

Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet  
med tilløpsbekker 1972-2008  
Med vekt på viktige resultater fra 2008





**Tittel:**

Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2008 med vekt på viktige resultater fra 2008

**Løpenummer:**

5811-2008

**ISBN-nummer:**

978-82-577-5546-1

Oppdraget er utført av Norsk Institutt for vannforskning, NIVA

**Prosjektleder:**

Thomas Rohrlack

**Medarbeidere:**

Sigrid Haande  
Ingar Becsan  
Camilla Hedlund Corneliussen Hagman  
Theodor Olav Norendal

**Kvalitetssikring:**

Merete Johannesen Ulstein  
Unn Hilde Refseth

**Fagområde:**

Eutrofi Ferskvann

**Oppdragsgiver:**

Oppegård kommune, Vann, avløp og renovasjon, virksomhet VAR

**Layout & trykk:**

CopyCat

**Foto:**

Tone Jøran Oredalen  
Camilla B. Halstvedt  
Sigrid Haande

Utgitt mai 2009

# Forord

Denne rapporten presenterer en kortfattet oversikt over miljøtilstanden i Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker, for perioden 1972 til og med 2008. 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 nå, gjennom en dialog med kommunen, valgt en todeling av rapporteringen av overvåkingen:

- 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.

Gjersjøvassdraget er blant de norske vannkilder som skal behandles i henhold til EUs Vanndirektiv allerede fra 2009. Fylkesmannen i Oslo og Akershus har utsatt denne prosessen til 2010. I denne rapporten blir Gjersjøvassdraget og Kolbotnvannet derfor vurdert i henhold til SFTs tilstandsklasser.

Oslo, 26. mai 2009

Thomas Rohrlack  
Prosjektleder

Merete Johannesen Ulstein  
Forskningsjef








# Sammendrag og konklusjoner

Vannkvaliteten i Gjersjøen, Kolbotnvannet og deres tilløpsbekker i 2008 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).

Tabell 1

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

Konsentrasjonen av fosfor, nitrogen og tarmbakterier 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, og i 2008 var det gjennomgående høyere konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og tarmbakterier i alle bekkene sammenlignet med de siste årene. Dette kan til dels settes i sammenheng med at det i 2008 var en mild vinter med mye nedbør i form av regn i januar, februar og mars. Også i august og oktober var det regn og høy vannføring i bekkene. Uansett så registreres det ingen vesentlig forbedring i tilstanden i bekkene siden ca. 1990. Det er derfor fortsatt betydelig behov for å redusere forurensningen av disse bekkene. Gjersjøelva har et høyt innhold av nitrogen hvilket er ugunstig for indre Oslofjord der nitrogen stimulerer til økt vekst av planteplankton. Innholdet av fosfor er relativt lavt og har endret seg lite de siste årene. Det går lite tarmbakterier ut fra Gjersjøen med Gjersjøelva på grunn av fortykning og selvrengingsprosesser 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 tilsvarende «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, og selv om det har vært en viss nedgang fra det høyest målte nivået i 1995 (1800 µg/L), 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.

Tabell 2. Tilstandsklasser for Gjersjøen 2008 (Oppgitte verdier er middelverdier for sesongen).

År	2008
Total fosfor (µg/l)	15
Klorofyll (µg/l)	5
Sikt (m)	2,8
Total nitrogen µg/l)	1640

## Kolbotnvannets tilløpsbekker

Tilførselsbekkene Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken viser alle svært høye verdier av total fosfor, total nitrogen og tarmbakterier. Ser en på utviklingen fra 1994 og frem til 2008, har tilstanden til disse bekkene med kun ett par unntak vært karakterisert som «Meget dårlig» for alle de tre miljøparametrene. I Myrvollbekken og Nordengabekken ligger miljøtilstanden henholdsvis mellom «Dårlig» og «Meget dårlig» og «Mindre god» og «God». I 2008 var det en forbedring av vannkvaliteten i Augestadbekken, mens det var en betydelig forverring av vannkvaliteten i Skredderstubekken. I Midtoddveibekken var det også en økning i innholdet av fosfor og tarmbakterier. De spesielle værforholdene med en mild vinter og mye nedbør i form av regn kan ha hatt en betydning for de økte tilførselsene til Kolbotnvannet. Det er imidlertid fortsatt et betydelig behov for å redusere forurensningen av disse bekkene.

## Kolbotnvannet

Siden begynnelsen av 1990-tallet har det skjedd en bedring i vannkvaliteten i Kolbotnvannet, men i de siste årene (2005-2007) har det igjen vært høyere konsentrasjoner av total fosfor og klorofyll-a (Tabell 3) og perioder med kraftig oppblomstring av toksinproduserende cyanobakterier. I 2008 var situasjonen igjen bedre i Kolbotnvannet, med en reduksjon i innhold av fosfor og klorofyll-a, bedre sikt og kun en mindre oppblomstring av cyanobakterier. 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 og 2008 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) til 78 µg/L (2008). Dette indikerer at luftningen av bunnvannet reduserte interngjødslingen med ca. 50-80 %. Bruken av limnox-lufteren i Kolbotnvannet har utvilsomt hatt en positiv effekt på fosfor-innholdet i innsjøen.

Tabell 3. Tilstandsklasser for Kolbotnvannet i 2008 (Oppgitte verdier er middelverdier for sesongen).

År	2008
Total fosfor (µg/l)	31
Klorofyll (µg/l)	20
Sikt (m)	2,5
Total nitrogen (µg/l)	620



# 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 næringsalter til Kolbotnvannet. Etter hvert ble det bygget ledningsnett for oppsamling av avløpsvannet til renseanlegg, men da dette var mangelfullt, fant mye av avløpsvannet fortsatt 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.

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 ("Tiltaks-vurdering 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. I hver av innsjøene ble det gjennomført i alt 7 prøvetakingstokt, fra april til november. I Kolbotnvannet ble det i tillegg gjennomført 5 ekstra prøveturer i perioden fra mai-september i forbindelse med et forskningsprosjekt på NIVA. Resultatene fra disse ekstra prøvetakingsturene er inkludert i denne rapporten. Vanligvis tas det prøver fra slutten av hver stagnasjonsperiode, i april og september. I 2008 var det svært usikker is i mars/april, og vi måtte vente til slutten av april før vi kunne starte prøvetaking. Tilløpsbekker både til Gjersjøen (5 bekker + utløpsbekken Gjersjøelva) og Kolbotnvannet (5 bekker) ble prøvetatt for analyser av kjemiske parametere og tarmbakterieinnhold en gang pr. måned, fra januar til desember.

**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 – 2008 med hovedvekt på resultater fra 2008.**

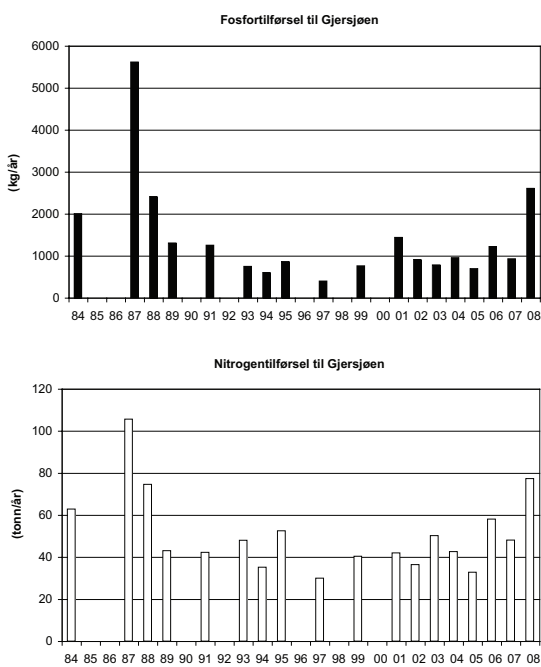




# Gjersjøbekkene

## 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. Tilførslene av både fosfor og nitrogen viser en klar reduksjon fram til ca. 1990, men etter den tid er det bare små variasjoner i tilførslene (Fig. 1). Det var imidlertid en sterk økning i tilførsel av både fosfor og nitrogen til Gjersjøen i 2008 sammenlignet med de siste årene. Vinteren i 2008 var svært mild, og det kom mye nedbør i form av regn i januar, februar og mars. Også i august og oktober var det regn og høy vannføring i bekkene.



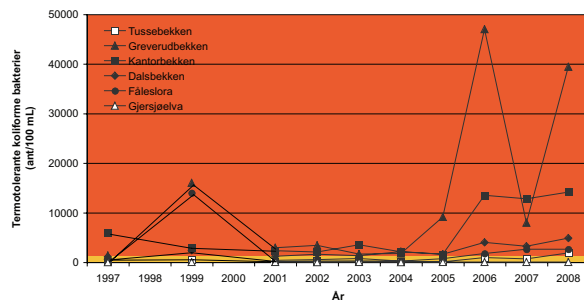
Figur 1. Årlige målte tilførsler av fosfor og nitrogen til Gjersjøen i perioden 1984-2008.

Fosfor tilføres bekkene fra kommunalt avløpsvann og fra landbruksområder. Dalsbekken og Greverudbekken har gjennomgående bidratt med de største fosfortilførslene til Gjersjøen i måleperioden 1984-2008, mens Fåleslora har hatt lavest fosfortilførsel. Beregningene for 2008 viser at tilførslene av total fosfor til Gjersjøen var betydelig høyere enn hva som har blitt målt siden slutten av åttitallet (Fig. 1). Det var Dalsbekken, Greverudbekken og Fåleslora som fraktet mest fosfor til Gjersjøen i 2008, mens Kantorbekken bidro minst. I Dalsbekken var det en økning i beregnet fosfortilførsel fra 255 kgP/år i 2007 til 837 kgP/år i 2008. I Greverudbekken var det en tilsvarende stor økning i fosfortilførsel fra 172 kgP/år i 2007 til 677 kgP/år i 2008. Fåleslora har vanligvis lavest fosfortransport (141 kgP/år i 2007) av Gjersjøebekkene, men i 2008 var det også her høy transport av fosfor med 594 kgP/år. 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 landbruksområdene. 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 2008 tyder på det siste alternativet. Omtrent 50 % av fosfortilførslene til Gjersjøen skjedde i januar, i en periode med store nedbørmengder i form av regn og høy vannføring i bekkene.

Nitrogen i bekkene stammer fra nedbør, landbruks- og skogarealer, tette flater (hovedsakelig i tettbygde strøk) og kommunalt avløpsvann. I 2008 var også nitrogentilførslene høyere enn de har vært de siste tjue årene (Fig. 1). De største bidragene av total nitrogen kom fra hhv. Dalsbekken, Tussebekken og Fåleslora, mens Kantorbekken hadde den laveste tilførselen. I Fåleslora var det en økning i nitrogentilførsel fra 15.6 tonnN/år i 2007 til 40 tonnN/år i 2008. Det var spesielt høye tilførsler i periodene februar-mai og september-oktober, etter mye nedbør og høy vannføring.

I 2008 ble det målt høye verdier av tarmbakterier i tilførselsbekkene til Gjersjøen. Ved å beregne 90-percentiler vil ekstremepisoder fjernes, og Figur 2 viser innholdet av tarmbakterier til tilførselsbekkene til Gjersjøen samt i Gjersjøelva. I 2008 var tarmbakterieinnholdet spesielt høyt i Greverudbekken og i Kantorbekken. I Gjersjøelva, utløpselva fra Gjersjøen, var innholdet av tarmbakterier likt foregående år.



Figur 2. 90-percentiler for innhold av tarmbakterier i Gjersjøebekkene i perioden 1997-2008.

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.

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.

### Miljøtilstand i bekkene

En samlet vurdering av tilførselsbekkene til Gjersjøen viser altfor høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og tarmbakterier 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. I 2008 ble det observert gjennomgående høyere konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og tarmbakterier i alle bekkene, og dette kan til dels settes i sammenheng med at det i 2008 var en mild vinter med mye nedbør i form av regn i januar, februar og mars. Også i august og oktober var det regn og høy vannføring i bekkene.

Konsentrasjonen av fosfor, nitrogen og tarmbakterier 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 tarmbakterier 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.

I **Tussebekken** det ingen endring i fosforinnholdet sammenlignet med 2007, og tilstandsklassen er fortsatt «Dårlig». Innholdet av tarmbakterier var betydelig høyere i 2008 enn hva som har vært målt tidligere i Tussebekken, og dette gir en endring i tilstandsklasse fra «Dårlig» til «Meget dårlig». Innholdet av nitrogen var lavere i 2008 enn de to foregående årene, noe som gir en endring i tilstandsklasse fra «Meget dårlig» til «Dårlig».

**Greverudbekken** klassifiseres som «Meget dårlig» både utfra innholdet av tarmbakterier og konsentrasjonen av nitrogen og fosfor, og for alle parameterene ble det målt betydelig høyere verdier sammenlignet med tidligere år.

I **Kantorbekken** var det en liten reduksjon i innholdet av fosfor og en endring fra tilstandsklasse «Meget dårlig» til «Dårlig» basert på denne parameteren. Innholdet av tarmbakterier var fortsatt meget høyt og klassifiseres som «Meget dårlig».

I **Dalsbekken** var det en betydelig økning i innholdet av fosfor og tarmbakterier i 2008 og klassifiseres som «Meget dårlig» basert på alle parametrene.

I **Fåleslora** var det en betydelig økning i innholdet av fosfor og nitrogen i 2008, mens innholdet av tarmbakterier var på samme nivå som i 2007. Fåleslora klassifiseres som «Meget dårlig» basert på alle parametrene.

**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 selvrengingsprosesser i innsjøen.

Tabell 4. Tilstandsklasser for Gjersjøbekkene i 1994–2008.

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Tussebekken</b>															
Tot-P	16	19	19	20		20		21	21	21	25	17	22	25	26
Tot-N	1000	1150	1285	1269		1264		973	1125	1183	1188	1128	1224	1316	1004
T.coli				68		510		100	209	262	186	82	937	688	1880
<b>Greverudbekken</b>															
Tot-P	27	26	86	26		64		63	36	57	43	32	60	32	144
Tot-N	1291	1183	1892	1331		1464		1409	1133	1209	1487	1312	1609	1265	2013
T.coli				1350		16000		2900	3400	1664	1770	9110	47000	7960	39400
<b>Kantorbekken</b>															
Tot-P	49	37	50	45		38		38	42	47	59	86	61	57	48
Tot-N	1491	1250	1385	1248		1591		1145	925	925	947	1283	1250	1072	991
T.coli				5996		2900		2300	2050	3520	2090	1600	13510	12800	14150
<b>Dalsbekken</b>															
Tot-P	38	54	43	42		40		61	50	39	56	45	48	45	92
Tot-N	2245	2592	2241	2508		1845		1773	1767	2409	2588	2056	2359	2059	2054
T.coli				1084		2400		1200	1610	1300	2140	1600	4000	3200	4867
<b>Fåleslora</b>															
Tot-P	19	31	30	24		144		35	28	32	34	32	28	39	91
Tot-N	7882	5025	4458	3596		3736		2382	2548	3975	3505	3302	2913	4238	7107
T.coli				269		14000		373	530	746	228	725	1770	2600	2600
<b>Gjersjøelva</b>															
Tot-P	13	11	9	11		15		18	13	12	10	11	12	13	14
Tot-N	1645	1725	1654	1492		1564		1291	1308	1467	1465	1365	1541	1643	1627
T.coli				13		36		24	16	39	8	22	31	22	41

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

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

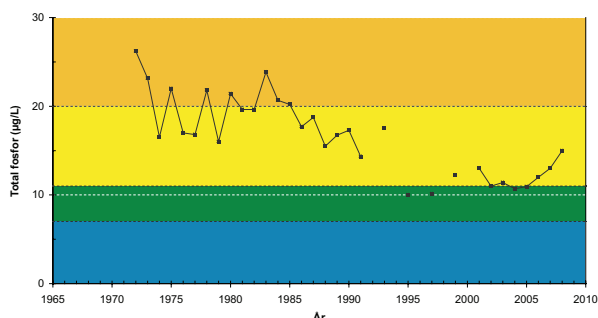


# Utvikling og tilstand i Gjersjøen

## 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 2008 var middelkonsentrasjonen av fosfor i Gjersjøen 15 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 1971-2008. Figuren viser middelverdien av total fosfor for hvert år, samt grenseverdiene for SFTs vannkvalitetsklasser.

Gjersjøen har i dag en nitrogenkonsentrasjon på rundt 1600 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 vanninntaket 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.

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.

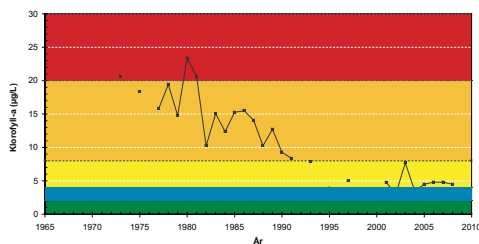
**FOSFOR.** Fosfor er en kjemisk nøkkelparameter for klassifisering av miljøtilstand i en innsjø, siden den er en forutsetning og ofte den begrensende faktor for planteplanktonvekst. Fosfor i innsjøer finnes som oppløst organisk fosfor, fosfat (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) og partikkelbundet i uorganisk 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 algebiomassen 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 2008 (Fig. 4). På bakgrunn av klorofyll-a konsentrasjonen ligger Gjersjøen nå på grensen mellom vannkvalitetsklasse «God» og «Mindre god».

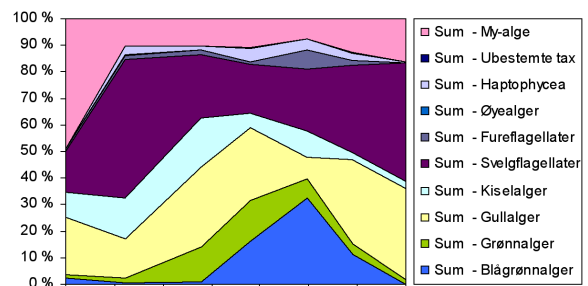


Figur 4. Konsentrasjon av klorofyll-a i Gjersjøen for perioden 1972-2008 (middelverdier 0-10 meters dyp), samt grenseverdier for SFTs vannkvalitetsklasser.

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 algeevolum til mindre enn 10 % etter 1991. I stedet har andelen av grupper som grønnalger, kiselalger, svelgflagellater og gullalger økt. Dette er meget gunstig for vannkvaliteten fordi den algen som dominerte tidligere, en rød form av cyanobakterien *Planktothrix* (tidligere kalt *Oscillatoria*), 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 planktonsamfunnet og en mer normal næringskjede. Ser en utviklingen i Gjersjøen samlet for 13-års perioden 1995-2008, viser analyseresultatene for planteplanktonsamfunnet at vannmassene har bedret seg betraktelig (Brettum 1989) fra undersøkelsenes

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.

begynnelse selv om en registrerer tilbakeslag i enkelte år. Planteplankton sammensetningen i Gjersjøen i 2008 vises i Figur 5. I august og september var det en liten oppblomstring av *Anabaena* spp., og andelen av cyanobakterier utgjorde da rundt 20 % av planteplanktonet. For hele 2008 var andelen cyanobakterier på 9 %. Det ble kun målt lave verdier av algetoksiner i hele 2008; mindre enn 1 µg Microcystiner/L som er grensen for råvann satt av Verdens helseorganisasjon (WHO).



Figur 5. Sammensetningen av planteplankton i Gjersjøen i 2008.

### Tarmbakterier

Analysen av tarmbakterier bekrefter at det i perioder kan være betydelige tilførsler av urensset avløpsvann til Gjersjøen (se Tabell 4). Bakterietallet i overflateprøvene lå relativt lavt gjennom det meste av sommersesongen i 2008, men viste en markert økning i mai og november. Som påpekt i tidligere rapporter, vil en utbedring av ledningsnett være det viktigste tiltaket for å redusere tarmbakterieinnhold, 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 klassifiserer 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.



Tabell 5 Tilstandsklasser for Gjersjøen 1983-2008

År	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1991	1993	1995	1997	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total fosfor (µg/l)	24	21	20	18	19	16	16	15	12	10	11	12	13	11	11	11	11	12	13	15
Klorofyll (µg/l)	15	12	15	15	14	9	12	7	7	4	5	4	5	3	8	4	5	5	5	5
Sikt (m)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,7	2,6	3,4	3,6	3,9	3,9	3,3	3,7	3,6	3,7	3,9	3,1	2,5	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	1640

**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.

**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.



# Kolbotnbekkene

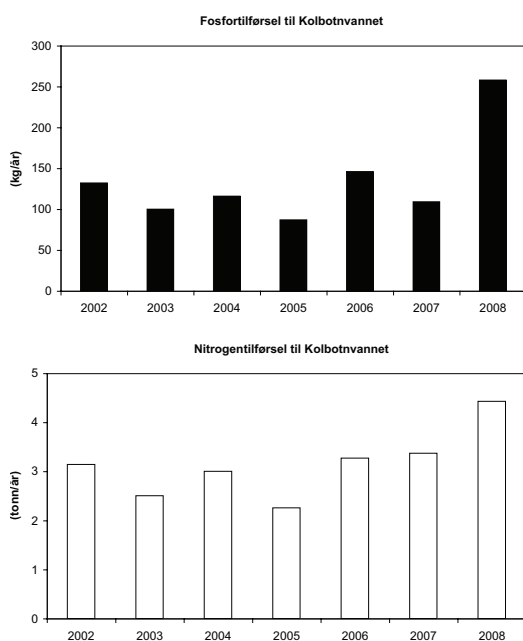
## Tilførsler til Kolbotnvannet

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 2008 var de beregnede årlige tilførslene 258 kg fosfor og 4,4 tonn nitrogen til Kolbotnvannet fra de tre tilførselsbekkene, og dette er de høyest beregnede tilførslene av fosfor og nitrogen siden målingene startet (Fig. 6). Dette kan ha en sammenheng med at vinteren i 2008 var svært mild, og det kom mye nedbør i form av regn i januar, februar og mars. Også i august og oktober var det regn og høy vannføring i bekkene. Det er også tatt månedlige prøver i Nordenga- og Myrvollbekken (syd i sjøen) i 2008. 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 2008 er den foreløpige konklusjonen at hovedfokus på tilførsler til Kolbotnvannet bør ligge på de tre bekkene lengst nord i vannet.

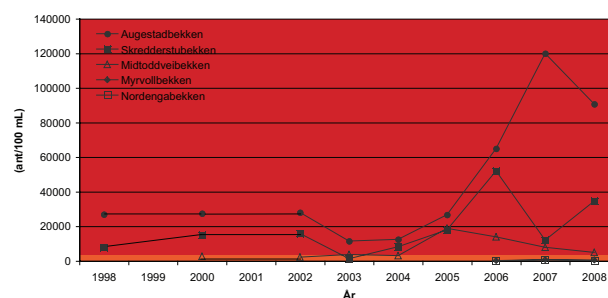
Augestadbekken har gjennomgående bidratt med den største fosfortilførselen til Kolbotnvannet, mens Midtoddveibekken har hatt lavest fosfortilførel. I 2008 var det imidlertid høyest fosfortilførsel fra Skredderstubekken med 178 kgP/år. Dette var en mangedobling sammenlignet med tidligere år, 28 kgP/kg i 2007 og 47 kgP/kg i 2008. I Augestadbekken var det en liten reduksjon i fosfortilførsel fra 77 kgP/kg i 2007 til 72 kgP/kg i 2008. I Midtoddveibekken var det en fordobling i fosfortil-

førslene i 2008 (8.1 kgP/år) sammenlignet med 2007 (4.0 kgP/år). Dataene for vannføring og fosfor i bekkene tyder på en kombinasjon av punktutslipp og overløp/feilkoblinger i ledningenettet i 2008. Den største tilførselen av fosfor fra bekkene var i januar der 24 % av den årlige tilførte fosforen rant inn i Kolbotnvannet. Dette var i en periode med store nedbørsmengder i form av regn og høy vannføring i bekkene.

Målte konsentrasjoner av tarmbakterier har vært svært høye i Kolbotnbekkene de siste ti årene (Fig. 7). Dette viser tydelig at det er mulige lekkasjer av urensset avløpsvann fra kloaknettet. I 2005-2006 var det en betydelig økning av tarmbakterieinnholdet i Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken. I 2007 var det en nedgang i Skredderstu- og Midtoddveibekken, mens det fortsatt var en dramatisk økning i Augestadbekken. I 2008 var det en fortsatt nedgang i innholdet av tarmbakterier i Midtoddveibekken. Det var også en nedgang i Augestadbekken, men fortsatt var innholdet av tarmbakterier svært høyt. I Skredderstubekken var det igjen en økning i innholdet av tarmbakterier i 2008. Alle tre bekkene har en konsentrasjon av tarmbakterier som faller inn i SFTs egnethetsklasse V, «Meget dårlig».



Figur 6. Målte tilførsler av fosfor og nitrogen til Kolbotnvannet i perioden 2002-2008 fra Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken.



Figur 7. 90-percentiler for innhold av tarmbakterier i Kolbotnbekkene i perioden 1998-2008.



### Miljøtilstand i bekkene

Ser en på utviklingen fra 1994 og frem til 2007, har tilstanden til Kolbotnbekken (Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken) med kun ett par unntak vært karakterisert som «Meget dårlig» for alle de tre miljøparametrene total fosfor, total nitrogen og tarmbakterier (Tabell 6). I 2008 ble det observert gjennomgående høyere konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og tarmbakterier i flere av bekkene, og dette kan til dels settes i sammenheng med at det i 2008 var en mild vinter med mye nedbør i form av regn i januar, februar og mars. Også i august og oktober var det regn og høy vannføring i bekkene. I Augestadbekken var det en klar reduksjon i innholdet av fosfor, nitrogen og tarmbakterier sammenlignet med de siste årene. Bekken klassifiseres imidlertid fortsatt som «Meget dårlig» basert på alle parameterene. I Skredderstubekken var det en flerdobling av innholdet av fosfor og en forverring til tilstandsklasse «Meget dårlig». Det var også en flerdobling av innholdet av tarmbakterier og fortsatt klassifisering i tilstandsklasse «Meget dårlig». I Midtoddveibekken var det en svak økning i fosfor konsentrasjonen (tilstandsklasse «Dårlig») og en reduksjon i nitrogen konsentrasjonen og tarmbakterieinnholdet (tilstandsklasse «Meget dårlig»). 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 1994-2008

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008				
<b>Augestadbekken</b>																			
Tot-P	93	81	77	58	120	130	118	102	230	214	88	2800	2563	2563	2515	3467	3343	2079	
Tot-N	2864	2800	2564	1883	2800	11520	12500	26760	65000	120000	90700	116	55	70	81	50	29	129	
T.coli			27000	15000	15900	1280	8200	17940	52000	12000	34600	116	55	70	81	50	29	129	
<b>Skredderstubekken</b>																			
Tot-P	111	54	258	54	116	55	70	81	50	29	129	2583	1973	2241	2086	1893	1838	2278	
Tot-N	3050	2523	2691	1917	15900	1280	8200	17940	52000	12000	34600	15900	1280	8200	17940	52000	12000	34600	
T.coli			7800	15000	15900	1280	8200	17940	52000	12000	34600	15900	1280	8200	17940	52000	12000	34600	
<b>Midtoddveibekken</b>																			
Tot-P					61	47	56	74	54	54	32	39	2077	2291	2413	2030	2362	1913	1813
Tot-N					2167	2077	2291	2413	2030	2362	1913	1813	2230	3670	3070	18800	13900	7860	4900
T.coli					2580	2230	3670	3070	18800	13900	7860	4900	2230	3670	3070	18800	13900	7860	4900
<b>Myrvollbekken</b>																			
Tot-P													31	21	51				
Tot-N													1217	1128	1121				
T.coli													255	767	572				
<b>Nordengabekken</b>																			
Tot-P													16	12	24				
Tot-N													1199	1303	1159				
T.coli													77	549	180				

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

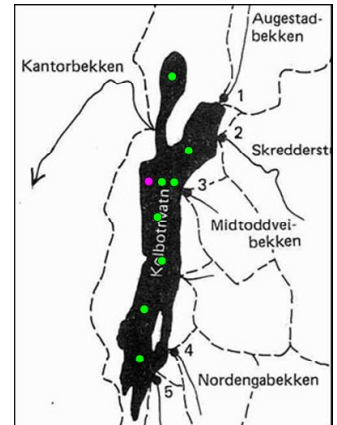
## Fysiske og kjemiske forhold

I Kolbotnvannet ligger vanligvis sprangsjiktet på mellom 2 og 8 meters dyp gjennom hele sommerseongen. 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 oksygensvinn og dannelse av hydrogensulfid ( $H_2S$ ) i bunnlaget.

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.

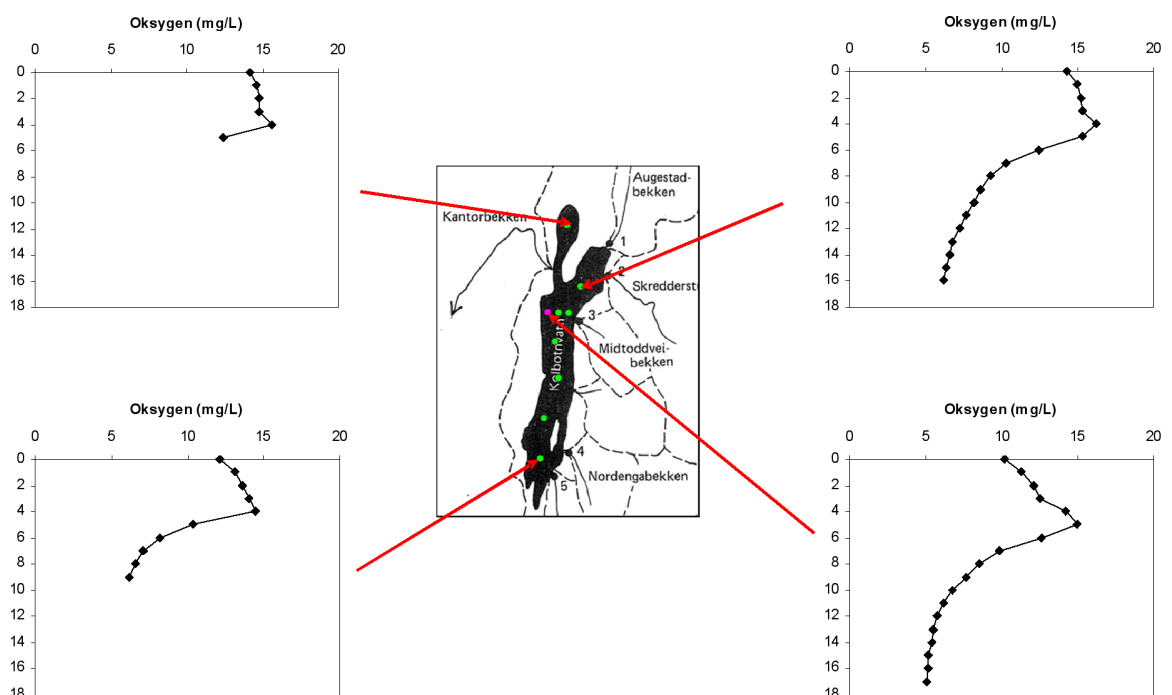
I juni 2007 ble det installert en Limnox-lufter i Kolbotnvannet for å motvirke fosfatutslipp fra sedimentet (Fig. 8). "Limnoxen" tilfører omtrent 200-300 kg oksygen pr døgn til vannet direkte over sedimentet. Med få unntak har Limnoxen vært kontinuerlig i drift i periodene uten is i 2007 og 2008. For 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.

Limnoxen har hatt en positiv effekt på oksygenkonsentrasjonen i vannet. Vanligvis er bunnvannet i innsjøen fri for oksygen allerede i juni. I juli i 2008 derimot ble det funnet mer enn 5 mg/l oksygen i hele vannsøylen (Fig. 9). En sammenligning med data fra 2006 understreker denne positive effekten av Limnoxen (Fig. 10).



Figur 8. Plassering av Limnoxen (rød prikk) og målestasjoner utvidet program (grønne prikker).

Figur 11 viser konsentrasjonen av fosfor i bunnvannet på slutten av sommeren 2000-2008. Verdier over 400  $\mu g/l$  i 2005/2006 er i tråd med kraftig utslipp av fosfat fra sedimentet. I 2007 ble det funnet en betydelig tilbakegang fra ca. 450  $\mu g/l$  (2006) til ca. 230  $\mu g/l$  (2007). Og i 2008 var det funnet en fortsatt betydelig reduksjon i konsentrasjonen av fosfor, til 78  $\mu g/L$ . Dette indikerer at luftningen av bunnvannet de siste to årene har medført en reduksjon i interngjødslingen med 50 - 80 %. I forbindelse med vurdering av tiltak for Kolbotnvannet ("Tiltaksvurdering i Kolbotnvannet", Oredalen, Rohrlack og Tjomsland, 2006), ble det brukt en modell for å simulere effekten av luftning på utlekking av fosfor fra bunnsedimentene i Kolbotnvannet og de målte effektene i 2007 og 2008 stemmer godt overens med de simulerte effektene. Bruken av limnox-lufteren i



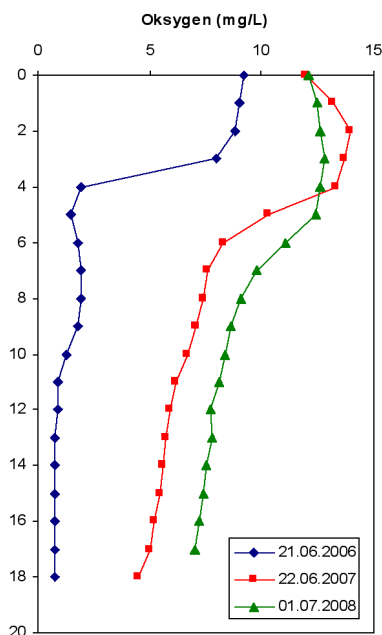
Figur 9. Oksygenprofiler på flere stasjoner i Kolbotnvannet den 18.07.2008.



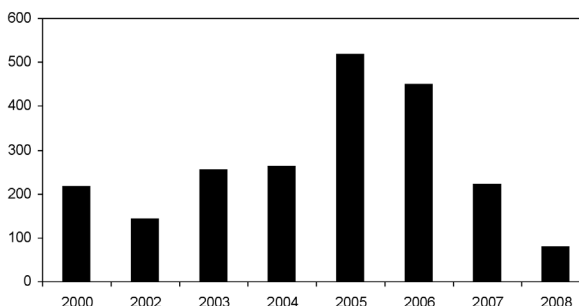
Kolbotnvannet har utvilsomt hatt en positiv effekt på fosfor-innholdet i innsjøen. I 2008 var den beregnede tilførselen av total fosfor på et mye høyere nivå enn det som har blitt beregnet i perioden fra 2002-2007, og allikevel har det vært en reduksjon i innholdet av total fosfor i innsjøen i 2008 (se Tabell 7).

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. 12). I 2008 var gjennomsnittsverdien for total fosfor på 31,2 µg/L, og 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».

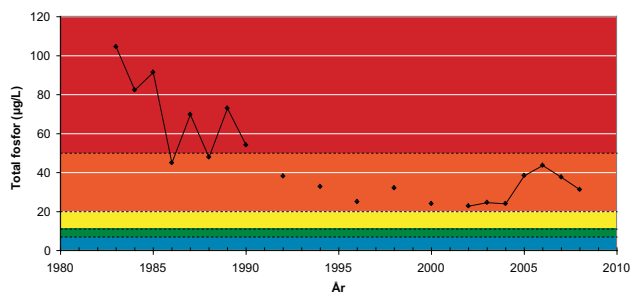
Utviklingen av nitrogenkonsentrasjonen i Kolbotnvannet viser en tydelig avtakende tendens siden midten av 1980-årene. Med unntak av enkelte år i denne perioden, plasseres Kolbotnvannet i SFTs klasse IV «Dårlig» mht. nitrogenkonsentrasjon. Hovedkilden til nitrogen i Kolbotnvannet er urensset avløpsvann, men høyt nitrogeninnhold i nedbør og en viss avrenning fra forurensede gater ol. bidrar også noe. Det er verdt å merke seg at nitrogenkonsentrasjonen 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.



Figur 10. Oksygenprofil på hovedstasjonen uten (2006) og med (2007, 2008) Limnoxen.



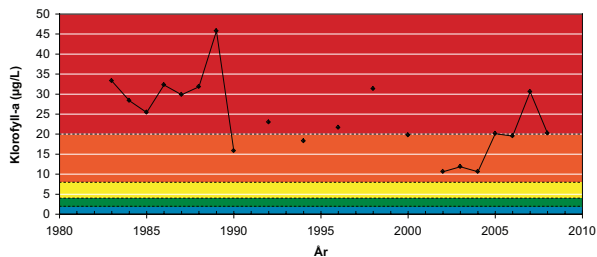
Figur 11. Konsentrasjonen av fosfor i bunnvann (hovedstasjonen) på slutten av sommeren i årene 2000-2008.



Figur 12. Målte konsentrasjoner av total fosfor (µg/L) i Kolbotnvannet (0-4 meter) for perioden 1984-2008, samt grenseverdier for SFTs vannkvalitetsklasser.

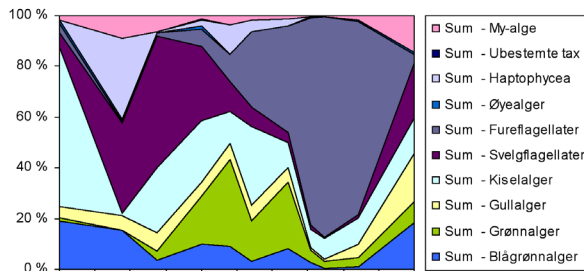
### Biologiske forhold

I en næringsrik innsjø som Kolbotnvannet, er det normalt med store variasjoner i mengde og sammensetning av planteplankton. Sammensetningen skifter raskt og det er liten grad av likevekt og stabilitet i planteplanktonsamfunnet. Fra 1990-tallet har konsentrasjonen av klorofyll-a (et mål på algemengden) variert mellom tilstandsklasse IV «Dårlig» og V «Meget dårlig» (Fig. 13). 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). I 2008 var den gjennomsnittlige klorofyllverdien 20.1 µg/L, igjen på grensen mellom tilstandsklasse «Dårlig» og «Meget dårlig».



Figur 13. Konsentrasjon av klorofyll-a i Kolbotnvannet for perioden 1972-2008 (middelverdier 0-4 meters dyp), samt grenseverdier for SFTs vannkvalitetsklasser.

Planteplanktonetsammensetningen i Kolbotnvannet i 2008 vises i Figur 14. I motsetning til de siste tre årene hvor det var kraftige oppblomstringer av cyanobakterier, var det i 2008 ingen dominans av cyanobakterier. I mai-juli var det en dominans av kiselalger og svelgflagellater, mens det i perioden fra slutten av juli til oktober var en dominans av fureflagellater.



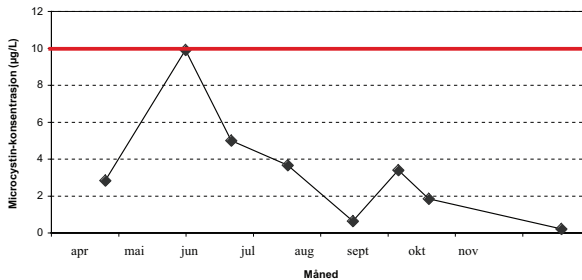
Figur 14. Planteplanktonetsammensetning i Kolbotnvannet i 2008.

**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.

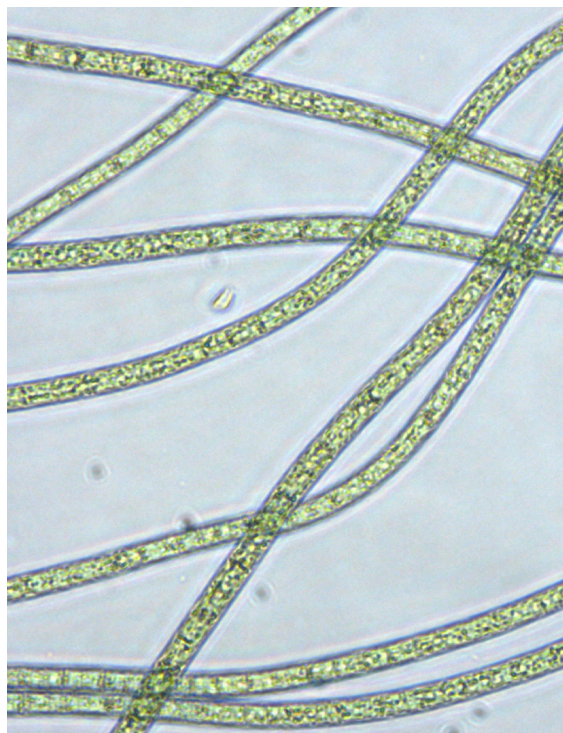
### Cyanobakterier og giftproduksjon

I april-juni var det en oppblomstring av *Planktothrix* spp., mens det i august-september var en mindre oppblomstring med *Planktothrix* spp. og *Anabaena* spp. Sammenlignet med de siste tre årene, hvor det har vært meget høy forekomst av *Planktothrix* spp., var det langt lavere biomasse av disse artene i 2008.

Fra sommeren 2005 startet man å måle innholdet av microcystiner i Kolbotnvannet etter mistanke om oppblomstring av giftproduserende stammer. I 2005-2007 ble det målt svært høye konsentrasjoner av microcystin i Kolbotnvannet, og innsjøen var til tider stengt for bading. I 2008 ble det målt langt lavere mengder av microcystin i Kolbotnvannet (Fig. 15). I mai ble den høyeste menden av microcystin registrert, rundt 10 µg/L, og det er mest sannsynlig at det er *Planktothrix* spp. som produserer microcystin i Kolbotnvannet.



Figur 15. Konsentrasjon av giftstoffet microcystin (µg/L) i Kolbotnvannet 2008 i 0-4 m ved hovedstasjonen (innsjøens dypeste punkt). Den røde linjen markerer øvre anbefalte konsentrasjonsgrense for badevann, 10 µg/L, satt av Verdens Helseorganisasjon (WHO).





### 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 2008 var verdien av Klorofyll-a 20.1, noe som er på grensen mellom tilstandsklassene «Mindre god» og «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 2,5 meter i 2008, og dette er en bedring i forhold til de siste tre årene.

Tabell 7. Tilstandsklasser for Kolbotnvannet i 1983-2008.

År	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Total fosfor (µg/l)	81	70	57	48	60	44	73	47	41	29	25	36	23	25	23	24	38	44	37,6	31
Klorofyll (µg/l)	23	28	23	28	27	33	43	10	23	19	22	27	18	11	10	11	20	19,5	30,6	20
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	2,5
Total nitrogen (µg/l)	1100	900	1100	1100	1250	1100	1000	1185	850	750	800	900	600	700	500	723	622	618	752,9	620





Norsk institutt for vannforskning