

PRILOGA I: METODOLOGIJA VREDNOTENJA EKOLOŠKEGA STANJA
JEZER NA PODLAGI SPLOŠNIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH ELEMENTOV
KAKOVOSTI

KAZALO VSEBINE

1	VZORČENJE IN IZRAČUN STATISTIK PARAMETROV ZA VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA	5
1.1	Lokacija, frekvenca in globina vzorčenja	5
1.2	Izračun utežnega povprečja	7
2	VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA JEZER NA PODLAGI SPLOŠNIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH ELEMENTOV	9
2.1	Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno -kemijskega elementa prosojnost.....	10
2.1.1	UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER.....	10
2.1.2	IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA SECCHI-JEVA GLOBINA ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE.....	11
2.1.3	RAZVRSTITEV VODNEGA TELESA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA PROSOJNOST ZA IZBRANO OBDOBJE.	11
2.2	Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa kisikove razmere.....	11
2.2.1	UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER.....	12
2.2.2	IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA NASIČENOST VODE S KISIKOM V HIPOLIMNIJU ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE.....	12
2.2.3	RAZVRSTITEV VODNEGA TELESA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA KISIKOVE RAZMERE ZA IZBRANO OBDOBJE	12
2.3	Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno -kemijskega elementa zakisanost.....	13
2.3.1	UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER.....	13
2.3.2	IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA PH ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE..	13
2.3.3	RAZVRSTITEV VODNEGA TELESA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA ZAKISANOST ZA IZBRANO OBDOBJE..	14
2.4	Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno -kemijskega elementa stanje hranil	14
2.4.1	UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER.....	15
2.4.2	IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA CELOTNI FOSFOR ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE.....	15

2.4.3	RAZVRSTITEV VODNEGA TELESA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA STANJE HRANIL ZA IZBRANO OBDOBJE	15
3	VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA IN RAZVRSTITEV VODNIH TELES JEZER NA PODLAGI SPLOŠNIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH ELEMENTOV	16
4	VIRI	17
5	PRILOGE	18

SLOVAR UPORABLJENIH IZRAZOV

Splošni fizikalno-kemijski elementi kakovosti so splošni fizikalno-kemijski elementi kakovosti, ki podpirajo biološke elemente kakovosti pri vrednotenju ekološkega stanja in odražajo posamezne vrste obremenitev.

Splošni fizikalno-kemijski parametri predstavljajo merljivi del fizikalno-kemijskih razmer pri vrednotenju ekološkega stanja na podlagi splošnih fizikalno-kemijskih elementov kakovosti.

Značilne vrednosti so vrednosti splošnih fizikalno-kemijskih parametrov pri zelo dobrem ekološkem stanju in predstavljajo za ekološki tip značilne fizikalno-kemijske razmere.

1 VZORČENJE IN IZRAČUN STATISTIK PARAMETROV ZA VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA

1.1 Lokacija, frekvenca in globina vzorčenja

Vzorke vode za analizo splošnih fizikalno-kemijskih parametrov, ki se uporabljajo za vrednotenje ekološkega stanja jezer, se vzorči **najmanj 4-krat letno**, na osnovnem mestu vzorčenja. V večini jezer je osnovno mesto vzorčenja točka na površini jezera, kjer je jezero najgloblje. Vzorčenje po globinski vertikali se opravi v enakomernih presledkih v vseh limnoloških obdobjih:

- 1-krat v obdobju spomladanske cirkulacije – homotermije

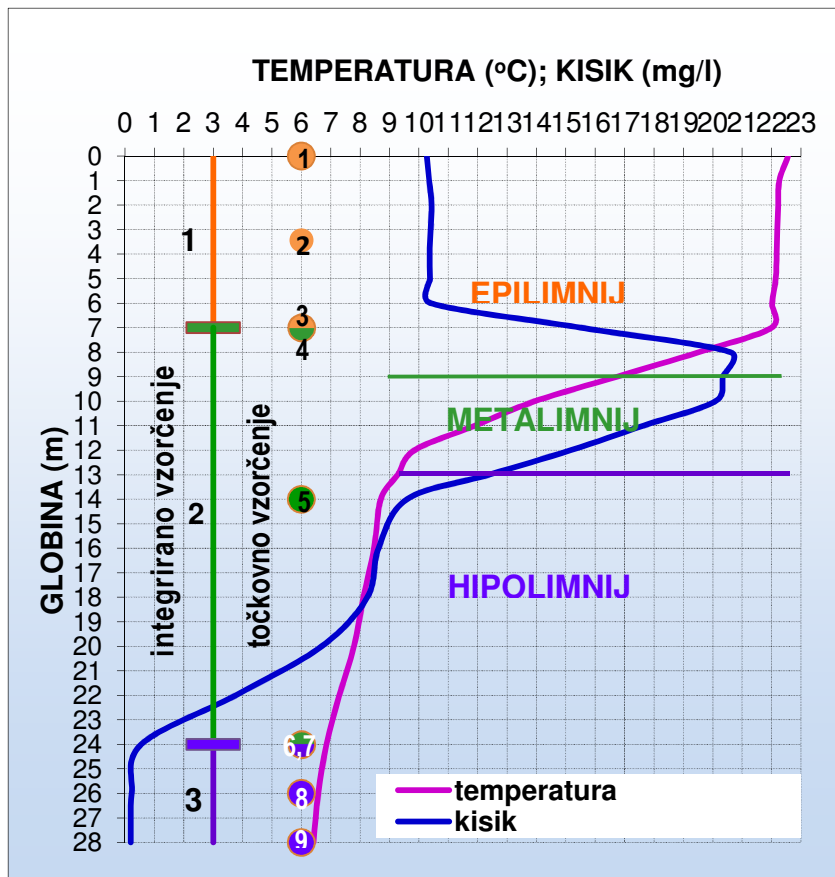
- 1-krat na začetku poletne stratifikacije – plastovitosti

- 1-krat na višku poletne stratifikacije – plastovitosti

- 1-krat med jesensko homotermijo ali ob koncu poletne stratifikacije

Pred vsakim vzorčenjem se s Secchijevo ploščo izmeri Secchi-jeva globina in z ustrezno potopno sondo opravi meritve temperature, koncentracije v vodi raztopljenega kisika, nasičenosti vode s kisikom, električne prevodnosti in pH vrednosti. Meritve s sondo se v območju epi in metalimnija opravi na vsak meter globine, v območju hipolimnija pa se lahko v globokih jezerih razdalja med meritvami poveča in smiselno prilagodi globini vodnega telesa, oziroma kisikovim razmeram.

Vzorke vode za analize splošnih fizikalno kemijskih parametrov se **vedno zajame v celotnem vodnem stolpcu od površine do dna**. V času plastovitosti se priporoča vzorčenje v izoblikovanih plasteh, epilimniju, metalimniju in hipolimniju, oziroma v plasteh, kjer se pojavijo očitne razlike v koncentraciji kisika (slika 1). Globine vzorčenja se določi na podlagi predhodne meritve temperature in kisika po globinski vertikali s potopno sondo.



Slika 1: Primer integriranega in točkovnega vzorčenja v jezerih in zadrževalnikih v obdobju plastovitosti

Epilimnij obsega plast vode od površine do globine prve termokline. Termoklina je globina temperaturnega preskoka, kjer se na globini enega metra temperatura vode spremeni za 1°C , BIRGE (1897), (HUTCHINSON 1957).

Metalimnij je plast vode od termokline do globine kjer se temperatura na vsak meter globine spremeni za $>1^{\circ}\text{C}$. Ker območje metalimnija obsega le nekaj metrov globinske vertikale, se drugi vzorec zajame v **metalimniju** in **delu hipolimnija** kjer je vsebnost v vodi raztopljenega kisika $<1\text{mg/l}$. V jezerih, ki so prezračena do dna, se vzorec zajame od globine prve termokline do dna jezera. Potrebno je paziti, da se z vzorcem vode ne zajame sediment.

Hipolimnij je plast vode kjer se temperatura na vsak meter globine spremeni za $<1^{\circ}\text{C}$. Vzorec vode v hipolimniju se zajame ločeno samo v primeru, ko v spodnjih plasteh jezera prihaja do pomanjkanja kisika. Vzorči se od globine, kjer je koncentracija v vodi raztopljenega kisika $<1\text{mg/l}$ do dna in ne v območju dejanskega hipolimnija. Pri vzorčenju hipolimnija je potrebno paziti, da se z vzorcem vode ne zajame sediment.

Način vzorčenja

Vzorči se v skladu z metodologijo vzorčenja v stoječih vodah ISO 5667-4, Water Quality - Sampling- Part 4: Guidance on sampling from lakes, natural and man-made (1987) Vzorčenje lahko poteka integrirano (integrated sampling) ali točkovno (spot sampling).

V primeru integriranega vzorčenja se v obdobju plastovitosti zajame vzorce vode oblikovanih globinskih plasti (slika 1), v obdobju homotermije pa vzorec vode celotnega vodnega stolpca od površine do dna jezera.

Točkovno vzorčenje omogoča zajem vzorca vode iz posamezne globine. V posamezni izoblikovani plasti je potrebno zajeti vsaj 3 vzorce; 1. vzorec na zgornji meji plasti, 2. vzorec v sredini plasti in 3. vzorec na spodnji meji posamezne globinske plasti. Ker je spodnja meja zgornje plasti hkrati tudi zgornja meja spodnje plasti se na mejnih globinah zajame 1 vzorec (slika 1). V času homotermije se zajame najmanj 3 točkovne vzorce; na površini jezera oz. zadrževalnika, na sredini vodnega stolpca in nad dnem jezera.

Transport vzorcev vode do analiznega laboratorija in vsi postopki rokovanja z vzorci morajo potekati v skladu s standardnimi postopki (ISO 5667-3:2003; Guidance on the preservation and handling of water samples).

1.2 Izračun utežnega povprečja

Ekološko stanje se vrednoti na osnovi povprečnih letnih vrednosti posameznih splošnih fizikalno-kemijskih parametrov. Letno povprečje posameznega parametra se določi na osnovi minimalno 4-ih vzorčenj. V primeru zajetja več vzorcev po globinski vertikali mora biti povprečje obteženo z volumnom vzorčenih plasti (»volume weighted average« utežno povprečje). Povprečna vrednost parametra v celotnem vodnem stolpcu se izračuna z upoštevanjem volumna globinskih plasti, kjer so bili zajeti vzorci. Izmerjene vrednosti parametra se obteži s prostornino vzorčenih plasti po naslednji enačbi (enačba 1).

Enačba 1: Splošna enačba za izračun utežnega povprečja

$$\bar{x} = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + \dots + w_n x_n}{w_1 + w_2 + \dots + w_n} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

kjer je

$\bar{x}$ - utežna povprečna vrednost izmerjenega splošnega fizikalno-kemijskega parametra

w_i - prostornina (volumen) plasti i

x_i - vrednost splošnega fizikalno-kemijskega parametra v plasti i

Utežno povprečje se uporablja za izračun vrednosti vseh parametrov, ki se določajo po globinski vertikali, ne glede na način vzorčenja in izbor globin. Za izračun je treba poznati volumne posameznih globinskih plasti, ki so odvisni od oblikovanosti jezerske kotanje. V preglednici 1 so podane informativne prostornine posameznih globinskih plasti v Blejskem in Bohinjskem jezeru.

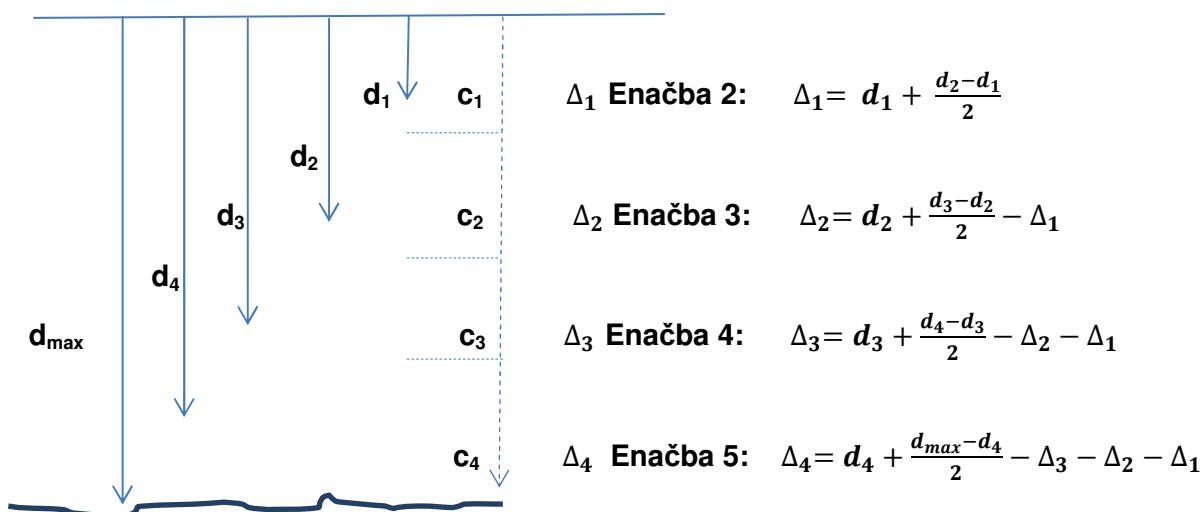
Preglednica 1: Prostornina posameznih globinskih plasti v Blejskem in Bohinjskem jezeru

Blejsko jezero *		Bohinjsko jezero**	
globina (m)	Volumen plasti $m^3 \cdot 10^6$	globina	Volumen plasti $m^3 \cdot 10^6$
0-2	2,7	0-3	9,60
2-4	3,0	3-6	9,30
4-6	2,5	6-9	9,10
6-8	2,5	9-12	8,62
8-10	2,5	12-15	8,31
10-15	5,7	15-25	24,91
15-20	4,0	25-35	16,47
20-dno	2,8	35-dno	6,21
skupaj	25,7		92,52

* Sketelj J., Rejic M. (1959). Preliminarno poročilo o raziskavi Blejskega jezera, Gradbeni vestnik št. 61-64: 1958-59.

** Šiško M. (1999). Neobjavljeno.

V primerih, ko globinske plasti niso definirane in so vzorci zajeti na različnih globinah, se uteži (Δ_n) za izračun utežnega povprečja določi po naslednji shemi, oziroma enačbah 2-5.



kjer je:

d_1, d_2, d_3 in d_4 - globine zajema vzorca

c_1, c_2, c_3 in c_4 - vrednost izmerjenega splošnega fizikalno-kemijskega parametra

d_{max} - globina celega vodnega stolpca ($d_{max} = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3 + \Delta_4$)

Utežno povprečje se izračunu po naslednji enačbi (enačba 6):

Enačba 6: Izračun utežnega povprečja

$$\bar{C} = \frac{c_1 \cdot \Delta_1 + c_2 \cdot \Delta_2 + c_3 \cdot \Delta_3 + c_4 \cdot \Delta_4}{d_{max}}$$

2 VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA JEZER NA PODLAGI SPLOŠNIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH ELEMENTOV

Vrednotenje ekološkega stanja v skladu z Vodno direktivo (Direktiva 2000/60/EC) predstavlja ugotavljanje spremenjenosti strukture in funkcije ekosistema v primerjavi z naravnimi – referenčnimi razmerami. Glede na ekološko kakovost se razvrsti ekosistem oz. vodno telo v enega od 5 razredov kakovosti ekološkega stanja (preglednica 2).

Preglednica 2: Razredi kakovosti ekološkega stanja

Razred kakovosti – ekološko stanje	
Zelo dobro	
Dobro	
Zmerno	
Slabo	
Zelo slabo	

Ekološko stanje se vrednoti na podlagi bioloških ter fizikalno-kemijskih in hidromorfoloških elementov kakovosti, ki podpirajo biološke elemente kakovosti pri vrednotenju ekološkega stanja. Fizikalno-kemijskih elementi se delijo na splošne fizikalno-kemijske elemente in na posebna onesnaževala. Vodna direktiva za vrednotenje ekološkega stanja jezer določa šest splošnih fizikalno-kemijskih elementov kakovosti: prosojnost, zakisanost, toplotne in kisikove razmere ter stanje hranil. V spodnji preglednici (preglednica 3) so naštetih splošni fizikalno-kemijski parametri za vrednotenje ekološkega stanja jezer, ki v skladu z Vodno direktivo odražajo šest splošnih fizikalno-kemijskih elementov kakovosti.

Preglednica 3: Splošni fizikalno-kemijski elementi in parametri ekološkega stanja za jezera

Element kakovosti	Parameter	Enota	Referenčni standard
prosojnost	Secchi-jeva globina	m	ISO 7027:1999
toplotne razmere	Temperatura vode	°C	SIST DIN 38404-4:2000
kisikove razmere	Koncentracija v vodi raztopljenega kisika	mg O ₂ /L	ISO 5814:1990
	Nasičenost vode s kisikom - hipolimnij	%	ISO 5814:1990
	Raztopljeni organski ogljik (DOC)	mg C/L	ISO 1484:1997
zakisanost	pH		SIST ISO 10523:1996
stanje hranil	Celotni fosfor (TP)	µgP/L	SIST EN ISO 6878
	Amonij	mg NH ₄ /L	SIST ISO 7150/1:1996
	Nitrat	mg NO ₃ /L	SIST EN ISO 10304-1:1998
	Celotni dušik (TN)	mg N/L	ISO 10048
slanost	Električna prevodnost (25°C)	µS/cm	EN 27888

Metodologija vrednotenja ekološkega stanja na podlagi splošnih fizikalno-kemijskih elementov omogoča razlikovanje med razredi zelo dobro, dobro in zmerno ekološko stanje.

Izhodišče vrednotenja so za ekološki tip jezera značilne fizikalno-kemijske razmere. To so razmere, ki predstavljajo vrednosti fizikalno-kemijskih elementov pri zelo dobrem ekološkem stanju, pri katerem ni opaziti vpliva človeka ali je ta zelo majhen. Ker se značilne fizikalno-kemijske razmere vodnih teles razlikujejo, se pri vrednotenju ekološkega stanja uporabi t. i. pristop za ekološki tip značilnih razmer.

V Sloveniji imamo samo dva ekološka tipa naravnih jezer (preglednica 4).

Preglednica 4: Ekološka tipa naravnih alpskih jezer v Sloveniji (Urbanič in sod. 2007)

Ekološki tip	Tip-koda	Hidroekoregija (Urbanič 2005)	Bioregija (Urbanič 2006)	Povprečna globina	Velikost površine
Globoka alpska jezera	J_SI_4_KB-D_>15_1-10	Alpe	Karbonatne Alpe donavskega porečja	> 15 m	1-10 km ²
Globoka predalpska jezera	J_SI_4_PA-D_>15_1-10	Alpe	Predalpska hribovja donavskega porečja	> 15 m	1-10 km ²

Za oba ekološka tipa jezer v Sloveniji so za 4 podporne elemente, prosojnost, kisikove razmere, zakisanost in stanje hranil mejne vrednosti razredov ekološkega stanja povzete po avstrijski uredbi o vrednotenju ekološkega stanja voda. Povzete so značilne in mejne vrednosti parametrov za vrednotenje ekološkega stanja s splošnimi fizikalno kemijskimi elementi v najbližjih podobnih alpskih jezerih na avstrijskem Koroškem.

2.1 Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno - kemijskega elementa prosojnost

Pravilno zaporedje korakov za vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa prosojnost je:

- uvrstitev mesta vzorčenja v ekološki tip jezer,
- izračun ustrezne statistike parametra Secchi-jeva globina za vrednotenje ekološkega stanja na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa »prosojnost« za izbrano vodno telo in obdobje,
- razvrstitev vodnega telesa za izbrano obdobje v razred ekološkega stanja na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa prosojnost

2.1.1 UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER

V Sloveniji imamo samo dve naravni jezera, s površino >0,5 km². To sta Blejsko in Bohinjsko jezero, ki po nacionalni tipologiji pripadata različnima ekološkima tipoma (preglednica 4). Blejsko jezero je globoko predalpsko jezero, Bohinjsko jezero pa globoko alpsko jezero.

2.1.2 IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA SECCHI-JEVA GLOBINA ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE

Parameter za spremljanje in vrednotenje splošnega fizikalno kemijskega elementa »prosojnost« v jezerih je Secchi-jeva globina, ki se določa z ustrezno Secchijevo ploščo po standardnem postopku ISO 7027:1999. Parameter se vrednoti na osnovi letnega povprečja na podlagi minimalno 4-ih meritev.

2.1.3 RAZVRSTITEV VODNEGA TELESA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA PROSOJNOST ZA IZBRANO OBDOBJE

Izračunano statistiko parametra prosojnost za izbrano vodno telo in obdobje se primerja z za ekološki tip jezera značilnimi vrednostmi parametra Secchijeva globina (preglednica 5) in vodno telo razvrsti v razred ekološkega stanja za izbrano obdobje (preglednica 6).

Preglednica 5: Za ekološki tip jezer značilne mejne vrednosti med razredi ekološkega stanja za splošni fizikalno-kemijski parameter Secchijeva globina

Parameter	Secchi-jeva globina (m)	
	zelo dobro stanje	dobro stanje
Ekološki tip jezera		
Globoka alpska jezera	7,2	4,8
Globoka predalpska jezera	6,0	4,0

Preglednica 6: Razredi kakovosti ekološkega stanja – splošni fizikalno-kemijski elementi

Razred kakovosti – ekološko stanje	
Zelo dobro	
Dobro	
Zmerno	

2.2 Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa kisikove razmere

Pravilno zaporedje korakov za vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa kisikove razmere je:

- a) uvrstitev mesta vzorčenja v ekološki tip jezer,
- b) izračun ustrezne statistike parametra nasičenost vode s kisikom za vrednotenje ekološkega stanja na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa »kisikove razmere« za izbrano vodno telo in obdobje,
- c) razvrstitev vodnega telesa za izbrano obdobje v razred ekološkega stanja na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa »kisikove razmere«

2.2.1 UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER

V Sloveniji imamo samo dve naravni jezera, s površino $>0,5 \text{ km}^2$. To sta Blejsko in Bohinjsko jezero, ki po nacionalni tipologiji pripadata različnima ekološkima tipoma (preglednica 4). Blejsko jezero je globoko predalpsko jezero, Bohinjsko jezero pa globoko alpsko jezero.

2.2.2 IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA NASIČENOST VODE S KISIKOM V HIPOLIMNIJU ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE

Parameter za spremljanje in vrednotenje kisikovih razmer v jezerih je nasičenost (%) s kisikom v območju hipolimnija. Parameter se vrednoti na osnovi utežnega letnega povprečja nasičenosti v hipolimniju, ki je določeno na podlagi minimalno 4-ih meritev v različnih hidroloških obdobjih. Utežno povprečje nasičenosti vode s kisikom v hipolimniju se določi na podlagi volumna posameznih plasti v hipolimniju (priloga A, primer 3).

2.2.3 RAZVRSTITEV VODNEGA TELES V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA KISIKOVE RAZMERE ZA IZBRANO OBDOBJE

Izračunano statistiko parametra nasičenosti vode s kisikom v hipolimniju za izbrano vodno telo in obdobje se primerja z značilnimi vrednostmi parametra za ustrezni ekološki tip jezera (preglednica 7) in jezero razvrsti v razred ekološkega stanja (preglednica 8).

Preglednica 7: Značilna vrednost za zelo dobro in dobro ekološko stanje za splošni fizikalno-kemijski parameter nasičenost vode s kisikom v hipolimniju

Ekološki tip jezera	Nasičenost vode s kisikom (% O ₂) v hipolimniju
Parameter	zelo dobro in dobro stanje
Globoka alpska jezera	>70%
Globoka predalpska jezera	>70%

Preglednica 2: Razredi kakovosti ekološkega stanja – splošni fizikalno-kemijski elementi

Razred kakovosti – ekološko stanje
Zelo dobro
Dobro
Zmerno

2.3 Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno - kemijskega elementa zakisanost

Pravilno zaporedje korakov za vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa za zakisanost je:

- uvrstitev mesta vzorčenja v ekološki tip jezer,
- izračun ustrezne statistike parametra pH za vrednotenje ekološkega stanja na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa zakisanost za izbrano vodno telo in obdobje,
- razvrstitev vodnega telesa za izbrano obdobje v razred ekološkega stanja na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa zakisanost

2.3.1 UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER

V Sloveniji imamo samo dve naravni jezeri, s površino >0,5 km². To sta Blejsko in Bohinjsko jezero, ki po nacionalni tipologiji pripadata različnima ekološkima tipoma (preglednica 4). Blejsko jezero je globoko predalpsko jezero, Bohinjsko jezero pa globoko alpsko jezero.

2.3.2 IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA PH ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE

Parameter za spremljanje in vrednotenje zakisanosti v jezerih je pH. Parameter se vrednoti na osnovi utežnega letnega povprečja, ki je določeno na podlagi minimalno 4-ih meritev v različnih hidroloških obdobjih. Utežno povprečje pH se izračuna na osnovi volumnov plasti z izmerjenimi vrednostmi pH.

2.3.3 RAZVRSTITEV VODNEGA TELESA V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA ZAKISANOST ZA IZBRANO OBDOBJE

Izračunano, z volumni uteženo povprečno pH vrednost za spremljanje in vrednotenje zakisanosti jezer se primerja z mejnimi vrednostmi parametra za ustrezni ekološki tip jezera (preglednica 9) in jezero razvrsti v razred ekološkega stanja (preglednica 10) .

Preglednica 9: Značilne vrednosti za dobro in zelo dobro ekološko stanje za parameter pH vrednost pri vrednotenju zakisanosti v globokih alpskih in predalpskih jezerih

Parameter	pH
Ekološki tip jezera	zelo dobro in dobro stanje
Globoka alpska jezera	7,5 - 9,0
Globoka predalpska jezera	7,5 - 9,0

Preglednica 10: Razredi kakovosti ekološkega stanja – splošni fizikalno-kemijski elementi

Razred kakovosti – ekološko stanje
Zelo dobro
Dobro
Zmerno

2.4 Vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno - kemijskega elementa stanje hranil

Pravilno zaporedje korakov za vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa stanje hranil je:

- uvrstitev mesta vzorčenja v ekološki tip jezer,
- izračun ustrezne statistike parametra celotni fosfor za vrednotenje ekološkega stanja jezer na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa stanje hranil za izbrano vodno telo in obdobje,
- razvrstitev vodnega telesa za izbrano obdobje v razred ekološkega stanja na podlagi splošnega fizikalno-kemijskega elementa stanje hranil

2.4.1 UVRSTITEV MESTA VZORČENJA V EKOLOŠKI TIP JEZER

V Sloveniji imamo samo dve naravni jezери, s površino $>0,5 \text{ km}^2$. To sta Blejsko in Bohinjsko jezero, ki po nacionalni tipologiji pripadata različnima ekološkima tipoma (preglednica 4). Blejsko jezero je globoko predalpsko jezero, Bohinjsko jezero pa globoko alpsko jezero.

2.4.2 IZRAČUN STATISTIKE PARAMETRA CELOTNI FOSFOR ZA IZBRANO VODNO TELO IN OBDOBJE

Parameter za spremljanje in vrednotenje stanja hranil v jezerih je celotni fosfor (TP), ki ga izražamo v $\mu\text{gP/L}$. Parameter se vrednoti na osnovi utežnega letnega povprečja, ki je določeno na podlagi minimalno 4-ih meritev v različnih hidroloških obdobjih. Utežno povprečje se izračuna na osnovi volumnov plasti z izmerjeno koncentracijo celotnega fosforja (priloga A, primera 1 in 2).

2.4.3 RAZVRSTITEV VODNEGA TELES V RAZRED EKOLOŠKEGA STANJA NA PODLAGI SPLOŠNEGA FIZIKALNO-KEMIJSKEGA ELEMENTA STANJE HRANIL ZA IZBRANO OBDOBJE

Z volumni obteženo povprečno letno koncentracijo celotnega fosforja v $\mu\text{gP/L}$ se primerja z mejnimi vrednostmi parametra za ustrezni ekološki tip jezera (preglednica 11) in jezero razvrsti v razred ekološkega stanja v izbranem obdobju (preglednica 12).

Preglednica 11: Mejne vrednosti za zelo dobro in dobro ekološko stanje za splošni fizikalno-kemijski parameter celotni fosfor ($\mu\text{gP/L}$)

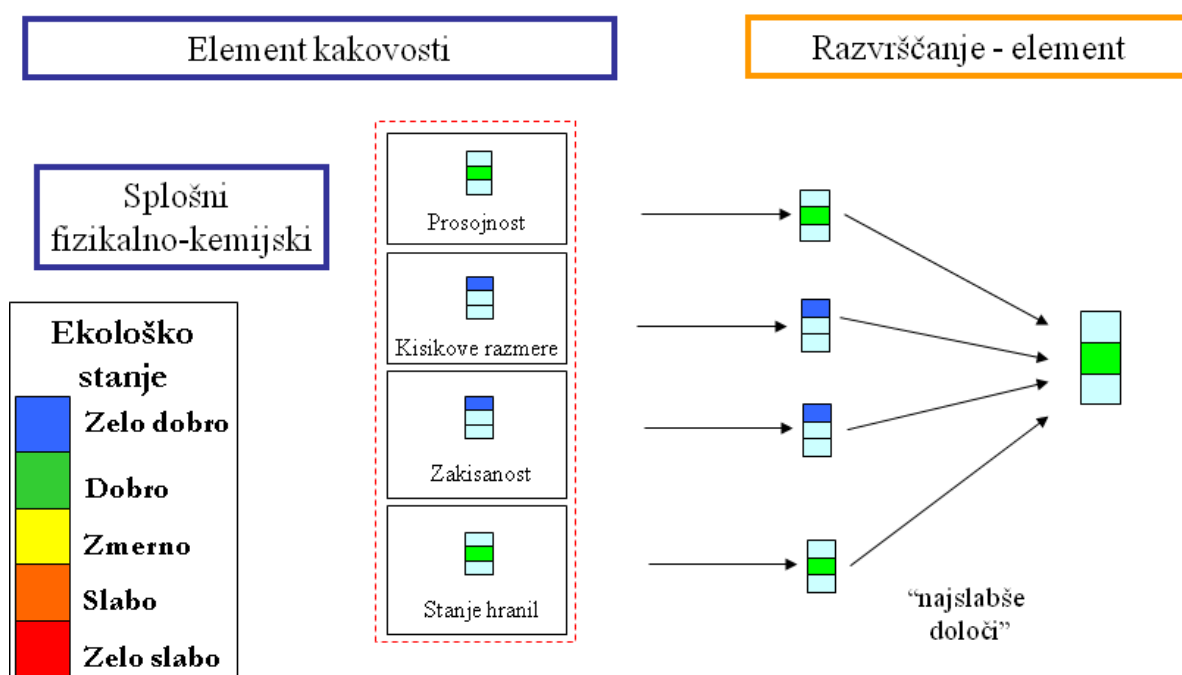
Parameter	Celotni fosfor ($\mu\text{P/L}$)	
Ekološki tip jezera	zelo dobro stanje	dobro stanje
Globoka alpska jezera	8	12
Globoka predalpska jezera	10	14

Preglednica 12: Razredi kakovosti ekološkega stanja – splošni fizikalno-kemijski elementi

Razred kakovosti – ekološko stanje
Zelo dobro
Dobro
Zmerno

3 VREDNOTENJE EKOLOŠKEGA STANJA IN RAZVRSTITEV VODNIH TELES JEZER NA PODLAGI SPLOŠNIH FIZIKALNO-KEMIJSKIH ELEMENTOV

Pri vrednotenju ekološkega stanja jezer na podlagi splošnih fizikalno-kemijskih elementov se vodno telo za izbrano obdobje razvrsti v razred ekološkega stanja na podlagi kombinacije posameznih splošnih fizikalno-kemijskih elementov in sicer prosojnosti, kisikovih razmer, zakisanosti in stanja hranil. Pri kombiniranju splošnih fizikalno-kemijskih elementov prosojnost, kisikove razmere, zakisanosti in stanje hranil se za razvrstitev vodnega telesa v razred ekološkega stanja uporabi pravilo »najslabše določi stanje« (slika 2).



Slika 2: Shematski prikaz razvrščanja vodnih teles jezer v razrede ekološkega stanja na podlagi splošnih fizikalno-kemijskih elementov

4 VIRI

Direktiva 2000/60/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. oktobra 2000 o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike. Bruselj, 72 str.

Leitfaden zur typspezifischen Bewertung gemäss WRRL allgemein physikalisch-chemische Parameter in Seen

Alpine GIG; Wolfram G. in sodelavci (2005). Reference conditions in Alpine Lakes

Urbanič G., Remec-Rekar Š., Kosi G., Germ M., M. Bricelj, Podgornik S. (2007). Typology of lakes in Slovenia. *Natura Sloveniae* 91: 5-13.

Sketelj J., Rejic M. (1959). Preliminarno poročilo o raziskavi Blejskega jezera, Gradbeni vestnik št. 61-64, 1958-59

ISO 5667-4 (1987). Water Quality – Sampling – Part 4: Guidance on sampling from lakes, natural and man-made

ISO 5667-3 (2003). Water Quality – Sampling – Part 3: Guidance on the preservation and handling of water samples

ISO 7027 (1999) Water Quality – Determination of turbidity

ISO 6878 (2004). Water Quality – Determination of phosphorus – Ammonium –molybdate spectrometric method

ISO 5814 (1990). Water Quality – Determination of dissolved oxygen –Electrotechnical probe method

SIST EN ISO 10304-1 (1998). Water Quality – Determination of dissolved fluoride, nitrite, orthophosphate, bromide, nitrate and sulfate ions – Part 1: Method for water with low contamination

ISO 1484 (1997). Water Quality – Guidelines for the determination of total organic carbon (TOC) and dissolved organic carbon (DOC)

5 PRILOGE

PRILOGA A: Primer za izračun povprečne letne koncentracije celotnega fosforja v Blejskem jezeru pri integriranem načinu vzorčenja (primer 1), primer izračuna pri točkovnem načinu vzorčenja (primer 2) in primer izračuna okoljskega standarda kakovosti za kisikove razmere v globokih alpskih in predalpskih jezerih (primer 3).

Primer 1

Izračun utežnega povprečja pri integriranem načinu vzorčenja

Izračun povprečne letne koncentracije celotnega fosforja v Blejskem jezeru pri integriranem načinu vzorčenja

	Jezero	Vzorčno mesto		Globinska plast	Volumen globinske plasti (mio.m ³) (W _i)	Celotni fosfor (X _i) (mgPO ₄ /l)	Utežno povprečje $\sum Xi * Wi/W$
	A	B	C	D	E	F	H
1	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - cel vodni stolpec	1.vzorčenje	0,5m-28m	25,7	0,034	0,034
2							
3	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - epilimnij	2.vzorčenje	0,5m-9m	11,95	0,039	0,442
4	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - metalimnij	2.vzorčenje	9m-28m	13,75	0,039	0,536
5					25,7		0,038*
6	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - epilimnij	3.vzorčenje	0,5m-8m	10,7	0,021	0,225
7	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - metalimnij	3.vzorčenje	8m - 25m	13,95	0,032	0,446
8	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - hipolimnij	3.vzorčenje	25m-28m	1,05	0,087	0,091
9					25,7		0,030*
10	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - epilimnij	4.vzorčenje	0,5m-14m	17,76	0,034	0,604
11	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - metalimnij	4.vzorčenje	14m-24m	6,54	0,032	0,209
12	BLEJSKO JEZERO	Zahodna kotanja - hipolimnij	4.vzorčenje	24m-28m	1,4	0,064	0,09
13					25,7		0,035*
	Letno povprečje (mgPO ₄ /l)						0,034
	Letno povprečje (preračun v µg P/l)						11,15

* V celicah H5, H9 in H13 je izračunano utežno povprečje celotnega fosforja (mg PO₄/l) v celotnem vodnem stolpcu ($\bar{X}$), po enačbi 1, ki so osnova za izračun letnega povprečja.

Dodatek k primeru 1**Izračun volumnov za obtežitev povprečja**

globina	Volumen plasti	Volumen plasti	Volumen plasti
m	mio.m ³	mio.m ³	mio.m ³
Globina (m)	2.vzorčenje	3.vzorčenje	4.vzorčenje
0			
1	1,44	1,44	1,44
2	1,26	1,26	1,26
3	1,50	1,50	1,50
4	1,50	1,50	1,50
5	1,25	1,25	1,25
6	1,25	1,25	1,25
7	1,25	1,25	1,25
8	1,25	1,25	1,25
9	1,25	10,7	1,25
	11,95	1,25	1,25
10	1,25	1,25	1,14
11	1,14	1,14	1,14
12	1,14	1,14	1,14
13	1,14	1,14	1,14
14	1,14	1,14	17,76
15	1,14	1,14	1,14
16	0,80	0,80	0,80
17	0,80	0,80	0,80
18	0,80	0,80	0,80
19	0,80	0,80	0,80
20	0,80	0,80	0,80
21	0,35	0,35	0,35
22	0,35	0,35	0,35
23	0,35	0,35	0,35
24	0,35	0,35	0,35
25	0,35	0,35	6,54
26	0,35	13,95	0,35
27	0,35	0,35	0,35
28	0,35	0,35	0,35
	13,75	0,35	0,35
		1,05	1,40
skupni volumen (mio.m ³)	25,70	25,70	25,70

Primer 2

Izračun utežnega povprečja pri točkovnem načinu vzorčenja

Izračun povprečne letne koncentracije celotnega fosforja v Blejskem jezeru pri točkovnem načinu vzorčenja

		1. vzorčenje				2. vzorčenje				3. vzorčenje				4. vzorčenje			
	Globina (m)	Izmerjene vrednosti X_i (mgPO ₄ /l)	Povprečna vrednosti parametra v globinski plasti* (mgPO ₄ /l)	Volumen plasti (W_i)	Uteženo povprečje ($X_i \cdot W_i$)	Izmerjene vrednosti X_i (mgPO ₄ /l)	Povprečna vrednost parametra v globinski plasti* (mgPO ₄ /l)	Volumen plasti (W_i)	Uteženo povprečje ($X_i \cdot W_i$)	Izmerjene vrednosti X_i (mgPO ₄ /l)	Povprečna vrednosti parametra v globinski plasti* (mgPO ₄ /l)	Volumen plasti (W_i)	Uteženo povprečje ($X_i \cdot W_i$)	Izmerjene vrednosti X_i (mgPO ₄ /l)	Povprečna vrednost parametra v globinski plasti* (mgPO ₄ /l)	Volumen plasti (W_i)	Uteženo povprečje ($X_i \cdot W_i$)
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	R
1	0,5	0,007				0,014				0,009				0,022			
2	2									0,009							
3	4									0,016							
4	6	0,030				0,019				0,029				0,035			
5	8					0,021				0,048							
6	10	0,023	0,020	13,2	0,264	0,160	0,054	13,2	0,706	0,042	0,026	13,2	0,337	0,032	0,030	13,2	0,392
7	12									0,057							
8	14									0,059							
9	16	0,022				0,039				0,049				0,029			
10	18									0,039							
11	20	0,015	0,020	9,7	0,194	0,049	0,083	9,7	0,802	0,044	0,048	9,7	0,469	0,028	0,030	9,7	0,288
12	22									0,050							
13	24	0,015				0,051				0,095				0,026			
14	26	0,053								0,100							
15	28	0,291	0,094	2,8	0,262	0,101	0,067	2,8	0,188	0,128	0,083	2,8	0,234	0,207	0,087	2,8	0,244
	$\bar{X}$ (mg PO ₄ /l) 0,028					0,066				0,040				0,036			
	Letno povprečje (mgPO ₄ /l) 0,043																
	Letno povprečje (µgP/l) 13,9																

Pri točkovnem načinu vzorčenja so za izračun povprečne vrednosti parametra v izbrani plasti potrebne najmanj 3 vrednosti. Mejne vrednosti se lahko upoštevata v obeh sosednjih plasteh.

Vrednost v celici C6 je povprečje vrednosti v celicah B1, B4 in B6 .

Vrednost v celici C11 je povprečje vrednosti v celicah B6, B9 in B11.

Vrednost v celici C15 je povprečje vrednosti v celicah B11, B13, B14 in B15.

Dodatek k primeru 2

Izračun volumnov za obtežitev povprečja

globina	Volumen plasti	Volumen plasti	Volumen plasti	Volumen plasti
m	mio.m ³	mio.m ³	mio.m ³	mio.m ³
	1.vzorčenje	2.vzorčenje	3.vzorčenje	4.vzorčenje
0				
1	1,44	1,44	1,44	1,44
2	1,26	1,26	1,26	1,26
3	1,50	1,50	1,50	1,50
4	1,50	1,50	1,50	1,50
5	1,25	1,25	1,25	1,25
6	1,25	1,25	1,25	1,25
7	1,25	1,25	1,25	1,25
8	1,25	1,25	1,25	1,25
9	1,25	1,25	1,25	1,25
10	1,25	1,25	1,25	1,25
	13,2	13,2	13,2	13,2
11	1,14	1,14	1,14	1,14
12	1,14	1,14	1,14	1,14
13	1,14	1,14	1,14	1,14
14	1,14	1,14	1,14	1,14
15	1,14	1,14	1,14	1,14
16	0,80	0,80	0,80	0,80
17	0,80	0,80	0,80	0,80
18	0,80	0,80	0,80	0,80
19	0,80	0,80	0,80	0,80
20	0,80	0,80	0,80	0,80
	9,70	9,70	9,70	9,70
21	0,35	0,35	0,35	0,35
22	0,35	0,35	0,35	0,35
23	0,35	0,35	0,35	0,35
24	0,35	0,35	0,35	0,35
25	0,35	0,35	0,35	0,35
26	0,35	0,35	0,35	0,35
27	0,35	0,35	0,35	0,35
28	0,35	0,35	0,35	0,35
	2,80	2,80	2,80	2,80
skupaj	25,70	25,70	25,70	25,70

Primer 3

Izračun okoljskega standarda kakovosti za kisikove razmere v globokih alpskih in predalpskih jezerih

Določitev območja hipolimnija

Hipolimniji je plast vode pod območjem metalimnija, kjer se temperatura na vsak meter globine spremeni za $<1^{\circ}\text{C}$. Območje hipolimnija se določi na osnovi zgornje definicije, z izračunom razlike temperature v dveh sosednjih globinah. Podan je primer določitve območja hipolimnija v Blejskem in Bohinjskem jezeru, s pripadajočimi volumni posameznih globinskih plasti in primer izračuna povprečne letne nasičenosti hipolimnija s kisikom v Blejskem in Bohinjskem jezeru z utežnim povprečjem.

Določitev hipolimnija na osnovi temperature vode (Blejsko jezero)

globina	1.vzorčenje			2.vzorčenje			3.vzorčenje			4.vzorčenje		
(m)	T ($^{\circ}\text{C}$)	Razlika ($T_x -$	Volumen $\text{m}^3 \cdot 10^6$	T ($^{\circ}\text{C}$)	Razlika ($T_x - T_{x+1, \dots}$)		T ($^{\circ}\text{C}$)	Razlika ($T_x - T_{x+1, \dots}$)		T ($^{\circ}\text{C}$)	Razlika ($T_x -$	
0,5	7,6			16,88			23,64			19,57		
1	7,37	0,23	1,44	16,75	0,13		23,57	0,07		19,49	0,08	
2	7,32	0,05	1,26	16,7	0,05		23,36	0,21		19,43	0,06	
3	7,21	0,11	1,50	16,62	0,08		23,31	0,05		19,37	0,06	
4	7,02	0,19	1,50	16,41	0,21		23,26	0,05		19,16	0,21	
5	6,59	0,43	1,25	14,6	1,81		23,23	0,03		19,1	0,06	
6	6,45	0,14	1,25	13,11	1,49		23,08	0,15		19,05	0,05	
7	5,95	0,50	1,25	9,25	3,86		21,12	1,96		18,96	0,09	
8	5,28	0,67	1,25	9,01	0,24		15,76	5,36		18,44	0,52	
9	4,98	0,30	1,25	6,77	2,24		12,4	3,36		16,62	1,82	
10	4,82	0,16	1,25	5,9	0,87	1,25	9,85	2,55		11,87	4,75	
11			1,14	5,76	0,14	1,14	8,36	1,49		10,37	1,5	
12	4,65	0,17	1,14	5,78	-0,02	1,14	7,55	0,81	1,14	9,17	1,2	
13			1,14	5,7	0,08	1,14	7,38	0,17	1,14	7,98	1,19	
14	4,53	0,12	1,14	5,65	0,05	1,14	7,27	0,11	1,14	7,93	0,05	1,14
15			1,14	5,59	0,06	1,14	7,14	0,13	1,14	7,79	0,14	1,14
16	4,43	0,10	0,80	5,47	0,12	0,80	7,04	0,10	0,80	7,68	0,11	0,80
17			0,80	5,38	0,09	0,80	6,95	0,09	0,80	7,59	0,09	0,80
18	4,33	0,10	0,80	5,33	0,05	0,80	6,84	0,11	0,80	7,61	-0,02	0,80
19			0,80	5,26	0,07	0,80	6,74	0,10	0,80	7,6	0,01	0,80
20	4,23	0,10	0,80	5,11	0,15	0,80	6,53	0,21	0,80	7,51	0,09	0,80
21			0,35	5,04	0,07	0,35	6,26	0,27	0,35	7,34	0,17	0,35
22	4,2	0,03	0,35	5,01	0,03	0,35	5,99	0,27	0,35	7,11	0,23	0,35
23			0,35	4,98	0,03	0,35	5,76	0,23	0,35	6,7	0,41	0,35
24	4,18	0,02	0,35	4,95	0,03	0,35	5,67	0,09	0,35	6,49	0,21	0,35
25			0,35	4,93	0,02	0,35	5,53	0,14	0,35	6,18	0,31	0,35
26	4,11	0,07	0,35			0,35	5,47	0,06	0,35	5,91	0,27	0,35
27			0,35	4,9	0,03	0,35	5,42	0,05	0,35	5,83	0,08	0,35
28	4,04	0,07	0,35	4,91	-0,01	0,35	5,41	0,01	0,35	5,82	0,01	0,35
			25,70			13,75			11,36			9,08

1.vzorčenje: V obdobju homotermije se nasičenost ovrednoti v celotnem vodnem stolpcu

2.vzorčenje: Hipolimniji obsega območje od 10 m globine do dna

3.vzorčenje: Hipolimniji obsega območje od 12 m globine do dna

4.vzorčenje: Hipolimniji obsega območje od 14 m globine do dna

Izračun letnega povprečja nasičenosti s kisikom v Blejskem jezeru

[illegible]

Določitev hipolimnija na osnovi temperature vode (Bohinjsko jezero)

globina (m)	1.vzorčenje			2.vzorčenje			3.vzorčenje			4.vzorčenje		
	T (°C)	Razlika ($T_x - T_{x+1..}$)	Volumen ($m^3 \cdot 10^6$)	T (°C)	Razlika ($T_x - T_{x+1..}$)	Volumen ($m^3 \cdot 10^6$)	T (°C)	Razlika ($T_x - T_{x+1..}$)	Volumen ($m^3 \cdot 10^6$)	T (°C)	Razlika ($T_x - T_{x+1..}$)	Volumen ($m^3 \cdot 10^6$)
0	8,71			21,57			21,78			13,41		
1	8,49	0,22		21,37	0,20		21,71	0,07	3,20	13,42	-0,01	
2	8,36	0,13		21,01	0,36		20,55	1,16	3,20	13,41	0,01	
3	7,51	0,85	9,6	18,89	2,12		16,74	3,81	3,20	13,42	-0,01	9,6
4	7,44	0,07		15,56	3,33		15,31	1,43	3,10	13,42	0,00	
5	7,28	0,16		14,14	1,42		14,09	1,22	3,10	13,42	0,00	
6	6,9	0,38	9,3	13,38	0,76		13,38	0,71	3,10	12,71	0,71	9,3
7	6,92	-0,02		12,84	0,54		12,64	0,74	3,03	12,2	0,51	
8	6,74	0,18		12,23	0,61		12,11	0,53	3,03	11,91	0,29	
9	6,58	0,16	9,1	11,04	1,19		11,41	0,70	3,03	11,42	0,49	9,1
10	6,38	0,20		10,68	0,36		11,01	0,40		11,15	0,27	
12	6,01	0,19	8,62	9,19	0,75	8,62	10,51	0,25	8,62	10,68	0,24	8,62
15	5,46	0,18	8,31	7,47	0,57	8,31	8,73	0,59	8,31	8,79	0,63	8,31
18	5,21	0,05			0,45		6,99	0,18		7,12	0,16	
20	5,07	0,19		6,12	0,24		6,45	0,27		6,65	0,30	
25	4,7	0,37	24,91	5,64	0,48	24,91	5,92	0,53	24,91	6,05	0,60	24,91
30	4,44	0,26		5,54	0,10		5,68	0,24		5,85	0,20	
35	4,31	0,13	16,47	5,46	0,08	16,47	5,57	0,11	16,47	5,69	0,16	16,47
40	4,22	0,09	6,21	5,19	0,27	6,21	5,25	0,32	6,21	5,39	0,30	6,21
Skupni volumen			92,52			64,52			76,72			92,52

1.vzorčenje; v obdobju homotermije se nasičenost ovrednoti v celotnem vodnem stolpcu

2.vzorčenje; hipolimniji obsega plast od 10m do dna

3.vzorčenje; hipolimniji obsega plast od 6 m do dna

4.vzorčenje; v obdobju homotermije se nasičenost ovrednoti v celotnem vodnem stolpcu

Izračun letnega povprečja nasičenosti s kisikom v Bohinjskem jezeru

[illegible]