



O-8307802

Kolbotnvatnet med tilløp
1988 og 1989

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.: 8307802
Undernummer:
Løpenummer: 2408
Begrenset distribusjon: fri

Rapportens tittel: Kolbotnvatnet med tilløp 1988 og 1989	Dato: 22.3.90
	Prosjektnummer: 8307802
Forfatter (e): Bjørn Faafeng Arne Erlandsen Jarl Eivind Løvik	Faggruppe: Vassdrag
	Geografisk område: Akershus
	Antall sider (inkl. bilag): 56

Oppdragsgiver: Oppegård kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
------------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt: Kolbotnvatnet er fortsatt sterkt preget av overbelastning med urensset kommunalt avløpsvann. Varig sikring av vannkvaliteten kan bare oppnås ved å hindre avløpsvannet å nå frem til innsjøen. To restaureringstiltak har god effekt dersom de gjennomføres etter forutsetningene: tilsetning av kalksalpeter til bunnvannet og bruk av en boblegardin. Da boblegardinen ble startet for tidlig på ettersommeren 1989 ved et uhell, førte dette til massiv oppblomstring av blågrønnalgen <u>Oscillatoria agardhii</u> , ved at fosfatrikt bunnvann ble revet opp til overflaten.
--

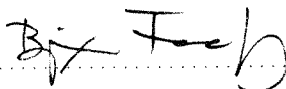
4 emneord, norske:

1. Eutrofiering
2. Kolbotnvatnet
3. Innsjørestaurering
4. Algeoppblomstring

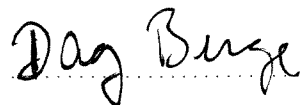
4 emneord, engelske:

1. Eutrophication
2. Lake Kolbotnvatnet
3. Lake restoration
4. Algal blooms

Prosjektleder:



For administrasjonen:



ISBN 82-577 -1692-8

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-8307802

KOLBOTNVATNET MED TILLØP

1988 OG 1989

Dato: 1. april 1990

Saksbehandler: Bjørn Faafeng

Medarbeidere : Arne H. Erlandsen

Jarl Eivind Løvik

Tone Jøran Oredalen

For administrasjonen: Dag Berge

FORORD

Vannkvaliteten i Kolbotnvatnet og tilførslene av forurensninger i de to viktigste tilløpsbekkene overvåkes av NIVA på oppdrag fra Oppegård kommune.

Tidligere har NIVA utarbeidet:

Holtan, H. 1971. Kolbotnvatnet. En limnologisk undersøkelse 1967-1970. NIVA.

Holtan, H. 1974. Undersøkelser av Kolbotnvatn i forbindelse med luftingsforsøk. NIVA-notat 0-5/70. 21.8.74.

Brettum, P., S. Rognerud, O. Skogheim og M. Laake 1975. Små eutrofe innsjøer i tettbygde strøk. NIVA.

Holtan, H. og G. Holtan 1978. Kolbotnvatn. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1972-1977. NIVA 0-5/70.

Holtan, H., P. Brettum, G. Holtan og G. Kjellberg 1981. Kolbotnvatn med tilløp. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978-1979. NIVA 0-78007 (1.nr. 1261).

Erlandsen, A.H., P. Brettum, J.E. Løvik, S. Markager og T. Källqvist 1988. Kolbotnvatnet. Sammenstilling av resultater fra perioden 1984-87. NIVA 0-8307802 (1.nr. 2161).

Denne rapporten presenterer resultatene fra 1988 og 1989.

Vannprøvene fra Augestadbekken og Skredderstubekken er samlet inn av Oppegård kommune og sendt til NIVA for analyse, mens vannprøver fra Kolbotnvatnet er samlet inn av NIVAs Tone Jøran Oredalen, Marit Mjelde og Gjertrud Holtan.

Planteplancton er artsbestemt og bearbeidet av Arne H. Erlandsen. Tilsvarende for dyreplancton er utført av Jarl Eivind Løvik. NIVAs prosjektleder og ansvarlig for denne rapporten er Bjørn Faafeng.

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
1. FORORD	1
2. KONKLUSJONER OG TILRÅDNINGER	3
2.1 Konklusjoner	3
2.2 Tilrådninger	4
3. INNLEDNING	5
3.1 Generelt om Kolbotnvatnet	6
3.2 Restaureringstiltak	8
4. FORURENSNING FRA AUGESTADBEKKEN OG SKREDDERSTUBEKKEN	10
5. SJIKTNING AV INNSJØEN – TEMPERATUR OG OKSYGEN	14
6. NÆRINGSSTOFFER – FOSFOR OG NITROGEN	19
7. SIKTEDYP	25
8. PLANTEPLANKTON	28
8.1 Klorofyll	28
8.2 Artsutvikling gjennom sesongen	30
9. DYREPLANKTON	33
LITTERATUR	36
VEDLEGG	37

2. KONKLUSJONER OG TILRÅDNINGER

2.1 Konklusjoner

Kolbotnvatnet er fortsatt en eutrof (næringsrik) innsjø pga. tilførsler av urensset kloakkvann og store lagre av fosfor i bunnslammet (sedimentet). Høy konsentrasjon av fosfor i vannet fører tidvis til massive oppblomstringer av blågrønnalger.

Avledning av store deler av avløpsvannet har gitt betydelig lavere forurensning i enkelte av tilløpsbekkene. Både i Augestadbekken og i Skredderstubekken ble det registrert store effekter av tekniske tiltak i nedbørfeltet, særlig i første halvdel av 1980-tallet. Etter 1985 har det ikke vært tilsvarende bedring i bekkene.

For å bedre oksygenkonsentrasjonen i dypvannet er det satt i verk to typer restaureringstiltak som begge synes å ha god effekt. En "boblegardin", der pressluft føres inn i en perforert slange like over bunnen, forlenger sirkulasjonsperiodene vår og høst. Derved blandes bunnvann med overflatevann og tilfører nytt oksygen. Blandingen av vannmassene bidrar også til å holde blågrønnalgene på et lavt nivå. I tillegg tilføres nitrat til bunnvannet etter hver vårsirkulasjon for å stimulere de naturlige nedbrytningsprosessene.

I 1988 og 1989 ser det ut til at tilsatte nitratmengder ikke ga tilstrekkelig effekt gjennom påfølgende sommer. Vi anbefaler derfor at disse økes fra 5 tonn til 7-10 tonn pr. år.

Til tross for bedre oksygenforhold i dypvannet i 1989 enn i 1988 økte fosforkonsentrasjonen i overflatevannet høsten 1989 slik at blågrønnalgen Oscillatoria agardhii hadde gode vekstforhold og dannet en kraftig oppblomstring. Dette kan være forårsaket av manglende nitratinnhold i dypvannet denne ettersommeren med påfølgende lav oksygenkonsentrasjon like over sedimentet. Dette har igjen ført til kraftig lekkasje av fosfat fra sedimentene til dypvannet. Ved for tidlig oppstart av boblegardinen ble dette fosfatoverskuddet ført opp til overflaten. Økt dosering med nitrat og senere oppstart av høstboblingen vil kunne hindre slike episoder.

En annen mulig årsak til algeoppblomstringen i 1989 kan være lekkasjer på avløpsnettene denne ettersommeren, men måleprogrammet har ikke vært tilstrekkelig detaljert til å fange opp dette. Oppegård kommune registrerte heller ikke spesielle kloakkstopp eller overløp i denne perioden.

Innsjøens naturlige selvrensingsprosesser blir sterkt forringet ved store mengder mort. Dette skjer ved at store arter dyreplankton som skulle holde algene i sjakk (dafnier) spises opp av fisken. Utsetting av rovfisken gjøres i Gjersjøen har bidratt til at denne sjøen har kommet i bedre økologisk balanse. Det bør vurderes å sette iverk tiltak mot mortebestanden i Kolbotnvatnet for å bedre vannkvaliteten.

2.2 Tilrådsninger

For å få best mulig effekt av restaureringstiltakene anbefales følgende:

- Boblegardin startes så tidlig som mulig om våren, gjerne under isløsning, og fortsettes så lenge hele vannmassen sirkulerer, dvs. så lenge temperaturen er lik fra overflaten helt til bunns i innsjøen. Normalt vil boblingen kunne foregå til månedsskiftet mai/juni.
- Kalsiumnitrat doseres i kummen i Skredderstubekken 1-2 uker etter at boblegardinen er slått av, dvs. ca. midt i juni. Det anbefales å øke doseringen til 10 tonn kalsiumnitrat i 1990, deretter vurderes mengden fra år til år.
- Boblegardinen slås ikke på igjen før månedsskiftet september/oktober når overflatetemperaturen er godt under 15⁰C. Boblingen fortsettes til midt i november, eller slutten av november om mulig.

Det anbefales iallefall å gjennomføre årlige analyser av tarmbakterier på endel viktige punkter i de lukkede bekkene i området for å spore opp eventuelle feil og mangler ved ledningsnett.

3. INNLEDNING

3.1 Generelt om Kolbotnvatnet

Kolbotnvatnet er en innsjø på omkring 0.3 km² ved Kolbotn sentrum i Oppegård kommune like sør for Oslo. Innsjøen ligger i nedbørfeltet til Gjersjøen som er en viktig drikkevannskilde.

Boligutbyggingen har forårsaket en stadig økende belastning på innsjøen med husholdningskloakk på grunn av tildels direkte utslipp, men også som følge av lekkasjer og overløp fra det kommunale kloakknett. Kolbotnvatnet har på grunn av disse tilførselene vært en næringsrik innsjø i en årrekke.

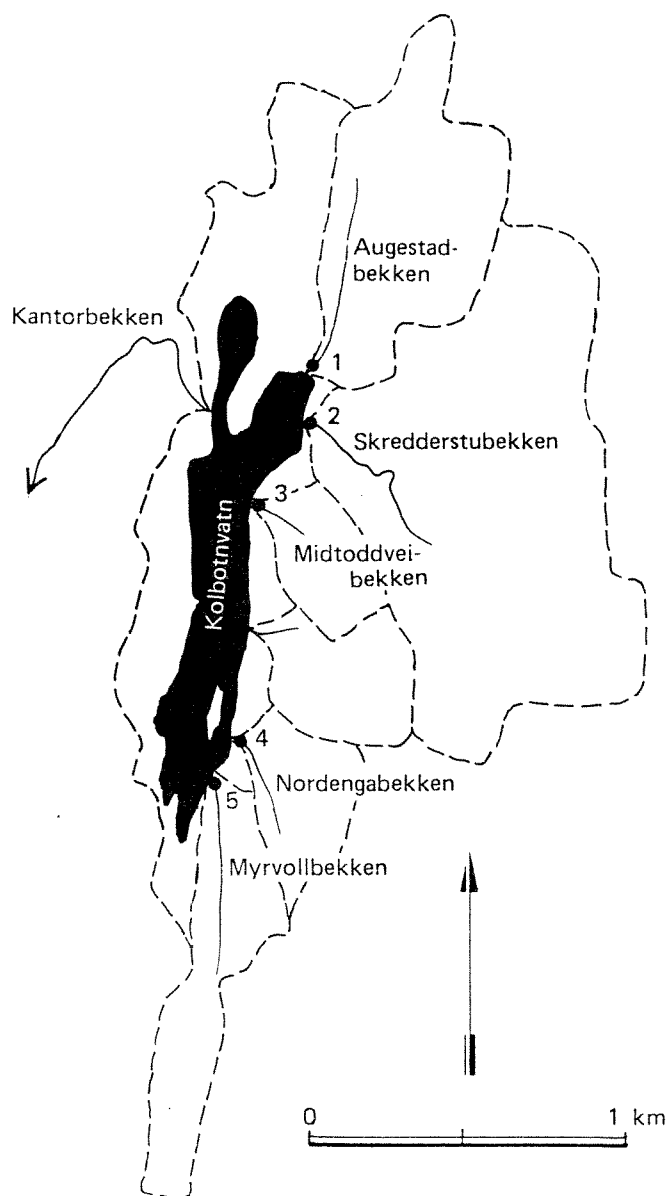
Det høye næringsnivået førte til langt større produksjon av planktonalger enn det innsjøsystemet klarte å omsette. Derfor ble det en opphopning av lett nedbrytbart organisk materiale i innsjøen (sedimentet). Nedbrytningen av dette organiske materialet førte til et underskudd på oksygen i dypvannet i innsjøen gjennom store deler av året.

Innsjøens problemer viste seg med all tydelighet i markerte oppblomstringer med blågrønnalger og et stort oksygenforbruk i bunnvannet og sedimentet. Det kraftige oksygenforbruket førte til oksygensvinn i vannmassene og enkelte år også fiskedød om vinteren.

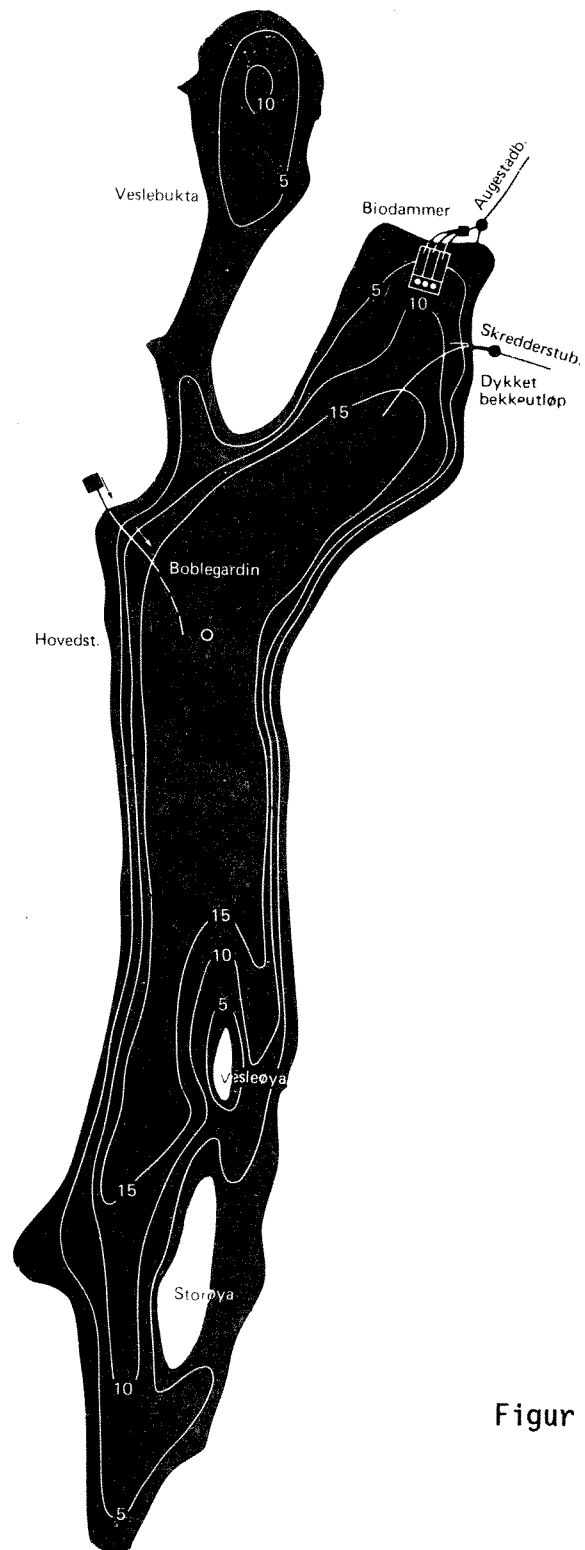
De naturlige prosessene som binder fosfor i sedimentet ble derved hemmet og fosforet ble tilbakeført til vannmassene og ga næring til ny plantevekst. Dette var en ond sirkel som måtte brytes for at vannkvaliteten kunne bli bedre.

I mange år er det gjennomført utbedringer av kloakknett. Dette har redusert kloakkvannsbelastningen på innsjøen. Dette har imidlertid ikke vært tilstrekkelig til å gi vedvarende effekter i innsjøen, dels fordi næringsreduksjonen ikke har vært stor nok, og dels fordi aktive prosesser i innsjøen har mobilisert fosfor som er lagret i sedimentene.

Figur 3.1 viser innsjøens nedbørfelt med de viktigste tilløpsbekkene. Figur 3.2 viser et dybdekart av innsjøen.



Figur 3.1 Oversiktskart over Kolbotnvatnets nedbørfelt.



Figur 3.2 Dybdekart Kolbotnvatn

3.2 Restaureringstiltak

For å bedre på oksygensituasjonen ble det i 1973 satt ut en dypvannslufter (Limnox) fra Atlas Copco (Holtan 1978). Denne arbeider etter det prinsipp at den suger inn oksygenfattig bunnvann som blandes med trykkluft før det sendes ut igjen på omkring 10 meters dyp. Hovedhensikten med denne lufteren var å øke konsentrasjonen av oksygen i bunnvannet uten å bryte den termiske sjiktningen. Resultatene av dette tiltaket var positivt med hensyn på oksygenkonsentrasjonen i dypvannet de første årene etter at Limnoxen var satt i drift (Holtan 1978).

Etter en tid ble det imidlertid klart at dette tiltaket ikke var tilstrekkelig til å bedre situasjonen i Kolbotnvatnet. Målinger av oksygenkonsentrasjonen i 1983 viste at innsjøen til tross for at Limnoxen var i drift, hadde oksygenvinn i store deler av vannmassen. Simuleringer ved bruk av en matematisk modell indikerte at Limnoxen hadde begrenset mulighet til å øke oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet (Palm m.fl. 1983).

I 1983 ble det satt igang et prosjekt for å utvikle en metode som skulle bidra til å bedre vannkvaliteten. Det ble tidlig klart at det ikke var hensiktsmessig å gjennomføre restaureringstiltak i innsjøen uten at tilførselene av næringsalter først ble redusert. Parallelt med arbeidet med å rehabilitere kloakknettene ble det satt igang et prosjekt for å utprøve biodammer for å rense det kloakkbelastede bekkevannet som ble tilført Kolbotnvatnet. Utenfor Augestadbekken ble det bygget et flytende biodamsystem. Ved siden av å studere renseeffekten i dette systemet ble det også gjennomført et mer forskningsorientert prosjekt for å teste i hvilken grad dette konseptet var egnet til å styre prosessene gjennom et planteplankton- og dyreplanktonledd over til høstbare biologiske produkter som fisk.

Så lenge næringsstoffkonsentrasjonen var tilstrekkelig høy i tilløpsbekken, viste resultatene at det var fullt mulig å opprettholde et biologisk system for effektiv primærproduksjon og beiting av alger i utendørs fullskalaanlegg. Daglengde (lystilgang) og temperatur satte klare begrensninger i effektiviteten om vinteren.

Renseeffekten i biodamanlegget var begrenset. Dette skyldes at en stor del av de næringsstoffene som effektivt bindes i algene (73% N og 57% P) frigis som ekskresjonsprodukter fra beitende zooplankton. Dette fører til at den effektive rensing neppe kan settes høyere enn 20% for fosfor og 35% for nitrogen slik anlegget ble drevet.

En av de restaureringsmetoder som har vært foreslått brukt i Kolbotnvatnet er den såkalte "Riplox-metoden" (Ripl 1976) som i korthet går ut på å harve en blanding av kalsiumnitrat, jernklorid og kalk ned i sedimentet. Prinsippet bak metoden er at oksygenet som er bundet til nitraten i kalksalpeteren ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$) skal fungere som oksidasjonsmiddel. Dette skjer ved at bakterier i sedimentet og bunnvannet reduserer nitraten (NO_3) til nitrogengass (N_2) i en denitrifikasjonsprosess. Nitrogengassen forsvinner til atmosfæren samtidig som organisk materiale forbrukes i prosessen. Ved siden av nedbrytningen av det organiske materialet, er den viktigste gevinsten at jern holdes på oksidert treverdig form som er effektiv som fosforbinder.

Den tradisjonelle Riploxmetoden er forholdsvis kostbar å gjennomføre i stor skala. Vi valgte derfor å tilsette løst kalsiumnitrat til vannfasen like over sedimentet slik at nitrattilsetningen kunne diffundere ned i sedimentet. Resultatene viste at nitrattilsetningen hadde en positiv effekt på fosforbinding og redoksforhold i sedimentet.

Skredderstubekken er den nest største tilløpsbekken til Kolbotnvatnet. Den er lukket flere steder, blant annet like før den renner ut i innsjøen. En eksisterende kum på oversiden av Solbråtanveien, tilstrekkelig høyt opp til å gi det nødvendige trykkfall for en dykket utløpsledning, gjorde at denne bekken ble valgt. Nitrat i form av kalksalpeter som blir tilsatt i kummen løses raskt og føres ut like over bunnen av Kolbotnvatnet. Bekkevannet innlagrer seg under sprangsjiktet pga. lav temperatur og derved stor tetthet. Både i mars og juli 1985 ble det tilsatt 10 tonn kalksalpeter til bekkevannet. I mars 1986 ble det tilsatt 3 tonn, mens det i juni ble tilsatt 5 tonn. I senere år er det tilsatt ca. 5 tonn kalsiumnitrat i kummen hvert år. Virkningen av disse doseringene på nitrogenkonsentrasjonen i bunnvannet diskuteres senere i rapporten.

Etter det en visste om de dårlige sirkulasjonsforholdene i Kolbotnvatnet ble det raskt klart at en kjemisk oksidasjon av sedimentet ikke var tilstrekkelig til å bedre oksygenforholdene i innsjøen på kort sikt. For å effektivisere og forlenge sirkulasjonsperiodene i Kolbotnvatnet ble det besluttet å anlegge en såkalt boblegardin i innsjøen på kort sikt, selv om Limnoxen var i drift. Fra den eksisterende kompressorstasjonen som ble brukt til å drive Limnoxen, ble det lagt en PVC-rørledning ut til største dyp (fig. 2 og 6).

Ledningen er festet til kraftige moringer via en kjetting som holder

ledningen ca. 0.5 m over sedimentet. De ytterste 20 metrene er perforert med 2 mm hull for hver 0.5 m. Når trykkluft settes på, river luftboblene med seg vannet og skaper en kraftig sirkulasjon i vannet som effektivt øker oksygeninnblandingen i vannet.

4. FORURENSNING FRA SKREDDERSTUBEKKEN OG AUGESTADBЕКKEN

Skredderstubekken og Augestadbekken drenerer de to nedbørfeltene der det bor flest mennesker rundt Kolbotnvatnet. Begge bekkene, som for det meste går lukket i rør, renner ut i nordøstre deler av innsjøen.

Det er gjort målinger av konsentrasjonen av næringsstoffer i disse bekkene siden 1978 (se figur 4.1 og 4.2 og tabell i vedlegg). Antallet prøver pr. år og fordeling av prøvene over året har variert. For å få best mulig sammenlikning fra år til år har vi beregnet medianverdier for fosfor og nitrogen (dvs. den midterste verdien i rekken dersom en sorterer etter stigende eller synkende konsentrasjoner).

Figurene viser at konsentrasjonen av nitrogen og fosfor er redusert i perioden etter 1978/79, mest markert i Augestadbekken der fosforkonsentrasjonen i 1985 ble redusert til ca. 10%, mens nitrogenkonsentrasjonen ble redusert til ca. 30% av konsentrasjonen i 1978/79. For Skredderstubekken var ikke reduksjonene så markerte, selv om fosforkonsentrasjonen ble omlag halvert hele perioden sett under ett. Dersom vannføringen i bekkene har vært den samme under hele perioden, indikerer dette redusert belastning av Kolbotnvatnet, særlig fra Augestadbekken. Denne var også spesielt kraftig forurenset i 1978/79. Økt innlekking av overflatevann (regnvann, drensvann) vil også kunne gi reduserte konsentrasjoner, men vi har ikke målinger av vannføring som kan avklare dette.

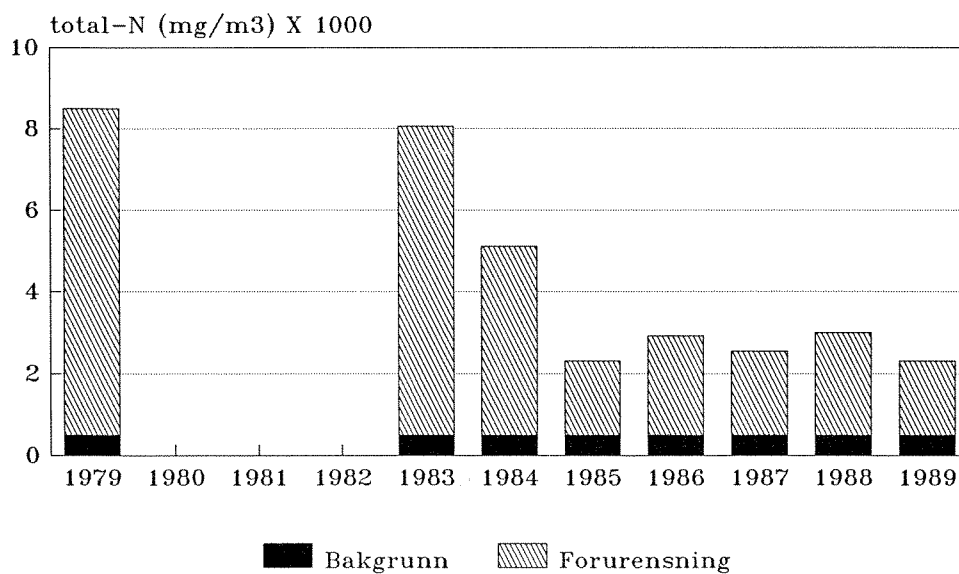
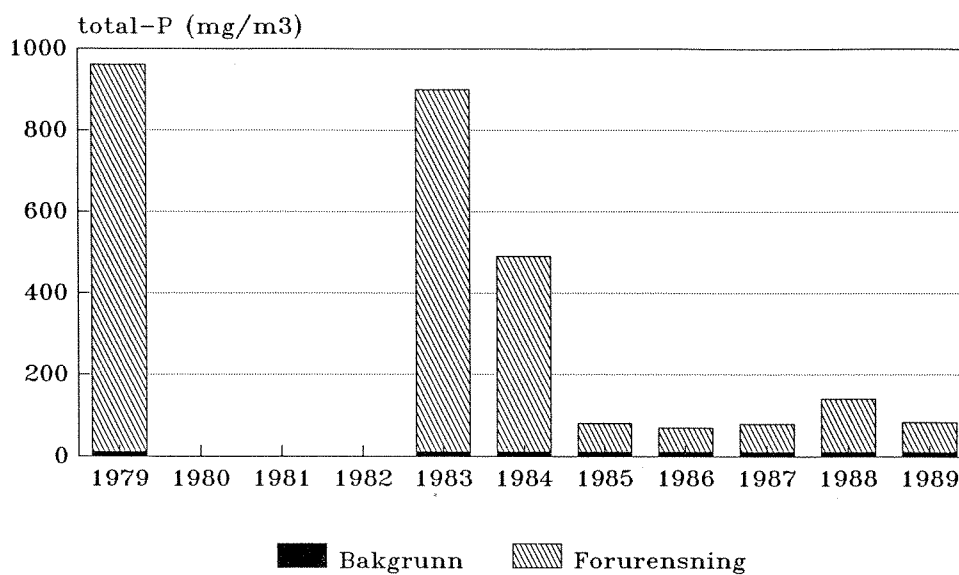
Et forhold som bekrefter at bekkene nå tilføres mindre kloakkvann er at forholdet mellom nitrogen og fosfor (N/P) har økt i begge bekkene fra 1978/79 til 1985 fra 10-15 til omlag 30. Imidlertid er konsentrasjonen av fosfor fortsatt så høy i begge disse bekkene at de vil bidra til fortsatt høy algevekst. "Normalverdier" for uforurenset bekk i dette området er illustrert med svart skraver i figur 4.1 og 4.2. Dersom disse også er representative for konsentrasjonen i øvrige tilløp til Kolbotnvatnet indikerer det at tilførslene fortsatt må mer enn halveres for å sikre bedre vannkvalitet i innsjøen.

Figurene viser også at situasjonen har endret seg ganske lite i Augestadbekken i perioden etter 1985. Nitrogenkonsentrasjonen i Skredderstubekken viser imidlertid jevnt avtakende verdier etter 1986.

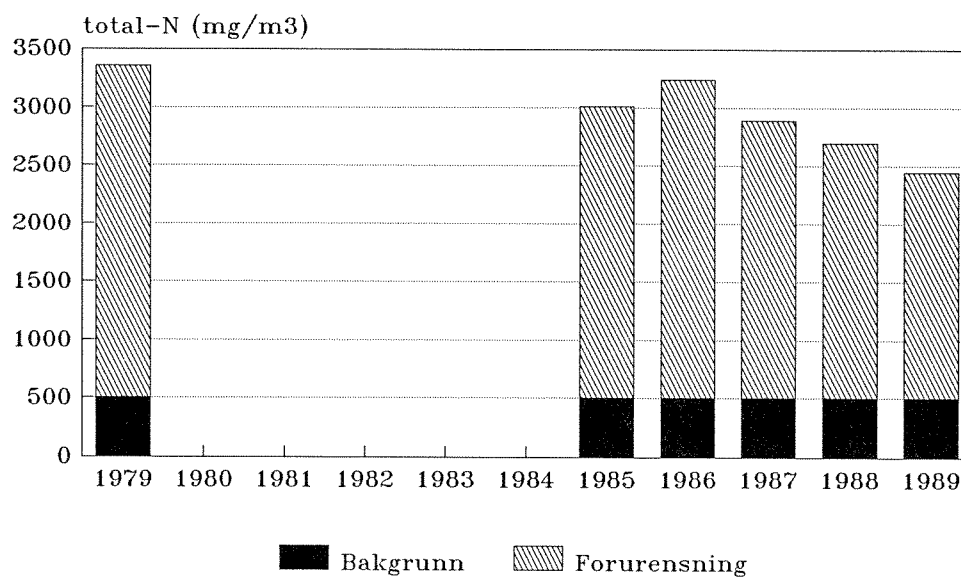
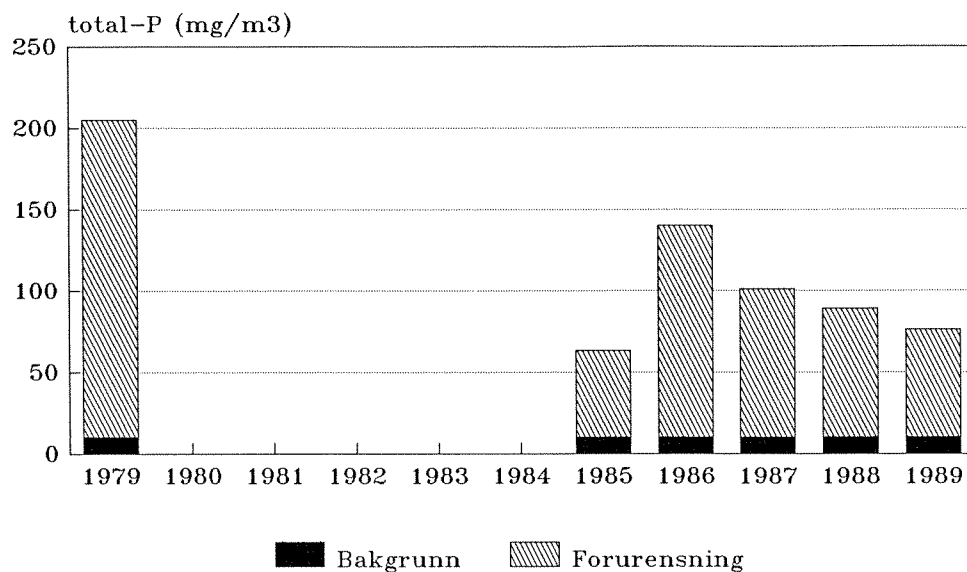
For å anskueliggjøre hvor stor denne endringen er kan en gjøre følgende regneeksempel: En kan f.eks. anta at "naturlige" konsentrasjoner i ikke-forurensede bekker i området ville være henholdsvis omlag 10 mg fosfor/m³ og 500 mg nitrogen/m³. Dersom disse verdiene trekkes fra konsentrasjonene i Skredderstubekken fra og med 1985, vil en se at tilskuddet fra forurensningen er betydelig redusert for begge parametrene.

Det er all grunn til å anta at dette skyldes at deler av ledningsnettets er satt i bedre stand slik at lekkasjer og feilkoblinger er utbedret i Skredderstubekken nedbørfelt. Tilsvarende er ikke funnet for Augestadbekken etter 1985.

Det anbefales at de største kildene for forurensning i ledningsnettets identifiseres ved å gjennomføre en rutinemessig prøvetaking i noen viktige hovedgrener vha. analyse av tarmbakterier (koliforme bakterier). Dette vil raskt og rimelig kunne vise hvor tekniske tiltak vil kunne gi størst effekt.



Figur 4.1 Augestadbekken. Medianverdier av total-P (øverst) og total-N (nederst). Antatte, naturlige bakgrunns-konsentrasjoner er markert med svart nederst på søylene.



Figur 4.2 Skredderstubekken. Medianverdier av total-P (øverst) og total-N (nederst). Antatte naturlige bakgrunnskonsentrasjoner er markert med svart nederst på søylene.

5. SJIKTNING AV INNSJØEN

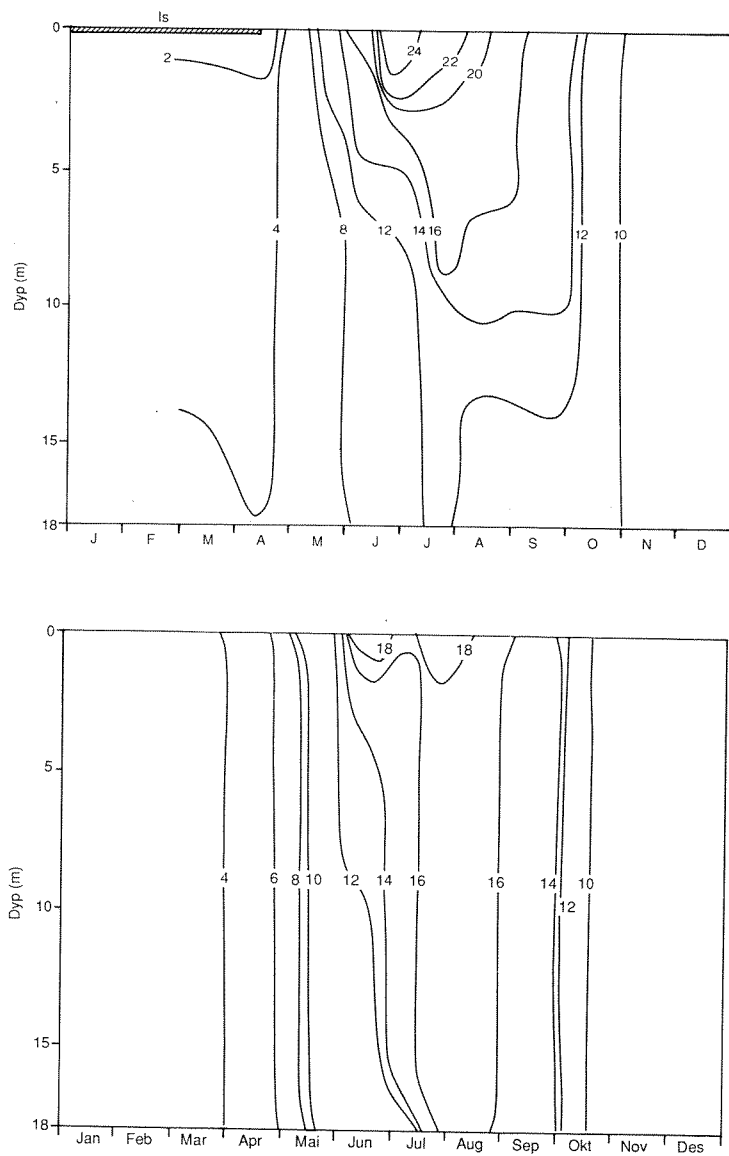
Temperatur og oksygen

Fordelingen av temperatur og oksygenkonsentrasjon vertikalt i vannmassen gir et godt bilde av sjiktningsforholdene i innsjøen. 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 og sperre for blanding. Dette fører bl.a. til at det om sommeren og vinteren ikke tilføres nytt oksygen til bunnvannet etterhvert som organisk stoff fra kloakkvann og synkende plantep plankton brytes ned. Det har vært et stort problem med oksygenvinn i bunnvannet i Kolbotnvatnet pga. den kraftige forurensningen.

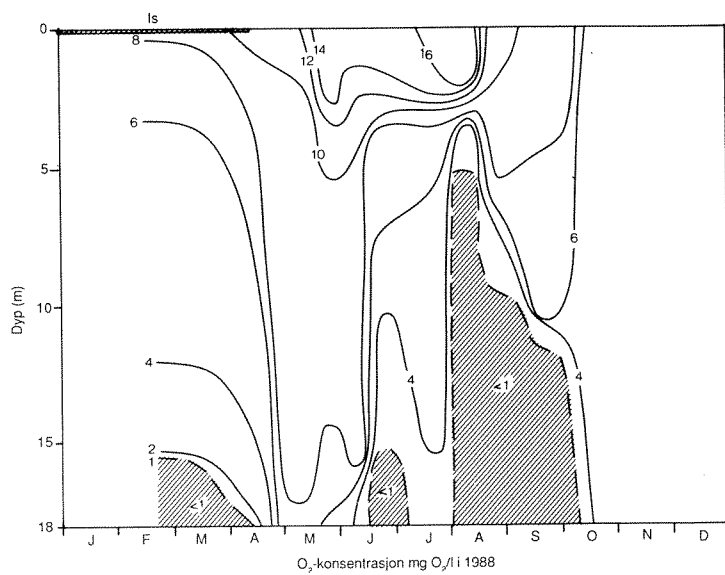
Ved oksygenvinn frigjøres fosfat som er bundet i sedimentet til overliggende vannmasser slik at det fører til ytterligere algevekst. Det er derfor gjort flere tekniske tiltak i Kolbotnvatnet for å tilføre nytt oksygen til bunnvannet i kritiske perioder. I tillegg til at boblegardinen gir innsjøen "kunstig åndedrett" i en overgangsperiode fører altså tilførselen av kalksalpeter til å redusere den "indre gjødsling". Effekten av dette vil bli særlig stor når øvrige tilførsler til Kolbotnvatnet blir redusert til et akseptabelt nivå.

Temperaturvariasjonene i Kolbotnvatnet gjennom 1988 og 1989 viser at boblegardinen har hatt god blandeeffekt, særlig i 1989 (figur 5.1). Da sirkulerte vannmassene fra isgang til begynnelsen av juni og deretter fra midt i august ut sesongen til islegging. I 1988 var vårsirkulasjonen effektiv, men på ettersommeren sirkulerte ikke vannmassene fullstendig før tidlig i oktober, da boblegardinene ble startet igjen, tilsvarende som i 1986 (se Erlandsen og medarb. 1988, s. 27). Temperaturgangen i 1989 likner det vi observerte i 1987, med sommerstagnasjon begrenset til to måneder.

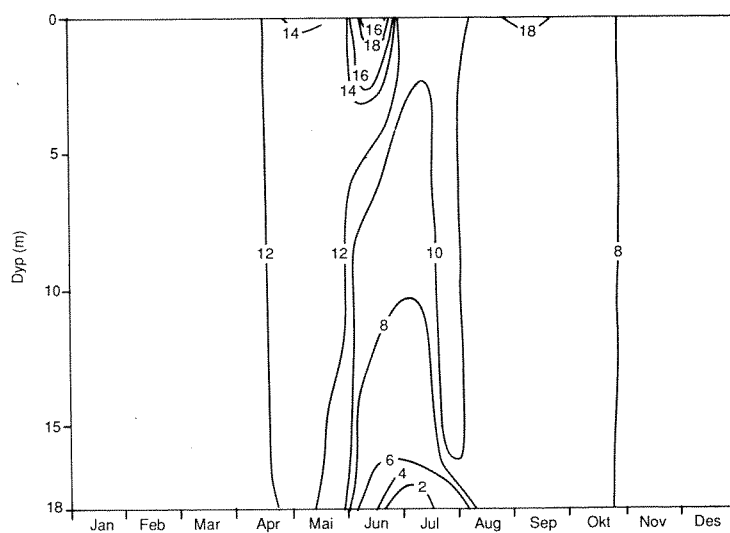
Oksygenkonsentrasjonen er i stor grad bestemt av sirkulasjonen av vannmassene. Temperatursjiktningen gir derfor et godt inntrykk også av oksygenjiktningen. I perioder med temperatursjiktning om sommeren er oksygenforbruket i dypvannet så stort at oksygenkonsentrasjonen raskt reduseres. I 1988 ga temperatursjiktningen mulighet for betydelig oksygenvinn. Figur 5.2 viser at store deler av dypere vannmasser hadde konsentrasjoner lavere enn 2 mg O₂/l, mens dette bare var tilfelle en kort periode i 1989. Riktig styring av boblegardinen er derfor av stor betydning for oksygenutviklingen i bunnvannet.



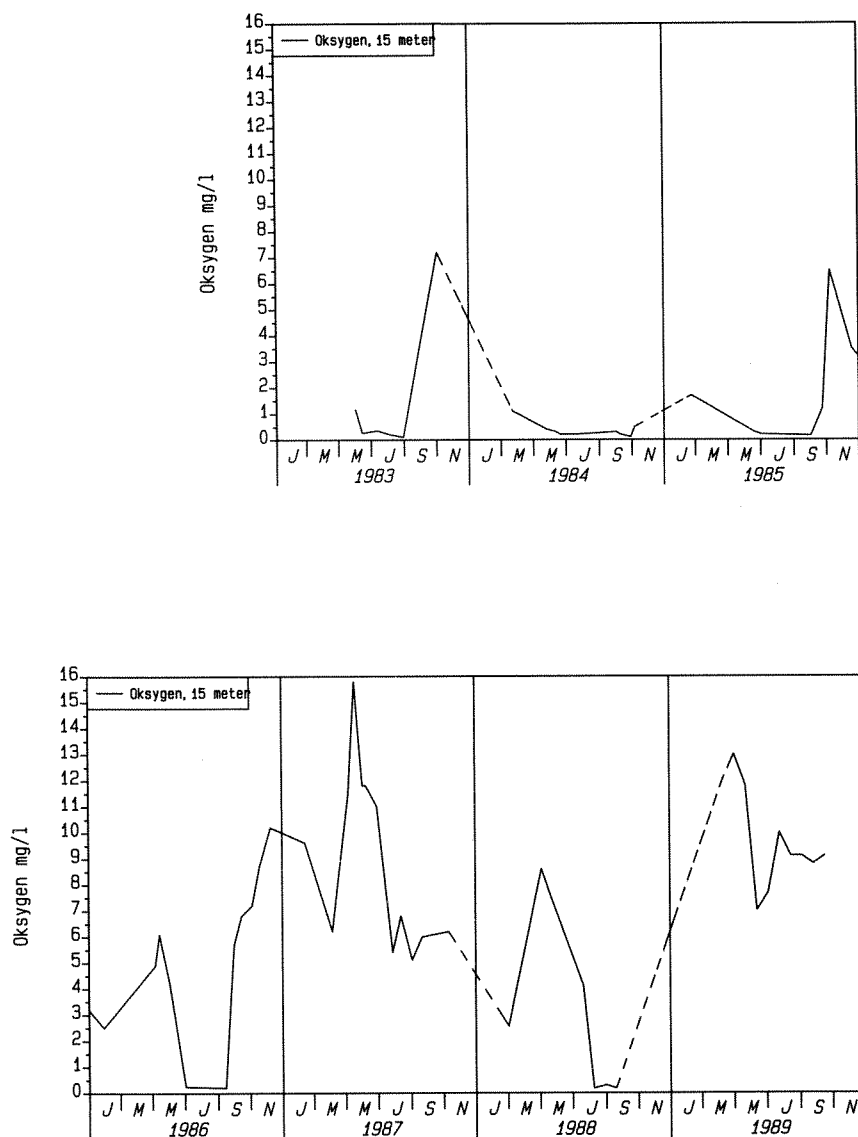
Figur 5.1 Temperatur i 1988 og 1989.



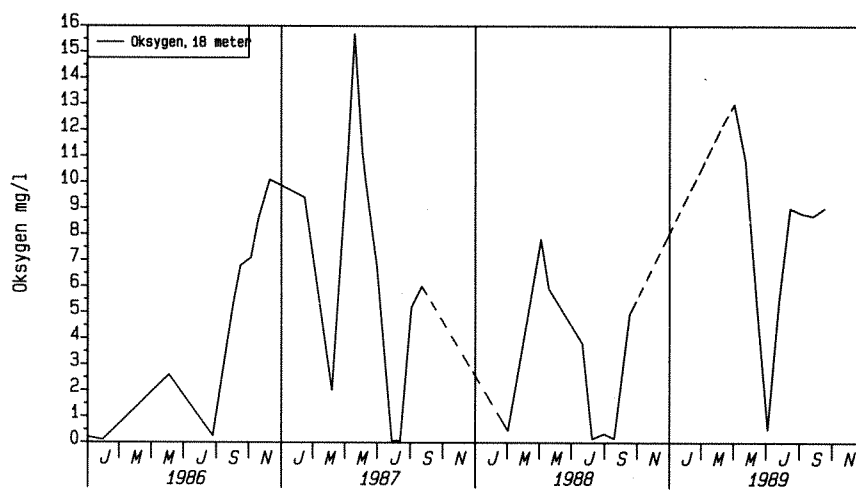
Usikre O_2 -målinger 12.4.88 (ikke tatt med)
 Usikre O_2 -målinger 28.6.88 (ikke tatt med)



Figur 5.2 Oksygenkonsentrasjonen i 1988 og 1989.



Figur 5.3 Oksygenkonsentrasjonen i dypvannet (15 meters dyp) i perioden 1983-89.



Figur 5.4 Oksygenkonsentrasjonen like over bunnen (18 m) i Kolbotnvatnet i 1986-89.

6. NÆRINGSSTOFFER - FOSFOR OG NITROGEN

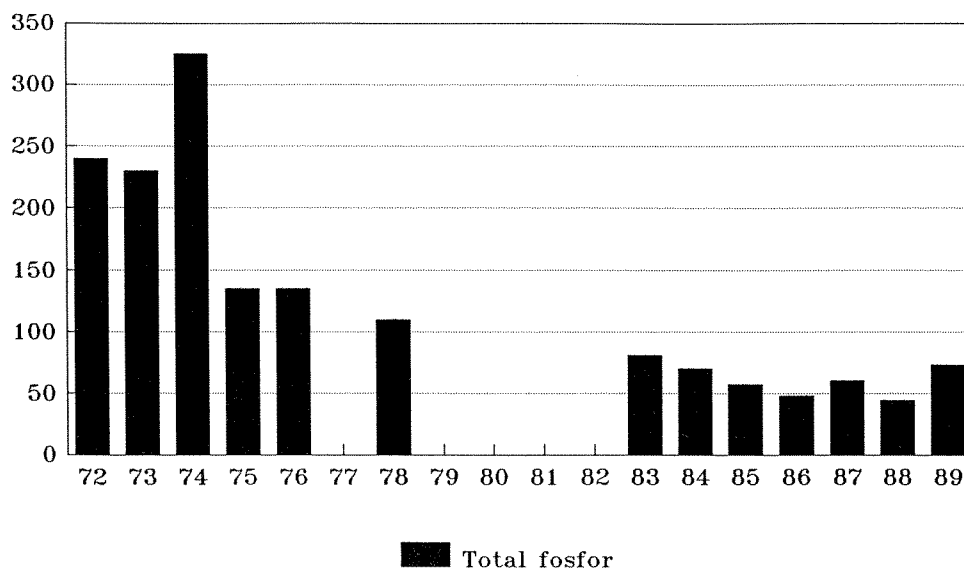
Årsakene til algeoppblomstringer i øvre vannlag og oksygenvinn i bunnvannet i Kolbotnvatnet er ukontrollerte tilførsler av næringsstoffene fosfor og nitrogen. Særlig fosfor er anerkjent som vekstbegrensende stoff for planteplankton, dvs. at algene vokser inntil alt tilgjengelig fosfor er "brukt opp". Reduksjon av fosfortilførsler er derfor viktigste tiltak i slike innsjøer.

Utviklingen av fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvatnet siden 1972 er vist i figur 6.1 (medianverdier). Fra ekstremt høye verdier på begynnelsen av 1970-tallet har tendensen vært jevnt avtakende fra ca. 250 mg P/m³ i 1975 til ca. 50 mg P/m³ i 1986. Årsaken til reduksjonen er hovedsakelig arbeidet med å rehabilitere ledningsnett i området. I tillegg kan restaureringstiltakene i innsjøen ha bidratt til å redusere den "indre gjødsling".

Konsentrasjonen av total-fosfor og fosfat på tre dyp er vist i figur 6.2. Nivået av total-fosfor ligger fortsatt i området omkring 50 mg P/m³. Dette er fortsatt så høyt nivå at det vil gi opphav til masseoppblomstring av alger når forholdene forøvrig (temperatur, lys, sjiktning o.l.) ligger til rette for det. Til sammenlikning har fosforkonsentrasjonen i Gjersjøen vært ca. 20 mg P/m³ i en årrekke. Kolbotnvatnet bør ned på samme nivå for å sikre vannkvaliteten.

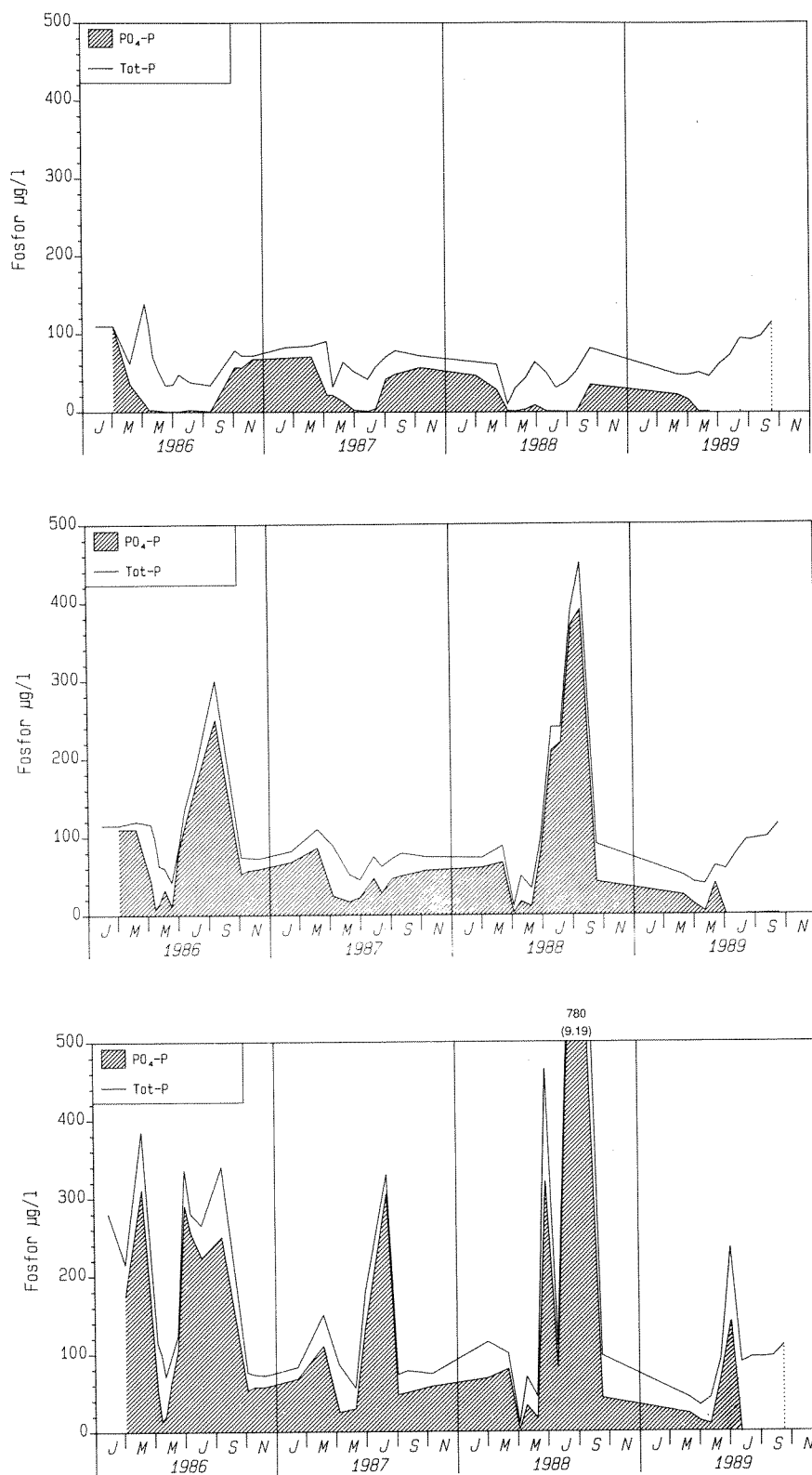
Det kan ikke spores noen tegn til bedring i løpet av siste fire år; høsten 1989 viste snarere tendens til økning. Variasjoner i nedbør og avsmelting fra år til år kan føre til varierende belastning av Kolbotnvatnet.

Som på 1970-tallet viser fosfor sterkt økende konsentrasjoner i dypere vannlag. Næringsrike partikler fra kloakkvann og alger synker til bunns. Ved lave oksygenkonsentrasjoner lekker fosforet ut fra sedimentet igjen og bidrar til "indre gjødsling" av innsjøen. Som figur 6.2 viser, øker fosforkonsentrasjonen sterkt i sommermånedene da oksygenkonsentrasjonen var på det laveste (se figurene 5.3 og 5.4). Når vannmassene sirkulerer om høsten transporteres dette næringsrike vannet til overflaten og stimulerer til økt algevekst.



Figur 6.1 Median fosforkonsentrasjon (mgP/m³) i produksjonssesongen i overflatevannet (0-4 m eller 0-6 m) i perioden 1972-89.

Figur 6.2 viser at det var særlig kraftig økt fosforkonsentrasjon i dypvannet sommeren 1988. Dette faller sammen med at oksygenet ble fullstendig fjernet pga. nedbrytningen av organisk materiale (se figur 5.3 og 5.4). Det ble ikke observert på langt nær så høye fosforverdier i bunnvannet i 1989 og da var perioden med oksygensvinn i bunnvannet også kortvarig og med mindre utbredelse (figur 5.2). Forskjellen mellom de to årene skyldes nok hovedsakelig at boblegardinen ble startet vesentlig tidligere sommeren 1989 slik at bunnvannet tidlig ble blandet med overflatevannet. Tilsynelatende var det derfor liten fosforlekkasje fra sedimentene i 1989, men dette blir skjult i figur 6.2 av at dette fosforholdige bunnvannet ble "tynnet ut" ved omblending med overflatevannet. Ved så tidlig start av boblegardinen får også det tilsatte kalksalpeter liten tid til å gjøre den ønskede effekt i bunnvannet og i sedimentet.

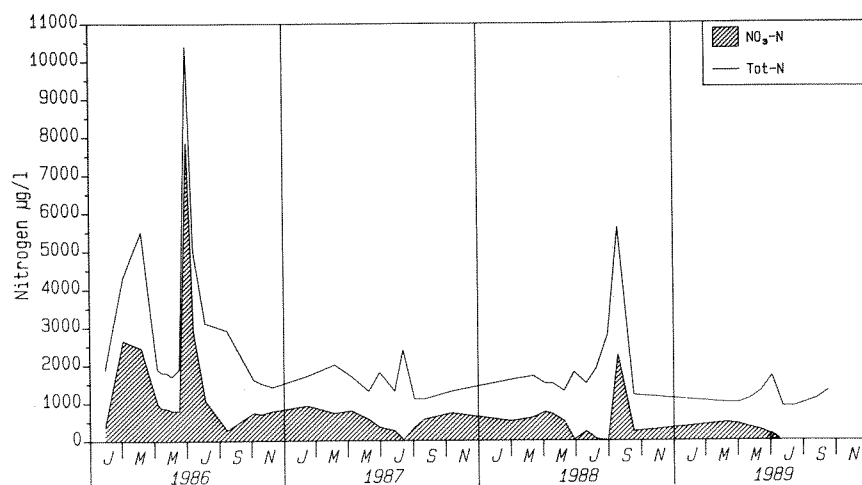
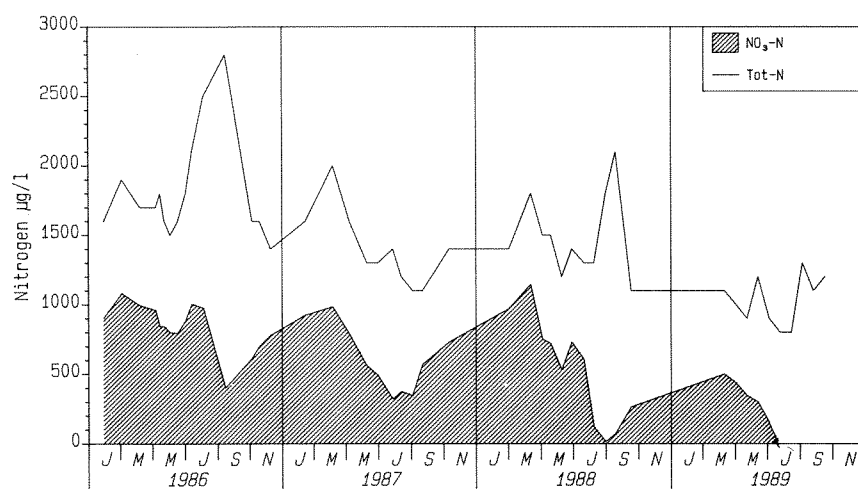
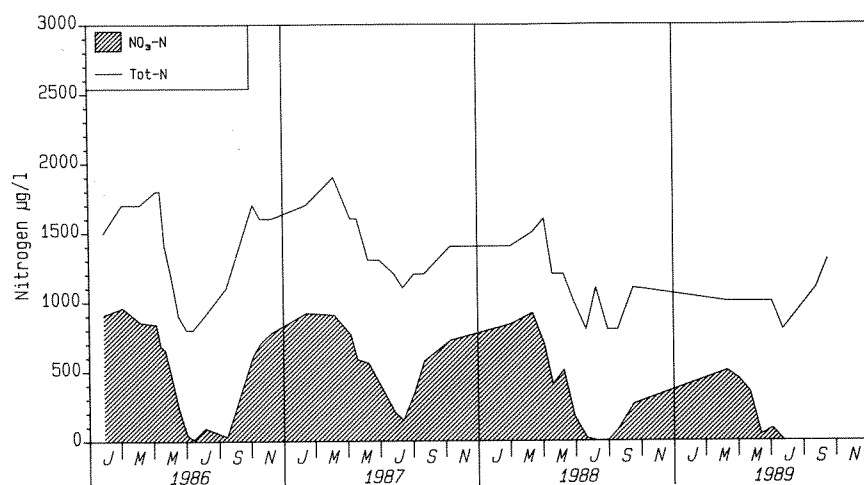


Figur 6.2 Fosfor (mgP/m^3) på 0-4 m, 15 m og 18 meters dyp i perioden 1986-89.

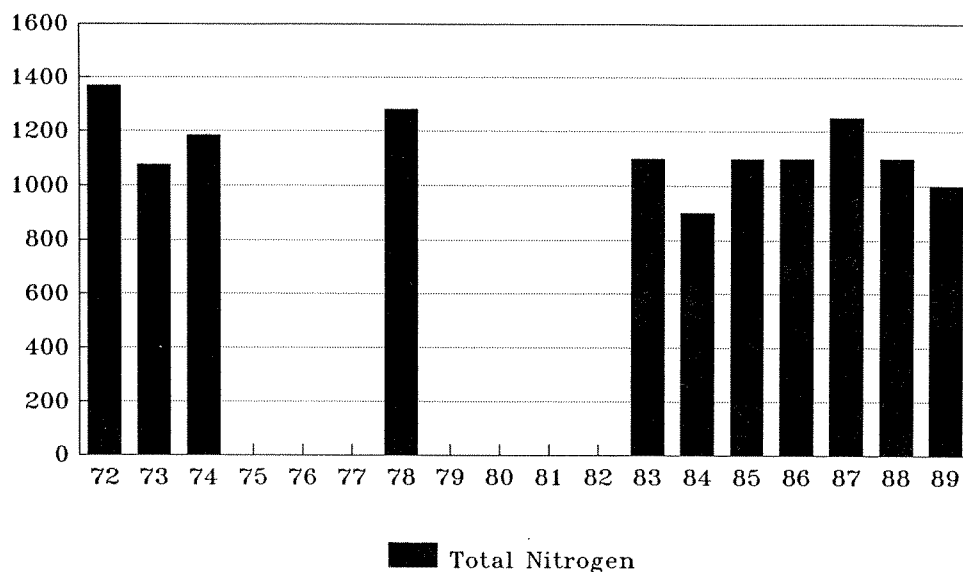
Nitrogen, som er det vekstbegrensende stoff for algene i havet, har sjelden samme effekt i ferskvann. Bare når innsjøene er blitt sterkt forurenset ser det ut til at balansen mellom fosfor og nitrogen gir underskudd på nitrogen.

Figur 6.4 viser at median nitrogenkonsentrasjon i overflatevannet har vært ganske konstant siden 1972. Dette til tross for at tilførselene av nitrogen er redusert ved utbedring av ledningsnett for avløpsvann. Verdiene fra Augestadbekken bekrefter dette (figur 4.1), mens Skredderstubekken ikke har like kraftig reduksjon siden 1979 (figur 4.2). Årsaken til at nitrogenkonsentrasjonen likevel har holdt seg konstant på et moderat nivå er naturlige selvrensingsprosesser i innsjøens dypvann og sediment. For nitrogenets del blir disse mer effektive ved økende forurensning. Det er disse prosessene som også stimuleres ytterligere ved dosering av kalksalpeter i den dykkede Skredderstubekken.

Konsentrasjonen av total-nitrogen og nitrat i perioden 1986-89 er vist i figur 6.3. Nitrogen viser en svakt avtakende tendens både i overflatevannet og i dypere vannlag. Dette til tross for tilsatsen av 5-10 tonn kalksalpeter (kalsiumnitrat) til bunnvannet årlig. Dette bekrefter at det tilsatte nitrat omsettes i sediment og dypvann som forutsatt ved å tjene som oksygenkilde og utgangspunkt for fjerning av nitrogen som nitrogengass. Diagrammene for 15 og 18 meters dyp viser at nitrattet forbrukes utover sommeren og at konsentrasjonen de to siste år har gått ned mot null. Dette bør kompenseres ved å øke doseringen av kalsiumnitrat.



Figur 6.3 Nitrogen (mgN/m^3) på 0-4 m, 15 m og 18 meters dyp i perioden 1986-89. Merk annen skala på nederste diagram.



Figur 6.4 Median nitrogenkonsentrasjon (mgN/m³) i produksjonssesongen i overflatevannet (0-4 m eller 0-6 m) i perioden 1972-89.

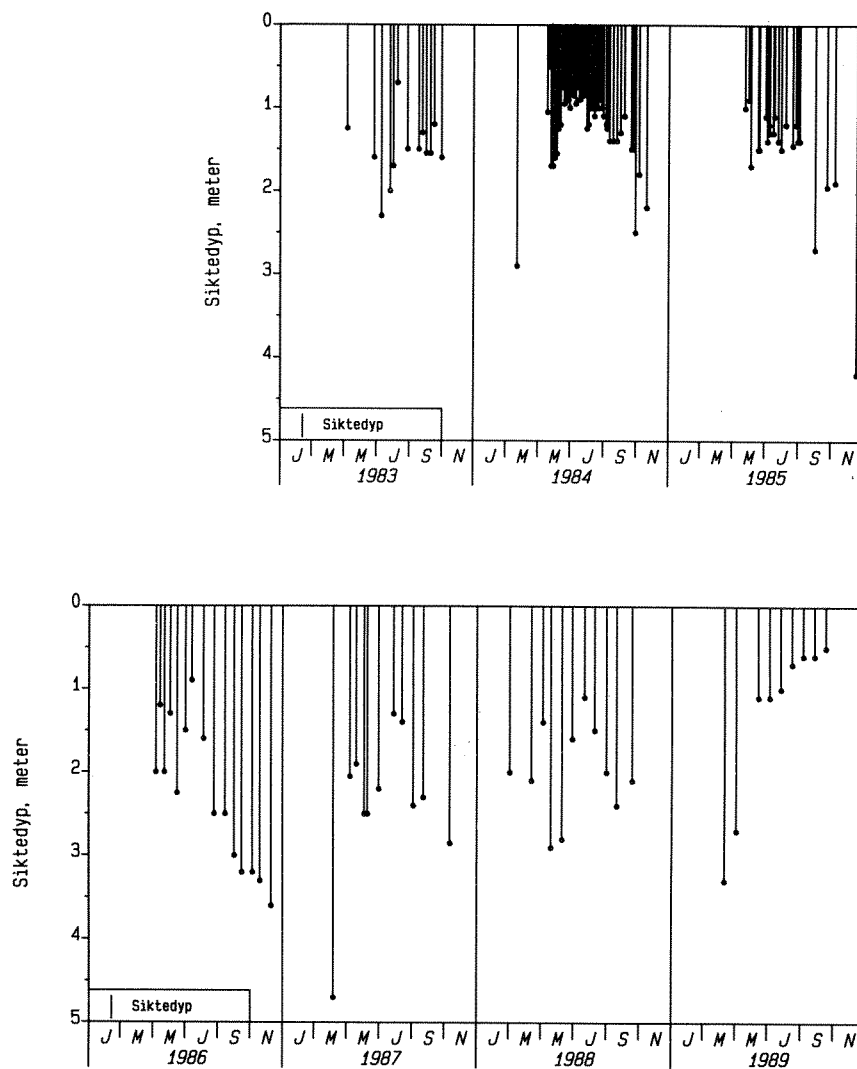
Det er også verdt å merke seg at 1987 var det eneste år på lang tid uten innslag av blågrønnalger av betydning. Dette var samtidig det eneste året da nitratverdien aldri gikk helt ned mot null i overflatevannet. Det antydes derfor at blågrønnalgene blir begunstiget i forhold til andre alger når nitratreservene blir helt uttappet om sommeren.

7. SIKTEDYP

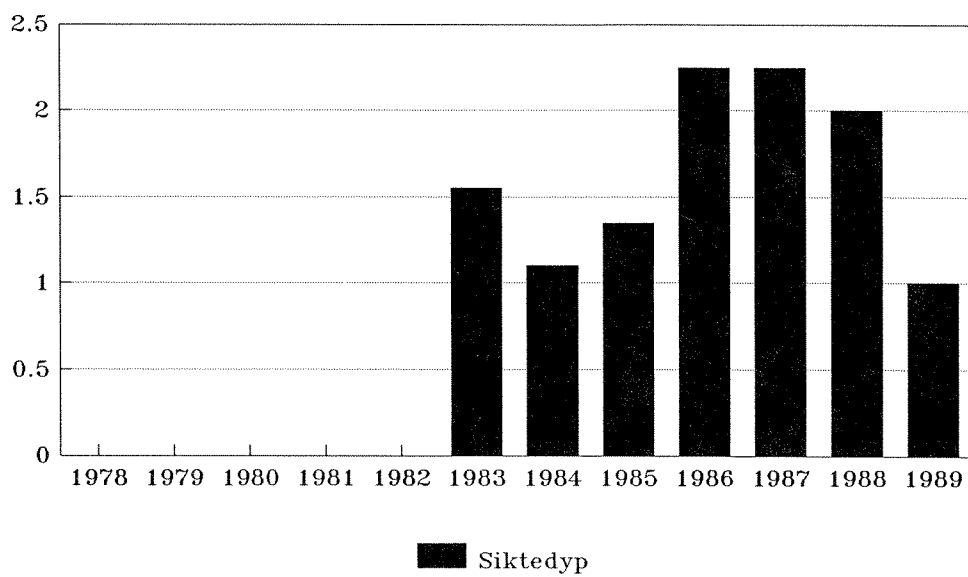
Sikten i vannet varierer sterkt gjennom året, særlig pga. varierende innhold av alger, men partikler som spyles ut av ledningsnettets nedbørperioder kan ha tilsvarende effekt.

I perioden 1986-89 har siktedypet stort sett variert mellom 1 m og 3 meter i den isfrie sesongen (figur 7.1). I 1986 økte sikten utover sommeren og høsten pga. avtakende algemengder. Motsatt tendens ble funnet i 1989 da siktedypet sank ned mot en halv meter i september og oktober pga. kraftig oppblomstring av blågrønnalger. I de to mellomliggende årene ble det ikke observert tilsvarende tendenser.

Median-verdier av siktedyp er brukt for å karakterisere hvert år (figur 7.2). Mens det var en markert bedring i sikten i 1986-88 med verdier rundt 2 meter, falt sikten til ca. 1 meter igjen i 1989. Dette kan i hovedsak forklares av de kraftige algeoppblomstringene i 1989 (se kapitlet om planteplankton senere).



Figur 7.1 Siktedyp (meter) i perioden 1983-89.

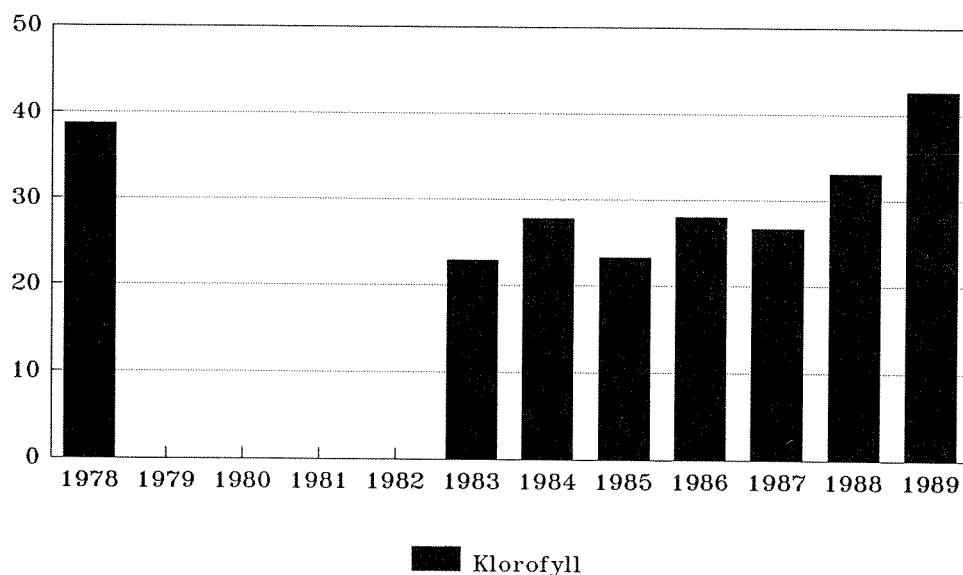


Figur 7.2 Median siktedyp (meter) for hver produksjonssesong etter 1982.

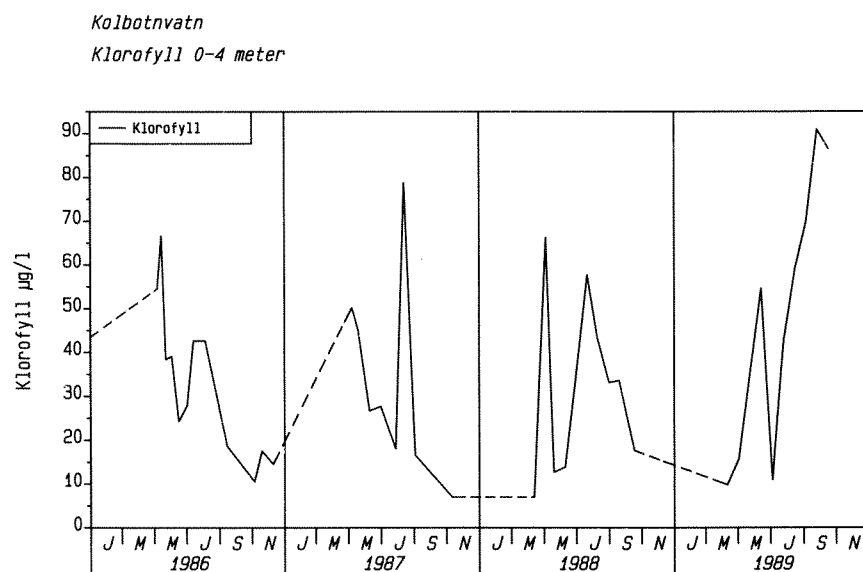
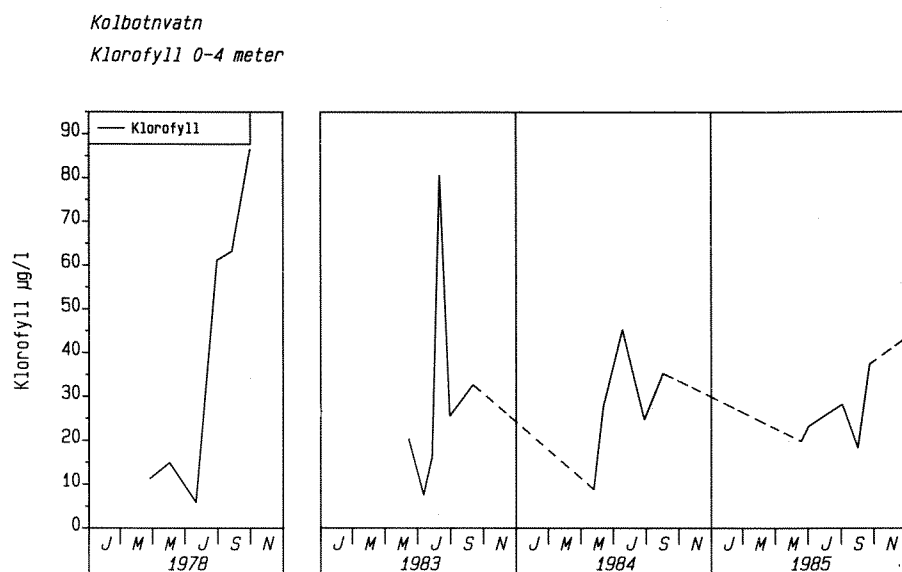
8. PLANTEPLANKTON

8.1 Klorofyll

For å sammenlikne algemengdene i de årene det er gjort undersøkelser i Kolbotnvatnet er det beregnet medianverdier som er presentert i figur 8.1. I perioden 1983–87, da algeutviklingen var lavest, varierte verdien mellom 20 og 30 mg klorofyll/m³. Selv i denne perioden var Kolbotnvatnet klart eutrof (næringsrik). Innsjøer med sesongmiddelverdier høyere enn 12 mg klorofyll/m³ regnes som eutrofe (Faafeng og medarb. 1990). Verdien var vel 30 mg/m³ i 1988 og over 40 mg/m³ i 1989. Verdien i 1989 var omtrent like høy som det en kunne måle i 1978. Det kan derfor slås fast at tilstanden i Kolbotnvatnet forverret seg kraftig i 1988 og 1989.



Figur 8.1 Median klorofyllkonsentrasjon (mg/m³) i perioden 1978–89.



Figur 8.2 Klorofyll på 0-4 meters dyp fra 1978 og perioden 1983-89.

8.2 Artsutvikling gjennom sesongen

Utviklingen i algemengden i Kolbotnvatnet har i de senere årene fulgt et mønster med et vårmaksimum like etter isløsning etterfulgt av en nedgang på forsommeren. Senere på sommeren har algemengden økt igjen, og algesammensetningen har da som regel bestått hovedsakelig av cryptomonader, grønnalger og/eller blågrønnalger.

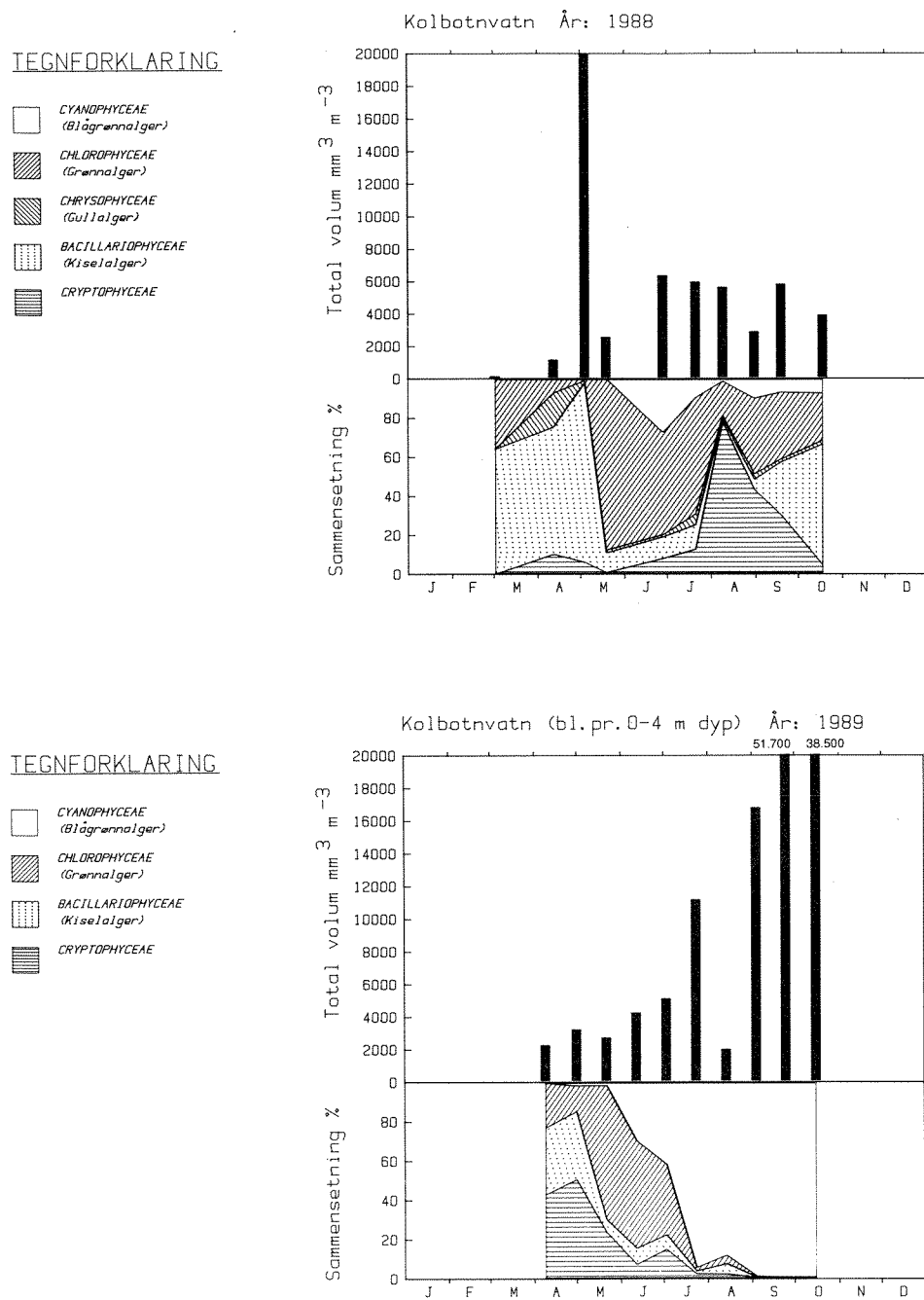
Våroppblomstringen har vært dominert av kiselalger (diatomeer). Dette var også tilfellet i 1988 (fig. 8.3). I begynnelsen av mai var det en markert våroppblomstring av kiselalgen Stephanodiscus hantzchii. Vårmaksimum av denne arten har vanligvis kort varighet. Mengden som registreres i prøven kan variere fra år til år avhengig av om en "treffer toppen" når vannprøven tas. I 1988 dominerte Stephanodiscus med over 90% i planktonet den 4. mai. To uker senere ble arten knapt registrert. På dette tidspunktet var det et sammenbrudd i algemengden. Dette sammenbruddet i algemengde vises bl.a. i siktedypet som økte fra 1.4 til 2.9 meter i løpet av disse to ukene. Senere utover sommeren økte algemengden igjen, noe som også gjenspeiles i mindre siktedyp. Algesammensetningen om forsommeren var dominert av grønnalgene Dictyosphaerium pulchellom, Pandorina morum, Coelastrum sphaericum og cryptomonadene Rhodomonas og Cryptomonas spp.

Blågrønnalgene var nesten forsvunnet i 1986 og 1987 etter at boblegardinene og nitrattilsetningen ble tatt i bruk. Oscillatoria agardhii som tidligere var en "problemalge" i mange år ble knapt registrert i planktonet i disse årene. Også i 1988 var blågrønnalgene uten vesentlig betydning i planktonet, med unntak av et visst innslag av Anabaena solitaria f. planktonika i slutten av juni. Interessant å merke seg var at Oscillatoria agardhii ble registrert igjen på ettersommeren og en liten andel holdt seg i planktonet resten av sesongen. Høstplanktonet var dominert av grønnalgen Coelastrum sphaericum og kiselalgen Cyclotella meneghiniana.

I 1989 var situasjonen i planteplanktonet en annen enn i 1988. Våroppblomstringen var som tidligere dominert av kiselalgen Stephanodiscus hantzchii og tildels Asterionelle formosa. I 1989 var det i tillegg et betydelig innslag av noen arter cryptomonader som Cryptomonas spp. og Rhodomonas lacustris. I løpet av mai måned overtok grønnalger begge år med dominans av Dictyosphaerium pulchellum midt i juni.

Senere på året var forskjellene mellom de to årene påfallende. Mens algebiomassen holdt seg på ca. 5000 mm³/m³ utover høsten 1988, økte den jevnt utover i 1989 til rundt 20.000 mm³/m³ midt i september, vel

50.000 mm³/m³ mot slutten av september og snaut 40.000 mm³/m³ midt i oktober. Dette er ekstremt høye konsentrasjoner som skyldes oppblomstring av blågrønnalgen Oscillatoria agardhii. Den samme arten har tidligere hatt masseoppblomstringer både i Kolbotnvatnet og i Gjersjøen og indikerer betydelige tilførsler av fosfor.



Figur 8.3 Planteplankton i Kolbotnvatnet (0-4 m) i 1988 og 1989. Stolpene angir biomasse (våttvekt), mens det skraverte panelet viser prosentvis fordeling av hovedgruppene.

9. DYREPLANKTON

Dyreplanktonet i Kolbotnvatnet er tidligere undersøkt i 1973, 1978, 1979, 1983 og 1985. (Brettum et al. 1975, Holtan et al. 1981, Lyche 1984, Erlandsen et al. 1988.) I denne rapporten omtales dyreplanktonet i perioden 1983-89 med unntak av 1984 da det ikke ble samlet inn prøver (figur 9.1).

Prøvene ble tatt ved hjelp av en modifisert van Dorn-henter (Blakar 1978) i form av blandprøver fra sjiktene 0-4 m, 4-10 m og 10-18 m. Resultatene er framstilt i figur 9.1 og tabeller i vedlegg.

Hensikten med undersøkelsen var å se om og i hvilken grad dyreplanktonet eventuelt ble påvirket av de omfattende restaureringstiltakene i innsjøen. Endringer i algesammensetningen, økt oksygenkonsentrasjon i bunnvannet og lengre sirkulasjonsperioder vår og høst er trolig de viktigste faktorene i denne sammenheng. I tillegg må en regne med at svingninger i fiskebestandene kan ha influert på graden av predasjonspress ("beitepress") på dyreplanktonet. Opplysninger om bestandsstørrelser av planktonspisende fisk er sparsom, men det er bl.a. mye mort i innsjøen. Enkelte år har det forekommet fiskedød om vinteren som følge av mangel på oksygen. Dominans av småmort og tildels tett bestand av denne arten ble bekreftet ved prøvefiske i mai 1986 (L. Lien pers. oppl.) og ved ekkoloddregistreringer i 1988 og 1989 (Å. Brabrand pers. oppl.).

Dyreplanktonet i Kolbotnvatnet hadde en artssammensetning som er karakteristisk for eutrofe innsjøer med et sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk. Det var dominans av småvokste former, og hjuldyrene representerte en stor andel av totalbiomassen ved mange tilfeller. Av hjuldyrene var følgende arter mest framtrædende: Brachionus angularis, Keratella-artene: K. quadrata, K. hiemalis og K. cochlearis, Asplanchna priodonta, Synchaeta spp., Polyarthra spp., Pompholyx sulcata og Filinia terminalis. Krepsdyrplanktonet var de fleste årene dominert av Thermocyclops oithonoides, Bosmina longirostris, Daphnia cucullata og Eudiaptomus gracilis, men også arter som Daphnia cristata, Mesocyclops leuckarti, Cyclops strenuus og Leptodora kindti var vanlig forekommende.

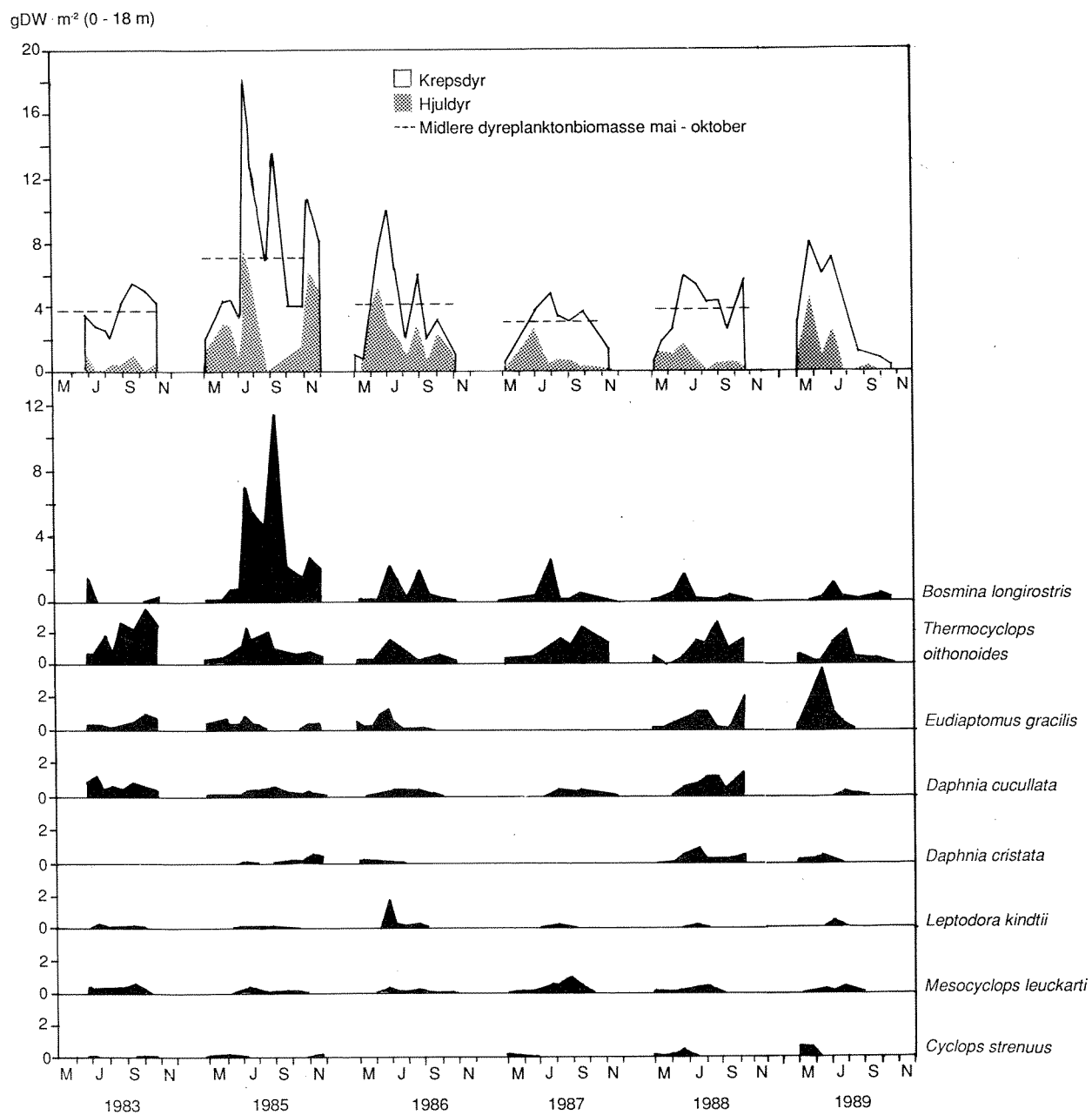
Artene E. gracilis og D. cristata hadde svært små bestander enkelte år. Likevel synes ikke de omfattende restaureringstiltakene i innsjøen fra og med 1985 å ha medført vesentlige endringer i artssammensetningen innen dyreplanktonet. De artene som var vanlige eller dominerende i 1983 og tidligere, fortsatte å være det også i perioden 1985-89. Dette til tross for nokså dramatiske endringer med

hensyn til temperatur- og sirkulasjonsforhold, oksygenmengde i dypvannet og planteplanktonets artssammensetning.

I 1985 økte imidlertid dyreplanktonmengden kraftig. Uttrykt som tidsveid middelbiomasse for perioden mai-oktober var det nærmere en fordobling i forhold til 1983 (fra 3.8 til 7.1 gram tørrvekt pr. m²). Verdien for 1983 er imidlertid usikker pga. få data fra våren og forsommeren. Økningen i totalbiomassen skyldtes først og fremst at den lille vannloppearten Bosmina longirostris og flere hjuldyrarter forekom med svært store individantall. Økningen var sannsynligvis forårsaket av en bedret næringstilgang i form av en større andel spiselige planktonalger. Mens det tidligere år var en sterk dominans av trådformede blågrønnalger mesteparten av sommeren og høsten, var det i 1985 en markert overgang til dominans av Cryptomonader. Til tross for minimal utvikling av blågrønnalger i 1987, klarte ikke dyreplanktonet å bygge opp tilsvarende biomasser som i 1985. Høsten 1989 ble det funnet lave tettheter av dyreplankton i Kolbotnvatnet sammenliknet med de foregående årene. Dette falt sammen med høy konsentrasjon av trådformete blågrønnalger denne høsten.

Middelbiomassen for årene 1986-89 varierte rundt 3-4 g tørrvekt pr. m². Det kan med andre ord synes som biomassen har stabilisert seg omkring samme nivå som før restaureringstiltakene ble satt i verk.

Vertikalfordelingen av dyrene i vannmassene ble endret fra og med 1986 da boblegardinen ble satt i drift. Før den tid forekom dyrene i lange perioder så å si bare i de øverste 4-5 metrene av vannsøyla pga. oksygensvinn under temperatursprangsjiktet. Med bedringen i oksygenforholdene har dyrene i stor grad fordelt seg også ned på større dyp, men likevel med hovedtyngden av individene i de øverste 10 metrene.



Figur 9.1. Dyreplankton i Kolbotnvatnet 1983-89. Øverst: total biomasse og fordeling mellom hovedgruppene. Nederst: utvikling av de viktigste artene.

LITTERATUR

- Blakar, J.A. 1978. A simple water and plankton sampler. *Freshwat. Biol.* 8, 533-537.
- Brettum, P., Rognerud, S., Skogheim, O. og Laake, M. 1975. Små eutrofe innsjøer i tettbygde strøk. NIVA A2-05. 109 s.
- Erlandsen, A.H., Brettum, P., Løvik, J.E., Markager, S. og Källqvist, T. 1988. Kolbotnvatnet. Sammenstilling av resultater fra perioden 1984-87. NIVA O-8307802. 118 s.
- Holtan, H., Brettum, P., Holtan, G. og Kjellberg, G. 1981. Kolbotnvatn med tilløp. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978-1979. NIVA O-78007. 50 s.
- Lyche, A. 1984. Plankton i innsjøer langs en trofigradient. En regional undersøkelse av samfunnsstrukturen i fytoplankton og zooplankton i 20 innsjøer i Oslo-området. Cand.real. oppgave i limnologi, Univ. i Oslo.
- Palm, H.C., Vatne, B.H., Krog, R. og Høiberg, J. 1983. Simulering av oksygenutviklingen i en innsjø i dyplagene under sommerstagnasjonen med praktisk utforming for Kolbotnvatnet. Prosjektoppgave INI53, Inst. for Informatikk, Universitetet i Oslo.
- Ripl, W. 1976. Biochemical oxidation of polluted lake sediment with nitrate - a new lake restoration method. *Ambio*, 5,3.

VEDLEGG

Medianverdier av fosfor- og nitrogenkomponenter (mg/m³) i Augestadbekken og Skredderstubekken 1978-89. Verdiene for 1978 og 1979 er vurdert samlet.

Augestadbekken

	Total P	Fosfat-P	Total-N	Nitrat-N	Ammonium-N
1978/79	960	900	8500	920	-
1983	900	545	8050	1400	-
1984	490	320	5100	1200	3000
1985	80	58	2300	1374	187
1986	69	44	2909	1798	145
1987	79	42	2540	1537	108
1988	140	75	3001	1434	190
1989	83	60	2300	1600	64

Skredderstubekken

	Total P	Fosfat-P	Total-N	Nitrat-N	Ammonium-N
1978/79	205	188	3355	2325	-
1985	63	45	3009	2253	35
1986	140	82	3240	2131	186
1987	101	48	2892	2041	169
1988	89	47	2700	1698	161
1989	76	35	2450	1575	38

AUGESTADBEKKEN 1988

DATO	TOTP µg/l	PO ₄ PF µg/l	TOTN µg/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l
880216	210.0	120.0	2900	1275	443
880419	450.0	160.0	3600	1700	740
880506	680.0	445.0	9000	1365	2590
880519	1400.0	1030.0	9000	640	6600
880613	210.0	145.0	3000	1435	1110
880628	135.0	59.0	3900	3200	114
880721	91.0	62.0	2600	1750	78
880809	85.0	57.5	2000	1445	67
880830	140.0	75.0	3200	1900	190
880919	69.0	2.0	1900	1340	129
881018	83.0	51.0	1900	1310	76
MIN	69.0	2.0	1900	640	67
MAX	1400.0	1030.0	9000	3200	6600
MIDDEL	323.0	200.6	3909.1	1578.2	1103.4
MEDIAN	140.4	74.6	3001.0	1434.0	190.4
ST.AVVIK	403.8	299.4	2602.1	629.5	1973.2
ANT.OBS	11	11	11	11	11

AUGESTADBEKKEN 1989

DATO	TOTP µg/l	PO ₄ PF µg/l	TOTN µg/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l
890410	65.0	30.5	2600	1800	71
890503	49.0	39.5	1800	1325	57
890523	85.0	47.0	2300	1500	
890613	87.0	59.0	2800	1700	
890704	100.0	70.0	2300	1600	
890725	89.0	70.0	2300	1600	
890815	85.0	43.0	1800	1330	
890905	76.0	60.0	2000	1475	
890926	81.0	65.0	2800	2300	
891017	77.0	60.0	2700	2150	
MIN	49.0	30.5	1800	1325	57
MAX	100.0	70.0	2800	2300	71
MIDDEL	79.4	54.4	2340.0	1678.0	64.0
MEDIAN	83.0	59.5	2300.0	1600.2	64.0
ST.AVVIK	14.1	13.6	383.6	325.9	9.9
ANT.OBS	10	10	10	10	2

SKREDDERSTUBEKKEN 1988

DATO	TOTP µg/l	PO ₄ PF µg/l	TOTN µg/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l
880216	91.0	68.0	2200	1465	194
880419	86.0	46.0	2600	1800	87
880506	86.0	36.5	2300	1450	90
880519	210.0	130.0	4700	1220	1890
880613	89.0	47.0	3800	2250	990
880628	230.0	94.5	3500	1800	610
880721	95.0	64.0		2150	109
880809	140.0	90.5	2800	1700	162
880830	82.0	45.0	2100	1455	54
880919	76.0	39.0	12500	8850	500
881018	82.0	35.5	2300	1700	30
MIN	76.0	35.5	2100	1220	30
MAX	230.0	130.0	12500	8850	1890
MIDDEL	115.2	63.3	3880.0	2349.1	428.7
MEDIAN	89.0	47.0	2699.6	1697.8	161.3
ST.AVVIK	54.7	30.3	3143.2	2177.6	569.9
ANT.OBS	11	11	10	11	11

SKREDDERSTUBEKKEN 1989

DATO	TOTP µg/l	PO ₄ PF µg/l	TOTN µg/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l
890410	69.0	31.5	2600	1750	52
890503	50.0	23.5	2100	1450	24
890523	67.0	26.0	2000	1350	
890613	55.0	34.0	2600	1500	
890704	160.0	95.0	2900	1650	
890725	86.0	31.0	1700	1360	
890815	90.0	39.5	2100	1500	
890905	83.0	41.0	2400	1650	
890926	165.0	40.5	3300	2450	
891017	55.0	35.5	2500	1900	
MIN	50.0	23.5	1700	1350	24
MAX	165.0	95.0	3300	2450	52
MIDDEL	88.0	39.7	2420.0	1656.0	38.0
MEDIAN	76.0	34.8	2449.9	1574.7	38.0
ST.AVVIK	41.6	20.3	468.6	328.5	19.8
ANT.OBS	10	10	10	10	2

KOLBOTNVATN 1988

Verdi av TEMPERATUR (°C)

Dato	0302	0412	0504	0519	0609	0628	0721	0809	0831	0919	1018	Middel
DYP meter												
0.5		1.60	4.90	13.90	16.50	25.00	22.80	21.00	16.60	14.90	10.50	14.77
1.0		1.70	4.80	13.70		24.90		20.40	16.60	14.90	10.50	13.44
2.0	3.10	2.10	4.80	13.00	14.70	22.60	20.90	19.30	16.60	14.50	10.50	12.92
3.0			5.10									5.10
4.0	3.80	3.00	5.10	8.30	14.50	15.20	19.20	17.80	16.50	14.40	10.50	11.66
5.0			5.10									5.10
6.0	3.90	3.00	5.00	7.60	12.20	12.10		17.00	16.20	14.30	10.50	10.18
8.0	3.90	3.10	5.00	7.30	11.80	11.70	17.50	14.90	16.00	14.20	10.50	10.54
10.0	3.90	3.10	5.00	7.20		11.60		14.70	14.00	14.20	10.50	9.36
11.0										13.90		13.90
12.0	3.90	3.30	5.00	7.00	11.80	11.50		12.70	13.00	13.00	10.40	9.16
14.0	4.00	3.30	5.00	7.00		11.30		11.60	11.80	12.00	10.30	8.48
15.0	4.00	3.40	5.00	7.00	11.70	11.20	13.60	11.10	11.10	11.20	10.30	9.05
16.0	4.20	3.70	4.90	7.00		11.00		11.00	10.90	10.50	10.20	8.16
17.0	4.50	3.80	4.80	7.00		11.00		10.80	10.60	10.50		7.87
18.0	4.90	4.00	4.80	6.90	11.40	10.40	12.40	10.50	10.50	10.50	10.20	8.77
Middel	4.01	3.01	4.95	8.68	13.07	14.58	17.73	14.83	13.88	13.07	10.41	10.75

KOLBOTNVATN 1989

Verdi av TEMPERATUR (°C)

Dato	0410	0502	0523	0613	0704	0725	0815	0905	0926	1017	Middel
DYP meter											
0.0	4.20	6.50	11.80	19.80	16.30	19.00					12.93
0:4	4.20	6.40								10.30	6.97
0.1							17.80	16.00		10.30	14.70
1.0	4.20	6.40	11.70	17.30	15.20	18.50	17.80	15.50	14.30	10.30	13.12
2.0	4.20	6.40	11.60	15.80	15.00	17.50	17.90	15.50	14.30	10.30	12.85
4.0	4.20	6.30	11.40	13.90	15.00	17.00	17.90	15.50	14.20	10.30	12.57
6.0	4.20	6.30	11.10	12.80	14.70	17.00	17.90	15.50	14.20	10.30	12.40
8.0	4.20	6.30	11.00	12.20	14.50	17.00	17.90	15.50	14.20	10.30	12.31
10.0	4.20	6.30	10.90	11.80	14.30	17.00	17.90	15.50	14.20	10.30	12.24
12.0	4.20	6.30	10.90	11.40	14.30	17.00	17.90	15.50	14.20	10.30	12.20
14.0	4.20	6.30	10.70	11.20	14.20	17.00	17.90	15.50	14.20	10.30	12.15
15.0	4.20	6.20	10.60	11.10	14.20	17.30	17.90	15.50	14.20	10.30	12.15
16.0	4.20	6.20	10.50	11.00	14.10	17.00	17.90	15.50	14.20	10.30	12.09
18.0	4.20	6.20	10.10	11.00	11.50	16.00	17.90	15.30	14.20	10.30	11.67
Middel	4.20	6.32	11.02	13.28	14.44	17.28	17.88	15.53	14.22	10.30	12.45

KOLBOTVATN 1988Verdi av OKSYGEN (mgO₂/l)

Dato	0302	0504	0519	0721	0809	0831	0919	1018	Midde1
DYP meter									
0.5		11.40	14.70	16.00	17.20	10.00	9.00	5.50	11.97
1.0		10.60	14.80		17.20	10.00	8.80	5.40	11.13
2.0	6.30	9.90	14.80	14.20	16.80	10.00	8.25	5.20	10.68
3.0		9.90							9.90
4.0	5.80	9.60	11.10	7.30	1.80	9.60	8.20	5.00	7.30
5.0		9.40							9.40
6.0	5.60	9.00	9.40		0.20	7.30	7.80	5.00	6.33
8.0	5.30	9.00	8.70	5.00	0.20	3.60	7.70	4.80	5.54
10.0	4.90	8.90	8.60		0.20	0.35	7.10	4.85	4.99
11.0							3.30		3.30
12.0	4.00	8.90	8.30	4.50	0.20	0.30	0.25	4.80	3.91
14.0	3.50	8.70	8.20		0.20	0.30	0.20	4.90	3.71
15.0	2.55	8.60	7.70	4.10	0.17	0.30	0.17		3.37
16.0	0.70	8.30	7.60		0.15	0.35	0.15	4.75	3.14
17.0	0.55	8.20	6.90		0.15	0.35	0.15		2.72
18.0	0.45	7.80	5.90	3.80	0.15	0.35	0.15	4.95	2.94
Midde1	3.60	9.21	9.75	7.84	4.20	4.06	4.37	5.01	6.01

KOLBOTNVATN 1989Verdi av OKSYGEN (mgO₂/l)

Dato	0410	0502	0523	0613	0704	0725	0815	0905	0926	1017	Midde1
DYP meter											
0.0	11.90	14.20	13.30	16.10	11.70	13.20					13.40
0.1							9.50	10.30		9.30	9.70
1.0	11.90	13.80	13.20	18.00	11.00	12.90	9.40	9.70	8.80	9.20	11.79
2.0	11.90	13.60	13.20	17.20	10.40	11.50	9.30	9.40	8.80	9.20	11.45
4.0	11.90	13.60	13.00	12.60	9.30	10.80	9.20	9.35	8.80	9.20	10.77
6.0	11.90	13.40	12.80	10.20	8.40	10.40	9.20	9.30	8.80	9.30	10.37
8.0	12.00	13.10	12.50	9.40	8.15	10.20	9.20	9.25	8.80	9.30	10.19
10.0	12.00	13.20	12.40	8.70	8.00	10.20	9.20	9.10	8.80	9.10	10.07
12.0	12.00	13.20	12.40	8.70	7.90	10.20	9.10	9.10	8.80	9.10	10.05
14.0	12.00	13.20	12.00	7.70	7.80	10.30	9.15	9.10	8.80	9.10	9.92
15.0	12.00	13.00	11.80	7.00	7.70	10.00	9.10	9.10	8.80	9.10	9.76
16.0	12.00	13.00	11.80	6.30	7.30	10.00	9.00	9.10	8.80	9.00	9.63
18.0	12.20	13.00	10.80	5.40	0.50	5.40	9.00	8.80	8.70	9.00	8.28
Midde1	11.98	13.36	12.43	10.61	8.18	10.42	9.20	9.30	8.79	9.16	10.34

KOLBOTNVATN 1988

DATO	SIKTEDYP (m)	FARGE (visuell)
12.04	2.1	brunlig gul
04.05	1.4	brunlig gul
19.05	2.9	brunlig gul
09.06	2.8	grønlig gul
28.06	1.6	gullig grønn
21.07	1.1	gullig grønn
09.08	1.5	gullig grønn
31.08	1.95	gullig grønn
19.09	2.4	gullig grønn
18.10	2.1	gullig grønn

KOLBOTNVATN 1989

DATO	SIKTEDYP (m)	FARGE (visuell)
10.04	3.3	gulgrønn
02.05	2.7	gul
23.05	2.0	grønnlig gul
13.06	1.1	grønnlig gul
04.07	1.1	gullig grønn
25.07	1.0	brungul
15.08	0.7	grålig gul
05.09	0.6	gul
26.09	0.6	gullig grønn
17.10	0.5	grålig grønn

KOLBOTNVATN

År, Dyp = 1988 0:4.0

Dato	KLFA µg/l	KOND mS/m	ALK45 mmol/l	FE myg/l	MN mg/l	NA mg/l	K mg/l	CA mg/l	MG mg/l	CL mg/l	SO ₄ mg/l
880302											
880412	6.99			91.0	30.4						
880504	66.30	20.80	0.988	89.0	150.0	10.10	3.39	22.20	2.89	15.0	23.0
880519	12.70										
880609	13.90										
880628	33.10										
880721	57.80										
880809	43.30										
880831	33.10										
880919	33.60										
881018	17.60										

KOLBOTNVATN

År, Dyp = 1988 15.0

Dato	O ₂ F mg/l	H ₂ SS mgS/l	FE myg/l	MN mg/l
880302	1.82			
880412	1.43		73.0	120.0
880504	8.09		91.0	160.0
880519	7.93			
880609	8.84			
880628	1.06			
880721				
880809	0.14			
880831	0.07			
880919		0.64		
881018	4.98			

KOLBOTNVATN

År, Dyp = 1988 18.0

Dato	O ₂ F mg/l	H ₂ SS mgS/l	FE myg/l	MN mg/l
880302	0.29			
880412	0.32		107.0	770.0
880504	7.54		96.0	170.0
880519				
880609				
880628		0.12		
880721				
880809				
880831				
880919				
881018				

KOLBOTNVATN

År, Dyp = 1989 0:4.0

Dato	KLFA µg/l	KOND mS/m	ALK45 mmol/l	NA mg/l	K mg/l	CA mg/l	MG mg/l	CL mg/l	S04 mg/l
890410	9.78	20.10	1.06	9.90	3.43	4.43	2.85	17.0	28.0
890502	15.80								
890523	17.20								
890613	54.65								
890704	10.93								
890725	42.69								
890815	58.98								
890905	70.00								
890926	90.90								
891017	86.50								

KOLBOTNVATN

År, Dyp = 1989 15.0

Dato	O2F mg/l	KLFA µg/l
890410	12.00	
890502	12.26	12.95
890523	11.30	
890613	7.05	
890704	7.34	
890725	9.12	
890815	8.97	
890905	8.93	
890926	9.14	
891017	8.83	

KOLBOTNVATN

År, Dyp = 1989 18.0

Dato	KLFA µg/l
890410	
890502	10.34
890523	
890613	
890704	
890725	
890815	
890905	
890926	
891017	

KOLBOTNVATN 1988 0-4 meter

DATO	TOTP µg/l	PO ₄ PF µg/l	TOTN µg/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l
880302	64.0	46.5	1400	840	
880412	61.0	28.5	1500	920	
880504	10.0	1.5	1600	690	
880519	30.5	1.0	1200	405	
880609	43.5	3.5	1200	510	
880628	64.0	9.0	1000	177	
880721	50.0	1.0	800	21	
880809	31.0	1.0	1100	<1	9
880831	39.0	<0.5	800	3	14
880919	52.0	<0.5	800	84	26
881018	82.0	35.0	1100	265	232
MIN	10.0	<0.5	800	<1	9
MAX	82.0	46.5	1600	920	232
MIDDEL	47.9	<11.6	1136.4	<356.0	70.2
MEDIAN	50.0	1.5	1099.8	265.0	20.1
ST. AVVIK	20.0	~16.8	280.3	~341.6	108.1
ANT.OBS	11	11	11	11	4

KOLBOTNVATN 1988 15 meter

DATO	TOTP µg/l	PO ₄ PF µg/l	TOTN µg/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l
880302	73.0	60.5	1400	970	
880412	88.0	67.0	1800	1145	
880504	11.0	2.5	1500	750	
880519	49.5	17.0	1500	720	
880609	33.5	10.5	1200	530	
880628	100.0	82.0	1400	730	
880721	240.0	210.0	1300	605	
880809	240.0	220.0	1300	119	540
880831	390.0	370.0	1800	12	1020
880919	450.0	390.0	2100	74	1180
881018	90.0	42.0	1100	265	277
MIN	11.0	2.5	1100	12	277
MAX	450.0	390.0	2100	1145	1180
MIDDEL	160.5	133.8	1490.9	538.2	754.2
MEDIAN	90.0	66.8	1400.2	605.5	780.1
ST. AVVIK	148.8	142.0	298.2	376.4	418.6
ANT.OBS	11	11	11	11	4

KOLBOTNVATN 1988 18 meter

DATO	TOTP µg/l	PO ₄ PF µg/l	TOTN µg/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l
880302	115.0	68.5	1600	510	
880412	100.0	80.0	1700	610	
880504	10.0	2.0	1500	760	
880519	70.0	33.0	1500	695	
880609	44.5	16.5	1300	510	
880628	465.0	320.0	1800	19	
880721	110.0	83.0	1500	245	
880809	470.0	445.0	1900	41	1110
880831	760.0	725.0	2800	3	1910
880919	780.0	560.0	5600	2250	2050
881018	97.0	42.5	1200	245	311
MIN	10.0	2.0	1200	3	311
MAX	780.0	725.0	5600	2250	2050
MIDDEL	274.7	216.0	2036.4	535.3	1345.2
MEDIAN	110.3	80.3	1598.0	510.0	1509.8
ST. AVVIK	290.7	254.5	1255.6	631.3	804.3
ANT. OBS	11	11	11	11	4

KOLBOTNVATN 1989 0-4 meter

DATO	TOTP µg/l	PO4PF µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l
890410	48.0	22.5	1000	505
890502	48.0	16.5	1000	445
890523	51.0	1.0	1000	350
890613	46.0	1.0	1000	43
890704	62.0	<0.5	1000	89
890725	73.0	<0.5	800	2
890815	95.0	1.5	900	<1
890905	93.0	<0.5	1000	<1
890926	98.0	<0.5	1100	<1
891017	115.0	1.0	1300	<1
MIN	46.0	<0.5	800	<1
MAX	115.0	22.5	1300	505
MIDDEL	72.9	<4.6	1010.0	<143.8
MEDIAN	67.5	1.0	999.8	22.5
ST.AVVIK	25.5	~8.0	128.7	~205.1
ANT.OBS	10	10	10	10

KOLBOTNVATN 1989 15 meter

DATO	TOTP µg/l	PO4PF µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l
890410	50.0	24.5	1100	500
890502	41.0	13.0	1000	435
890523	39.0	4.0	900	345
890613	62.0	40.0	1200	300
890704	58.0	0.5	900	153
890725	78.0	<0.5	800	<1
890815	95.0	0.5	800	<1
890905	97.0	0.5	1300	<1
890926	99.0	1.0	1100	<1
891017	115.0	1.0	1200	<1
MIN	39.0	<0.5	800	<1
MAX	115.0	40.0	1300	500
MIDDEL	73.4	<8.6	1030.0	<173.8
MEDIAN	70.0	1.0	1050.0	76.9
ST.AVVIK	27.0	~13.6	176.7	~202.6
ANT.OBS	10	10	10	10

KOLBOTNVATN 1989 18 meter

DATO	TOTP µg/l	P04PF µg/l	TOTN µg/l	N03N µg/l
890410	43.0	22.5	1000	480
890502	33.0	13.0	1000	435
890523	43.0	9.0	1100	345
890613	92.0	68.0	1300	275
890704	235.0	140.0	1700	152
890725	88.0	<0.5	900	<1
890815	95.0	<0.5	900	<1
890905	95.0	<0.5	1000	<1
890926	96.0	<0.5	1100	<1
891017	110.0	0.5	1300	<1
MIN	33.0	<0.5	900	<1
MAX	235.0	140.0	1700	480
MIDDEL	93.0	<25.5	1130.0	<169.2
MEDIAN	93.5	4.7	1049.9	76.5
ST.AVVIK	56.9	~45.3	245.2	~197.5
ANT.OBS	10	10	10	10

Tabell Kvantitative planteplanktonprøver fra: Kolbotnvatn
 Volue m³/m³

GRUPPER/ARTER	Dato=>	880302	880412	880504	880519	880628	880721	880809	880831	880919	881018
Cyanophyceae (Blågrønnalger)											
Achroonema sp.	-	2.0	-	-	-	-	-	-	6.0	4.0	-
Anabaena solitaria f. planctonica	-	-	-	-	1459.3	196.0	-	-	-	-	-
Anabaena tenebricaulis	-	-	-	-	47.9	-	-	59.9	145.2	14.5	-
Aphanothece sp.	-	-	-	-	-	3.6	54.5	-	-	-	-
Microcystis aeruginosa	-	-	-	-	194.6	375.7	-	20.0	-	-	-
Oscillatoria agardhii	-	-	-	-	-	-	-	21.8	188.8	246.8	275.9
Sum	-	2.0	-	-	1701.8	575.4	76.2	274.6	396.0	290.4	-
Chlorophyceae (Grønnalger)											
Ankistrodesmus falcatus	-	1.6	1.1	-	-	-	-	2.2	2.2	-	-
Carteria sp. (i=12-15)	2.2	15.2	10.9	-	-	-	-	-	2.2	-	-
Chlamydomonas sp. (i=6)	.8	3.3	-	-	-	-	-	-	1.6	-	-
Chlamydomonas sp.3 (i=12)	-	8.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Closterium limneticum	-	-	-	5.0	-	-	5.0	6.3	-	-	25.0
Coelastrum sphaericum	-	-	-	-	52.3	98.0	281.0	330.0	1182.7	398.6	-
Cosmarium cf. margaritifera	-	-	-	-	348.5	363.0	-	18.0	-	-	-
Cosmarium pygmaeum	-	-	-	-	-	-	4	29.2	118.9	62.6	-
Cosmarium sp. (b=15-20)	-	-	-	-	-	-	-	10.9	-	-	-
Cosmarium subcostatum	-	-	-	-	21.8	-	254.1	-	-	-	60.0
Dictyosphaerium pulchellum	-	-	-	34.0	2257.6	2831.4	22.7	-	117.0	205.7	-
Gyrodinium cordiformis	-	-	7.6	-	-	-	7.6	15.2	15.2	11.4	-
Kirchneriella obesa	-	-	-	.8	-	-	-	-	2.2	-	-
Koliella longiseta	-	-	2.2	-	-	-	-	-	-	-	-
Koliella sp.	-	.5	-	.3	-	-	-	-	-	-	-
Lobomonas sp.	-	21.8	-	-	-	-	-	-	25.4	-	-
Microcystium pusillum	5.7	6.6	7.6	13.2	-	-	3.8	118.9	62.3	22.7	-
Monoraphidium griffithii	-	-	-	-	-	-	.7	-	-	-	-
Monoraphidium minutum	-	-	-	-	23.2	23.2	6.4	33.1	26.1	2.3	-
Nephrocystium lunatum	-	-	-	-	.9	22.5	112.5	20.2	24.5	-	-
Oocystis cf. parva	-	-	-	-	4.4	8.7	4.4	152.5	8.7	-	-
Oocystis lacustris	-	-	-	-	82.8	-	13.8	-	-	-	-
Pandorina morum	14.5	21.8	188.8	1969.3	348.5	-	-	-	58.1	-	-
Pediastrum borvianum	-	-	-	-	-	-	30.0	20.0	15.0	-	-
Pediastrum duplex	-	-	-	-	-	90.8	-	-	30.0	-	-
Quadricoccus ellipticus	-	-	-	-	-	-	5.7	9.8	2.5	-	-
Scenedesmus acuminatus	-	-	-	-	78.4	8.7	4.4	191.7	30.5	43.6	-
Scenedesmus arcuatus	-	-	-	-	-	-	34.8	-	159.7	36.3	-
Scenedesmus quadricauda	-	-	14.5	-	-	14.5	47.2	7.3	14.5	40.7	-
Scenedesmus spp.	-	-	.5	-	-	-	1.6	.8	-	1.6	-
Staurastrum paradoxum	-	-	-	-	-	45.4	108.9	72.6	18.2	20.0	-
Tetraedron minus v. scrobiculatum	-	-	-	-	9.8	8.2	9.8	3.3	1.6	-	-
Trebauria triappendiculata	-	-	-	1.1	8.7	-	2.2	1.6	2.2	-	-
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	-	-	-	160.1	-	-	-	.4	25.4	-	-
Sum	23.2	79.5	218.1	2198.8	3236.8	3514.4	959.1	1047.7	1940.7	930.5	-
Chrysophyceae (Gullalger)											
Craspedomonader	-	-	-	-	-	37.8	-	-	6.1	1.4	-
Dinobryon suecicum	-	.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mallomonas akrokomos (v. parvula)	-	-	-	-	-	-	-	-	.7	-	-
Phaeaster aphanaster	-	-	7.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sea chrysoomonader (x7)	-	105.7	37.8	32.6	21.2	293.5	11.8	24.5	35.4	74.1	-
Store chrysoomonader (x7)	-	87.3	160.4	4.7	47.2	-	59.0	51.9	42.5	-	-
Synura sp. (i=9-11, b=8-9)	-	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum	-	193.4	207.9	37.3	68.4	331.3	70.8	76.4	84.7	75.5	-
Bacillariophyceae (Kiselalger)											
Asterionella formosa	10.0	16.0	175.7	211.6	-	-	-	-	219.6	-	-
Cyclotella cf. coata	-	-	34.8	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella meneghiniana	-	-	-	-	-	-	-	12.0	653.4	2359.5	-
Cyclotella sp. (d=8-12, h=5-7)	-	-	-	-	-	-	2.9	43.6	-	-	-
Diatoma elongata	8.3	6.3	1125.3	20.9	-	-	-	-	10.9	-	-
Fragilaria cf. capucina	-	-	-	-	-	30.5	-	-	-	-	-
Fragilaria crotonensis	-	-	-	682.8	443.2	-	-	16.0	610.9	-	-
Nitzschia gracilis	-	-	2.9	-	-	-	-	-	38.1	-	-
Stephanodiscus hantzschii v. pusillum	22.9	698.8	16894.2	17.8	-	-	-	-	-	-	-
Synedra acus v. angustissima	-	-	-	-	-	-	-	-	5.3	25.4	-
Synedra acus v. radians	-	-	-	-	-	261.4	95.8	61.0	-	-	-
Synedra sp. (i=70-100)	-	-	7.3	-	-	-	-	-	-	-	-
Synedra sp.1 (i=40-70)	-	-	-	-	-	-	-	8.7	-	-	-
Sum	41.2	721.0	18240.0	250.3	682.8	735.1	98.7	141.2	1538.3	2384.9	-
Cryptophyceae											
Cryptaulax vulgaris	-	-	2.2	-	-	9.1	-	-	-	-	-
Cryptomonas cf. erosa	-	50.8	162.6	-	-	-	609.8	503.1	924.9	71.1	-
Cryptomonas sp. (i=18-22)	-	-	36.3	-	-	-	348.5	235.2	461.7	43.6	-
Cryptomonas spp. (i=24-30)	-	14.5	551.8	-	72.6	348.5	1045.4	-	-	-	-
Cyathomonas truncata	-	-	-	-	2.0	-	2.9	3.9	1.5	2.0	-
Katablepharis ovalis	-	3.9	36.6	4.6	58.8	34.0	91.5	42.5	20.3	9.8	-
Rhodomonas lacustris (fv. nannoplantctica)	-	43.6	408.0	14.5	357.2	355.7	1976.2	347.8	261.4	49.9	-
Rhodomonas lens	-	-	-	-	-	-	145.2	35.6	39.9	-	-
Sum	-	112.8	1197.5	19.1	490.6	747.3	4219.6	1168.1	1709.8	176.4	-
Dinophyceae (Fureflagellater)											
Gyrodinium cf. lacustre	-	-	-	6.5	13.1	5.8	72.6	37.8	5.8	-	-
Gyrodinium sp. (28425)	-	-	-	-	119.8	-	-	-	-	-	-
Gyrodinium sp.1 (i=14-15)	-	-	-	-	-	-	26.1	8.7	61.0	-	-
Peridinium aciculiferum	-	-	-	-	-	-	-	6.0	-	-	-
Peridinium sp. (i=18-21)	-	-	108.9	-	-	-	-	-	-	-	-
Peridinium sp. (28424)	-	-	-	-	-	-	-	80.6	33.0	-	-
Peridinium sp. (i=13-14)	-	-	-	-	-	-	65.3	-	-	-	-
Sum	-	-	108.9	6.5	132.9	5.8	164.1	133.1	99.8	-	-
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)											
Goniochloris smithii	-	-	-	-	-	-	-	8.7	-	2.9	-
Sum	-	-	-	-	-	-	-	8.7	-	2.9	-
Mv-alger											
Sum	-	7.2	-	-	-	14.5	2.5	-	-	-	-
Total		64.4	1116.0	19973.0	2512.0	6213.4	5923.8	5590.9	2849.9	5769.1	3860.6

Tabell Kvantitative planteplanktonprøver fra: Kolbotnvatn (bl.pr.0-4 m dyp)
 Volua mm³/m³

GRUPPER/ARTER	Dato>	890410	890502	890523	890613	890704	890725	890815	890905	890926	891017
Cyanophyceae (Blågrønnalger)											
Achrooema sp.	-	-	-	-	10.0	25.0	28.0	5.0	4.0	10.0	4.0
Anabaena cf. circinalis	-	-	-	-	-	-	64.8	-	-	-	-
Anabaena cf. tenericulis	-	-	-	44.7	-	-	-	-	-	-	-
Anabaena solitaria f. planctonica	-	-	-	-	216.0	27.6	-	-	-	-	-
Aphanizomenon flos-aquae	-	-	-	-	766.7	-	-	-	-	-	-
Oscillatoria agardhii	7.3	58.1	43.6	1168.9	856.7	9612.2	1640.8	16444.0	51706.0	38246.0	-
Oscillatoria agardhii v. isothrix	-	-	-	-	152.5	243.9	-	-	-	-	-
Sum	7.3	58.1	43.6	1223.6	2016.8	9976.4	1645.8	16448.0	51716.0	38250.0	-
Chlorophyceae (Grønnalger)											
Ankistrodesmus falcatus	.9	-	-	.5	-	2.2	-	-	-	-	-
Chlamydomonas sp. (l=12)	26.1	-	43.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Closterium acutum v. variable	-	-	-	3.6	5.4	25.4	23.6	-	3.6	10.9	-
Closterium limneticum	-	3.3	9.1	9.1	-	-	-	-	-	36.3	-
Coelastrum cf. sphaericum	3.3	9.8	13.1	32.7	19.6	32.7	9.8	58.8	-	-	-
Cosmarium depressum	-	-	-	-	18.2	36.3	-	-	-	-	-
Cosmarium pygmaeum	-	-	-	.5	-	-	-	-	-	-	-
Cosmarium sp. (b=15)	-	-	-	3.6	-	-	-	-	-	-	-
Crucigenia quadrata	3.3	6.5	112.7	36.3	19.6	5.4	1.5	-	.5	-	-
Dictyosphaerium pulchellum	-	68.0	188.8	1695.1	1529.0	.9	.9	-	-	-	-
Elakatothrix viridis	-	-	1.1	3.6	-	-	-	-	-	-	-
Byronites cordiformis	3.6	-	3.6	-	-	-	6.5	9.8	3.3	9.8	-
Kirchneriella sp.	-	-	-	2.9	-	-	-	-	-	-	-
Koliella longiseta	.7	-	-	-	-	-	-	1.1	.9	-	-
Lobomonas sp.	243.9	-	432.0	12.3	-	-	-	-	-	12.3	-
Monoraphidium griffithii	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Monoraphidium minutum	-	.8	1.7	29.9	65.3	12.3	7.1	.8	.6	1.2	-
Oocystis lacustris	-	-	-	6.5	-	-	-	-	-	-	-
Oocystis parva	2.9	-	1.8	4.4	8.7	2.9	-	-	.5	-	-
Pandorina norue	144.8	274.4	991.0	14.5	-	-	-	-	-	-	-
Paramastix confera	-	1.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Guadricoccus ellipticus	3.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Scenedesmus acuminatus	-	2.9	-	104.5	10.9	29.0	-	-	-	-	-
Scenedesmus quadricauda	5.8	10.9	-	29.0	29.0	29.0	25.4	14.5	-	3.6	-
Scenedesmus spp.	-	-	-	4.4	2.2	-	-	-	-	-	-
Staurastrum paradoxum	-	10.9	-	217.8	21.8	5.4	7.3	10.9	7.3	-	-
Staurastrum sp.	-	-	-	43.6	-	-	-	-	-	-	-
Tetraedron minimum	-	-	-	-	-	.9	-	-	-	-	-
Trebauria triappendiculata	-	-	1.1	-	.5	-	-	-	-	-	-
Sum	438.6	391.1	1799.5	2250.7	1732.4	184.7	82.1	95.9	29.0	61.8	-
Chrysophyceae (Gullalger)											
Chrysochromulina parva	20.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Craspedomonaster	23.1	-	-	-	-	9.2	9.4	3.5	6.6	-	-
Phaeaster aphanaster	6.5	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Saå chrysoomonaster (??)	69.8	34.0	18.9	67.5	14.2	-	19.8	18.4	9.9	7.6	-
Store chrysoomonaster (??)	-	17.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum	119.8	53.6	18.9	67.5	14.2	9.2	29.3	21.9	16.5	7.6	-
Bacillariophyceae (Kiselalger)											
Asterionella formosa	111.8	279.5	39.9	7.3	-	7.3	3.6	7.3	10.9	9.1	-
Cyclotella meneghiniana	-	-	-	29.0	-	-	-	-	-	-	-
Cyclotella sp. 6 (d=20)	-	-	29.0	-	-	-	72.6	-	-	-	-
Diatoma elongata	65.3	13.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fragilaria crotonensis	-	5.4	25.4	39.9	43.6	43.6	-	-	-	-	-
Melosira ambigua	-	94.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Melosira granulata v. angustissima	8.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mitzschia sp. (l=40-50)	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-
Stephanodiscus astraea	-	-	-	-	-	-	-	-	141.6	94.4	-
Stephanodiscus hantzschii v. pusillus	467.5	640.3	33.0	45.7	45.7	77.5	7.6	5.1	10.9	5.4	-
Synedra acus v. angustissima	-	9.1	21.8	-	-	18.2	9.1	-	36.3	-	-
Synedra sp. (l=70-100)	-	-	4.2	128.9	181.5	7.3	-	-	-	12.5	-
Synedra sp. 1 (l=40-70)	-	1.3	15.2	84.9	85.1	-	3.8	-	-	-	-
Sum	653.4	1043.5	169.7	335.8	355.9	153.7	96.7	12.3	199.7	121.4	-
Cryptophyceae											
Cryptomonas cf. erosa	167.7	718.7	127.8	39.9	16.0	24.0	-	31.9	16.0	-	-
Cryptomonas sp. (l=22-25)	-	476.4	-	-	-	-	5.4	10.9	54.5	43.6	-
Cryptomonas spp. (l=25-32)	490.1	27.2	163.4	145.2	-	163.4	-	-	-	-	-
Cyathomonas truncata	10.8	-	-	-	-	-	-	2.0	1.0	1.0	-
Katoblepharis ovalis	32.7	9.8	46.4	18.9	28.7	2.3	18.9	41.2	21.6	24.5	-
Rhodomonas lacustris (+v. nannoplantica)	100.7	283.1	284.1	91.7	680.6	64.0	20.4	11.8	9.1	6.8	-
Rhodomonas lens	21.8	14.5	-	-	-	-	-	-	-	5.4	-
Sum	823.7	1529.8	621.6	295.7	725.4	253.6	44.8	97.8	102.0	81.3	-
Dinophyceae (Fureflagellater)											
Gymnodinium sp. 1 (l=16-18)	76.2	92.6	30.5	10.9	141.6	419.3	76.2	76.2	-	-	-
Peridinium aciculiferum	-	-	-	-	21.8	-	-	-	-	-	-
Peridinium sp. (l=25)	98.0	-	-	17.3	69.0	103.5	-	-	-	-	-
Peridinium sp. 1 (l=15-17)	-	-	-	-	18.0	-	-	-	-	-	-
Sum	174.2	92.6	30.5	28.2	210.5	562.5	76.2	76.2	-	-	-
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)											
Goniochloris smithii	-	-	-	4.4	17.4	-	-	4.4	4.4	-	-
Sum	-	-	-	4.4	17.4	-	-	4.4	4.4	-	-
Euglenophyceae											
Trachelomonas volvocina	-	14.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum	-	14.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
My-alger											
Sum	7.3	6.8	3.6	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	2224.4	3189.6	2687.4	4205.9	5072.6	11138.0	1974.7	16757.0	52068.0	38523.0	-

Tabell Forekomst av dyreplankton i Kolbotnvatnet i 1986 uttrykt som antall individer $\times 10^3$ og mg tørrvekt pr. m^2 (0-18m).

Art	Dato	7.5	15.5	3.6	16.6	2.7	14.7	5.8	25.8	15.9	2.10	16.10	5.11
Hoppkrepser (Copepoda)													
Eudiaptomus gracilis	103.7	65.3	65.9	136.9	168.4	49.2	3.3	8.4	7.7	3.8	5.8	2.3	
Cyclops strenuus	83.6	63.0	61.8	22.6	11.0	-	-	-	-	-	-	-	
Mesocyclops leuckarti	2.4	3.8	-	7.7	115.9	77.7	7.1	91.0	120.0	24.8	8.4	5.5	
Thermocyclops oithonoides	222.3	234.9	177.9	1989.2	998.8	1460.8	996.2	400.1	740.3	752.8	473.3	263.4	
Megacyclops spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	1.6	-	1.0	
Vannlopper (Cladocera)													
Leptodora kindtii	-	-	-	-	16.4	3.1	5.1	3.8	-	-	-	-	
Diaphanosoma brachyurum	-	-	-	-	-	-	-	1.6	-	-	-	-	
Daphnia cucullata	-	-	-	55.4	197.4	125.2	108.1	234.0	43.0	13.8	-	0.8	
Daphnia cristata	30.5	59.9	62.4	49.1	44.9	32.3	-	-	-	-	-	-	
Daphnia spp.	-	-	-	-	-	-	1.0	-	-	-	-	-	
Ceriodaphnia quadrangula	-	+	-	-	-	-	-	-	6.1	2.3	-	-	
Bosmina longirostris	4.9	3.1	34.9	236.7	3648.4	1749.5	188.9	2336.5	513.4	213.5	156.9	110.3	
Alona spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	3.8	-	0.8	
Sum krepser 10^3 ind/m^2	447.6	430.1	403.0	2497.6	5201.2	3497.8	1309.6	3075.5	1433.6	1014.9	644.4	384.1	
Hjuldyr (Rotifera)													
Brachionus calyciflorus	-	-	18.6	18.4	-	-	-	-	-	-	-	-	
Brachionus angularis	-	1.5	762.8	2083.7	10989.7	253.4	52.8	+	275.0	76.4	+	28.0	
Kellicottia longispina	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Keratella quadrata	60.6	510.0	17177.8	10959.8	1206.8	3087.4	5600.6	5910.4	46.0	-	-	79.4	
Keratella hienalis	310.0	33.4	21.0	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
Keratella cochlearis	27.1	22.7	2536.5	26326.4	17287.1	16404.5	228.5	44728.0	14359.6	32864.6	23916.6	208.4	
Asplancha priodonta	4.0	7.7	242.5	1074.0	85.4	-	-	+	15.4	145.2	599.8	606.4	
Synchaeta spp.	11.7	47.7	6757.6	1036.8	169.0	-	-	+	206.0	958.6	1164.0	71.6	
Polyarthra spp.	5.8	59.9	4337.9	903.6	-	15.4	52.8	-	190.0	2599.2	1323.6	602.2	
Pompholyx sulcata	-	-	-	-	8212.9	17341.4	1496.9	+	53.6	-	-	-	
Filinia terminalis	106.1	183.4	3118.2	9422.0	169.0	990.7	-	-	-	-	-	28.0	
Sum hjuldyr 10^3 ind/m^2	215.7	866.4	34972.9	51824.8	38119.9	38092.8	7431.6	50638.4	15145.6	36644.0	27004.0	1624.0	
Biomasse totalt mg/m^2	1007.4	870.5	4898.0	7790.4	10035.7	6230.3	2267.4	6040.5	2014.6	3101.3	2446.6	932.8	

Tabell Forekomst av dyreplankton i Kolbotnvatnet i 1988 uttrykt som antall individer $\times 10^3$ og mg tørrvekt pr. m^2 (0-18m).

Art	Dato	4.5	19.5	9.6	28.6	21.7	9.8	31.8	19.9	18.10
<u>Hoppereps</u> (Copepoda)										
Eudiaptomus gracilis		39.8	36.6	87.7	90.5	114.6	192.4	3.9	26.3	270.9
Cyclops strenuus		125.9	55.6	281.7	94.6	1.5	-	-	-	2.3
Mesocyclops leuckarti		31.7	20.5	23.3	138.2	136.3	486.0	6.0	21.7	0.8
Thermocyclops oithonoides		143.7	74.5	84.6	403.9	1396.3	1817.7	2968.7	1367.3	1569.7
Megacyclops spp.		-	-	-	9.1	-	-	-	-	-
<u>Yannlopper</u> (Cladocera)										
Leptodora kindti		-	-	-	1.5	4.6	0.8	-	-	-
Diaphanosoma brachyurum		-	-	-	-	12.9	19.0	27.6	-	-
Daphnia cucullata		1.5	6.1	9.1	181.7	131.3	292.4	398.6	322.8	302.3
Daphnia cristata		3.0	5.3	32.4	157.3	199.2	72.7	59.2	83.1	101.4
Ceriodaphnia quadrangula		-	-	-	-	2.3	1.6	1.5	6.2	-
Bosmina longirostris		23.8	74.6	661.3	1344.6	-	6.1	3.8	457.7	-
Alona spp.		-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
Sum krepsdyr 10^3 ind/m^2		369.5	273.2	1180.0	2421.4	1999.1	2888.6	3469.4	2286.6	2248.1
<u>Hjuldyr</u> (Rotifera)										
Brachionus urceolaris		-	-	-	-	-	-	-	9.2	-
Brachionus angularis		23.0	83.8	956.2	9420.8	174.8	319.4	7.6	11.7	27.1
Keratella quadrata		106.2	331.6	2394.4	717.2	693.8	425.6	805.6	787.3	241.5
Keratella hiemalis		55.0	67.7	-	-	-	-	-	-	-
Keratella cochlearis		1048.2	1601.1	1914.8	77.4	14205.2	753.6	6751.6	138.8	1405.7
Asplanchna priodonta		1.6	31.2	637.0	813.0	7.6	-	-	-	1.5
Synchaeta spp.		15.4	3678.4	15.2	30.4	-	-	-	1190.4	11.4
Polyarthra spp.		152.6	1034.8	46.0	31.2	-	7.6	-	42.5	-
Pompholyx sulcata		-	39.0	-	5.2	205.2	-	-	26.7	88.1
Filinia terminalis		236.8	468.7	69.4	15.2	-	-	-	-	-
Lecane sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	7.6
Sum hjuldyr 10^3 ind/m^2		1638.8	7336.3	6033.0	11110.4	15286.6	1506.2	7564.8	2206.6	1782.9
Biomasse totalt mg/m^2		656.2	1664.6	2255.7	5892.4	5251.0	4334.0	4355.4	2509.2	5733.3

Tabell Forekomst av dyreplankton i Kolbotnvatnet i 1987 uttrykt som antall individer $\times 10^3$ og mg tørrvekt pr. m^2 (0-18m).

Art	Dato	7.5	30.6	28.7	13.8	3.9	22.9	11.11
Hoppereps (Copepoda)								
Eudiaptomus gracilis	-	1.5	-	-	-	1.5	-	1.6
Cyclops strenuus	51.2	15.2	-	-	-	-	-	-
Mesocyclops leuckarti	11.4	61.6	343.2	252.4	1026.7	311.9	-	-
Thermocyclops oithonoides	225.3	674.2	3700.0	2119.7	2690.0	3166.7	926.0	-
Megacyclops spp.	-	-	11.2	-	-	-	-	-
Vannlopper (Cladocera)								
Leptodora kindti	-	-	3.2	1.6	-	-	-	-
Diaphanosoma brachyurum	-	-	-	1.6	0.8	-	-	-
Daphnia cucullata	-	-	9.6	81.4	118.2	99.6	2.3	-
Daphnia cristata	-	-	-	3.2	-	-	-	-
Daphnia spp.	-	-	-	-	-	3.8	-	-
Ceriodaphnia quadrangula	-	-	2.0	1.0	-	-	-	-
Bosmina longirostris	-	332.9	2205.2	7.4	13.8	345.1	10.0	-
Alona spp.	-	0.8	2.0	1.0	0.8	1.5	-	-
Sum krepsdyr 10^3 ind/ m^2	287.8	1086.2	6276.4	2469.4	3851.8	3928.6	939.8	-
Hjuldyr (Rotifera)								
Brachionus calyciflorus	-	38.4	-	-	-	-	-	-
Brachionus angularis	2.1	136.8	-	15.6	-	38.4	15.4	-
Kellicottia longispina	-	-	16.0	-	-	-	-	-
Keratella quadrata	-	348.0	16.0	105.2	3068.4	1281.8	47.5	-
Keratella hiemalis	25.3	-	-	-	-	-	-	-
Keratella cochlearis	97.2	49148.4	2332.0	13295.4	4906.4	139.0	84.3	-
Asplancha priodonta	-	155.9	252.0	-	-	-	-	-
Synchaeta spp.	139.8	-	-	106.8	137.4	-	-	-
Polyarthra spp.	124.1	-	76.0	41.6	76.4	274.8	15.2	-
Pompholyx sulcata	-	-	8.0	263.0	30.4	61.6	7.6	-
Filinia terminalis	55.2	-	-	-	-	-	7.7	-
Sum hjuldyr 10^3 ind/ m^2	443.7	49827.5	2700.0	13720.8	8188.4	1933.0	177.6	-
Biomasse totalt mg/ m^2	565.4	3633.6	4706.9	3450.0	3119.9	3593.2	1344.6	-

Tabell Forekomst av dyreplankton i Kolbotnvatnet i 1988 uttrykt som antall individer $\times 10^3$ og mg tørrvekt pr. m^2 (0-18m).

Dato	4.5	19.5	9.6	28.6	21.7	9.8	31.8	19.9	18.10
Art									
Hoppekreps (Copepoda)									
Eudiaptomus gracilis	39.8	36.6	87.7	90.5	114.6	192.4	3.9	26.3	270.9
Cyclops strenuus	125.9	55.6	281.7	94.6	1.5	-	-	-	2.3
Mesocyclops leuckarti	31.7	20.5	23.3	138.2	136.3	486.0	6.0	21.7	0.8
Thermocyclops oithonoides	143.7	74.5	84.6	403.9	1396.3	1817.7	2968.7	1367.3	1569.7
Megacyclops spp.	-	-	-	9.1	-	-	-	-	-
Vannlopper (Cladocera)									
Leptodora kindti	-	-	-	1.5	4.6	0.8	-	-	-
Diaphanosoma brachyurum	-	-	-	-	12.9	19.0	27.6	-	-
Daphnia cucullata	1.5	6.1	9.1	181.7	131.3	292.4	398.6	322.8	302.3
Daphnia cristata	3.0	5.3	32.4	157.3	199.2	72.7	59.2	83.1	101.4
Ceriodaphnia quadrangula	-	-	-	-	2.3	1.6	1.5	6.2	-
Bosmina longirostris	23.8	74.6	661.3	1344.6	-	6.1	3.8	457.7	-
Alona spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8
Sum krepsdyr 10^3 ind/ m^2	369.5	273.2	1180.0	2421.4	1999.1	2888.6	3469.4	2286.6	2248.1
Hjuldyr (Rotifera)									
Brachionus urceolaris	-	-	-	-	-	-	-	9.2	-
Brachionus angularis	23.0	83.8	956.2	9420.8	174.8	319.4	7.6	11.7	27.1
Keratella quadrata	106.2	331.6	2394.4	717.2	693.8	425.6	805.6	787.3	241.5
Keratella hiemalis	55.0	67.7	-	-	-	-	-	-	-
Keratella cochlearis	1048.2	1601.1	1914.8	77.4	14205.2	753.6	6751.6	138.8	1405.7
Asplancha priodonta	1.6	31.2	637.0	813.0	7.6	-	-	-	1.5
Synchaeta spp.	15.4	3678.4	15.2	30.4	-	-	-	1190.4	11.4
Polyarthra spp.	152.6	1034.8	46.0	31.2	-	7.6	-	42.5	-
Pompholyx sulcata	-	39.0	-	5.2	205.2	-	-	26.7	88.1
Filinia terminalis	236.8	468.7	69.4	15.2	-	-	-	-	-
Lecane sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	7.6
Sum hjuldyr 10^3 ind/ m^2	1638.8	7336.3	6033.0	11110.4	15286.6	1506.2	7564.8	2206.6	1782.9
Biomasse totalt mg/ m^2	656.2	1664.6	2255.7	5892.4	5251.0	4334.0	4355.4	2509.2	5733.3

Tabell Forekomst av dyreplankton i Kolbotnvatnet 1989 uttrykt som antall individer x 10³ og mg tørrvekt pr. m² (0-18 m).

Art	Dato	10.4	2.5	23.5	13.6	4.7	25.7	15.8	5.9	26.9	17.10
<u>Hoppekrebs (Copepoda)</u>											
Eudiaptomus gracilis		386.2	379.3	505.4	527.6	286.9	66.8	4.7	1.6	1.6	
Cyclops strenuus		764.9	974.3	171.7	0.8			1.6		0.8	0.8
Mesocyclops leuckarti		1.5	9.3	1.4	308.4	25.8	508.1	198.0	18.7	46.1	11.8
Thermocyclops oithonoides		422.3	583.9	244.2	468.2	1409.1	2956.5	1665.9	819.0	421.6	168.6
Megacyclops spp.				1.4							
<u>Vannlopper (Cladocera)</u>											
Leptodora kindtii						10.8	2.3	3.2			
Diaphanosoma brachyurum							+				
Daphnia cucullata						57.2	192.0	143.9	115.9	24.0	14.6
Daphnia cristata		165.1	112.1	97.5	338.7	71.9	35.9	8.8	0.8	1.6	
Ceriodaphnia quadrangula								5.6	0.8	0.8	
Bosmina longirostris		0.8	1.5	30.0	394.8	1448.5	350.2	135.1	217.5	481.2	318.0
Bosmina longispina						0.8				1.6	
Chydoridae					1.5	1.0	10.0	3.2		2.4	
Sum krepsdyr 10 ³ ind/m ²		1740.9	2060.4	1050.2	2040.0	3312.0	4121.7	2170.0	1174.2	981.7	513.8
<u>Hjuldyr (Rotifera)</u>											
Brachionus calysiflorus		7.7	16.1	53.3							
Brachionus angularis		30.7	207.4	5284.4	13.1			42.6		36.0	69.1
Kellicotta longispina		7.7					12.0			24.0	3.8
Keratella quadrata		307.2	2204.2	19396.0	155.0	328.8	100.8	953.2	1463.4	139.9	53.8
Keratella hiemalis			7.7								
Keratella cochlearis		883.2	3079.7	9141.2	6477.7	36630.4	491.5	1502.6	3877.9	935.1	341.8
Asplancha priodonta		7.7	61.4	646.9	923.2	76.8			8.0	+	3.8
Synchaeta spp.		1075.2	1605.1	2049.0	15.4	54.8			40.0		7.7
Polyarthra spp.			84.5	2409.3	755.7	148.0	12.0				
Pompholyx sulcata					159.0	15077.2	60.0	95.0	831.5		
Filinia terminalis		337.9	1420.8	828.3	+						
Lecane sp.										+	
Sum hjuldyr 10 ³ ind/m ²		2657.3	8686.9	39808.4	8494.0	52316.0	676.3	2593.4	6220.7	1135.0	480.0
Biomasse totalt mg/m ²		3710.7	3259.9	8209.8	6083.4	7131.2	3804.9	1267.0	1152.0	1050.5	521.5