tabela 19:	Vrednotenje fitoplanktona v razred ekološkega stanja za Velenjsko jezero v letu 2009	27
Tabela 20:	Splošni fizikalno - kemijski parametri in klorofil a v Velenjskem jezeru v obdobju 2008 - 2009	27
Tabela 21:	Ocena ekološkega stanja zadrževalnikov v letu 2009 na osnovi posebnih onesnaževal in splošnih fi-ke parametrov	30
Tabela 22:	Presežene vrednosti okoljskih standardov za posebna onesnaževala v zadrževalnikih v letu 2009	32
Tabela 23:	Povprečni biovolumen fitoplanktona in vsebnost klorofila a v zadrževalnikih v obdobju 2008 - 2009	33
Tabela 24:	Povprečne vrednosti celotnega fosforja in anorganskega dušika v zadrževalnikih v letu 2008 in 2009	34



GRAFI

Graf 1: Trend naraščanja biovolumna fitoplanktona v Blejskem jezeru v obdobju 2005 -2009	17
Graf 2: Razporeditev kisika v Blejskem jezeru v letu 2009.....	20
Graf 3: Delež različnih taksonomskih skupin fitoplanktona v Bohinjskem jezeru v letu 2009	23
Graf 4: Povprečni biovolumen fitoplanktona v Bohinjskem jezeru v obdobju 2005 - 2009	23
Graf 5: Razporeditev kisika v Bohinjskem jezeru v letu 2009.....	24
Graf 6: Razporeditev kisika v Velenjskem jezeru v letu 2009.....	26
Graf 7 in Graf 8: Razporeditev kisika v zadrževalniku Vogršček in Šmartinskem jezeru v letu 2009	32
Graf 9: Triazinski pesticidi v zadrževalnikih SV Slovenije v letu 2008 in 2009.....	33

KARTE

Karta 1: Kemijsko stanje jezer in zadrževalnikov v letu 2009.....	15
Karta 2: Ekološko stanje jezer in zadrževalnikov na osnovi splošnih fizikalno-kemijskih parametrov in posebnih onesnaževal.....	31



POVZETEK

V program spremljanja ekološkega in kemijskega stanja jezer je bilo v letu 2009 vključenih 12 vodnih teles in sicer 2 naravni jezera, 9 zadrževalnikov in 1 umetno jezero. Nadzorni monitoring, ki je namenjen oceni celovitega ekološkega stanja, in sledenju dolgoročnih sprememb, je potekal na obeh naravnih jezerih, Blejskem in Bohinjskem. Presihajoče Cerkniško jezero, ki ima več značilnosti vodotokov kot stalnih jezer, je bilo vključeno v program spremljanja stanja površinskih vodotokov. Na umetnem Velenjskem jezeru in zadrževalnikih, ki imajo status kandidatov za močno preoblikovana vodna telesa pa je potekal operativni monitoring, naravnani na spremljanje trofičnih razmer in ugotavljanje prisotnosti nekaterih posebnih onesnaževal. V vodnem območju Donava je monitoring potekal na Šmartinskem, Slivniškem, Perniškem, Ledavskem, Gajševskem in Ptujskem jezeru, v vodnem območju Jadransko morje pa na zadrževalnikih Klivnik, Mola in Vogršček.

Kemijsko stanje se je v letu 2009 ugotavljalo na Šmartinskem in Ptujskem jezeru. Na Ptujskem jezeru je bila presežena povprečna letna in tudi največja dovoljena koncentracija za tributilkositrove spojine (Uredba o stanju površinskih voda, Ur.l.RS 14/09), zaradi česar je bilo kemijsko stanje Ptujskega jezera ocenjeno kot slabo. Na ostalih jezerih in zadrževalnikih se parametrov kemijskega stanja, oziroma prednostnih snovi ni spremljalo. Kemijsko stanje je bilo ovrednoteno kot dobro na osnovi podatkov Uradne evidence Agencije RS za okolje o emisijah snovi in toplote v vodno okolje, ki ne kažejo obremenitev s prednostnimi snovi. Po teh kriterijih je kemijsko stanje Blejskega, Bohinjskega, Velenjskega, Šmartinskega, Slivniškega, Perniškega, Ledavskega, in Gajševskega jezera ter zadrževalnikov Klivnik, Mola in Vogršček dobro.

Ekološko stanje Blejskega in Bohinjskega jezera v letu 2009 je ovrednoteno le na osnovi fitoplanktona, ki opredeljuje trofične razmere v jezeru. Stanje Bohinjskega jezera je bilo ocenjeno kot zelo dobro, stanje Blejskega jezera pa kot zmerno, kar je za obe jezera enako oceni za obdobje 2006 - 2008. Ocena stanja za Blejsko jezero le za 0,03 odstotka od mejne vrednosti za dobro stanje, kar pomeni, da je dejansko stanje fitoplanktona v Blejskem jezeru na meji med zmernim in dobrim. Kljub temu je ocena resno opozorilo za uvedbo ustreznih ukrepov, ki bi zmanjšali obremenjevanje Blejskega jezera s hranili. Tudi zaradi vsebnosti kisika v hipolimniju pod 1mg O₂/L, ki je bila izmerjena ob vzorčenju v juliju in septembru, Blejsko jezero ne dosega dobrega stanja.

Kriteriji za oceno **ekološkega potenciala** so v pripravi, zato v letu 2009 ekološkega potenciala zadrževalnikov in umetnega Velenjskega jezera na osnovi bioloških elementov še ni bilo možno ovrednotiti. Ustreznost vodnih teles, ki imajo trenutno še vedno status kandidatov za močno preoblikovana vodna telesa (kMPVT) se lahko ovrednoti samo na osnovi kriterijev za splošne fizikalno - kemijske parametre in posebna onesnaževala. **Analize posebnih onesnaževal** v letu 2009 so pokazale, da zahtevam dobrega stanja ne ustreza **Velenjsko, Perniško in Gajševsko jezero**. Podobno kot v prejšnjih letih je bila tudi v letu 2009 v Velenjskem jezeru presežena povprečna letna vrednosti za sulfat, kobalt in molibden, v Perniškem in Gajševskem jezeru pa povprečna letna vrednosti za triazinski pesticid metolaklor. Povišana povprečna vsebnost metolaklora je bila določena tudi v Šmartinskem, Slivniškem in Ledavskem jezeru, vendar ni presegla mejne vrednosti za dobro stanje.

V Uredbi o stanju površinskih voda (Ur.l.RS 14/09) so mejne vrednosti za dobro stanje med splošnimi fizikalno - kemijskimi parametri podane samo **za vsebnost kisika v hipolimniju**. Parameter je primeren le za oceno stanja globokih jezer, v plitvih zadrževalnikih pa zaradi stalnega mešanja vode, do pomanjkanja kisika ne prihaja. Vrednosti pod 1mg O₂/L so bile izmerjene v hipolimniju **Velenjskega jezera**, na dnu **Šmartinskega jezera** in zadrževalnika **Vogršček**. Pomanjkanje kisika je bilo najizrazitejše v Velenjskem jezeru, kjer je bila vsebnost kisika v hipolimniju in večjem delu metalimnija do globine 15 m celo leto manj kot 1mg/L.



1 UVOD

Spremljanje ekološkega in kemijskega stanja jezer je del državnega (imisijskega) monitoringa kakovosti površinskih voda, ki se izvaja na osnovi 62. in 63. člena Zakona o vodah (Uradni list RS, št. 67/02, 57/08) ter 96. in 99. člena Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/2006), v skladu z Uredbo o stanju površinskih voda (Ur.l.RS 14/09) in Pravilnikom o monitoringu stanja površinskih voda (Ur.l.RS 10/09) na naravnih in umetnih jezerih oz. zadrževalnikih, s površino nad 0,5 km².

Pri izvedbi celotnega programa je sodelovalo šest inštitucij, Agencija Republike Slovenije za okolje, Nacionalni inštitut za biologijo, Ljubljana, Zavod za zdravstveno varstvo, Maribor, Oddelek za biologijo, Biotehnične fakultete, Univerze v Ljubljani, Institut »Jožef Stefan« in Inštitut za ekološke raziskave ERICo Velenje.

Naloge **AGENCIJE REPUBLIKE SLOVENIJE (ARSO)**, ki jih je opravil Urad za hidrologijo in stanje okolja Sektor za kakovost voda, Kemijsko analitski laboratorij (KAL) in Biološki laboratorij Bled, so v letu 2009 obsegale:

- pripravo programa za spremljanje stanja jezer
- vzorčenje in analize splošnih, podpornih fizikalno-kemijskih parametrov vode za določanje ekološkega stanja jezer v Blejskem in Bohinjskem jezeru ter zadrževalnikih Klivnik, Mola in Vogršček
- vzorčenje in analize fitoplanktona s klorofilom-a v Blejskem, Bohinjskem Velenjskem in Družmirskem jezeru, zadrževalnikih Klivnik, Molja ter akumulaciji Ptujsko jezero v skladu z Metodologijo vzorčenja in laboratorijske obdelave fitoplanktona za vrednotenje ekološkega stanja jezer v Sloveniji
- koordinacijo z zunanjimi izvajalci monitoringa in zbiranje vseh podatkov
- izdelavo končnega poročila o stanju jezer

Naloge, ki jih je v letu 2009 opravil **NACIONALNI INŠTITUT ZA BIOLOGIJO, LJUBLJANA** po pogodbi št. 2523-09-500175 so obsegale:

- vzorčenje in analize fitoplanktona ter klorofila-a v Šmartinskem, Slivniškem, Perniškem, Gajševskem in Ledavskem jezeru ter akumulaciji Vogršček v skladu z Metodologijo vzorčenja in laboratorijske obdelave fitoplanktona za vrednotenje ekološkega stanja jezer v Sloveniji
- vzorčenje in analize bentoških diatomej – fitobentosa v Velenjskem in Slivniškem jezeru v skladu z Metodologijo vzorčenja in laboratorijske obdelave bentoških diatomej in makrofitov za vrednotenje ekološkega stanja jezer v Sloveniji

Naloge, ki jih je v letu 2009 opravil **ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO, MARIBOR, Inštitut za varovanje okolja** po pogodbi št. 2523-09-500129 so obsegale:

- vzorčenje in osnovne fizikalno kemijske analize Velenjskega, Ptujkega, Šmartinskega, Slivniškega, Perniškega, Ledavskega in Gajševskega jezera
- vzorčenje in kemijske analize prednostnih snovi in posebnih onesnaževal (Priloga 1 in 8) Uredbe o kemijskem stanju površinskih voda (Ur.l.RS.14/2009) v posameznih zadrževalnikih po programu.

Naloge, ki jih je v letu 2009 opravil **ODDELEK ZA BIOLOGIJO, Biotehnične fakultete Univerze v Ljubljani** po pogodbi št. 2523 – 09 – 500212 so obsegale:

- vzorčenje in analize makrofitov v Blejskem, Bohinjskem in Slivniškem jezeru v skladu z Metodologijo vzorčenja in laboratorijske obdelave bentoških diatomej in makrofitov za vrednotenje ekološkega stanja jezer v Sloveniji.
- vzorčenje in analize bentoških nevretenčarjev v Velenjskem jezeru v skladu z Metodologijo vzorčenja in laboratorijske obdelave bentoških nevretenčarjev za



vrednotenje ekološkega stanja jezer v Sloveniji

Naloge, ki jih je v letu 2009 opravil **Inštitut »Jožef Stefan«** po pogodbi št. 2523 – 09 – 500176 so obsegale:

- analize živega sreba in tributilkositrovih spojin v Ptujskem jezeru

Z **Inštitutom za ekološke raziskave ERICo v Velenju** se je v letu 2009 na osnovi pogodbe o strokovnem sodelovanju opravilo skupne zajeme in izmenjalo podatke o stanju Velenjskega jezera.

Poročilo o kakovosti jezer v letu 2009 obsega pregled programa z realizacijo, pregled uporabljenih metod in kjer je to izvedljivo oceno kemijskega ter ekološkega stanja jezer. V poročilu so prikazani podatki, ki presegajo okoljske standarde za dobro stanje, podrobni podatki opravljenih analiz pa so v priloženi zgoščenki.

2 PROGRAM MONITORINGA

V program spremljanja kakovosti jezer so bila v letu 2009 vključena vsa jezera, zadrževalniki in rečne akumulacije s površino nad 0,5 km², ki so po Pravilniku o določitvi in razvrstitvi vodnih teles površinskih voda (Ur.l. št.63/2005) samostojna vodna telesa. V vodnem območju Donave so bila v program spremljanja stanja jezer vključena Blejsko, Bohinjsko, Velenjsko, Šmartinsko, Slivniško, Perniško, Gajševsko, Ledavsko, Ormoško in Ptujsko jezero, v Vodnem območju Jadrana pa zadrževalniki Klivnik, Mola in Vogršček. (Tabela 1)

Tabela 1: Vodna telesa vključena v program monitoringa stanja jezer v letu 2009

Šifra VT	Tip VT	Ime	Površina	Vol.	globina	V zem.	S zem.
			km ²	m ³ 10 ⁶	m	širina	dolžina
SI1128VT	J	Blejsko jezero	1,43	25,7	31 maks.	135820	430175
SI112VT3	J	Bohinjsko jezero	3,28	92,5	45 maks.	127125	413625
SI1624VT	UVT	Velenjsko jezero	1,35	25	55 maks.	136895	507222
SI1668VT	kMPVT	Šmartinsko jezero	1,07	6,5	6 povp.	125854	520356
SI168VT3	kMPVT	Slivniško jezero	0,84	4	5 povp.	116325	535496
SI38VT34	kMPVT	Perniško jezero	1,23	3,4	<3 povp.	160431	556249
SI442VT12	kMPVT	Ledavsko jezero	2,18	5,7	>3 povp.	178646	579850
SI434VT52	kMPVT	Gajševsko jezero	0,77	2,6	<3 povp.	154883	586581
SI3VT5172	kMPVT	Ptujsko jezero	3,5	19,8	6 povp.	138715	571655
SI5212VT1	kMPVT	Klivnik	0,36	4,3	12 povp.	46310	435950
SI5212VT3	kMPVT	Mola	0,68	4,3	6 povp.	43839	437758
SI64804VT	kMPVT	Vogršček	0,82	8,5	20 maks.	85413	401524

J - naravna jezera

kMPVT - kandidati za močno preoblikovana vodna telesa

UVT - umetno vodno telo

Med naštetimi vodnimi telesi obeh vodnih območij sta Blejsko in Bohinjsko jezero edini naravni jezera. Presihajoče Cerknjsko jezero, ki ima več značilnosti vodotokov kot stalnih jezer, pa je bilo vključeno v program spremljanja stanja površinskih vodotokov. Vsa ostala vodna telesa vključena v program monitoringa kakovosti jezer, z izjemo umetnega Velenjskega jezera, so še vedno kandidati za močno preoblikovana vodna telesa (kMPVT).



Mrežo vzorčnih mest na naštetih jezerih in zadrževalnikih sestavljajo osnovna vzorčna mesta, ki so definirana kot točke na površini posameznega jezera oziroma zadrževalnika, kjer poteka vzorčenje po globinski vertikali in dodatna merilna mesta za zajem bioloških vzorcev, ki so posamezni odseki litorala jezer.

Tabela 2: Pregled programa monitoringa kakovosti jezer v letu 2009

Šifra VT	Ime VT	Monitoring	Biološki elementi	Podporni fi-ke parametri	Parametri kemijskega stanja in posebna onesnaževala
SI1128VT	Blejsko jezero	N	F, M	J	ni evidentiranih emisij
SI112VT3	Bohinjsko jezero	N	F, M	J	ni evidentiranih emisij
SI1624VT	Velenjsko jezero	O	F, FB, BN	J	TK-4x, Hg -4x
SI1668VT	Šmartinsko jezero	O	F	J	TK- Hg -12x ,TRP – 5 x
SI168VT3	Slivniško jezero	O	F, FB + M	J	TK-4x, TRP-5x
SI38VT34	Perniško jezero	O	F	J	TK-4x, TRP-5x
SI434VT52	Gajševsko jezero	O	F	J	TK, TRP
SI442VT12	Ledavsko jezero	O	F	J	TK, TRP, DFH, AOX
SI3VT5172	Ptujsko jezero	O	F	J, R	TK in Hg -12 x, TBK-12 x, LKCH-12 x
SI5212VT1	Klivnik	O	F	J	ni evidentiranih emisij
SI5212VT3	Mola	O	F	J	ni evidentiranih emisij
SI64804VT	Vogršček	O	F	J	ni evidentiranih emisij

Legenda

VT	vodno telo
N	nadzorno spremljanje stanja
O	operativno spremljanje stanja
F	fitoplankton
FB+M	fitobentos in makrofiti
M	makrofiti
BN	bentoški nevretenčarji
J	podporni fi-ke parametri za jezera
R	podporni fi-ke parametri za reke
TK	težke kovine
TRP	triazinski pesticidi
TBK	tributilkositrove spojine
LKCH	lahko hlapni klorirani ogljikovodiki

Na Blejskem in Bohinjskem jezeru, ki sta obe vključeni v interkalibracijsko mrežo, se je v letu 2009 izvajal nadzorni monitoring, ki je namenjen oceni celovitega ekološkega stanja, in sledenju dolgoročnih sprememb. V letu 2009 se je v obeh jezerih med biološkimi elementi spremljalo stanje fitoplanktona in makrofitov ter podporne splošne fizikalno - kemijske parametre. Prednostnih snovi oziroma parametrov kemijskega stanja se v nobenem od obeh jezer ni spremljalo, ker v Uradni evidenci Agencije RS za okolje o emisijah snovi in toplote v vodno okolje ni evidentiranih emisij prednostnih snovi, prednostno nevarnih snovi in drugih onesnaževal, ki sodijo med parametre kemijskega stanja. V program so bili vključeni tudi glavni pritoki in iztoki obeh jezer, kjer se je med splošnimi fizikalno - kemijskimi parametri



spremljalo predvsem vsebnost nutrientov. Vzorčenje na obeh jezerih in pritokih je bilo opravljeno 4-krat v letu 2009.

Na vseh zadrževalnikih se je v letu 2009 nadaljevalo operativno spremljanje stanja. Osnova za izdelavo operativnega programa monitoringa v letu 2009 so bili rezultati monitoringa kakovosti jezer v preteklih letih in podatki o emisijah Uradne evidence Agencije RS za okolje v letu 2008. Meritve v preteklih letih so pokazale, da so zadrževalniki večinoma podvrženi prekomerni akumulaciji hranilnih snovi, oz. eutrofikaciji, nekateri med njimi pa tudi prekomerni obremenitvi s fitofarmaceutskimi sredstvi. Med biološkimi elementi se je zato v vseh zadrževalnikih spremljalo stanje fitoplanktona, ki je v stoječih vodnih telesih najboljši indikator spremenjenih trofičnih razmer in podperne fizikalno - kemijske parametre. Vzorčenje makrofitov se je v letu 2009 opravilo le na Slivniškem jezeru, na Velenjskem jezeru pa se je v okviru preglednih meritev opravilo vzorčenje fitobentosa in bentoških nevretenčarjev. V zadrževalnikih severovzhodne Slovenije se je v času najintenzivnejše rabe 5-krat letno analizirala tudi vsebnost triazinskih pesticidov in 4-krat letno tudi vsebnost težkih kovin v filtratu. V umetnem Velenjskem jezeru se je 4-krat letno spremljala vsebnost težkih kovin in sulfata. Kemijsko stanje se je spremljalo v Ptujskem jezeru, kjer se je 12-krat letno analizirala vsebnost lahkih kloriranih ogljikovodikov, težkih kovin in tributilkositrovih spojin in v Šmartinskem jezeru, kjer se je spremljala vsebnost živega srebra. V Velenjskem jezeru se je vsebnost živega srebra spremljala samo 4-krat letno. Pregled analiziranih parametrov je prikazan v tabeli 2.

V letu 2009 je bil Program monitoringa na jezerih in zadrževalnikih v celoti realiziran. Zaradi povsem izpraznjenega akumulacijskega bazena, 19.10. ni bil zajet integriran vzorec za analizo fitoplanktona na zadrževalniku Klivnik, vzorci za ostale analize pa so bili zajeti ob robu na površini zadrževalnika.

3 METODE

Na vseh jezerih in zadrževalnikih so bili vzorci za analize splošnih fizikalno kemijskih parametrov, parametrov kemijskega stanja in analizo fitoplanktona zajeti na najgloblji točki, oz. na sredini vodnega telesa po globinski vertikali. V primeru homotermije se je zajelo integriran vzorec od površine do dna, v primeru plastovitosti pa vzorec epilimnija in metalimnija, v globljih jezerih pa tudi vzorec hipolimnija. Vzorčenje je potekalo po standardnih postopkih [1], večinoma iz čolna. Za zajem integriranih vzorcev se je uporabljal poseben integralni vzorčevalnik, za zajem točkovnih vzorcev iz posameznih globin pa Van-Dornov ali podoben globinski vzorčevalnik [1]. Transport, skladiščenje in ravnanje z vzorci se je izvajalo po standardnih postopkih [2].

Vzorčenje bioloških vzorcev je potekalo po veljavnih metodologijah [3, 4, 5], skladno s standardnimi postopki in zahtevami Vodne direktive (Directive 2000/60/ES).

Kemijske in fizikalno – kemijske analize so se izvajale v kemijsko - analitskem laboratoriju Agencije RS za okolje (KAL-ARSO) ter laboratorijih Zavoda za zdravstveno varstvo v Mariboru (ZZV-MB) in Instituta »Jožef Stefan«. Uporabljeni standardni postopki, merilni principi, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) so podani v tabeli 3, 3a in 3b.

Tabela 3: Merilni principi, standardi, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) za fizikalno - kemijske analize v KAL- ARSO v letu 2009

šifra	PARAMETER	MER_PRINCIP	REFERENCA	ENOTA	LOD	LOQ
1010	Temperatura zraka	elektrometrija	DIN 38404-C4	°C		
1021	Temperatura vode	elektrometrija	DIN 38404-C4	°C		

se nadaljuje.....



šifra	PARAMETER	MER_PRINCIP	REFERENCA	ENOTA	LOD	LOQ
1061	pH	elektrometrija	ISO 10523	-		
1073	Električna prevodnost (25 °C)	elektrometrija	ISO 7888	μS/cm	1	3
1082	Kisik sonda	elektrometrija	SIST EN 25814	mg O ₂ /L	0,1	0,3
1092	Nasičenost s kisikom sonda	elektrometrija	SIST EN 25814	%	1	2
2100	TOC	IR	ISO 8245:1998 (E)	mg C/L	0,1	0,25
2120	Skupni dušik TN	Kem-lum	IM po ENV 12260:1996	mg N/L	0,05	0,15
2140	Amonij	spektrofotometrija	ISO 7150/1	mg NH ₄ /L	0,005	0,013
2160	Nitrati	IC	EN ISO 10304-1	mg NO ₃ /L	0,008	0,026
2221	Celotni fosfor - nefiltriran	spektrofotometrija	SIST EN ISO 6878	mg PO ₄ /L	0,006	0,014
2230	Ortofosfati	spektrofotometrija	SIST EN ISO 6878	mg PO ₄ /L	0,004	0,01
2240	SiO ₂	spektrofotometrija	SM 4500-Si D	mg/L	0,05	0,13
2910	m-alkaliteta	volumetrija	SIST EN ISO 9963-1:1998	mekv/L	0,051	0,077
10530	Klorofil-a	spektrofotometrija	ISO10260:1992	μg/L	0,46	1,54

Tabela 3a: Merilni principi, standardi, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) za fizikalno-kemijske analize na ZZV Maribor v letu 2009

šifra	PARAMETER	MER_PRINCIP	REFERENCA	ENOTA	LOD	LOQ
1010	Temperatura zraka	elektrometrija	DIN 38404-4	°C	1	1
1021	Temperatura vode	elektrometrija	DIN 38404-4	°C	1	1
1061	pH	elektrometrija	ISO 10523		1	1
1073	Električna prevodnost (25°C)	elektrometrija	EN 27888	μS/cm	1	1
1082	Koncentracija raztopljenega kisika	elektrometrija	ISO 5814	mg/L	0,1	0,1
1092	Nasičenost s kisikom (%)	elektrometrija	ISO 5814	%	1	1
1100	Redoks potencial	elektrometrija	DIN 38404-C6	mV	-300	-300
1120	Vodostaj			cm	0	0
1190	Prosojnost (Secchijeva globina)		ISO 7027	m	0,1	3
2020	Suspendirane snovi po sušenju	GR	ISO 11923	mg/L	1	2
2080	KPK s K ₂ Cr ₂ O ₇	volumetrija	DIN 38409-H44, mod.	mg O ₂ /L	3	5
2090	Biokemijska potreba po kisiku /5 dni	ISE-SV	EN 1899-2	mg O ₂ /L	0,1	0,5
2100	Skupni organski ogljik	IR	ISO 8245	mg/l C	0,2	0,5
2140	Amonij	CFA	ISO 11732	mg NH ₄ /L	0,003	0,01
2150	Nitrit	CFA	ISO/DIS 13395	mg NO ₂ /L	0,003	0,007
2160	Nitrat	IC	ISO 10304-1	mg NO ₃ /L	0,9	2,2
2750	Celotni dušik (N-Kjeldahl)	VOL-P	ISO 5663 mod.	mg/l N	0,2	0,5
2120	Celotni dušik	izračun	izračun	mg/l N		
2170	Sulfat	IC	ISO 10304-1	mg/L	0,2	1
2221	Celotni fosfor	VIS	ISO 6878-pogl.8	mg PO ₄ /L	0,006	0,015
2230	Ortofosfat	CFA	ISO 15681-2	mg PO ₄ /L	0,006	0,031
2240	Silicij	ICP/MS	ISO 17294-2	mg SiO ₂ /L	0,1	0,2
2910	m-alkaliteta	VOL	DIN 38409-H7	mval/L	0,04	0,1
2291	Mangan-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	μg/L	0,2	1
2300	Železo	ICP/MS	ISO 17294-2	mg/L	0,05	0,1

se nadaljuje.....



šifra	PARAMETER	MER_PRINCIP	REFERENCA	ENOTA	LOD	LOQ
4010	Aluminij-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	1	10
4030	Arzen-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,8	1
4020	Antimon-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4070	Barij-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	2	10
4080	Berilij-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,01	1
3010	Bor-filt.	ICP/MS	ISO 19294-2	µg/L	2	10
4040	Baker-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4090	Cink-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,4	10
4120	Kadmij-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,008	0,01
4150	Kobalt-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,03	0,2
4160	Kositer-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4190	Krom-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4220	Molibden-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4230	Nikelj-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,4	1
4260	Selen-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,6	1
4270	Srebro-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4290	Svinec-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4330	Vanadij-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,2	1
4340	Živo srebro-filt.	AAS-HP	ISO 5666 mod.	µg/L	0,005	0,01
4370	Titan-filt.	ICP/MS	ISO 17294-2	µg/L	0,5	1
6335	2,6-diklorobenzamid	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6500	Acetoklor	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6010	Alaklor	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,01	0,05
6210	Atrazin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,02	0,05
6620	Azoksistrobin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6610	Bromopropilat	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6270	Cianazin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6220	Desetil-atrazin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6230	Desizopropilatrazin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6590	Diklofluanid	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6334	Diklobenil	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6860	Diklorfos	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6520	Dimetenamid	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6880	Dimetoat	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6810	Fenitrotion	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6820	Fention	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6322	Heksazinon	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6600	Klorobenzilat	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6840	Klorfenvinfos	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,01	0,05
6844	Klorpirifos etil	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,003	0,01
6847	Klorpirifos metil1	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,003	0,05
6800	Malation	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6020	Metolaklor	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,01	0,05
6850	Mevinfos	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05

se nadaljuje.....



šifra	PARAMETER	MER_PRINCIP	REFERENCA	ENOTA	LOD	LOQ
6490	Metazaklor	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6540	Napropamid	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6870	Ometoat	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6190	Paration-etil	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6200	Paration-metil	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6484	Pendimetalin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6640	Pirimikarb	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6260	Prometrin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6250	Propazin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6327	Propikonazol	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6550	Prosimidon	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6304	Sekbumeton	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6240	Simazin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6280	Terbutilazin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6290	Terbutrin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6630	Tetradifon	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,04	0,05
6325	Triadimefon	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
6485	Trifluralin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,003	0,01
6560	Vinklozolin	GC/MS/SIM(pH7)	IM/GC-MSD/SOP034	µg/L	0,03	0,05
8010	Triklorometan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,05	0,1
8020	Tribromometan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
8030	Bromdiklorometan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
8040	Dibromklorometan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
8050	Triklornitrometan	HS-GC/ECD	ISO 10301	µg/L	0,5	1
8060	Tetraklorometan (Tetraklorogljik)	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
8070	Diklorometan (metilenklorid)	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,2	2
8080	1,1-Dikloroetan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,05	0,1
8090	1,2-Dikloroetan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
8100	1,1-Dikloroeten	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,2	0,5
8111	cis-1,2-Dikloroeten	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,05	0,1
8112	trans-1,2-Dikloroeten	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,05	0,1
8120	1,1,2,2-Tetrakloroeten	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,05	0,1
8130	1,1,2-Trikloroeten	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,05	0,1
8140	1,1,1-Trikloroetan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
8150	1,1,2-Trikloroetan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
8160	1,1,2,2-Tetrakloroetan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,2
6163	1,2,3-Triklorobenzen	GC/ECD/PT	ISO 15680	µg/L	0,02	0,04
6164	1,2,4-Triklorobenzen	GC/ECD/PT	ISO 15680	µg/L	0,02	0,04
6165	1,3,5-Triklorobenzen	GC/ECD/PT	ISO 15680	µg/L	0,02	0,04
6170	Heksaklorobutadien	GC/ECD/PT	ISO 15680	µg/L	0,01	0,04
8400	Heksakloroetan	GC/ECD/PT	ISO 15680	µg/L	0,02	0,04
8420	n-heksan	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	0,1	0,5
8820	Epiklorhidrin	GC/MS/PT	ISO 15680	µg/L	1	2



Tabela 3b: Merilni principi, standardi, meje zaznavnosti (LOD) in meje določljivosti (LOQ) za fizikalno-kemijske analize na IJS v letu 2009

šifra	PARAMETER	MER_PRINCIP	REFERENCA	ENOTA	LOD	LOQ
4340	Živo srebro	AAS HP	modificirana po EPA1631	µg/L	0,00050	0,00166
3310	Tributil kositrove spojine	GC/MS/ISP	modificirana po ISO 17353	µg/L	0,000049	0,000244

Biološke analize so se izvajale v skladu z nacionalnimi metodologijami določanja ekološkega stanja jezer z biološkimi elementi, ki ustrezajo zahtevam vodne direktive, vzorčenje in analize posameznih parametrov, oz. metrik pa v skladu s standardiziranimi postopki, ki so prikazani v tabeli 4.

Tabela 4: Parametri, metodologije in standardni postopki za vzorčenje in določanje stanja bioloških elementov kakovosti

Biološki elementi kakovosti	Parameter (metrika)	Enota	Metodologije in standardni postopki
Fitoplankton	vrstna sestava	vrsta	Nacionalna metodologija [3,6]
	pogostost	št.celic / ml	SIST EN 15204:2007
	biovolumen	mm ³ / L	Standard v pripravi
	klorofil a	µg / L	SIST ISO 10260:2001
Makrofiti	vrstna sestava	vrsta	
	pogostost	relativna pogostost	Nacionalna metodologija v pripravi [4]
	globina uspevanja	m	EN 15460 – vzorčenje
Fitobentos	vrstna sestava	vrsta, rod	Nacionalna metodologija [4, 7]
	pogostost	št./500 fristul	
Bentoški nevretenčarji	vrstna sestava	vrsta, rod	Nacionalna metodologija [5, 8] G. Urbanič 2007 (Razvoj metodologije za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti jezer na podlagi bentoških nevretenčarjev...)
	številčnost	št.os./vzorec	SIST EN 27828:1997 -vzorčenje
Ribe	Princip vzorčenja in nacionalna metodologija še ni izdelana		

4 VREDNOTENJE KEMIJSKEGA IN EKOLOŠKEGA STANJA JEZER

Kakovost površinskih voda, kamor sodijo tudi jezera in zadrževalniki, se v skladu z zahtevami Vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES) določa z vrednotenjem **kemijskega** in **ekološkega stanja**, oziroma v primeru močno preoblikovanih vodnih teles **ekološkega potenciala**. Kriteriji za oceno **kemijskega** in **ekološkega stanja** vodnih teles so določeni v Uredbi o stanju površinskih voda, Ur.l. št.14/20.2.09.

Za umetna in močno preoblikovana vodna telesa, kamor sodi večina zadrževalnikov, ki jih obravnava to poročilo, kriteriji za oceno **ekološkega potenciala** za biološke elemente še niso izdelani. Za ta vodna telesa je ocena ekološkega stanja izdelana le na osnovi stanja splošnih fizikalno kemijskih parametrov in posebnih onesnaževal, čeprav se monitoring bioloških elementov izvaja.

V Tabeli 5 so nanizani parametri za določanje **kemijskega stanja** z okoljskimi standardi kakovosti (OSK). Vodno telo površinske vode ima dobro kemijsko stanje, če okoljski standard za letno povprečje (OSK_LP) pri nobenem od merjenih parametrov kemijskega stanja ni presežen in v primeru ko v Uradnih evidencah Agencije RS za okolje o emisijah



snovi in toplote v vodno okolje za posamezno leto ni evidentiranih emisij. Dobro stanje se označuje z modro, slabo pa z rdečo barvo. Raven zaupanja ocene kemijskega stanja je visoka v primeru spremljanja parametra s frekvenco 12-krat letno in v primeru ko v Uradnih evidencah Agencije RS za okolje o emisijah snovi in toplote v vodno okolje za posamezno leto ni evidentiranih pritiskov. Stopnja zaupanja ocene kemijskega stanja je srednja če je frekvenca spremljanja parametra manjša od 12 –krat letno in nizka, če podatkov monitoringa ni, emisije v vode pa so evidentirane.

Tabela 5: Parametri kemijskega stanja z okoljskimi standardi kakovosti (OSK)

Št.	Ime parametra	Številka CAS	LP-OSK [$\mu\text{g/L}$]
1	alaklor	15972-60-8	0,3
2	antracen	120-12-7	0,1
3	atrazin	1912-24-9	0,6
4	benzen	71-43-2	10
5	bromirani difenileter	32534-81-9	0,0005
6	kadmij in njegove spojine, glede na razrede trdote vode ^a	7440-43-9	razred 1: $\leq 0,08$
			razred 2: 0,08
			razred 3: 0,09
			razred 4: 0,15
			razred 5: 0,25
6a	ogljikov tetraklorid	56-23-5	12
7	kloroalkani, C ₁₀₋₁₃	85535-84-8	0,4
8	klorofeninfos	470-90-6	0,1
9	klorpirifos (klorpirifos-etil)	2921-88-2	0,03
9a	ciklodienski pesticidi		$\Sigma = 0,01$
	aldrin	309-00-2	
	dieldrin	60-57-1	
	endrin	72-20-8	
	izodrin	465-73-6	
9b	vsota DDT	se ne uporablja	0,025
	para-para-DDT	50-29-3	0,01
10	1,2-dikloroetan	107-06-2	10
11	diklorometan	75-09-2	20
12	di(2-etilheksil)ftalat (DEHP)	117-81-7	1,3
13	diuron	330-54-1	0,2
14	endosulfan	115-29-7	0,005
15	fluoranten	206-44-0	0,1
16	heksaklorobenzen	118-74-1	0,01
17	heksaklorobutadien	87-68-3	0,1
18	heksaklorocikloheksan	608-73-1	0,02
19	izoproturon	34123-59-6	0,3
20	svinec in njegove spojine	7439-92-1	7,2
21	živo srebro in njegove spojine	7439-97-6	0,05

se nadaljuje.....



Št.	Ime parametra	Številka CAS	LP-OSK [$\mu\text{g/L}$]
22	naftalen	91-20-3	2,4
23	nikelj in njegove spojine	7440-02-0	20
24	nonilfenol (4-nonilfenol)	104-40-5	0,3
25	oktilfenol (4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)fenol)	140-66-9	0,1
26	pentaklorobenzen	608-93-5	0,007
27	pentaklorofenol	87-86-5	0,4
28	poliaromatski ogljikovodiki (PAH)	se ne uporablja	se ne uporablja
	(benzo(a)piren)	50-32-8	0,05
	(benzo(b)fluoranten)	205-99-2	$\Sigma = 0,03$
	(benzo(k)fluoranten)	191-24-2	
	(benzo(g,h,i)perilen)	207-08-9	$\Sigma = 0,002$
(indeno(1,2,3-cd)piren)	193-39-5		
29	simazin	122-34-9	1
29a	Tetrakloroetilen	127-18-4	10
29b	Trikloroetilen	79-01-6	10
30	tributilkositrove spojine (tributilkositrov kation)	36643-28-4	0,0002
31	triklorobenzeni	12002-48-1	0,4
32	triklorometan	67-66-3	2,5
33	trifluralin	1582-09-8	0,03

a Za kadmij in njegove spojine se vrednosti OSK razlikujejo glede na trdoto vode, kot je določena v petih razredih (razred 1: < 40 mg CaCO₃/l, razred 2: 40 do < 50 mg CaCO₃/l, razred 3: 50 do < 100 mg CaCO₃/l, razred 4: 100 do < 200 mg CaCO₃/l in razred 5: \geq 200 mg CaCO₃/l).

Ekološko stanje jezer se določa v skladu z Uredbo o stanju površinskih voda, (Ur.l.14/2009, priloga 4, 6, 7, 8) na osnovi stanja bioloških elementov, splošnih fizikalno-kemijskih elementov in posebnih onesnaževal, za katere se ugotovi, da se odvajajo v porečje, oz. pojezerje vodnega telesa. Obvezni biološki elementi za celovito oceno ekološkega staja jezer so fitoplankton, fitobentos in makrofiti, bentoški nevretenčarji in ribe. Ekološko stanje, ki ga na osnovi ustreznih metodologij [6,7,8] vrednotimo z biološkimi elementi za jezera je trofičnost, ki odraža obremenjenost jezer z nutrienti in hidromorfološka spremenjenost, ki odraža vplive človekovih posegov v litoral jezer. Za ribe in makrofite je metodologija vrednotenja v pripravi, za ostale biološke elemente pa je pregled metodologij vrednotenja ekološkega stanja prikazan v Tabeli 6.

Tabela 6: Povzetek metod vrednotenja ekološkega stanja jezer s posameznimi biološkimi elementi v Sloveniji v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/ES)

Biološki element	Fitoplankton	Fitobentos in makrofiti	Bentoški nevretenčarji
Modul obremenitve	TROFIČNOST obremenitev s hranili	TROFIČNOST obremenitev s hranili	Hidromorfološka spremenjenost
Število vzorčnih mest	1	3	6
Število vzorčenj / leto	4	1	1
Sezona vzorčenja	vegetacijska sezona	poleti	poleti
Frekvenca vzorčenja za NUV*	3 zaporedna leta	2-krat / 6 let	2-krat / 6 let

se nadaljuje.....



Metrika za izračun ES	Multimetrijski indeks (MMI_FPL)	Trofični indeks (TI)	Multimetrijski indeks (MMI_BN)
Metrike za izračun	Biovolumen, Brettum indeks, klorofil a le pomožni parameter		Indeks litoralne favne (LFI), število taksonov, Margalefov diverzitetni indeks
Ovrednotenje ES za posamezno leto	Aritmetično povprečje obeh metrik 4 vzorčenj	Aritmetično povprečje TI dveh vzorčnih mest	Utežno povprečje MMI vrednosti šestih vzorčnih mest
Ovrednotenje ES za NUV / 6 let	Aritmetično povprečje MMI_FPL vrednosti treh zaporednih let	Aritmetično povprečje TI vrednosti dveh let	Aritmetično povprečje MMI_BN vrednosti dveh let

*NUV - načrt upravljanja povodij

Ekološko stanje se ovrednoti na osnovi odstopanj od stanja v referenčnih razmerah značilnih za posamezen tip vodnega telesa, kjer ni človekovega vpliva na okolje, oziroma je ta zanemarljiv. Odstopanja, se pretvorijo v razmerje ekološke kakovosti (REK vrednosti) na podlagi česar se vodna telesa razvrsti v pet razredov ekološkega stanja: zelo dobro, dobro, zmerno, slabo in zelo slabo ekološko stanje, ki se vsako označuje z ustrežno barvo (Tabela 7).

Tabela 7: Mejne vrednosti razredov ekološkega stanja za biološke elemente kakovosti jezer

Razred ekološkega stanja	Razmerje ekološke kakovosti (REK)
ZELO DOBRO	$\geq 0,80$
DOBRO	0,6 - 0,79
ZMerno	0,4 - 0,59
SLABO	0,20 – 0,39
ZELO SLABO	$<0,2$

Na osnovi določil Uredbe o stanju voda, člen 14, se vodna telesa površinskih voda razvrsti v razred ekološkega stanja na osnovi najslabše ocene. Raven zaupanja razvrstitve vodnega telesa v ekološko stanje določi tisti biološki element in tisti obremenitveni modul, na podlagi katerega je bilo določeno ekološko stanje. Ocena ima visoko raven zaupanja če je podatkov dovolj, če so pridobljeni v skladu z ustreznimi metodologijami, če odstopanje med posameznimi ocenami za isti modul obremenitve ne odstopajo več kot za en kakovostni razred in če končna REK vrednost za več kot 0,05 odstopa od mejne vrednost za dobro stanje.

Celovito ekološko stanje vodnih teles, se podaja na osnovi stanja vseh bioloških elementov za 6-letno obdobje načrta upravljanja z vodami in ne le za posamezno leto. Poleg ocene z biološkimi elementi se v oceno ekološkega stanja vključuje tudi oceno na osnovi splošnih fizikalno - kemijskih parametrov (Tabela 8) in posebnih onesnaževal (Tabela 9).

Med **splošni fizikalno – kemijski elementi** za jezera je mejna vrednost za dobro ekološko stanje v Uredbi o stanju površinskih voda (Ur.l.RS 14/09) trenutno določena le za vsebnost kisika v hipolimniju. Parameter je primeren le za oceno stanja globokih jezer, v plitvih zadrževalnikih pa zaradi stalnega mešanja vode, do pomanjkanja kisika ne prihaja.

Vsebnost **posebnih onesnaževal v površinskih vodah** se vrednoti na podlagi aritmetičnih srednjih letnih vrednosti koncentracij za posamezni parameter. V Uredbi o stanju površinskih voda so določene le mejne vrednosti posebnih onesnaževal za dobro ekološko stanje, ki so navedene v tabeli 9. Prav tako še niso določene vrednosti naravnih ozadij, ki jih je možno upoštevati pri vrednotenju snovi, ki so tudi naravno prisotne v vodah.

**Tabela 8 :** Splošni fizikalno – kemijski elementi za jezera z mejnimi vrednostmi za ES

Splošni fi-ke elementi	Parameter	Mejne vrednosti za ES	
		zelo dobro	dobro
Prosojnost	prosojnost (Secchijeva globina)		
Temperaturne razmere	temperatura vode - po globinski vertikali		
	globina termokline		
Kisikove razmere	konc.raztopljenega kisika (mg O ₂ /L)		
	konc.raztopljenega kisika v hipolimniju (mg O ₂ /l)	>4*	>1*
	nasičenost s kisikom (%)		
Slanost	električna prevodnost (25 °C)		
Zakisanost	m-alkaliteta		
	pH		
Stanje hranil	amonij NH ₄ -N		
	nitrat NO ₃ -N		
	celotni dušik N _{cel}		
	celotni TOC		
	celotni fosfor P _{cel}		
	ortofosfat PO ₄ -P		
	silicij SiO ₂		

Tabela 9: Mejne vrednosti za dobro in zmerno ekološko stanje za posebna onesnaževala

Št.	Ime parametra	Številka CAS	Enota	Mejne vrednosti za dobro stanje
Sintetična onesnaževala				
1	1,2,4-trimetilbenzen	95-63-6	µg/L	2
2	1,3,5-trimetilbenzen	108-67-8	µg/L	2
3	bisfenol-A	80-05-7	µg/L	1,6
4	klorotoluron(+desmetil klorotoluron)	15545-48-9	µg/L	0,8
5	cianid (prosti)	57-12-5	µg/L	1,2
6	dibutifalat	84-74-2	µg/L	10
7	dibutilkositrov kation	Se ne uporablja	µg/L	0,02
8	epiklorhidrin	106-89-8	µg/L	12
9	fluorid	16984-48-8	µg/L	680
10	formaldehid	50-00-0	µg/L	130
11	glifosat	1071-83-6	µg/L	20
12	heksakloroetan	67-72-1	µg/L	24
13	ksileni	1330-20-7	µg/L	185
14	linearni alkilbenzen sulfonati-LAS (C10-C13_C11,6)	42615-29-2	µg/L	250
15	n-heksan	110-54-3	µg/L	0,2
16	pendimetalin	40487-42-1	µg/L	0,3
17	fenol	108-95-2	µg/L	7,7
18	S-metolaktor	87392-12-9	µg/L	0,3
19	terbutilazin	5915-41-3	µg/L	0,5
20	toluen	108-88-3	µg/L	74

se nadaljuje.....



Št.	Ime parametra	Številka CAS	Enota	Mejne vrednosti za dobro stanje
Nesintetična onesnaževala				
21	arzen in njegove spojine ^a	7440-38-2	µg/L	7
22	baker in njegove spojine ^a	7440-50-8	µg/L	8,2
23	bor in njegove spojine ^a	7440-42-8	µg/L	100
24	cink in njegove spojine ^a	7440-66-6	µg/L	100
25	kobalt in njegove spojine ^a	7440-48-4	µg/L	0,3
26	krom in njegove spojine (izražen kot celotni krom) ^a	7440-47-3	µg/L	12
27	molibden in njegove spojine ^a	7439-98-7	µg/L	24
28	antimon in njegove spojine ^a	7440-36-0	µg/L	3,2
29	selen ^a	7782-49-2	µg/L	6
Ostala posebna onesnaževala				
30	nitrit	se ne uporablja	mg NO ₂ /L	
31	KPK	se ne uporablja	mg/L O ₂	
32	sulfat	se ne uporablja	mg/L SO ₄	150
33	mineralna olja	se ne uporablja	mg/L	0,05
34	organski vezani halogeni sposobni adsorbcije (AOX)	se ne uporablja	µg/L	20
35	poliklorirani bifenili (PCB)	se ne uporablja	µg/L	0,01

^a Pri vrednotenju rezultatov monitoringa glede na letno povprečno vrednost se lahko upoštevajo koncentracije naravnega ozadja, trdota vode, pH ali drugi parametri; način njihovega upoštevanja se obrazloži v poročilu o monitoringu v skladu s predpisom, ki ureja monitoring stanja površinskih voda.

Hidromorfološki elementi kakovosti

Hidromorfološke elemente kakovosti je potrebno upoštevati pri razvrstitvi vodnega telesa površinske vode v dobro ali zelo dobro ekološko stanje. Za vrednotenje hidromorfoloških elementov kakovosti v Sloveniji še nimamo izdelanih kriterijev, zato ta element še ni vključen v oceno ekološkega stanja.

5 STANJE JEZER IN ZADRŽEVALNIKOV

5.1 Kemijsko stanje

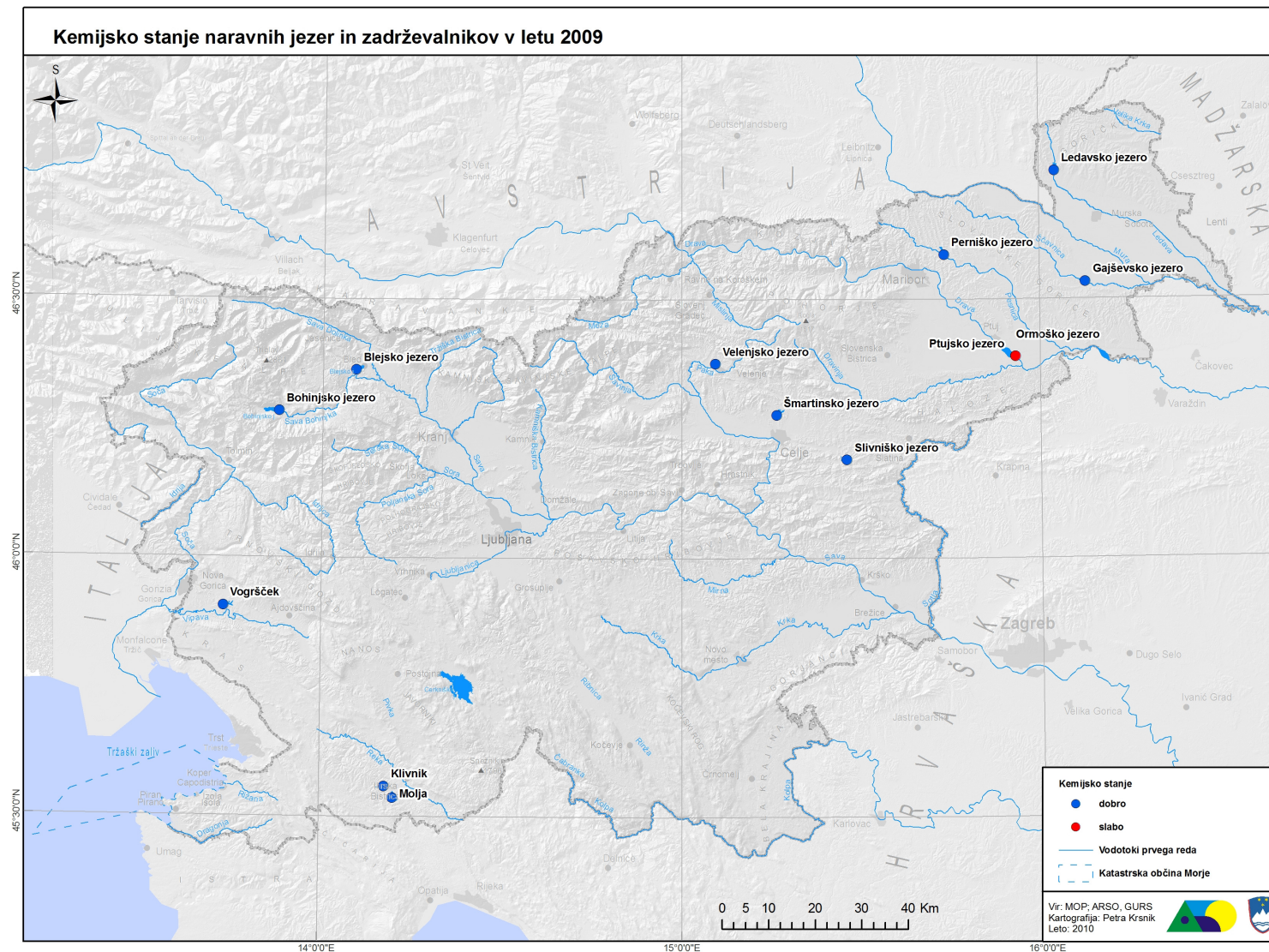
Kemijsko stanje na osnovi parametrov kemijskega stanja z ustrežno frekvenco 12-krat letno, se je v letu 2009 ugotavljalo na **Ptujskem jezeru in Šmartinskem jezeru**. Na Ptujskem jezeru je bila presežena povprečna letna in tudi največja dovoljena koncentracija za tributilkositrove spojine (Uredba o stanju površinskih voda, Ur.l.RS 14/09), zaradi česar je bilo kemijsko stanje Ptujskega jezera v letu 2009 ocenjeno kot slabo. Stanje Šmartinskega jezera, kjer se je spremljala vsebnost živega srebra je bilo ocenjeno kot dobro. Na Velenjskem jezeru se je poleg drugih težkih kovin 4-krat letno določalo tudi vsebnost živega srebra, ki sodi med parametre kemijskega stanja. Okoljski standard kakovosti ni bil prekoračen, zato je kemijsko stanje dobro, raven zaupanja pa je zaradi manjše frekvence srednja.

**Tabela 10:** Kemijsko stanje jezer in zadrževalnikov v letu 2009

Šifra VT	Ime VT	* Stopnja zaupanja	Število opravljenih meritev 2009	Stanje 2009	Raven zaupanja
SI1128VT	Blejsko jezero	visoka	ni emisije	dobro	visoka
SI112VT3	Bohinjsko jezero	visoka	ni emisije	dobro	visoka
SI3VT5172	Ptujsko jezero	visoka	12	slabo	visoka
SI1624VT	Velenjsko jezero	srednja	4	dobro	srednja
SI1668VT	Šmartinsko jezero	srednja	12	dobro	visoka
SI168VT3	Slivniško jezero	srednja	ni emisije	dobro	visoka
SI38VT34	Perniško jezero	srednja	ni emisije	dobro	visoka
SI434VT52	Gajševsko jezero	srednja	ni emisije	dobro	visoka
SI442VT12	Ledavsko jezero	srednja	ni emisije	dobro	visoka
SI3VT950	Ormoško jezero	srednja	ni emisije	slabo	visoka

* Stopnja zaupanja ocene kemijskega stanja je visoka v primeru spremljanja parametra s frekvenco 12-krat letno in v primeru ko v Uradnih evidencah Agencije RS za okolje o emisijah snovi in toplote v vodno okolje za posamezno leto ni evidentiranih pritiskov. Stopnja zaupanja ocene kemijskega stanja je srednja če je frekvenca spremljanja parametra manjša od 12 –krat letno in nizka, če podatkov monitoringa ni, emisija pa je evidentirana.

Na ostalih jezerih in zadrževalnikih se parametrov kemijskega stanja, oziroma prednostnih snovi ni spremljalo. Kemijsko stanje je bilo ovrednoteno kot dobro na osnovi podatkov Uradne evidence Agencije RS za okolje o emisijah snovi in toplote v vodno okolje, ki ne kažejo obremenitev s prednostnimi snovi. Po teh kriterijih je kemijsko stanje Blejskega, Bohinjskega, Velenjskega, Šmartinskega, Slivniškega, Perniškega, Ledavskega, in Gajševskega jezera ter zadrževalnikov Klivnik, Mola in Vogršček dobro. (Tabela 10, Karta 1).



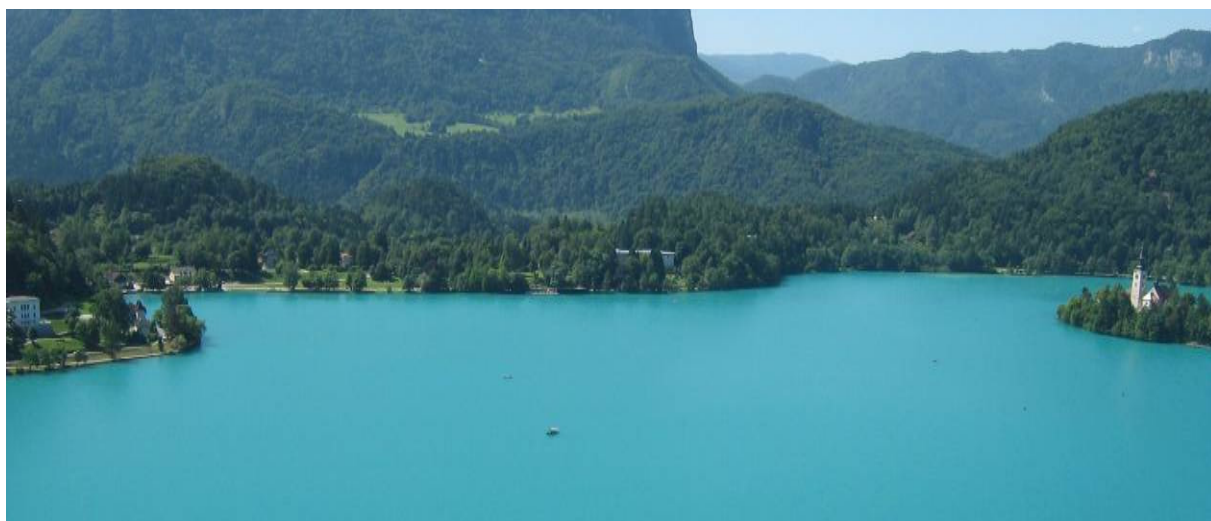
Karta 1: Kemijsko stanje jezer in zadrževalnikov v letu 2009



5.2 Ekološko stanje

Ekološko stanje po kriterijih za jezera, ki jih določa Uredba o stanju površinskih voda v skladu z vodno direktivo je trenutno mogoče določiti le za obe naravni jezera, Blejsko in Bohinjsko. Kriteriji za oceno **ekološkega potenciala** v umetnih in močno preoblikovanih vodnih telesih so v pripravi, zato v letu 2009 ekološkega potenciala zadrževalnikov na osnovi bioloških elementov še ni bilo možno ovrednotiti. Ustreznost vodnih teles, ki imajo trenutno še vedno status kMPVT se lahko ovrednoti samo na osnovi kriterijev za splošne fizikalno - kemijske parametre in posebna onesnaževala.

5.2.1 Blejsko jezero



Hidromorfološke značilnosti Blejskega jezera

Lega	46°23' S; 14°07' V
Nadmorska višina	475 m
Površina	1,438 km ²
Največja globina	30,1 m
Povprečna globina	17,9 m
Volumen	25,69 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	8,1 km ²
Zadrževalni čas vode naraven	3,6 let
Zadrževalni čas vode po sanaciji	1,2 leti
Bioregija:	Predalpska hribovja donavskega porečja
Tip in šifra VT:	Globoko predalpsko jezero, J_SI_4_PA-D_>15_1-10

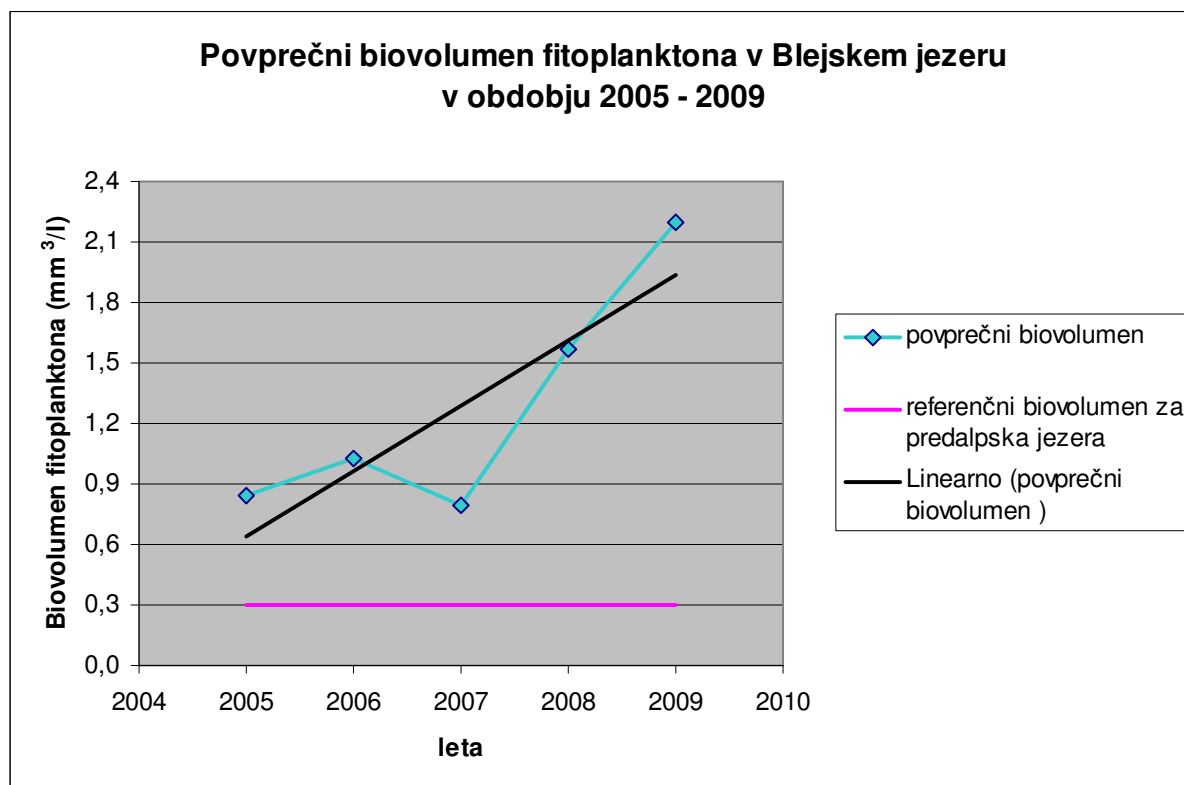
V letu 2009 so bila na Blejskem jezeru opravljena 4 vzorčenja po globinski vertikali, kjer se je zajelo vzorce za analizo splošnih fizikalno-kemijskih parametrov in fitoplanktona. Sočasno so bili zajeti tudi vzorci večjih pritokov in iztokov jezera, kjer se je opravila analiza splošnih fizikalno-kemijskih parametrov. Vzorci so bili zajeti v aprilu, maju, juliju in septembru, 15.04., 25.05., 20.07. in 29.09.

Na Blejskem jezeru, ki je vključeno v interkalibracijsko mrežo poteka nadzorno spremljanje stanja, kar pomeni, da se v skladu z Metodologijami določanja ekološkega stanja v 6 –letnem obdobju načrta upravljanja voda spremlja vse biološke elemente kakovosti. V letu 2009 se je



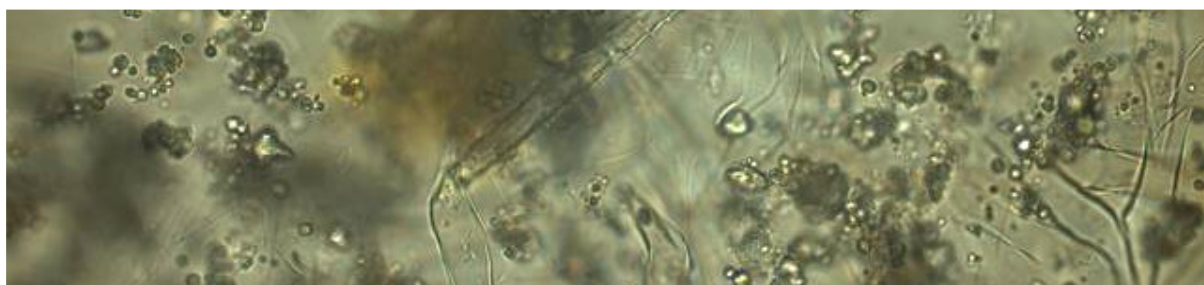
v Blejskem jezeru poleg fitoplanktona spremljalo tudi stanje makrofitov. Ker za makrofite metodologija vrednotenja še ni izdelana je bilo ekološko stanje Blejskega jezera za leto 2009 lahko ovrednoteno le na osnovi fitoplanktona, ki opredeljuje trofične razmere v jezeru.

Na osnovi Metodologije vrednotenja fitoplanktona [6] je bilo ekološko stanje Blejskega jezera ocenjeno kot zmerno, kar je enako oceni za obdobje 2006 - 2008. V primerjavi s preteklimi leti se je v letu 2009 v Blejskem jezeru povečal povprečni skupni biovolumen fitoplanktona ($2,20 \text{ mm}^3/\text{l}$ – REK 0,47). Od leta 2005 skupni biovolumen fitoplanktona v Blejskem jezeru kaže trend naraščanja (Graf 1).



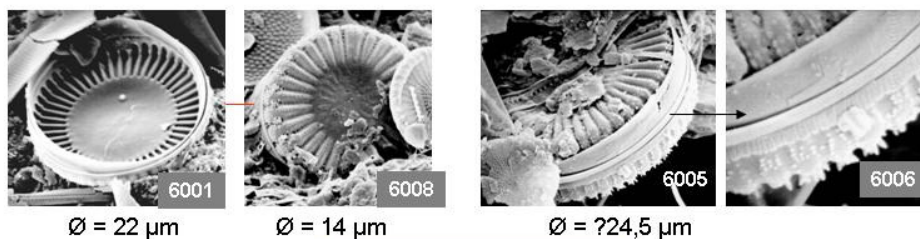
Graf 1: Trend naraščanja biovolumna fitoplanktona v Blejskem jezeru v obdobju 2005 -2009

Fotosintetska aktivnost fitoplanktona je bila od sredine maja do sredine avgusta izredno povečana in intenzivna. Zaradi obarjanja jezerske krede (CaCO_3), ki jo je povzročila povečana aktivnost fitoplanktona je bilo Blejsko jezero v tem obdobju značilno mlečno – turkizne barve.

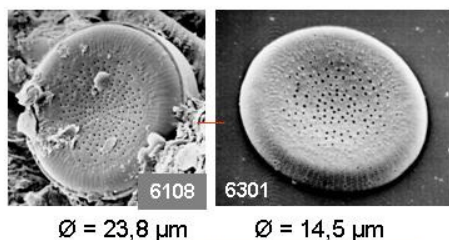


Slike prikazujejo kristale kalcijevega karbonata, in turkizno obarvanost Blejskega jezera v letu 2009.

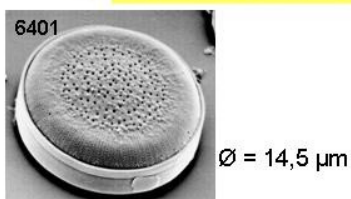
Večino leta je bila prevladujoča vrsta v fitoplanktonski združbi ciklična diatomeja *Cyclotella radiosa* in druge predstavnice cikličnih diatomej kot so *C. meneghiniana* in *C. praetermissa*.



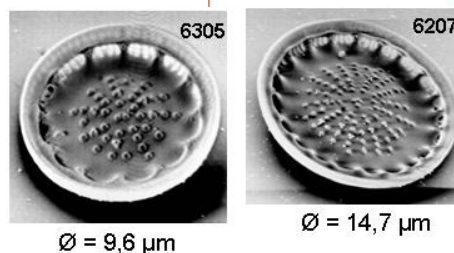
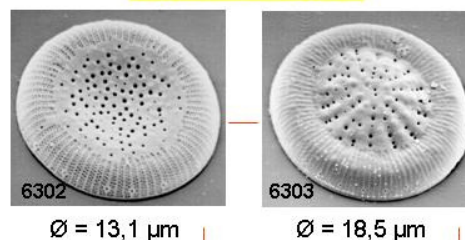
Cyclotella meneghiniana



Cyclotella praetermissa



Cyclotella radiosa





Pogosti so bili tudi predstavniki zlato-rjavih (Chrysophyceae) in ognjenih alg (Dinophyta) z vrstami *Dinobryon divergens* v. *schauinslandii*, *Mallomonas elongata* in *Peridinium cinctum*.



Peridinium cinctum



Dinobryon divergens



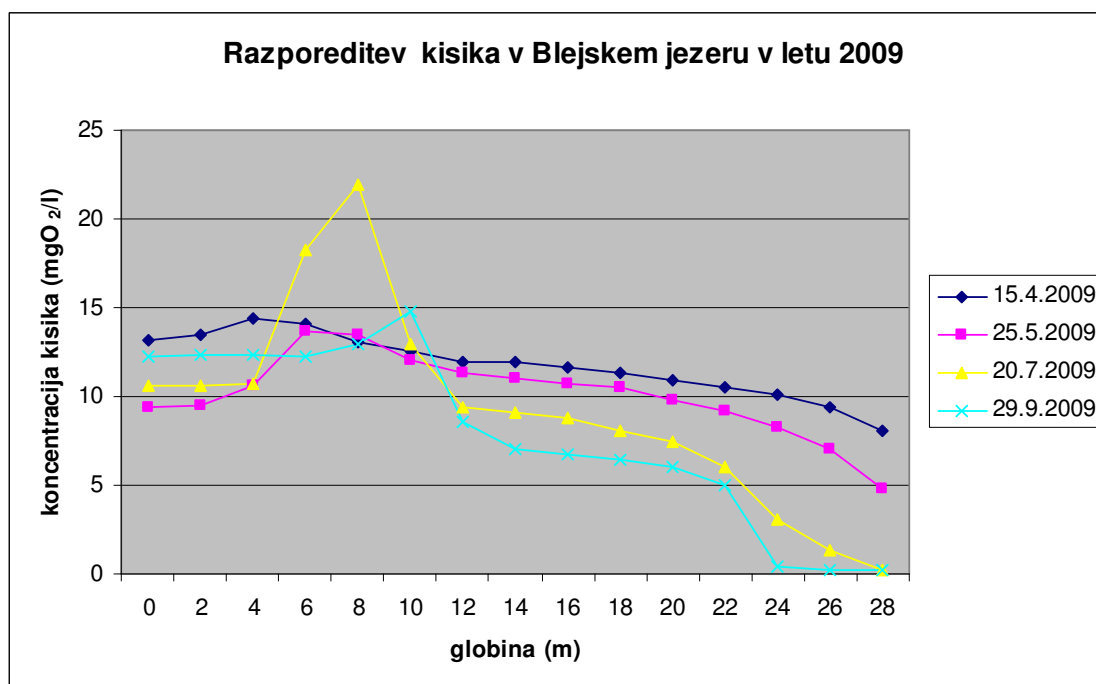
Mallomonas elongata

Večina prisotnih vrst je značilnih za manj obremenjena jezera, zato je bila izračunana vrednost Brettum indeksa dokaj visoka (3,8 – REK 0,67) in je vplivala na končno oceno (0,57), ki le za 0,03 odstopa od mejne vrednosti za dobro stanje, kar pomeni, da je dejansko stanje fitoplanktona v Blejskem jezeru na meji med zmernim in dobrim (Tabela 11). Kljub temu je ocena resno opozorilo za uvedbo ustreznih ukrepov, ki bi zmanjšali obremenjevanje Blejskega jezera s hranili.

Tabela 11: Ocena trofičnosti Blejskega jezera v letu 2009 na osnovi fitoplanktona

Jezero	Blejsko jezero		
Merilno mesto	Zahodna kotanja		
Globina zajema	eufotična cona		
Leto	2009		
Interkalibracijski tip jezera	Globoka alpska jezera L-AL3		
Tip jezera po nacionalni tipologiji	Globoka predalpska jezera		
Referenčni biovolumen	0,3		
Referenčni Brettum-Indeks	4,4		
Biovolumen 2009 [mm ³ L ⁻¹]	2,2		
Brettum Indeks 2009	3,80		
REK Biovolumen 2009	0,14		
REK Brettum-Indeks 2009	0,86		
norm. REK Biovolumen 2008	0,47		
norm. REK Brettum-Indeks 2009	0,67		
MMI_FPL – REK ₂₀₀₉	0,57		
Ekološko stanje 2009	zmerno		
Parametri	Izmerjena	Vključeno v izračun Brettum-Indeksa	
	povprečna vrednost	%	abs.
Biovolumen [mm ³ L ⁻¹]	2,20	61%	1,35
Abundanca [število celic L ⁻¹]	6346	76%	4830
Skupno število najdenih vrst	42	50%	21

Na intenzivna dogajanja povezana s produkcijskimi procesi v Blejskem jezeru je v letu 2009 opozorila tudi razporeditev kisika po globinski vertikali. V hipolimniju so bile v drugi polovici leta izmerjene vrednosti kisika pod 1 mg /l, kar ne ustreza dobremu stanju (Graf 2).



Graf 2: Razporeditev kisika v Blejskem jezeru v letu 2009

Zmerno stanje fitoplanktona odraža preobremenjenost Blejskega jezera s hranili. V tabeli 12 so navedene povprečne letne vsebnosti celotnega fosforja, anorganskega dušika, klorofila a in prosojnosti v Blejskem jezeru v obdobju 2007-2009, na osnovi katerih se je do leta 2006 določalo stanje jezer po OECD kriterijih [9]. V primerjavi s preteklimi leti je bila v letu 2009 v Blejskem jezeru povečana povprečna letna vsebnost fosforjevih in dušikovih spojin. Povprečna letna vsebnost fosforja je v Blejskem jezeru leta 2009 znašala 13,2 $\mu\text{g P/l}$, ki precej odstopa od referenčne vrednosti za celotni fosfor za globoka alpska in predalpska alpska jezera, ki je $\leq 8 \mu\text{g P/l}$.

Tabela 12: Splošni fizikalno - kemijski parametri in klorofil a v Blejskem jezeru v obdobju 2007 - 2009

Povprečna letna koncentracija	2007	2008	2009
celotni fosfor $\mu\text{g/L}$	12,7	11,0	13,2
anorganski dušik $\mu\text{g/L}$	350	350	422
klorofil-a $\mu\text{g/L}$	2,7	3,9	3,7
Prosojnost (Secchi) m	8,3	6,6	5,0

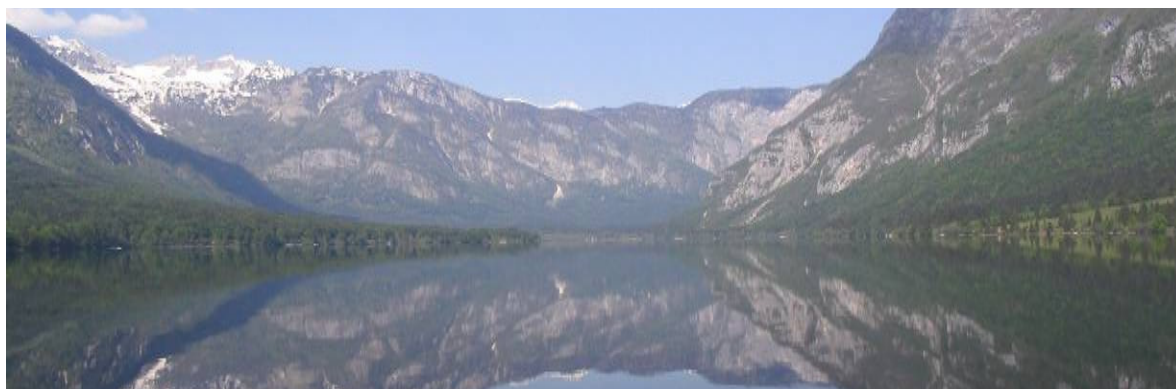
V pritoku Mišca, ki je največji evidentirani točkovni vir hranilnih snovi je bil v obdobju 2003 – 2006 opažen stalen trend naraščanja vsebnosti nutrientov, v letu 2008 in 2009 pa je bila povprečna vsebnost fosforja v Mišci spet nižja, vendar pri manjši frekvenci vzorčenja (Tabela 13).

Tabela 13: Povprečna vsebnost celotnega fosforja v pritoku Mišca

Leto	Celotni fosfor (mg PO_4/l)										
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Mišca	0,15	0,09	0,16	0,13	0,14	0,23	0,20	0,25	-	0,19	0,14
Frekvence vzorčenja	12	12	12	6	6	6	6	6	-	4	4



5.2.2 Bohinjsko jezero



Hidromorfološke značilnosti Bohinjskega jezera

Bioregija	Karbonatne Alpe donavskega porečja
Lega	41° 27' S ; 12° 72' V
Nadmorska višina	526 m
Površina	3,28 km ²
Največja globina	45 m
Povprečna globina	28,0 m
Volumen	92,5 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	>100 km ²
Zadrževalni čas vode	0,3 leta
Tip: J_SI_4_KB-D_>15_1-10	Globoka alpska jezera

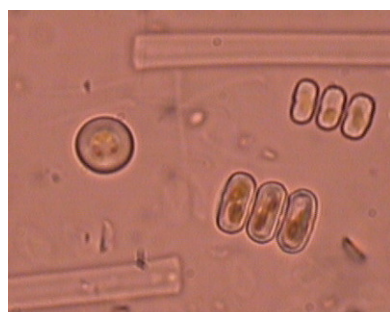
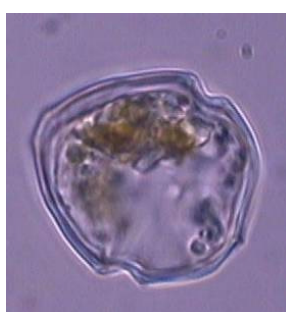
V letu 2009 so bila na Bohinjskem jezeru opravljena 4 vzorčenja po globinski vertikali, kjer se je zajelo vzorce za analizo splošnih fizikalno-kemijskih parametrov in fitoplanktona. Sočasno so bili zajeti tudi vzorci Savice in Save Bohinjke pri iztoku iz jezera, kjer se je opravila analiza splošnih fizikalno-kemijskih parametrov. Vzorci so bili zajeti v aprilu, juniju, juliju in septembru, 20.04., 22.06., 27.07. in 30.09.

Tako kot Blejsko, je tudi Bohinjsko jezero vključeno v interkalibracijsko mrežo, kjer poteka nadzorno spremljanje stanja, kar pomeni, da se v 6-letnem obdobju načrta upravljanja voda spremlja vse biološke elemente kakovosti. V letu 2009 se je v Bohinjskem jezeru poleg fitoplanktona spremljalo tudi stanje makrofitov, ekološko stanje pa je bilo ovrednoteno le na osnovi fitoplanktona, ker za makrofite metodologija vrednotenja še ni izdelana. Na osnovi ustrezne metodologije [6] je bilo ekološko stanje Bohinjskega jezera v letu 2009 ocenjeno kot zelo dobro, kar je enako kot v obdobju 2006 - 2008.

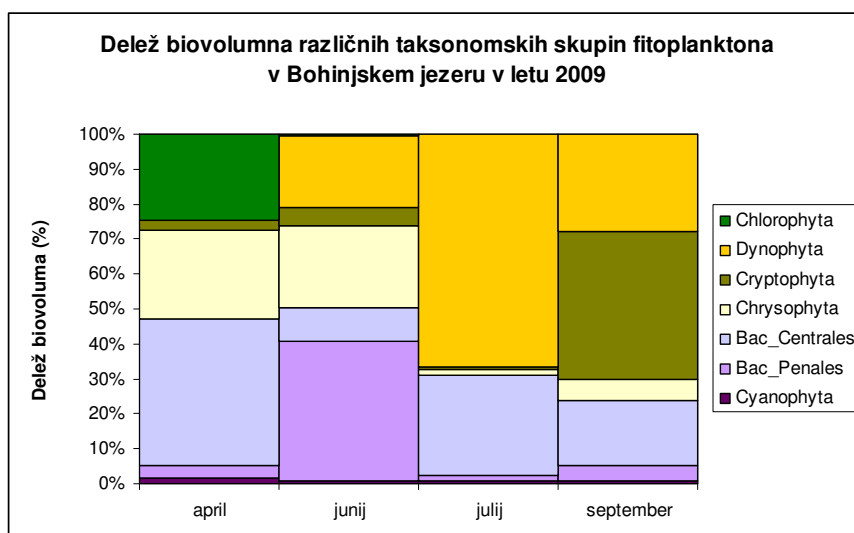
**Tabela 14:** Ocena trofičnosti Bohinjskega jezera v letu 2009 na osnovi fitoplanktona

Jezero	Bohinjsko jezero		
Merilno mesto	T3		
Globina zajema	0 – 20 m		
Leto	2009		
Interkalibracijski tip jezera	Globoka alpska jezera L-AL3		
Tip jezera po nacionalni tipologiji	Globoka alpska jezera		
Referenčni biovolumen		0,20	
Referenčni Brettum-Indeks		4,62	
Biovolumen [mm³ L⁻¹]		0,35	
Brettum Indeks		4,93	
REK Biovolumen		0,78	
REK Brettum-Indeks		1,00	
norm. REK Biovolumen		0,78	
norm. REK Brettum-Indeks		1,00	
MMI_FPL – REK		0,89	
Ekološko stanje	Zelo dobro		
Parametri	Izmerjena	Vključeno v izračun Brettum-Indeksa	
	povprečna vrednost	%	abs.
Biovolumen [mm ³ L ⁻¹]	0,35	44%	0,16
Abundanca [število celic L ⁻¹]	876	72%	633
Skupno število najdenih vrst	28	32%	9

V letu 2009 so bile med fitoplanktonom najštevilnejše ciklična diatomeja (*Bacillariophyceae*) *Cyclotella comta*, zlato rjava alga (*Chrysophyceae*) *Dinobryon crenulatum* in ognjena alga (*Dynophyta*) *Peridinium umbonatum*, ki je bila v poletnem obdobju dominantna vrsta (Graf 3).

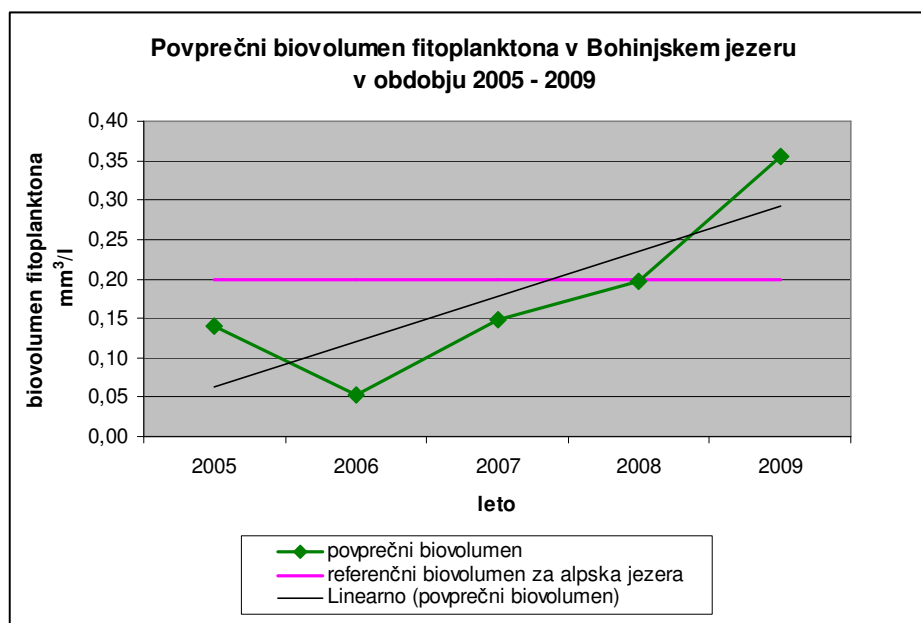
*Cyclotella sp.**Peridinium umbonatum**Dinobryon crenulatum*

V juliju je vrsta *Peridinium umbonatum*, bolj zaradi svoje velikosti kot številčnosti, bistveno vplivala na povečanje skupnega biovolumna fitoplanktona v Bohinjskem jezeru, ki je juliju znašal 0,65 mm³/l, kar je najvišja povprečna vrednost določena v obdobju 2005 - 2009.



Graf 3: Delež različnih taksonomskih skupin fitoplanktona v Bohinjskem jezeru v letu 2009

Čeprav je bilo Bohinjsko jezero na osnovi fitoplanktona, ki odraža trofično stanje jezer, tudi v letu 2009 uvrščeno v najvišji kakovostni razred, povprečni biovolumen fitoplanktona v zadnjih treh letih narašča (Graf 4). V letu 2009 je povprečna vrednost biovolumna v Bohinjskem jezeru znašala $0,35 \text{ mm}^3/\text{l}$ in preseгла referenčno vrednost za povprečni biovolumen fitoplanktona v alpskih jezerih, ki znaša $0,2 \text{ mm}^3/\text{l}$. Za ohranitev zelo dobrega ekološkega stanja je potrebno trofično stanje Bohinjskega jezera stalno spremljati in z ustreznimi ukrepi omejiti vnos hranil iz prispevnih površin na najmanjšo možno mero.



Graf 4: Povprečni biovolumen fitoplanktona v Bohinjskem jezeru v obdobju 2005 - 2009

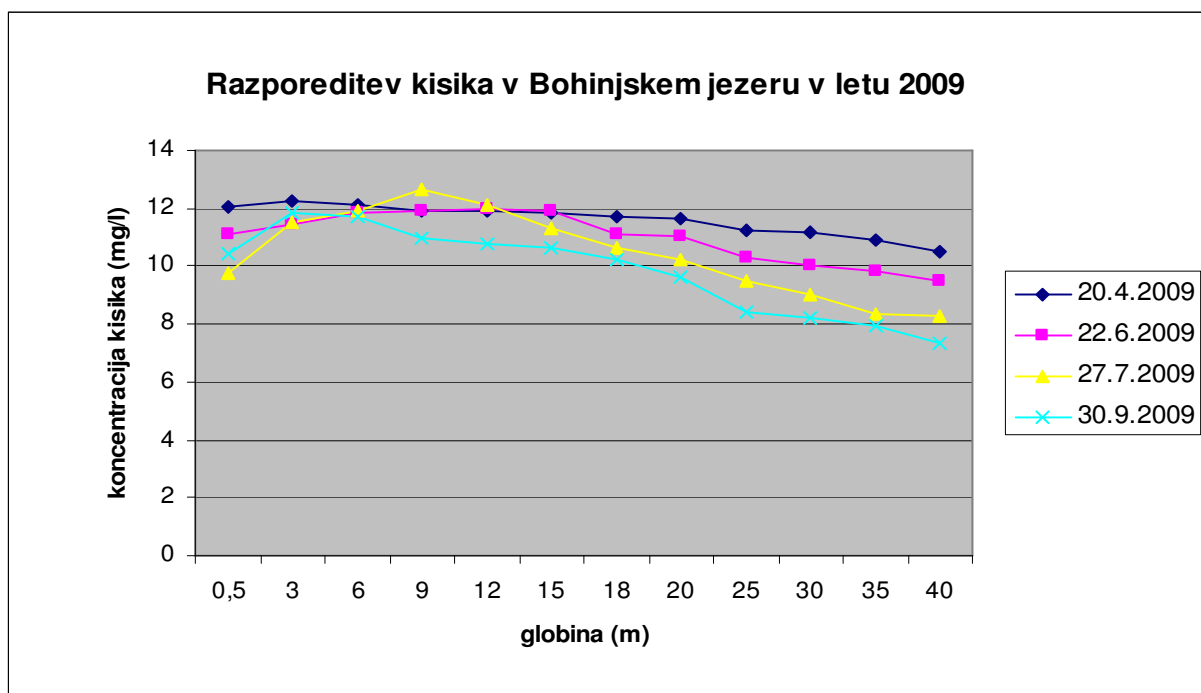
Bohinjsko jezero je bilo na osnovi kriterijev in statističnih analiz, ki so bile opravljene v okviru procesa interkalibracije [9] uvrščeno med referenčna alpska jezera. Povprečna letna koncentracija celotnega fosforja je znašala $3,5 \mu\text{g P/l}$, kar uvršča Bohinjsko jezero po OECD kriterijih [8] med ultra-oligotrofna jezera (Tabela 15).



Tabela 15: Splošni fizikalno - kemijski parametri in klorofil a v Bohinjskem jezeru v obdobju 2007 - 2009

Povprečna letna koncentracija	2007	2008	2009
celotni fosfor $\mu\text{g P/L}$	5,2	3,6	3,5
anorganski dušik $\mu\text{g N/L}$	512	454	394
klorofil-a $\mu\text{g/L}$	1,0	1,0	1,2
Prosojnost (Secchi) m	9,2	9,0	8,3

Tudi razporeditev kisika po globinski vertikali je bila z rahlimi odstopanji celo leto enakomerna (Graf 5). Najnižja koncentracija kisika 7,34 mg/l je bila izmerjena na globini 40 m 30. septembra.



Graf 5: Razporeditev kisika v Bohinjskem jezeru v letu 2009



5.2.3 Velenjsko jezero



Hidromorfološke značilnosti Velenjskega jezera

Bioregija:	Predalpska hribovja donavskega porečja
Nadmorska višina	367 m
Površina	1,35 km ²
Največja globina	54,2 m
Povprečna globina	~18,5
Volumen	25 mio. m ³
Zadrževalni čas vode	> 2 leti
Velikost prispevnih površin	20,5 km ²

umetno vodno telo – ugrezninsko jezero

V letu 2009 je v okviru programa monitoringa kakovosti jezer na umetnem Velenjskem jezeru potekal operativni monitoring. Spremljalo se je stanje fitoplanktona, podporne fizikalno – kemijske parametre in nekatera onesnaževala. Vzorčenje kemijskih parametrov je bilo opravljeno štirikrat 30.3., 14.5., 14.8. in 26.10, vzorčenja fitoplanktona pa 18.3., 15.6., 25.8. in 7.10.

Tako kot za močno preoblikovana vodna telesa, tudi za umetna vodna telesa kriteriji za oceno ekološkega stanja trenutno še niso izdelani, zato se je stanje v letu 2009 lahko ocenilo le na osnovi splošnih parametrov in posebnih onesnaževal. Na osnovi obeh ocen Velenjsko jezero v letu 2009 ni doseglo dobrega stanja.

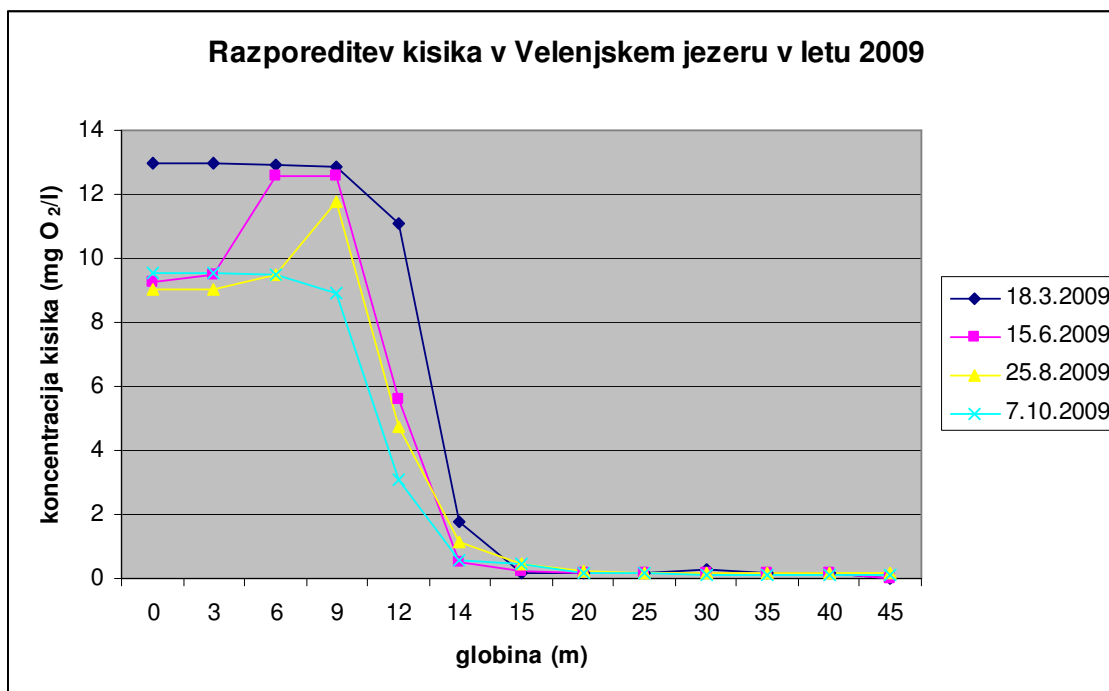
Tabela 16: Ekološko stanje Velenjskega jezera na osnovi posebnih onesnaževal in splošnih fizikalno-kemijskih parametrov

Šifra VT	zadrževalnik	Posebna onesnaževala	Splošni fi- ke parametri (vsebnost kisika v hipolimniju)	Ocena stanja zadrževalnikov
		Stanje	Stanje	
SI1624VT	Velenjsko j.	ne dosega dobrega stanja	ne dosega dobrega stanja	ne dosega dobrega stanja

Ob vseh vzorčenjih je bila vsebnost kisika < 1 mg O₂/l že od globine 15 m do dna jezera, kar je pomeni, da je večina vodne mase v jezeru preko celega leta brez kisika (Graf 6). V



obsežnem delu metalimnija in hipolimnija v jezeru potekajo procesi anaerobne razgradnje in intenzivna tvorba toksičnega žveplovodika (H_2S).



Graf 6: Razporeditev kisika v Velenjskem jezeru v letu 2009

Dobrega ekološkega stanja Velenjsko jezero ne dosega tudi zaradi kronično povečanih vsebnosti sulfata, molibdena in kobalta v jezerski vodi, ki odražajo intenzivno energetsko in rudarsko dejavnost v neposredni bližini jezera. Povprečne letne vsebnosti vseh naštetih onesnaževal presegajo mejno vrednost za dobro stanje (Tabela 17).

Tabela 17: Posebna onesnaževala v Velenjskem jezeru v letu 2009

Posebna onesnaževala	Sulfati			Kobalt-filt.			Molibden-filt.		
	mg/L			µg/L			µg/L		
*LP - OSK	150			0,3			24		
JEZERO/ leto	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008	2009
VELENJSKO JEZERO	716	614	563	-	0,3	0,3	243	213	165
Frekvenca vzorčenja	26	10	10	4	12	4	4	12	4

*letno povprečje – okoljski standard kakovosti

Za Velenjsko jezero je bil v letu 2009 značilen relativno visok povprečni biovolumen fitoplanktona $>2 \text{ mm}^3/\text{l}$. Prevladovala so vrste, ki so izraziti indikatorji povečane trofičnosti. Aktivnost fitoplanktona je bila omejena le na zgornji del fotične cone od površine do globine, kjer je kisik še prisoten. V juniju in avgustu je bilo območje produktivnosti še bolj omejeno na območje med 6 in 8 m globine, kar je razvidno iz razporeditve kisika po globinski vertikali. Izven tega območja fitoplanktonske aktivnosti praktično ni bilo, kar kažejo tudi razmeroma nizke izmerjene vsebnosti klorofila a v evfotični coni.

**Tabela 18:** Izmerjeni in izračunani parametri stanja fitoplanktona v Velenjskem jezeru 2009

Datum zajema	18.3.	15.6.	25.8.	7.10.
Biovolumen (mm ³ /L)	3,41	1,05	1,95	1,97
Brettum indeks	2,73	2,31	2,23	2,25
Klorofil a (µg/L)	0,83	2,39	2,38	2,11

Kriteriji za oceno ekološkega stanja oz. ekološkega potenciala z biološkimi elementi za močno preoblikovana in umetna vodna telesa kamor sodi tudi Velenjsko jezero so v pripravi. Čeprav ustreznih kriterijev še ni, je bilo trofično stanje Velenjskega jezera, ki ima sicer vse značilnosti predalpskih jezer ovrednoteno tudi na podlagi metodologije vrednotenja fitoplanktona v razred ekološkega stanja jezer, ki je sicer izdelana za naravna jezera (Tabela 19). Za izhodišče pri oceni stanja so bili izbrani enaki kriteriji kot za naravna predalpska jezera. Izračuni v letu 2009 kažejo na slabo ekološko stanje Velenjskega jezera.

Tabela 19: Vrednotenje fitoplanktona v razred ekološkega stanja za Velenjsko jezero v letu 2009

	Izmerjena vrednost parametra	Referenčna* vrednost parametra	Normalizirane REK vrednosti	Transformirane REK vrednosti	Multimetrijski indeks fitoplanktona
Biovolumen [mm ³ /L]	2,1	0,30	0,48	0,14	0,32
Brettum Indeks	2,54	4,40	0,16	0,58	

*(referenčne vrednosti za predalpska jezera)

Tabela 20: Splošni fizikalno - kemijski parametri in klorofil a v Velenjskem jezeru v obdobju 2008 - 2009

Povprečna letna koncentracija	2008	2009
celotni fosfor µg P/L	30,4	24,5
anorganski dušik µg N/L	766	1433
klorofil-a µg/L	3,3	2,6
Prosojnost (Secchi) m	4,6	6,8

5.2.4 Zadrževalniki in akumulacije

Večina zadrževalnikov je podvržena prekomerni obremenitvi s hranilnimi snovmi, predvsem fosforjem. Med biološkimi elementi se je zato spremljalo stanje fitoplanktona, sicer pa splošne fizikalno – kemijske parametre in posebna onesnaževala. Vzorčenje se je opravilo 4-krat letno. Podobno kot v letu 2009 sta bili akumulaciji Klivnik in Mola ob zadnjem vzorčenju 19. oktobra skoraj povsem prazni. Vzorčenje po globinski vertikali se je lahko opravilo samo na Moli, na Klivniku pa so bili vzeti samo vzorci iz površine.

Vsi zadrževalniki vključno z akumulacijo Ptujsko jezero še vedno sodijo med kandidate za močno preoblikovana vodna telesa. V pripravi so tako kriteriji za določitev močno preoblikovanih vodnih teles, kot tudi kriteriji za oceno ekološkega potenciala za močno preoblikovana vodna telesa, ki ne dosegajo dobrega stanja. Ker kriterijev za ovrednotenje stanja z biološkimi elementi še ni, se je ekološko stanje zadrževalnikov v letu 2009 ovrednotilo le na osnovi splošnih fizikalno – kemijskih parametrov in posebnih onesnaževal.



Hidromorfološke značilnosti Ptujskega jezera

Bioregija: Panonska gričevja in ravnine	
Nadmorska višina	224 m
Površina	3,5 km ²
Največja globina	12 m
Povprečna globina	6 m
Volumen	19,8 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	- km ²

Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Energetika



Ptujsko jezero

Hidromorfološke značilnosti Šmartinskega jezera

Bioregija: Panonske ravni z alpskim vplivnim	
Nadmorska višina	265 m
Površina	1,02 km ²
Največja globina	~10 m
Povprečna globina	4,9 m
Volumen	4,25 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	>12 km ²

Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Večnamenski zadrževalnik



Šmartinsko jezero

Hidromorfološke značilnosti Slivniškega jezera

Bioregija: Panonska gričevja in ravnine (Panonska nižina)	
Nadmorska višina	292 m
Površina	0,84 km ²
Največja globina	14,5 m
Povprečna globina	~ 4,8 m
Volumen	4,0 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	~30 km ²

Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Večnamenski zadrževalnik



Slivniško jezero

Hidromorfološke značilnosti Perniškega jezera

Bioregija: Panonska gričevja in ravnine (Panonska nižina)	
Nadmorska višina	245 m
Površina (Pernica I,II)	1,23 km ²
Največja globina	4,5 m
Povprečna globina	~ 3 m
Volumen	3,4 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	~30 km ²

Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Večnamenski zadrževalnik



Perniško jezero



Hidromorfološke značilnosti Ledavskega jezera

Bioregija: Panonska gričevja in ravnine (Panonska nižina)	
Nadmorska višina	225 m
Površina (Pernica I,II)	2,18 km ²
Največja globina	5,0 m
Povprečna globina	~ 3 m
Volumen	5,7 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	>100 km ²

 Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Večnamenski zadrževalnik


Ledavsko jezero

Hidromorfološke značilnosti Gajševskega jezera

Bioregija: Panonska gričevja in ravnine (Panonska nižina)	
Nadmorska višina	206 m
Površina	0,77 km ²
Največja globina	10 m
Povprečna globina	<3 povp
Volumen	~2,0 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	>100 km ²

 Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Večnamenski zadrževalnik


Gajševsko jezero

Hidromorfološke značilnosti zadrževalnika Vogršček

Bioregija: spodnja Vipavska dolina in Brda (Padska nižina)	
Nadmorska višina	101 m
Površina (Pernica I,II)	0,82 km ²
Največja globina	20 m
Povprečna globina	~ 10 m
Volumen	8,5 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	~60 km ²

 Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Večnamenski zadrževalnik


Vogršček

Hidromorfološke značilnosti zadrževalnika Molja

Bioregija: Submediteranska hribovja brez pov. odtoka	
Nadmorska višina	450 m
Površina	0,68 km ²
Največja globina	12 m
Povprečna globina	6,5 m
Volumen	4,3 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	23 km ²

 Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa


Mola


Hidromorfološke značilnosti zadrževalnika Klivnik
Bioregija: Submediteranska hribovja brez pov. odtoka

Nadmorska višina	460 m
Površina	0,45 km ²
Največja globina	20 m
Povprečna globina	9,3 m
Volumen	4,2 mio. m ³
Velikost prispevnih površin	23 km ²

Tip: kandidat za močno preoblikovana vodna telesa

Večnamenski zadrževalnik

Klivnik

Ekološko stanje zadrževalnikov je bilo ocenjeno na osnovi splošnih fizikalno kemijskih parametrov za jezera in posebnih onesnaževal (Tabela 21).

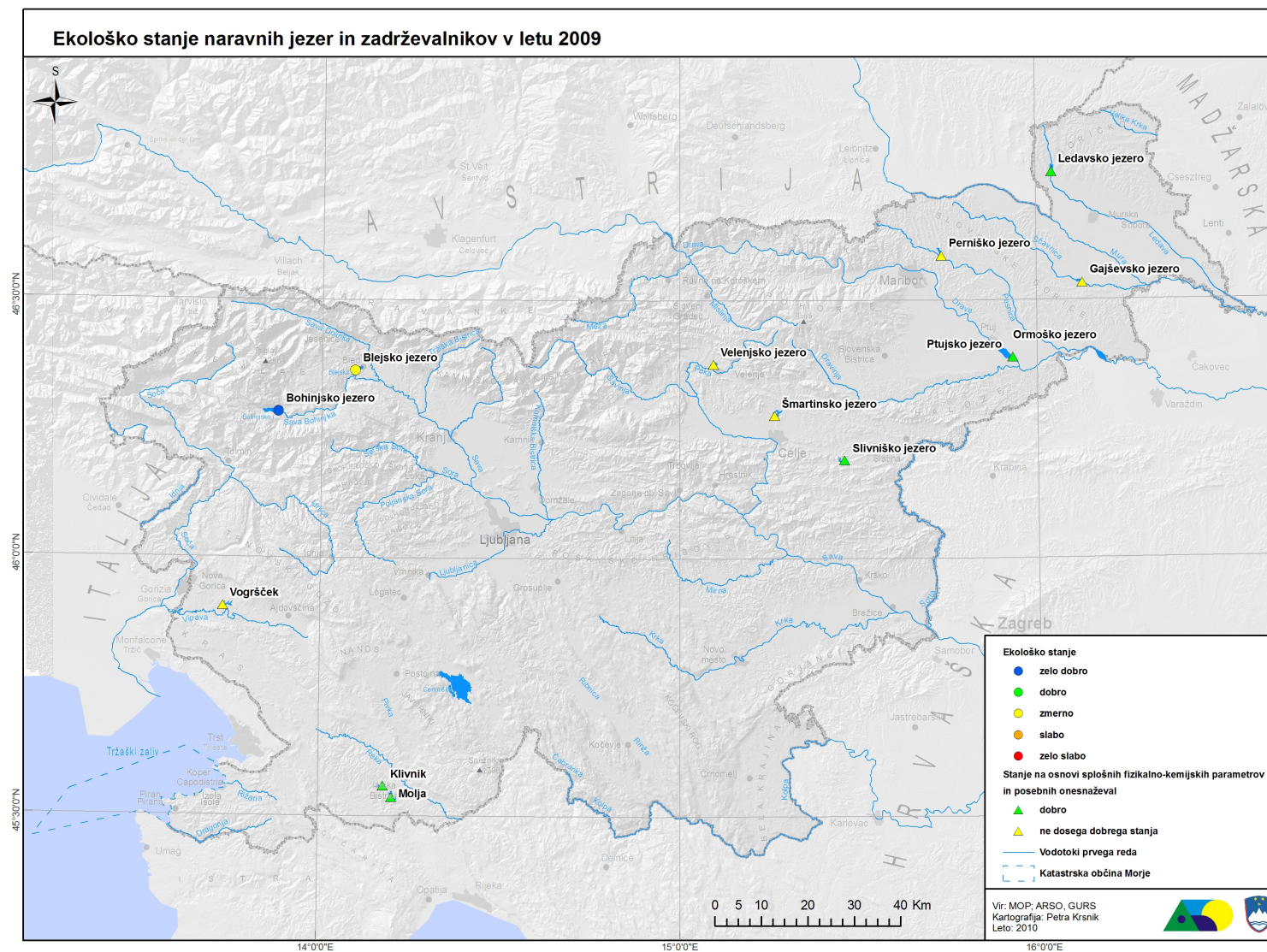
Za splošne fizikalno - kemijske parametre in posebna onesnaževala so v Uredbi o stanju površinskih voda (Ur.l.RSRS,14/2009) podane le mejne vrednosti za dobro stanje. Vodna telesa, ki presegajo te okoljske standarde ne dosegajo dobrega stanja, razvrstitev v 5 razredov ekološkega stanja pa je možna le na podlagi bioloških elementov kakovosti.

V letu 2009 dobrega stanja niso dosegli štirje zadrževalniki. Šmartinsko jezero in zadrževalnik Vogršček dobrega stanja nista dosegla zaradi kisikovih razmer, Perniško in Gajševsko jezero pa zaradi triazinskih pesticidov.

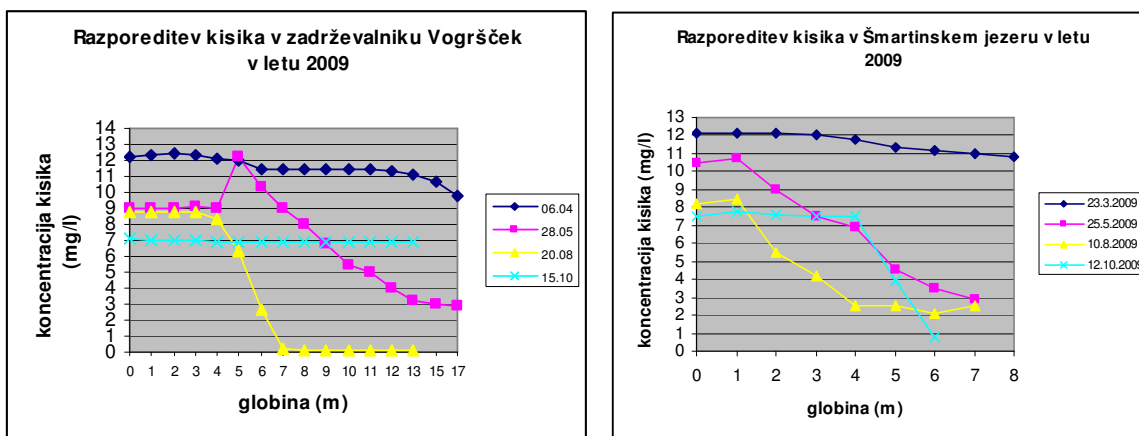
Tabela 21: Ocena ekološkega stanja zadrževalnikov v letu 2009 na osnovi posebnih onesnaževal in splošnih fi-ke parametrov

Šifra VT	zadrževalnik	Posebna onesnaževala	Splošni fi- ke parametri (vsebnost kisika v hipolimniju)	Ocena stanja zadrževalnikov
		Stanje	Stanje	
SI1668VT	Šmartinsko j.	dobro	ne dosega dobrega stanja	ne dosega dobrega stanja
SI168VT3	Slivniško j.	dobro	dobro	dobro
SI442VT12	Ledavsko j.	dobro	dobro	dobro
SI38VT34	Perniško j.	ne dosega dobrega stanja	dobro	ne dosega dobrega stanja
SI434VT52	Gajševsko j.	ne dosega dobrega stanja	dobro	ne dosega dobrega stanja
SI3VT5172	Ptujsko j.	dobro	dobro	dobro
SI3VT950	Ormoško j.	dobro	dobro	dobro
SI5212VT1	Klivnik j.	dobro	dobro	dobro
SI5212VT3	Mola	dobro	dobro	dobro
SI64804VT	Vogršček	dobro	ne dosega dobrega stanja	ne dosega dobrega stanja

V Uredbi o stanju površinskih voda (Ur.l.RS 14/09) so mejne vrednosti za dobro stanje med splošnimi fizikalno – kemijskimi parametri podane samo za vsebnost kisika v hipolimniju. Parameter je primeren le za oceno stanja globokih jezer, v plitvih zadrževalnikih pa zaradi stalnega mešanja vode, do pomanjkanja kisika ne prihaja. Vrednosti pod 1mg O₂/l so bile izmerjene v hipolimniju zadrževalnika Vogršček avgusta 2009 in v hipolimniju Šmartinskega jezera v oktobru Graf 7 in Graf 8.



Karta 2: Ekološko stanje jezer in zadrževalnikov na osnovi splošnih fizikalno-kemijskih parametrov in posebnih onesnaževal



Graf 7 in Graf 8: Razporeditev kisika v zadrževalniku Vogršček in Šmartinskem jezeru v letu 2009

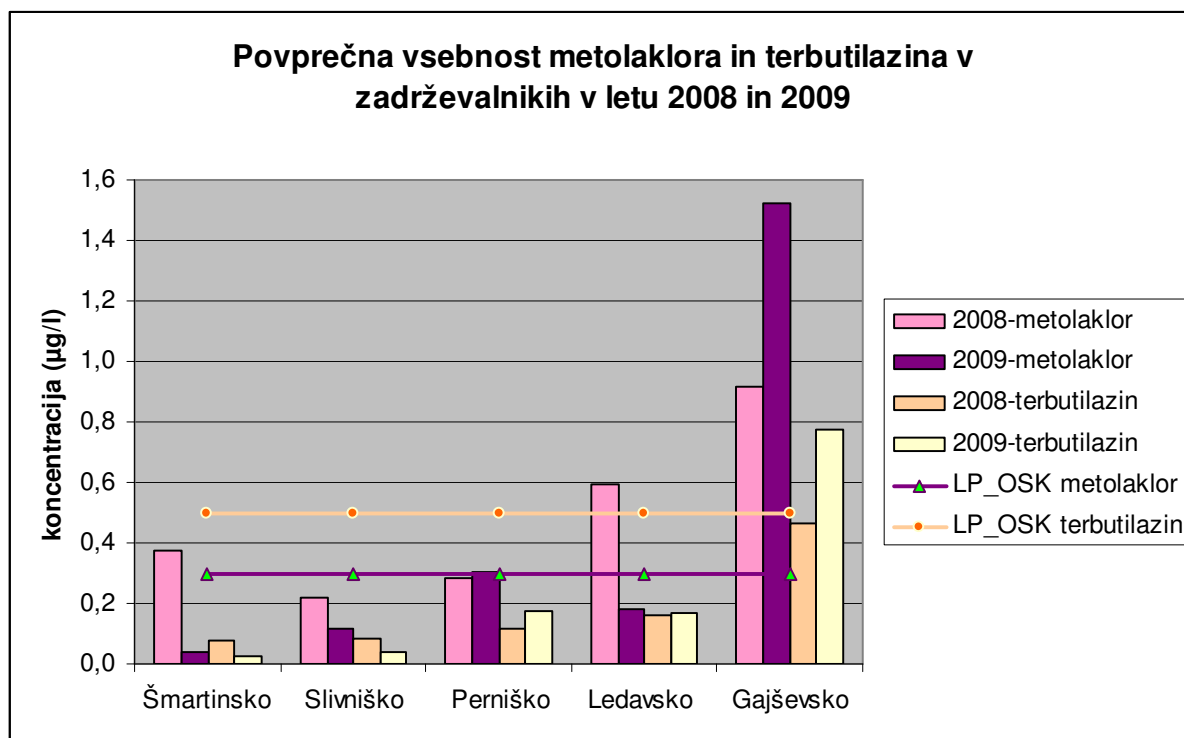
Med posebnimi onesnaževali se je v letu 2009 na vseh zadrževalnikih severovzhodne Slovenije 5-krat letno, v času povečane rabe spremljalo vsebnost triazinjskih pesticidov. Tako kot prejšnja leta je bila v nekaterih ugotovljena povečana vsebnost metolaklor in terbutilazina. S pesticidi je bilo najbolj obremenjeno **Gajševsko jezero**, okoljski standard za metolaklor pa je bil prekoračen tudi v **Perniškem jezeru**. V Gajševskem jezeru je bil prekoračen okoljski standard za letno povprečje za metolaklor in za terbutilazin. V maju in juniju je koncentracija metolaklor v Gajševskem jezeru znašala 3,2, oz. 3,7 µg/l, kar po Uredbi o stanju površinskih voda presega tudi največjo dovoljeno koncentracijo (2,7 µg/l) metolaklor v površinskih vodah. V Gajševskem jezeru je bila presežena tudi mejna povprečna letna koncentracija za terbutilazin.

Visoke vsebnosti metolaklor so bile izmerjene tudi v Slivniškem in Ledavskem jezeru, vendar okoljski standard za letno povprečje ni bil prekoračen. Z izjemo Gajševskega jezera je bila obremenjenost zadrževalnikov z metolaklorom v letu 2009 manjša kot v letu 2008, ne glede na večjo frekvenco vzorčenja. Na Šmartinskem jezeru je bila povprečna vsebnost metolaklor v letu 2009 celo 10-krat manjša kot v letu 2008.

Tabela 22: Presežene vrednosti okoljskih standardov za posebna onesnaževala v zadrževalnikih v letu 2009

Posebna onesnaževala	Metolaklor		Terbutilazin	
	µg/l		µg/l	
*LP - OSK	0,3		0,5	
JEZERO/ leto	2008	2009	2008	2009
ŠMARTINSKO JEZERO	0,4	0,04	0,1	0,03
SLIVNIŠKO JEZERO	0,2	0,1	0,1	0,04
PERNIŠKO JEZERO	0,3	0,3	0,1	0,2
LEDAVSKO JEZERO	0,6	0,2	0,2	0,2
GAJŠEVSKO JEZERO	0,9	1,5	0,5	0,8

*LP - OSK - letno povprečje - okoljski standard kakovosti predstavlja mejno vrednost za dobro stanje



Graf 9: Triazinski pesticidi v zadrževalnikih SV Slovenije v letu 2008 in 2009

Razvrstitev vodnih teles v 5 razredov ekološkega stanja je možna le na podlagi bioloških elementov kakovosti.

V zadrževalnikih se je v letu 2009 spremljalo stanje fitoplanktona, ekološko stanje na osnovi fitoplanktona pa ni ocenjeno, ker kriteriji za oceno ekološkega potenciala, ki se določa v močno spremenjenih in umetnih vodnih telesih, ki ne dosegajo dobrega stanja, trenutno še niso izdelani.

V tabeli 23 je prikazana povprečna vrednosti biovolumna fitoplanktona v zadrževalnikih v letu 2008 in 2009. V obeh letih po visokih vrednostih biovolumna fitoplanktona in klorofila-*a* izstopajo Perniško, Gajševsko in Ledavsko jezero (Tabela 23).

Tabela 23: Povprečni biovolumen fitoplanktona in vsebnost klorofila *a* v zadrževalnikih v obdobju 2008 - 2009

Šifra VT	Zadrževalnik	Biovolumen (mm ³ /l)	Klorofil <i>a</i> (µ/L)	Biovolumen (mm ³ /L)	Klorofil <i>a</i> (µ/L)
	Leto	2008		2009	
SI1668VT	Šmartinsko jezero	4,1	9,5	4,7	9,5
SI168VT3	Slivniško jezero	2,1	7,8	3,7	6,5
SI38VT34	Perniško jezero	8,7	41,2	18,0	45,0
SI442VT12	Ledavsko jezero	3,8	32,0	10,8	22,1
SI434VT52	Gajševsko jezero	6,4	34,0	9,2	35,9
SI3VT5172	Ptujsko jezero	1,0	2,2	0,8	1,3
SI5212VT1	Klivnik	1,4	2,5	4,3	7,2
SI5212VT3	Mola	2,2	6,0	3,4	8,0
SI64804VT	Vogršček	2,6	2,7	5,4	4,5



Perniško jezero, kjer je bila v letu 2009 izmerjena najvišja povprečna koncentracija klorofila a in določen najvišji biovolumen fitoplanktona je glede na povprečno vsebnost celotnega fosforja tudi najbolj obremenjeno s hranilnimi snovmi (Tabela 24). Fosfor je v jezerih zmerne pasu ključni biogeni element, ki vpliva na produkcijske procese oz. intenzivnost eutrofikacije. Po obremenjenosti Perniškemu jezeru sledita Ledavsko in Gajševsko jezero. V letu 2009 je bila povprečna vsebnost celotnega fosforja izredno visoka, 160 µg P/l tudi v Šmartinskem jezeru. Na visok izračun povprečne vrednosti fosforja je vplival avgustovski vzorec (10.8. 2009), zajet v epilimniju (0,5-4m), z vsebnostjo celotnega fosforja 3,07 mg PO₄/l. Brez upoštevanja te visoke vrednosti, je bila povprečna vsebnost fosforja na ravni prejšnjih let, 39 µg P/l (49 µg P/l v letu 2008). Glede na stanje fitoplanktona v letu 2009, ki je bilo zelo podobno stanju v letu 2008, sklepamo, da obremenitve Šmartinskega jezera v povprečju niso tako velike in meritve v avgustu 2009 predstavljajo le kratkotrajne izjemne razmere v zadrževalniku. V splošnem je eutrofikacija ključni problem zadrževalnikov severovzhodne Slovenije, medtem ko so zadrževalniki na jugozahodu države s hranili manj obremenjeni.

Tabela 24: Povprečne vrednosti celotnega fosforja in anorganskega dušika v zadrževalnikih v letu 2008 in 2009

Parameter	fosfor celotni	dušik anorganski	fosfor celotni	dušik anorganski
	povprečje 2008	povprečje 2008	povprečje 2009	povprečje 2009
Enota	(µg P/L)	(µg N/L)	(µg P/L)	(µg N/L)
Šmartinsko jezero	49	706	(160*) 39**	494
Slivniško jezero	29	859	37	533
Perniško jezero	126	893	252	470
Ledavsko jezero	104	913	137	1018
Gajševsko jezero	89	890	122	804
Ptujsko jezero	59	1187	35	898
Klivnik	10	827	15	661
Molja	14	525	15	529
Vogršček	9	756	10	626

*(pri izračunu so upoštevani vsi vzorci)

** (vzorec zajet 10.8.2009 v epilimniju pri izračunu ni upoštevan)



6 VIRI

- [1] SIST ISO 5667-4:1996 Kakovost vode – Vzorčenje – 4. del: Navodilo za vzorčenje naravnih in umetnih jezer
- [2] SIST EN ISO 5667-3:2004 Kakovost vode – Vzorčenje – 3. del: Navodilo za shranjevanje in ravnanje z vzorci vode (ISO 5667-3:2003)
- [3] Metodologija vzorčenja in laboratorijske obdelave fitoplaktona za vrednotenje trofičnega stanja jezer
- [4] Metodologija vzorčenja in laboratorijske obdelave fitobentosa in makrofitov za vrednotenje trofičnega stanja jezer
- [5] Metodologija vzorčenja in laboratorijske obdelave bentoških nevretenčarjev za vrednotenje hidromorfološke spremenjenosti obale jezer
- [6] Metodologija vrednotenja fitoplanktona v razred ekološkega stanja jezer v Sloveniji
- [7] Metodologija vrednotenja hidromorfološke spremenjenosti jezer na podlagi bentoških nevretenčarjev, v skladu z zahtevami Vodne direktive (Direktiva 2000/60/ES)
- [8] Eutrophication of waters, Monitoring, Assessment and Control Anon., OECD Paris, (1982)
- [9] Reference conditions and WFD compliant class boundaries for phytoplankton biomass and chlorophyll-*a* in Alpine lakes, Georg Wolfram et al., Hydrobiologia (2009)