

# Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2007

med vekt på viktige resultater fra 2007





**Tittel:** Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2007 med vekt på viktige resultater fra 2007

**Løpenummer:** 5615-2008  
**ISBN-nummer:** 978-82-577-5350-4  
Oppdraget er utført av  
Norsk Institutt for Vannforskning, NIVA

**Prosjektleder:** Thomas Rohrlack

**Medarbeidere:** Sigrid Haande  
Jarl Eivind Løvik  
Ingar Becsan  
Robert Ptacnik  
Theodor Olav Norendal

**Kvalitetssikring:** Merete Johannesen  
Ulstein  
Unn Hilde Refseth

**Fagområde:** Eutrofi Ferskvann

**Oppdragsgiver:** Oppegård kommune,  
Vann, avløp og renovasjon, virksomhet  
VAR

**Kvalitetssikrer:** Jarle Nygard

**Layout & trykk:** CopyCat

**Foto:** Tone Jøran Oredalen  
Camilla B. Halstvedt  
Sigrid Haande

Utgitt mai 2008



# Forord

Denne rapporten presenterer en kortfattet oversikt over miljøtilstanden i Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker, for perioden 1972 til og med 2007. Undersøkelsene er utført på oppdrag fra Oppegård kommune.

Det finnes systematiserte data fra Gjersjøen og Kolbotnvannet helt tilbake til 1972. Observasjoner i sjøene er gjort så langt tilbake som i 1953. Regelmessig overvåking av vannkvaliteten gjennom lang tid gir et godt grunnlag for å se utviklingen av innsjøenes status gjennom hele perioden.

Undersøkelsene av innsjøene og de viktigste tilførselsbekkene genererer mye data. Alle dataene er gjennom årene samlet og diskutert i relativt omfattende årsrapporter. For å øke brukervennligheten av informasjonen har vi, gjennom en dialog med kommunen, valgt en todeling av rapporteringen av årets overvåking:

- En forenklet og kortfattet rapport (denne) som omtaler de viktigste resultatene, trendene og konklusjonene fra undersøkelsene i vassdraget på en pedagogisk måte.
- Datarapport med beskrivelser av metoder og presentasjon av rådata, tabeller og figurer med noe utfyllende tekst.

Oslo, 16. mai 2008

Thomas Rohrlack  
Prosjektleder

Merete Johannesen Ulstein  
Forskningsjef

# Innhold

## 3 Sammendrag og konklusjoner

3 Gjersjøen  
3 Kolbotnvannet

## 4 Innledning og historikk

5 Gjersjøbakkene  
5 Tilførsler til Gjersjøen  
6 Miljøtilstand i bekkene

## 7 Utvikling og tilstand i Gjersjøen

7 Fysiske og kjemiske forhold  
8 Biologiske forhold  
9 Miljøtilstand i Gjersjøen

## 10 Kolbotnbakkene

10 Tilførsler til Kolbotnvannet  
10 Miljøtilstand i bekkene






## 12 Utvikling og tilstand i Kolbotnvannet

12 Fysiske og kjemiske forhold  
14 Biologiske forhold  
15 Miljøtilstand i Kolbotnvannet

# Sammendrag og konklusjoner

Vannkvaliteten i Gjersjøen, Kolbotnvannet og deres tilløpsbekker i 2007 er beskrevet i hht. SFTs klassifiseringssystem: Dette systemet har følgende inndeling i vannkvalitetsklasser fra Klasse I-V: Meget god, God, Mindre god, Dårlig og Meget dårlig (Tabell 1).

Tabell 1: Fargeforklaring for SFTs tilstandsklasser for vannkvalitet (1997)

	I	Meget god
	II	God
	III	Mindre god
	IV	Dårlig
	V	Meget dårlig

Konsentrasjonen av fosfor, nitrogen og bakterier er viktige mål på miljøtilstand i ferskvann. I ferskvann er fosfor viktigste begrensende næringsstoff for planteplankton, mens høyt innhold av tarmbakterier forringer vannforekomstens egnethet for både drikkevann og bading. Næringsstoffet nitrogen har først og fremst betydning når vannet fra vassdraget renner ut i Indre Oslofjord, hvor høye konsentrasjoner av nitrogen kan bidra til økt algevekst.

## Gjersjøens tilløpsbekker

Tilførselsbekkene til Gjersjøen viser svært høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og tarmbakterier. Det er derfor fortsatt betydelig behov for å redusere forurensningen av disse bekkene. Det registreres ingen vesentlig forbedring i tilstanden i bekkene siden ca. 1990. I flere av tilførselsbekkene har innholdet av tarmbakterier blitt flerdoblet. Dette er en betenkelig utvikling.

Gjersjøelva har et høyt innhold av nitrogen («Meget dårlig») hvilket er ugunstig for indre Oslofjord der nitrogen stimulerer til økt vekst av planteplankton. Innholdet av fosfor har endret seg lite de siste årene, og gjenspeiler bedring i fosforkonsentrasjonen i Gjersjøen fra begynnelsen av 1990-tallet. Tilstanden for Gjersjøelva i 2007 tilsvarer klasse III – «Mindre god». Det går lite tarmbakterier ut fra Gjersjøen med Gjersjøelva på grunn av fortykning og selvrensingsprosesser i innsjøen.

## Gjersjøen

Total fosfor bestemmer mengden planteplankton i innsjøen, mens klorofyll-a er et mål på konsentrasjonen av planteplankton. Disse parametrene har bedret seg fra 1983 (tilstandsklasse «Dårlig») til i dag da nivåene tilsvarer «Mindre god» tilstand (Tabell 2). Sikten i Gjersjøen bedret seg på slutten av 1980-tallet og klassifiserer i dag innsjøen som «Mindre god».

Nitrogeninnholdet har vært og er fremdeles svært høyt, selv om det har vært en viss nedgang fra det høyest målte nivået i 1995 (1800 µg/L), så er fortsatt Gjersjøen «Meget dårlig» i forhold til denne parameteren. Nitrogen vurderes som mindre vesentlig indikator for vannkvaliteten i Gjersjøen enn de tre over nevnte.

År	2007
Total fosfor (µg/l)	13
Klorofyll (µg/l)	5
Sikt (m)	2,5
Total nitrogen µg/l)	1744

Tabell 2 Tilstandsklasser for Gjersjøen 2007 (Oppgitte verdier er middelverdier for sesongen)

## Kolbotnvannets tilløpsbekker

Ser en på utviklingen fra 1994 og frem til 2006, har tilstanden til Kolbotnbekken med kun ett unntak vært karakterisert som «Meget dårlig» for alle de tre miljøparametrene total fosfor, total nitrogen og termotolerante koliforme bakterier. I 2007 var det en reduksjon i total fosfor konsentrasjonen i både Skredderstubekken og Midtodveibekken, og basert på denne parameteren kan disse bekkene karakteriseres som «Dårlig». Innholdet av tarmbakterier har doblet seg i Augestadbekken i 2007, og dette er en svært dårlig utvikling. Det ble også tatt månedlige prøver i Myrvollbekken og Nordengabekken, hvor miljøtilstanden henholdsvis ligger mellom «Dårlig» og «Meget dårlig» og «Mindre god» og «God».

## Kolbotnvannet

Konsentrasjonen av totalfosfor i Kolbotnvannet ble redusert fra begynnelsen av 1990-tallet, men innsjøen må fremdeles klassifiseres som «Dårlig» (Tabell 3). I 2005-2007 ser vi markert økning i fosforkonsentrasjon i forhold til perioden 2000-2004. En høy konsentrasjon av fosfor stimulerer til mye algevekst, og dette gjenspeiles i mengden av klorofyll-a. I 2007 er verdien av Klorofyll-a høyere enn de siste årene og ligger i tilstandsklasse «Meget dårlig».

I juni 2007 ble det installert en Limnox-lufter i Kolbotnvannet for å motvirke frigjøring av fosfat fra sedimentet. Limnoxen hadde en positiv effekt på oksygenkonsentrasjonen i vannet. I 2007 ble det funnet en betydelig tilbakegang i total fosfor i bunnvannet i Kolbotnvannet, fra ca. 450 µg/l (2006) til ca. 230 µg/l (2007). Dette indikerer at luftningen av bunnvannet reduserte interngjødslingen med ca. 50 %.

Siktedypet har siden 1983 stort sett variert mellom 1-2,5 meter, noe som er på grensen mellom tilstandsklassene «Mindre god» og «Dårlig». Gjennomsnittlig siktedyp i Kolbotnvannet var på 1,7 meter i 2007, og dette er nedgang fra 2006 (2,1 m). I en innsjø som Kolbotnvannet vil algemengden oftest være avgjørende for siktedypet, og oppblomstringen av cyanobakterier i 2007 er nok avgjørende for siktedypet. Ellers kan utspyling av partikler fra nedbørfeltet under snøsmelting og regnvær samt annleggsvirksomhet i perioder være en betydelig kilde til partikler og et redusert siktedyp.

Tabell 3. Tilstandsklasser for Kolbotnvannet i 2007. (Oppgitte verdier er middelverdier for sesongen).

År	2007
Total fosfor (µg/l)	38
Klorofyll (µg/l)	31
Sikt (m)	1,7
Total nitrogen (µg/l)	753



# Innledning og historikk

NIVA har siden 1960-tallet overvåket vannkvaliteten både i Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker. De lange tidsseriene har gjort det mulig å følge utviklingen i vannforekomstene, foreslå tiltak og fange opp effektene av disse tiltakene.

Størstedelen av nedbørfeltet til Kolbotnvannet og Gjersjøen ligger i Oppegård kommune, mens mindre deler ligger innenfor kommunene Ski og Ås, samt en liten del innenfor Oslo. Gjersjøen er drikkevannskilde for Oppegård og Ås kommuner.

Store tilførsler av fosfor fra urensset husholdningskloakk i 1950-årene førte til massiv oppblomstring av blågrønnalger, til dels av giftproduserende stammer, i Gjersjøen. Nordre Follo Renseanlegg, som ble satt i drift i 1971, fjernet mye fosfor og organisk stoff som ble tilført med kloakkvannet. Overføring av utløpet fra renseanlegget direkte til Bunnefjorden har også bidratt til kraftig redusert fosforkonsentrasjon i Gjersjøen, samt reduserte algemengder.

Boligutbyggingen etter krigen og installering av vannklosetter forårsaket betydelig økning i tilførslene av næringssalter til Kolbotnvannet. Etter hvert ble det bygget ledningsnett for oppsamling av avløpsvannet til renseanlegg, men dette var mangelfullt, slik at mye av avløpsvannet fortsatt fant veien til grøfter og bekker før det rant ut i innsjøen. Feilkoblinger, lekkasjer og overløp fra kommunale kloakknett er vanlig årsak til forurensning fra tettbygd strøk.



Formålet med undersøkelsene i Kolbotnvannet og Gjersjøen med respektive tilløpsbekker har vært - og er fortsatt - å:

- Overvåke vannkvaliteten som utgangspunkt for tiltak for å bedre råvannskvaliteten til Oppegård vannverk.
- Overvåke den økologiske tilstanden i vannforekomstene.

Denne rapporten gir en enkel oversikt over utviklingen i perioden 1972 – 2007 med hovedvekt på resultater fra 2007.

De siste årene har det vært en sterkt fokus på Kolbotnvannet, både fra kommunens, befolkningens og medias side. Årsaken til fokuset er vedvarende dårlig vannkvalitet og oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier. Problemene gjør vannet uegnet til bading, og reduserer rekreasjons- og bruksverdien for folk i nærområdet. Både 2005, 2006 og 2007 var Kolbotnvannet til tider stengt for bading om sommeren. Tiltak for å redusere tilførslene og derved bedre vannkvaliteten i Kolbotnvannet er prioriterte områder i Oppegård kommunens "Tiltaksplan for VA 2006 - 2009". Innenfor denne rammen har NIVA gjort en vurdering av hvilke tiltak som forventes å ha best effekt for vannkvaliteten

i Kolbotnvannet ("Tiltaksvurdering i Kolbotnvannet" – NIVA rapport 5147). Det ble i denne tiltaksvurderingen beskrevet to eksterne og to interne tiltak, hvorav tiltak 3) tilsetning av oksygen til bunnvannet ble iverksatt i juni 2007.

Prøvetaking i innsjøene ble foretatt på de tidligere etablerte stasjonene ved maksimalt innsjødyb, hhv. på 55 meters dyp i Gjersjøen og 18 meter i Kolbotnvannet. Det ble gjennomført i alt 7 prøvetakingstokt i hver av sjøene gjennom sesongen; 5

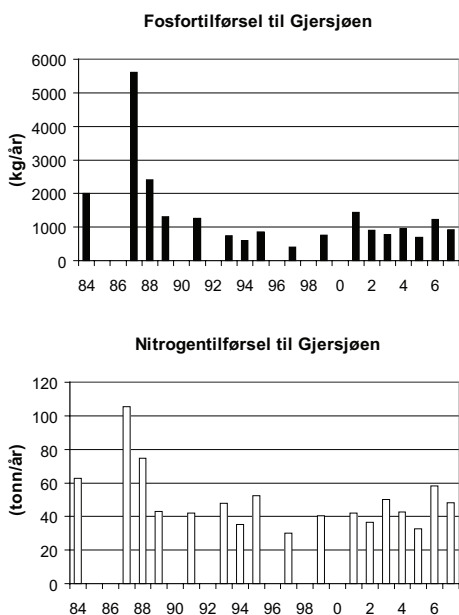
i løpet av sommersesongen og ett i april og ett i september. Vanligvis gjennomføres det prøvetakningsrunder i slutten av hver stagnasjonsperiode, i april og september. I 2007 var det svært usikker is i april, og vi måtte vente til slutten av april før vi kunne starte prøvetakning. Det ble tatt ekstra vannprøver til toksinanalyse fra innsjøene da det i 2007 var stor oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier i Kolbotnvannet.

# Gjersjøbekkene

## Tilførsler til Gjersjøen

Variasjoner i tilførselen av næringsstoffer fra år til år henger sammen med nedbør, forskjeller i snøsmelting, utspyling fra ledningsnett og utvasking fra landbruksområder. Langtidsendringer skjules derfor noe av de store år-til-år variasjonene. Tilførselene av både fosfor og nitrogen viser en klar reduksjon fram til ca. 1990, men etter den tid er det bare små variasjoner i tilførselene (Fig. 1). Det var en liten reduksjon i tilførsel av både fosfor og nitrogen til Gjersjøen i 2007 sammenlignet 2006.

Figur 1. Årlige målte tilførsler av fosfor og nitrogen til Gjersjøen i perioden 1984-2007.

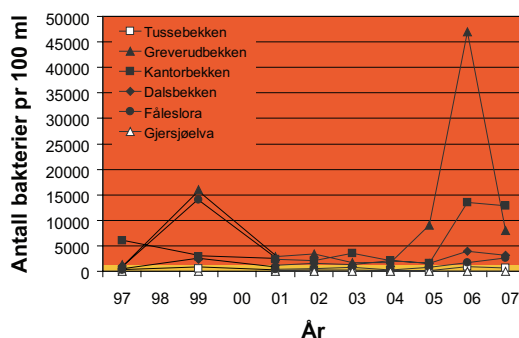


Fosfor tilføres bekkene fra kommunalt avløpsvann og fra landbruksarealer. Dalsbekken og Greverudbekken har gjennomgående bidratt med de største fosfortilførselene til Gjersjøen i måleperioden 1984-2007, mens Fåleslora har hatt lavest fosfortilførsel. Beregningene for 2007 viser at totaltilførselene av fosfor til Gjersjøen var lavere enn i 2006. Det var Dalsbekken og Tussebekken som fraktet mest fosfor til Gjersjøen i 2007, mens Fåleslora bidro minst. Fosfortilførselen fra Greverudbekken ble redusert fra 292 kg P/år i 2006 til 255 kg P/år i 2007, og i Dalsbekken var det en reduksjon fra 398 kg P/år i 2006 til 255 kg P/år i 2007. Ved å sammenligne vannføring og tilførsel av fosfor i bekkene, er det mulig å antyde om tilførselene skyldtes punktutslipp og overløp fra ledningsnett eller erosjon fra landbruksarealene. Høye konsentrasjoner ved lav vannføring tyder på punktutslipp, mens høye konsentrasjoner ved høy vannføring tyder på at erosjon og overløp er de viktigste kildene. Dataene fra 2007 tyder på det siste alternativet. Den største tilførselen av fosfor fra bekkene var i desember, da 19 % av den årlige tilførte fosforen

rant inn i Gjersjøen. Dette kom i etterkant av stor vannføring i månedskifte november/desember. Nitrogen i bekkene stammer fra nedbør, landbruks- og skogarealer, tette flater (hovedsakelig i tettbygde strøk) og kommunalt avløpsvann. I 2007 var nitrogentilførselene noe lavere enn i 2006, men fortsatt høyere enn de har vært de siste ti årene (Fig. 1). De største bidragene av total nitrogen kom fra hhv. Dalsbekken, Tussebekken og Fåleslora, mens Kantorbekken hadde den laveste tilførselen.

I 2007 ble det målt høye verdier av termotolerante koliforme bakterier i tilførselsbekkene til Gjersjøen. Ved å beregne 90-percentiler vil ekstremepisoder fjernes, og Figur 2 viser at de beregnede middelverdiene for alle tilførselsbekkene var doblet eller flerdoblet i forhold til de senere årene. Bakteriinnholdet var spesielt høyt i Kantorbekken og i Greverudbekken. I Gjersjøelva, utløpselva fra Gjersjøen, var innholdet av bakterier likt foregående år.

Figur 2. 90-percentiler for innhold av termotolerante koliforme bakterier i Gjersjøbekkene i perioden 1997-2007.



Resultatene tyder på at det finnes betydelige, lokale utslippskilder i nedbørfeltet, lekkasjer/overløp på det eksisterende ledningsnett eller en kombinasjon av disse faktorene. Det er i våre tidligere anbefalinger påpekt at en utbedring av ledningsnett vil være det viktigste tiltaket for å bedre vannkvaliteten. Vi foreslår derfor en mer detaljert kartlegging i vassdraget for å lokalisere de viktigste kildene.

90-percentilen innebærer at 90 % av de målte verdiene gjennom sesongen ligger under denne verdien – eller at vi ser bort fra de 10 % høyeste verdiene. Der verdiene overstiger 1000 bakterier/100 mL blir vannkvaliteten karakterisert som "Meget dårlig" (tilstandsklasse V) i SFTs klassifiserings-system.

## Miljøtilstand i bekkene

En samlet vurdering av tilførselsbekkene til Gjersjøen viser altfor høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og bakterier og at det fortsatt er behov for å redusere forurensningen av disse bekkene. Det registreres ingen vesentlig forbedring i tilstanden i bekkene siden ca. 1990. Selv med usikkerheten knyttet til vannførings- og stofftransportberegninger, er hovedlinjene her klare.

Konsentrasjonen av fosfor, nitrogen og bakterier er viktige mål på miljøtilstand i ferskvann etter SFTs klassifiseringssystem (Tabell 1). Både fosfor og nitrogen er viktige næringsstoffer for vekst av store konsentrasjoner av planteplankton, mens høyt innhold av bakterier er uønsket da dette forringer vannforekomstens egnethet for både drikkevann og bading. I beskrivelsen av tilstanden i bekkene har vi lagt vekt på fosfor og tarmbakterier, da disse har størst betydning for vannkvaliteten.

Det er ingen forbedring i tilstanden i **Tussebekken** fra tidligere år med hensyn til fosfor, nitrogen og tarmbakterier.

**Greverudbekken** klassifiseres som «Meget dårlig» både utfra innholdet av tarmbakterier og konsentrasjonen av nitrogen.

Det er imidlertid en klar reduksjon i fosfor og tarmbakterier fra 2006.

Tilstanden i **Kantorbekken** er i de siste årene forverret mhp. innhold av fosfor og klassifiseres som «Meget dårlig». I Kantorbekken er det en flerdobling av innholdet av tarmbakterier sammenlignet med de foregående årene.

**Dalsbekken** har gjennom de ti siste årene ligget på grensen mellom «Meget dårlig» og «Dårlig» tilstand.

Også tilstanden i **Fåleslora** har gjennom de ti siste årene ligget på grensen mellom «Meget dårlig» og «Dårlig» tilstand. I Fåleslora var det en markert økning i nitrogenkonsentrasjonen i 2007.

**Gjersjøelva** har et høyt innhold av nitrogen («Meget dårlig») hvilket er ugunstig for Indre Oslofjorden der nitrogen ofte stimulerer til økt vekst av planteplankton. Innholdet av fosfor gjenspeiler fosforkonsentrasjonen i Gjersjøen (tilstandsklasse II – «God»). Det går lite tarmbakterier ut fra Gjersjøen med Gjersjøelva på grunn av fortykning og selvrensingsprosesser i innsjøen.

Tabell 4. Tilstandsklasser for Gjersjøbekkene i 1994-2007

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Tussebekken</b>														
Tot-P	16	19	19	20		20		21	21	21	25	17	22	25
Tot-N	1000	1150	1285	1269		1264		973	1125	1183	1188	1128	1224	1316
T.coli				68		510		100	209	262	186	82	937	688
<b>Greverudbekken</b>														
Tot-P	27	26	86	26		64		63	36	39	43	32	60	32
Tot-N	1291	1183	1892	1331		1464		1409	1133	1209	1487	1312	1609	1265
T.coli				1350		16000		2900	3400	1664	1770	9110	47000	7960
<b>Kantorbekken</b>														
Tot-P	49	37	50	45		38		38	42	47	59	86	61	57
Tot-N	1491	1250	1385	1248		1591		1145	925	925	947	1283	1250	1072
T.coli				5996		2900		2300	2050	3520	2090	1600	13510	12800
<b>Dalsbekken</b>														
Tot-P	38	54	43	42		40		61	50	39	56	45	48	45
Tot-N	2245	2592	2241	2508		1845		1773	1767	2409	2588	2056	2359	2059
T.coli				1084		2400		1200	1610	1300	2140	1600	4000	3200
<b>Fåleslora</b>														
Tot-P	19	31	30	24		144		35	28	32	34	32	28	39
Tot-N	7882	5025	4458	3596		3736		2382	2548	3975	3505	3302	2913	4238
T.coli				269		14000		373	530	746	228	725	1770	2600
<b>Gjersjøelva</b>														
Tot-P	13	11	9	11		15		18	13	12	10	11	12	13
Tot-N	1645	1725	1654	1492		1564		1291	1308	1467	1465	1365	1541	1643
T.coli				13		36		24	16	39	8	22	31	22

Næringssaltene fosfor og nitrogen (P og N) er oppgitt med aritmetrisk middel for året (µg/L).

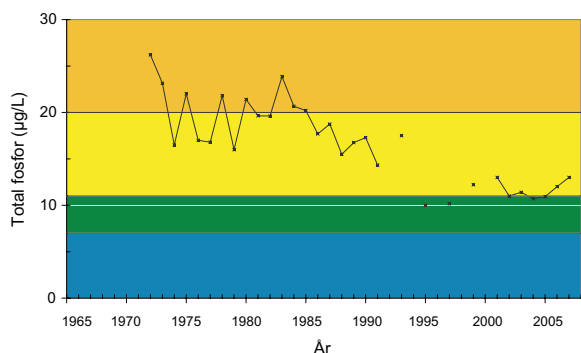
Termotolerante koliforme bakterier (T.coli) er gitt som 90-percentil, dvs. at 90% av målingene ligger under denne verdien (ant/100 ml)

# Utvikling og tilstand i Gjersjøen

## Fysiske og kjemiske forhold

Oppegård Vannverk har inntaksdyp på 36 m i Gjersjøen og oksygenmetningen her er av betydning for kvaliteten av råvannet. Metningen på 30 m dyp har økt jevnt fra ca 20 % i 1972 til 60 % i 1990 og har ligget på rundt 70 % de siste 15 årene. Lave verdier på 1960- og 70-tallet førte til ugunstig høye konsentrasjoner av mangan og jern på dypt vann. Økte oksygenkonsentrasjoner er derfor også en klar indikasjon på at vannkvaliteten i Gjersjøen er blitt betydelig bedre i løpet av 1980- og 1990-årene.

Vannmassenes innhold av næringssalter har avgjørende betydning for utviklingen av planteplankton i en innsjø, både kvantitativt og kvalitativt. Middelkonsentrasjonen av fosfor gjennom sesongen var veldig høy i 1972 (26 µg/L) og plasserte Gjersjøen i tilstandsklasse «Dårlig». Etter at Nordre Follo Renseanlegg ble satt i drift i 1971 sank fosforkonsentrasjonen frem til 1995 og har siden holdt seg på omtrent samme nivå på grensen mellom tilstandsklasse «God» og «Mindre god». I 2007 var middelkonsentrasjonen av fosfor i Gjersjøen 13 µg/L (Grensen mellom «God» og «Mindre god» status går på 11 µg tot-P/L).



Figur 3. Fosforkonsentrasjonen i Gjersjøen (0-10 m dyp) for perioden 1971-2007. Figuren viser middelverdiene av total fosfor for hvert år, samt grenseverdiene for SFTs vannkvalitetsklasser.

Gjersjøen har i dag en nitrogenkonsentrasjon på rundt 1700 µg/L, noe som tilsvarer «Meget dårlig» tilstand. Da Gjersjøelva renner ut i Bunnefjorden, kan den høye konsentrasjonen av nitrogen bidra til å forverre algesituasjonen i Indre Oslofjord. Tiltak for å begrense tilførselene kan derfor bli aktuelle i forbindelse med implementeringen av EUs vanddirektiv i årene som kommer.

I perioden juli - august ble det tatt prøver 3 ganger til analyse av plantevernmidler (pesticider). Prøvene ble tatt på 36 meters dyp, ved vannintaket til vannverket og det ble det ikke påvist pesticider i analysene av disse vannprøvene.

**OKSYGEN.** En innsjø tilføres oksygen fra overflatelaget ved innblanding av atmosfærisk oksygen, fra planter og algers fotosyntese, samt fra elvevann. Lang tids forurensning av dype innsjøer kan føre til lav oksygenkonsentrasjon i dypvannet. Partikler i tilført kloakkvann, erosjonsmateriale /landbruksavrenning og produserte alger synker til bunns og fører til bakteriell nedbrytning av det organiske materialet. Dette forbruker oksygen i bunnslammet og i de dypeste vannmasser. Dette gjelder spesielt mot slutten av sommer- og vintersesongen når innsjøen har vært beskyttet mot sirkulasjon og utluftning pga. et lettere overflatelag og evt. isdekke. Oksygenmetning angir hvor mye oksygen som er løst i vannet i forhold til den mengden som maksimalt finnes i vannet ved en gitt temperatur. Det er 100 % oksygenmetning når oksygenkonsentrasjonen i vannet er i balanse med oksygenet i atmosfæren ved den aktuelle temperaturen.

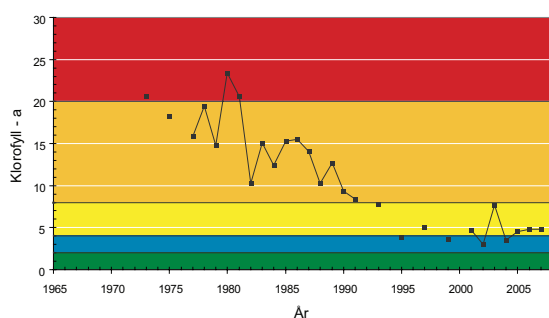
**FOSFOR.** Fosfor er en kjemisk nøkkelparameter for klassifisering av miljøtilstand i en innsjø, siden den er en forutsetning og ofte den begrensende faktor for planteplanktonvekst. Fosfor i innsjøer finnes som oppløst organisk fosfor, fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) og partikkelbundet i uorganisk eller organisk materiale. Total-fosfor-analysene omfatter alle fraksjonene. Fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) er den mest biotilgjengelige fraksjonen for planteplanktonet og blir tatt opp i algebio-massen gjennom fotosyntesen.

**NITROGEN.** Nitrogen, som er et plantenæringsstoff på linje med fosfor, vil som regel ikke stimulere til algevekst i ferskvann, men er hovedårsaken til algeoppblomstringer i havet. Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) og ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) er de viktigste nitrogen-kildene for planteplanktonet i innsjøen. Nitrogen oppfattes ikke som avgjørende viktig for tilstanden i de undersøkte vassdragene, men tas likevel med i vurderingene fordi nitrogentilførselene fra vassdraget til Indre Oslofjord er viktige.

## Biologiske forhold

### Planteplankton og cyanobakterier

Redusert fosforkonsentrasjon i Gjersjøen har ført til gradvis avtakende konsentrasjon av planktonalger siden undersøkelsene startet i 1972. Det har vært en markert nedgang i klorofyll-a, fra ca. 20 µg/L i 1972 til ca. 5 µg/L i 2007 (Fig. 4). På bakgrunn av klorofyll-a konsentrasjonen ligger Gjersjøen nå på grensen mellom vannkvalitetsklasse «God» og «Mindre god».



Figur 4. Konsentrasjon av klorofyll-a i Gjersjøen for perioden 1972-2007 (middelverdier 0-10 meters dyp), samt grenseverdier for SFTs vannkvalitetsklasser.

Alle planter, alger og cyanobakterier inneholder pigmentet klorofyll-a som brukes for å høste solenergi til fotosyntesen. Konsentrasjonen av klorofyll-a i en innsjø brukes derfor som et mål for planteplankton-biomasse, selv om innholdet av klorofyll-a pr. celle varierer noe fra en organismegruppe til en annen, og med lysforholdene.

Det har totalt sett skjedd en positiv endring i sammensetningen av algesamfunnet i Gjersjøen i løpet av perioden 1972 til slutten av 1990-tallet. Cyanobakteriene som dominerte fullstendig på 1960- og 70-tallet, ble redusert fra vel 90 % av det totale algevolum til mindre enn 10 % etter 1991. I stedet har andelen av grupper som grønnalger, kiselalger, svelgflagellater og gullager økt. Dette er meget gunstig for vannkvaliteten fordi den algen som dominerte tidligere, en rød form av cyanobakterien *Planktothrix agardhii* (tidligere kalt *Oscillatoria agardhii*), kan produsere giftstoffer. Denne algen blir heller ikke omsatt effektivt gjennom biologiske næringskjeder i innsjøen da den er lite spisbar for dyreplanktonet. Økningen av svelgflagellater er gunstig da de er gode beiteorganismer for dyreplanktonet, og derfor bidrar til en større arts-mangfold i plankton-samfunnet og en mer normal næringskjede. Ser en utviklingen i Gjersjøen samlet for 10-års perioden 1995-2007, viser analyseresultatene for planteplankton-samfunnet at vannmassene har bedret seg betraktelig (Brettum

1989) fra undersøkelsenes begynnelse, selv om en registrerer tilbakeslag i enkelte år.

Det har de senere årene vært en viss tendens til en økning i andel cyanobakterier igjen, selv om andelen lå under 20 % av total algebiomasse ved de høyeste forekomstene i august og september i 2007. I 2007 var det en kraftig oppblomstring av cyanobakterie-arten *Anabaena planctonica* i Gjersjøen i august og september, og i begynnelsen av oktober var Gjersjøen i noen dager farget grønn av cyanobakterier. Stille vær og rolige vannmasser medførte at cyanobakteriene la seg som et lag på overflaten. Analysene av microcystiner (giftstoffer) viste at de målte verdiene lå under grensen for råvann (1 µg Microcystiner/L) satt av Verdens helseorganisasjon (WHO). Arter av *Planktothrix* kan produsere microcystiner, men ble kun registrert i små volum i Gjersjøen i 2007. Noen arter av *Anabaena* kan produsere microcystiner.

### Dyreplankton

Dyreplanktonet besto i 2007 i hovedsak av arter som er vanlige i næringsfattige og middels næringsrike innsjøer eller som finnes over hele spekteret fra næringsfattige til mer næringsrike innsjøer (generalister). Ingen arter som indikerer næringsrike forhold ble påvist i 2007. Krepssdyrplanktonet var dominert av den calanoide hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis*, de cyclopoide hoppekrepsene *Cyclops scutifer* og *Thermocyclops oithonoides* samt vannloppene *Daphnia cristata*, *Daphnia longispina*-gruppen, *Bosmina coregoni/longispina* og *Limnospina frontosa*. Det ser ikke ut til å ha skjedd større endringer i artssammensetningen av dyreplanktonet i Gjersjøen i løpet av de siste 8-9 årene. Vannlopparten som i de senere år er benevnt *Daphnia hyalina*, er nå ført til *Daphnia longispina*-gruppen.

Store bestander eller en høy andel av effektive algebeitere er gunstig med tanke på en innsjø selvrensingsevne. For Gjersjøens vedkommende er det først og fremst store vannlopper innen *Daphnia longispina*-gruppen som kan regnes til

Cyanobakterier (også kalt blågrønnalger) er encellede eller kolonidannende bakterier som driver fotosyntese slik planter gjør. Cyanobakteriene er en naturlig del av planteplanktonet i ferskvann sammen med alger, de har ofte en blågrønn farge og har derfor fra gammelt av fått navnet blågrønnalger. De er konkurransedyktige ved rikelig tilgang på fosfor og fortrenger andre typer alger, særlig under betingelser hvor de kan utvikle masseforekomst (kalles "oppblomstring" eller "vannblomst"). Noen cyanobakterier kan produsere giftstoffer (toksiner) som kan være helsefarlige over gitte konsentrasjoner.



kategorien effektive algebeitere. I perioden 1999-2007 har andelen effektive algebeitere variert i intervallet ca. 2-10 % av den totale dyreplanktonbiomassen. Predasjonspresset fra planktonspisende fisk (antagelig først og fremst mort) i Gjersjøen er markert, men betydelig mindre enn i Kolbotnvannet. En viktig årsak til dette er forekomsten av gjørs i Gjersjøen som har bidratt til at bestanden av planktonspisende fisk har blitt betydelig mindre enn den var tidligere.

### Tarmbakterier

Analysen av tarmbakterier (termostabile koliforme bakterier) bekrefter at det i perioder kan være betydelige tilførsler av urensset avløpsvann til Gjersjøen. Bakterietallet i overflateprøvene lå relativt lavt gjennom det meste av sommeresongen i 2007, men viste en markert økning i juli. Som påpekt i tidligere rapporter, vil en utbedring av ledningsnettene være det viktigste tiltaket for å redusere bakterieinnhold, og forbedre vannkvaliteten både i Gjersjøen og i vassdraget ovenfor.

### Miljøtilstand i Gjersjøen

Årsgjennomsnittet av de ulike miljøparametrene fosfor, klorofyll, siktedyp og nitrogen i Gjersjøen plasserer innsjøen i ulike tilstandsklasser for vannkvalitet. Total fosfor bestemmer mengden planteplankton i innsjøen, som igjen klorofyll-a er et mål på. Disse parametrene har bedret seg fra 1983 (tilstandsklasse «Dårlig») til i dag der nivåene er på grensen mellom «God» og «Mindre god» tilstand (Tabell 5). Sikten i Gjersjøen bedret seg på slutten av 1980-tallet og klassifiseres i dag innsjøen som «Mindre god». Nitrogeninnholdet har vært og er fremdeles veldig høyt, selv om det har vært en viss nedgang fra det høyest målte nivået i 1995 (1800 µg/L), så er fortsatt Gjersjøen «Meget dårlig» i forhold til denne parameteren.

### TERMOSTABILE KOLIFORME BAKTERIER (TARMBAKTERIER)

Mange forskjellige infeksjonssykdommer kan overføres med drikkevann. De aller fleste av de sykdomsfremkallende organismene skiller ut med avføringen fra smittede mennesker eller dyr. Et kjernepunkt i den hygieniske vurdering av drikkevann blir derfor om vannet inneholder vanlige tarmbakterier. Disse tarmbakteriene er oftest ikke sykdomsfremkallende selv, men dersom de er tilstede i vann, kan det tenkes at sykdomsfremkallende mikroorganismer også er tilstede. Koliforme bakterier finnes i all avføring og kan dermed brukes for å vise om vannet inneholder tarmbakterier. Enkelte arter koliforme bakterier kan imidlertid også forekomme i naturen. Forekomst av koliforme bakterier i drikkevann viser derfor bare en mulig, men ikke sikker, forurensning med tarmbakterier.



Tabell 5 Tilstandsklasser for Gjersjøen 1983-2007

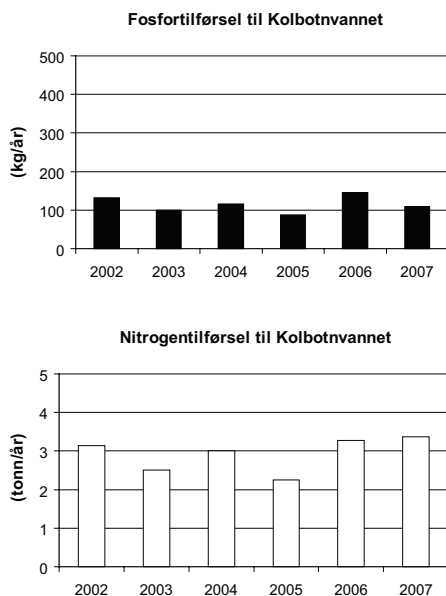
År	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total fosfor (µg/l)	24	21	20	18	19	16	16	15	12	10	11	12	13	11	11	11	11	12	13
Klorofyll (µg/l)	15	12	15	15	14	9	12	7	7	4	5	4	5	3	8	4	5	5	5
Sikt (m)	2	2	2	2	2	2	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3	2,5
Total nitrogen (µg/l)	1671	1400	1500	1438	1630	1350	1630	1563	1771	1800	1529	1560	1300	1280	1520	1476	1374	1543	1744

# Kolbotnbekkenene

## Tilførsler til Kolbotnvannet

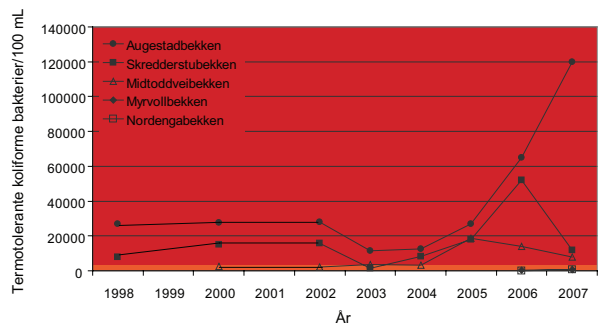
Siden 2001 er det innenfor dette programmet tatt kontinuerlige vannføringsmålinger i 3 tilløpsbekker (Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken) til Kolbotnvannet. Dette har gjort det mulig å beregne en grov stofftransport til innsjøen. I 2007 var de beregnede tilførselene 108 kg fosfor og 3,4 tonn nitrogen til Kolbotnvannet fra de tre tilførselsbekkene. Det var en reduksjon i fosfortilførslen i 2007 sammenlignet med 2006 (Fig. 5). Det er også tatt månedlige prøver også i Nordenga- og Myrvollbekken (syd i sjøen) hver måned i 2007. Resultatene viser at konsentrasjonene av næringsstoffer i disse bekkene varierer betraktelig i perioden. Vannføringen er ikke målt, men observasjonene tilsier lav vannføring i disse bekkene sammenlignet med Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken. Ut fra observasjonene i 2007 er den foreløpige konklusjonen at hovedfokus på tilførsler til Kolbotnvannet bør ligge på de tre bekkene lengst nord i vannet.

Augestadbekken har gjennomgående bidratt med den største fosfortilførselen til Kolbotnvannet, mens Midtoddveibekken har hatt lavest fosfortilførel. Fosfortilførselen var også i 2007 høyest fra Augestadbekken, men det var en reduksjon fra 92 kg P/år i 2006 til 77 kg P/år i 2007. I Skredderstubekken var det en markert reduksjon fra 47 kg P/år i 2006 til 28 kg P/år i 2007. I Midtoddveibekken var det også en liten reduksjon i fosfortilførselene i 2007 sammenlignet med tidligere år. Dataene for vannføring og fosfor i bekkene tyder på en kombinasjon av punktutslipp og overløp/feilkoblinger i ledningen i 2007. Den største tilførselen av fosfor fra bekkene var i mars der 13,7 % av den årlige tilførte fosforen rant inn i Kolbotnvannet.



Figur 5. Målte tilførsler av fosfor og nitrogen til Kolbotnvannet i perioden 2002-2007 fra Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken.

Målte konsentrasjoner av tarmbakterier har vært svært høye i Kolbotnbekkenene de siste ti årene (Fig. 6). Dette viser tydelig at det er mulige lekkasjer av urensset avløpsvann fra kloaknettet. Etter en nedgang i antall tarmbakterier i Augestad- og Skredderstubekken 2003-2004 var verdiene igjen høye i 2005. I 2006 skjedde det en dramatisk økning av tarmbakterieinnholdet i Augestad- og Skredderstubekken, mens det i Midtoddveibekken var en svak nedgang. I 2007 var det en reduksjon i tarmbakterieinnholdet i Skredderstubekken, mens det skjedde en fortsatt dramatisk økning i Augestadbekken. I Augestadbekken var to episoder med innhold av tarmbakterier på over 120 000 bakterier pr 100 mL i august og oktober. Alle tre bekkene har en konsentrasjon av tarmbakterier som faller inn i SFTs egnethetsklasse V, «Meget dårlig».



Figur 6. 90-percentiler for innhold av termotolerante koliforme bakterier i Kolbotnbekkenene i perioden 1998-2007.

## Miljøtilstand i bekkene

Ser en på utviklingen fra 1994 og frem til 2006 har tilstanden til Kolbotnbekkenene med kun ett unntak vært karakterisert som «Meget dårlig» for alle de tre miljøparametrene total fosfor, total nitrogen og termotolerante koliforme bakterier (Tabell 6). I 2007 var det en reduksjon i total fosfor konsentrasjonen i både Skredderstubekken og Midtoddveibekken, og basert på denne parameteren kan disse bekkene karakteriseres som «Dårlig». Innholdet av tarmbakterier har doblet seg i Augestadbekken i 2007, og dette er en svært dårlig utvikling. Det ble også tatt månedlige prøver i Myrvollbekken og Nordengabekken, hvor miljøtilstanden henholdsvis ligger mellom «Dårlig» og «Meget dårlig» og «Mindre god» og «God».

Tabell 6. Tilstandsklasser for Kolbotnbekken i perioden 1994-2007

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
<b>Augestadbekken</b>														
Tot-P	93		81		77		58		120	130	118	102	230	214
Tot-N	2864		2800		2564		1883		2800	2563	2563	2515	3467	3343
T.coli					27000		27540		28000	11520	12500	26760	65000	120000
<b>Skredderstubekken</b>														
Tot-P	111		54		258		54		116	55	70	81	50	29
Tot-N	3050		2523		2691		1917		2583	1973	2241	2086	1893	1838
T.coli					7800		15000		15900	1280	8200	17940	52000	12000
<b>Midtoddveibekken</b>														
Tot-P							61		47	56	74	54	54	32
Tot-N							2167		2077	2291	2413	2030	2362	1913
T.coli							2580		2230	3670	3070	18800	13900	7860
<b>Myrvollbekken</b>														
Tot-P														31
Tot-N														1217
T.coli														255
<b>Nordengabekken</b>														
Tot-P														16
Tot-N														1199
T.coli														77

Næringsstoffene fosfor og nitrogen (P og N) er oppgitt med aritmetrisk middel for året (µg/L).

Termotolerante koliforme bakterier (T.coli) er gitt som 90-percentil, dvs. 90% av målingene ligger under denne verdien (ant/100 ml)





# Utvikling og tilstand i Kolbotnvannet

## Fysiske og kjemiske forhold

I Kolbotnvannet ligger vanligvis sprangsjiktet på mellom 2 og 8 meters dyp gjennom hele sommersesongen. Sprangsjiktet fører til at bunnvannet ikke tilføres nytt oksygen om sommeren og under isen om vinteren. I tillegg er Kolbotnvannet lite vindeksponert og det har derfor vært et stort problem med oksygenvinn og dannelse av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) i bunnlaget.

**TEMPERATURSJIKTNING.** Vannmassenes lagdeling har avgjørende betydning for kjemiske og biologiske prosesser i en innsjø og derfor fordeling og vekst av alger og cyanobakterier. Normalt vil en innsjø ha samme temperatur gjennom hele vannmassen en kort periode om våren og en lengre periode om høsten, de såkalte sirkulasjonsperiodene. Om vinteren og om sommeren vil lettere overflatevann ligge over tyngre bunnvann. Sprangsjiktet, som er området mellom disse to vannlagene der vanntemperaturen endrer seg raskt, danner et lokk som sperrer for blanding av vannmassene.

## OKSYGENSVINN OG H<sub>2</sub>S-DANNELSE I BUNNVANNE

I en innsjø som er lite forurenset vil oksygenmetningen være nær 100 % fra overflaten ned mot bunnen.

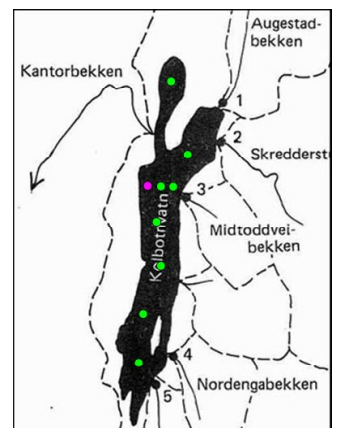
Stor tilførsel av fosfor og nitrogen medfører økt algeproduksjon i innsjøen. Partikler i tilført kloakkvann, erosjonsmateriale /landbruksavrenning og produserte alger synker til bunns og nedbrytes av bakterier. Nedbrytningen forbruker oksygenet i de dypeste vannmassene. Når alt oksygenet er oppbrukt går bakteriene over til svedel som energikilde og omdanner det til H<sub>2</sub>S (hydrogensulfid) som er svært giftig for de fleste organismer. Prosessen gjelder spesielt mot slutten av sommer- og vintersesongen når innsjøen har vært beskyttet mot sirkulasjon og utluftning pga. et stabilt sprangsjikt eller isdekke.

To tiltak har blitt benyttet for å bidra til å bedre vannkvaliteten i Kolbotnvannet i tillegg til reduksjon av forurensningene: Bruk av "boblegardin", og tilsetning av kalksalpeter til bunnvannet. Boblegardinen gir innsjøen "kunstig åndedrett" ved å forlenge sirkulasjonsperiodene, og tilførselen av kalksalpeter bidrar til å redusere den indre gjødslingen fra sedimentene gjennom oksydasjon av sedimentoverflaten. I de siste årene har det ikke blitt tilsatt kalksalpeter til innsjøen fordi høy vannføring i tilsetningskummen gjorde dette

arbeidet vanskelig. Boblegardinen har heller ikke vært i drift på grunn av tekniske problemer med utstyret.

**INTERNGJØDSLING.** Innsjøer får tilført fosfat fra nedbørfeltet gjennom elver, bekker, eller med grunnvann. Når det er oksygen til stede, bindes en del av fosfatet umiddelbart til jern eller andre metaller. Under denne prosessen dannes små fnokker som synker til bunns og blir en del av sedimentet. Resten av fosfatet kan tas opp av alger og integreres i deres biomasse. Når algene dør frigjøres noe av fosfatet igjen. Resten transporteres med biomassen til sedimentet. I det fleste norske innsjøer fjernes på denne måten omtrent 50-70 % av fosfor fra vannet, men denne prosessen er reversibel. Hvis konsentrasjon av oksygen i bunnvannet underskrider 0,1 mg/l frigjøres det fosfat fra sedimentet. Dette skjer vanligvis om sommeren eller vinteren under stagnasjon. Fosfat akkumuleres da direkte over sedimentet og blandes inn i hele vannsøylen under den neste sirkulasjonsperioden. Denne prosessen kalles interngjødsling. Interngjødslingen medfører en resirkulering av fosfat i innsjøen og motvirker dermed tiltak i nedbørfeltet.

I juni 2007 ble det installert en Limnox-lufter i Kolbotnvannet for å motvirke fosfatutslipp fra sedimentet (**Fig. 7**). "Limnoxen" tilfører omtrent 200-300 kg oksygen pr døgn til vannet direkte over sedimentet. Bortsett fra noen problemer i juli og august har Limnoxen vært kontinuerlig i drift. For å dokumentere effekten, ble det gjennomført et utvidet måleprogram i Kolbotnvannet. I tillegg til hovedstasjonen ble det tatt oksygenprofil på 8 stasjoner fordelt over hele innsjøen. På hver stasjon ble det også tatt en prøve fra bunnvannet. Disse prøvene ble analysert for total fosfor for å dokumentere mulig utslipp av fosfatet fra sediment.

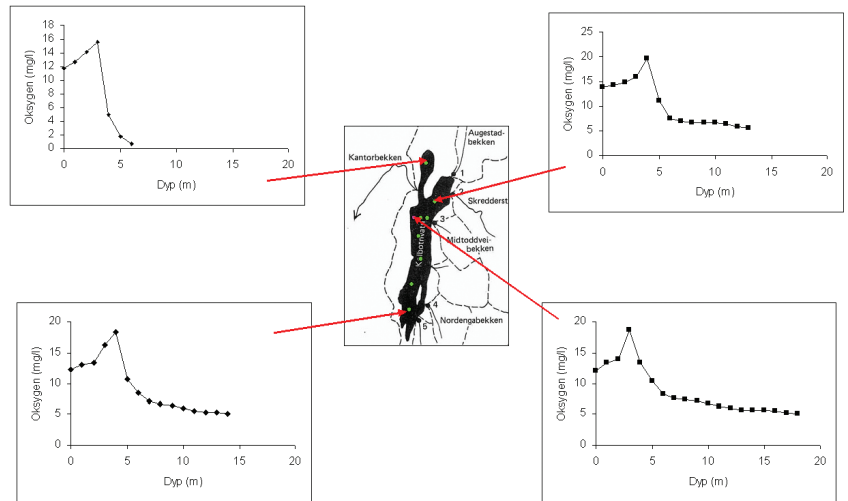


Figur 7. Plassering av Limnoxen (lilla prikk) og målestasjoner utvidet program (grønne prikker).

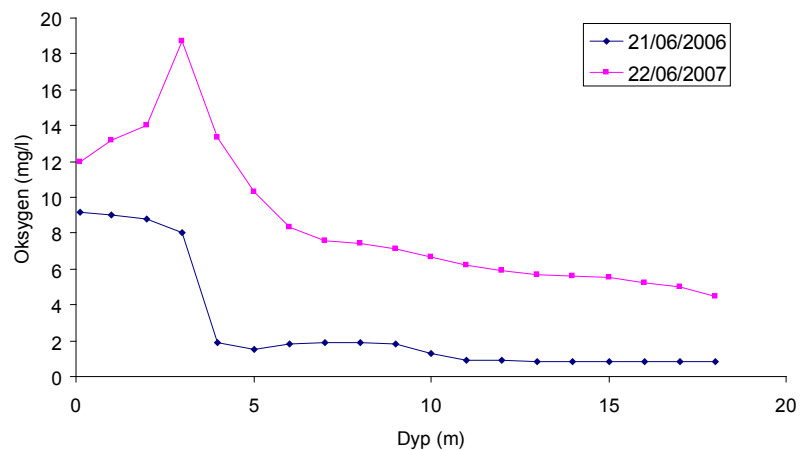


Limnoxen hadde en positiv effekt på oksygenkonsentrasjonen i vannet. Vanligvis er bunnvannet i innsjøen fri for oksygen allerede i juni. I juni 2007 derimot ble det funnet mer enn 5 mg/l oksygen i hele vannsøylen (Fig. 8). En sammenligning med data fra 2006 understreker denne positive effekten av Limnoxen (Fig. 9). Kun i Veslebukta ble det funnet de samme lave oksygenverdiene som i tidligere år.

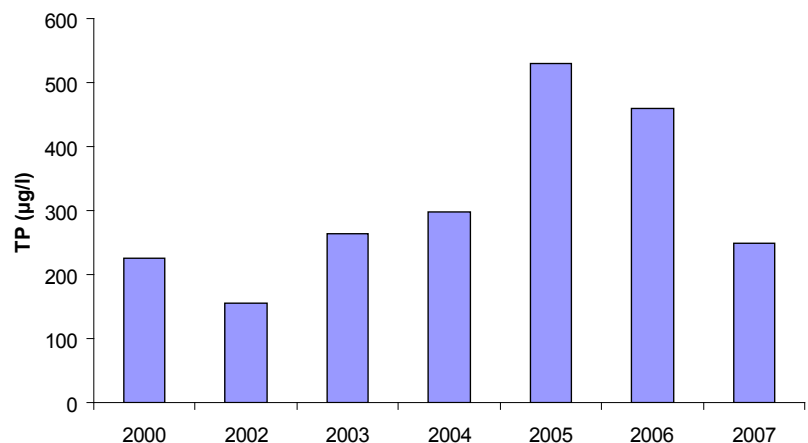
Figur 10 viser konsentrasjonen av fosfor i bunnvannet på slutten av sommeren 2000-2007. Verdier over 400 µg/l i 2005/2006 er i tråd med kraftig utslipp av fosfat fra sedimentet. I 2007 ble det funnet en betydelig tilbakegang fra ca. 450 µg/l (2006) til ca. 230 µg/l (2007). Dette indikerer at luftningen av bunnvannet reduserte interngjødslingen med ca. 50 %.



Figur 8. Oksygenprofiler på flere stasjoner i Kolbotnvannet noen dager etter Limnoxen ble tatt i bruk

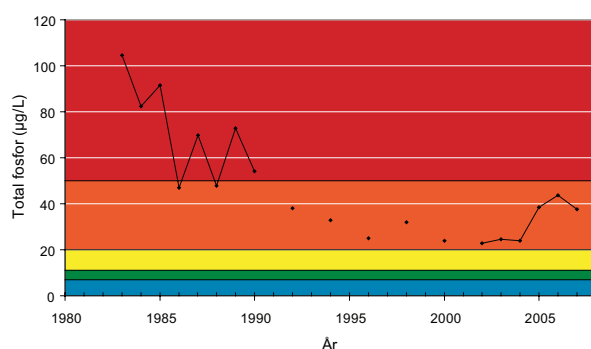


Figur 9. Oksygenprofil på hovedstasjonen uten (2006) og med (2007) Limnoxen



Figur 10. Konsentrasjonen av fosfor i bunnvann (hovedstasjonen) på slutten av sommeren i årene 2000-2007

Fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvannet er dels et resultat av for høy tilførsel av fosforholdig vann fra nedbørfeltet og dels "intern gjødsling". Konsentrasjonene i overflatesjiktet (0-4 m) har gradvis avtatt siden målingene startet i 1972. Spesielt fra 1990 og utover avtar konsentrasjonene betydelig (Fig. 11). I 2007 var gjennomsnittsverdien for total fosfor på 37,6 µg/L, tilstandsklasse «Dårlig». Dette er en viss reduksjon fra året før. Fosforkonsentrasjonen må reduseres til under 20 µg/L for å gå over i en bedre vannkvalitetsklasse, dvs. klasse III «Mindre god».



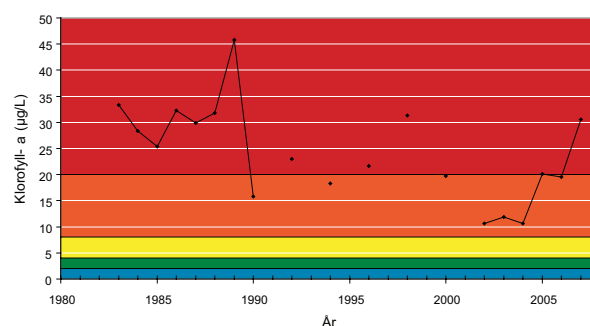
Figur 11. Målte konsentrasjoner av total fosfor (µg/L) i Kolbotnvannet (0-4 meter) for perioden 1984-2007, samt grenseverdier for SFTs vannkvalitetsklasser.

Utviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i Kolbotnvannet viser en tydelig avtakende tendens siden midten av 1980-årene. Med unntak av enkelte år i denne perioden, plasseres Kolbotnvannet i SFTs klasse IV «Dårlig» mht. nitrogenkonsentrasjon. Hovedkilden til nitrogen i Kolbotnvannet er urensset avløpsvann, men høyt nitrogeninnhold i nedbør og en viss avrenning fra forurensede gater ol. bidrar også noe. Det er verdt å merke seg at nitrogen-konsentrasjonen er betydelig lavere i Kolbotnvannet enn i Gjersjøen, fordi Gjersjøen tilføres mye nitrogen fra landbruksområder og dels fordi nitrogen fjernes effektivt ved naturlige prosesser i sedimentene i Kolbotnvannet.

### Biologiske forhold

I en næringsrik innsjø som Kolbotnvannet er det normalt med store variasjoner i mengde og sammensetning av plantep plankton. Sammensetningen skifter raskt og det er liten grad av likevekt og stabilitet i plantep plankton-samfunnet.

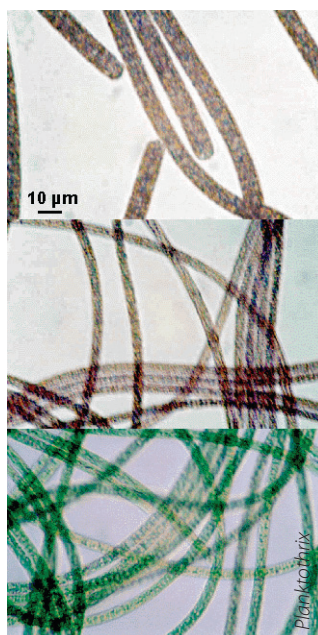
Fra 1990-tallet har konsentrasjonen av klorofyll-a (et mål på alge mengden) variert mellom tilstandsklasse IV «Dårlig» og V «Meget dårlig» (Fig. 12). I perioden 2002-2004 var klorofyllverdiene lavere, men i 2005 og 2006 var middelverdiene henholdsvis 20,1 µg/L og 19,5 µg/L, på grensen mellom tilstandsklasse «Dårlig» og «Meget dårlig». I 2007 var det en markert økning i klorofyll-a (30,6 µg/L). De høye klorofyllverdiene i 2007 skyldes en meget stor oppblomstring av cyanobakterier i Kolbotnvannet.



Figur 12. Konsentrasjon av klorofyll-a i Kolbotnvannet for perioden 1972-2007 (middelverdier 0-4 meters dyp), samt grenseverdier for SFTs vannkvalitetsklasser.

### Cyanobakterier og giftproduksjon

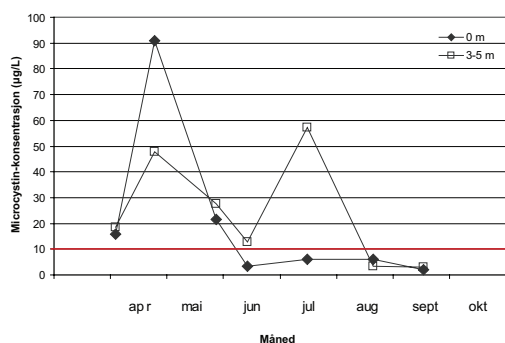
I 2007 var både maksimal og middelverdien for plantep plankton høy, noe som skyldtes store oppblomstringer av cyanobakterier. I april-juni var det en oppblomstring av *Planktothrix prolifica* og i juni-august var det en oppblomstring av *Anabaena planctonica*.



Mange cyanobakterier har gassblærer som gjør dem i stand til å regulere posisjonen i dypet. I tillegg er de gode på å utnytte svakt lys sammenlignet med andre planktonalger. De kan derfor innta et dyp der de ikke konkurrerer så mye med andre alger om næringsstoffer som de ville gjort i overflatelaget. På profilen fra oktober ser en at populasjonen av cyanobakterier har trukket oppover til overflatelaget igjen. Stadig mer vind utover høsten og nedbrytning av innsjøens lagdeling omfordeler cyanobakteriene slik at de blir mer jevnt fordelt med dypet. Dette kan også skje på sommeren dersom man har mye vind og svekket sprangsjikt. I et slikt tilfelle vil giftstoffene som cyanobakteriene produserer lettere komme i kontakt med mennesker ved f. eks bading.

Fra sommeren 2005 startet man å måle innholdet av microcystiner i Kolbotnvannet etter mistanke om oppblomstring av giftproduserende stammer (Fig. 13).

Det viste seg å være svært høye konsentrasjoner av microcystiner i Kolbotnvannet også i 2007 (Fig. 13). I mai ble det målt 90 µg/L microcystin i overflatevannet og 50 µg/L microcystin i 3-5 meters dyp. Gjennomsnittsverdiene for både overflatevannet og for 3-5 meters dyp var på omtrent 20 µg/L microcystin. De høyeste verdiene av microcystin ble målt i april-juni, og det er mest sannsynlig at det er *Planktothrix* sp. som produserer microcystin i Kolbotnvannet.



Figur 13. Konsentrasjon av giftstoffet microcystin (µg/L) i Kolbotnvannet 2007 på overflaten og på 6-9 m dyp ved hovedstasjonen (innsjøens dypeste punkt). Den røde linjen markerer øvre anbefalte konsentrasjonsgrense for badevann, 10 µg/L, satt av Verdens Helseorganisasjon (WHO).

**MICROCYSTINER.** Microcystin er en gruppe giftstoffer som produseres av visse stammer av cyanobakterier, og som bla. kan medføre leverskader hos mennesket. Verdens helseorganisasjon (WHO) har satt en øvre grense for microcystiner i badevann på 10 µg/L.

## Dyreplankton

Sammensetningen av dyreplanktonet i Kolbotnvannet er karakteristisk for næringsrike innsjøer med et meget sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk. I likhet med tidligere år var det i 2007 et betydelig innslag av arter som er typiske for eutrofe innsjøer, slik som hjuldyret *Pompholyx sulcata* og vannloppene *Daphnia cucullata* og *Chydorus sphaericus*. Videre var dyreplanktonet dominert av småvokste arter og individer. Ofte er det en tendens til økende predas-

jonspress fra planktonspisende fisk med økende trofegrad. Dette er trolig en viktig årsak til at den gjennomsnittlige størrelsen innen dyreplanktonet er mindre i næringsrike enn i næringsfattige innsjøer. Nyere undersøkelser tyder imidlertid på at økende biomasser av blågrønnalger i forbindelse med eutrofiering i seg selv kan føre til reduksjon i størrelsesstrukturen i dyreplanktonet.

Biomassen av dyreplankton varierte i 2007 i området ca. 125-750 mg tørrvekt pr. m<sup>3</sup> med et gjennomsnitt for perioden juni-november på 539 mg/m<sup>3</sup>. Dette må anses som meget høye biomasser og viser Kolbotnvannets produktive karakter. Middelbiomassen var på omtrent samme nivå som i årene 2000 og 2002-2005, men vesentlig lavere enn i 2006. Den høye middelbiomassen i 2006 skyldtes først og fremst den ekstremt store biomassen av vannloppen *Bosmina longirostris* i juni dette året. Denne arten hadde relativt lav biomasse i 2007, mens andre vannlopper som *Daphnia cucullata* og *Daphnia longispina*-gruppen hadde betydelig høyere biomasse enn det som har vært vanlig i de senere årene. Dafniene i Kolbotnvannet er imidlertid småvokste; den største av dem (*D. longispina*-gruppen) hadde en middel-lengde av voksne hunner på 1,1 mm. Det vil si at store, effektive algebeitere var praktisk talt fraværende i Kolbotnvannet i likhet med tidligere år. Innsjøens selvrensingsevne kan derfor antas å være meget liten.

## Miljøtilstand i Kolbotnvannet

Konsentrasjonen av total fosfor i Kolbotnvannet bedret seg fra begynnelsen av 1990-tallet, men klassifiserer fremdeles innsjøen som «Dårlig» (Tabell 7). En høy konsentrasjon av fosfor stimulerer til mye algevekst, og dette gjenspeiles i mengden av klorofyll-a. I 2007 var verdien av klorofyll-a høyere enn den har vært på mange år, og ligger i tilstandsklassen «Meget dårlig».

Siktedypet har siden 1983 stort sett variert mellom 1-2,5 meter, noe som er på grensen mellom tilstandsklassene «Mindre god» og «Dårlig». Gjennomsnittlig siktedyp i Kolbotnvannet var på 1,7 meter i 2007, og dette er nedgang fra i fjor (2,1 m). I en innsjø som Kolbotnvannet vil mengden oftest være avgjørende for siktedypet, og oppblomstringen av cyanobakterier i 2007 er nok avgjørende for siktedypet. Ellers kan utspyling av partikler fra nedbørfeltet under snøsmelting og regnvær samt annleggsvirksomhet i perioder være en betydelig kilde til partikler og et redusert siktedyp.

Tabell 7. Tilstandsklasser for Kolbotnvannet i 1983-2007

År	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Total fosfor (µg/l)	81	70	57	48	60	44	73	47	41	29	25	36	23	25	23	24	38	44	37,6
Klorofyll (µg/l)	23	28	23	28	27	33	43	10	23	19	22	27	18	11	10	11	20	19,5	30,6
Sikt (m)	1,6	1,1	1,4	2,3	2,3	2,0	1,0	2,1	1,7	1,7	1,9	1,9	2,4	2,6	1,9	2,5	1,9	2,1	1,7
Total nitrogen (µg/l)	1100	900	1100	1100	1250	1100	1000	1185	850	750	800	900	600	700	500	723	622	618	753





**SAMMENDRAGSRAPPORT**  
Løpenummer: 5615-2008 ISBN-nummer: 978-82-577-5351-1