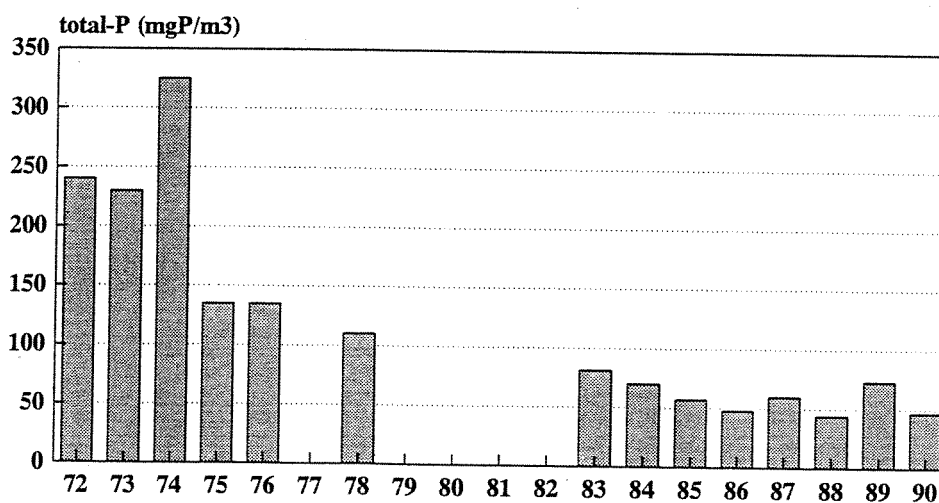


O-7000601

Kolbotnvannet med tilløp 1990



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen
Postboks 69, Korsvoll	Televeien 1	Rute 886	Brevikvei 5
0808 Oslo 8	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5035 Bergen - Sandviken
Telefon (47 2) 23 52 80	Telefon (47 41) 43 033	Telefon (47 65) 78 752	Telefon (47 5) 95 17 00
Telefax (47 2) 39 41 89	Telefax (47 41) 44 513	Telefax (47 65) 78 402	Telefax (47 5) 25 78 90

Prosjektnr.:
O-7000601

Undernummer:

Løpenummer:
2604

Begrenset distribusjon:
FRI

Rapportens tittel: Kolbotnvannet med tilløp 1990	Dato: 11. juli 1990
	Faggruppe: Vassdrag
Forfatter (e): Bjørn Faafeng Arne H. Erlandsen Jarl Eivind Løvik Tone Jøran Oredalen	Geografisk område: Akershus
	Antall sider: Opplag: 42

Oppdragsgiver: Oppegård kommune Miljøvernavdelingen, Akershus Fylkeskommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	---

Ekstrakt:

Kolbotnvannet har vist en tydelig bedret vannkvalitet siden overvåkingsprogrammet startet i 1972, men innsjøen er fortsatt eutrof (næringsrik). Til tross for at fosforkonsentrasjonen er redusert fra 250 mgP/m³ i 1972 til 50 mgP/m³ i 1990 er dette fortsatt tilstrekkelig til å underholde store algeoppblomstringer i år med gunstig klima. Fosforkonsentrasjonen i innsjøen kan reduseres ytterligere ved to typer tiltak: reduksjon av tilførselene via bekker, overvannsledninger og direkte utslipp - og reduksjon av "indre gjødsling" fra innsjøens næringsrike bunnslam. Begge typene tiltak har foregått gjennom flere år, men må ventes å fortsette i lang tid enda pga. den massive forurensningen gjennom flere tiår.

4 emneord, norske

1. Eutrofiering
2. Algeoppblomstring
3. Innsjørestaurering
4. Indre gjødsling

4 emneord, engelske

1. Eutrophication
2. Algal blooms
3. Lake restoration
4. Internal loading

Prosjektleder

Bjørn Faafeng

For administrasjonen

John E. Samdal

ISBN 82-577-1937-4

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0-7000601

KOLBOTNVANNET MED TILLØP 1990

Dato: 30. mai 1991

Saksbehandler: Bjørn Faafeng

Medarbeidere : Arne H. Erlandsen

Jarl Eivind Løvik

Tone Jøran Oredalen

For administrasjonen: John E. Sandal

FORORD

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

NIVA har tidligere utarbeidet følgende rapporter:

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

Holtan, H. 1974. Undersøkelser av Kolbotnvann 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. Kolbotnvann. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1972-1977. NIVA 0-5/70.

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

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

Faafeng, B., A. Erlandsen og J.E. Løvik 1990. Kolbotnvannet med tilløp 1988 og 1989. NIVA 0-8307802 (l.nr. 2408)

Vannprøvene fra Augestadbekken og Skredderstubekken samt fra Kolbotnvannet er samlet inn av NIVAs Tone Jøran Oredalen, Marit Mjelde og Gjertrud Holtan.

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

Denne rapporten presenterer resultatene fra 1990.

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 Kolbotnvannet	5
3.2 Restaureringstiltak	8
4. FORURENSNING FRA AUGESTADBEKKEN OG SKREDDERSTUBEKKEN	8
5. SJIKTNING AV INNSJØEN	12
5.1 Temperatur og oksygen	12
6. NÆRINGSSTOFFER	15
6.1 Fosfor og nitrogen	15
7. SIKTEDYP	20
8. PLANTEPLANKTON	22
8.1 Klorofyll	22
8.2 Artsutvikling gjennom sesongen	25
9. DYREPLANKTON	29
LITTERATUR	32
VEDLEGG	33

2. KONKLUSJONER OG TILRÅDNINGER

2.1 Konklusjoner

Kolbotnvannet er fortsatt en eutrof (næringsrik) innsjø pga. tilførsler av urensset kloakkvann og store lagre av fosfor i bunnslammet (sedimentet). Konsentrasjonen av fosfor er fortsatt omlag 50 mg/m^3 . Til sammenlikning er konsentrasjonen i Gjersjøen ca. 20 mgP/m^3 . Høy fosforkonsentrasjon fører tidvis til massive oppblomstringer av blågrønnalger, siste gang i 1989.

Måleprogrammet viser at tiltak for å bedre avløpsnettets i området også har gitt lavere forurensning i Augestadbekken og i Skredderstubekken, særlig i første halvdel av 1980-tallet. Etter 1985 har det ikke vært tilsvarende bedring i bekkene.

Nedbrytning av organisk stoff tilført fra bekkene og fra sedimenterende alger som produseres i innsjøen medfører fortsatt stort oksygenforbruk i dypvannet. For å bedre oksygenkonsentrasjonen i dypvannet er det satt i verk to restaureringstiltak som begge synes å ha god effekt. En "boblegardin" som fører pressluft ned i dypvannet, blander bunnvann med overflatevann og tilfører nytt oksygen. I tillegg tilføres nitrat til bunnvannet etter hver vårsirkulasjon for å stimulere de naturlige nedbrytningsprosessene.

Siden belastningen har pågått over lang tid må restaureringstiltakene fortsette i mange år framover.

Innsjøens naturlige selvrensingsprosesser blir også forringet av en stor mortebestand. 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 innsjøen har kommet i bedre økologisk balanse. Det planlegges å gjøre tilsvarende i Kolbotnvannet for å bedre vannkvaliteten.

2.2 Tilrådninger

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 dosere 10 tonn kalsiumnitrat per gang.
- 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 Kolbotnvannet

Kolbotnvannet ligger 95 moh i Oppedgård kommune, har et areal på 0.3 km² og et største dyp på 18.5m. Innsjøens nedbørfelt er oppgitt til 2.96km² og innsjøens teoretiske fornyelsestid er ca. 24 måneder (Brettum og medarb. 1975). Innsjøen ligger i nedbørfeltet til Gjersjøen som er en viktig drikkevannskilde.

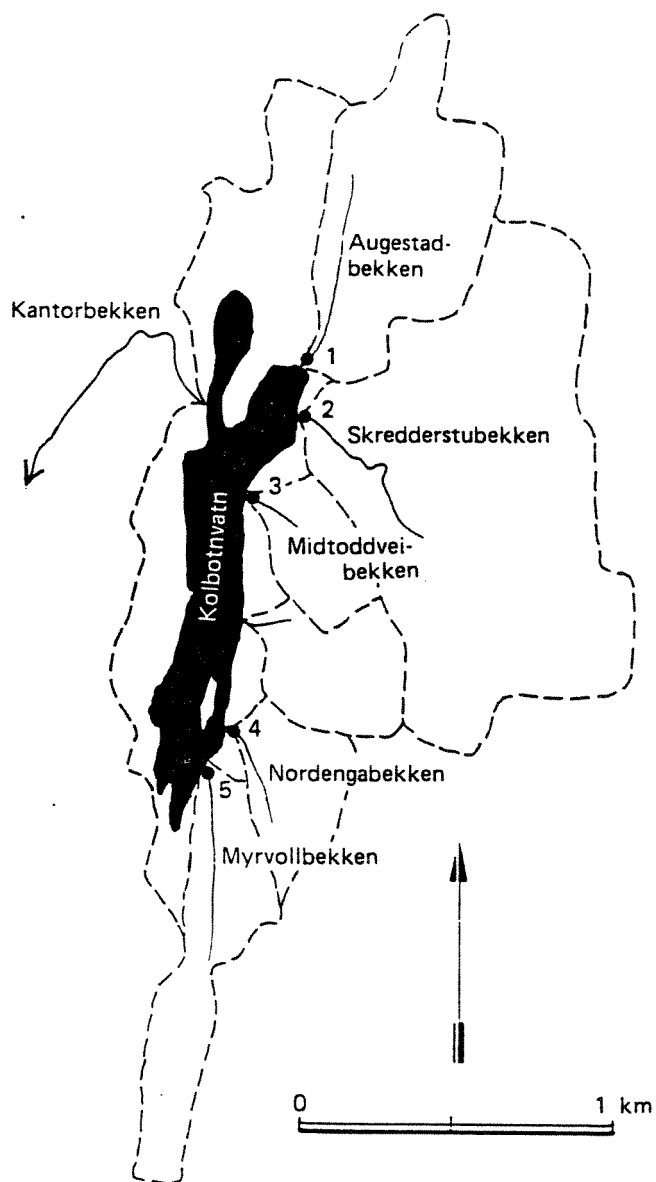
Figur 3.1 viser innsjøens nedbørfelt med de viktigste tilløpsbekkene. Figur 3.2 viser et dybdekart av innsjøen.

En stor del av innsjøens nedbørfelt er bebygget. Boligutbyggingen forårsaket en stadig økende belastning på innsjøen med husholdningskloakk på 1950, -60 og -70-tallet. Dette både pga direkte utslipp og lekkasjer, og overløp fra det kommunale kloakknettet. Kolbotnvannet har på grunn av disse tilførselene vært en kraftig overgjødslet (eutrof) innsjø. Kolbotnvannet utviklet allerede på 1950-tallet massive oppblomstringer av blågrønnalger.

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. Det kraftige oksygenforbruket førte i enkelte år til oksygensvinn i dypvannet og periodevis 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 ("indre gjødsling"). Dette var en ond sirkel som måtte brytes for at vannkvaliteten kunne bli bedre.

Oppedgård kommune har gjennom mange år gjennomført utbedring og utskifting av ledningsnett for avløpsvann. Dette har redusert kloakkvannsbelastningen på innsjøen. Dette har imidlertid ikke vært tilstrekkelig til å gi vedvarende effekter i innsjøen, dels fordi tilførselene av plantenæringsstoffer fortsatt er betydelig, og dels fordi aktive prosesser i innsjøen har mobilisert fosfor som er lagret i sedimentene.



Figur 3.1 Oversiktskart over Kolbotnvannets nedbørfelt.

3.2 Restaureringstiltak

I rapporten for 1989 (Faafeng og medarb. 1990) er det gjort detaljert rede for tiltak som er gjennomført i Kolbotnvannet for å bedre vannkvaliteten. Her blir slike tiltak bare nevnt i korthet.

De to tiltakene som fortsatt er i drift er tilsetning av kalksalpeter til bunnvannet og forlengelse av sirkulasjons-periodene vha. av en "boblegardin". Boblegardinen består av en perforert plastslange som er koblet til en kompressor. Plastslangen leder trykkluft ut i vannet over bunnslammet i nordvestre deler av Kolbotnvannet. Når trykkluft settes på, river luftboblene med seg vannet opp mot overflaten og skaper en kraftig sirkulasjon i vannet som effektivt øker innblandingen av oksygen i vannet. Selv om boblingen kun foregår over en beskjeden del av Kolbotnvannets overflate, fører den til betydelig økt oksygentilførsel til bunnvannet.

I tillegg blir bunnvannet tilført kalksalpeter. 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). 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 binder fosfor effektivt i sedimentet.

4. FORURENSNING FRA SKREDDERSTUBEKKEN OG AUGESTADBEKKEN

Skredderstubekken og Augestadbekken drenerer de to nedbørfeltene der det bor flest mennesker rundt Kolbotnvannet. Begge bekkene, som for det meste går lukket i rør, renner ut i nordøstre deler av innsjøen (se figur 3.1).

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 (medianverdien er 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, men her var heller ikke konsentrasjonene så høye i 1979. Dersom vannføringen i bekkene har vært den samme under hele perioden, indikerer dette redusert belastning av Kolbotnvannet, særlig fra Augestadbekken. 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 10-15 i 1978/79 til omlag 30 i perioden etter 1985. Imidlertid er konsentrasjonen av fosfor fortsatt så høy i begge disse bekkene at de vil bidra til fortsatt høy algevekst. Det kan ikke spores bedring i de to undersøkte bekkene etter 1985. "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 Kolbotnvannet indikerer det at tilførselene fortsatt må mer enn halveres for å sikre bedre vannkvalitet i innsjøen.

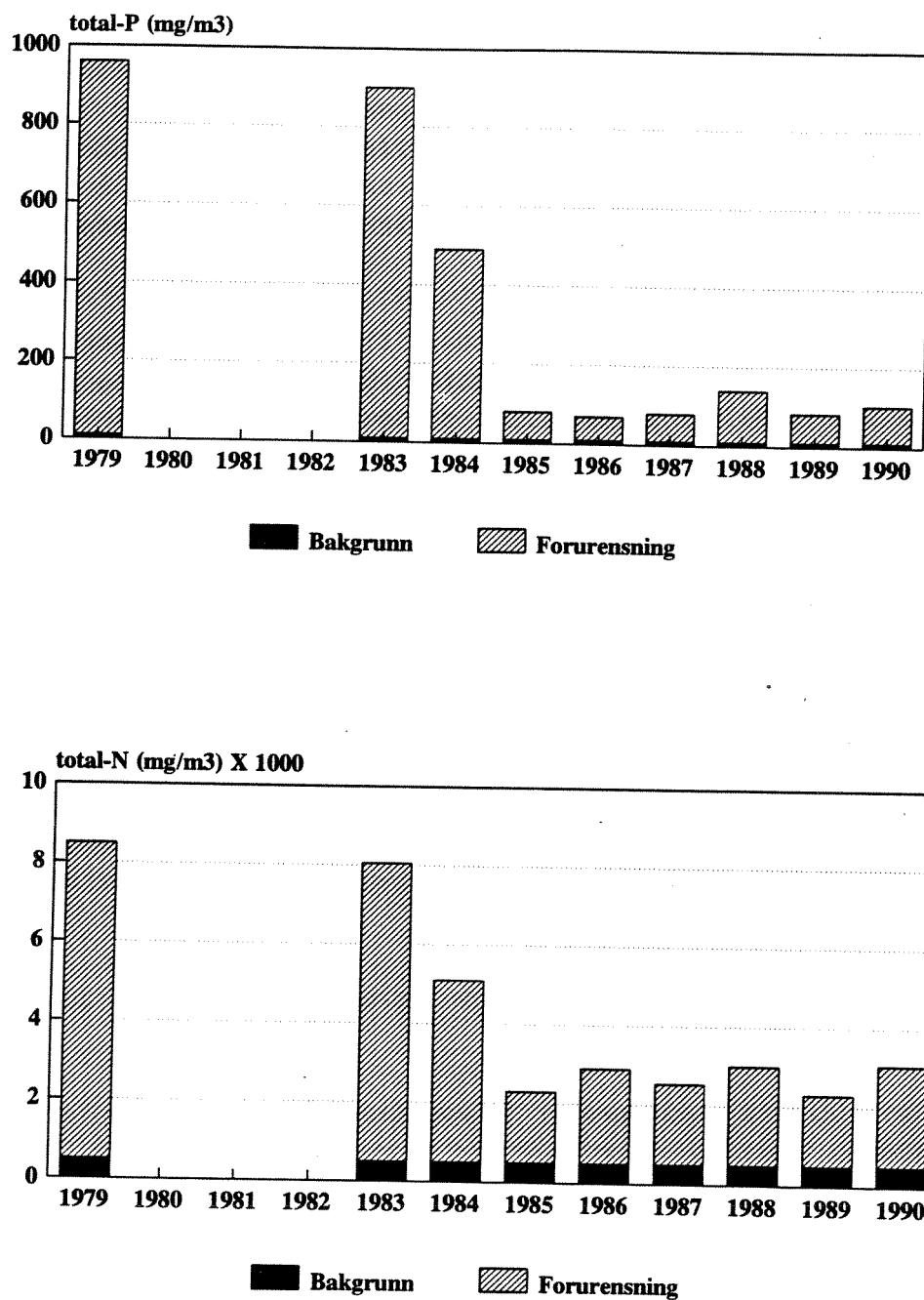
Det anbefales at de største kildene for forurensning i ledningsnettets identifiseres ved å gjennomføre en rutinemessig prøvetaking i noen viktige hovedgrener og analyse av tarmbakterier (koliforme bakterier). Dette vil raskt og rimelig kunne vise hvor tekniske tiltak vil kunne gi størst effekt.

Det er ikke gjennomført analyser av andre tilløpsbekker i de senere år.

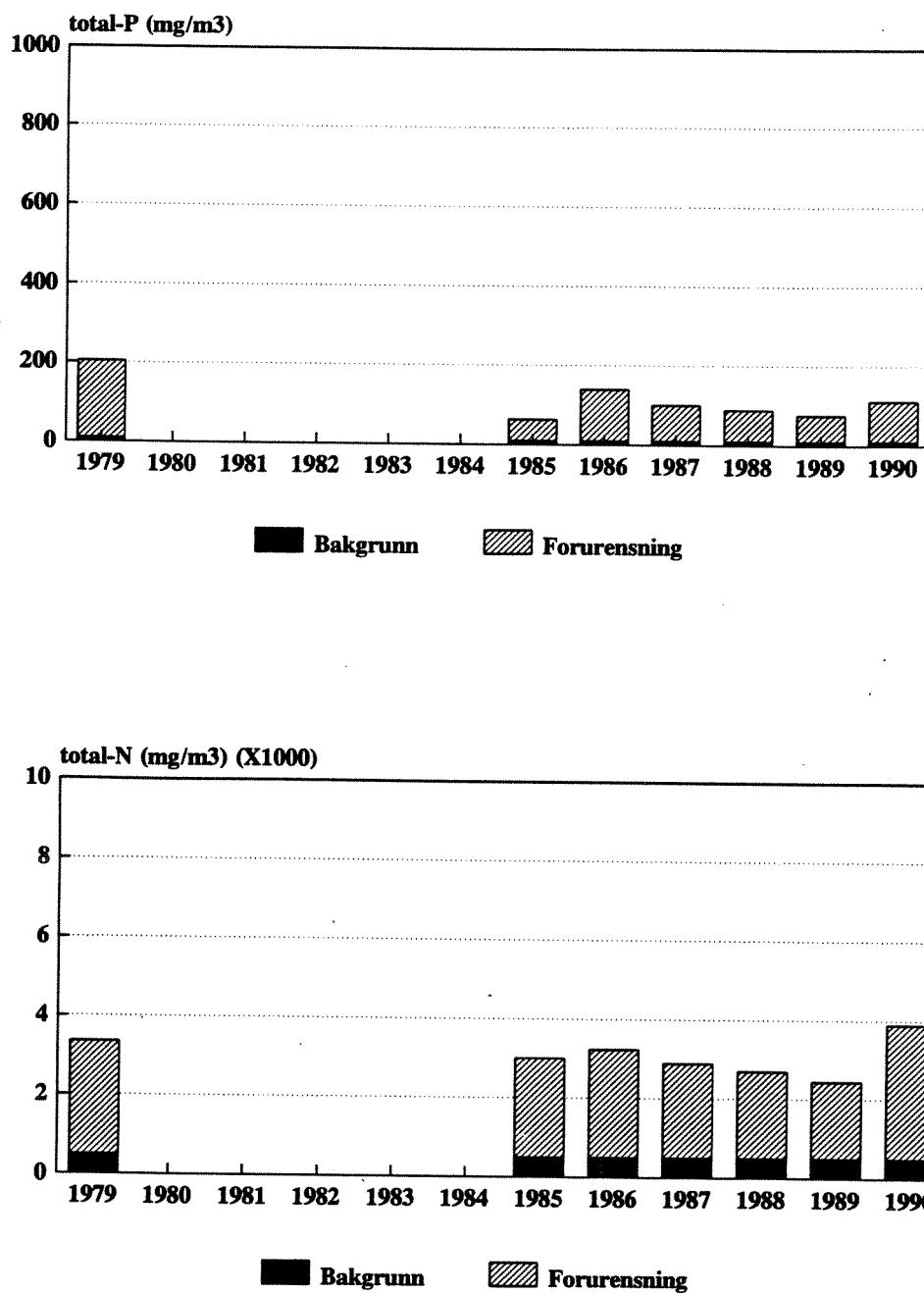
Det ble tatt ekstra vannprøver i Augestadbekken 26. april for å følge utviklingen i bekken under og etter et regnskyll (tabell 4.1). Både fosfor og nitrogen økte kraftig i løpet av den aktuelle timen, under økende vannføring, pga utspyling av ledningsnettets.

Tabell 4.1 Konsentrasjoner av fosfor og nitrogen under regnskyll 26.4.91 (mg/m³)

DATO		TOTP	PO ₄ P	TOTN	NO ₃ N	NH ₄ N
900426	K1.					
	1305	76.0	18.5	2600	1470	149
	1315	122.0	14.0	2300	1500	161
	1405	182.0	21.0	2900	1650	474



Figur 4.1 Augustadbekken. 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

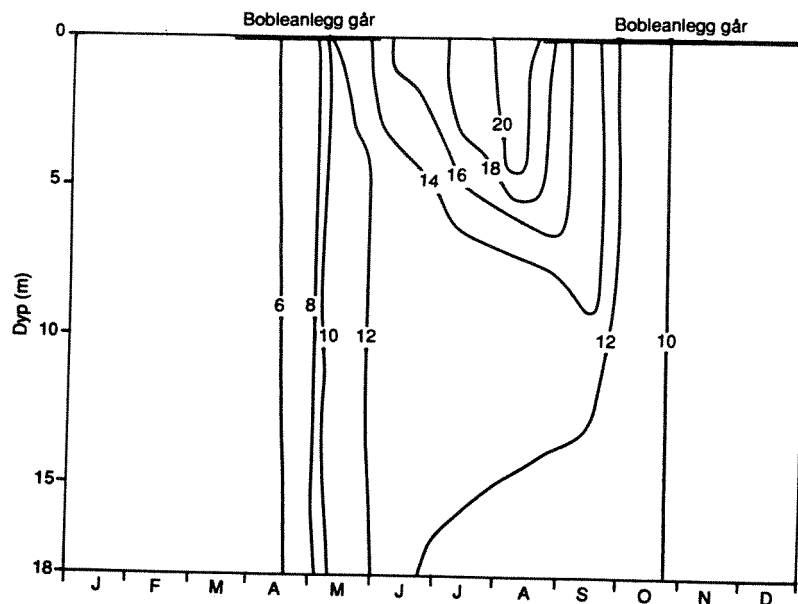
5.1 Temperatur og oksygen

Fordelingen av temperatur og oksygenkonsentrasjon vertikalt i vannmassen viser hvordan sjiktningsforholdene varierer gjennom sesongen. Normalt vil en innsjø ha samme temperatur gjennom hele vannmassen en kort periode om våren og en noe lengre periode om høsten, de såkalte sirkulasjonsperiodene. Om vinteren og om sommeren vil lettere overflatevann ligge over tyngre bunnvann og hindre omblending. 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 planteplankton brytes ned. Det har vært et stort problem med oksygensvinn i bunnvannet i Kolbotnvannet pga. den kraftige forurensningen.

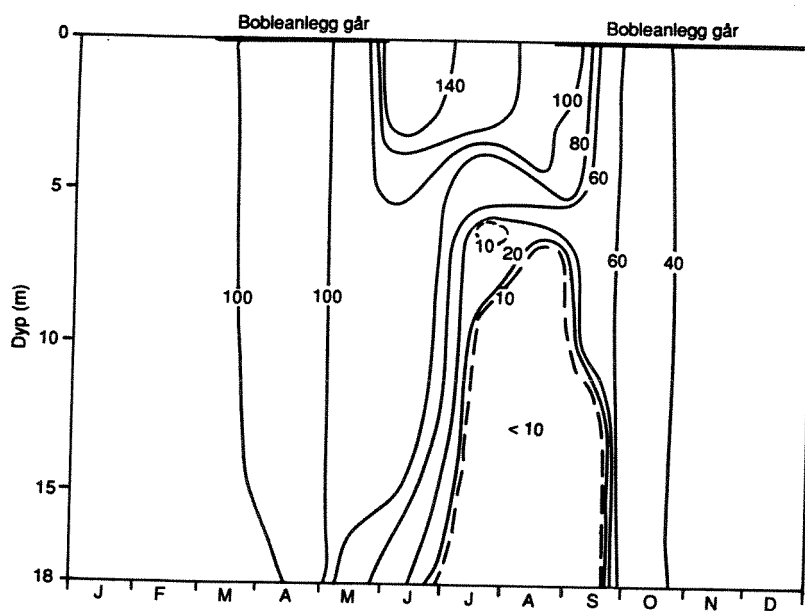
Ved oksygensvinn frigjøres fosfat som er bundet i sedimentet til overliggende vannmasser. Dette fosfatet bidrar til ytterligere algevekst.

Temperaturvariasjonene i Kolbotnvannet gjennom 1990 viser at boblegardinen har hatt god blandeeffekt (figur 5.1), omtrent som i foregående år. Vannmassene sirkulerte fra isgang til slutten av mai og deretter fra slutten av august ut sesongen til islegging.

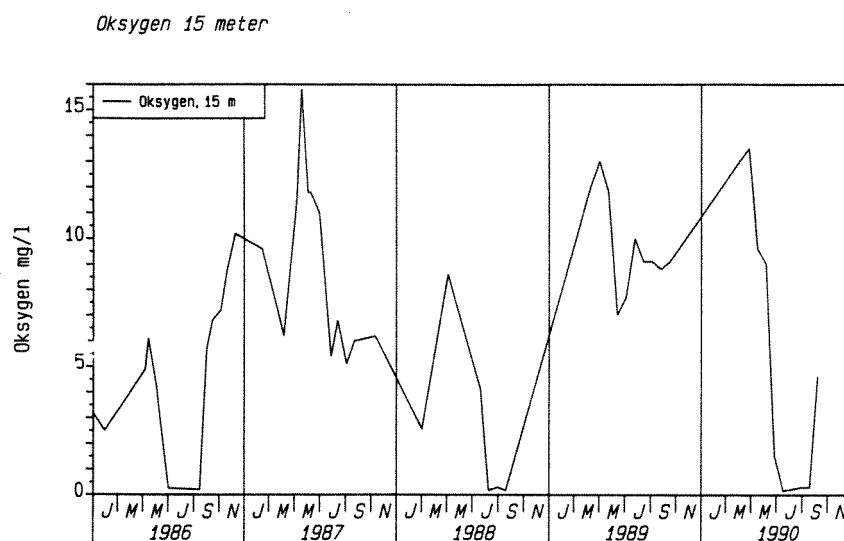
Oksygenkonsentrasjonen er i stor grad bestemt av sirkulasjonen av vannmassene. I perioder med temperatursjiktning om sommeren er oksygenforbruket i dypvannet så stort at oksygenkonsentrasjonen raskt reduseres under 10% av metning ved den aktuelle temperaturen. I 1990 ga temperatursjiktningen mulighet for betydelig oksygensvinn helt opp til 8 meters dyp i sommermånedene. Så stort oksygenforbruk til tross for nitratbehandlingen demonstrerer hvor overbelastet Kolbotnvannet har vært gjennom flere årtier, og også at behandlingen må fortsette i mange år framover.



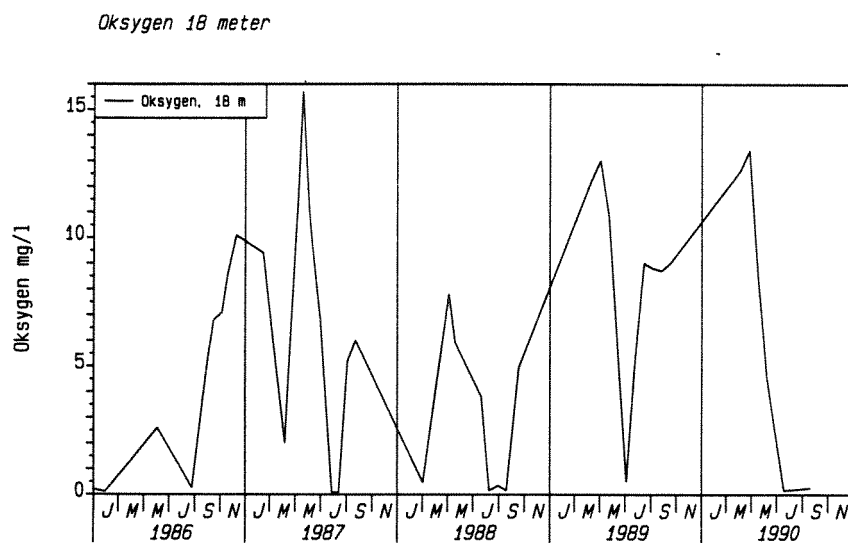
Figur 5.1 Temperatur i 1990.



Figur 5.2 Oksygenmetning i 1990



Figur 5.3 Oksygenkonsentrasjonen i dypvannet (15 meters dyp) i perioden 1983-90.



Figur 5.4 Oksygenkonsentrasjonen like over bunnen (18 m) i Kolbotnvannet i 1986-90.

6. NÆRINGSSTOFFER

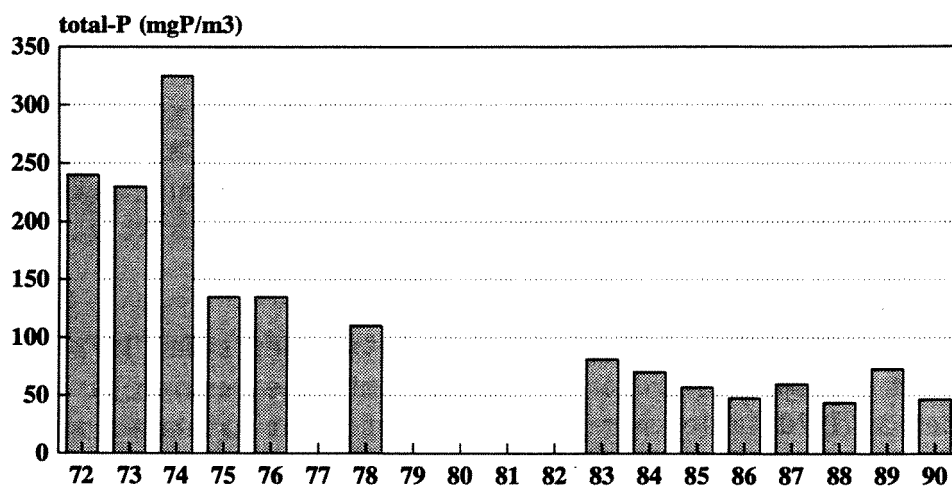
6.1 Fosfor og nitrogen

Årsakene til store algeoppblomstringer i øvre vannlag og oksygensvinn i bunnvannet 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.

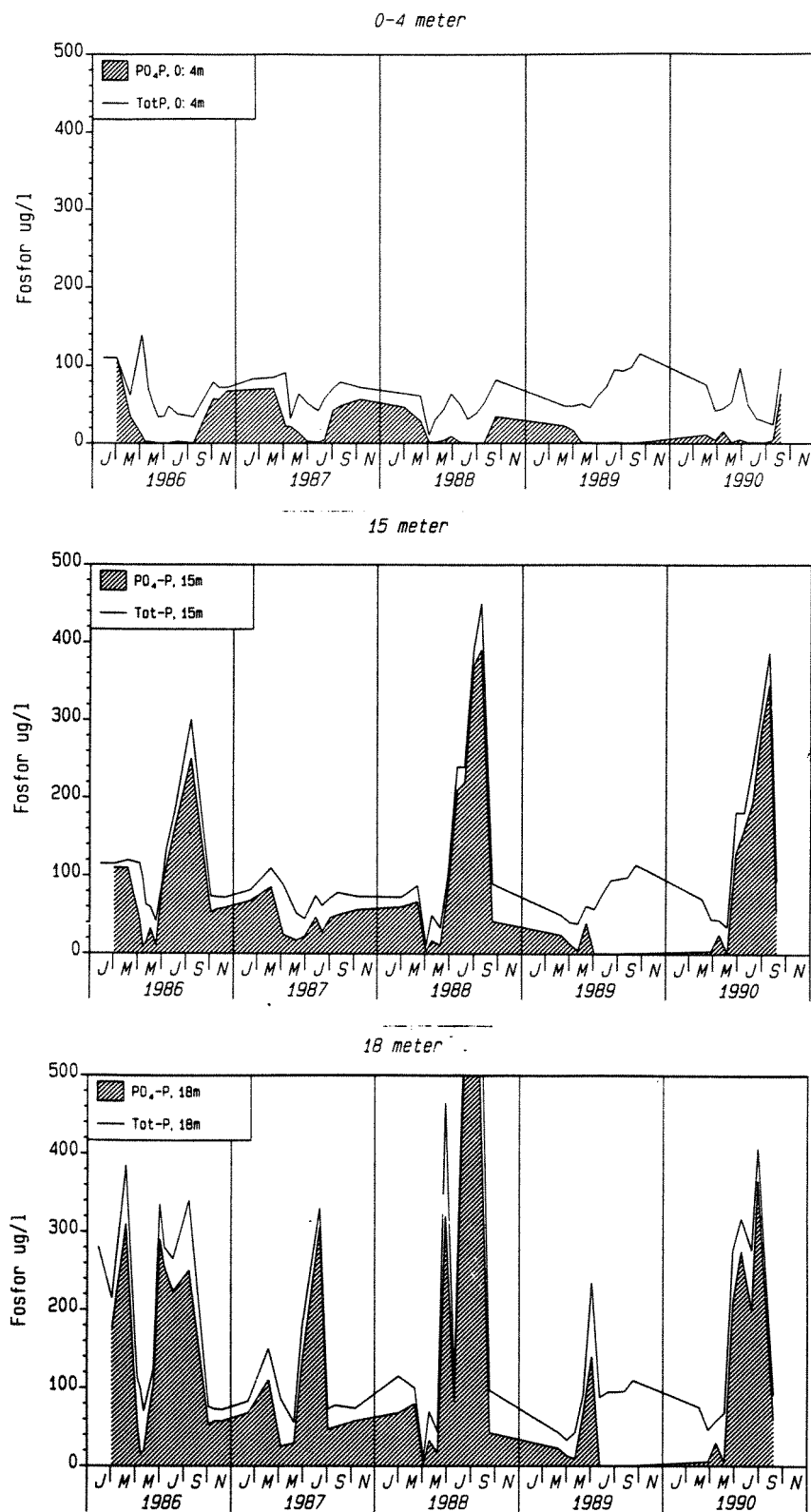
Utviklingen av fosforkonsentrasjonen i Kolbotnvannet siden 1972 er vist i figur 6.1 (medianverdier). Fra ekstremt høye verdier på begynnelsen av 1970-tallet har tendensen vært jevnt avtakende fra ca. 250 til ca. 50 mg P/m³ i perioden etter 1975. Årsaken til reduksjonen er hovedsakelig arbeidet med å rehabilitere ledningsnettets 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 i overflatevannet ligger fortsatt i området mellom 30 og 100 mg P/m³. Dette er fortsatt så høyt 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 18-20 mg P/m³ i en årrekke. Kolbotnvannet bør ned på samme nivå for å sikre vannkvaliteten. Det kan ikke spores noen tegn til bedring i løpet av de siste fem år.

Som på 1970-tallet viser fosfor fortsatt sterkt økende konsentrasjoner i dypere vannlag på sensommeren. Næringsrike partikler fra kloakkvann og alger synker til bunns. Ved lave oksygenkonsentrasjoner lekker fosforet ut fra sedimentet. Som figur 6.2 viser, økte fosforkonsentrasjonen sterkt i dypvannet 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 medfører økt algevekst. Til tross for restaureringstiltakene bidrar altså fosforlekkasje fra innsjøens sedimenter til "indre gjødsling" av Kolbotnvannet.



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



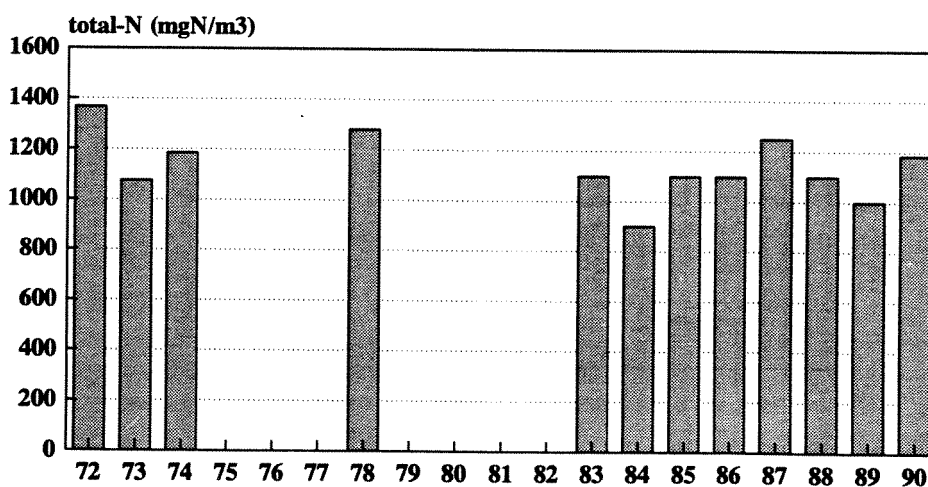
Figur 6.2 Fosfor (mgP/m^3) på 0-4 m, 15 m og 18 meters dyp i perioden 1986-90.

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.

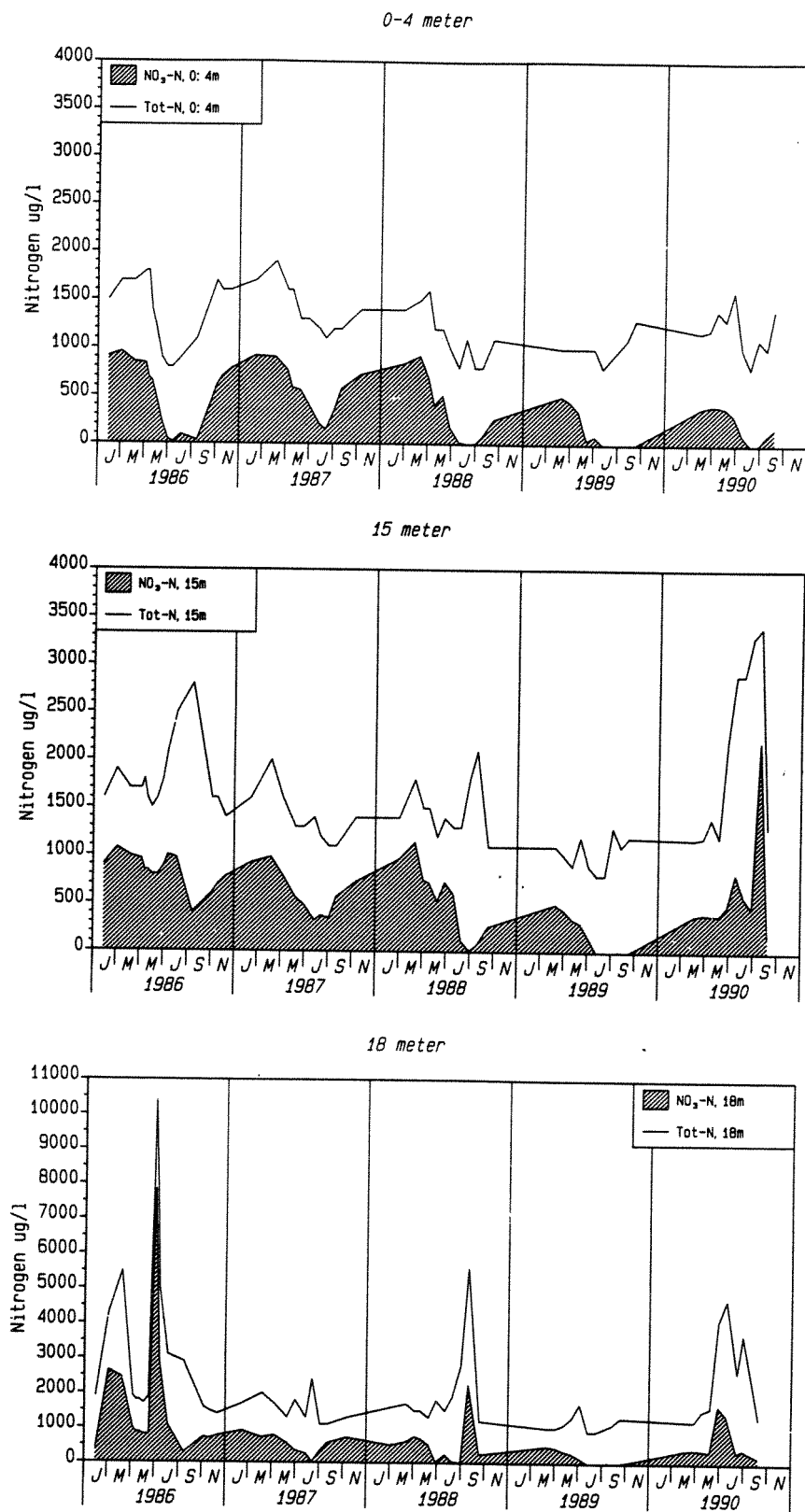
Figur 6.3 viser et svakt avtak i median nitrogenkonsentrasjon i overflatevannet siden 1972. Dette til tross for at tilførselene av nitrogen er redusert ved utbedringer av avløpsnett. Verdiene fra Augestadbekken bekrefter dette (figur 4.1), mens Skredderstubekken ikke har like kraftig reduksjon siden 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 de samme prosessene som også stimuleres ved dosering av kalksalpeter i den dykkede Skredderstubekken.

Konsentrasjonen av total-nitrogen og nitrat i perioden 1986–90 er vist i figur 6.4. 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 for nedbrytning av organisk materiale. Diagrammene for 15 og 18 meters dyp viser at nitrattet forbrukes utover sommeren, men at konsentrasjonen i 1990 ikke gikk helt ned mot null.

Effekten av nitratdoseringen kan, og bør, evalueres ved analyser av sedimentene.



Figur 6.3 Median nitrogenkonsentrasjon (mgN/m³) i produksjonssesongen i overflatevannet (0–4 m eller 0–6 m) i perioden 1972–89.



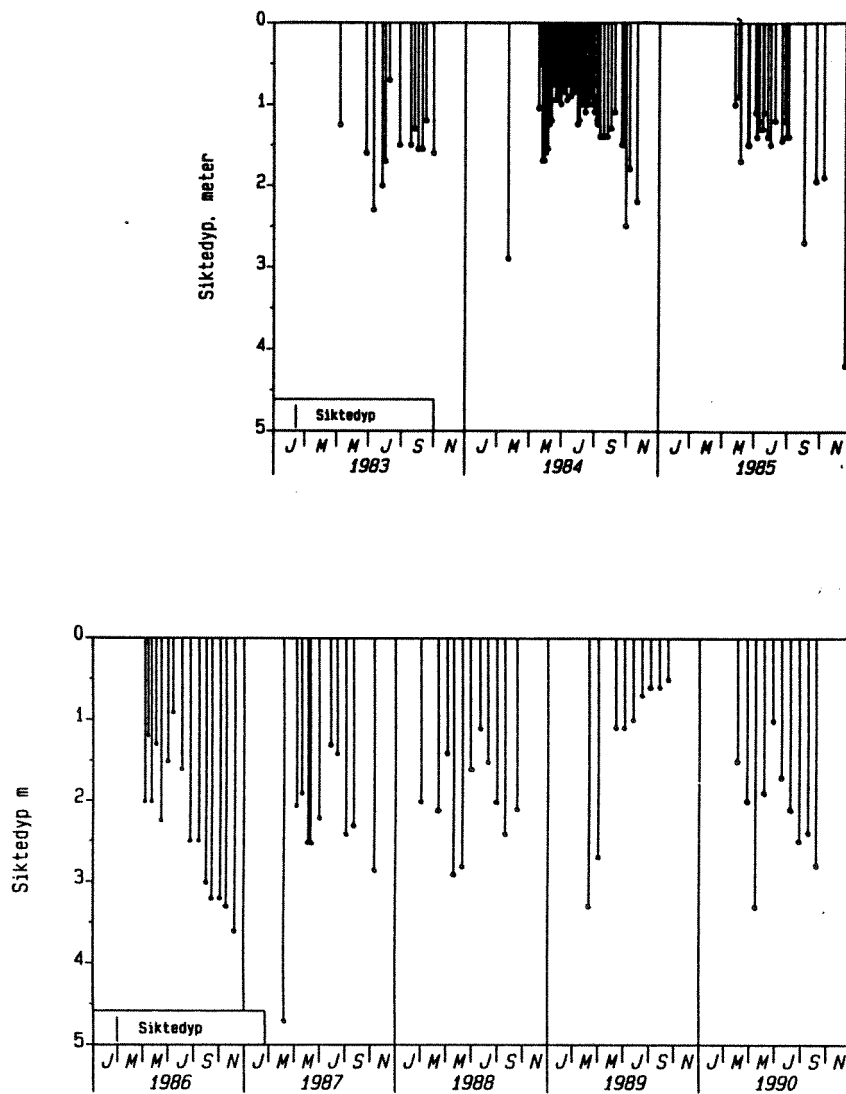
Figur 6.4 Nitrogen (mgN/m^3) på 0-4 m, 15 m og 18 meters dyp i perioden 1986-89. Merk annen skala på nederste diagram.

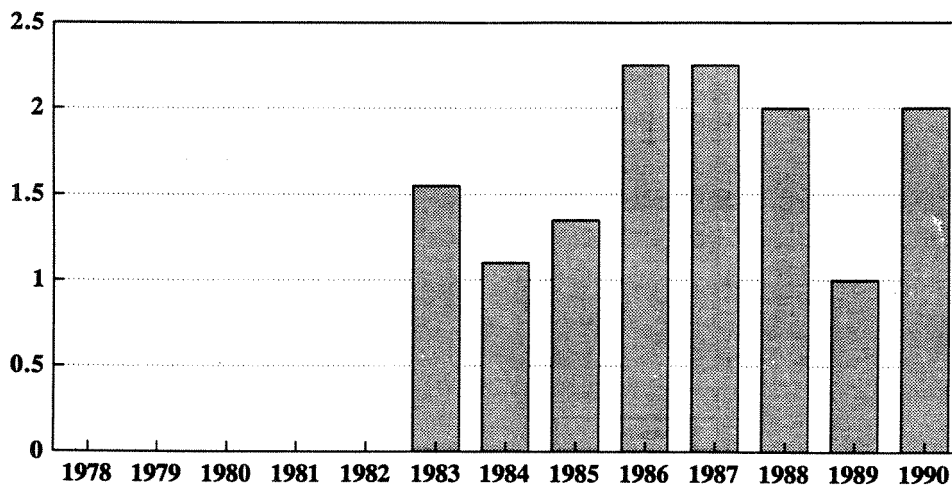
7. SIKTEDYP

Sikten i vannet varierer sterkt gjennom året, særlig pga. varierende innhold av alger og av partikler som spyles ut av ledningsnettene og av bekker i nedbørperioder.

I perioden 1983-90 har siktedypet stort sett variert mellom 1 m og 3 meter i den isfrie sesongen (figur 7.1). I perioden 1986-88 økte sikten i vannet noe pga reduserte algekonsentrasjoner. Sikten avtok igjen i 1989 pga kraftig algeoppblomstring som skyldes for tidlig oppstart av boblegardinen. Boblene førte fosfatrikt bunnvann til overflaten og medførte ytterligere algevekst. I 1990 var siktedypet igjen tilbake til samme nivå som i 1986-88. Dette går tydelig fram av figur 7.2 som presenterer medianverdiene.

Figur 7.1 Siktedyp (meter) i perioden 1883-90.





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

8. PLANTEPLANKTON

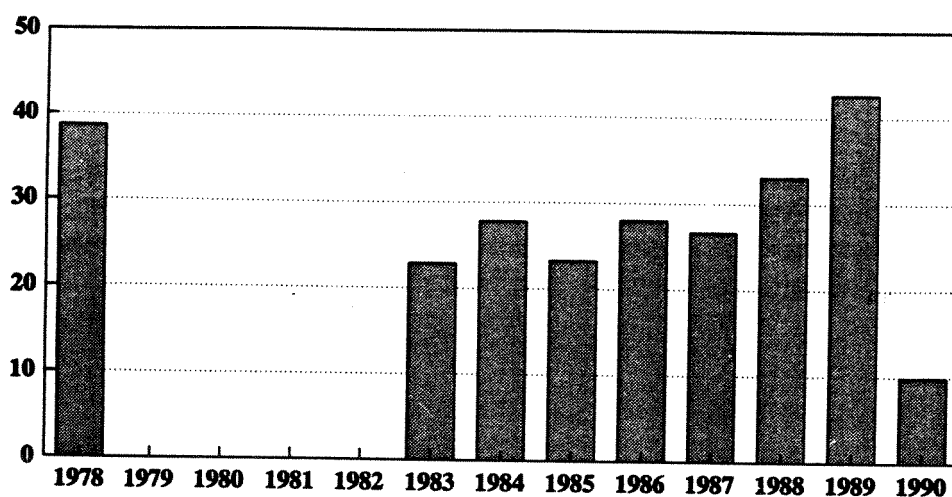
8.1 Klorofyll

Medianverdier av klorofyll er presentert i figur 8.1. I perioden 1983-87 varierte verdiene mellom 20 og 30 mg klorofyll/m³. Selv i denne perioden var Kolbotnvannet klart eutrof (næringsrik). Ifølge SFTs Vannkvalitetskriterier skal innsjøer med midlere klorofyllverdier større enn 7.5 mg/m³ plasseres i mest forurensede gruppe (klasse IV). Innsjøer med sesongmiddelverdier høyere enn 12 mg klorofyll/m³ regnes som eutrofe (Faafeng og medarb. 1990).

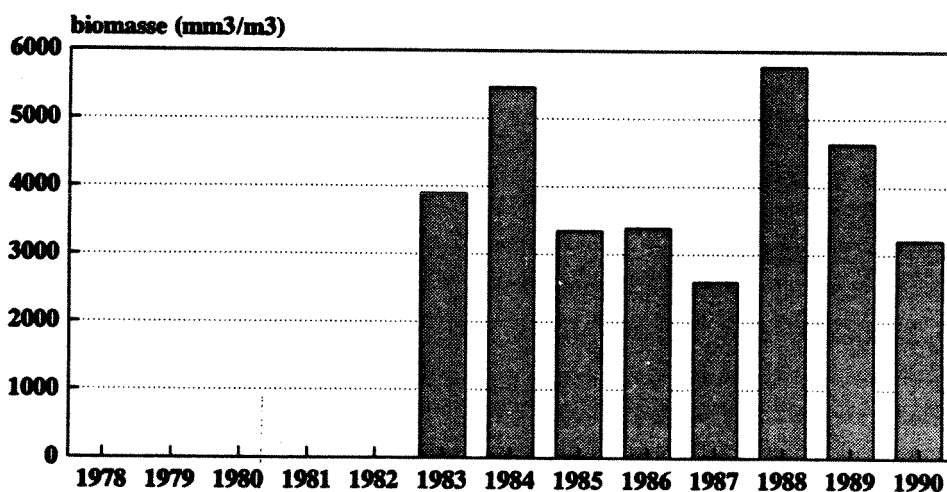
Medianverdien var i 1990 9.9 mg/m³, mens den var vel 30 mg/m³ i 1988 og over 40 mg/m³ i 1989. Dette indikerer betydelig bedre forhold i 1990 enn i de foregående år. Fortsatt hører imidlertid innsjøen hjemme i kategorien "markert forurenset".

Høyeste verdi ble observert tidlig i april med over 50 mg klorofyll per m³, mens konsentrasjonen utover sommeren stort sett varierte mellom 8 og 15 mg/m³.

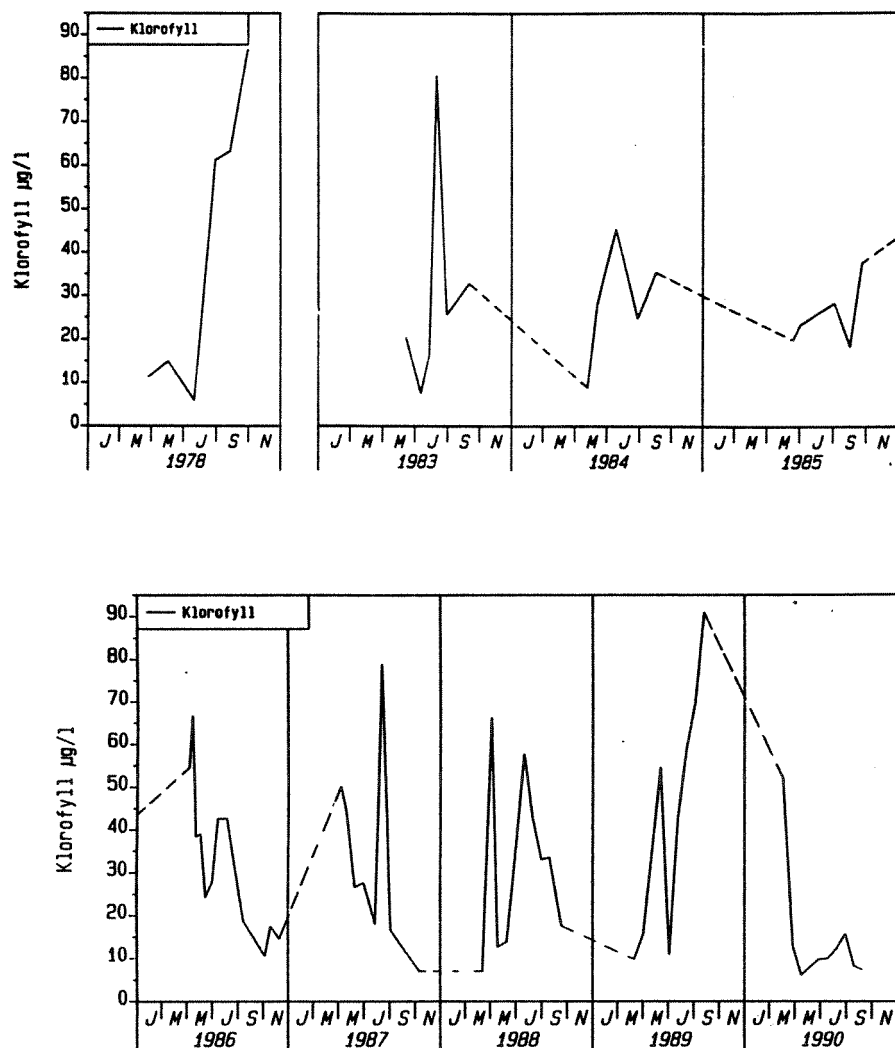
Klorofyll blir ofte angitt som eneste mål for konsentrasjonen av planteplankton (biomassen). Forskjellige alger kan imidlertid ha forskjellig innhold av klorofyll. Biomassen kan også måles ved å måle konsentrasjonen av hver art og multiplisere med gjennomsnittlig størrelse av den enkelte arten. Dette kan gi et noe annet bilde enn det en får fra klorofyll. I figur 8.3 er median biomasse vist for perioden 1983-90. Diagrammet viser et annet forløp enn for klorofyll i figur 8.2. Lav klorofyllverdi i 1990 reflekteres ikke i tilsvarende lav verdi for biomasse, selv om det også her er tydelig nedgang fra foregående år.



Figur 8.1 Median klorofyllkonsentrasjon (mg/m^3) i perioden 1978-90.



Figur 8.2 Median biomasse av planteplankton i 1990



Figur 8.3 Klorofyll på 0-4 meters dyp fra 1978 og perioden 1983-90.

8.2 Artsutvikling gjennom sesongen

Utviklingen i algemengden i Kolbotnvannet fulgte i 1990 samme mønster som det en kunne registrere i perioden 1987-88, med et vårmaksimum med kiselalger og et høstmaksimum med hovedsakelig cryptomonader og grønnalger. På forsommeren var det en periode med lavere konsentrasjoner av alger. Blågrønnalger ble bare registrert i beskjedne konsentrasjoner disse årene.







Situasjonen i 1989 var en annen med massiv oppblomstring av blågrønnalgen Oscillatoria agardhii på ettersommeren og høsten. Dette skyldtes trolig for tidlig oppstart av boblegardinen den sommeren. I 1989 besto opptil 99% av planteplanktonet av arten Oscillatoria agardhii. Tilsvarende var denne arten dominerende i perioden 1983-85. I 1987 og 1988 hadde blågrønnalgene en mindre andel av planteplanktonet og var også dominert av andre arter som Anabaena solitaria, Anabaena tenericaulis og Microcystis aeruginosa.

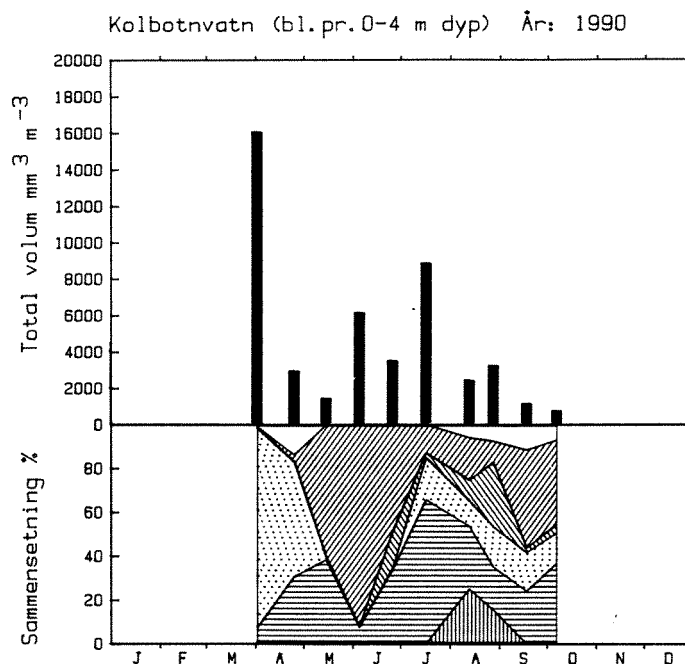
Oppblomstringen tidlig i april i 1990 var dominert av kiselalgen Stephanodiscus hantzchii med konsentrasjoner over $13000\text{mm}^3/\text{m}^3$ (figur 8.4). Vårmaksimum av denne arten har vanligvis kort varighet. Mengden som registreres i prøven kan variere fra år til år avhengig av om en "treffer toppen" når vannprøven tas. Tre uker etter at arten hadde svært høye konsentrasjoner (3. april), ble den knapt registrert fordi den synker raskt til bunns når veksten avtar. Dette er gunstig for vannkvaliteten idet algene på denne måten fjerner endel næringsstoffer fra overflatevannet.

Senere utover sommeren økte algemengden igjen, dominert av grønnalgen Pandorina morum og Closterium sp. samt cryptomonaden Cryptomonas spp. Blågrønnalgene klarte ikke å utvikle bestander av særlig betydning i 1990.

Samlet indikerer dette en svak bedring i vannkvaliteten med en tendens til mindre dominans av blågrønnalger og overgang fra Oscillatoria til andre arter.

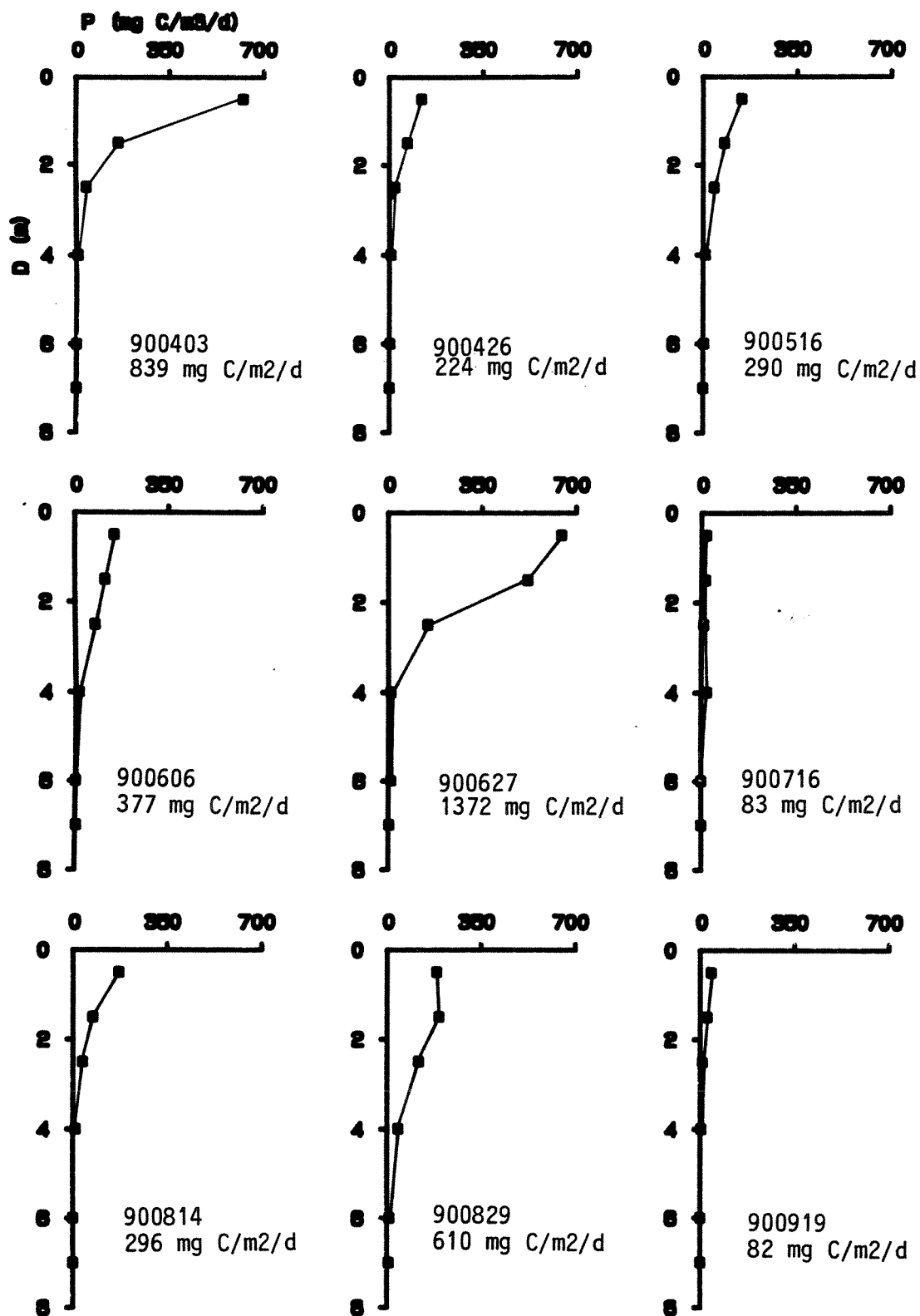
TEGNFORKLARING

-  CYANOPHYCEAE
(Blågrønnalger)
-  CHLOROPHYCEAE
(Grønnalger)
-  CHRYSOPHYCEAE
(Gullalger)
-  BACILLARIOPHYCEAE
(Kiselalger)
-  CRYPTOPHYCEAE
-  DINOPHYCEAE
(Fureflagellater)

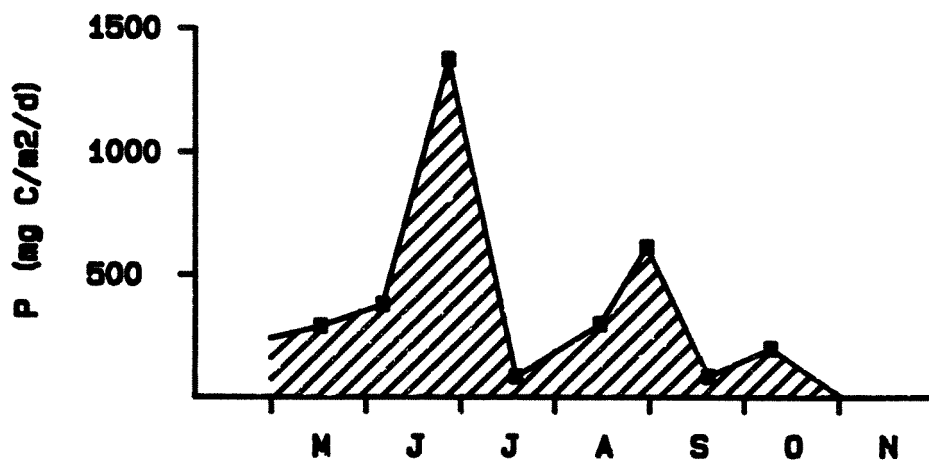


Figur 8.4 Planteplankton i Kolbotnvannet (0-4 m) i 1990. Stolpene angir biomasse (våtvekt), mens det skraverte panelet viser prosentvis fordeling av hovedgruppene.

Planteplanktonets veksthastighet (primærproduksjon) ble målt i 1990. Veksten er avhengig av lysintensiteten, og følgelig av skydekket de aktuelle dagene den ble målt. Likevel gir den et visst mål for innsjøens produktivitet (figurene 8.5 og 8.6). Årsproduksjonen på omtrent $100\text{gC}/\text{m}^2/\text{år}$ er ikke spesielt høy og tilsvarer omtrent det som ble målt i Gjersjøen 1980-87.



Figur 8.5 Planteplanktonets primærproduksjon på dagene da dette ble målt i 1990



1990
ARSPRODUKSJON (g C/m²) : 69
MIDLERE DØGNPRODUKSJON (mg C/m²/d) : 377
MAKSIMUM DØGNPRODUKSJON (mg C/m²/d) : 1372

Figur 8.6 Daglig og årlig primærproduksjon 1990

9. DYREPLANKTON

Prøvene ble tatt ved hjelp av en modifisert van Dorn-henter (Blakar 1978) i form av blandprøver fra sjiktene 0-4 m (1m + 3 m), 4-10 m (5m + 7m + 9m) og 10-18m (13m + 15m). Resultatene er framstilt i figur 9.1 og tabeller i vedlegg.

Dyreplanktonet i Kolbotnvannet hadde en artssammensetning som er karakteristisk for eutrofe innsjøer med et sterkt predasjonspress fra planktonspisende fisk. Det er dominans av småvokste former, og hjuldyrene representerer en stor andel av totalbiomassen ved mange tilfeller.

Totalbiomassen av dyreplankton var høy i 1990, 7.1 g tørrvekt pr. m² i gjennomsnitt, med en topp i slutten av juni. Middelbiomassen for årene 1986-89 varierte rundt 3-4 g tørrvekt pr. m². Likevel er endringene så små at det er innenfor den variasjonsbredde en kan vente fra år til år.

Det var særlig vannloppen Bosmina longirostris som bidro til denne toppen i 1990 i likhet med situasjonen i 1985. Denne arten er vanlig i eutrofe (næringsrike) innsjøer og har evne til å øke kraftig i antall når forholdene er gunstige (særlig føde og temperatur). Arten ble funnet med svært høy konsentrasjon i de fire øverste metrene (ca. 2500 ind. pr. liter). Senere gikk denne arten sterkt tilbake og ble etterfulgt av Daphnia cristata og D. cucullata.

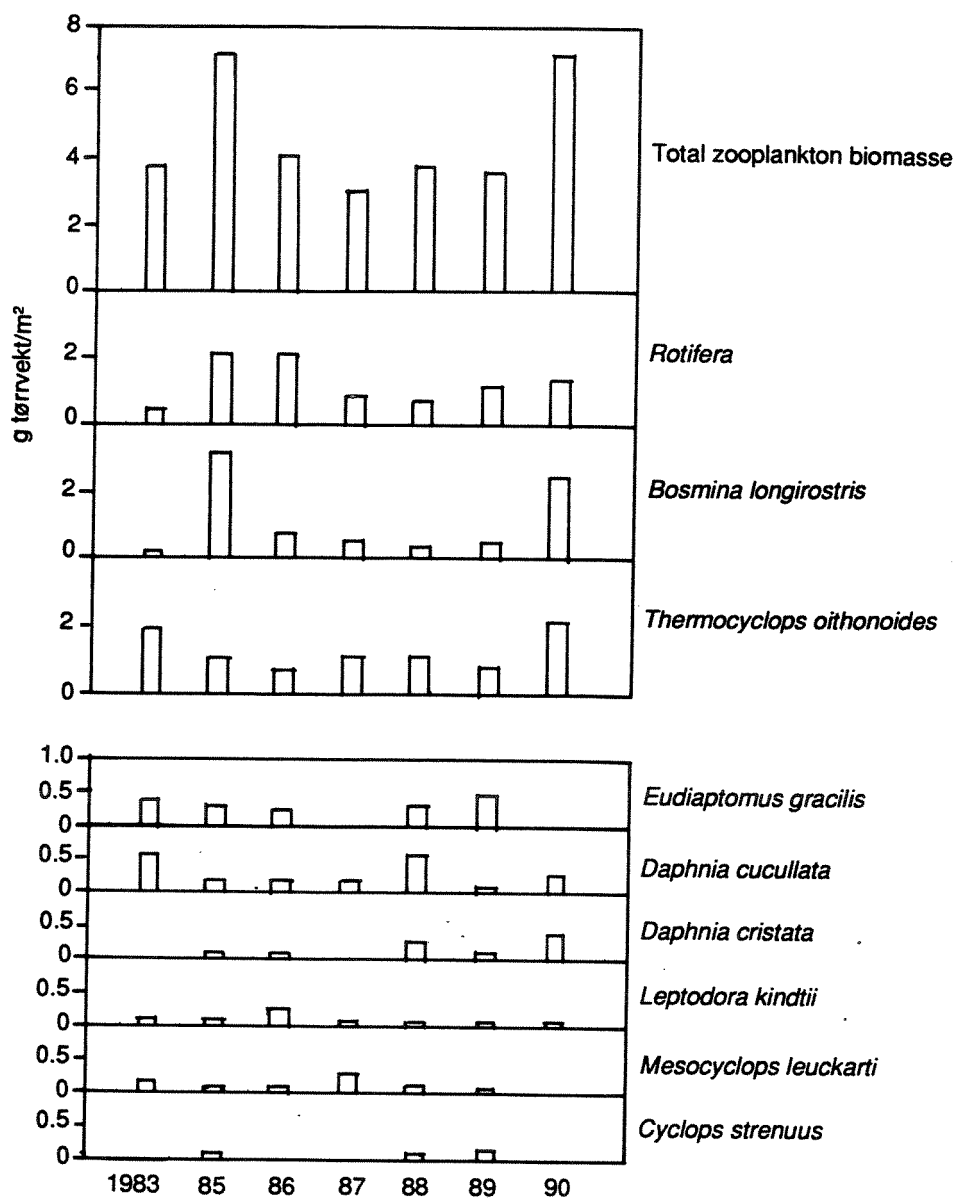
Store arter av slekten Daphnia spiser effektivt av planteplanktonet i innsjøer og kan ved høy tetthet holde planteplanktonet på et ganske lavt nivå. De to artene som finnes i Kolbotnvannet er imidlertid småvokste og har ikke samme gunstige effekt. I 1990 hadde disse midlere kroppslengder på 0.75mm (D. cucullata) og 0.79mm (D. cristata). Årsaken til at ikke større arter klarer å etablere seg i Kolbotnvannet er at morten effektivt spiser opp alle individer over en viss størrelse. Redusert mortebestand kan trolig bidra til etablering av større former av Daphnia og derved redusert konsentrasjon av alger.

Hoppekrepseren Eudiaptomus gracilis har tidligere forekommet med betydelige individantall, men ble knapt registrert i 1990.

De dominerende arter av hjuldyr var Brachionus angularis, Keratella quadrata og Polyarthra spp.

Lengre perioder med gode oksygenforhold har foreløpig ikke resultert i

økt mengde store vannlopper (Daphnier). I likhet med foregående år fordelte dyrene seg jevnt fra overflaten til bunnen når oksygenforholdene var god om våren/forsommeren og om høsten. Om sommeren da det var lite oksygen i dypvannet ble dyreplanktonet hovedsaklig funnet i overflatevannet.



Figur 9.1. Dyreplankton i Kolbotnvannet 1983-90.

Sesongmiddelverdier.

Øverst: total biomasse.

Under: utvikling av de viktigste grupper og arter.

LITTERATUR

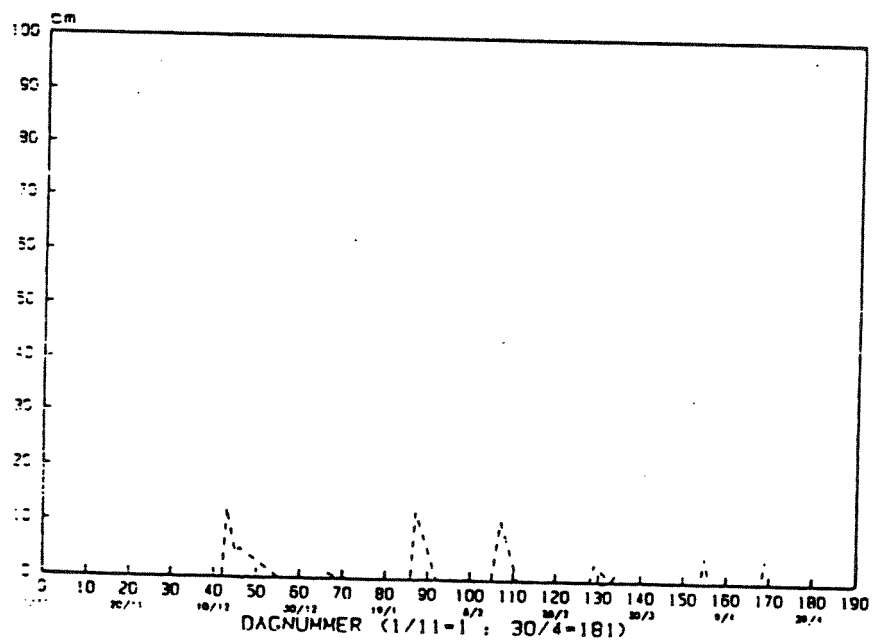
- Brettum, P., Rognerud, S., Skogheim, O. og Laake, M. 1975. Små eutrofe innsjøer i tettbygde strøk. NIVA A2-05. 109 s.
- Erlandsen, A.H., Brettum, P., Løvik, J.E., Markager, S. og Källqvist, T. 1988. Kolbotnvannet. Sammenstilling av resultater fra perioden 1984-87. NIVA O-8307802. 118 s.
- Faafeng, B., A. Erlandsen og J.E. Løvik 1990. Kolbotnvannet med tilløp 1988 og 1989. NIVA O-8307802 (l.nr. 2408).
- Holtan, H., Brettum, P., Holtan, G. og Kjellberg, G. 1981. Kolbotnvann med tilløp. Sammenstilling av undersøkelsesresultater 1978-1979. NIVA O-78007. 50 s.
- Ripl, W. 1976. Biochemical oxidation of polluted lake sediment with nitrate - a new lake restoration method. *Ambio* 5: 132-135.

VEDLEGG

NORMALER FOR ÅS (perioden 1931-60)

Måned	Temperatur grader C		Nedbør mm	
	1931-60	1990	1931-60	1990
Januar	-5.2	1.3	55	94.4
Februar	-4.6	3.6	34	138.4
Mars	-1.2	4.6	27	20.4
April	4.3	6.4	48	72.2
Mai	10.2	11.8	49	11.6
Juni	14.4	14.6	70	94.1
Juli	16.8	16.0	79	62.8
August	15.6	15.7	96	96.7
September	10.9	9.9	86	53.0
Oktober	5.7	6.0	86	99.1
November	0.9	-1.0	83	43.4
Desember	-2.3	-1.3	72	102.5
Året	5.5	7.3	785	983.0

VÆRET PÅ ÅS
SNØDYBDE 1989-90



AUGESTADBEKKEN 1990

DATO	TOTP µg/l	PO4PF µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
900201	75.0	28.0	2300	1650	91
900403	727.0	450.0	7600	1900	
900426	76.0	18.5	2600	1470	149
900516	48.0	15.0	2300	1450	89
900606	56.0	22.0	2100	1255	109
900627	62.0	38.0	2400	1850	134
900718	91.0	58.0	2500	1500	106
900814	127.0	54.0	2600	1550	179
900829	492.0	405.0	2400	2150	4140
900919	97.0	60.0	3000	2300	65
901008	147.0	82.0	5300	4050	136
MIN	48.0	15.0	2100	1255	65
MAX	727.0	450.0	7600	4050	4140
MIDDEL	181.6	111.9	3190.9	1920.5	519.8
MEDIAN	91.2	53.9	2499.1	1649.5	121.7
ST.AVVIK	220.0	157.7	1706.7	774.0	1272.4
ANT.OBS	11	11	11	11	10

SKREDDERSTUBEKKEN 1990

DATO	TOTP µg/l	PO4PF µg/l	TOTN µg/l	NO3N µg/l	NH4N µg/l
900201	452.0	300.0	5500	2000	730
900403	92.0	67.0	2740	2300	
900426	59.0	25.0	2900	2250	98
900516	97.0	65.0	3500	2600	52
900606	207.0	69.0	3400	2700	24
900627	202.0	71.0	12300	9150	670
900718	117.0	51.0	2800	1700	156
900814	102.0	100.0	3600	1850	530
900829	48.0	30.0	2400	1700	28
900919	117.0	69.0	3100	2250	51
901008	81.0	54.0	3500	2600	122
MIN	48.0	25.0	2400	1700	24
MAX	452.0	300.0	12300	9150	730
MIDDEL	143.1	81.9	4158.2	2827.3	246.1
MEDIAN	101.8	67.1	3403.8	2248.0	110.0
ST.AVVIK	114.3	75.2	2819.4	2126.5	281.4
ANT.OBS	11	11	11	11	10

KOLBOTNVATN

År = 1990 0:4.0 m

Dato	TURB FTU	TOTP µg/l	TOTPF µg/l	P04PF µg/l	TOTN µg/l	TOTNF µg/l	N03N µg/l	SI02 mg/l	PH
900403	4.4	75.0		11.5	1170		385	1.2	8.13
900426	2.6	42.0	7.0	4.0	1200	1000	410	<0.1	8.03
900516	2.0	45.0	23.0	16.0	1400	1200	415	<0.1	7.64
900606	3.2	53.0	17.0	<1.0	1300	1100	390	0.3	8.87
900627	2.7	97.0	22.0	5.0	1600	1000	310	0.6	8.71
900718	3.8	49.0	15.0	<1.0	1000	900	106	<0.1	8.84
900808	2.0	32.0	10.0	<1.0	800	800	<1	0.2	8.78
900829	1.7	28.0	7.0	<1.0	1100	700	<1	<0.1	8.19
900919	1.6	24.0	11.0	4.0	1000	800	102		7.57
901008	1.6	96.0	76.0	64.0	1400	1200	172	0.5	7.30
MIN	1.6	24.0	7.0	<1.0	800	700	<1	<0.1	7.30
MAX	4.4	97.0	76.0	64.0	1600	1200	415	1.2	8.87
MIDDEL	2.6	54.1	20.9	<10.8	1197.0	966.7	<229.2	<0.4	8.21
MEDIAN	2.3	47.0	15.0	4.0	1184.9	1000.2	241.1	0.2	8.16
ST.AVVIK	1.0	26.6	21.5	-19.3	235.9	180.3	-170.8	-0.4	0.58
ANT.OBS	10	10	9	10	10	9	10	9	10

KOLBOTNVATN

År = 1990 15.0 m

Dato	TURB FTU	TOTP µg/l	TOTPF µg/l	P04PF µg/l	TOTN µg/l	TOTNF µg/l	N03N µg/l	SI02 mg/l	PH
900403		71.0			1180		385		
900426	4.1	45.0	7.0	4.0	1200	1000	405	<0.1	8.13
900516	3.4	44.0	31.0	25.5	1400	1400	395	0.3	7.47
900606	2.5	35.0	13.0	<1.0	1200	1200	390	0.2	7.72
900627	2.1	182.0	160.0	130.0	2200	2100	490	0.7	7.04
900718	2.9	182.0	170.0	160.0	2900	2900	825	1.1	7.31
900808	3.4	242.0	220.0	195.0	2900	2800	585	1.2	7.11
900829	2.8	312.0	290.0	285.0	3300	3200	465	1.6	6.98
900919	2.5	387.0	345.0	345.0	3400	3300	2200	1.9	6.93
901008	1.6	94.0	63.0	54.0	1300	1300	178	0.4	7.21
MIN	1.6	35.0	7.0	<1.0	1180	1000	178	<0.1	6.93
MAX	4.1	387.0	345.0	345.0	3400	3300	2200	1.9	8.13
MIDDEL	2.8	159.4	144.3	<133.3	2098.0	2133.3	631.8	<0.8	7.32
MEDIAN	2.8	138.0	159.9	129.9	1800.1	2099.7	435.3	0.7	7.21
ST.AVVIK	0.7	123.3	124.3	-124.7	943.8	930.1	575.4	-0.6	0.39
ANT.OBS	9	10	9	9	10	9	10	9	9

KOLBOTNVATN

År = 1990 16.5 m

Dato	TURB FTU	TOTP µg/l	TOTPF µg/l	P04PF µg/l	TOTN µg/l	TOTNF µg/l	N03N µg/l	SI02 mg/l	PH
901008	1.6	91.0	69.0	59.0	1300	1200	179	0.5	7.23

KOLBOTNVATN

År = 1990 17.0 m

Dato	TOTP µg/l	TOTPF µg/l	P04PF µg/l	TOTN µg/l	TOTNF µg/l	N03N µg/l
900814	277.0	220.0	200.0	2600	2400	325

KOLBOTNVATN

År = 1990 17.5 M

Dato	TURB FTU	TOTP µg/l	TOTPF µg/l	P04PF µg/l	TOTN µg/l	TOTNF µg/l	NO3N µg/l	SI02 mg/l	PH
900829	5.6	407.0	370.0	365.0	3700	3600	405	1.9	6.96

KOLBOTNVATN

År = 1990 18.0 M

Dato	TURB FTU	TOTP µg/l	TOTPF µg/l	P04PF µg/l	TOTN µg/l	TOTNF µg/l	NO3N µg/l	SI02 mg/l	PH
900403		75.0			1210		385		
900426	4.0	46.0	8.0	5.5	1200	1100	405	<0.1	8.15
900516	5.0	58.0	35.0	30.0	1500	1400	380	0.3	7.40
900606	3.6	68.0	20.0	4.0	1600	1400	340	0.5	7.50
900627	2.4	277.0	225.0	210.0	4100	3900	1650	1.0	7.04
900718	3.8	317.0	290.0	275.0	4700	4700	1380	1.6	7.17
MIN	2.4	46.0	8.0	4.0	1200	1100	340	<0.1	7.04
MAX	5.0	317.0	290.0	275.0	4700	4700	1650	1.6	8.15
MIDDEL	3.8	140.2	115.6	104.9	2385.0	2500.0	756.7	<0.7	7.45
MEDIAN	3.8	71.6	34.9	30.1	1549.7	1400.6	395.3	0.5	7.40
ST. AVVIK	0.9	122.5	131.9	128.1	1580.2	1671.8	594.0	-0.6	0.43
ANT. OBS	5	6	5	5	6	5	6	5	5

Kolbotnvann 1990

Verdi av KLFA µg/l

Dato	0403	0426	0516	0606	0627	0718	0808	0829	0919	1008	Middel
DYP meter											
0:2	50.60	12.90	6.00	12.40	6.98	10.10	12.00	15.40	8.48	7.18	14.20
2:4	53.50	12.80	6.16	36.70	12.60	9.82	12.50	16.10	7.96	7.69	17.58
4:6	52.60	13.20	4.56	31.40	13.60	7.25	16.20	11.40	7.95	7.82	16.60
6:8	48.30	12.40	4.00	27.60	15.10	6.71	13.10	7.67	7.64	7.60	15.01
8:10	49.40	12.30	3.73	25.80	14.30	7.89	9.76	8.40	7.87	7.16	14.66
MIDDEL	50.88	12.72	4.89	26.78	12.52	8.35	12.71	11.79	7.98	7.49	15.61

KOLBOTNVANN 1990

Dato	Siktedyp (meter)	Visuell farge
900403	1.5	Brunlig gul
900426	2.0	Grønlig gul
900516	3.3	Gullig grønn
900606	1.9	Grønlig gul
900627	1.0	Mørk gulgrønn
900718	1.7	Gullig grønn
900808	2.1	Grønn
900829	2.5	Grønn
900919	2.4	Grønlig gul
901008	2.8	Gullig grønn

KOLBOTNVANN 1990
Verdi av OZFELT mg/l

Dato	0403	0426	0516	0606	0627	0718	0814	0829	0919	1008	Middel
DYP meter											
0.5	14.00	13.25		15.20		12.10		9.70	7.50	5.60	11.05
1.0							9.45	9.70		5.50	8.22
1.5	13.50		10.60	15.60		12.10					12.95
2.0								9.50	7.45	5.10	7.35
2.5	13.20	13.25	10.50	14.40		12.05					12.68
3.0								9.50		5.00	7.25
4.0	13.20		10.40	11.40		7.40	9.22	9.20	7.40	4.90	9.14
5.0							4.05	7.90	7.40	4.80	6.04
6.0	13.20	13.35	10.20	9.90		1.30	0.35	4.40	7.40	4.80	7.21
7.0	13.20		10.20	9.90		2.95		0.30	7.40	4.80	6.96
8.0	13.20	13.40	10.10	9.90		2.50	0.25	0.25	7.40	4.70	6.86
9.0								0.30	7.40		3.85
10.0	13.10		10.10	9.90		0.20		0.30	7.10	4.70	6.49
12.0	13.10		10.00	9.30		0.15		0.30	0.40	4.60	5.41
14.0	13.10							0.30	0.30	4.60	4.57
15.0	13.00	13.50	9.60	9.00	1.50	0.15		0.30	0.30	4.60	5.77
16.5										4.60	4.60
17.5	12.60	13.40	8.50	4.60		0.15		0.30			0.30
18.0									0.25		6.58
MIDDEL	13.20	13.36	10.02	10.83	1.50	4.64	4.66	4.15	5.21	4.88	7.24

KOLBOTNVANN 1990

Verdi av TEMPERATUR °C

Dato	0403	0426	0516	0606	0718	0814	0829	0919	1008	Midde1
DYP meter										
0.5	5.0	7.0	12.5	16.0	19.0		18.0	14.0	10.7	12.8
1.0						19.3	17.8		10.8	16.0
1.5	5.0		12.0	15.6	18.8					12.8
2.0							17.6	14.0	10.8	14.1
2.5	5.0	7.0	12.0	14.5	18.8					11.5
3.0							17.5		10.8	14.1
4.0	5.0		11.5	13.7	17.3	19.2	17.5	14.0	10.8	13.6
5.0						18.2	17.2	14.0	10.8	15.1
6.0	5.0	7.0	11.2	13.0	14.3	16.8	17.0	14.0	10.8	12.1
7.0	4.9		11.1	12.9	13.0		15.5	14.0	10.8	11.7
8.0	4.9	7.0	11.1	12.8	12.8	13.5	13.4	14.0	10.8	11.1
9.0							13.0	14.0		13.5
10.0	4.9		11.1	12.8	12.5		12.5	13.5	10.8	11.2
12.0	4.9		11.0	12.8	12.3		12.2	12.3	10.8	10.9
14.0	4.9						12.0	12.0	10.8	9.9
15.0	4.9	7.0	11.0	12.6	12.1		11.9	11.9	10.8	10.3
16.5									10.8	10.8
17.5							11.4			11.4
18.0	4.6	6.8	11.0	12.2	11.6			11.2		9.6
MIDDEL	4.9	7.0	11.4	13.5	14.8	17.4	15.0	13.3	10.8	12.0

Kolbotnvann 1990

Verdi av O2met %

Dato	0403	0426	0516	0606	0718	0814	0829	0919	1008	Midde1
DYP meter										
0.5	110	109		154	131		103	73	50	104.3
1.0						103	102		50	85.0
1.5	106		98	157	130					122.7
2.0							100	72	46	72.7
2.5	103	109	97	141	129					115.8
3.0							99		45	72.0
4.0	103		95	110	77	100	96	72	44	87.1
5.0						43	82	72	43	60.0
6.0	103	109	93	94	13	4	46	72	43	64.1
7.0	103		93	94	28		3	72	43	62.3
8.0	103	110	92	94	24	2	2	72	42	60.1
9.0							3	72		37.5
10.0	102		92	94	2		3	68	42	57.6
12.0	102		91	88	1		3	4	42	47.3
14.0	102						3	3	42	37.5
15.0	101	111	87	85	1		3	3	42	54.1
16.5									42	42.0
17.5							3			3.0
18.0	98	110	77	43	1			2		55.2
MIDDEL	103.0	109.7	91.5	104.9	48.8	50.4	43.4	50.5	44.0	71.8

KOLBOTNVATN

År, Dyp = 1990 0:4.0

Dato	Na mg/l	Mg mg/l	Cl mg/l	So4 mg/l	Ca mg/l	K mg/l
900403						
900426						
900516						
900606						
900627						
900718						
900808						
900829						
900919	10.00	3.08	14.0	22.0	22.0	3.24
901008						

Kvantitative planteplanktonprøver fra Kolbotnvatn (bl.pr.0-4 m dyp)
 Volum ml/100

GRUPPER/ARTER	Dato=>	900403	900426	900516	900606	900627	900718	900814	900829	900919	901008
Cyanophyceae (Blågrønnalger)											
<i>Achnanthes</i> sp.		12.0	-	1.0	-	-	-	3.0	10.0	2.0	-
<i>Anabaena solitaria</i> f. planctonica		-	-	-	-	-	-	25.2	11.6	34.8	-
<i>Anabaena tenebriculis</i>		-	-	-	-	-	-	6.4	204.4	92.6	28.7
<i>Aphanothece</i> sp.		-	-	-	-	-	-	108.9	14.5	-	-
<i>Oscillatoria agardhii</i>		137.9	399.3	-	-	-	-	-	-	-	21.8
Sum		149.9	399.3	1.0	-	-	-	141.5	240.6	129.5	50.5
Chlorophyceae (Grønnalger)											
<i>Ankistrodesmus bibrarianus</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	3.6	-
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>		-	-	-	-	-	-	-	.9	-	.5
<i>Carteria</i> sp.		-	-	108.9	-	43.6	-	-	-	-	-
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=10)		5.1	-	-	-	-	-	5.1	78.8	7.6	-
<i>Chodatella citrifomis</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	1.9	-
<i>Closterium</i> sp.		43.6	72.6	334.0	3310.6	392.0	435.6	130.7	29.0	29.0	29.0
<i>Coscinostrum sphaericum</i>		-	-	-	7.3	7.3	36.3	98.0	58.1	50.8	10.9
<i>Coscinostrum depressum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	27.2	-
<i>Coscinostrum</i> sp. (b=30)		-	-	-	-	-	-	-	-	101.6	127.1
<i>Coscinostrum</i> sp. (b=15)		-	-	-	9.3	-	-	-	-	-	9.3
<i>Coscinostrum subcostatum</i>		-	-	-	-	-	-	13.9	23.2	9.3	9.3
<i>Dicystosphaerium pulchellum</i>		-	-	-	-	7.6	37.8	1.9	-	-	-
<i>Elonotila pulchra</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	28.6	-
<i>Golenkina radiata</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2
<i>Gyrodactylus cordiformis</i>		-	-	-	-	-	-	1.9	-	-	-
<i>Kirchneriella</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	.7	-	2.2
<i>Koliella longiseta</i>		-	-	-	-	-	-	1.4	20.9	-	-
<i>Lobomonas</i> sp.		-	12.3	-	-	-	-	-	-	37.0	10.9
<i>Monoraphidium griffithii</i>		-	-	.4	.4	-	-	-	-	.4	-
<i>Monoraphidium sinutum</i>		-	-	.6	1.2	.6	2.9	23.2	34.6	13.1	4.1
<i>Oocystis lacustris</i>		-	-	14.5	101.6	-	-	14.5	-	29.0	21.8
<i>Pandorina norua</i>		-	-	381.2	2141.7	116.2	471.9	-	-	-	-
<i>Paranastix conifera</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	.9
<i>Pediastrum boryanum</i>		-	-	-	-	-	36.3	.0	-	-	-
<i>Pediastrum duplex</i>		-	-	-	18.2	-	18.2	54.5	18.2	-	-
<i>Scenedesmus acuminatus</i>		-	-	-	1.8	3.6	-	10.9	3.6	-	-
<i>Scenedesmus arcuatus</i>		-	-	-	-	-	-	26.1	8.7	8.7	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i>		3.6	-	-	-	-	43.6	65.3	18.2	58.1	7.3
<i>Scenedesmus</i> sp.		-	-	.7	-	-	-	-	3.6	-	-
<i>Staurastrum paradoxum</i>		-	-	-	9.1	1072.7	10.9	10.9	-	27.2	21.0
<i>Tetraedron minimum</i>		-	-	.9	-	-	-	3.6	-	2.7	-
<i>Tetraedron trigonum</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	.9	-
<i>Trebauria triappendiculata</i>		-	-	-	.5	-	-	-	1.1	1.1	1.1
<i>Ubest. kuleforset</i> gr. alge (d=10)		-	-	-	3.6	47.2	36.3	-	-	41.7	10.9
<i>Ubest. cocc. gr. alge</i> (Chlorella sp.?)		-	-	-	11.6	-	-	-	12.7	10.9	18.2
<i>Ubest. gr. flagellat</i>		-	4.4	-	-	-	-	-	-	-	-
Sum		52.3	89.3	841.1	5616.9	1690.6	1129.8	462.0	312.3	499.9	277.9
Chrysophyceae (Gullalger)											
<i>Chrysochromulina parva</i>		-	-	-	-	-	-	-	325.0	5.8	-
<i>Craspedomonader</i>		17.0	-	-	-	-	-	9.4	23.6	2.8	4.7
<i>Bioobryon suecicum</i>		1.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sea chrysoomonader</i> (?)		51.4	9.4	1.9	-	-	-	47.2	4.7	9.4	7.1
<i>Store chrysoomonader</i> (?)		5.9	-	3.5	-	389.9	200.6	169.9	589.9	5.9	16.5
Sum		76.1	9.4	5.4	-	389.9	200.6	226.5	943.2	24.0	28.3
Bacillariophyceae (Kiselalger)											
<i>Asterionella formosa</i>		-	-	-	12.0	20.0	1609.2	45.9	8.0	-	16.0
<i>Cyclotella meneghiniana</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	32.7
<i>Diatoma elongata</i>		1269.2	1029.1	3.6	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fragilaria crotonensis</i>		-	-	-	-	-	79.9	123.8	519.1	175.7	4.0
<i>Nitzschia</i> sp. (l=40-50)		-	-	-	-	-	-	-	5.1	-	1.3
<i>Stephanodiscus hantzschii</i> v. pusillus		13096.3	116.2	8.7	14.5	-	-	-	-	-	39.2
<i>Stephanodiscus hantzschii</i>		-	-	-	-	-	-	54.3	16.3	-	-
<i>Synedra acus</i> v. angustissima		163.4	239.6	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra acus</i> v. radians		-	-	-	-	-	-	-	-	7.3	7.3
<i>Synedra</i> sp. (l=50)		-	-	-	-	-	-	54.5	38.1	13.6	-
<i>Synedra</i> sp. (l=70)		49.5	135.3	-	-	-	-	-	3.8	-	-
Sum		14579.0	1520.2	12.3	26.5	20.0	1669.1	278.6	590.4	196.6	160.4
Cryptophyceae											
<i>Cryptomonas cf. erosa</i>		255.6	239.6	79.9	8.0	307.5	-	-	151.7	63.9	95.8
<i>Cryptomonas cf. ovata</i>		435.6	363.0	108.9	-	-	-	-	-	36.3	-
<i>Cryptomonas curvata</i>		-	-	108.9	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=22-32)		228.7	38.1	-	432.0	216.0	4866.1	368.4	50.8	25.4	127.1
<i>Cyathomonas truncata</i>		-	-	-	-	-	-	12.3	-	-	3.4
<i>Katablenpharis ovalis</i>		39.2	50.3	12.4	2.6	-	172.5	2.0	13.7	23.5	13.7
<i>Rhodomonas lacustris</i> (v. nannoplantical)		185.1	194.2	216.9	9.1	635.3	726.0	294.0	390.2	113.0	20.0
<i>Rhodomonas lens</i>		-	-	-	-	-	28.0	3.8	20.3	6.4	3.8
Sum		1144.2	885.2	527.0	451.7	1158.7	5792.6	680.5	626.8	268.5	263.8
Dinophyceae (Fureflagellater)											
<i>Amphidinium</i> sp.		-	-	-	-	-	-	-	-	.7	1.5
<i>Gyrodinium cf. lacustre</i>		10.2	5.1	-	-	-	-	155.0	76.2	-	-
<i>Peridinium</i> sp. (d=20)		-	-	10.9	-	10.9	-	65.7	43.6	-	-
<i>Peridinium</i> sp. (d=50)		-	-	-	-	-	-	581.2	381.2	-	-
Sum		10.2	5.1	10.9	-	10.9	-	601.5	500.9	.7	1.5
My-alger											
Sum		-	-	4.5	-	-	-	-	-	-	1.5
Total		16012.0	2908.5	1402.2	6095.1	3470.2	8812.1	2390.7	3214.1	1119.2	723.8

Dyreplankton Kolbotnvannet 1990
Biomasse (mg tørrvekt pr. m², 0-18 m)

	3/4	26/4	16/5	6/6	27/6	18/7	14/8	29/8	19/9	8/10
<i>E. gracilis</i>							19	6		
<i>C. strenuus</i>	38	122	96	65		3				
<i>M. leuckarti</i>					58	58	66	12	33	58
<i>T. oithonoides</i>	196	403	116	1354	2015	2479	5975	2164	952	1987
<i>L. kindtii</i>					257	451		218		
<i>D. brachyurum</i>							43	12	12	6
<i>D. cucullata</i>						14	751	518	929	416
<i>D. cristata</i>	27	68	59	222	1053	1556	310	260	23	101
<i>C. quadrangula</i>						5	21	8	18	8
<i>B. longirostris</i>	431	684	1887	3267	16293	1414	7	31	19	
Tot. zooplankton	1209	5405	5814	7374	20698	6115	7731	3581	3558	3126
Tot. Crustacea	692	1278	2158	4907	19678	5980	7191	3228	1986	2575
Tot. Copepoda										
Tot. Cladocera										
Tot. Rotifera	517	4127	3656	2467	1020	134	540	353	1572	551

Tidsveid middel (1.mai - 31. oktober): 7.10 g dw/m²
Aritmetisk middel (mai - oktober): 7.25 " " "

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo
ISBN 82-577-1937-4