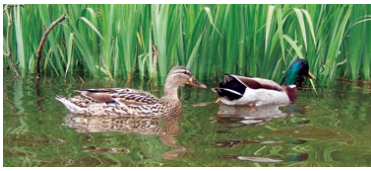


# Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2006

med vekt på viktige resultater fra 2006





**Tittel:** Overvåking av Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker 1972-2006 med vekt på viktige resultater fra 2006

**Løpenummer:** 5429-2007

**ISBN-nummer:** 978-82-577-5164-7

Oppdraget er utført av Norsk Institutt for Vannforskning, NIVA

**Prosjektleder:** Tone Jøran Oredalen

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

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

**Kvalitetssikrer:** Jarle Nygard

**Layout:** CopyCat

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

Utgitt mai 2007



# Forord

Denne rapporten presenterer en kortfattet oversikt over miljøtilstanden i Gjersjøen og Kolbotnvannet med tilløpsbekker, for perioden 1972 til og med 2006. 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.

Vi håper denne tilpasningen bidrar til økt tilgjengelighet og engasjement for forvaltningen av vassdraget.

Oslo, 11. mai 2007

Tone Jøran Oredalen  
Prosjektleder

# Innhold

**3 Sammen drag og konklusjoner**  
3 Gjersjøen  
3 Kolbotnvannet

**4 Innledning og historikk**

**5 Gjersjøbekkene**  
5 Tilførsler til Gjersjøen  
6 Miljøtilstand i bekkene

**7 Utvikling og tilstand i Gjersjøen**  
7 Fysiske og kjemiske forhold  
8 Biologiske forhold  
8 Dyreplankton

9 Tarmbakterier  
9 Miljøtilstand i Gjersjøen






**10 Kolbotnbekkene**  
10 Tilførsler til Kolbotnvannet  
11 Miljøtilstand i bekkene

**12 Utvikling og tilstand i Kolbotnvannet**  
12 Fysiske og kjemiske forhold  
13 Biologiske forhold  
14 Cyanobakterier og giftproduksjon  
15 Dyreplankton  
15 Miljøtilstand i Kolbotnvannet

# Sammendrag og konklusjoner

Vannkvaliteten i Gjersjøen, Kolbotnvannet og deres tilløpsbækker i 2006 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 Oslofjorden.

## Gjersjøens tilløpsbækker

Tilførselsbækkene til Gjersjøen viser svært høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og tarmbakterier. Det er derfor fortsatt betydelig behov for å redusere forurensningen av disse bækkene. Det registreres ingen vesentlig forbedring i tilstanden i bækkene siden ca. 1990. I flere av tilførselsbækkene 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 2006 tilsvarer klasse III – «Mindre god». Det går lite tarmbakterier ut fra Gjersjøen med Gjersjøelva på grunn av fortynning 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», riktignok nært grensen for tilstandsklasse II «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.

Tabell 2 Tilstandsklasser for Gjersjøen 2006 (Oppgitte verdier er middelveier for sesongen)

|                      |      |
|----------------------|------|
| Total fosfor (µg/l)  | 12   |
| Klorofyll (µg/l)     | 5    |
| Sikt (m)             | 3    |
| Total nitrogen µg/l) | 1543 |

## Kolbotnvannet med tilløpsbækker

Ser man på utviklingen fra 1994 og frem til i dag har tilstanden til Kolbotnbækkene med ett unntak vært karakterisert som «Meget dårlig» for alle de tre miljøparametrene total fosfor, total nitrogen og termotolerante koliforme bakterier. Dette var også tilstanden i 2006. I tillegg ble innholdet av tarmbakterier mer enn doblet i 2006 i to av tilførselsbækkene, Augestad- og Skredderstubekken.

## Kolbotnvannet

Konsentrasjonen av totalfosfor i Kolbotnvannet ble redusert fra begynnelsen av 1990-tallet, men innsjøen må fremdeles klassifiseres som «Dårlig» (Tabell 3). I 2005 og 2006 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 2006 er verdien av Klorofyll-a på grensen mellom tilstandsklassene «Dårlig» og «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 2,1 meter i 2006, hvilket er en liten forbedring fra i fjor (1,9 m). I en innsjø som Kolbotnvannet vil algemengden oftest være avgjørende for siktedypet, og oppblomstringen av cyanobakterier i 2006 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 2006 (Oppgitte verdier er middelveier for sesongen)

|                       |      |
|-----------------------|------|
| Total fosfor (µg/l)   | 44   |
| Klorofyll (µg/l)      | 19,5 |
| Sikt (m)              | 2,1  |
| Total nitrogen (µg/l) | 618  |

# 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 algeomengder.

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 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 kloakknnett 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 og 2006 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). Tiltakene er planlagt å starte opp sommeren 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 ved slutten av hver stagnasjonsperiode, i april og september. I tillegg ble det tatt ekstra vannprøver til toksinanalyse fra innsjøene da det i 2006 var stor oppblomstring av giftproduserende cyanobakterier i Kolbotnvannet. Tilløpsbekker både til Gjersjøen (5 bekker + utløpsbekken Gjersjøelva) og Kolbotnvannet (3 bekker) ble prøvetatt for kjemianalyser 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 – 2006 med hovedvekt på resultater fra 2006.

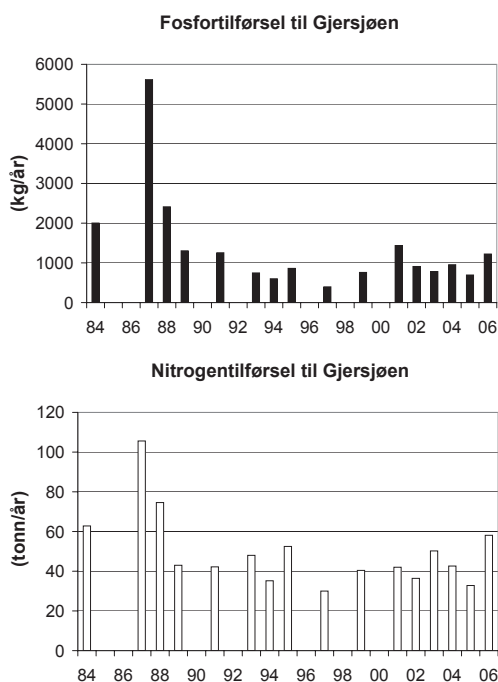


Dalsbeken

# 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 er verdt å påpeke at det er høyere tilførsel av både fosfor og nitrogen til Gjersjøen i 2006 sammenlignet med de siste fem årene.



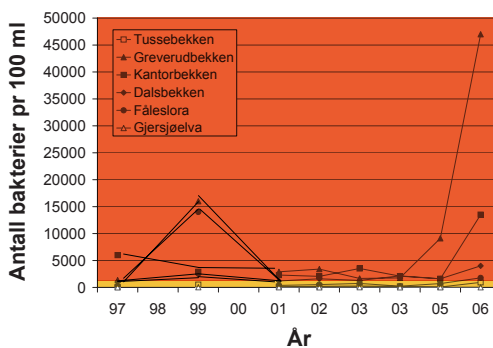
Figur 1. Årlige målte tilførsler av fosfor og nitrogen til Gjersjøen i perioden 1984-2006.

Fosfor tilføres bekkene fra kommunalt avløpsvann og fra landbruksarealer. Dalsbekken og Greverudbekken har gjennomgående bidratt med de største fosfortilførslene til Gjersjøen i måleperioden 1984-2006, mens Fåleslora har hatt lavest fosfortilførsel. Beregningene for 2006 viser at totaltilførslene av fosfor til Gjersjøen er høyere enn foregående år. Det var Dals-, Greverud- og Tussebekken som fraktet mest fosfor til Gjersjøen i 2006, mens Fåleslora bidro minst. Fosfortilførselen fra Greverudbekken hadde økt fra 104 kg P/år i 2005 til 292 kg P/år i 2006, og i Dalsbekken var økningen fra 233 kg P/år i 2005 til 398 kg P/år i 2006. Ved å sammenligne vannføring og tilførsel av fosfor i bekkene, er det mulig å antyde om tilførselene skyldtes punktutslipp og overløp fra ledningenettet 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 2006 tyder på det siste alternativet. Den største tilførselen av fosfor fra bekkene var i desember, da 24 % 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 2006 var nitrogentilførslene noe 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 2006 ble det målt svært 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 i Greverudbekken var spesielt høyt. 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 1997-2006.

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 klassifiseringssystem.

## 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.

Tilstanden i **Tussebekken** har gradvis blitt bedre med lavere fosforverdier og har dermed over en ti års periode vist en gradvis forbedring fra tilstandsklasse «Meget dårlig» til «Dårlig». Det ble registrert de høyeste verdiene av tarmbakterier i siden målingene startet i 1997, og basert på innhold av tarmbakterier klassifiseres også Tussebekken som "Dårlig".

**Greverudbekken** klassifiseres som «Meget dårlig» både utfra innholdet av tarmbakterier og verdi av fosfor. Bare siden 2005 har fosforverdien blitt fordoblet og innholdet av tarmbakterier har blitt flerdoblet. Dette er en betenkelig utvikling.

Tilstanden i **Kantorbekken** er i de siste årene forverret mhp. innhold av fosfor og klassifiseres nå som «Meget dårlig» for alle de vurderte miljøparametrene. Også 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. Også i Fåleslora er det en markert økning av tarmbakterier.

**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 1994-2006

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

Næringssaltene fosfor og nitrogen (P og N) er oppgitt med aritmetisk 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

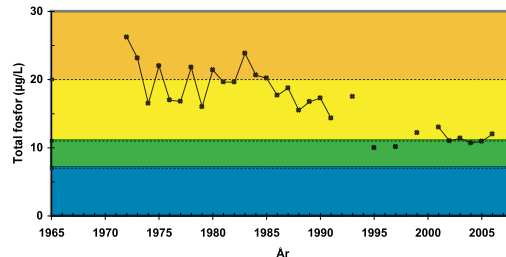
## Fysiske og kjemiske forhold

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.

**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.

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 2006 var middelkonsentrasjonen av fosfor i Gjersjøen 12 µg/L (Grensen mellom «God» og «Mindre god» status går på 11 µg tot-P/L).

**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.



Figur 3 Fosforkonsentrasjonen i Gjersjøen (0-10 m dyp) for perioden 1971-2006. Figuren viser middelverdien av total fosfor for hvert år, samt grenseverdiene for SFTs vannkvalitetsklasser.

Gjersjøen har i dag en nitrogenkonsentrasjon på rundt 1500 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.

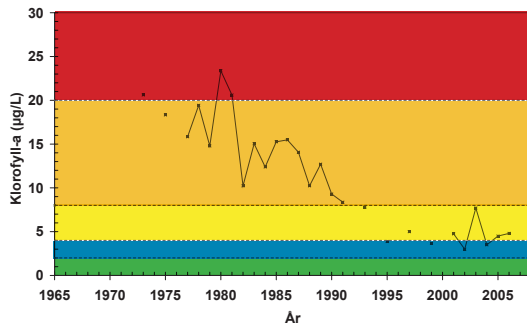
**NITROGEN.** Nitrogen, som er et plantenæringsstoff på linje med fosfor, vil som regel ikke stimulere til algevekst i ferskvann, men er hovedårsaken til algeoppblomstringer i havet. Nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) og ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) er de viktigste nitrogen-kildene for planteplanktonet 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.

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. I 2006 ble det påvist små verdier av plantevernmidlet Azoxystrobin i en av de tre analyserte prøvene, men verdien ligger under grensen satt for drikkevann (i hht Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m., 1.1.95, Sosial- og helsedepartementet).

## Biologiske forhold

Planteplankton og cyanobakterier  
Redusert fosforkonsentrasjon i Gjersjøen har ført til gradvis avtakende konsentrasjon av planktonalger siden undersøkelser 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 2006 (Fig. 4). På bakgrunn av klorofyll-a konsentrasjonen ligger Gjersjøen nå på grensen mellom vannkvalitetsklasse «God» og «Mindre god».

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



Figur 4. Konsentrasjon av klorofyll-a i Gjersjøen for perioden 1972-2006 (middelverdier 0-10 meters dyp), samt grenseverdier for SFTS vannkvalitetsklasser.

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

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.

næringskjede. Ser en utviklingen i Gjersjøen samlet for 10-års perioden 1995-2006, 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 2006. Det var høyest registrert forekomst av cyanobakterier i gruppen *Anabaena* sp. i 2006. Analysene av microcystiner (giftstoffer) viste at de målte verdiene lå under grensen for råvann (1 µg Microcystiner/L) satt av Verdens helseorganisasjon (WHO), med unntak av prøven fra august med en microcystinverdi på 1,5 µg/L. Arter av *Planktothrix* kan produsere

microcystiner, men ble kun registrert i små volum i Gjersjøen i 2006. Noen arter av *Anabaena* kan produsere microcystiner.

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.

## Dyreplankton

Dyreplanktonet bestod i hovedsak av arter som er vanlige i næringsfattige og middels næringsrike innsjøer eller som finnes over hele spekteret fra næringsfattige til næringsrike innsjøer (generalister). Ingen arter som indikerer næringsrike forhold ble påvist. Det ser ikke ut til å ha skjedd større endringer i artssammensetningen av dyreplanktonet i Gjersjøen i løpet av de siste 7-8 årene.

En høy andel eller store bestander av effektive algebeitere betraktes som gunstig med tanke på en innsjø selvrensingsevne, det vil si at en stor del av den produserte algebiomassen kan omsettes oppover i næringskjeden. Det er særlig store arter og individer av slekten *Daphnia* som regnes til denne gruppen. I Gjersjøen var gruppen "effektive algebeitere" representert med *Daphnia hyalina* i 2006. Denne arten har hatt en økning de senere årene.

Arts- og størrelses-sammensetningen av dyreplanktonet i Gjersjøen viser at selvrensingsevnen i innsjøen er moderat til liten. Forekomsten av effektive algebeitere blant dyreplanktonet reguleres i betydelig grad av planktonspisende fisk. Store bestander av mort innebærer hardt beitepress på dyreplanktonet. Dette fører til at bestandene av storvokste arter og former av f.eks. *Daphnia* reduseres betraktelig eller forsvinner helt fra planktonet. Dyreplanktonet blir da i hovedsak dominert av småvokste former, og andelen effektive algebeitere blir liten. I Gjersjøen er dyreplanktonet generelt dominert av relativt små og middels store arter.



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

Analyser av tarmbakterier (termotabile 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 sommersesongen i 2006, men viste en markert økning i juni og juli.

#### 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.

Analysene av tarmbakterier som kommunen har tatt av innsjøvannet ved inntaket til Oppegård vannverk (36 meter), viser også varierende verdier gjennom året. Bakterietallet i 2006 var høyest i april, og i månedskifte november/desember, dvs i perioder med mye nedbør. Konsentrasjonene ligger likevel godt innenfor veiledende grenseverdi for råvann til drikkevannsforsyning (2000 tarmbakterier pr 100 ml), som gis fysisk, kjemisk behandling og desinfisering slik som i Oppegård Vannverk (i hht. Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m., 1.1.95, Sosial- og helsedepartementet). Som påpekt i tidligere rapporter, vil en utbedring av ledningssnettet 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 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 1983-2006

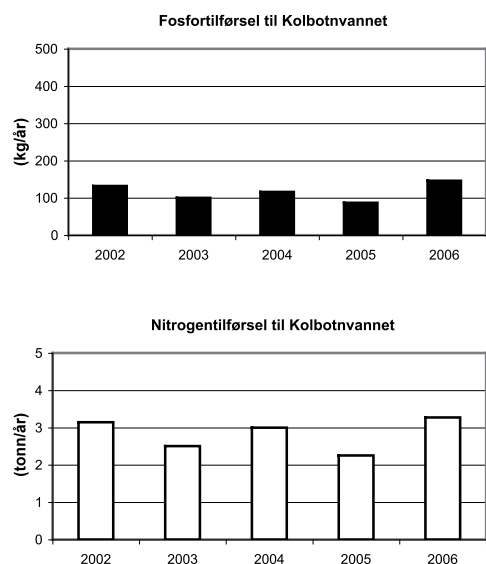
| År                    | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1991 | 1993 | 1995 | 1997 | 1999 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|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

# Kolbotnbekkenene

## Tilførsler til Kolbotnvannet

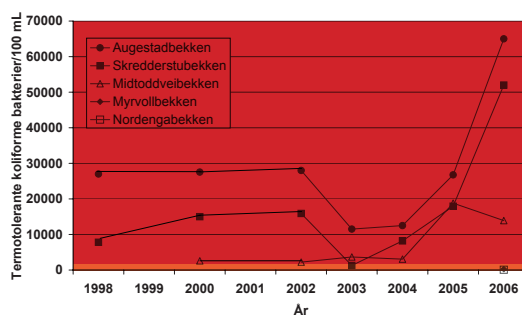
Siden 2001 er det innenfor dette programmet tatt kontinuerlige vannføringsmålinger i 3 tilløpsbekker (Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken) til Kolbotnvannet. Dette har gjort det mulig å beregne en grov stofftransport til innsjøen. I 2006 var de beregnede tilførslene 146 kg fosfor og 3,3 tonn nitrogen til Kolbotnvannet fra de tre tilførselsbekkene, og dette er de høyeste tilførslene av både fosfor og nitrogen sammenlignet med perioden 2001-2004 (Fig. 5). Det er tatt månedlige prøver også i Nordenga- og Myrvollbekken (syd i sjøen) fra og med juni 2006. Resultatene viser at konsentrasjonene av næringsstoffer i 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 2006 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 2006 høyest fra Augestadbekken, og det var en økning fra 46 kg P/år i 2005 til 92 kg P/år i 2006. I de to andre bekkene var det kun noe økning i fosfortilførslene i 2006 sammenlignet med tidligere år.



Figur 5. Målte tilførsler av fosfor og nitrogen til Kolbotnvannet i perioden 2002-2006 fra Augestad-, Skredderstu- og Midtoddveibekken.

Dataene for vannføring og fosfor i bekkene tyder på en kombinasjon av punktutslipp og overløp/feilkoblinger i ledningenettet i 2006. Den største tilførselen av fosfor fra bekkene var i april der 28 % av den årlige tilførte fosforen rant inn i Kolbotnvannet. Dette sammenfaller med at den målte konsentrasjonen av fosfor var høy i Skredderstubekken og Augestadbekken i april.



Figur 6. 90-percentiler for innhold av termotolerante koliforme bakterier i Kolbotnbekkenene i perioden 1998-2006.

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 kloakknettet. 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 Skredderstubekken var innholdet av tarmbakterier over 50 000 bakterier pr 100 mL i mars-juni og oktober, mens det i Augestadbekken var to episoder med innhold av tarmbakterier over 50 000 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».

## Miljøtilstand i bekkene

Ser en på utviklingen fra 1994 og frem til i dag 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 (Tabell 6) I tillegg hadde innholdet av tarmbakterier mer enn doblet seg i Augestad- og Skredderstubekken i 2006, hvilket

er en svært dårlig utvikling. Det ble fra juni – desember 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 1994-2006

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

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. 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

**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.

lite vindeksponert og det har derfor vært et stort problem med oksygenvinn og dannelse av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) i bunnlaget.

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

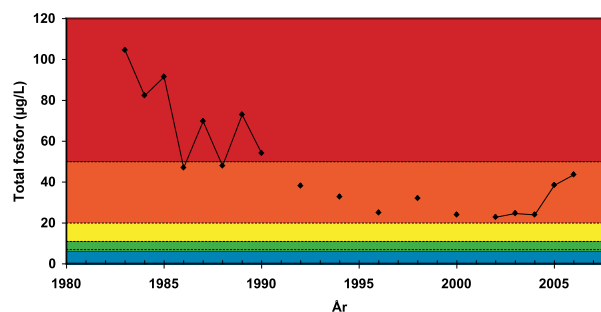
I en innsjø som er lite forurenset vil oksygenmetningen være nær 100 % fra overflaten ned mot bunnen. Stor tilførsel av fosfor og nitrogen medfører økt algeproduksjon i innsjøen. Partikler i tilført kloakkvann, erosjonsmateriale /landbruksavrenning og produserte alger synker til bunns og nedbrytes av bakterier. Nedbrytningen forbruker oksygenet i de dypeste vannmassene. Når alt oksygenet er oppbrukt går bakteriene over til svovel 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.

Allerede fra mai var oksygenmetningen under 10 % i bunnsjiktet i Kolbotnvannet i 2006. Mot slutten av sommeren strakte dette oksygenfattige laget seg fra 6 m og til bunnen. Som ved tidligere år dannet det seg i de dypeste vannmassene etter hvert hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) i fravær av oksygen. Ved oksygenvinn frigjøres fosfat som er bundet i sedimentet til overliggende vannmasser, såkalt "interngjødsling". Dette fosfatet blir tilgjengelig i hele innsjøen ved sirkulasjonsperi-

odene, vår og høst og kan medføre ytterligere algevekst.

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. I tillegg til at boblegardinen gir innsjøen "kunstig åndedrett" ved å forlenge sirkulasjonsperiodene, bidrar tilførselen av kalksalpeter 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.

Det er fra sommeren 2007 planlagt å benytte en "Limnex-lufter", som tilsetter oksygen til bunnvannet uten å bryte temperatursjiktningen. Tiltaket gjøres for å motvirke den interne gjødslingen fra sedimentene, samtidig som en forventer å ikke begunstige forholdene for opplomstring av giftproduserende cyanobakterier.



Figur 7. Målte konsentrasjoner av total fosfor (µg/L) i Kolbotnvannet (0-4 meter) for perioden 1984-2006, samt grenseverdier for SFTS vannkvalitetsklasser.

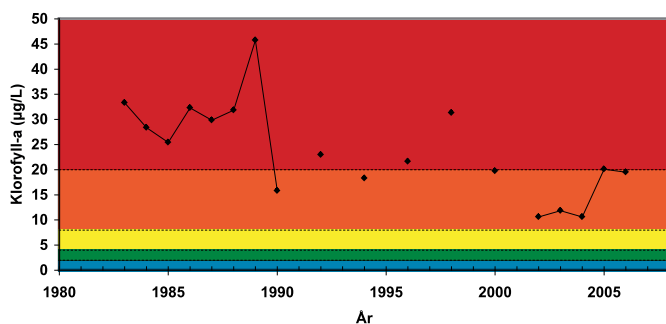
Fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvannet er dels et resultat av for høy tilførsel av fosforholdig vann fra nedbørfeltet og dels "intern gjødsling". Konsentrasjonene i overflatesjiktet (0-4 m) har gradvis avtatt siden målingene startet i 1972. Spesielt fra 1990 og utover avtar konsentrasjonene betydelig (Fig. 7). I 2006 var gjennomsnittsverdien for total fosfor på 43,6 µg/L, tilstandsklasse «Dårlig». Dette er en viss oppgang fra året før og kan delvis forklares ved at den beregnede stofftransport til innsjøen fra 3 tilløpsbekker viste en økning i 2006 i forhold til tidligere år. Økningen av fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvannet kan også komme fra tilførsler i nedbørfeltet som ikke er fanget opp i våre målinger, eller fra sedimentene og aktivitet i selve innsjøen. 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 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

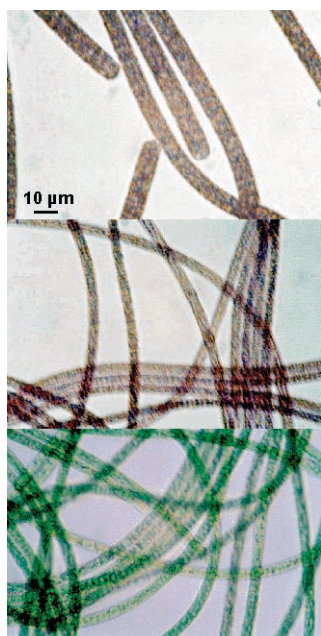
I en næringsrik innsjø som Kolbotnvatn er det normalt med store variasjoner i mengde og sammensetning av planteplankton. Sammensetningen skifter raskt og det er liten grad av likevekt og stabilitet i planteplankton-samfunnet.



Figur 8. Konsentrasjon av klorofyll-a i Kolbotnvannet for perioden 1972-2006 (middelverdier 0-4 meters dyp), samt grenseverdier for SFTs vannkvalitetsklasser.

Fra 1990-tallet har konsentrasjonen av klorofyll-a (et mål på mengden) variert mellom tilstandsklasse IV «Dårlig» og V «Meget dårlig» (Fig. 8). I perioden 2002-2004 var klorofyllverdiene lavere, men i 2005 var middelverdien 20,1 µg/L, som igjen er over i tilstanden «Meget dårlig». I 2006 var middelverdien for klorofyll i Kolbotnvannet 19,5 µg/L, på grensen mellom tilstandsklasse «Dårlig» og «Meget dårlig». De høye klorofyllverdiene for 2005 og 2006 kan tilskrives oppblomstring av cyanobakterier i Kolbotnvannet.

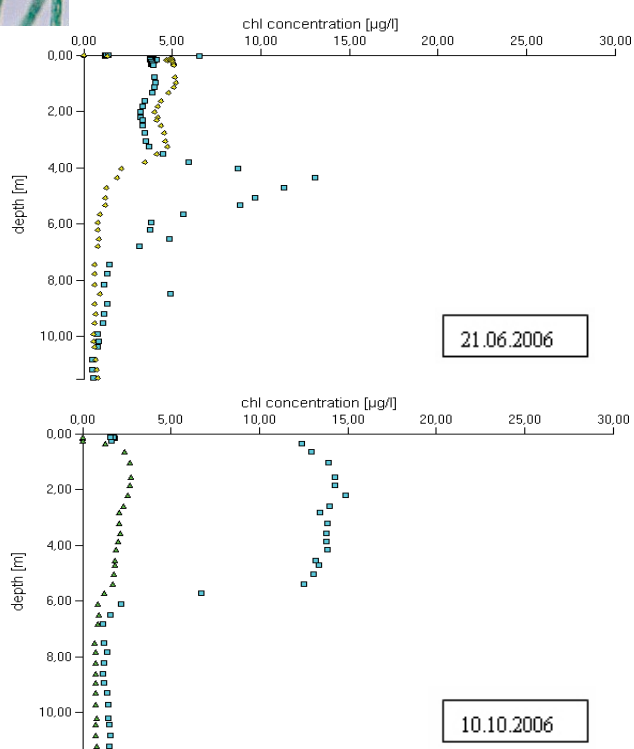




Planktothrix

### Cyanobakterier og giftproduksjon

I 2006 var både maksimal og middelverdien for planteplankton høy, noe som skyldtes oppblomstringen av cyanobakterie-slekten Planktothrix som startet under isen om vinteren og varte til langt ut på høsten. En skulle imidlertid forvente en enda høyere maksimalverdi av algebiomasse med slike oppblomstringer. Forklaringen her er at Planktothrix samlet seg på 6-8 m dyp fra juni til begynnelsen av september, slik at denne gruppen ikke var så fremtredende i overflatelaget (0-4 m) på sommeren som på våren og høsten (Fig. 9).

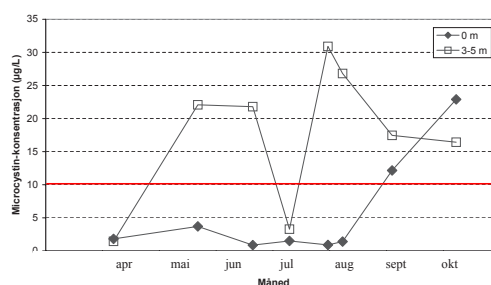


Figur 9: Dybdeprofiler av planteplankton fra Kolbotnvannet i juli og september 2006. Figurene viser konsentrasjonen av cyanobakterier (■) og grønnalger (▲) målt som klorofyllmengde (µg/L) med dypet.

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

**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.

av cyanobakterier har trukket oppover til overflatelaget igjen (Fig. 9). 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.



Figur 10. Konsentrasjon av giftstoffet microcystin (µg/L) i Kolbotnvannet 2006 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).

Fra sommeren 2005 startet man å måle innholdet av microcystiner i Kolbotnvannet etter mistanke om oppblomstring av giftproduserende stammer (Fig. 10).

Det viste seg å være meget høye konsentrasjoner av microcystiner i Kolbotnvannet også i 2006. På 3-5 m dyp der populasjonen av Planktothrix ansamlet seg utover sommeren 2006 ble det målt opp mot 30 µg/L og ved overflaten ble på seinsommeren og høsten målt microcystinverdier over 10 µg/L (Fig. 10) etter at populasjonen hadde kommet opp mot overflaten.



## Dyreplankton

Dyreplanktonet hadde i 2006 en sammensetning som er karakteristisk for næringsrike innsjøer med betydelige innslag av eutrofi-indikatorer som vannloppene *Daphnia cucullata* og *Chydorus sphaericus* samt hjuldyrene *Brachionus calyciflorus* og *Pompholyx sulcata*. Det ble ikke registrert vesentlige endringer i dyreplanktonets artssammensetning fra tidligere år. Sammensetningen av dyreplanktonet viser at dyreplanktonet var dominert av meget småvokste arter og individer. Hovedårsaken til dette er sannsynligvis at dyreplanktonet var utsatt for et meget sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk i likhet med tidligere år. I mange tilfeller vil det være en økning i predasjonspresset med økende trofigrad. Dette er trolig hovedårsaken til at en ofte ser en tendens til lavere gjennomsnittlig størrelse innen dyreplanktonet i næringsrike enn i næringsfattige innsjøer. Nyere undersøkelser tyder imidlertid på at økende biomasser av cyanobakterier i forbindelse med eutrofiering i seg selv også kan føre til reduksjon i størrelsesstrukturen i dyreplanktonet (Ghadouani m.fl. 2006). Årsaken er trolig at trådformige og kolonidannende cyanobakterier virker hemmende på fødeopptak hos store vannlopper, spesielt dafnier.

I vekstsesongen mai-oktober varierte totalbiomassen i området ca. 270-7000 mgTV/m<sup>3</sup> med maksimum i juni og en midlere biomasse for perioden på 1545 mgTV/m<sup>3</sup>. Median totalbiomasse for perioden mai-oktober var på 516 mgTV/m<sup>3</sup>. Dette må betegnes som meget høye biomasser og er et uttrykk for Kolbotnvannets produktive karakter. Middell og maks biomasse var betydelig høyere enn i 2005 og tidligere år, noe som henger sammen med den meget høye biomassen av *B. longirostris* i juni. Tettheten av denne arten var da på over 5000 individer pr. liter i prøven fra sjiktet 0-4 m. Også enkelte år tidligere har den blitt funnet i spesielt store tettheter (ca. 2500 ind./l i 1990). *B. longirostris* er vanlig i eutrofe innsjøer og har evne til å øke kraftig i antall når forholdene er gunstige (særlig føde og temperatur). Vi kan imidlertid ikke se bort i fra at den store tettheten til en viss grad kan henge sammen med klumpvis fordeling (svermer) i vannmassene, dvs. at prøven muligens ikke var representativ for innsjøen som helhet.



## Miljøtilstand i Kolbotnvannet

Konsentrasjonen av totalfosfor 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 2006 er verdien av Klorofyll-a på grensen mellom tilstandsklassene «Dårlig» og «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 2,1 meter i 2006, hvilket er en liten forbedring fra i fjor (1,9 m). I en innsjø som Kolbotnvannet vil algemengden oftest være avgjørende for siktedypet, og oppblomstringen av cyanobakterier i 2006 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 1983-2006

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



SAMMENDRAGSRAPPORT  
Løpenr: 5429-2007 ISBN-nr: 978-82-577-5164-7