Fylkesmannen i Østfold

MILJØVERNAVDELINGEN

VASSDRAG OG KYSTOMRÅDER
OVERVÅKING 1983-84

RAPPORT NR. 13/85

INNHOLDSFORTEGNELSE

Innhold for vassdragsrapporter:

3. Geografisk beskrivelse
4. Brukerinteresser
5. Forurensningstilførsler
6. Måleprogram
7. Meteorologi og hydrologi
8. Resultater

I. INNLEDNING

Hovedvassdraget og deler av kystsonen blir nå overvåket gjennom årvise vannfaglige undersøkelser. Overvåkningen gjennomføres av fylkesmannens miljøvernavdeling i nært samarbeid med de lokale helsemyndigheter. Undersøkelsene finansieres med bidrag fra både stat og kommuner.

Overvåkingsundersøkelsene har til hensikt å klarlegge forurensningssituasjonen, fastslå behovet for tiltak samt kartlegge effekter av gjennomførte opprydningsarbeider. Resultatet av undersøkelsene utgjør et viktig grunnlag for den fremtidige forvaltningen av vannressursene i fylket. "Program for tiltaksrettet overvåking av vassdrag og kystområder i 1985 - 1988" som er utarbeidet av miljøvernavdelingen skisserer hovedtrekkene i overvåkningsarbeidet i den neste 4-års perioden.

Foruten en generell beskrivelse av forurensningssituasjonen i fylket gir rapporten en mer detaljert beskrivelse av forholdene i de vannsystemer som ble undersøkt i 1983-84. For spesielt interesserte henvises til rapporter som er utarbeidet for det enkelte vannsystem. Jfr. rapportoversikten på siste side. Rapportene kan fås ved henvendelse til Fylkesmannen i Østfold, miljøvernavdelingen.

Moss, 6. februar 1986

Inge Eikland

Inge Eikland

Torodd Hauger

Torodd Hauger

II. SAMMENDRAG - BESKRIVELSE AV FORURENSNINGSSITUASJONEN

Østfold er et av landets fylker hvor vannforurensninger skaper de største brukerproblemer - dette til tross for at tilgangen på vann er meget god. Stor befolkningstetthet, mye forurensende industri og stor landbruksaktivitet skaper vannforurensninger av ulike slag, samtidig som vassdragene i utstrakt grad tjener som råvannskilder samt til rekreasjon og friluftsformål. Foruten de forurensninger som har sin bakgrunn i menneskelig aktivitet i nedbørfeltene, er Østfold i tillegg eksponert for fjerntransporte forurensninger med luft og nedbør. Vannforurensninger i Østfold spenner med andre ord over flere kategorier av forurensningstyper - eutrofiering, saprobiering, jordpåvirkning, hygieniske problemer, forsuring og miljøgifter.

Eutrofiering (overgjødsling) er uten tvil det dominerende vannforurensningsproblem i fylkets hovedvassdrag. I flere innsjøer har økte tilførsler av plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen ført til endrede biologiske og fysisk/kjemiske forhold i vannmassene og på denne måten bl.a. skapt problemer for vannforsyning, bading og fiske. Problemer med smak og lukt på råvannet til flere av våre vannverk har som regel sammenheng med store algemengder og da spesielt blågrønnalger som vanligvis får spesielt gode betingelser for masseforekomst når konsentrasjonen av næringssalter blir høy. Tilgroing av grunne områder med makrovegetasjon og utvikling av overbestander med karpefiskarter er andre uheldige effekter av eutrofieringen.

De fleste av Østfoldvassdragene og fylkets kystområder mottar nå mer jordmateriale enn tidligere. Dette har sammenheng med utviklingen av kulturlandskapet, og de struktur- og driftsendringer som har funnet sted i etterkrigstiden. Det moderne jordbruket gir store jordtap som fører til tilgrumsing av vannet og raskere oppgrunning av innsjøene. I tillegg blir store mengder næringsstoffer tran-

sportert til vannforekomstene med jordmaterialet. Dette skaper gjødslingseffekter og betydelige brukerulemper. Grumset vann oppfattes som mindre tiltalende og er til klar ulempe for både vannverk, fiske og friluftsinteressene.

I høyereliggende områder av fylket har forsuringen etter hvert slått ut de fleste fiskebestandene. Det er spesielt i vassdrag hvor nedbørfeltet i hovedsak ligger over øvre marin grense (160-220 m.o.h.) at forsuringen er mest uttalt. Under den marine grense bevirker havavsatte jordarter til å nøytralisere surhetsskapende komponenter (SO_2, SO_4). De områdene i Østfold som er mest påvirket av forsuring ligger således i grensetraktene mot Sverige og i skog og fjelltraktene mellom Glomma og Haldenvassdraget. Den sure nedbøren bidrar også til at det løses ut mer metaller fra jordsmonn og fjellgrunn enn tidligere. Dette gjelder foruten aluminium også flere uønskede tungmetaller.

Sjøområdene utenfor Fredrikstad og Moss samt Iddefjorden er sterkt belastet med utslipp fra industri. Treforedlingsbedriftene M. Peterson & Søn A/S, Borregaard A/S og Saugbruksforeningen A/S slipper ut ligningstoffer og fiber som gjør vannet brunfarget, grumset og lettskummende. Disse utslippene fører dessuten til at det i områder med dårlig vannutskiftning oppstår periodevis oksygensvikt og utvikling av hydrogensulfid. Enkelte treforedlingsbedrifter tilfører dessuten vannsystemene miljøgifter i form av klororganiske forbindelser. Kronos Titan A/S som har sitt utslipp ved munningen av Glomma, tilfører kystvannet jernsulfat, svovelsyre, uoppløst illmenittslam og titanoksyd. Også en rekke andre bedrifter tilfører vannforekomstene miljøgifter gjennom direkte utslipp eller via kommunale avløpsanlegg.

I kystområdet synes gjødslingseffekter å bli stadig mer uttalt. Det ble i 1983 registrert masseoppblomstringer av dinoflagellater langs hele kyststrekningen. Foruten at dette gir estetiske ulemper, skaper stor fremvekst av dinoflagellater som Dinophysis, Provocentrium

minimum og Gyrodinicum aureolum problemer for fiske- og blåskjell-næringen. Undersøkelser antyder at utviklingen skyldes økende tilførsler med nitrogenforbindelser (avrenning fra jordbruksarealer).

Forurensningssituasjonen er fortsatt lite tilfredsstillende i flere av fylkets vassdrag og sjøområder, og for enkelte innsjøer er det en usikker prognose for utviklingen framover. Selv om gjennomføringen av avløpstekniske tiltak i kommunene og industrien ikke har gått så raskt som forutsatt i landets første "miljøvernprogram" (St.meld.107: Om arbeidet med en landsplan for bruken av vann-ressursene 1974-75), er man likevel i dag kommet dit hen at de fleste tettstedene har fått sine kloakkrenseanlegg eller avløpsnett som fører avløpsvannet over til gode sjøresipienter. Industrien har også den siste 10 års perioden investert flere titalls millioner i miljøtiltak. Når man likevel ikke har fått særlige bedringer i vassdrag/sjøforholdene, så skyldes dette flere forhold.

1. Forurensningsbidraget fra dyrket mark (næringsavrenning, ero-sjonsmateriale) er større enn tidligere antatt og trolig økende

2. Kommunaltekniske avløpstiltak har ikke gitt den forventede utslippsreduksjon

   - manglende tilkopling
   - avløpstap i overløp på grunn av stor innlekking av "fremmed-vann" (feilkoplinger, lekkasjer)
   - mangelfull drift og oppfølging av kloakkrenseanleggene

3. Tiltakene i industrien har ikke gitt den forventede utslipps-reduksjonen.

   - miljøkravene er i for liten grad resipienttilpasset
   - mangelfull drift og oppfølging av interne forurensnings-begrensende tiltak
   - driftsforstyrrelser skaper uforutsette, temporære utslipp som interne renseinnretninger ikke er konstruert/prosjek-tert til å kunne ta hånd om.

4. Enkelte vassdragsavsnitt kan ha egenskaper som bidrar til lang rekonvalesenttid (f.eks. bidrar interne gjødslingsmekanismer til å opprettholde høy algevekst).

Det er i det følgende gitt en kortfattet karakteristikk av vassdrag og kystområder som ble undersøkt i 1983 og/eller 1984:

Isesjø.

Isesjø kan karakteriseres som en næringsfattig innsjø, som ligger på grensen til å være middels næringsrik. Analyseresultatene tyder på at fosfat er en vekstbegrensende faktor i store deler av vekstperioden. Fosforkonsentrasjonene er relativt lave. Innholdet av nitrogen er derimot høyt, noe en antar skyldes avrenning fra tilgrensende jordbruksområder. Vannmassene er i en viss grad påvirket av eksterne tilførsler av humus og partikulært materiale.

Rømsjøen.

Rømsjøen kan karakteriseres som en næringsfattig innsjø. Analyseresultatene tyder på at fosfat er en vekstbegrensende faktor for algeveksten. Vannet er preget av tilførsler av humusstoffer. Oksygenforholdene er imidlertid gode på alle dyp gjennom hele undersøkelsesperioden. Vannet er relativt surt - i perioder ble det registrert pH-verdier ned mot toleransegrensen for visse fiskeslag.

Tunevannet.

Tunevannet kan karakteriseres som en middel næringsrik innsjø - på grensen til å være næringsrik. Analyseresultatene tyder på at både fosfor og nitrogen kan være vekstbegrensende for algene. Fosforkonsentrasjonen er forholdsvis høy sett i forhold til kjente kilder og menneskelig aktivitet. Innholdet av nitrogen er imidlertid forholdsvis lavt sammenliknet med andre innsjøer i fylket.

Ved stor framvekst av plankton får vannet grumset karakter og grønlig farge. Det ble på sensommeren 1984 påvist oppblomstring av dinoflagellaten Ceratium hirundinella. Denne algen blir ofte karakterisert som en problemalge i drikkevannsammenheng da store mengder av denne arten kan forårsake dårlig lukt og smak på vannet. Det ble under undersøkelsesperioden registert store mengder av en geleaktig substans i vannmassene - med tendens til oppkonsentrering på overflaten. Årsaken er foreløpig ukjent.

Lyseren.

Lyseren kan ut fra planteplanktonets mengde og vannets næringsnivå karakteriseres som en middels næringsrik innsjø. Vannmassene oppviser imidlertid en større andel blågrønnalger enn det som er vanlig i en innsjø med tilsvarende alge- og næringsmengde. Dette antyder at innsjøen er "følsom" overfor eutrofieffekter. Ytterligere tilføring av næringsstoffer kan gi stor framvekst av blågrønnalger.

Bunnslammet gir fra seg forholdsvis store mengder fosfor og nitrogen under stagnasjonsperioder med stort oksygenforbruk i dyplagene. Interne gjødslingsmekanismer er trolig av vesentlig betydning for produksjonensforholdene i vannmassene.

Som badevann er Lyseren hygienisk betryggende. Bakteriologisk er Lyseren også en god råvannskilde.

Kasetjern.

Kasetjern kan karakteriseres som næringsfattig (oligotrof) - på grensen til å være middels næringsrik (mesotrof). Vannmassene har videre dystrof karakter - dvs. vannet er preget av humusforbindelser som tilføres fra myr og skogområder i nedbørfeltet. Både fosfor og nitrogen synes å være vekstbegrensende i sommerhalvåret. Resultatet av bakteriologiske analyser bekrefter påvirkning av kloakk.

Haldenvassdraget.

Haldenvassdraget oppviser store variasjoner i vannkvalitet. Mens Bjørkelangsjøen er en eutrof innnsjø, kan Øgderen, Rødenessjøen og Aremarksjøen karakteriseres som mesotrofe. Femsjøen kan ennå karakteriseres som en relativt næringsfattig innsjø. Vannmassene er generelt sterkt preget av erosjonsmateriale og noe humuspåvirket.

I Bjørkelangsjøen er det påvist en meget rask eutrofieringsutvikling de siste årene med regelmessige masseoppblomstringer av blågrønn-algene Aphanizomenom flos aquae og Oscillatoria agardhii var. isotrix.

Som følge av eutrofieringen er det i Bjørkelangsjøen i en årrekke påvist stort oksygenforbruk med oksygenfrie forhold i bunnvannet på ettersommeren. Dette medfører stor frigivelse av fosfor fra sedimentene. Det er ikke påvist tilsvarende forhold i de andre innsjøene.

Rødenessjøen oppviser tildels de samme algeartene som i Bjørkelang-sjøen. Den totale algemengden er imidlertid betydelig mindre.

Algemengden i Aremarksjøen er av tilnærmet på størrelsesorden som i Rødenessjøen, men mengden blågrønnalger er langt mindre.

Algemengden i Øgderen var i 1984 omtrent av samme størrelsesorden som i Rødenessjøen, men planktonets sammensetning var relativt ulikt - med bl.a. tendenser til masseoppblomstringer av blågrønnalgen Oscillatoria agardhii var. isotrix og Oscillatoria cf limnetica .

Vansjø-Hobølvassdraget.

Vansjø-Hobølvassdraget oppviser forholdsvis store variasjoner i vannkvalitet. Storefjorden (det østre basseng) kan i dag karak-teriseres som et middels næringsrikt system (mesotrof), mens Vanem-fjorden (det vestre basseng) og Grepperødfjorden/Rødsengkilen (det midtre basseng) er næringsrike systemer (eutrofe).

Fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen har ikke endret seg nevneverdig i Vansjø de siste fem årene. Det er heller ikke registrert markerte endringer i planteplanktonets mengde og sammensetning siden 1981. Det ser med andre ord til at den eutrofieringsutviklingen som fant sted under 1960-70-årene har stanset opp, og Vansjø har fått tilbake det planktonsamfunnet innsjøen hadde før masseopp-blomstringen av blågrønnalger i 1979. Det er imidlertid for tidlig å trekke sikre slutninger om det har funnet sted en positiv utvikling i næringsstatus. Næringstilførselene fra nedbørfeltet er mye betinget av nedbørforholdene, og ulike meteorologiske forhold fra år til år vil kunne overskygge eventuelle positive effekter av gjennomførte opprydningstiltak.

Vannmassene i Hobølelva er under flomperioder og etter regnskyll sterkt preget av erosjonsmateriale og jordpåvirkningen synes å være tiltagende. Påvirkningen av partikulært materiale har etter hvert skapt store brukerproblemer.

Iddefjorden.

Iddefjordens tilstand er i hovedsak en følge av utslipp fra Saugbruksforeningen. Avløpsvannet fra treforedlingsindustrien gir et brunfarget, lettskummende og grumset overflatevann med høyt innhold av bl.a. ligninstoffer og fiber. Dertil er innholdet av organisk materiale i avløpsvannet så stort at enkelte deler av fjordens vannmasser får lave konsentrasjoner av oksygen. Undersøkelsene antyder en gradvis reduksjon i vannsikten i fjordens ytre deler i årene etter 1981. Denne utviklingen er mindre uttalt i fjordens indre deler.

De bakteriologiske undersøkelsene tyder på en forbedring i det vannhygieniske forhold. En antar at dette har sammenheng med tiltak som er gjennomført for å redusere kloakkutslippene.

Iddefjorden må fortsatt karakteriseres som et betydelig forurenset kystområde.

Østfold

VANNFOREKOMSTER

1. Rømsjøen

Haldenvassdraget

2. Øgderen
3. Rødenessjøen
4. Helgetjern
5. Øymarksjøen
6. Ara
7. Aspern
8. Store Ertevann
9. Femsjøen

10. Iddefjorden
11. Iddefjorden v/Halden
12. Singlefjorden – Hvaleområdet

Glomma

13. Øyeren
14. Glomma v/Solbergfoss
15. Mysenelva nedstrøms Mysen
16. Rakkestadelva nedstrøms Rakkestad sentrum
17. Isesjø
18. Glomma v/Sarpsfoss
19. Glomma v/Visterflo
20. Glomma v/Skinnerflo
21. Glomma nedstrøms Sarpsborg

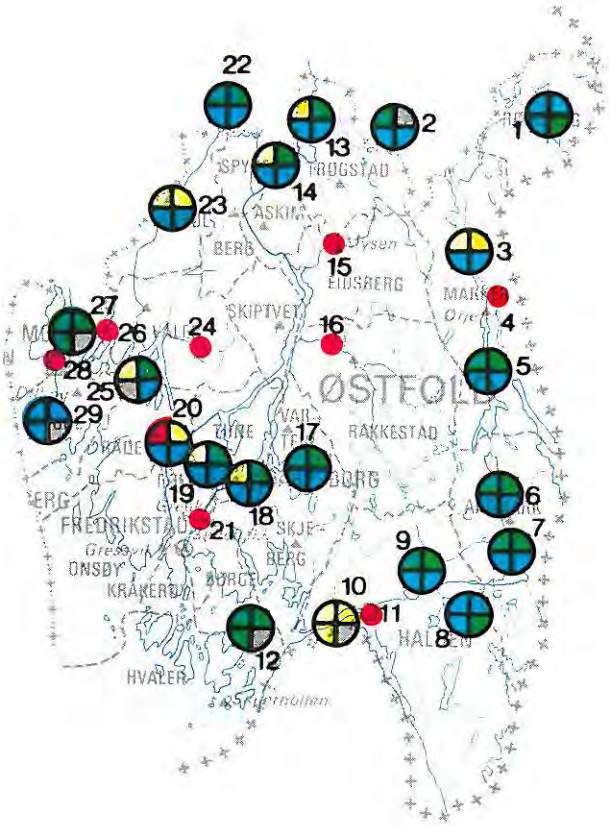
Vansjø – Hobølvassdraget

22. Mjær
23. Hobølelva
24. Sæbyvannet
25. Vansjø
26. Vansjø v/Grepperød-fjorden/Rødsengkilen

27. Mossesundet
28. Mossesundet v/Moss

29. Kysten Onsøy–Moss*

* Vurderinger som ikke bygger på undersøkelser.



TEGNFORKLARING

Forurensningstyper

Overgjødsling

Mikrobiologisk belastning

Miljøgifter

Surhet

● Lokale forurensninger.

▼ Terskelfjorder med oksygenfritt bunnvann, hvor menneskelig aktivitet har betydning. Angis bare dersom overflatelaget er lite forurenset.

Forurensningsgrader

- liten
- moderat
- markert
- stor
- ikke vurdert

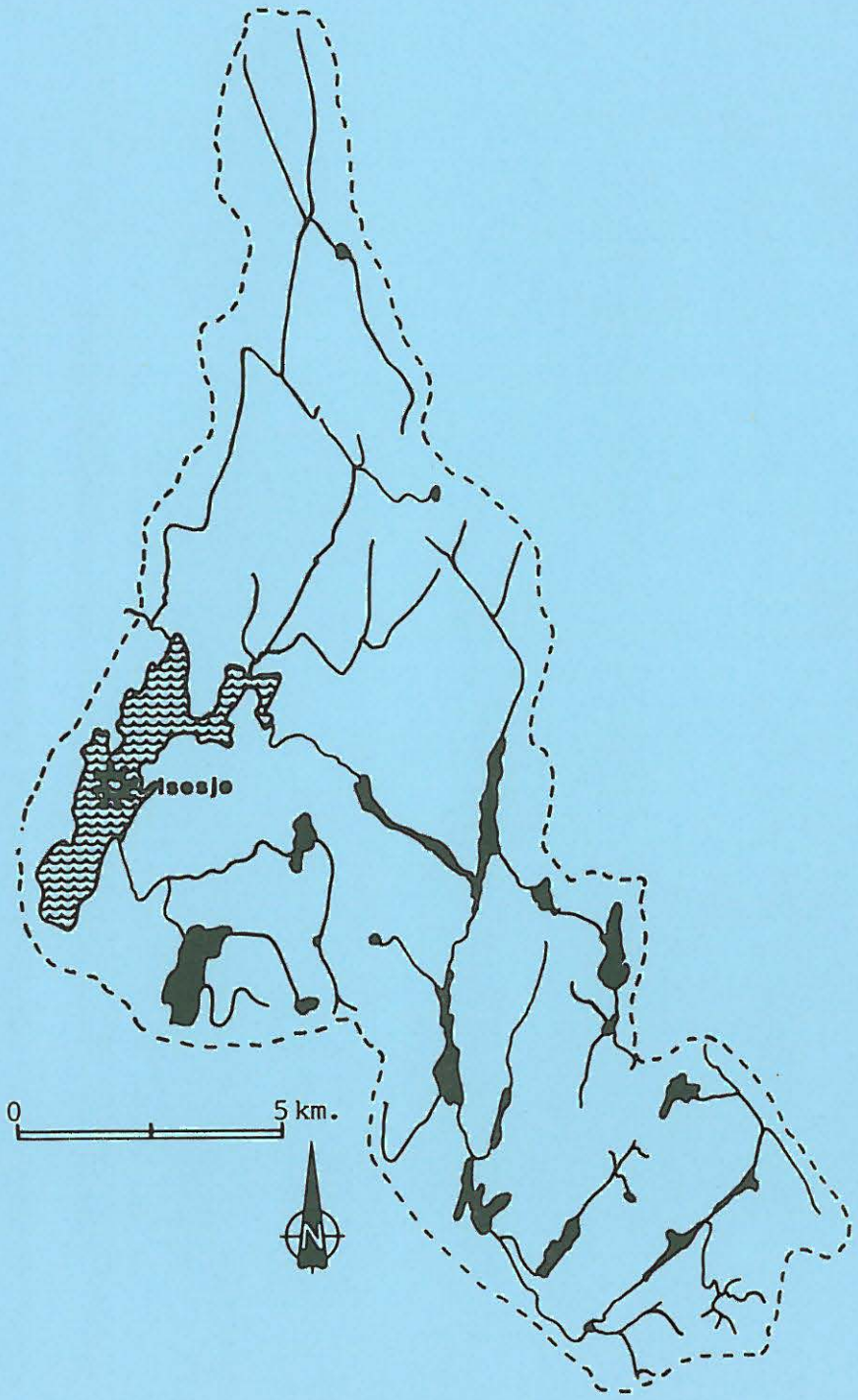
III. VASSDRAGSRAPPORTER 1983 - 84.

- Isesjø
- Rømsjøen
- Tunevannet
- Lyseren
- Haldenvassdraget
- Vansjø-Hobølvassdraget
- Iddefjorden

Innhold for vassdragsrapporter:

3. Geografisk beskrivelse
4. Brukerinteresser
5. Forurensningstilførsler
6. Måleprogram
7. Meteorologi og hydrologi
8. Resultater

Isesjø



3. GEOGRAFISK BESKRIVELSE.

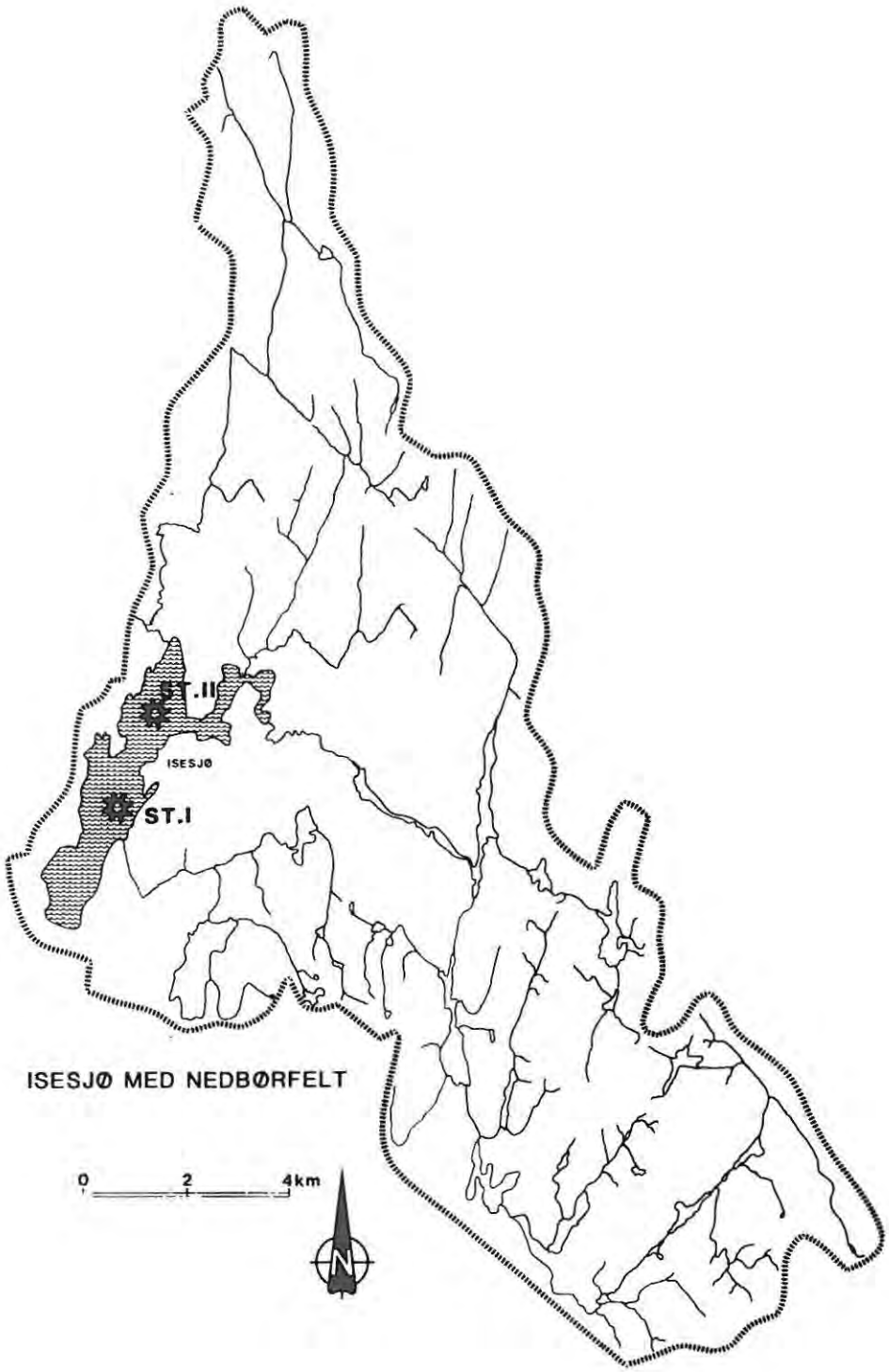
Isesjø er en morenedemt innsjø med overflate beliggende ca.38 m.o.h. Innsjøen er relativt grunn med et midlere dyp på 9,5 meter. Største dyp er målt til 22 meter og ligger i innsjøens sydlige del. Som de fleste "morenesjøer" har innsjøen en relativt uregelmessig form. Innsjøens overflateareal er 7,0 km^2.

Innsjøens nedbørfelt strekker seg ca. 12 km nordover og ca. 17 km i østlig retning. Feltet drenerer til innsjøen via fire tilløps-elver/-bekker. De tre største munner alle ut i innsjøens nordre ende. Totalt nedbørfelt er målt til 169 km^2.

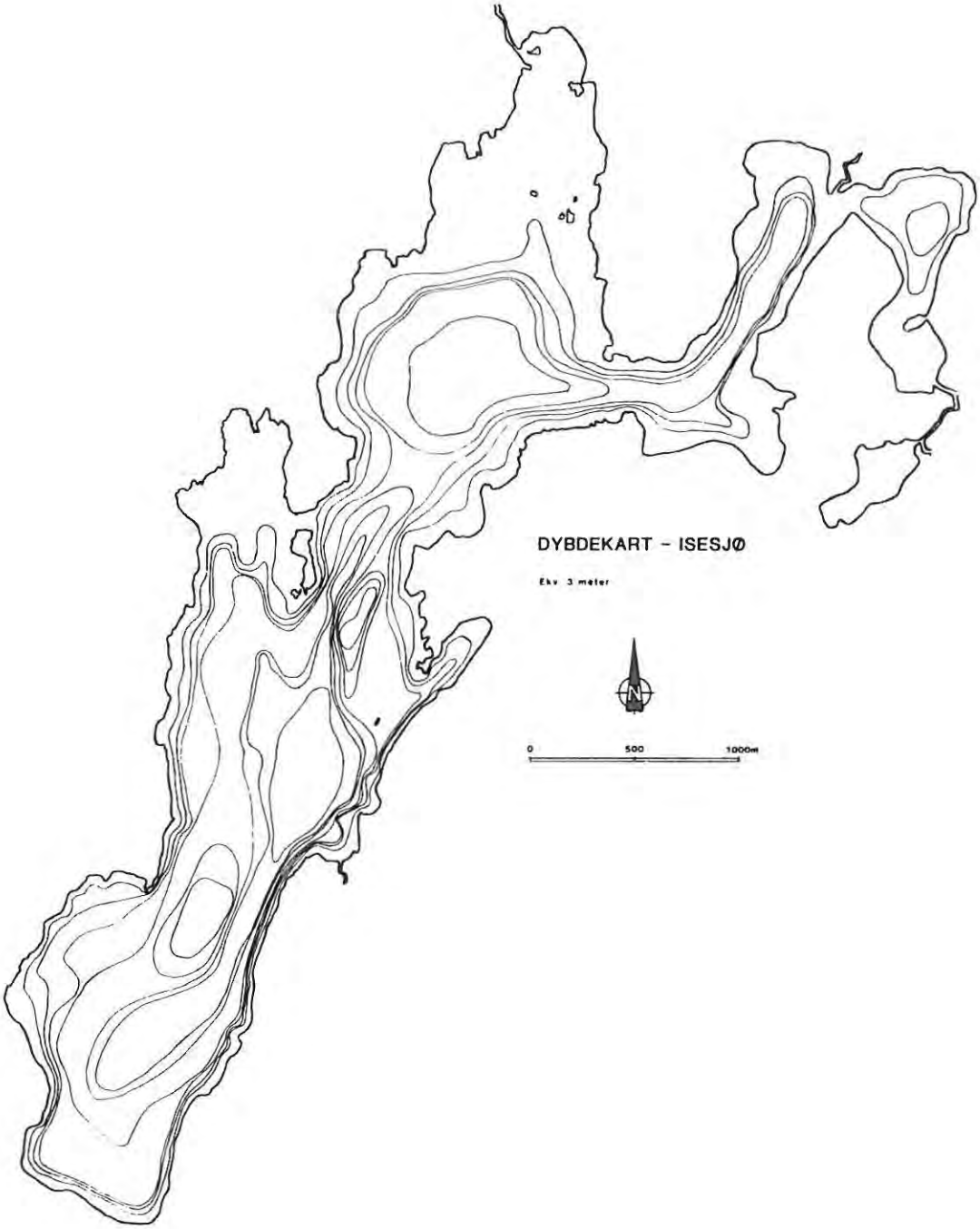
Nedbørfeltet ligger i det sørøst-norske grunnfjellsområdet og fjell-grunnen består hovedsakelig av gneis. Det meste av nedbørfeltet ligger under den øvre marine grense som i dette området ligger 180 - 190 meter over havet. I de lavereliggende områder består løsmassene av marine leirer, mens høyereliggende strøk er dekket av bunnmorene med varierende mektighet. Dyrket mark utgjør 8,9 % av nedbørfeltet, mens 83,7 % er skog og myr. Vannarealet er målt til 7,4 %.

Det bor ca. 320 personer i nedbørfeltet - de fleste tilknyttet jord- og skogbruk. Det finnes ingen tettsteder. Det ligger videre 100 - 150 hytter spredt i nedbørfeltet med en viss konsentrasjon omkring Børtevann.

Isesjø drenerer via elva Isoå til Nipa i Glomma.



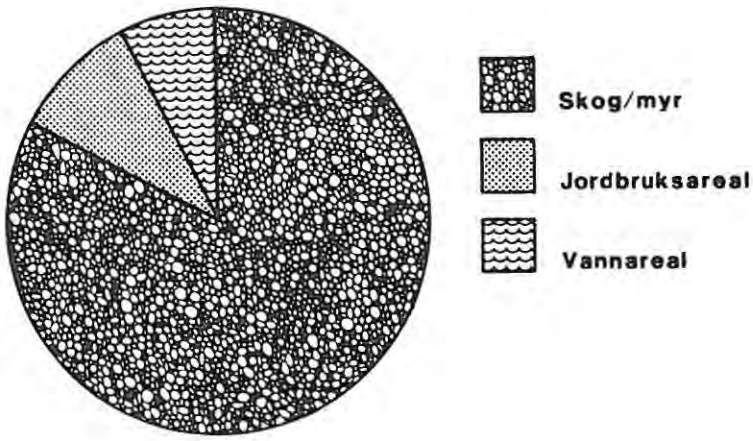
Figur 3.1. Isesjø med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.



Figur 3.2. Dybdekart over Isesjø

Morformetriske data for Isesjø

Høyde over havet	38	m
Innsjø areal	7,0	km^2
Midlere dyp	9,5	m
Største dyp	22	m
Vannvolum	66,9	mill m^3
Nedbørfelt	169	km^2
Teoretisk oppholdstid	327	døgn



Figur 3.3. Den relative arealfordelingen i Isesjøs nedbørfelt.

4. BRUKERINTERESSER.

Isesjø tjener som råvannskilde for Skjeberg kommune. Vannverket er plassert i sydenden av innsjøen og råvannsinntaket er ført ut på 12 meters dyp. Vannet gjennomgår fullrensing, pH justering og tilsettes desinfeksjonsmiddel før det føres ut på forsyningsnettet. Vannverket forsyner ca. 2.100 personer pluss en del industri.

Ise mølle har et mindre kraftverk i drift ved utløpselva, og det foretas her en mindre regulering av Isesjø ved hjelp av en nåledam. Reguleringshøyden er ca. 1 meter og magasinvolumet ca. 7 mill. m^3. Dette gir en magasinprosent på ca. 8.

Isesjø og innsjøene i nedbørfeltet utgjør dessuten et viktig rekreasjonsområde hvor det foregår friluftsaktiviteter som sportsfiske og bading.

5. FORURENSNINGSTILFØRSLER.

Årlig transport av fosfor og nitrogen til Isesjø er teoretisk beregnet på grunnlag av spesifikke verdier for forurensningstilførseler fra ulike kilder. Når det gjelder utslipp av kloakk er det forutsatt at hvert menneske produserer 2,5 gram fosfor pr. døgn og 12 gram nitrogen pr. døgn. Gjennomsnittlig rensegrad er satt til 30 % med hensyn til fosfor og 10 % med hensyn på nitrogen. Når det gjelder næringsavrenningen fra dyrket mark er følgende spesifikke avrenningskoeffisienter benyttet:

Fosfor	85 kg pr. km^2/år
Nitrogen	4.600 kg pr. km^2/år.

Eventuell avrenning fra utette gjødsellagere og siloanlegg er ikke tatt med i beregningene da man mangler detaljkunnskaper om husdyrholdet i nedbørfeltet.

Den naturlige avrenningen fra arealene (bakgrunnsavrenning) er beregnet på grunnlag av følgende avrenningskoeffisienter:

Fosfor	6,5 kg pr. km^2/år
Nitrogen	220 kg pr. km^2/år

Tabell 5.1 Forurensningsregnskap for Isesjø (1984)

	Totalt fosfor tonn/år	Totalt nitrogen tonn/år
Husholdningskloakk	0,3	1,2
Landbruk	1,3	69,0
Naturlige kilder	0,9	31,1
TOTALT	2,5	101,3

6. MÅLEPROGRAM.

Det er tatt ut prøver med 4 ukers intervall i perioden 1. juni - 1. oktober på to stasjoner - tilsammen 5 prøvetakingsomganger. St. I ligger i innsjøens dypeste område og St. II i den nordre delen av innsjøen (jfr. fig. 3.1.)

Vannprøvene er tatt på følgende dyp:

St. I	St. II
0-4 m (blandprøve)	0-4 m (blandprøve)
10 m	
15 m	
20 m (1/2 m.o.b.)	

Det er blitt analysert på følgende parametere:

Fysisk-kjemiske parametere.

Temperatur, oksygen, surhetsgrad, konduktivitet, fargetall, turbiditet, oksyderbart materiale (COD_{Mn}), løst reaktivt fosfat, totalt løst fosfor, total fosfor, ammonium, nitrat, totalt nitrogen, løst relativt silikat.

Biologiske parametere.

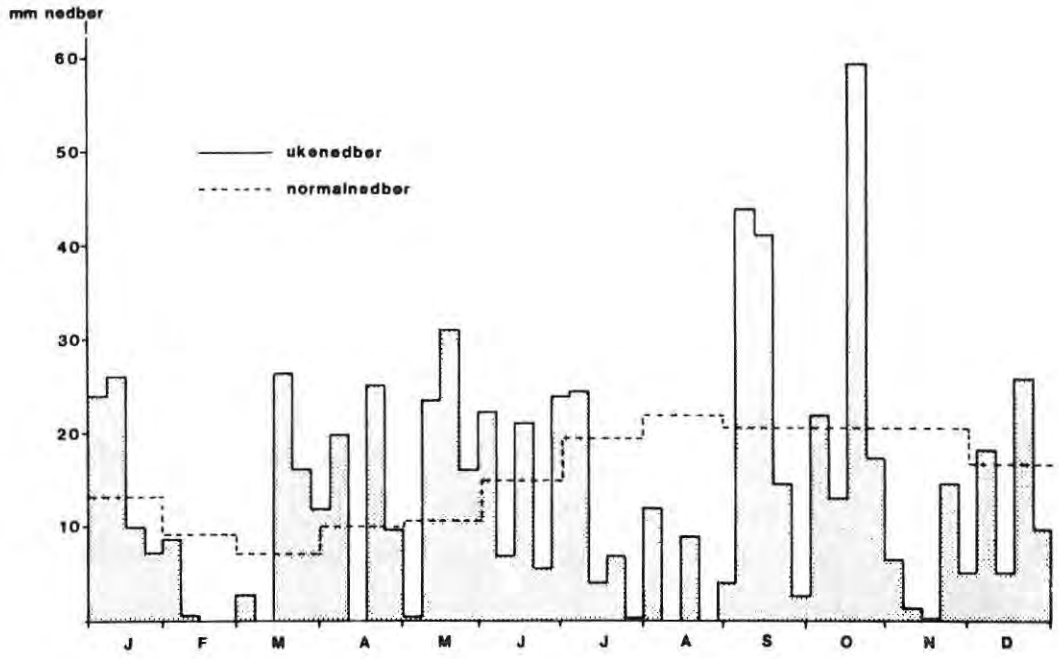
Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av planteplankton og klorofyll a.

7. METEOROLOGI.

Meteorologiske data er hentet fra Meteorologisk institutt Blindern. Variasjoner i ukemiddelnedbør og normalnedbør for stasjon Baterød er vist i fig. 7.1.

De første månedene av 1983 var spesielt nedbørrike, og mesteparten av vinternedbøren falt som regn. Da det lå lite snø i terrenget denne våren, ble flommen moderat. Sommermånedene juli og august var nedbørmengdene langt mindre enn i et normalår, mens høsten var forholdsvis nedbørrik.

Årssummen for 1983 var 681 mm, mens årsnormalen (1930-1966) er 740 mm.



Figur 7.1. Variasjoner i ukenedbør og normalnedbøren for Baterød stasjon

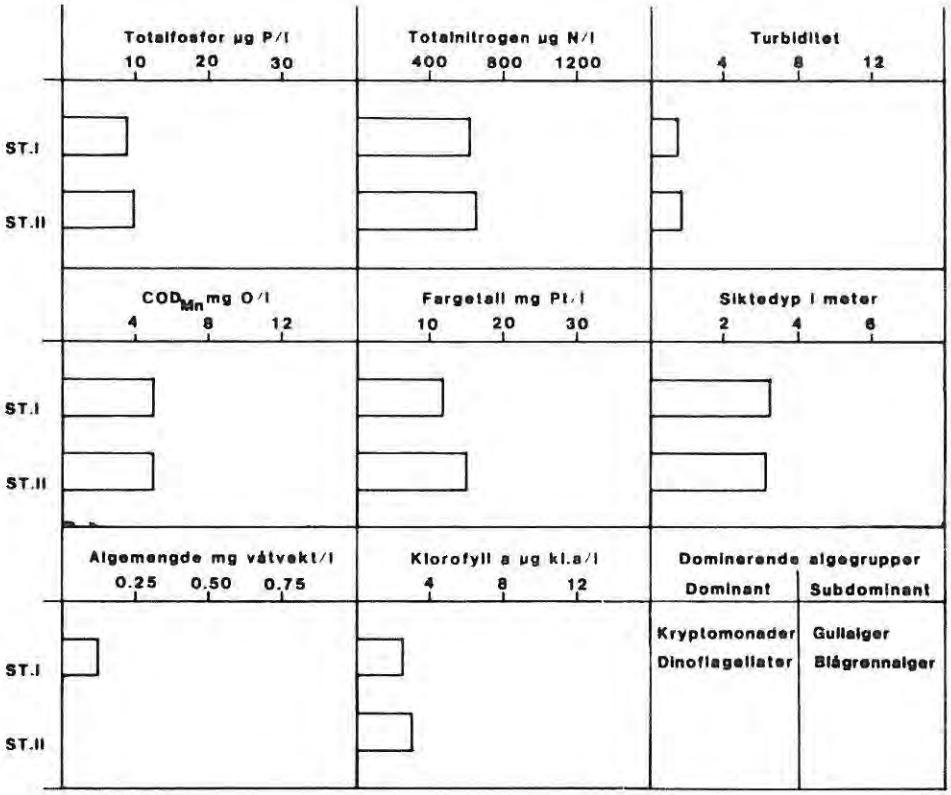
8. RESULTATER.

8.1. Fysisk/kjemiske forhold.

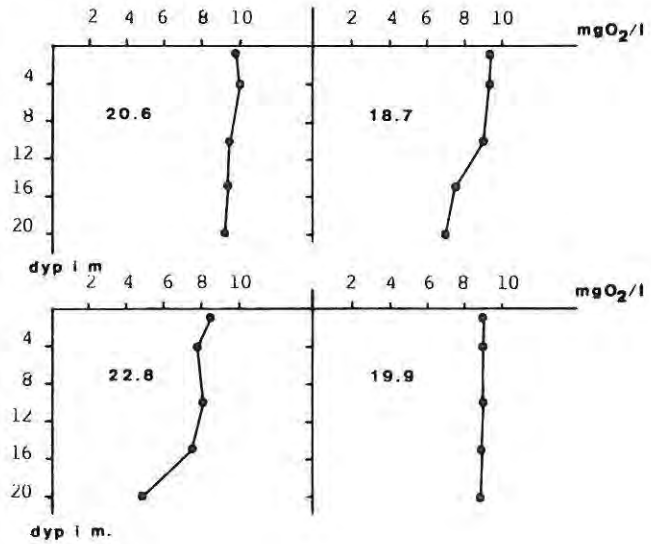
Den kystnære beliggenheten gjør at innsjøen er relativt sterkt eksponert for vind fra syd. Dette førte i 1983 til at det ikke ble dannet en klar temperaturlagdeling av vannsøylen. Dette bidro til at vannsøylen ble relativt ustabil og ved vindens hjelp var vannmassene i stadig vertikal omrøring. Det ble av denne grunn små kvalitetsforskjeller over dypet. På grunnlag av erfaringer fra andre relativt grunne, vindeksponerte innsjøer i Østfold, er det rimelig å anta at temperaturforholdene i dypet varierer mye fra år til år avhengig av innstrålning, vindforhold, luft- og vanntemperatur. Dette gir i så måte store årsforskjeller når det gjelder interne blandingsforhold og stofftransport.

Det er blitt tatt ut prøver på to stasjoner i innsjøen. Den ene stasjonen lå ved innsjøens dypeste område, den andre lenger nord i innsjøen. Ananlyseresultatene tyder på at det er relativt ensartede vannkjemiske forhold i innsjøens hovedvannmasser. På enkelte prøvetakingstidspunkter ble det imidlertid registrert noe høyere innhold av fosforforbindelser på stasjonen lengst nord i innsjøen. En antar dette har sammenheng med større direkte påvirkning av partikulært materiale som transporteres ut i innsjøen med tilløpselvene.

Surhetsgraden var i løpet av undersøkelsesperioden relativt stabil og pH verdien varierte mellom 6,4 - 6,8. Vannets totale innhold av salter målt som konduktivitet varierte mellom 6,6 - 6,9 mS/m. Vannets innhold av oppløste salter er med andre ord relativt høy tatt i betraktning at fjellgrunnen består av hårde bergarter som gneis og granitt. Innsjøens kystnære beliggenhet fører imidlertid til at vassdraget mottar mer havsalter med nedbøren enn vassdrag lenger inn i landet. For det andre gir de marine leirjordartene i nedbørfeltet fortsatt fra seg havsalter.



Figur 8.1. Veide middelverdier av utvalgte parametere i perioden 1.juni - 1.oktober 1983 på St:I.



Figur 8.2. Den vertikale oksygenfordelingen på St.I.

Vannets farge er noe preget av tilførseler av humusstoffer fra skog og myrområdene i nedbørfeltet. Fargetallet varierte i perioden mellom 10 -20 mg Pt/l. Vannets egenfarge var fra grønnlig-gul til gul. Innholdet av partikulært materiale (svevepartikler) er imidlertid lavere enn det man vanligvis finner i lavlandsvassdrag på Østlandet. Innholdet av svevepartikler målt som turbiditet varierte i undersøkelsesperioden mellom 0,9 - 2,8 FTU. De høyeste verdiene ble målt på forsommeren (mai) og gjenspeiler at vannmassene fortsatt var preget av partikler som ble transportert til innsjøen under vårflommen.

Resultatet av analyser på plantenæringsstoffer som fosfor og nitrogen tyder på at fosfor opptrer som næringsbegrensende faktor. D.v.s. at vannet tømmes etterhvert for løst reaktivt fosfor (fosfor som er tilgjengelig for algene) samtidig som det er overskudd av nitrogen (høyt N/P forhold). Vannets totale innhold av fosforforbindelser er for øvrig mindre enn det man vanligvis finner i tilsvarende innsjøer på Østlandet. Dette gjenspeiler at det er forholdsvis liten bosetting i nedbørfeltet. Konsentrasjonen av totalt fosfor varierte i undersøkelsesperioden mellom 6,6 og 11,0 µg pr. liter.

Innholdet av nitrogenforbindelser viste seg derimot å være forholdsvis høyt. Konsentrasjoner på over 1000 µg pr. liter ble målt på forsommeren. Utvaskingen av nitrogenforbindelser fra jordbruksområdene antas å være hovedkilden til den relativt høye nitrogenbelastningen på innsjøen.

Vannets innhold av organisk stoff var ganske stabilt i den perioden undersøkelsene pågikk og varierte mellom 4,5 -6,2 mg O/l (COD_{Mn}). Den totale organiske belastningen (humus og alger) bidro til et visst oksygenforbruk i dyplagene. I slutten av august ble det målt 50 % oksygenmetning på 20 meters dyp. Under sommere med en stabil temperatursjiktning er det rimelig å forvente ennå lavere oksygenkonsentrasjoner i dypområdene.

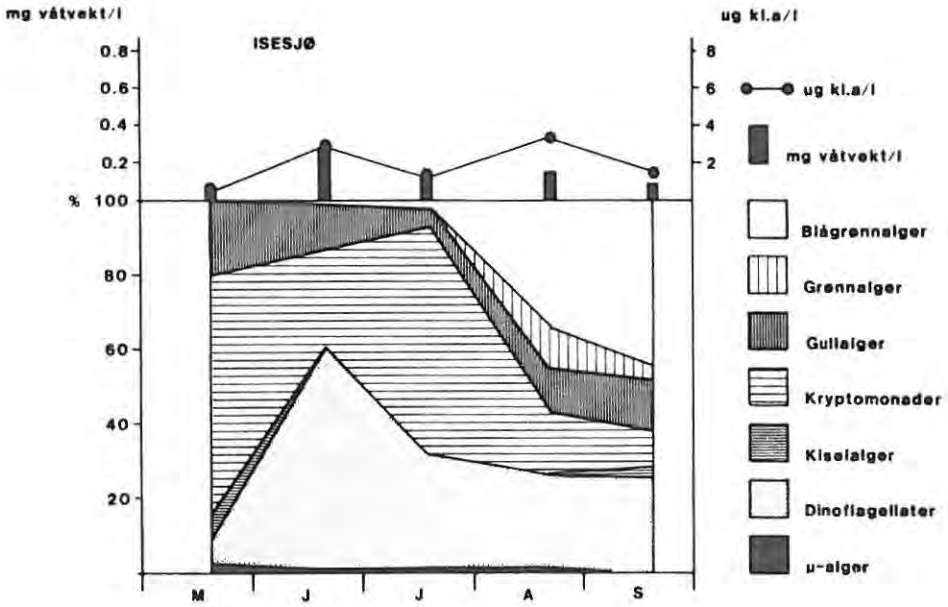
8.2. PLANTEPLANKTON OG KLOROFYLL a

Isesjø (St:I) kan ut i fra planteplanktonforholdene karakteriseres som næringsfattig (oligotrof), men ligger på grensen til å være middels næringsrik (mesotrof). Den gjennomsnittlige algemengde i vekstperioden var 0,12 mg våtvekt/l og den gjennomsnittlige klorofyllverdi 1,4 µg kl. a /l.

Planteplanktonet var på våren og forsommeren dominert av kryptomonader og dinoflagellater med henholdsvis Cryptomonas og Gymnodinium som viktigste slekter. Ut over sommeren og høsten gjorde blågrønnalgene seg mer og mer gjeldende med Gomphospharia som viktigste slekt. Kryptomonader og dinoflagellater utgjorde også i denne perioden en betydelig andel.

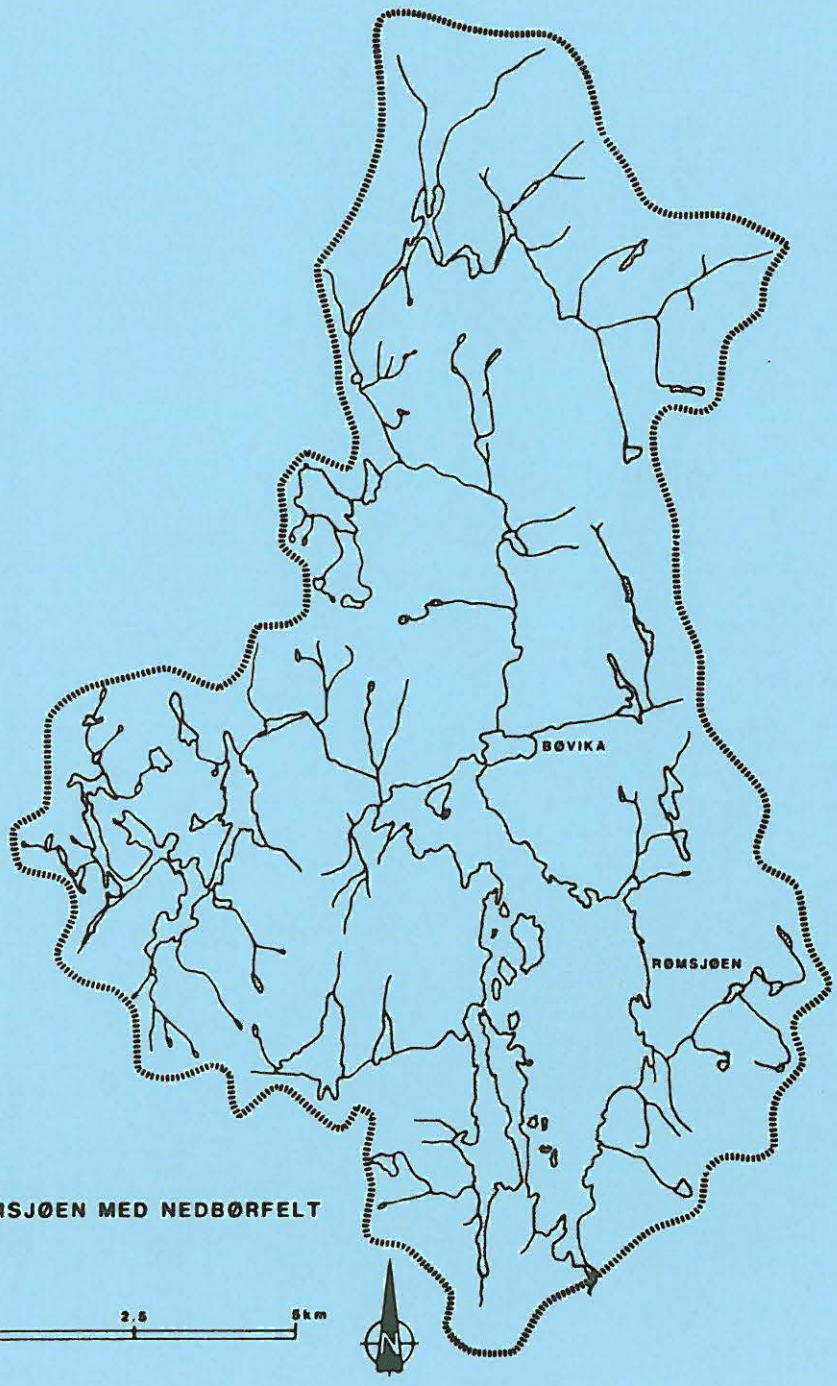
Arter innen blågrønnalgene Gomphospharia er relativt vanlig i våre lavlandsinnsjøer. De finnes i innsjøer med ulike næringsinnhold og er således ingen god indikator ved eutrofieringsstudier. Deres relative betydning i planktonsamfunnet avtar gjerne med en økende eutrofiering og de blir da ofte erstattet med andre blågrønnalger.

Det ble ikke påvist nevneverdig forskjell i algemengde (målt som klorofyll a) mellom de to innsjøstasjonene.



Figur 8.3. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-4 m) i Isesjø St:I 1983.

Rømsjøen



RØMSJØEN MED NEDBØRFELT

3. GEOGRAFISK BESKRIVELSE.

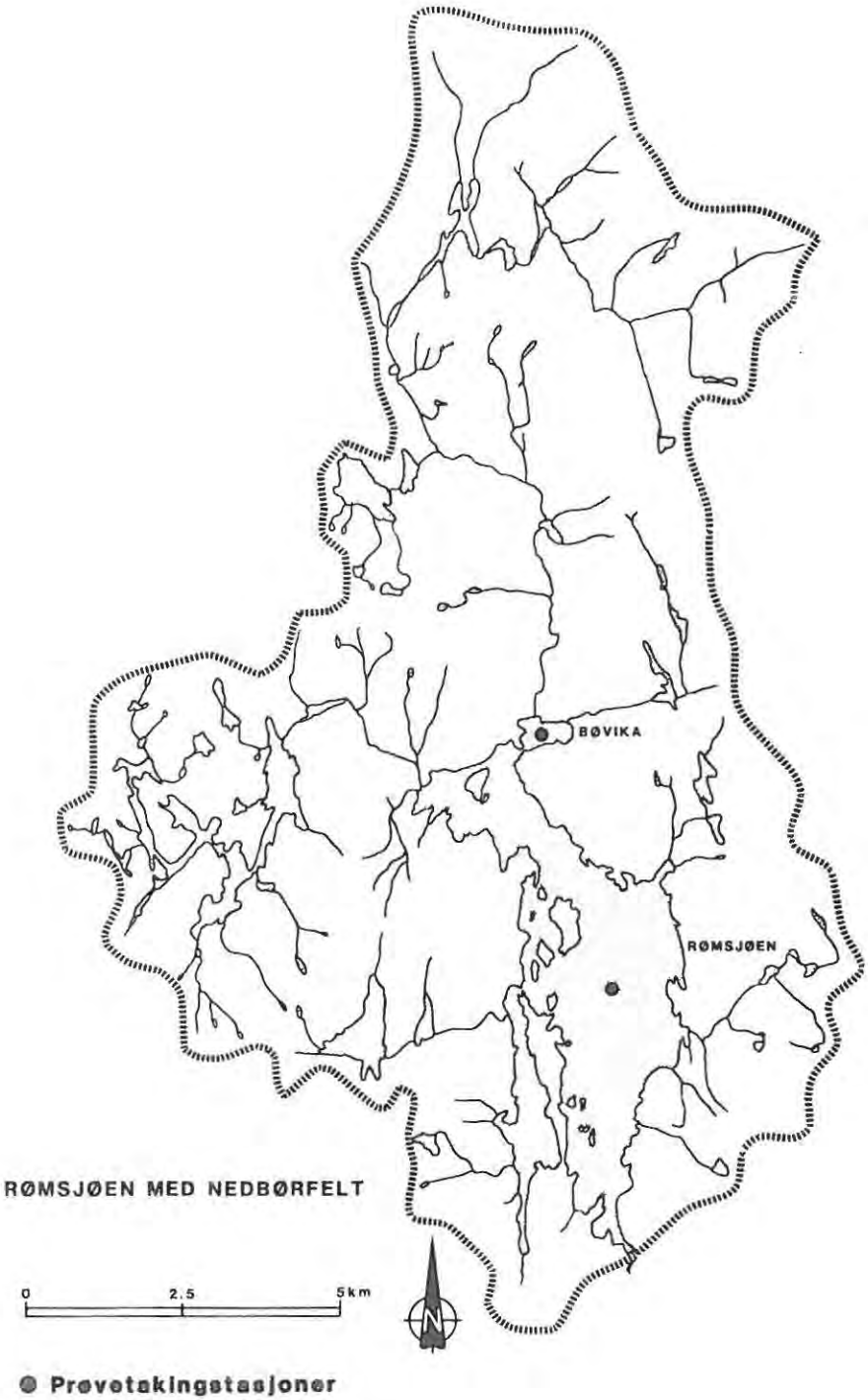
Rømsjøen er geografisk beliggende i fylkets nordøstlige hjørne med overflate ca. 137 m.o.h. Innsjøen har en forholdsvis uregelmessig form og bunntopografi. Største dyp er målt til 100 meter og ligger i innsjøens midtre del. Midlere dyp er beregnet til 24 meter. Innsjøens overflateareal er 13,5 km^2.

Innsjøens nedbørfelt strekker seg ca. 20 km nordover fra innsjøens sydende og er ca. 12 km på sitt bredeste. De største innsjøene i nedslagsfeltet er Vortungen, Fleskevann, Ertevann og Lyseren. Sistnevnte innsjø tjener som vannkilde for Rømskog kommune. Tukkuelva er den største av tilløpsvassdragene og munner ut i Bøvika. Bøvika er avskåret fra Rømsjøen ved en fjellterskel og må således betraktes som et eget innsjøsystem. Totalt nedbørfelt er målt til 137,2 km^2.

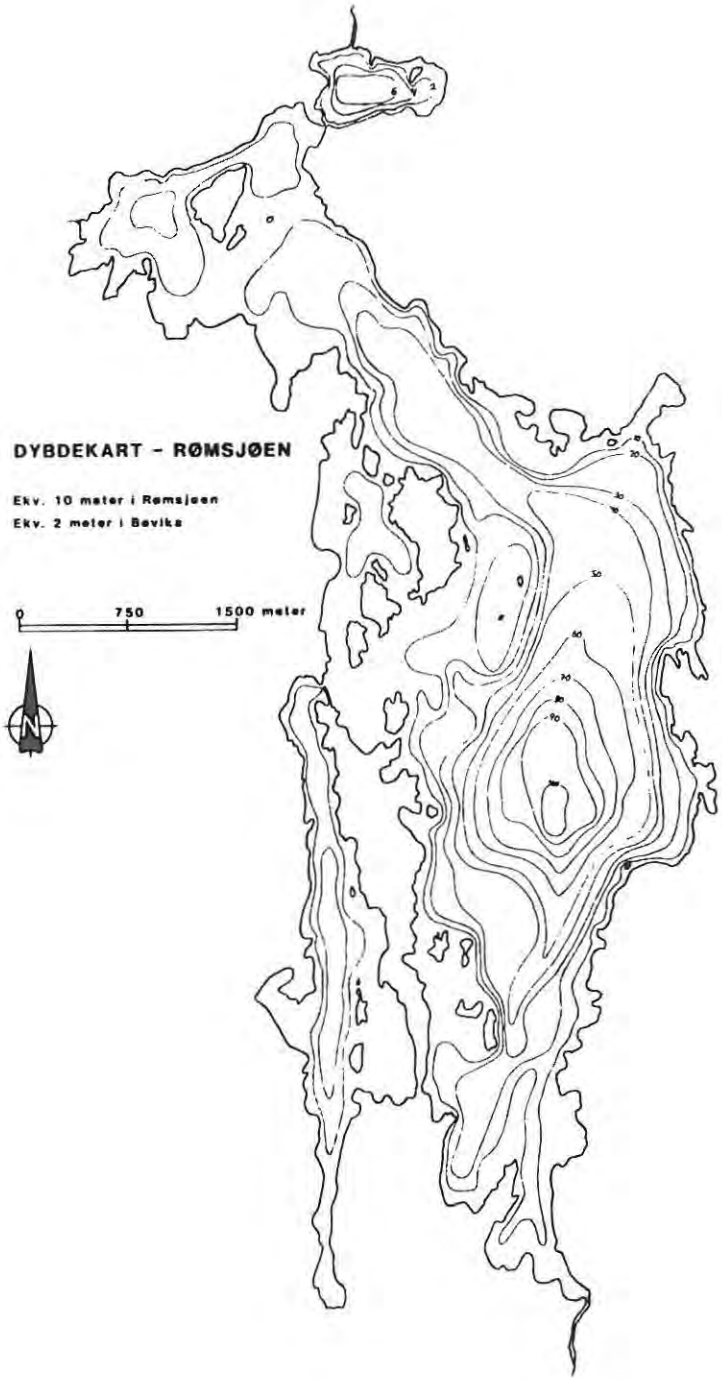
Nedbørfeltet ligger i det sørøstnorske grunnfjellsområdet og fjellgrunnen består hovedsakelig av gneis. Det meste av nedbørfeltet ligger over den øvre marine grense, som i dette området ligger ca. 200 m.o.h. Løsmassene består derfor i hovedsak av morenemateriale av varierende mektighet, mens det innenfor de lavest liggende områdene ned mot innsjøen finnes noe marin leire. Dyrket mark utgjør 2,1% av nedbørfeltet, mens 83,8% er skog, fjell og myr. Vannarealet er målt til 14,1% av nedbørfeltet.

Det bor 720 personer i Rømskog kommune - de fleste tilknyttet jord- og skogbruk. Storparten av befolkningen bor innenfor nedbørfeltet. Jordbruksarealet er 2,9 km^2 og det er i alt 57 driftsenheter med dyrket mark på mer enn 5 da. Det er videre 10 bruk med husdyr. Det ligger for øvrig en del hytter spredt i nedbørfeltet.

Rømsjøen drenerer til den svenske innsjøen Östen via Os elva.



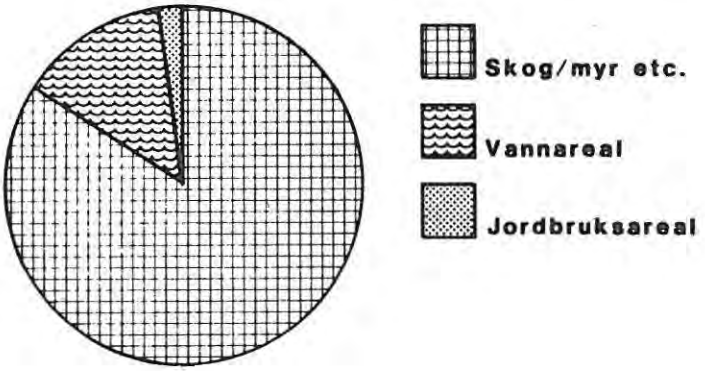
Figur 3.1. Rømsjøen med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.



Figur 3.2. Dybdekart over Rømsjøen.

Morfometriske data:

Høyde over havet	137 m
Innsjøareal	13,6 km^2
Midlere dyp	24 m
Største dyp	100 m
Vannvolum	323 mill m^3
Nedbørfelt	137,2 km^2
Vannets teor. oppholdstid	5.4 år



Figur 3.3. Den relative arealfordelingen i Rømsjøens nedbørfelt.

4. BRUKERINTERESSER.

Rømsjøen tjener først og fremst som rekreasjons- og friluftsområde og det ligger en del hytter rundt innsjøen. Forøvrig besøkes innsjøen av dags- og campingturister. Innsjøen egner seg godt til båtturer og er spesielt godt egnet til kanopadling.

Innsjøen er foreløpig ikke undersøkt med hensyn til fiskeribiologiske forhold. De opplysninger vi sitter inne med tyder på at den totale fiskeproduksjon er forholdsvis lav. Interessen for sportsfiske er imidlertid stor.

5. FORURENSNINGSTILFØRSLER.

Årlig transport av fosfor og nitrogen til Rømsjøen er teoretisk beregnet på grunnlag av spesifikke verdier for forurensningstilførsler fra ulike kilder. Når det gjelder utslipp av kloakk er det forutsatt at hvert menneske produserer 2,5 gr. fosfor pr. døgn og 12 gr. nitrogen pr. døgn. Gjennomsnittlig rensegrad for personer som er tilknyttet det kommunale kloakkrenseanlegget er satt til 90% med hensyn til fosfor og 20% med hensyn til nitrogen. For personer uten denne tilknytningen (spredt boligbebyggelse) er gjennomsnittlig rensegrad satt til 20% med hensyn til fosfor og 10% med hensyn til nitrogen. Når det gjelder næringsavrenningen fra dyrket mark er følgende spesifikke avrenningskoeffisienter benyttet:

Fosfor	85 kg/km² og år
Nitrogen	4.600 kg/km² og år

Eventuell avrenning fra utette gjødsellagre og siloanlegg er ikke tatt med i beregningene da man mangler detaljkunnskaper om husdyrholdet i nedbørfeltet.

Den naturlige avrenningen fra arealene (bakgrunnavrenningen) er beregnet på grunnlag av følgene avrenningskoeffisienter

Fosfor	6,5 kg/km² og år
Nitrogen	220 kg/km² og år

Tabell 5.1. Forurensningsregnskap for Rømsjøen 1983.

	Totalt fosfor tonn/år	Totalt nitrogen tonn/år
Husholdningskloakk	0,4	2,8
Landbruk	0,3	13,4
Naturlige kilder	0,9	30,2
Totalt	1,6	46,5

6. MÅLEPROGRAM.

Både i Rømsjøen og Bøvika er det tatt ut prøver med ca. 4 ukers intervall i perioden 9. mai - 21. september - tilsammen 5 prøvetagningsomganger. Prøvetagningsstasjonen i Rømsjøen ligger i innsjøens sentrale område nær innsjøens dypeste punkt. I Bøvika er prøvene tatt ut midt i bassenget.

Vannprøvene er tatt på følgende dyp:

Rømsjøen	Bøvika
0-4 m (blandprøve)	0-4 m (blandprøve)
10 m	1 m (kun for oksygenanalyse)
30 m	2,5 m (kun for oksygenanalyse)
60 m	5 m (kun for oksygenanalyse)
1/2 m.o.b.	

De er blitt analysert på følgende parametere:

Fysisk/kjemiske parametere.

Tempereratur, oksygen, surhetsgrad, siktedyp, innsjøens farge, konduktivitet, fargetall, turbiditet, oksyderbart materiale (COD_{Mn}), løst reaktivt fosfat, totalt løst fosfor, totalt fosfor, ammonium, nitrat, totalt nitrogen og løst reaktivt silikat.

Biologiske parametere.

Kvantitative og kvalitative bestemmelser av planteplankton og klorofyll a.

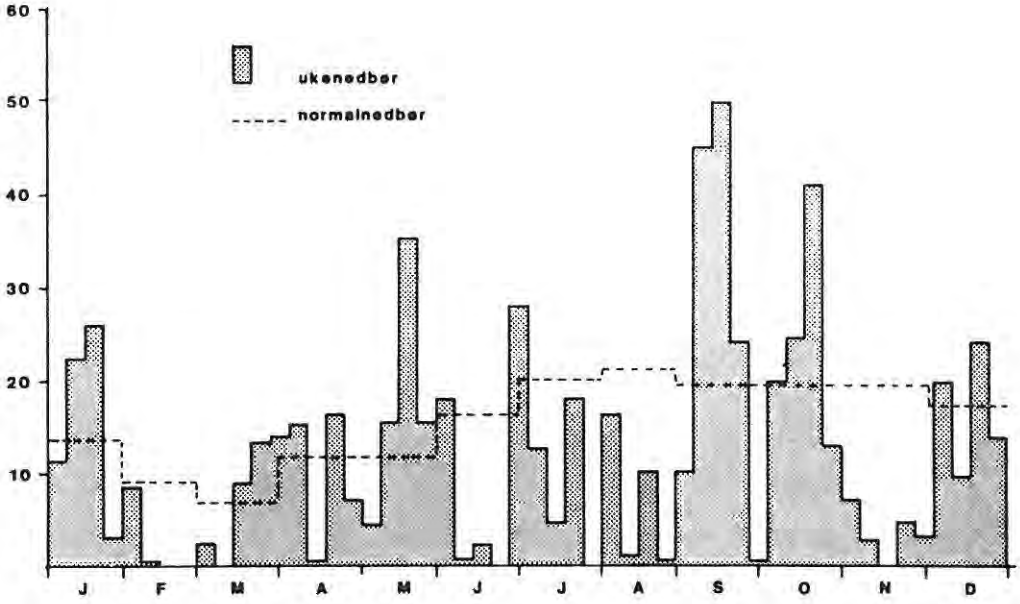
7. METEOROLOGI.

Meteorologiske data er hentet fra Meteorologisk institutt, Blindern. Variasjoner i ukemiddelnedbør for stasjon 0284 Høland - Kollerud er vist i fig. 7.1.

Det var enkelte nedbørrike perioder i de første månedene av 1983, og store deler av vinternedbøren falt som regn. Da det lå lite snø i terrenget denne våren, ble vårflommen moderat. Sommermånedene juni - juli og august var relativt nedbørfattige, med en nedbørmengde på

henholdsvis 40, 65 og 33 prosent av normalnedbøren, mens derimot høstmånedene september og oktober var forholdsvis nedbørrike.

Årsnedbøren for 1983 var 648 mm, mens årsnormalen (1931 - 1960) var 740 mm.



Figur. 7.1. Variasjoner i ukenedbør og normalnedbør for stasjon Høland-Kollerud 1983.

8. RESULTATER.

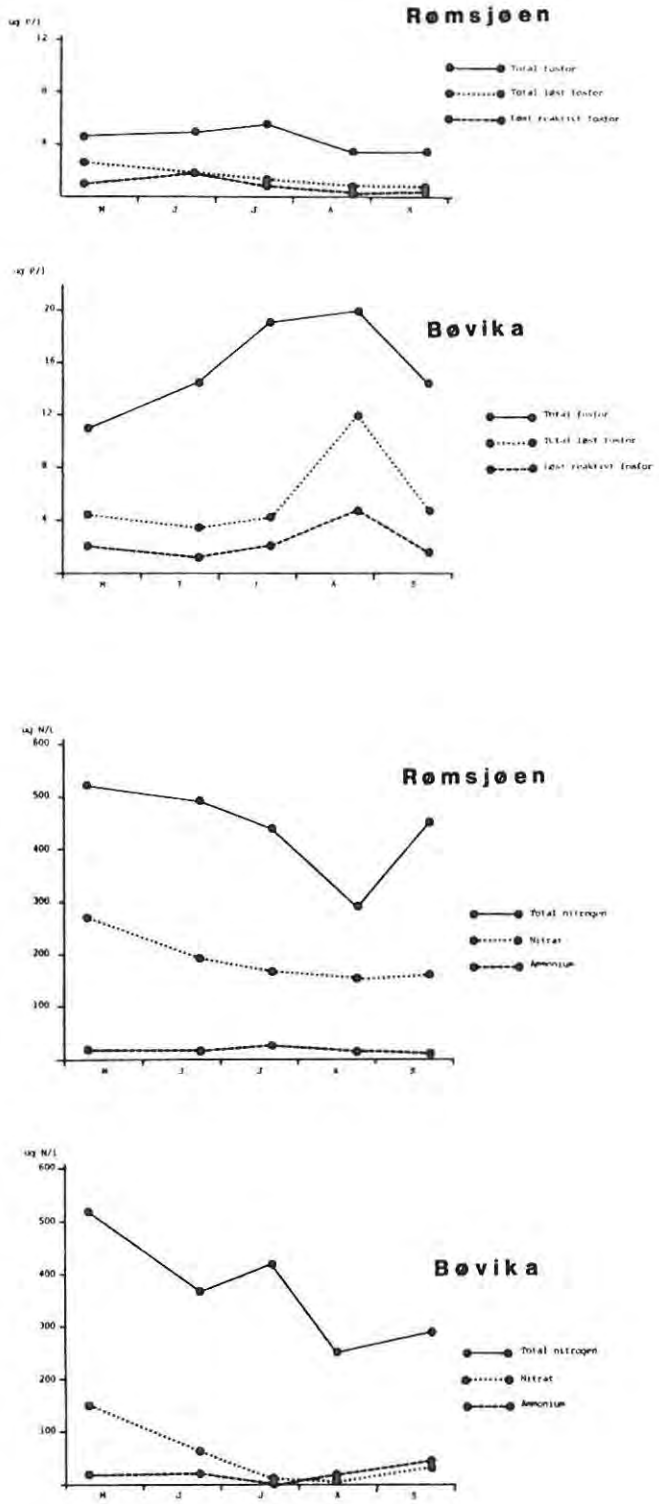
8.1 Fysisk/kjemiske forhold.

I løpet av undersøkelsesperioden ble det dannet en klar temperaturlagdeling i Rømsjøen. Dette bidro til at vannmassene var relativt stabile under sommerhalvåret med liten utskiftning av vannmassene i dypet av innsjøen. Temperatursprangsjiktet (overgangssjiktet mellom "varmt" overfaltevann og kaldere vann i dypet) lå på 10-20 meters dyp. Temperatursprangsjiktets beliggenhet vil variere over sommerhalvåret og vil generelt ligge dypest på ettersommeren. Bøvika er såpass grunn at her ble hele vannmassen oppvarmet - fra overflate til bunn.

Surhetsgraden i Rømsjøen varierte i undersøkelsesperioden mellom 5,9 - 7,3. Den laveste verdien ble målt i begynnelsen av mai; den høyeste i slutten av august. Variasjonene i pH-verdien skyldes forskjeller i surhetsgraden på det vannet som tilføres fra nedbørfeltet samt atmosfæren og tildels variasjoner i planteproduksjonen i innsjøen. Vannet i tilløpselvene vil generelt være surest på våren under snøsmeltingen. Dette vil også prege surhetsgraden i Rømsjøen og det er naturlig at de laveste pH-verdiene blir målt i ukene under og etter vårflommen. Utover sommeren vil algenes fotosyntese bidra til at vannet tappes for CO_2 - dermed vil pH-verdien i vannet øke.

I Bøvika følger variasjonene i vannets pH-verdi i grove trekk forholdene i Rømsjøen. Den laveste pH-verdien ble her målt til 5,5. Med andre ord en surhetsgrad som ligger nær toleransegrensen for flere fiskearter.

Når Rømsjøen oppviser såpass lave pH-verdier skyldes dette hovedsakelig påvirkning av sur/forurenset nedbør. Nedbørfeltet består dessuten i meget liten grad av fjell og jordarter som gir fra seg salter som kan bidra til å nøytralisere de sure komponentene i nedbøren. Vannets innhold av oppløste salter er med andre ord relativt lavt og konduktiviteten varierte under undersøkelses-



Figur 8.1. Variasjoner i næringsstoffer for Rømsjøen og Bøvika 1983.

perioden mellom 2,8 - 3,4 mS/m.

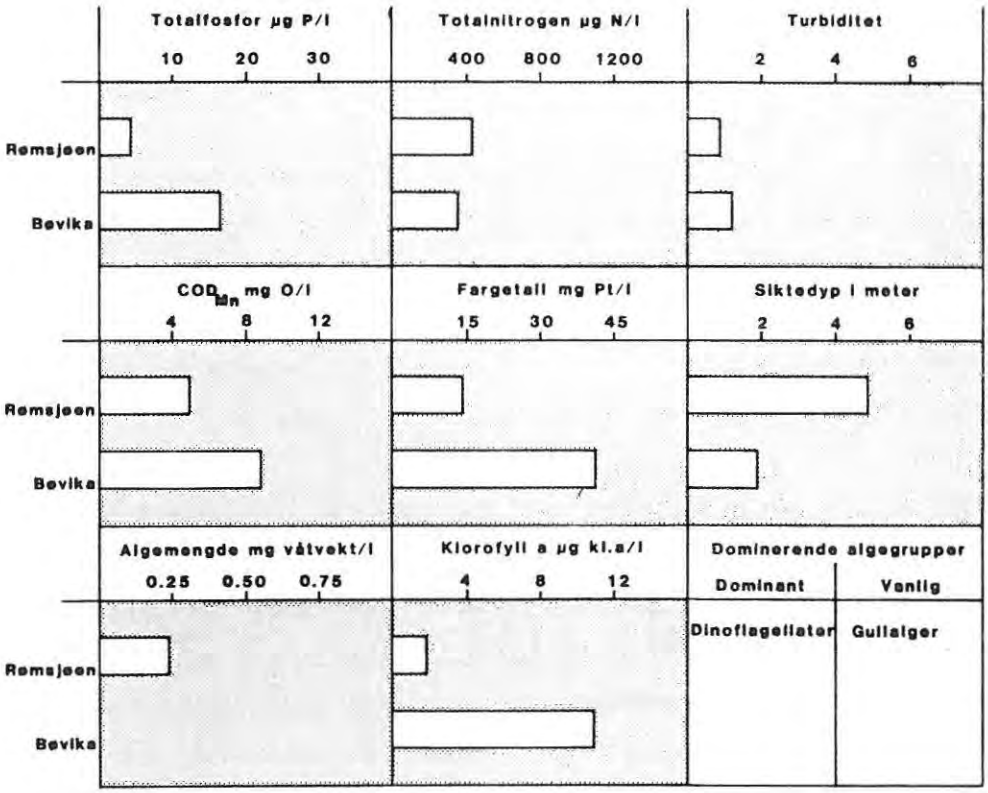
I Rømsjøen varierte innsjøens farge i nyanser mellom gul og brun. Fargetallet ble målt til å ligge i området 10-18 mg Pt/l. Dette indikerer at vannet er noe preget av tilførsel av humusstoffer (delvis nedbrutte plante- og dyrerester) fra skog og myrområder i nedbørfeltet. Fargetallet var gjennomgående betydelig høyere i Bøvika enn i Rømsjøen (33-60 mg Pt/l), og innsjøfargen var her brun.

Innholdet av partikulært materiale (svevepartikler) er lavere i Rømsjøen enn det man vanligvis finner i lavlandsvassdrag på Østlandet. Dette skyldes at det er lite med erosjonssvake jordarter i nedbørfeltet (leire/siltjordarter). Innholdet av svevepartikler målt som turbiditet varierte i undersøkelsesperioden mellom 0,5 - 1,2 FTU i Rømsjøen og mellom 0,7 - 2,3 i Bøvika.

Resultatet av de analyser som ble gjort på plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen tyder på at fosfor opptrer som næringsbegrensende faktor i Rømsjøen. Det vil si at vannet tømmes etterhvert for løst reaktivt fosfor (fosfor som er tilgjengelig for algene) samtidig som det under hele vekstsesongen er et visst overskudd av nitrogen (høyt N/P-forhold). Vannets totale innhold av fosforforbindelser er lavt (høyeste målte verdi 5,5 ug/l) og betydelig lavere enn det man vanligvis finner i innsjøer på Østlandet. Dette gjenspeiler at det er forholdsvis liten bosetting og landbruksvirksomhet i nedbørfeltet. Konsentrasjonen av totalt nitrogen i Rømsjøen varierte i undersøkelsesperioden mellom 290-520 ug/l.

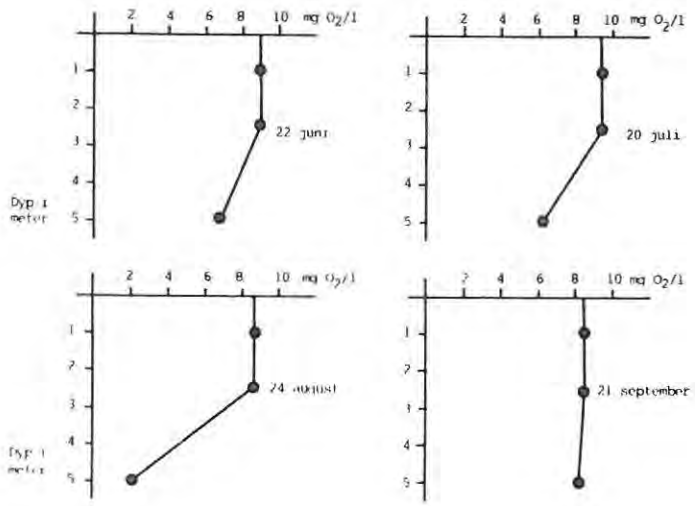
Når det gjelder næringsgrunnlaget for alger-/planteveksten skiller forholdene i Bøvika seg vesentlig fra Rømsjøen. Det totale innhold av fosfor er betydelig høyere og varierte i undersøkelsesperioden mellom 11,0-20,0 ug/l. Dette gjenspeiler at Bøvika på denne tiden mottok en forholdsvis stor andel av den kloakken som produseres i nedslagsfeltet. Det totale innholdet av nitrogenforbindelser skiller seg imidlertid lite fra forholdene i Rømsjøen.

Analyseresultatene viser at vannmassene i Bøvika utpå sommeren tømmes for ammonium og nitrat, samtidig som det foreligger tilgjengelig fosfat. Dette indikerer at nitrogen opptrer som næringsbegrensende faktor i perioder av vekstsesongen.



Figur 8.2. Veide middelverdier av utvalgte variable i perioden 1. juni - 1. oktober 1983.

Vannets innhold av organisk stoff var ganske stabilt i den perioden undersøkelsene pågikk og varierte i Rømsjøen mellom 2,9-5,8 mg O/l (COD_{Mn}) og i Bøvika mellom 6,3-9,8 mg O/l. Den totale organiske belastningen (humus og alger) bidro til et visst oksygenforbruk i Bøvika. På 5 meters dyp ble oksygeninnholdet redusert til ca. 20% metning på ettersommeren. I Rømsjøen var det gode oksygenforhold på alle dyp under hele undersøkelsesperioden.



Figur 8.3. Den vertikale oksygenfordelingen i Bøvika 1983.

8.2 Planteplankton og klorofyll a.

Rømsjøens hovedvannmasser kan ut ifra planteplanktonforholdene karakteriseres som næringsfattig(oligotrof), men på grensen til det middels næringsrike området (mesotrof). Den gjennomsnittlige algemengde i vekstperioden var 0.21 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyllverdi 2.6 ug kl.a/l.

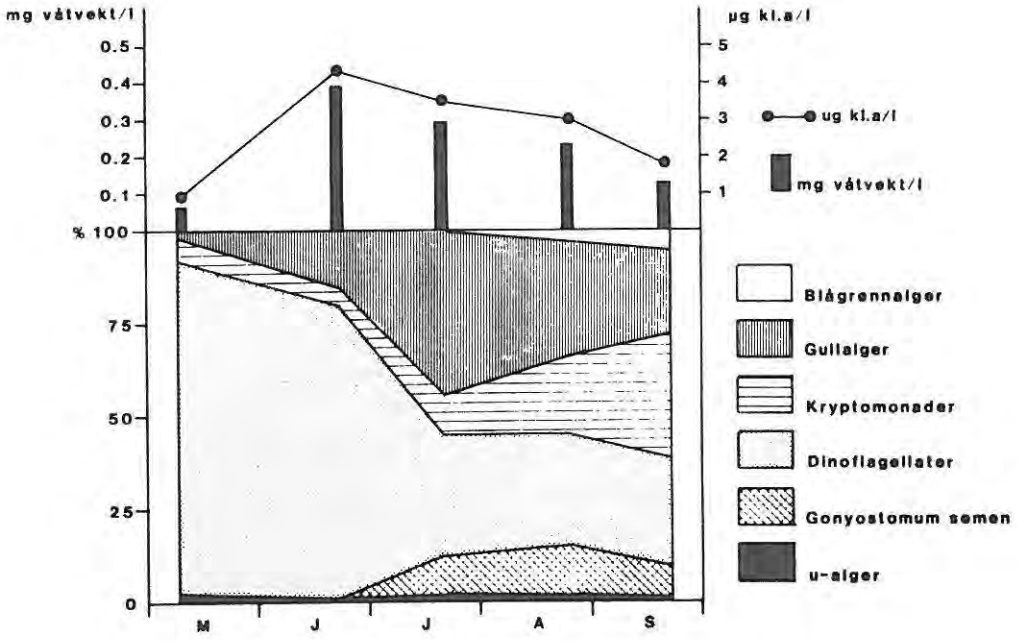
Planteplanktonet var på forsommeren dominert av dinoflagellater med Peridinium inconspicum og Gymnodinium spp. som viktigste arter. Utover sensommeren økte mengden av gullalger, kryptomonader og Gonyostomum semen.

Den relativt store forekomsten av Peridinium inconspicum og Gonyostomum semen indikerer relativt humøst vann med relativ lav pH, noe som bekreftes av de fysisk/kjemiske data.

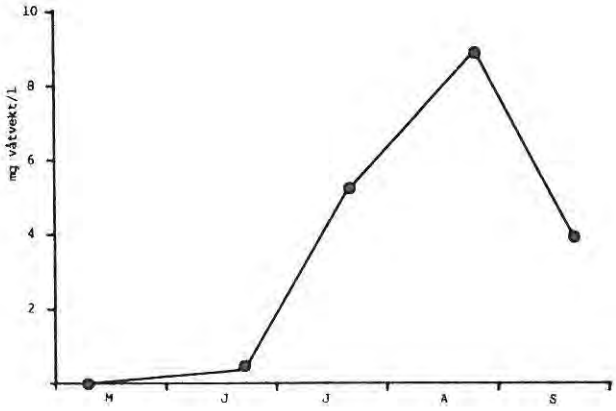
Det er verdt å legge merke til at det ikke ble påvist kiselalger i så store mengder at de fikk noen betydning ved volumberegningen. Tross dette ble det i juli registrert en markert nedgang i mengden av løst reaktivt silikat. Kisellager er helt avhengige av dette næringsstoffet og disse organismene er som regel hovedårsaken til variasjoner i vannmassenes innhold av løst reaktivt silikat. En kan således anta at det imellom prøvetakingene den 22. juni og 22. juli har forekommet en større populasjon av kiselalger og som har forårsaket den påviste silikat-reduksjonen.

Bøvika kan ut ifra planktonforholdene karakteriseres som næringsrik (eutrof) med en gjennomsnittlig klorofyll-konsentrasjon på 10,5 µg kl.a/l. Planktonet er dominert av flagellaten Gonyostomum semen som til tider fantes i meget store mengder. Gonyostomum semen er en typisk problemalge i innsjøer som benyttes som badevann. Dette har sammenheng med at algen inneholder trichocyster som støter ut lange

slimtråder (opptil 0,5 mm) hvis algen blir utsatt for mekanisk eller kjemisk påvirkning. Disse slimtrådene fester seg til kroppen på badende personer og danner et sleipt brunaktig belegg som bl.a. kan forårsake kløe. I Sverige var dette årsaken til at flere badeplasser mistet sin attraktivitet (jfr. Sørensen 1954). En regional undersøkelse av 114 innsjøer i Østfold sommeren 1982 viste at Gonyostomum semen fantes i hele 27% av lokalitetene.

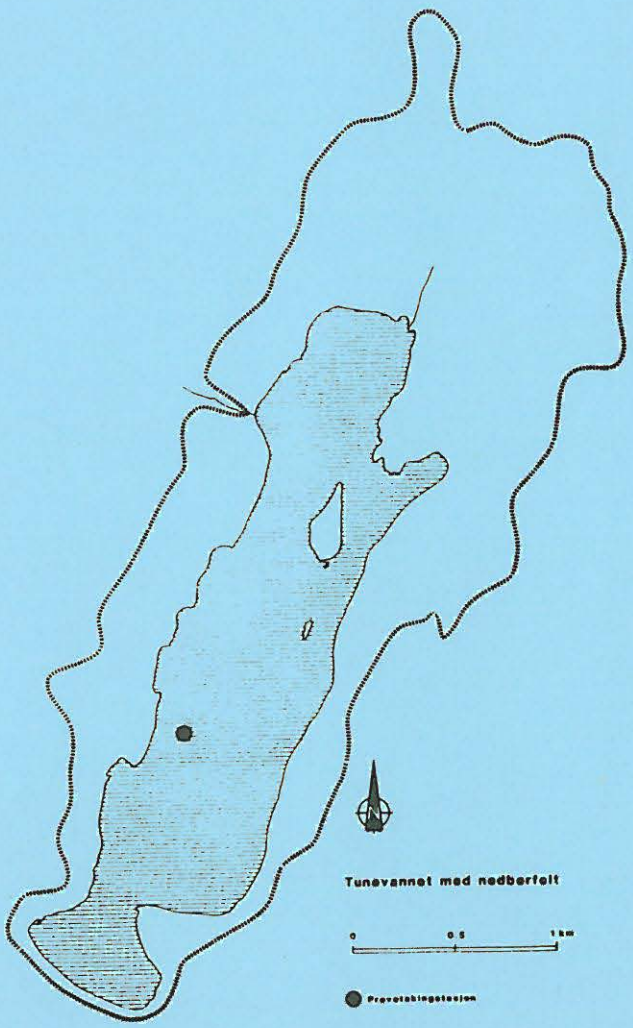


Figur 8.4. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-4m) i Rømsjøen.



Figur 8.5. Variasjoner i mengden (mg våtvekt/l) av Gonyostumum semen i Bøvika 1983.

Tunevannet



3. GEOGRAFISK OG HYDROLOGISK BESKRIVELSE.

Tunevannet er beliggende mellom Glengshølen og Vestvannet i Glomma med overflate ca. 40 meter over havet. Innsjøen er relativt grunn med et midlere dyp på 5,4 meter. Største dyp er målt til 12 meter og ligger i innsjøens sentrale deler. Tunevannet har en forholdsvis regelmessig utforming med største lengde i nord-sydlig retning.

Innsjøens nedbørfelt er 4,9 km² (inklusive sjøens overflate). Feltet drenerer til innsjøen gjennom flere bekkesystemer og som grunnvann. Avløpet fra innsjøen går til Vestvannet (Glomma) via en bekk i innsjøens nord-vestre hjørne. Vannstanden i innsjøen er gjenstand for en mindre regulering.

Nedbørfeltet ligger i det sør-østnorske grunnfjellsområdet og fjellgrunnen består hovedsakelig av gneis. Hele nedbørfeltet ligger under den øvre marine grense, som i dette området ligger ca. 180 meter over havet. Løsmassene består dermed i hovedsak av marine leiravsetninger. Høyereliggende områder har generelt liten løsmassedekning, men i forsenkninger og fjellkløfter vil det som regel være leire eller bunnmorene.

Dyrket mark utgjør 750 da., dvs. 16% av nedbørfeltet. Ca. 200 da. er parkareal, mens 1.520 da. er skog, myr og boligområder. Vannarealet er 2.410 da.

Det ligger ca. 90 boliger i nedbørfeltet. Av disse er ca. 80 tilknyttet kommunale avløpsanlegg. Avløpsvannet samles til 2 pumpestasjoner som fører kloakken ut av nedbørfeltet. Øvrig bebyggelse har avløpsanlegg tilpasset spredt boligbebyggelse.

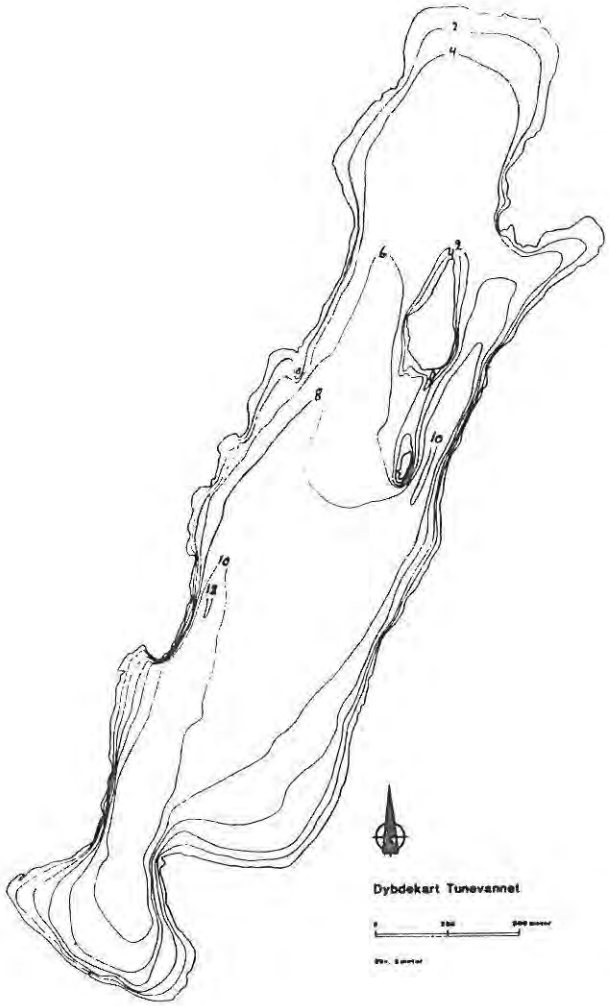
På grunnlag av erfaringstall kan tilsiget til Tunevannet beregnes. Ifølge NVS's regionale tilsigskurver er avrenningen under et normalår ca. 13 liter/km²/sek. Dette gir et midlere tilsig til innsjøen på 63,7 liter/sek. Midlere årstilsig blir ifølge dette ca. 2 mill. m³. Greaker Industrier A/S tar ut årlig en tilsvarende vannmengde til prosessvann i bedriften. Da det likevel går noe vann

i utløpsbekken kan dette tyde på at innsjøen mates med grunnvann fra områder utenfor nedbørfeltet.

Figur 3.1. Tunevannet med nedbørfelt og prøvetakingstasjon.

Morformetriske data for Tunevannet:

Nedbørfelt	4,9	km^2
Overflateareal	2,41	km^2
Vannvolum	12,8	mill. m^3
Teoretisk oppholdstid	6,4	år
Største dyp	12	meter
Midlere dyp	5,4	meter
Tilsig	2	mill. m^3 /år



Figur 3.2. Dybdekart over Tunevannet.

4. BRUKERINTERESSER.

Tunevannet utgjør et viktig rekreasjonsområde hvor det foregår en rekke friluftsaktiviteter. Foruten å tjene som badested for en forholdsvis stor befolkningsgruppe benyttes innsjøen som regattabane og treningssted for rosport. I tillegg benyttes innsjøen mye til sportsfiske.

5. FORURENSNINGSTILFØRSLER.

Årlig transport av fosfor og nitrogen til Tunevannet er teoretisk beregnet på grunnlag av spesifikke verdier for forurensningstilførsler fra ulike kilder. Når det gjelder utslipp av kloakk er det forutsatt at hvert menneske produserer 2,5 gram fosfor pr. døgn og 12 gram nitrogen pr. døgn. Gjennomsnittlig rensegrad for avløpsanlegg i spredt bebyggelse er satt til 30% med hensyn til fosfor og 10% med hensyn til nitrogen. Vi antar videre at 10% av den produserte kloakken i tettbebyggelsen tilføres innsjøen som følge av ledningslekkasjer, overløp og ved driftstans i pumpestasjonene. Når det gjelder næringsavrenningen fra dyrket mark er følgende spesifikke avrenningskoeffisienter benyttet:

Fosfor	85 kg pr. km^2/år
Nitrogen	4.600 kg pr. km^2/år

Disse koeffisentene er det vanlig å benytte for jordbruksområder på Østlandet. Da jordbruksarealene rundt Tunevannet er relativt lite kuperte (liten jorderosjon) er disse koeffisentene trolig noe for høye for dette nedslagsfeltet. Eventuell avrenning fra utette gjødsellagre og siloanlegg er ikke tatt med i beregningen da man mangler detaljkunnskaper om husdyrholdet og standarden på anleggene.

Den naturlige avrenningen fra arealene (bakgrunnsavrenning) er beregnet på grunnlag av følgende avrenningskoeffisenter:

Fosfor	6,5 kg pr. km^2/år
Nitrogen	220 kg pr. km^2/år

Tabell 5.1 Forurensningsregnskap for Tunevannet (1984)

	Totalt fosfor kg/år	Totalt nitrogen kg/år
Husholdningskloakk	40	236
Landbruk	64	3.450
Naturlige kilder	16	550
TOTALT	120	4.236

6. MÅLEPROGRAM.

Det er tatt ut prøver med 5 uker intervall i perioden 29/5-11/9 på en stasjon. Prøvetakingsstasjonen lå i innsjøens dypeste område.

Vannprøvene ble tatt ut på følgende dyp:

0-4 m (blandprøve)
6 m
11 m (1/2 m.o.b.)

Det er blitt analysert på følgende parametre:

Fysisk-kjemiske parametre.

Temperatur, oksygen, surhetsgrad, konduktivitet, fargetall, turbiditet, løst reaktivt fosfat, totalt løst fosfor, total fosfor, ammonium, nitrat, totalt nitrogen og løst reaktivt silikat.

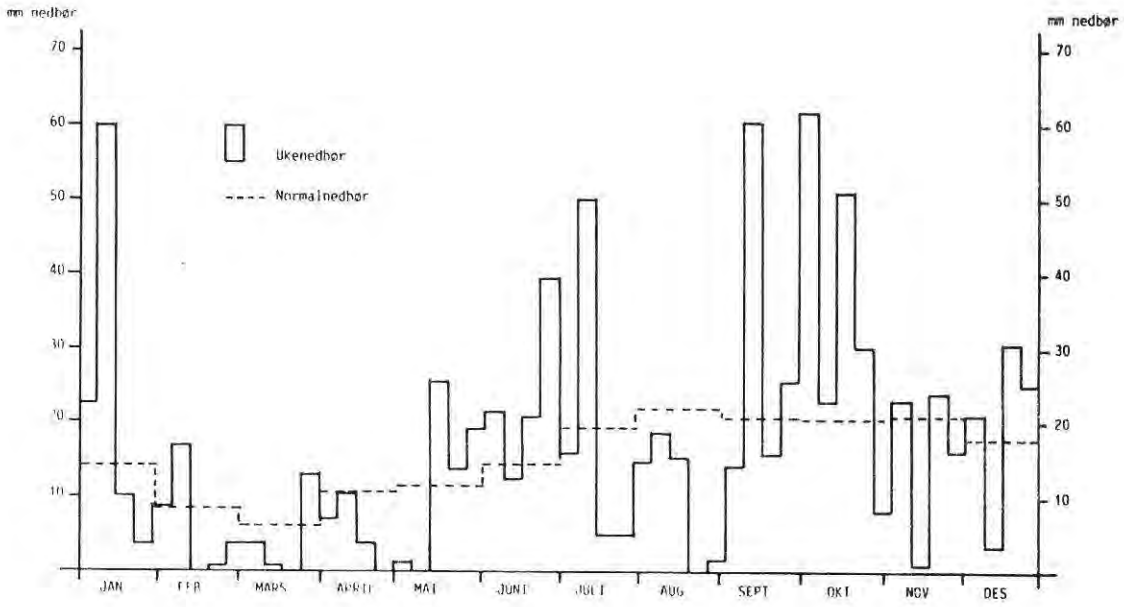
Biologiske parametre.

Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av planteplankton og analyse på klorofyll a. Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av dyreplankton (21.8 og 11.9).

7. METEOROLOGI.

Meteorologiske data er hentet fra Meteorologisk institutt - Blindern Variasjoner i ukemiddelnedbør/normalnedbør er målt på Baterød meteorologiske stasjon.

Januar og første del av februar var preget av ustabile værforhold med flere nedbørrike perioder. Temperaturen varierte mellom pluss- og minusgrader, så nedbøren kom vekselsvis som regn, sludd og snø. Senvinteren var imidlertid stabil med lite nedbør og det var gjennomgående kaldt.



Figur 7.1. Variasjoner i ukenedbør og normalnedbør for Baterød meteorologiske stasjon 1984.

Vårmånedene april og mai hadde små nedbørmengder. Middeltemperaturen var høyere enn normalt for disse måneder. Forsommeren var nedbørrik og mye av nedbøren kom som byger. I sommermånedene juli og august falt det mindre nedbør enn normalt. Middeltemperaturen var lavere enn normal sommertemperatur.

Høstmånedene kan karakteriseres som milde og våte. Særlig nedbørrik var oktober måned. De siste månedene av 1984 hadde omtrent like nedbørmengder som i et normalår, mens middeltemperaturen var noe høyere enn normalt.

Årsnedbøren i 1984 var 870 mm, mens årsnormalen er 740 mm.

8. RESULTATER.

8.1. Fysisk/kjemiske forhold.

Den kystnære beliggenheten, uten mellomliggende åser mot sjøen, gjør at innsjøen er relativt sterkt eksponert for vind fra syd. Dette førte i 1984 til at det ikke ble dannet en klar temperaturlagdeling av vannsøylen. Dette bidro til at vannsøylen ble relativt ustabil og med vindens hjelp var vannmassene i stadig vertikal omrøring. Det ble av denne grunn små kvalitetsforskjeller over dypet. På grunnalg av erfaringer fra andre relativt grunne, vindeksponerte innsjøer i Østfold, er det rimelig å anta at temperaturforholdene nedover i dypet vil variere mye fra år til år avhengig av innstrålning, vindforhold, luft- og vanntemperatur. Dette bidrar til store årsforskjeller når det gjelder interne blandingsforhold og stofftransport.

Surhetsgraden var i løpet av undersøkelsesperioden relativt stabil og pH-verdien varierte mellom 6,6 - 7,5. De høyeste verdiene ble målt under vekstsesongen. Dette har sammenheng med planktonalgenes CO_2-forbruk. pH-verdien økte generelt fra dypet til overflaten.

Dette gjenspeiler blant annet større algevekst i de øvre vannlag på grunn av bedre lystilgang.

Vannets totale innhold av salter målt som konduktivitet varierte mellom 9,5 - 11,0 mS/m. Vannets innhold av oppløste salter er med andre ord relativt høyt tatt i betraktning at fjellgrunnen består av hårde bergarter som gneis. Innsjøens kystnære beliggenhet fører imidlertid til at vassdraget mottar mer havsalter med nedbøren enn vassdrag lenger inn i landet. For det andre gir de marine leirjordartene i nedbørfeltet fortsatt fra seg fossile havsalter.

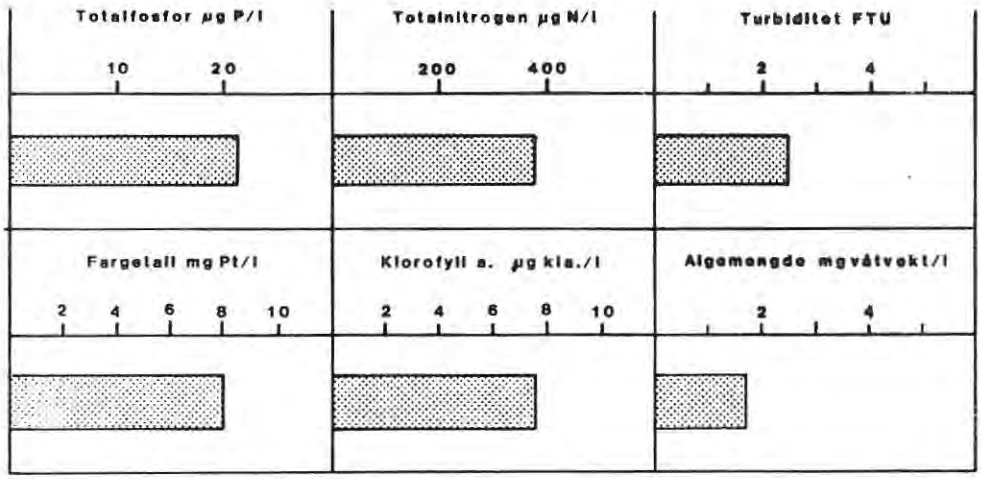
Vannets farge er grønn til gulig-grønn. Fargetallet varierte i perioden mellom 3 - 13 mg Pt/l. Dette indikerer lite påvirkning av humusstoffer (delvis nedbrutte planter og dyr) fra nedbørfeltet.

Innholdet av svevepartikler målt som turbiditet var under forsommeren lavere enn det man vanligvis finner i lavlandssjøer. Dette har sammenheng med at jordbruksarealene er relativt flate i dette området, som bidrar til liten jorderosjon. Turbiditeten varierte mellom 1,4 - 4,4 FTU. De høyeste verdiene ble målt da algemengden var på sitt største og gjenspeiler stor tetthet av planktonorganismer. Det høye partikkelinnholdet bidro også til at siktedypet (vannets gjennomskinnlighet) i den mest intense vekstsesongen ble målt til bare 1,95 meter. Vannets bruksmessige kvalitet og utseende er således under sommeren i hovedsak bestemt av algemengden i vannmassene. Ved stor mengde av plankton blir vannet grumset og får grønnlig farge.

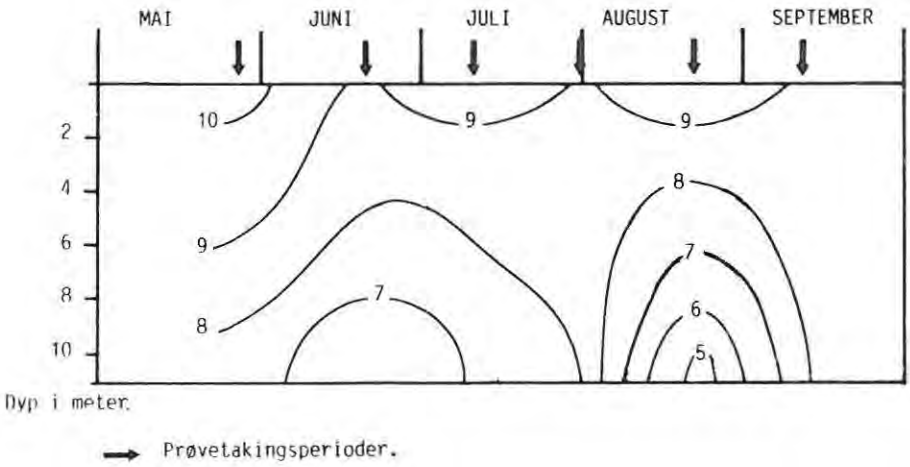
Når det gjelder vannets innhold av makroplantenæringsstoffer som fosfor og nitrogen, skiller Tunevannet seg vesentlig fra de fleste lavlandsinnsjøer i Østfold. Det totale innhold av nitrogenforbindelser er lavt og varierte i perioden mellom 310 - 560 µg N/l. Det totale innhold av fosforkomponenter er imidlertid på størrelse med hva man vanligvis finner i innsjøer som er moderat belastet med husholdningskloakk (Vansjø, Rødenessjøen). Innholdet av totalt

fosfor varierte mellom 15,6 - 35,4 µg P/l. Det ble i hele undersøkelsesperioden påvist svært lave konsentrasjoner av nitrat, som er den nitrogenforbindelse som algene i denne innsjøen i størst grad utnytter. Dette indikerer at nitrogen kan være vekstbegrensende faktor for algene. Da det også ble målt meget lave verdier av løst reaktivt fosfat, kan også fosfor periodevis være begrensende for algeveksten.

Mens vannets innhold av nitrat og løst reaktivt fosfat generelt er meget lavt, økte det totale innhold av nitrogen og fosfor under vekstperioden. Dette indikerer at algene nyttegjør seg effektivt de næringsstoffene som tilføres under sommeren - og at disse innkorporeres i den levende biomassen. Den vertikale sirkulasjonen av vannmassene bidrar til at algene i liten grad sedimenterer og undras vannmassene. Det er dessuten rimelig å anta at fosfor som er akkumulert i bunnslammet føres tilbake til vannmassene som følge av mekanisk resuspensjon (vind - og bølgeaktivitet) eller biologisk resuspensjon (fiskens beiting av bunnorganismer og bunnslam).



Figur 8.1. Veide middelverdier av utvalgte variable i perioden 1. juni - 1. oktober 1984.



Figur 8.2. Isopletdiagram for oksygen (mg O_2/l) 1984.

Det er vanskelig utfra det foreliggende materiale å gi en entydig forklaring på hvorfor Tunevannet oppviser et såpass høyt innhold av fosforforbindelser. Det kan være flere ulike årsaker til dette, men de mest sannsynlige antas å være:

1. Større påvirkning av husholdningskloakk og landbruksavrenning enn forutsatt/kjent.
2. Stor naturlig utvasking/avrenning av fosforforbindelser fra løsmasser og fjellgrunn (bakgrunnsavrenning).

Den store algemengden på sensommeren bidro til et visst oksygenforbruk i dyplagene. I slutten av august ble det målt ned mot 50% oksygenmetning nær bunnen. Under somre med en mer stabil temperatursjiktning er det rimelig å forvente enda lavere oksygenkonsentrasjoner i dypområdet.

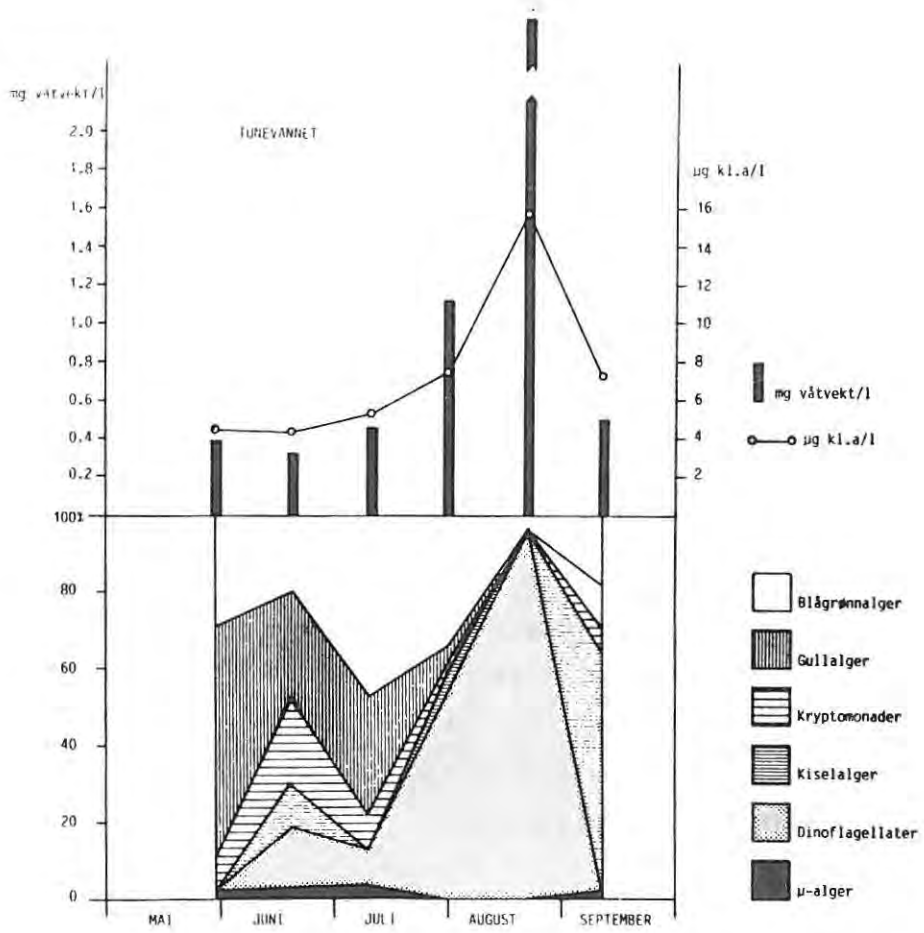
8.2. PLANTEPLANKTON.

Tunevannet kan utfra planteplanktonforholdene karakteriseres som en middels næringsrik (mesotrof) på grensen til å være en næringsrik (eutrof) innsjø. Den gjennomsnittlige algemengden i vekstperioden var 1,5 mg våtvekt/l og den gjennomsnittlige klorofyllverdi 7,4 µg kl.a/l.

Planteplanktonet var på forsommeren relativt mangfoldig og besto av arter innen de fleste algegruppene vi kjenner fra våre ferskvannsinnsjøer. Ut over sommeren gjorde blågrønnalgene og dinoflagellatene seg mer og mer gjeldende. På sensommeren ble det registrert en masseoppblomstring av dinoflagellaten Ceratium hirundinella, og det ble den 21. august påvist en algemengde på 7,2 mg våtvekt/l. Så stor algemengder finnes vanligvis bare i meget næringsrike innsjøer. Ceratium hirundinella kan karakteriseres som en problemalge i drikkevannsammenheng da store mengder av denne arten kan forårsake dårlig lukt og smak på vannet.

I september ble det påvist en mindre oppblomstring av kiselalgen Cyclotella. De fantes i et meget stort antall, men på grunn av lite spesifikk cellevolum (ca. 150-200 mm^3) ble det totale biovolum til denne algen relativt lite. Som følge av denne oppblomstringen ble det registrert en markert nedgang i konsentrasjonen av løst reaktivt silikat.

Det ble gjennom hele undersøkelsesperioden funnet store mengder av en geleaktig/slimaktig substans i vannmassene. I perioder med lite vind ble det påvist en tydlig oppkonsentrering på overflaten, og enkelte deler av innsjøen var dekket av en tynn hinne. Denne hinnen festet seg til badende personer, samt til båt/prøvetagningsutstyr og medførte således betydelige brukerulemper på denne tiden. Årsaken til dette problemet er foreløpig ukjent. En antar imidlertid at det har sin årsak i biologiske forhold, og undersøkelser av dette problemet vil bli fulgt opp i 1985.



Figur 8.3. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-4 m) i Tunevannet 1984.

8.3. DYREPLANKTON.

Utfra dyreplanktonets mengde og sammensetning kan Tunevannet karakteriseres som en middels næringsrik innsjø.

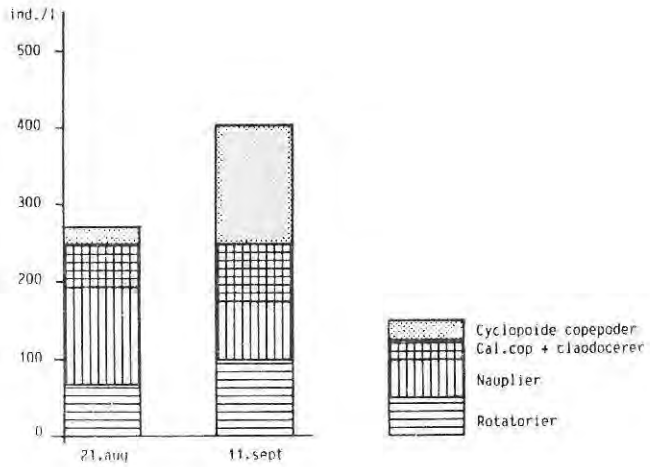
Det ble begge prøvetagningstidspunkter registrert en dominans av gruppen krepsdyr i forhold til rotatorier. I august skyldes denne

dominansen stor tetthet av Copepodenauplier. I september var det arten Mesocyclops leukarti som dominerte blant krepsdyrene. Sannsynligvis skyldes denne endringen naturlig utvikling fra nauplius-stadier til eldre stadier av Mesocyclops leukarti i denne perioden.

Blant de fire registrerte Cladocer-artene var det dominans av Chydorus Sphaericus i august. Dette er den vanligste og mest utbredte arten av alle Cladocerer. I september ble det ikke registrert dominans av noen arter.

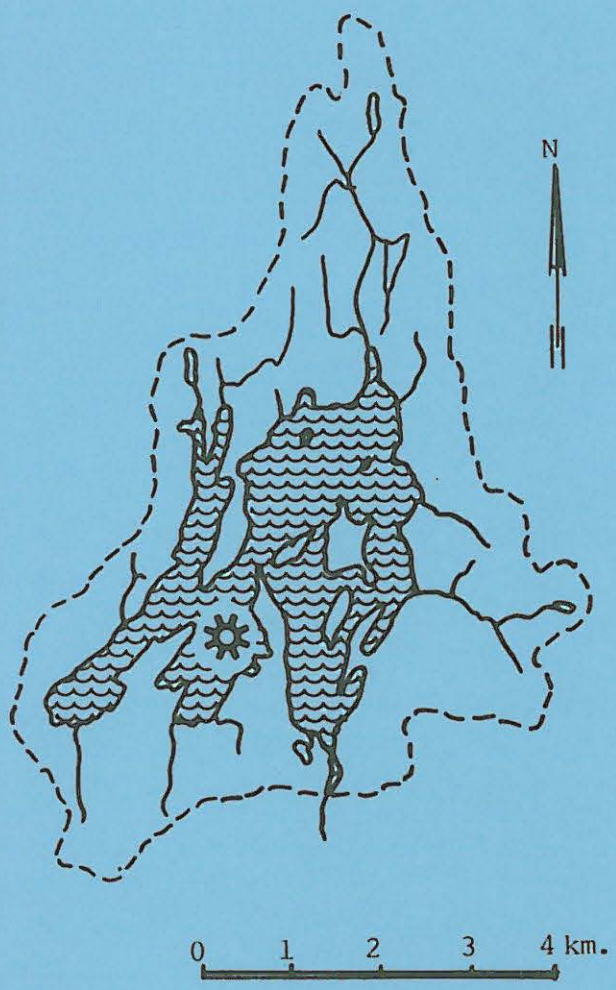
Av rotatorier ble det registrert tre arter uten at noen var dominerende. I september dukket imidlertid P. Major/Vulgaris opp og dominerte rotatoriesamfunnet. Slike "plutselige" forekomster er ikke uvanlige blant rotatorier, da de har svært kort utviklingstid og kan øke raskt i antall når miljøforholdene blir gunstige. I Tunevannet skjedde det en endring i planteplanktonets sammensetning i denne perioden. Den store "uspiselige" Ceratium hirundinella forsvant og små individer av slekten Cyclotella gjorde seg mer gjeldende. Disse er svært beitbare for rotatorier.

Dyreplanktonsamfunnet i Tunevann består av små arter. Dette indikerer stort beitetrykk fra fisk i innsjøen.



Figur 8.4. Dyreplanktonets sammensetning i Tunevannet 1984.

Lyseren



3. GEOGRAFISK BESKRIVELSE.

Lyseren er en morenedemt innsjø med overflate beliggende 162 m.o.h. Innsjøen er relativt grunn med et midlere dyp på 9 meter. Største dyp er målt til 46,9 m og er beliggende i Hølvika. Som de fleste "morenesjøer" har innsjøen en relativt uregelmessig form. Innsjøens overflateareal er 7,4 km^2.

Nedbørfeltet drenerer til innsjøen gjennom flere mindre tilløpsbekker og som grunnvann. Totalt nedbørfelt er målt til 28,1 km^2.

Nedbørfeltet ligger i det sørøst-norske grunnfjellsområdet og fjellgrunnen består hovedsakelig av gneis. Det meste av nedbørfeltet ligger under den øvre marine grense som i dette området ligger ca. 200 m.o.h. I de lavereliggende områder består løsmassene av marine leirer, mens høyereliggende strøk er dekket av bunnmorene med varierende mektighet. I syd er det stedvis sandjordarter. Dyrket mark utgjør 8,9 % av nedbørfeltet, mens 64,8 % er skog og myr. Vannarealet utgjør 26,3 %.

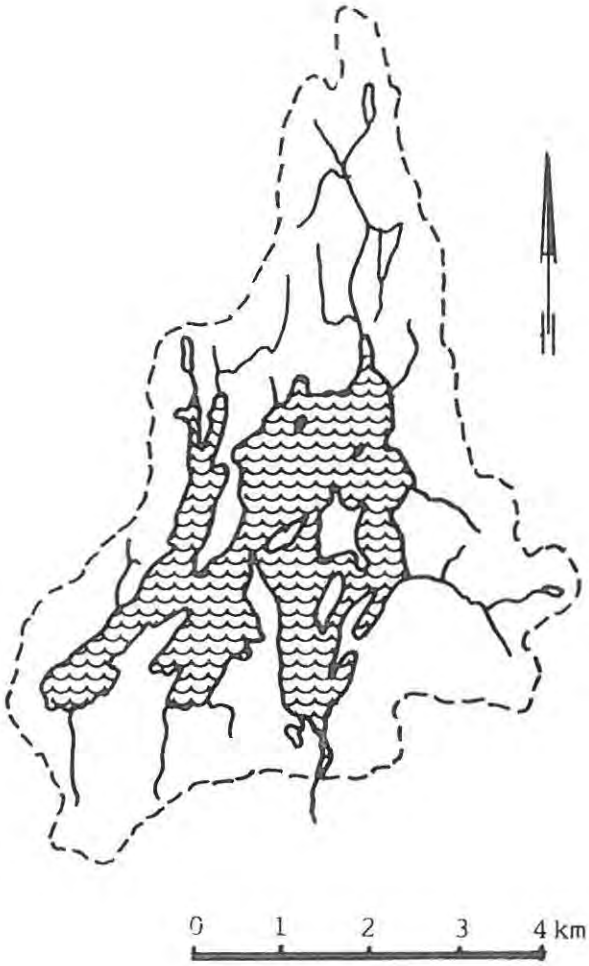
På grunnlag av erfaringstall kan tilsiget til Lyseren beregnes. Ifølge NVE's regionale tilsigskurver er avrenningen under et normalår ca. 14 liter/km^2/sek. Dette gir et midlere tilsig på 390 l/sek. - dvs. et årstilsig på ca. 12,4 mill. m^3. Vannverkene tar ut årlig en vannmengde som tilsvarer 2 mill. m^3.

Det bor ca. 200 personer i nedbørfeltet - de fleste tilknyttet jord- og skogbruk. Det finnes ingen tettsteder. Det ligger videre 620 hytter spredt i nedbørfeltet med en viss konsentrasjon i enkelte områder.

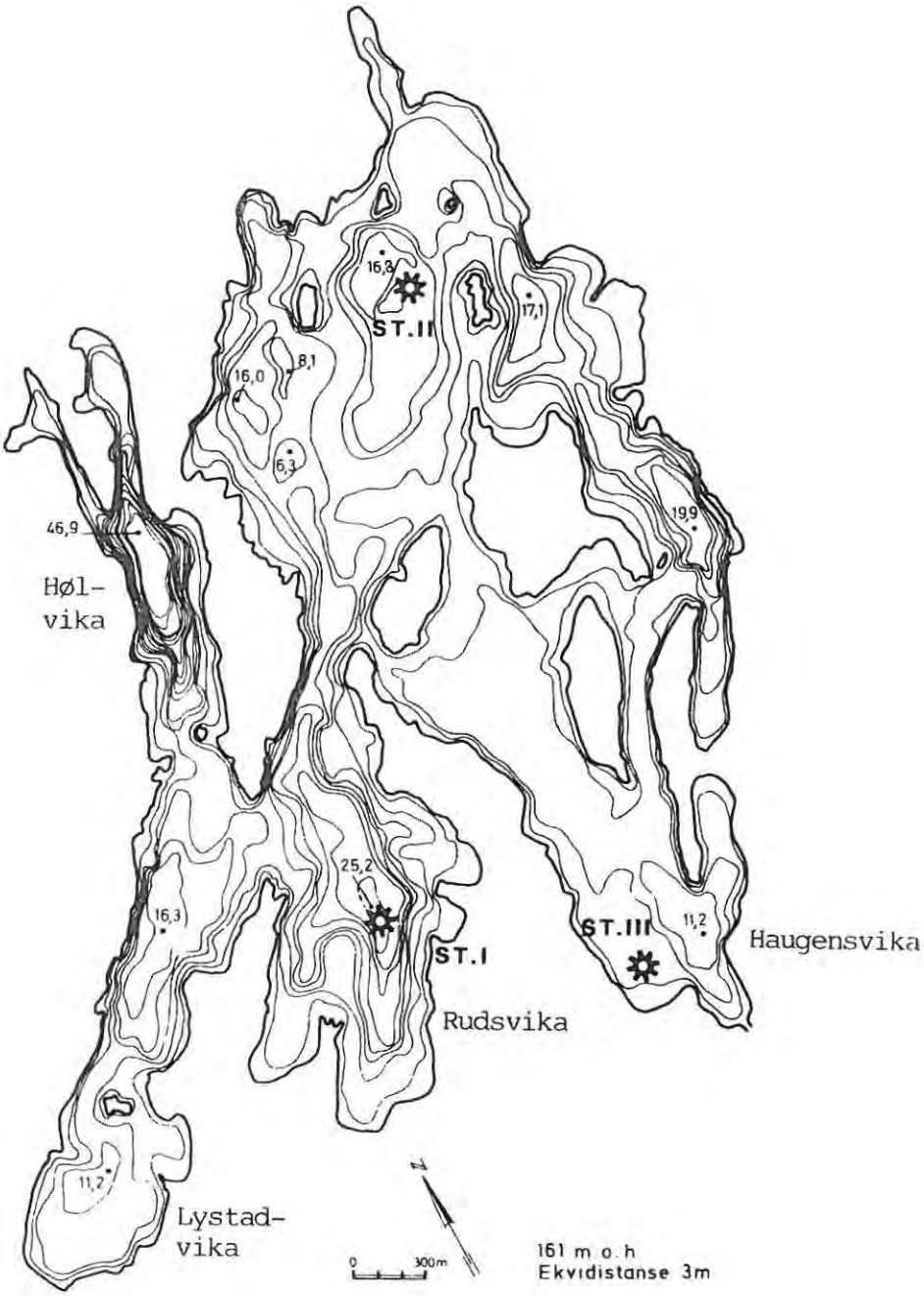
Lyseren drenerer til Glomma via Smalelva.

Lyseren, morfometriske data.

Nedbørfelt	28,1 km^2
Innsjøareal	7,4 km^2
Volum	65,8 mill. m^3
Midlere dyp	9 meter
Teoretisk oppholdstid	5,3 år



Figur 3.1. Lyseren med nedslagsfelt



Figur 3.2. Dybdekart over Lyseren med prøvetakingsstasjoner

4. BRUKERINTERESSER.

Lyseren tjener som råvannskilde for Spydeberg vannverk som også forsyner Skiptvet kommune. Vannverket har sitt vanninntak plassert i Rudsvika (ca. 17 meters dyp). Hobøl vannverk har sitt råvannsinntak plassert i Lystadvika (Hallerud). Disse vannverkene har ingen vannbehandling utover pH-justering og klorering. Vannverkene forsyner tilsammen ca. 7000 personer.

Lyseren utgjør et viktig rekreasjonsområde med et stort antall hytter. Det drives en rekke friluftsaktiviteter bl.a. sportsfiske og bading. Det ligger en offentlig badeplass innerst i Lystadbukta (Hallerud badested).

5. FORURENSNINGSTILFØRSLER.

Årlig transport av fosfor og nitrogen til Lyseren er teoretisk beregnet på grunnlag av spesifikke verdier for forurensningstilførsler fra ulike kilder. Når det gjelder utslipp av kloakk er det forutsatt at hvert menneske produserer 2,5 g fosfor pr. døgn og 12 g nitrogen pr. døgn. Gjennomsnittlig rensegrad er satt til 30 % med hensyn til fosfor og 10 % med hensyn til nitrogen. Når det gjelder næringsavrenning fra dyrket mark er følgende spesifikke avrenningskoeffisienter benyttet:

Fosfor	85 kg pr. km^2/år
Nitrogen	4.600 kg pr. km^2/år

Eventuell avrenning fra utette gjødsellager og siloanlegg er ikke tatt med i beregningene da man mangler totalkunnskaper om husdyrholdet i nedbørfeltet.

Den naturlige avrenningen fra arealene (bakgrunnsavrenning) er beregnet på grunnlag av følgende avregningskoeffisienter:

Fosfor	6,5 kg pr. km^2/år
Nitrogen	220,0 kg pr. km^2/år

Tabell 5.1. Forurensningsregnskap for Lyseren (1984)

	Totalt fosfor kg/år	Totalt nitrogen kg/år
Husholdningskloakk	130	790
Landbruk	210	11.500
Naturlige kilder	120	4.000
TOTALT	460	16.290

6. MÅLEPROGRAM.

I 1983 ble det tatt ut prøver i Rudsvika (St:I) og nord i innsjøen (St:II) med 5 ukers intervall i perioden 16.5-20.9 og en senvintersprøve 14. mars. I 1984 er prøvene tatt i Rudsvika (St:I) og ved utløpet fra fiskedammen i Haugensvika (St.: III) med intervall i perioden 24.5. - 10.9. og en senvintersprøve 12. mars.

Prøvene er tatt ut på følgende dyp:

Stasjon I	Stasjon II	Stasjon III
0-4 m (blandprøver)	0-4 m (blandprøve)	0-4 m (blandprøve)
8 m		
14 m		
20 m		
1/2 m.o.b.		

Det er blitt analysert på følgende parametere:

Fysisk-kjemisk parametere: Temperatur, oksygen, surhetsgrad, konduktivitet, fargetall, turbiditet, oksyderbart materiale (COD_{Mn}), løst reaktivt fosfat, totalt løst fosfor, totalt fosfor, ammonium, nitrat, totalt nitrogen, suspendert stoff, jern og mangan.

Biologiske parametere.

Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av planteplankton og klorofyll a.

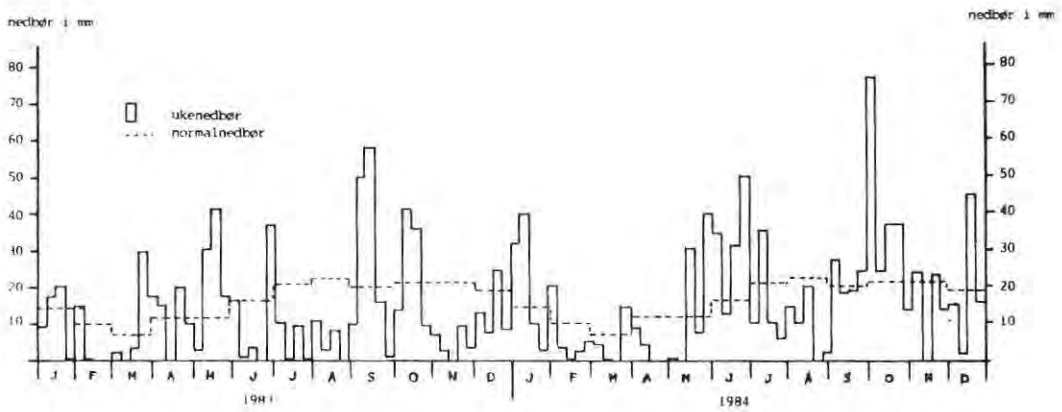
7. METEOROLOGI.

Meteorologiske data er hentet fra Meteorologisk Institutt, Blindern. Variasjoner i ukemiddelnedbør og normalnedbør for stasjon Igsi - Hobøl er vist i fig. 7,1.

De første månedene av 1983 var spesielt nedbørrike og mesteparten av vinternedbøren falt som regn. Da det lå lite snø i terrenget denne våren ble tilsiget under snøsmeltingen moderat. I sommermånedene juli og august var nedbørmengdene langt mindre enn i et normalår, mens høsten var forholdsvis nedbørrik.

Årssummen for 1983 var 678 mm, mens årsnormalen er 786 mm. Temperaturforholdene i 1983 avvek lite fra et normalår, men januar måned var 6°C mildere enn normalt.

Januar og første halvdel av februar 1984 var preget av ustabile værforhold med flere nedbørrike perioder. Temperaturen varierte mellom pluss- og minusgrader, og nedbøren kom vekselvis som regn, sludd og snø. Senvinteren var imdlertid stabil med lite nedbør og det var gjennomgående kaldt.



Figur. 7.1. Variasjoner i ukenedbør og normalnedbør for stasjon IGSI - Hobøl 1983 - 1984.

Vårmånedene april og mai hadde små nedbørmengder og middeltemperaturen var høyere enn normalt for disse måneder. Forsommeren var nedbørrik og mye av nedbøren kom som byger. I sommermånedene juli og august falt det mindre nedbør enn normalt. Middeltemperaturen var lavere enn normal sommertemperatur.

Høstmånedene kan karakteriseres som milde og våte. Særlig nedbørrik var oktober måned. De siste månedene av 1984 hadde omtrent like nedbørmengder som i et normalår, mens middeltemperaturen var noe høyere enn normalt.

Årsnedbøren i 1984 var 886 mm.

8. RESULTATER.

8.1. Fysisk/kjemiske forhold.

Det ble både sommeren 1983 og 1984 utviklet en klar temperaturlagdeling av vannsøylen. Dette bidro til at vannsøylen var relativt stabil med liten vertikal blanding av vannmassene.Det ble av denne grunn forholdsvis store temperaturforskjeller over dypet. Selv om temperaturforholdene rimeligvis vil variere noe fra år til år avhengig av innstrålning, vindforhold og lufttemperatur er det grunn til å anta at temperaturlagdeling inntreffer hver sommer.

Surhetsgraden var i løpet av undersøkelsesperioden relativt stabil og pH-verdien varierte mellom 6,3-7,6. De høyeste verdiene ble målt i overflatesjiktet under vekstsesongen. Dette har sammenheng med planktonalgenes CO_2-forbruk. pH-verdien økte generelt fra dypet til overflaten. Dette gjenspeiler bl.a. større algevekst i de øvre vannlag p.g.a. bedre lystilgang og at det i dyplagene utvikles CO_2 som følge av nedbrytningsprosessene.

Vannets totale innhold av salter målt som konduktivitet varierte mellom 4,74 - 7,59 mS/m. Vannets innhold av oppløste salter er m.a.o. forholdsvis lav. Dette skyldes at fjellgrunnen hovedsakelig består av hårde bergarter som gneis og at nedbørfeltet i liten grad er dekket av marine leirjordarter. Innsjøen mottar dessuten mindre havsalter med nedbøren enn mer kystnære vassdrag.

Vannets farge er grønn til gulig/grønn. Fargetallet i hovedvannmassene varierte i perioden mellom 3 - 16 mg Pt/l. Dette indikerer

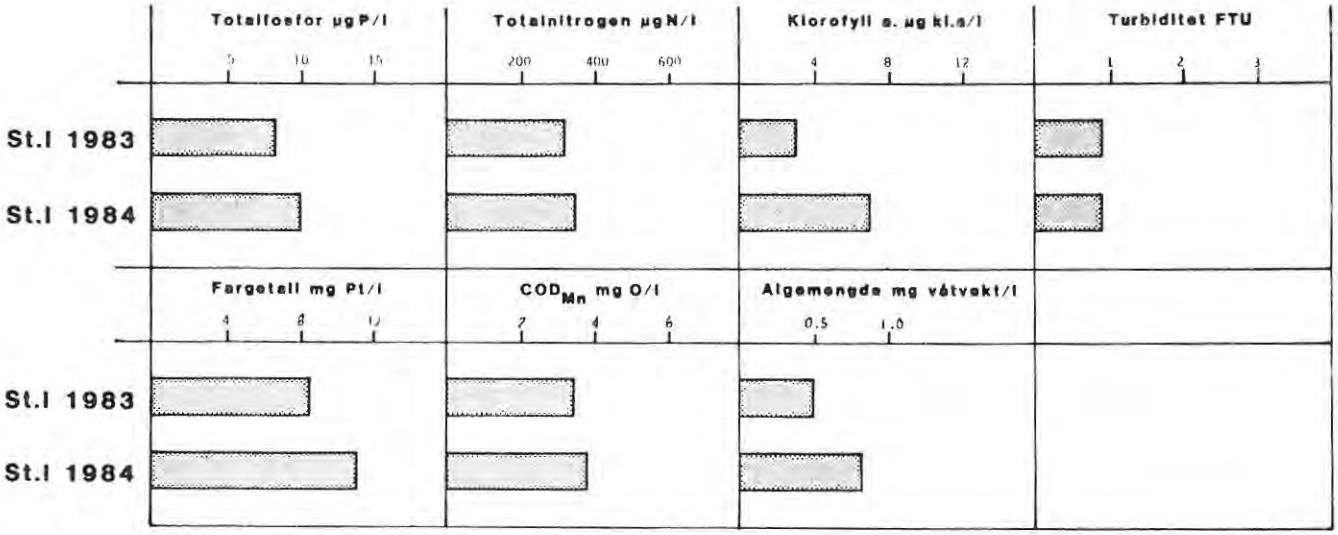
relativt liten påvirkning av humusstoffer (delvis nedbrutt plante- og dyrerester) fra nedbørfeltet.

Innholdet av svevepartikler målt som turbiditet var under forsommeren lavere enn det man vanligvis finner i lavlandssjøer. Dette har sammenheng med forholdsvis liten jorderosjon fra jordbruksarealene som er relativt flate. Turbiditeten i hovedvannmassene varierte mellom 0,3-2,6 FTU. Bunnvannet var under stagnasjonsperioder mer preget av svevepartikler og oppviste høyere fargetall enn vannmassene ellers. I bunnvannet ble det målt fargetall på nærmere 50 mg Pt/l. Dette gjenspeiler relativt sterk tetthet av bunnfelte partikler (planktonorganismer, leire m.m.) og forekomst av jern- og manganoksyder/-hydroksyder.

Vannets gjennomskinnelighet (siktedyp) varierte mellom 2,90 -3,70 m. Størst vannsikt ble målt på forsommeren med et gradvis avtak utover sommeren.

Når det gjelder vannets innhold av plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen, skiller Lyseren seg vesentlig fra de fleste lavlandsinnsjøer i Østfold. Både det totale innhold av nitrogen og fosforforbindelser er lavt. Innholdet av totalt nitrogen varierte i perioden mellom 230-860 µg N pr. liter. Det totale innhold av fosforkomponenter varierte mellom 6,6 - 27,6 µg P pr. liter. Dette antyder at Lyseren i liten grad er påvirket av sivilisatoriske utslipp og næringsavrenning fra dyrket mark. De høyeste verdiene av nitrogen og fosfor ble målt i bunnvannet under stagnasjonsperioder med lavt oksygeninnhold nær bunnen. Dette indikerer at bunnslammet er av en slik beskaffenhet at det gir fra seg både fosfor og nitrogen under perioder med stort oksygenforbruk i dyplagene. De interne gjødslingsmekanismer er trolig av vesentlig betydning for produksjonsforholdene i vannmassene.

Det ble påvist svært lave konsentrasjoner av løst reaktivt fosfat tidlig på vekstsesongen (mai, juni). Dette antyder at fosfor er vekstbegrensende faktor for algene i denne perioden. Senere på sommeren ble det etter hvert også målt svært lave verdier av nitrat. Dette kan bety at også nitrogen periodevis kan være begrensende for algeveksten.

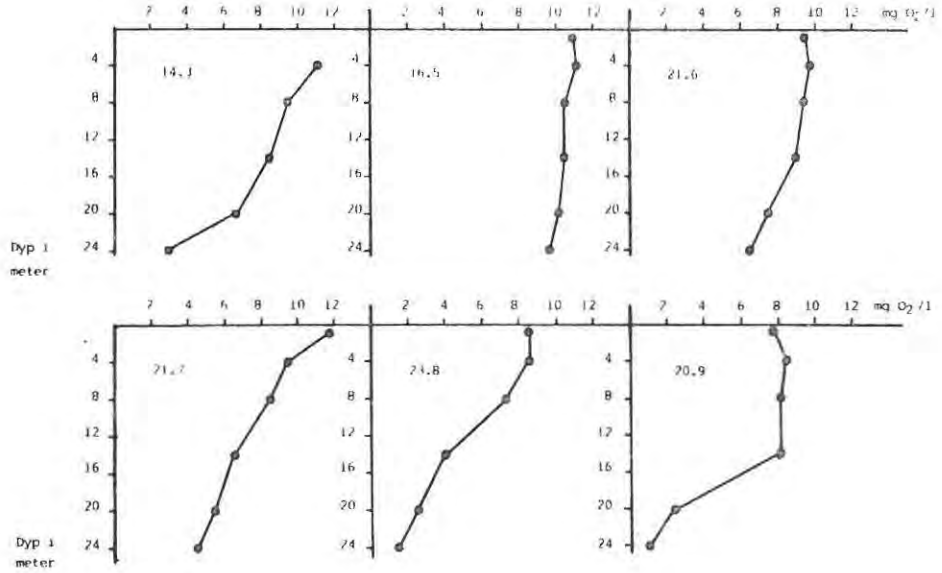


Figur 8.1. Veide middelverdier av utvalgte variable i perioden 1. juni - 30. september for Rudsvika (St:I) 1983 -1984.

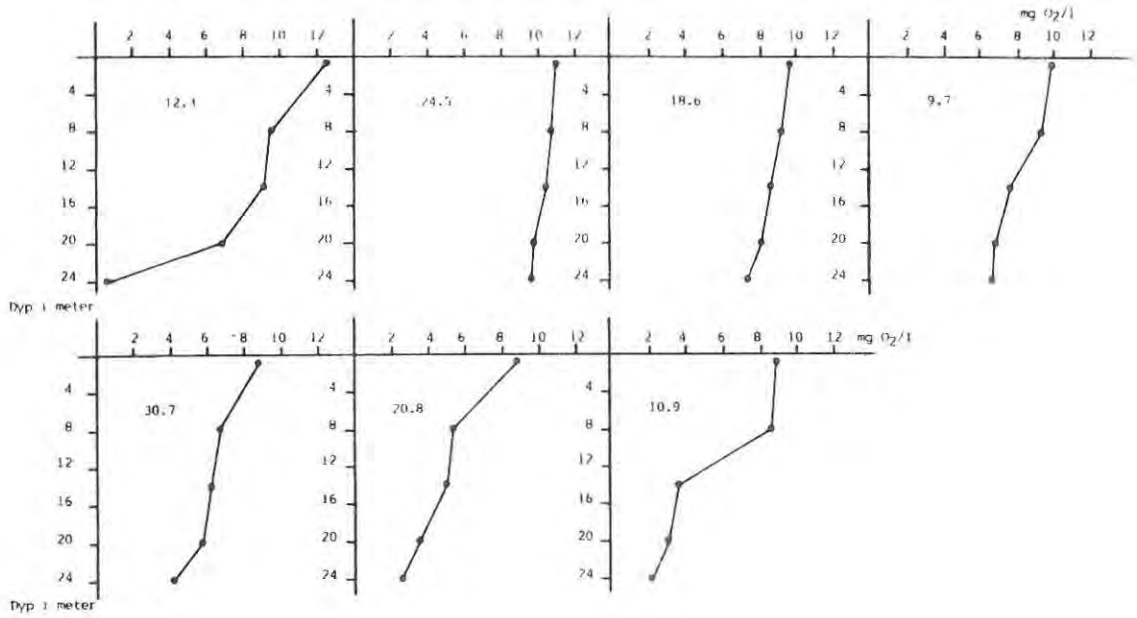
Vannets innhold av organisk stoff var ganske stabilt i den perioden undersøkelsen pågikk og varierte mellom 2,3 - 4,9 mg O/l (COD_{Mn}). Den totale organiske belastningen (humus og alger) bidro til et relativt stort oksygenforbruk i dyplagene. Fra august til høstsirkulasjonen ble det målt mindre enn 50 % oksygenmetning under ca. 15 m dyp. På ettervinteren ble det målt tilnærmet oksygenfrie forhold i Rudsvikas dypeste område.

Resultatet av vannprøver fra overflatesjiktet (0-4 m) i Haugensvika (v/Fiskedammen)og Hølvika antyder at det ikke er vesentlige forskjeller i vannkvaliteten mellom de ulike innsjøområdene.

Ut i fra en fysisk/kjemisk totalvurdering er Lyseren i dag blant de bedre råvannskildene i fylket. I forhold til andre aktuelle råvannskilder i denne regionen er Lyseren dessuten i liten grad truet av oljeholdige stoffer og kjemikalier som følge av utslipp ved transportuhell, lekkasje fra lagertanker m.v. Dypvannets innhold av organiske forbindelser er imidlertid periodevis såpass høyt at det kan gi opphav til begroinger (sopp, bakterier) i forsyningsnettet, og groptæring (korrosjon).



Figur 8.2. Den vertikale oksygenfordelingen i Rudsvika (ST:I) 1983



Figur 8.3. Den vertikale oksygenfordelingen i Rudsvika (ST:I) 1984.

Ved stort forbruk (høy vannhastighet i rørene) vil begroinger og rustflater rives løs fra rørveggene og transporteres til forbruker. Et forholdsvis stort oksygenforbruk i dyplagene med anrikning av jern og mangan vil også gi avsetninger og utvikling av begroingsorganismer. Selv om Lyseren store deler av året gir et bruksmessig tilfredsstillende vann, bør det likevel fullrenses av hensyn til driften av ledningsnett og høydebassenger, og for å unngå partikler i forsyningsvannet ved stort vannforbruk. Fullrensing vil dessuten redusere dannelsen av kloroganiske forbindelser ved klorering. Vannet bør for øvrig justeres til pH 8-8,5 for å unngå korrosjon og utløsning av metaller fra ledningsnett og armatur.

8.2. Planteplankton og klorofyll -a.

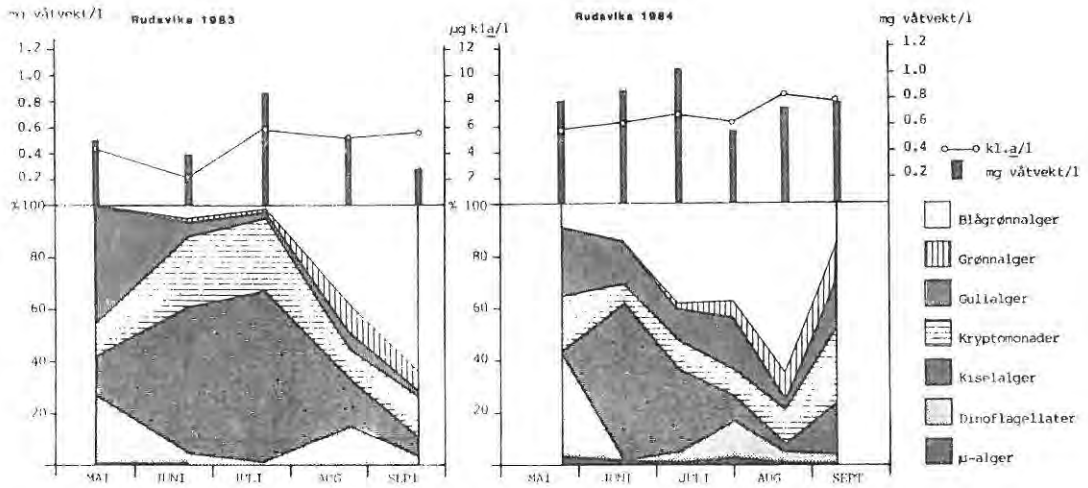
Lyseren hadde i 1983 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0,51 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyllverdi var 4,6 µg klorofyll-a pr.liter. Planktonet var på forsommeren mangfoldig, men med en viss dominans av kiselalger. Den 21. juli utgjorde kiselalgene nesten 70 % av den totale algemengden som da var 0,87 mg våtvekt/liter. Utover høsten gjorde blågrønnalgene (Anabaena spp) seg mer og mer gjeldende, men det ble ikke påvist noen økning i den totale algebiomassen.

Lyseren hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0,78 mg våtvekt pr. liter og den tilsvarende klorofyllverdi var 6,8 µg klorofyll-a pr. liter. På forsommeren var planteplanktonet relativt mangfoldig, men med dominans av kiselalger - som den 18. juni utgjorde over halvparten av algemengden. Utover sommeren ble blågrønnalgene - først Oscillatoria agardhii, deretter Anabaena spp. - mer og mer dominerende, og i slutten av august utgjorde de 65 % av algemengden som da var 0,7 mg våtvekt pr. liter. I september avtok mengden blågrønnalger og ble erstattet av et mer diverst høstplankton.

Med hensyn til planktonets mengde må Lyseren karakteriseres som en middels næringsrik innsjø (mesotrof). Det ble imidlertid påvist en større andel blågrønnalger enn det som er vanlig i innsjøer med tilsvarende algemengde. Det antyder at innsjøen er følsom ovenfor eurofiering og at bare en mindre økning i næringssaltbelastning kan

få svært uheldig innvirkning på vannkvaliteten med stor framvekst av blågrønnalger.

Den gjennomsnittlige algemengden i Lyseren var i 1984 noe høyere enn i 1983. Med hensyn til planktonets sammensetning ble det imidlertid ikke funnet markerte forskjeller i de to årene.



Figur 8.4. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-4 m) i Rudsvika (ST:I) 1983 - 1984.

8.3. Bakteriologi.

Næringsmiddelkontrollen har utført bakteriologiske analyser på vann fra Rudsvika og Fiskedammen samt på vann fra vannverkene.

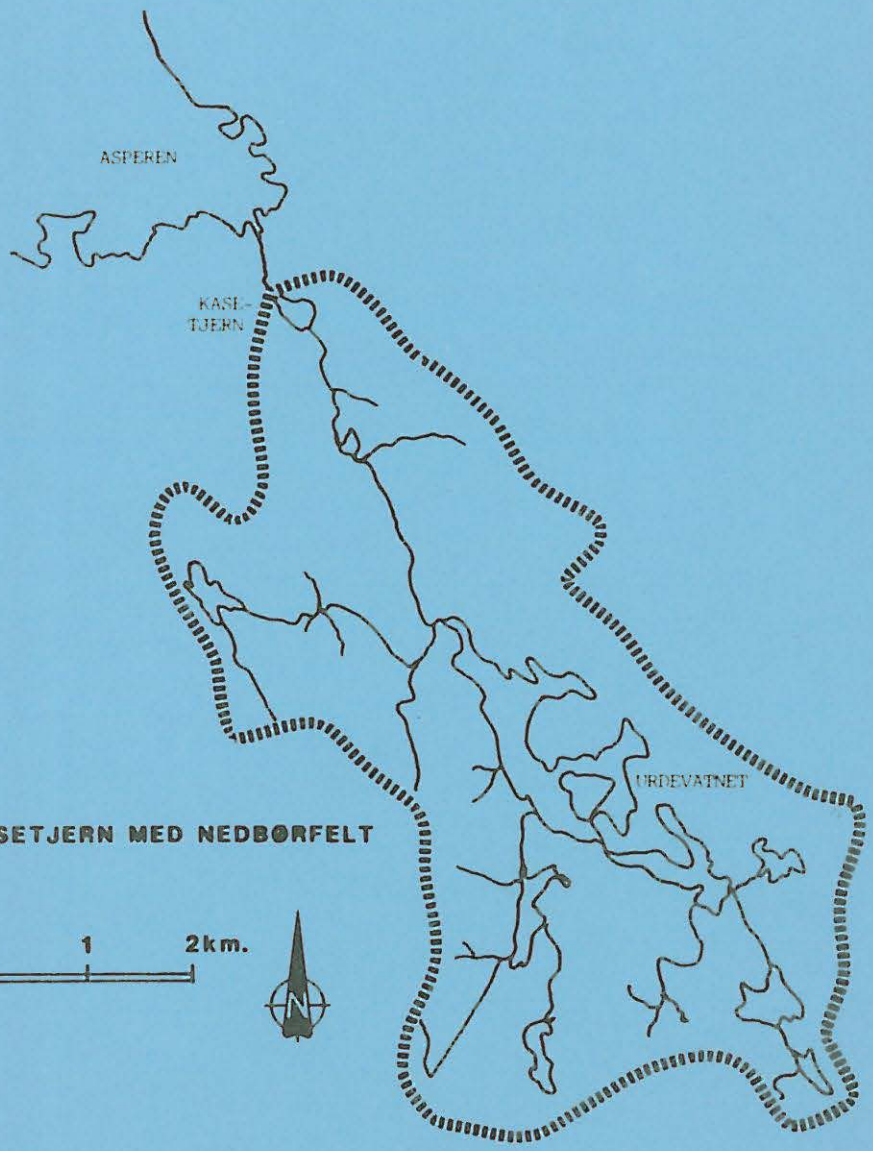
Kimtall er et grovt mål på det totale antall bakterier i vannet (naturlig forekommende i naturen). Analysene viser at kimtallet er forholdsvis høyt i overflatesjiktet og nær bunnen. Tendensen til en anrikning i overflatesjiktet har sammenheng med at tilførsler via bekker o.l. lagrer seg stort sett inn i de øvre vannlag, samt at det her er bedre livsvilkår (lys, varme, oksygen, næring). Anrikningen nær bunnen har sammenheng med sedimentering. På grunnlag av næringsmiddelkontrollens bakteriologiske kontroll av vannverkene - som har pågått i en årrekke - synes kimtallet å ha vært relativt stabilt.

Koliforme bakterier omfatter en større gruppe bakterier - både tarmbakterier og bakterier som finnes ellers i naturen. Innholdet av koliforme bakterier var gjennomgående lavt med unntak av i slutten av juli 1984. Det er rimelig å anta at de høye verdiene som ble målt i juli har sammenheng med forutgående store regnskyll med dertil stor utvasking fra nedbørfeltet og direkte tilførsler av bakterier. Det ble gjennomgående funnet flere koliforme bakterier i den kalde årstiden enn om sommeren.

Termostabile koliforme bakterier indikerer påvirkningen av forholdsvis fersk avføring fra mennesker og pattedyr. Slike bakterier ble bare sporadisk påvist.

Ut fra de bakteriologiske analysene som er utført har Lyseren et hygienisk betryggende badevann. Bakteriologisk er Lyseren også en god råvannskilde. Ut fra drikkevannsforskriftene må vannet likevel fullrenses og tilsettes et desinfeksjonsmiddel for å oppnå dobbelt hygienisk sikring.

Kasetjern



KASETJERN MED NEDBØRFELT

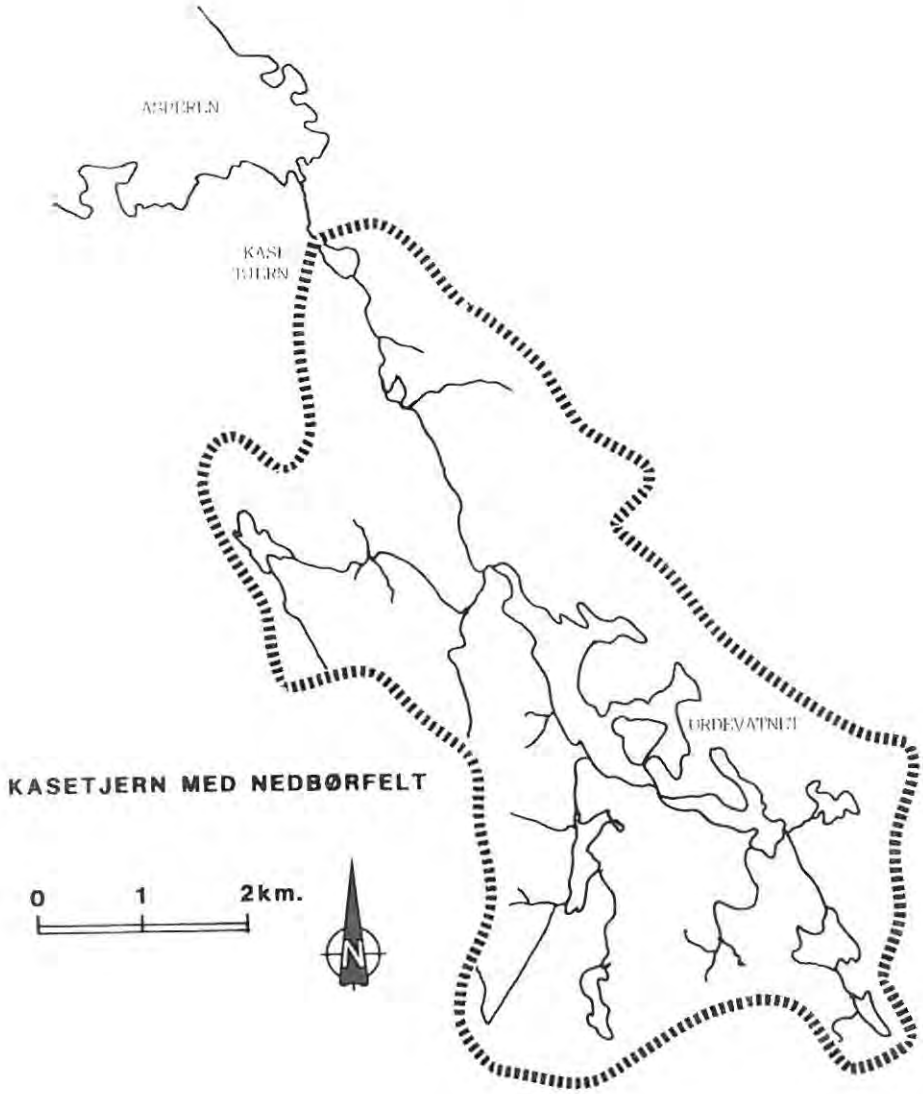
3. GEOGRAFISK OG HYDROLOGISK BESKRIVELSE.

Kasetjern er beliggende ved Bjørkebekk i Aremark kommune. Tjernet som er beliggende 106 m.o.h. har overflate på ca. 85 da. Tjernets største dyp er målt til ca. 4 meter. Nedbørfeltet er målt til ca. 27 km^2.

Det ligger ca. 25 husstander i nedbørfeltet. De fleste knyttet til tettstedet Bjørkebekk. Foruten noen mindre jordbruksarealer består det meste av nedbørfeltet av skog og myr. Store myrområder omkranser Svarverødelva som gir den største vanntilførselen til tjernet. Det ligger dessuten store myrstrekninger vest i nedbørfeltet.

Kasetjern dreneres til Aspern via Holmegilelva.

På grunnlag av NVE's regionale tilsigskurver er midlere tilsig til Kasetjern beregnet til 0,4 m^3/sek., dvs. ca. 12 mill. m^3/år. Vannets teoretiske oppholdstis er anslagsvis beregnet til ca. 1 uke.

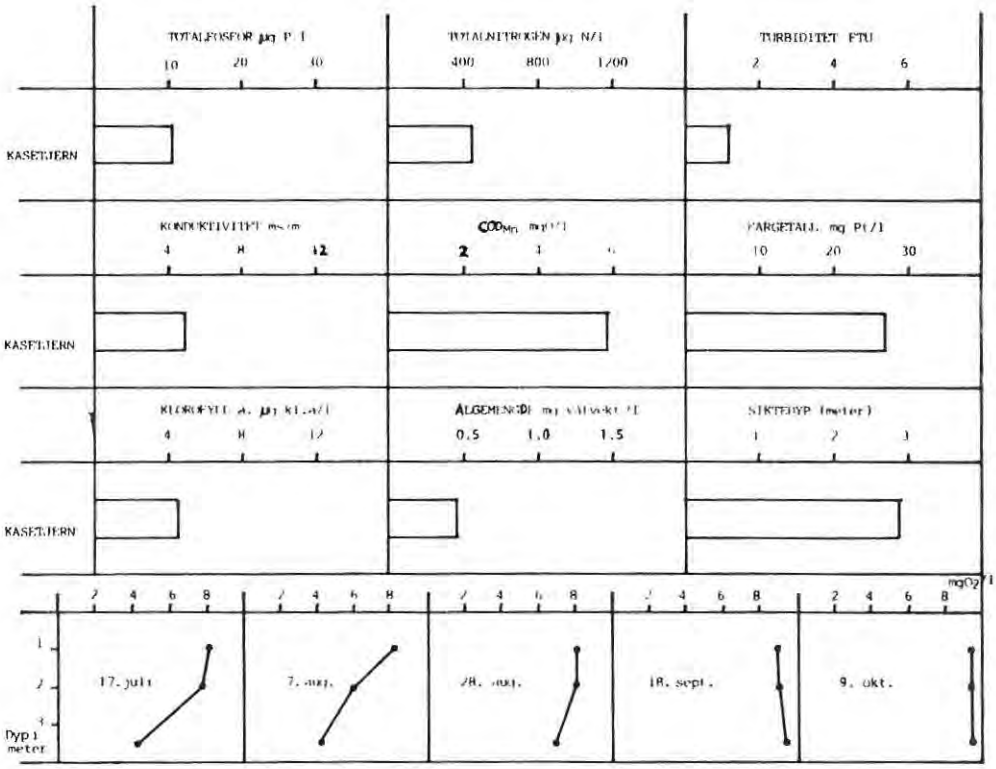


Figur 3.1. Kasetjern med nedbørfelt.

4. FYSISK/KJEMISKE FORHOLD.

Vannet er svakt surt og pH-verdien varierte i undersøkelsesperioden mellom 5,8 - 6,5. Det er rimelig å anta at surhetsgraden kan synke ned mot pH = 5 under snøsmeltingsperioder.

Vannets farge varierte mellom nyansene gulig-brun til brun, og siktedypet lå i området 2,50 - 3,05 m. Vannets innhold av svevepartikler målt som turbiditet var generelt lavt (0,8 - 1,5 FTU) og antyder liten påvirkning av erosjonsmateriale. Tilstedeværelsen av organisk materiale ble målt til 5,2 - 7,2 COD_{Mn}. Dette indikerer forholdsvis stor naturlig påvirkning av humusforbindelser (delvis nedbrutt plantemateriale).



MIDDELVERDIER

TP:	10.6 µg P/l
TN:	435 µg N/l
TURB:	1.2 FTU
FARGETALL:	27 mg Pt/l
KOND:	5.0 mS/m
pH:	maks:6.5 min:5.1
COD_{Mn}:	5.9 mg O/l
Kl.a:	4.6 µg kl.a/l
ALGEMENGDE:	0.47 mg våtvekt/l
SIKTEDYP:	2.85 meter

MÅLEPROGRAM

Det er tatt ut prøver med 3 ukers intervall i perioden 17.7 - 9.10, totalt 5 ganger.

Vannprøvene er tatt på følgende dyp:

0-4 meter (blandprøve
1 meter (kun for oksygen)
2 meter "
3.5 meter "

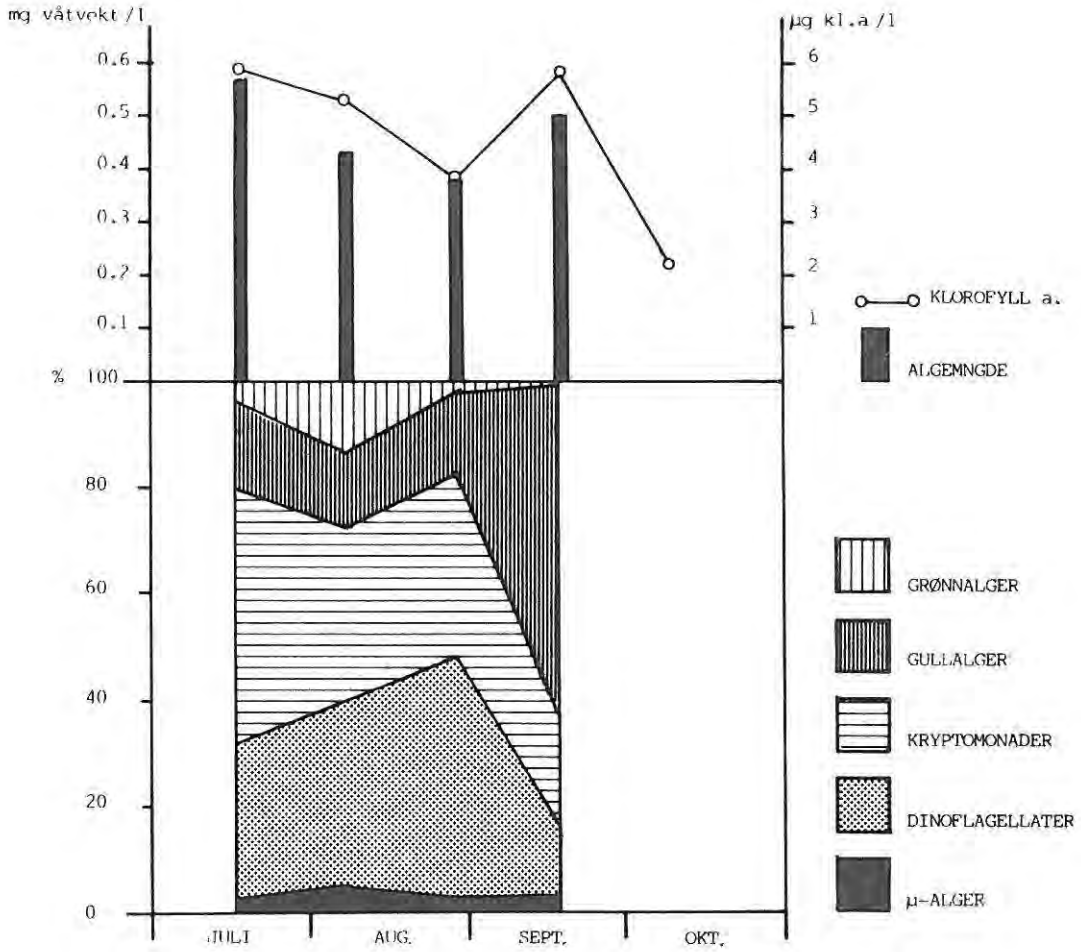
Figur 4.1. Middelverdier av utvalgte variable samt den vertikale oksygenfordelingen (nederst) i Kasetjern 1984.

Vannets totale innhold av fosforforbindelser varierte mellom 8,8 - 11, 6 µg P/l, mens tilsvarende målinger på totalt nitrogen viste 330 - 620 µg N/l. Sammenliknet med andre lavlandssjøer er innholdet av disse plantenæringssaltene forholdsvist lavt. Under vekstsesongen ble det målt et nitratinnhold på mindre enn 10 µg N/l. Også innholdet av løst reaktivt fosfat var gjennomgående lavt. Dette antyder at både nitrogen og fosfor kan være vekstbegrensende i produksjonsperioden - dvs. økte tilførsler av nitrogen og fosfor vil bidra til å stimulere veksten av alger og vannplanter.

Utfra det fysisk/kjemiske analysemateriale har Kasetjern dystrof-karakter - dvs. at vannmassene er preget av naturlig forekommende humus fra nedbørfeltet (avrenning fra myr og skogområder). Dette gir vannmassene en gul-brun farge. Under den biologiske nedbrytning av organisk materiale skapes oksygenforbruk, og under perioder med temperaturlagdelte vannmasser blir det et avtak av oksygeninnholdet mot bunnen.

5. PLANTEPLANKTON.

Med hensyn til planteplanktonets mengde og sammensetning kan Kasetjern karakteriseres som en næringsfattig (oligotrof) på grensen til å være middels næringsrik (mesotrof) innsjø. Planktonet var dominert av gruppene gullalger, kryptomonader og dinoflagellater. Ingen av de dominerende arter kan karakteriseres som såkalte problemalger - dvs. har spesiell negativ innvirkning på vannkvaliteten eller er til ulempe for brukerinteressene.



Figur 4.1. Planteplanktonets mengde og sammensetning (0-4 m) i Kasetjern 1984.

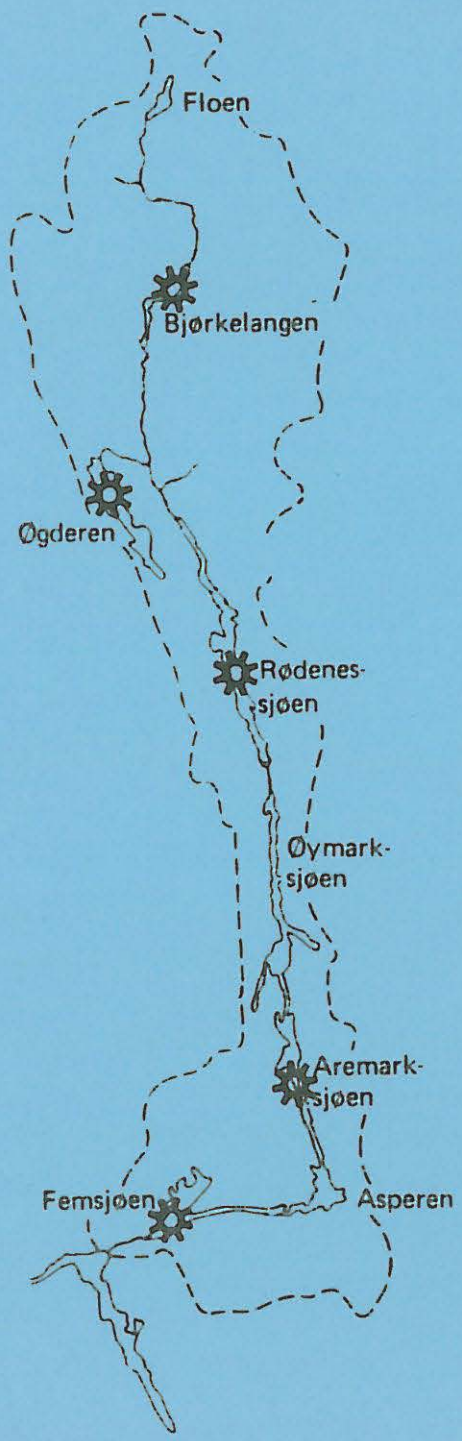
6. BAKTERIOLOGI.

Totalantall bakterier varierte under undersøkelsesperioden mellom 440 - 2.360/ml, mens antallet koliforme bakterier lå i området 21 - 60/100 ml. Antallet termostabile koliforme bakterier, som er et uttrykk for påvirkning av relativt fersk avføring fra mennesker og pattedyr, ble målt til 7-21/100 ml. Dette antyder kloakkpåvirkning. Kvalitetskravet til tilfredsstillende badevann er $<$ 50 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml.

Tabell 6.1 Bakteriologiske analyseresultater (blandprøve 0-2 meter)

Dato	Totalantall baktr./ml	Koliforme baktr./100 ml	Termostabile koliforme /100 ml	Fekale strp.kokker /100 ml
7.8	660	21	16	2
28.8	440	24	8	0
18.9	530	27	7	0
9.10	2.360	66	24	0

Haldenvassdraget



3. GEOGRAFISK BESKRIVELSE

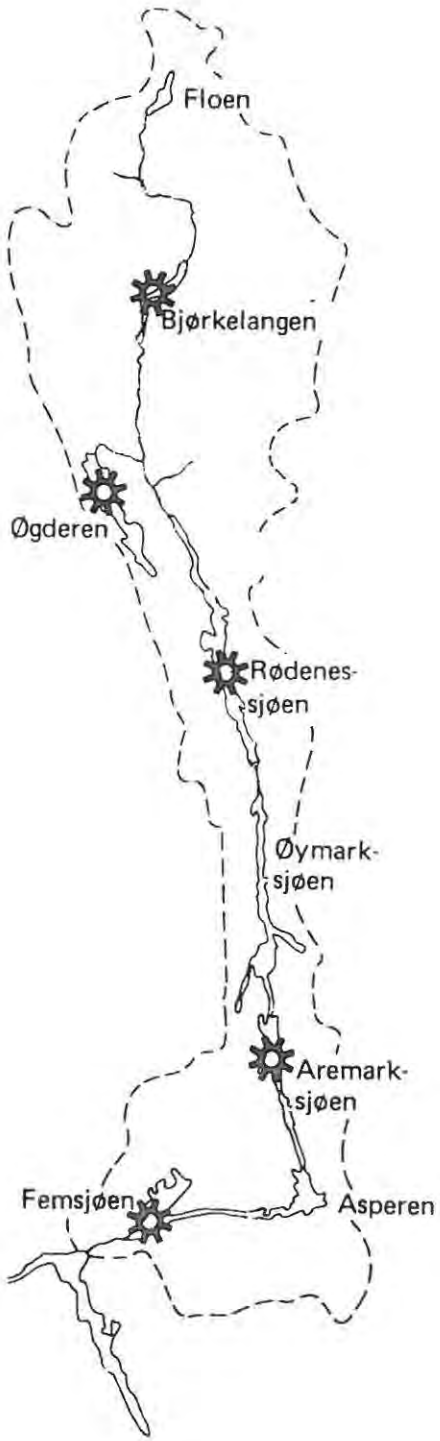
Haldenvassdragets lengde er 137 km og strekker seg fra Floen i Akershus til Halden i Østfold, og omfatter kommunene Aurskog-Høland, Marker, Aremark og Halden (jfr. fig. 3.1.). Vassdragets nedbørfelt er 1594 km² og ligger i det sørøst-norske grunnfjellsområdet. Store deler av nedbørfeltet ligger under den øvre marine grense som er ca. 210 m.o.h. i nord og ca. 170 m.o.h. i de sørlige områder. Under den marine grense består løsmassene hovedsakelig av marin leire som har gitt grunnlag for stor jordbruksaktivitet. Dyrket mark utgjør 10% av nedbørfeltet, mens 63% er skog (se fig. 3.2.).

Befolkningsmengden i nedørfeltet er ca. 15.900 personer og omtrent halvparten bor i tettbebygde strøk. Større tettsteder er Aurskog, Bjørkelangen, Løken, Ørje og Fosbyområdet. Innsjøene utgjør 8% av nedbørfeltet. Viktige innsjøer er Floen, Øgderen, Bjørkelangsjøen, Skullerudsjøen, Rødenessjøen, Øymarksjøen, Aremarksjøen, Asperen og Femsjøen.

	Overflateareal (km²)	Middel-dyp (m)	Største dyp (m)	Teoretisk oppholdstid (år)
Bjørkelangsjøen	3,3	7	12	0,2
Øgderen	13,3	8	35	-
Rødenessjøen	15,3	20	47	0,7
Aremarksjøen	7,8	17	40	0,3
Femsjøen	10,2	20	50	0,3

4. BRUKERINTERESSER

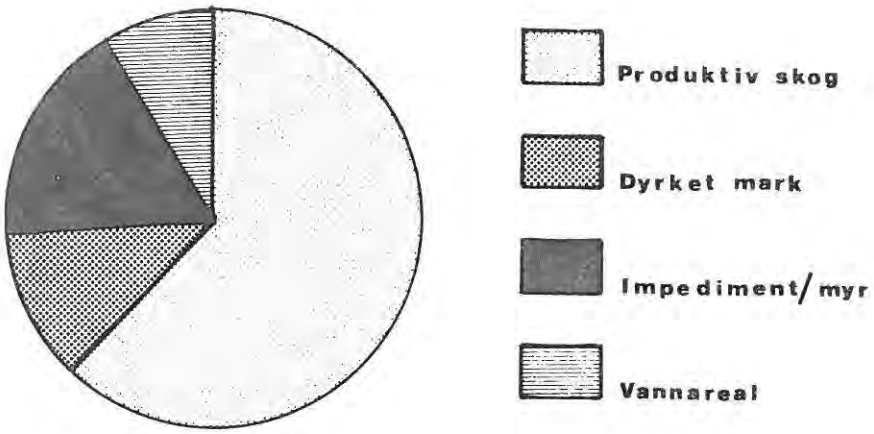
Haldenvassdraget har betydning som drikkevannskilde for ca. 26.000 personer (Halden- og Ørje vannverk). Dessuten benyttes vassdraget



Figur 3.1 Haldenvassdraget med nedbørfelt og prøvetakingsstasjon

til jordbruksvanning og prosessvann. På den annen side benyttes vassdraget som resipient for avløpsvann fra bosetting, landbruk og industri.

Haldenvassdragets nærområder består av flere verneverdige landskapstyper. I tillegg er vassdraget et betydelig rekreasjonsområde der det foregår en rekke friluftsaktiviteter, bl.a. sportsfiske, båtsport og bading.



Figur 3.2. Arealfordeling i prosent av Haldenvassdragets nedbørfelt.

5. FORURENSNINGSTILFØRSLER

Det mest omfattende forurensningsproblemet i Haldenvassdraget er den store belastningen med plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen. Husholdningskloakk og landbruksavrenning utgjør hovedkildene for tilførsler av disse næringsstoffene.

Årlig transport av fosfor og nitrogen til Haldenvassdraget er teoretisk beregnet på grunnlag av spesifikke verdier for forurensningstilførsler fra ulike kilder. Når det gjelder utslipp av kloakk er det forutsatt at hvert menneske produserer 2,5 gr. fosfor pr. døgn og 12 gr. nitrogen pr. døgn. For boliger i spredt bebyggelse er en gjennomsnittlig renseeffekt fastsatt til 25% for begge komponenter. Utslippene fra boliger tilknyttet kommunale avløpsanlegg er beregnet utfra følgende forutsetninger hva angår rensegrad (angitt i %):

	Mekanisk rensing	Biologisk rensing	Kjemisk rensing
Tot-P	10	20	90
Tot-N	10	15	20

Den totale forurensningsbelastning fra landbruksvirksomhet er relatert til åkearealet som:

Fosfor 120 kg/km² /år

Nitrogen 4.600 kg/km² /år

Denne forurensningsbelastningen kan grovt fordeles på ulike kilder som:

Delkilde	Tot-P	Tot-N
Avrenning fra dyrket mark	69%	88%
Silopressaft	6%	2%
Lekkasje fra gjødsellagre/ spredning på frossen mark	12%	6%
Melkerom	8%	< 1%
Naturlig avrenning fra arealer (bakgrunnsavrenning)	5%	3%

Tabell 5.1. Årlig transport av fosfor og nitrogen til Haldenvassdraget,- teoretisk beregnet.

	Totalt fosfor tonn/år	Totalt nitrogen tonn/år
Husholdningskloakk	10.0	60.9
Landbruksavrenning	16.2	738.5
Industriutslipp	0.1	-
Naturlige kilder	9.1	306.7
Totalt	35.4	1.106.1

Av den kulturbetingede fosfortilførselen bidrar husholdningskloakk og landbruk med henholdsvis 38 og 62%. Tilsvarende tall for nitrogen er 8 og 92%.

I området med mye dyrket mark gjør det seg gjeldende en tiltagende forurensning med partikulært materiale og plantenæringsstoffer til vassdraget. Strukturelle forandringer og sterkere gjødsling innen åkerbruket forklarer denne utvikling.

De største tilførslene med næringsstoffer skjer i de øvre deler av vassdraget. Ca 60% av forurensningstilførslene skjer til innsjøene Bjørkelangsjøen og Skullerudsjøen. Den kulturelle påvirkning er mindre nedover vassdraget. Dette, sammen med selvrensningsprosesser og fortynning, bidrar til at vannkvaliteten er bedre i de nedre deler.

Ifølge kommunale planer og pålegg om oppryddingstiltak skal all tettbebyggelse i nedbørfeltet dvs. ca. 10.800 personer av en total befolkningsmengde på ca. 17.500 personer tilkoples avløpsanlegg med tilfredsstillende rensegrad med hensyn til fosfor. Det er allerede investert totalt ca. 39 mill. kroner i kommunale oppryddingstiltak og nærmere 50% av tettbebyggelsen er nå knyttet til slike renseanlegg. Fullføringen av kommunenes avløpsplaner vil kreve investeringer på ytterligere 28 mill. kroner.

Det viser seg at en god del av kloakken ikke kommer frem til renseanleggene. For å avdekke manglende tilkoplinger, lekkasjer, feilkoplinger og andre svakheter på nettet blir det nødvendig å ut-

arbeide planer for rehabilitering og utbedring av avløpsanleggene. Slike utbedringsarbeider antas å kunne beløpe seg til 20-30 mill kroner.

Første etappe i utarbeidelsen av saneringsplaner ble påbegynt i 1984.

Tabell 5.2. Oversikt over kommunale kloakkrenseanlegg.

	Driftstart år	Kapasitet (ant.personer)	Tilknyttet-1984 (ant.personer)
Aurskog-Høland			
Aursmoen r.a.	1974	2.500	ca. 1.200
Bjørkelangen r.a.	1974	2.500	ca. 1.700
Løken r.a.	1984	5.400	ca. 2.000
Hemnes r.a.	planlagt	3.000	-
Setskog r.a.	planlagt	1.000	-
Marker			
Ørje r.a.	1972	1.500	ca. 1.500
Aremark			
Fosby r.a.	1983	1.300	ca. 500
Bjørkebekk r.a.	planlagt	200	-

Arbeidet med tiltak i henhold til "Forskrifter for avrenning fra silo, gras og andre grønfôrvekster" og "Forskrifter om lagring og spredning av husdyrgjødsel" pågår fortsatt. En antar at arbeidene vil være fullført innen 1990.

Ønskes ytterligere oversikt over forurensningskilder henvises til "Handlingsprogram for Haldenvassdraget - forslag til tiltak mot forurensninger" utarbeidet av Haldenvassdragets Vassdragsforbund.

I regi av det interkommunale Haldenvassdragets Vassdragsforbund ble det i 1984 satt i gang holdningskampanjer for større bruk av fosfatfrie vaskemidler. Det ble i denne forbindelse utarbeidet en brosjyre - "Kjerringa som var så liten som en målekopp". Det ble videre i samarbeid med landbruksmyndighetene satt igang en kampanje for et mer vassdragsvennlig jordbruk. Holdningsbrosjyren "Bonden - pioner med nye utfordringer" ble sendt samtlige gårdbrukere.

6. MÅLEPROGRAM

Fem innsjøer i vassdraget ble gjordt til gjenstand for tiltaksrettet overvåking i 1984.

- Bjørkelangsjøen
- Øgderen
- Rødenessjøen
- Aremarksjøen
- Femsjøen

Det er tatt ut prøver med 3 ukers intervall i den isfrie perioden, samt en gang på ettervinteren før isløsning,- tilsammen 11 prøvetakingsomganger.

Bjørkelangsjøen	Øgderen	Rødnessjøen	Aremarksjøen	Femsjøen
0-4 m (blandprøve)	0-4 m(blandprøve)	0-10 m(blandprøve)	0-10 m(blandprøve	0-10 m(blandprøve)
8 m	16 m	16 m	16 m	16 m
11 m (1/2 m.o.b.)	35 m(1/2 m.o.b.)	30 m	36 m(1/2 m.o.b.)	30 m
		45 m (1/2 m.o.b.)		45 m(1/2 m.o.b.)

Det er blitt analysert på følgende parametere:

Fysisk-kjemiske parametere.

Temperatur, siktedyp, oksygen, surhetsgrad, konduktivitet, fargetall, turbiditet, oksyderbart materiale (COD_{Mn}) løst reaktivt fosfat, totalt løst fosfor, totalt fosfor, totalt nitrogen, nitrat, ammonium, silikat, suspendert stoff, gløderest, jern og mangan.

Biologiske parametere.

Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av planktonalger, samt klorofyll a.

Bakteriologiske parametere.

Total antall bakterier, koliforme bakterier, termostabile koliforme bakterier og fekale streptokokker.

7. METEOROLOGI OG HYDROLOGI

Meteorologiske data er hentet fra Meteorologisk institutts stasjoner ved henholdsvis Høland-Kollerud og Brekke sluse. I figur 7.1. er det vist ukenedbør og normalnedbør for de to stasjoner.

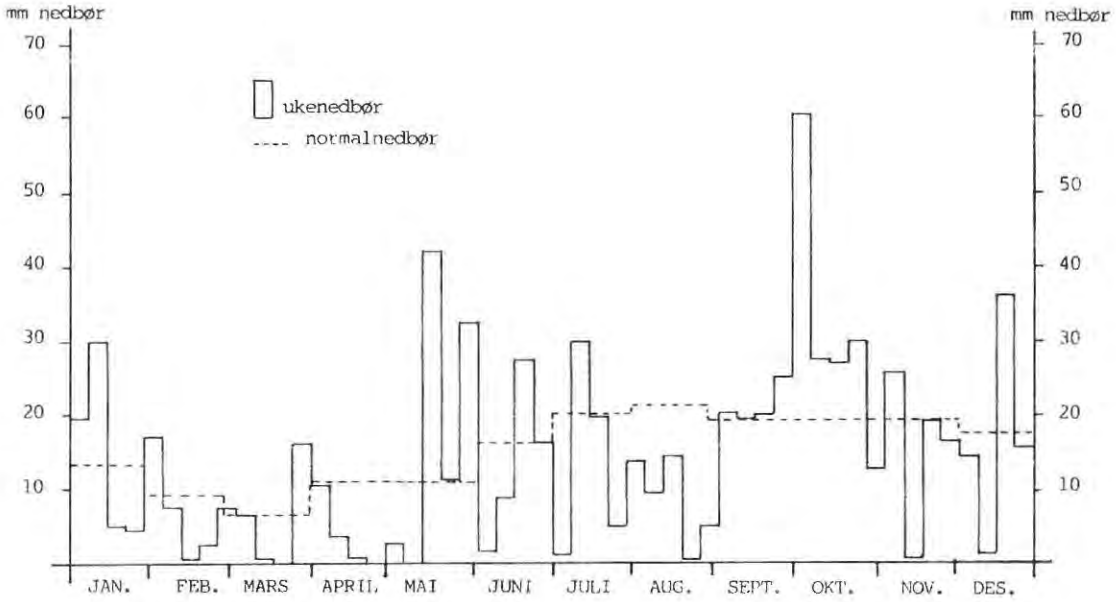
Hydrologiske data er hentet fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen - hydrologisk avdeling. I figur 7.2 er det vist døgnvannføring i m^3/sek. for stasjonene Ørje, Brekke sluse og Tistedalsfoss.

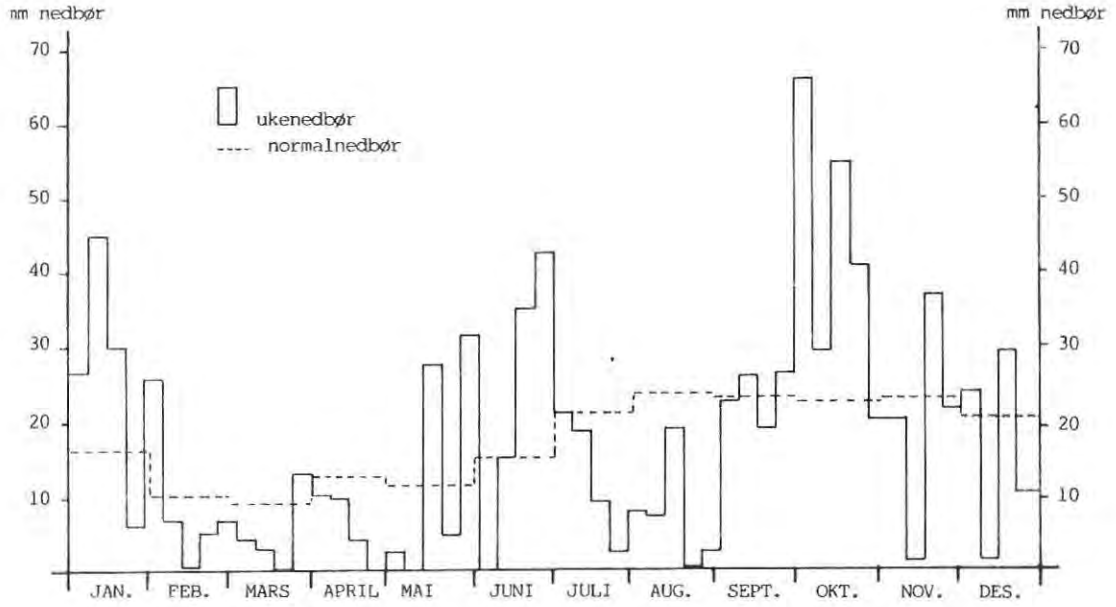
Januar og halve februar måned var preget av skiftende værforhold med flere nedbørrike perioder. Temperaturen varierte mellom pluss og minusgrader, så nedbøren kom vekselvis som regn, sludd og snø. Mest nedbør falt i de kystnære områder. Senvinteren var stabil med lite nedbør og det var gjennomgående kaldt.

April og tildels mai måned hadde små nedbørsmengder med en høyere middeltemperatur enn i et normalår. Da det lå store snømengder i terrenget denne våren fikk man en stor flomtopp i april-mai måned.

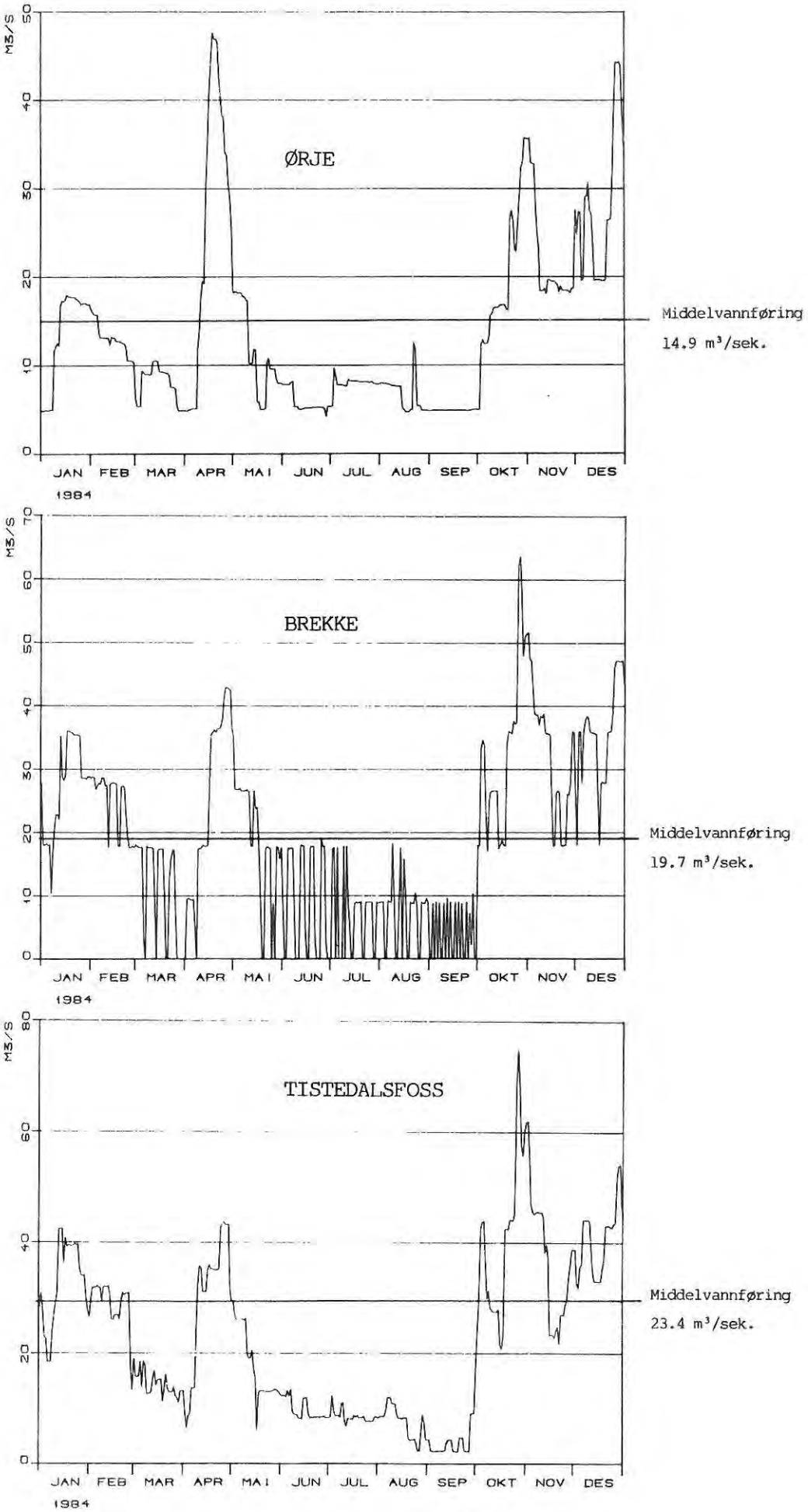
Sommeren 1984 hadde varierende værforhold. Mest nedbørrik var forsommeren hvor mye av nedbøren kom som byger. De største nedbørmengdene falt i kystnære områder. Slutten av juli og august måned var nedbørmengdene mindre enn normalt, med en middeltemperatur som var lavere enn normal sommertemperatur. P.g.a. de store nedbørmengdene på forsommeren var vannføringen i vassdraget større enn normalt i hele sommersesongen.

Høstmånedene kan karakteriseres som milde og våte. Spesielt nedbørrik var oktober måned som ga utslag i store målte vannmengder i vassdraget helt frem til årsskiftet. Årsnedbøren var for henholdsvis Høland-Kollerud og Brekke sluse 740 mm og 905 mm, mens årsnormalen er 740 mm og 829 mm.





Figur 7.1. Variasjoner i ukenedbør og normalnedbør for meteorologistasjonene ved Høland-Kollerud (øverst) og Brekke sluse.



Figur 7.2. Vannføringsvariasjoner 1984

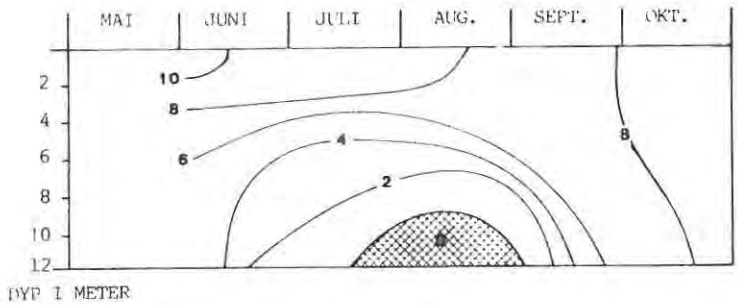
8. RESULTATER

8.1. Fysisk/kjemiske forhold.

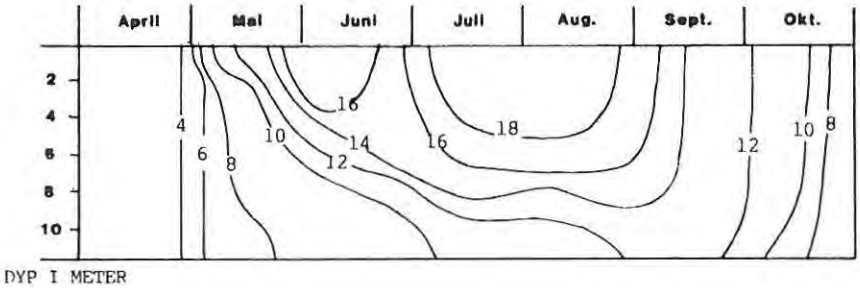
Generelt var vannmassene i hovedvassdraget mindre preget av erosjonsmateriale i 1984 enn året før. Dette har sammenheng med at det i 1983 var spesielt store nedbørmengder vår og høst, mens det i 1984 var det relativt normale nedbørforhold. Dette ga seg utslag i et lavere innhold av suspendert materiale og plantenæringsstoffer. I Bjørkelangsjøen var innholdet av svevepartikler målt som turbiditet i gjennomsnitt under undersøkelsesperioden 10 FTU, mens det i 1983 ble målt til 13 FTU. Tidsveide middelverdier for totalt fosfor og totalt nitrogen var henholdsvis 34 µg P/l og 843 µg N/l mens tilsvarende verdier i 1983 var 49 µg P/l og 1.420 µg N/l. En tilsvarende utvikling ble registrert i Rødenessjøen og Femsjøen.

I Bjørkelangen ble det også i 1984 påvist stort oksygenforbruk - med oksygenfrie forhold i bunnvannet på ettersommeren. Dette medførte stor frigivelse av bl.a. fosfor fra sedimentene. Det ble ikke påvist tilsvarende forhold i Rødenessjøen eller Femsjøen.

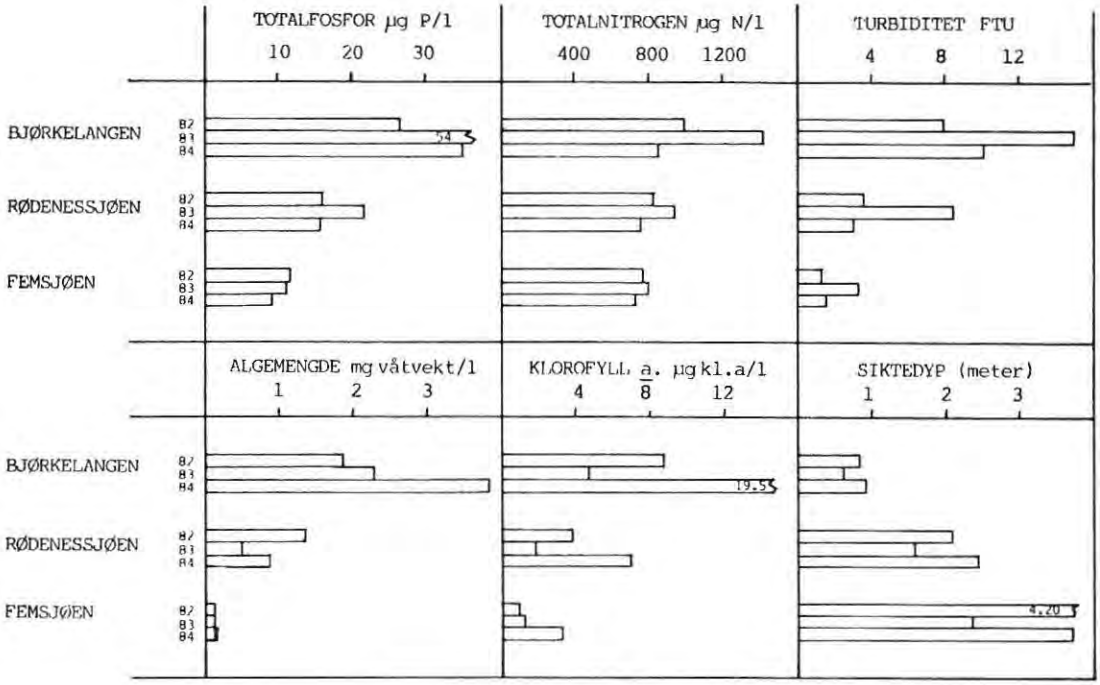
Øgderen og Aremarksjøen ble i 1984 for første gang gjort til gjenstand for vannfaglig undersøkelser. Disse vil derfor bli omtalt spesielt.



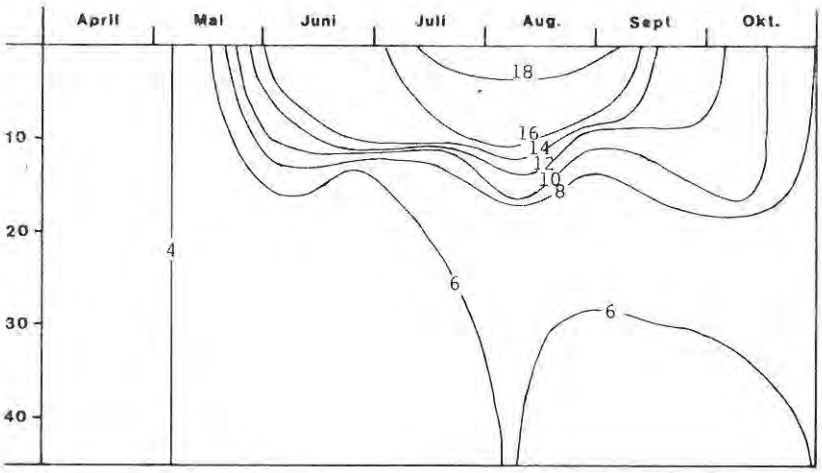
Figur 8.1. Oksygenforholdene (mg O_2/l) i Bjørkelangsjøen 1984.



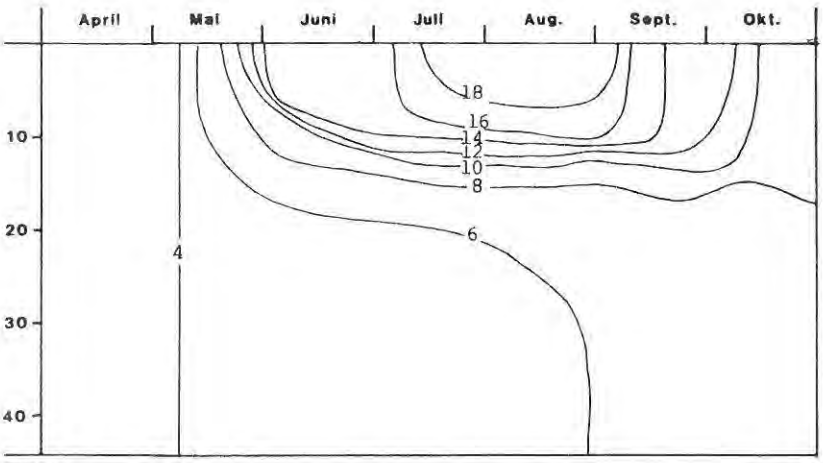
Figur 8.2. Temperaturforholdene (^{o}C) i Bjørkelangsjøen 1984.



Figur 8.3. Veide middelverdier av utvalgte variable (1. juni - 30. september) i perioden 1982-1984.



Figur 8.4. Temperaturforholdene (^{o}C) i Rødenessjøen 1984.

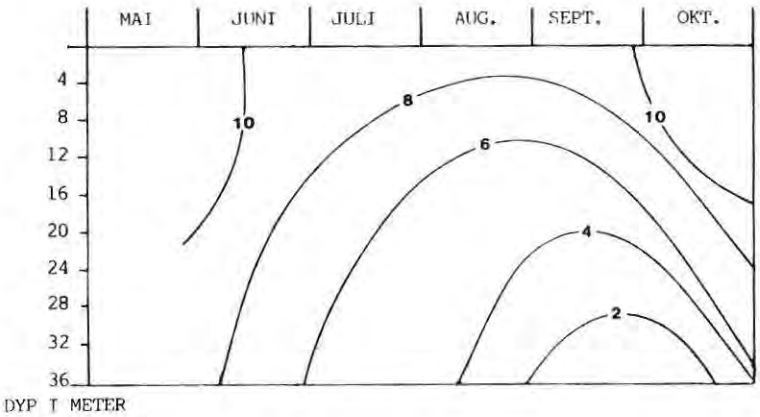


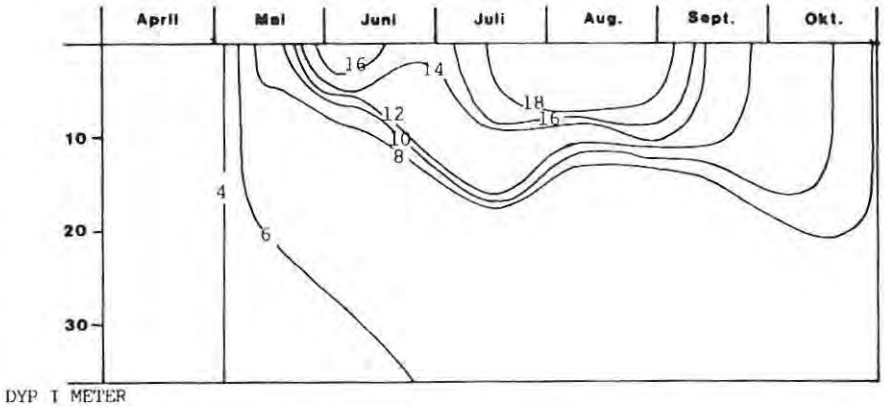
Figur 8.5. Temperaturforholdene (^{o}C) i Femsjøen 1984.

Øgderen.

Surhetsgraden varierte i undersøkelsesperioden mellom pH 6,2-6,3. De høyeste verdiene ble målt i overflatesjiktet. Dette har sammenheng med planktonalgenes CO_2-forbruk. pH-verdien økte generelt fra dypet til overflaten. Konduktiviteten i overflatesjiktet (0-4m) varierte mellom 5,94-6,97 mS/m.

Vannets farge varierte mellom nyansene grønnlig-gul (forsommeren) til grønn (sommer, høst). Fargetallet varierte i perioden mellom





Figur 8.6. Oksygenforholdene (mg O_2/l) og temperaturforholdene (^oC) i Øgderen 1984.

7-29 mg Pt/l. Dette indikerer en viss påvirkning av humusstoffer fra nedbørfeltet.

Innholdet av svevepartikler målt som turbiditet var lavere enn det en finner i hovedvassdraget. Dette har sammenheng med at jordarealene er relativt flate slik at jorderosjonen blir relativt liten. Turbiditeten varierte mellom 2,0-7,6 FTU. Høyeste verdiene ble målt nær bunnen i vekstsesongen.

Relativt stor forekomst av planktonorganismer bidro også til at siktedypet (vannets gjennomskinnlighet) i vekstsesongen ble målt til bare 1,90 m. Vannets bruksmessige kvalitet og utseende er således under sommeren i hovesak bestemt av algemengden i vannmassene.

Vannmassenes innhold av totalt nitrogen antyder mindre påvirkning av nitrogenholdig tilsig enn vassdragets hovedvannmasser. Tidsveid middelverdi i undersøkelsesperioden var 418 µg/l. Til sammenlikning var tilsvarende verdier for Bjørkelangsjøen og Femsjøen henholdsvis 843 µg N/l og 714 µg N/l. Tatt i betraktning at det er relativt liten bosetting i nedbørfeltet med utslipp til innsjøen oppviser vannmassene et oppsiktsvekkende høyt innhold av fosforforbindelser. Tidsveid middelverdi ble målt til 15,7 µg P/l.

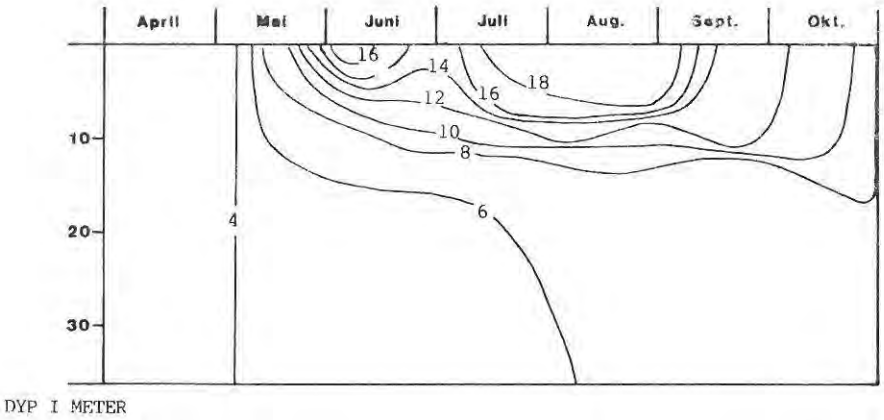
Analyser på nitrat og løst reaktivt fosfat (fraksjoner som er tilgjengelig for plantene) indikerer at fosfor er vekstbegrensende for algene fra vekstsesongens begynnelse frem til august/september. På denne tiden ble det i overflatevannet målt nitrogenverdier under analysens deteksjonsgrense (< 10 µg N/l). Samtidig var det små mengder løst rekativt fosfat til stede. Dette antyder at nitrogen også kan være vekstbegrensende for algeveksten på ettersommeren.

Mens vannets innhold av nitrat og løst reaktivt fosfat generelt var meget lavt i juli, august og september, ble det registrert en viss økning i det totale innhold av nitrogen og fosfor. Dette indikerer at algene nyttiggjør seg effektivt de næringsstoffene som tilføres under sommeren - og at disse inkorporeres i den levende biomassen. Selv om en del næringsstoffer unndras vannmassene ved at plankton-organismer sedimenterer vil næringsstoffer akkumulert i bunnslammet føres tilbake til vannmassene som følge av mekanisk resuspensjon (vind- og bølgeaktivitet) og biologisk resuspensjon (fiskens beiting av bunnorganismer og bunnslam).

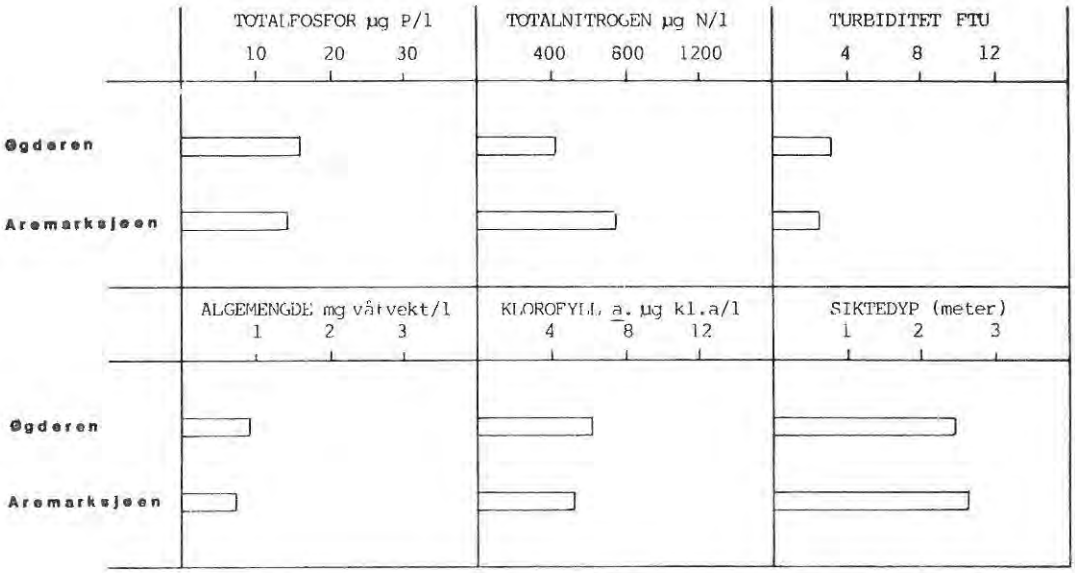
Det ble dannet en klar temperaturlagdeling av vannsøylen med temperatursprangsjiktet beliggende på 12-16 m dyp i perioden juli-august. Det er rimelig å anta at sjiktning finner sted de fleste somrer. Som følge av sjiktningen blir det relativt store kvalitetsforskjeller over dypet. Under temperatursprangsjiktet bidrar nedbrytningsprosessene til en betydelig tapping av vann-massenes oksygeninnhold. Tilnærmet oksygenfrie forhold ble målt nær bunnen i innsjøens dypeste område på slutten av stagnasjonsperioden.

Aremarksjøen.

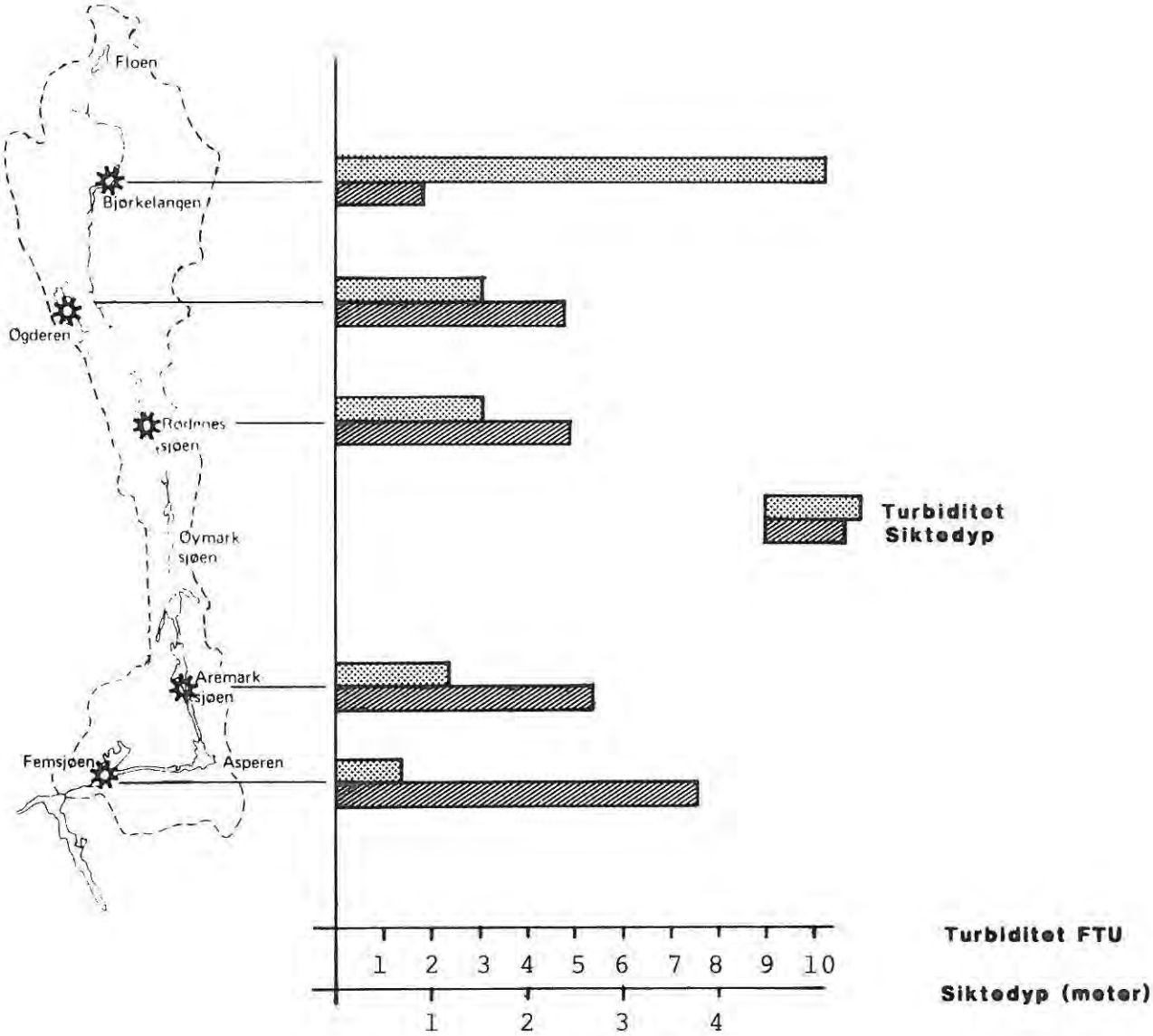
Når det gjelder fysisk-kjemisk vannkvalitet har Aremarksjøen klare likhetstrekk med Rødenessjøen. Innholdet av næringstoffer og suspendert materiale er imidlertid gjennomgående noe lavere. Dette har sammenheng med sedimentasjon i Øymarksjøen og fortynning med vann fra sideelvene.



Figur 8.7. Temperaturforholdene (°C) i Aremarksjøen 1984.



Figur 8.8. Veide middelverdier av utvalgte variable (1. juni - 30. september) 1984 for Aremarksjøen og Øgderen.

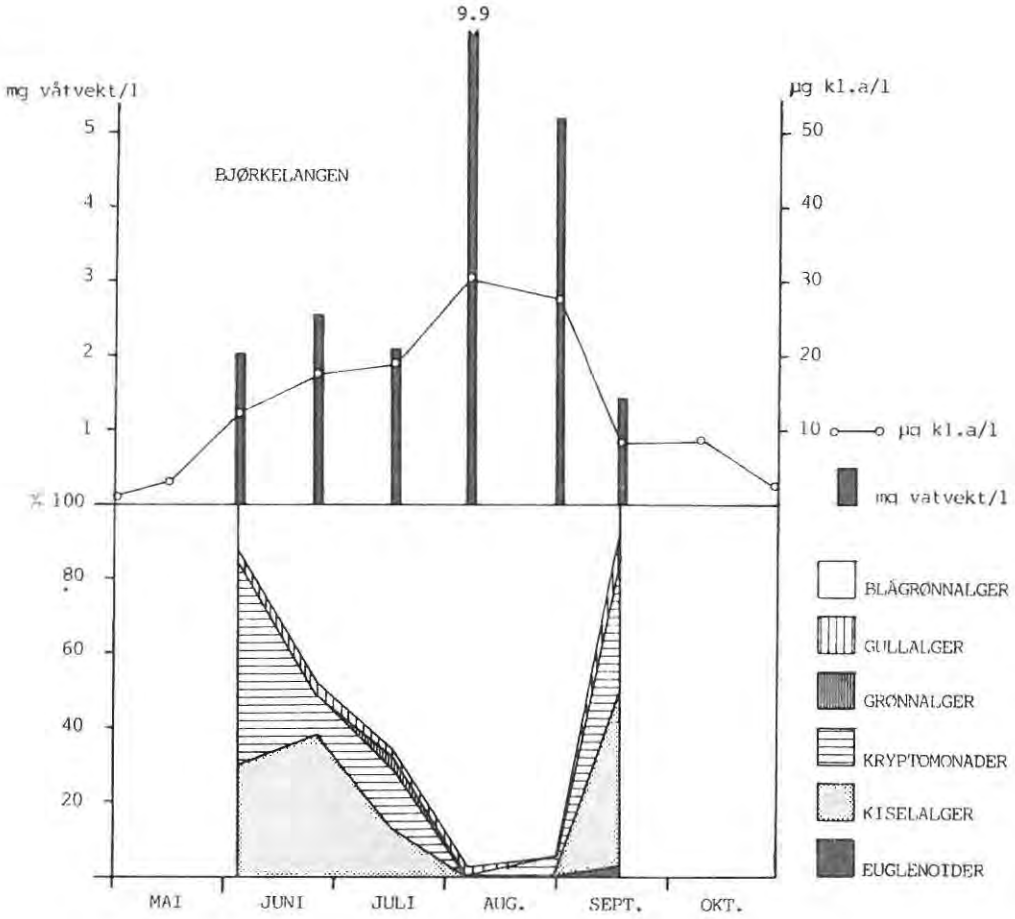


Figur 8.9. Variasjonene i turbiditet og siktedyp i Haldenvassdraget 1984.

8.2. Planteplankton.

Bjørkelangsjøen.

Bjørkelangsjøen hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 3.8 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyll-verdi var 17.8 µg kla/l. Både m.h.t. mengde og sammensetning var planteplanktonet i Bjørkelangsjøen typisk for det en vanligvis finner i meget næringsrike, kulturpåvirkede innsjøer.



Figur 8.10. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0 -4 m) i Bjørkelangsjøen 1984.

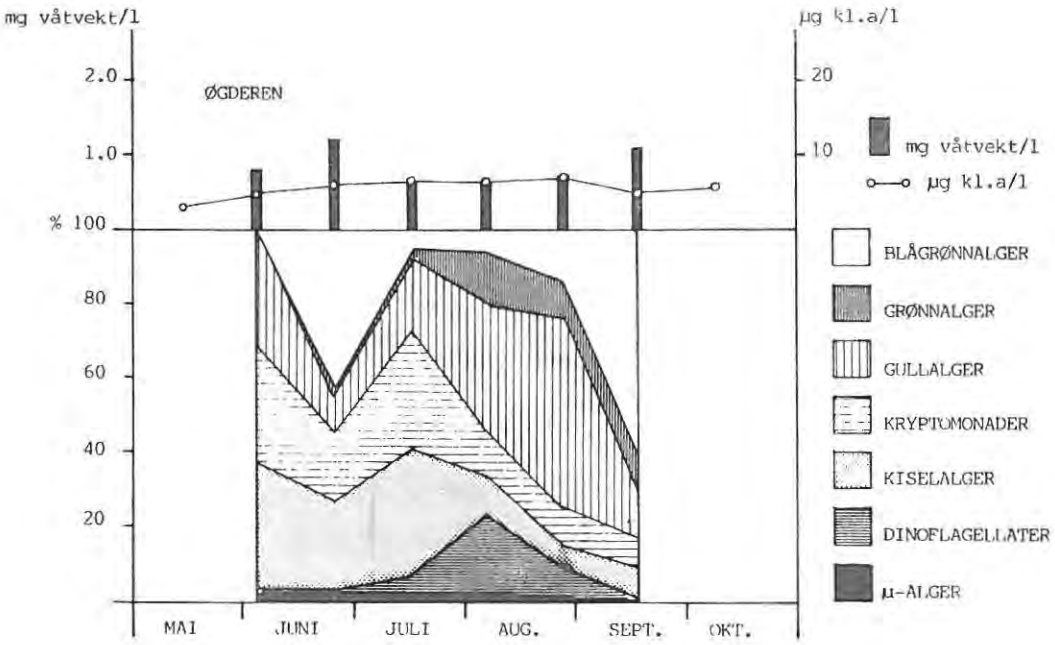
Planktonet var på forsommeren dominert av blågrønnlager, kryptomonader og kiselalger. Utover sommeren ble blågrønnalgene mer og mer dominerende og i august utgjorde de over 90% av algebiomassen. Den 6. august ble det registrert en masseoppblomstring av blågrønnalgen Aphanizomenon flos-aquae og det ble påvist algemengder opptil 9.9 mg våtvekt/l. I begynnelsen av september kulminerte blågrønnalgene plutselig og planktonet ble senere dominert av kiselalger og kryptomonader.

Både m.h.t. gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen og maksimalt algevolum på sommeren, ble det påvist algemengder over det dobbelte av de verdier en registrerte i 1982 og 1983. Dette understreker alvoret i den utvikling en har hatt i Bjørkelangsjøen de siste årene.

Øgderen.

Øgderen er heller ikke tidligere undersøkt og en kan således ikke sammenlikne med tidligere materiale. Øgderen hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0.85 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyllverdi var 6.0 µg kla/l. Algemengden var her i samme størrelsesorden som det en fant i Rødenessjøen, men planktonets sammensetning var relativt ulik.

Planteplanktonet var i begynnelsen av juni dominert av arter innen kiselalger, kryptomonader og gullalger. I juni ble det påvist en økning i mengden av blågrønnalgen Oscillatoria agardhii var. isotrix som kulminerte med et biomassemaksimum den 25.6 på 0.5 mg våtvekt/l. Næringssaltbegrensning kan være hovedårsaken til dette. Utover sensommeren var planktonet relativt mangfoldig med representanter fra de fleste algegruppene vi finner i våre innsjøer. I september ble det påvist relativt store mengder med blågrønnalgen Oscillatoria cf. limnetica (opptil 0.6 mg våtvekt/l) som da utgjorde 60% av den totale algebiomassen.



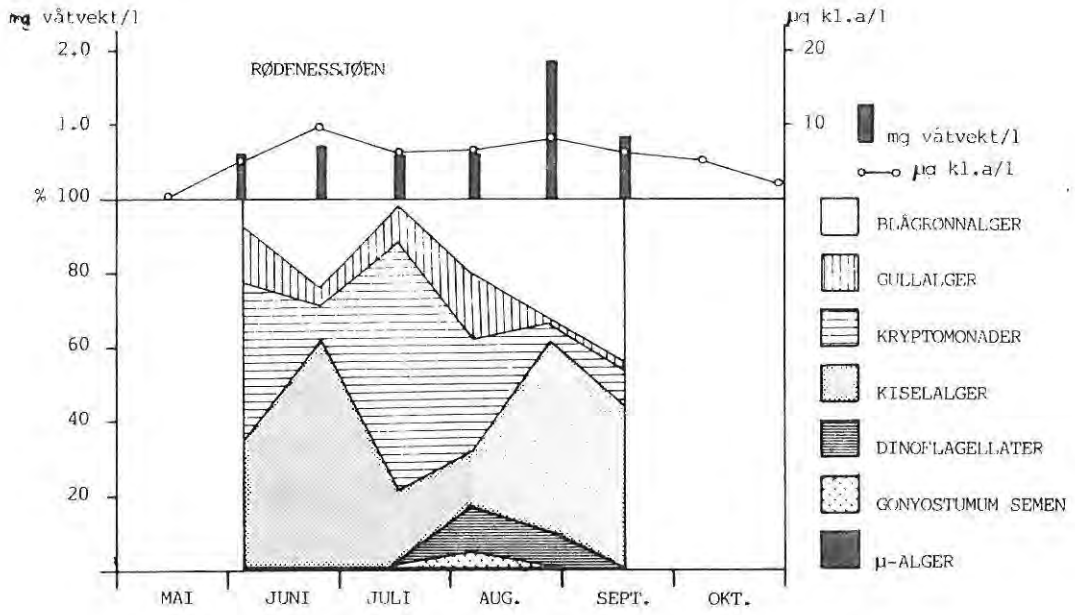
Figur 8.11. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-10 m) i Øgderen 1984.

Rødenessjøen.

Rødenessjøen hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0.85 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyll-verdi var 6.7 µg kla/l. Både m.h.t. mengde og sammensetning var planteplanktonet i Rødenessjøen vanlig for det en som regel finner i middels næringsrike til næringsrike innsjøer.

Planteplanktonet var i juni-juli dominert av kryptomonader og kiselalger, men blågrønnalger var også et vanlig innslag. Utover ettersommeren og høsten dominerte blågrønnalgene og kiselalgene på bekostning av mengden med kryptomonader. Av blågrønnalgene var det Aphanizomenon flos-aquae som dominerte - dvs. den samme arten som dannet masseoppblomstring i Bjørkelangsjøen. Dette understreker - som i 1983 - hvor viktig utviklingen i Bjørkelangsjøen er for de nedenforliggende innsjøer.

Den gjennomsnittlige algemengden i Rødenessjøen var i 1984 på samme nivå som en fant i 1982 (0.89 mg våtvekt/l) men høyere enn i 1983



Figur 8.12. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-10 m) i Rødenessjøen 1984.

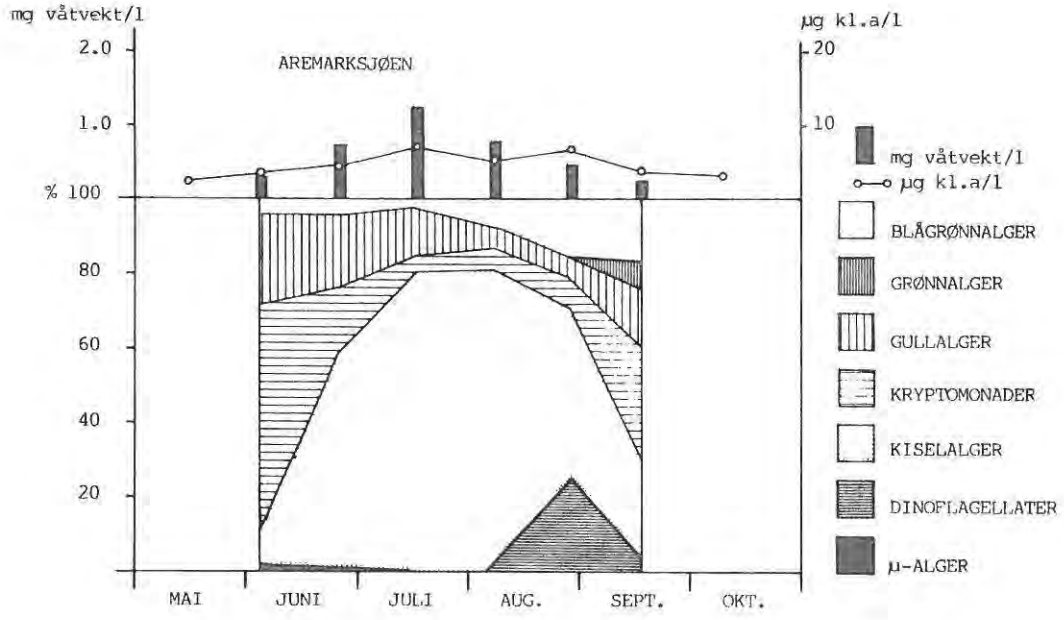
(0.45 mg våtvekt/l). Den relativt høye verdien i 1982 skyldtes en kraftig oppblomstring av kiselalger dette året (se overvåkingsrapport nr. 80/83). At det i 1984 ble påvist høyere algemengde enn i 1983 kan bl.a. skyldes at våren 1984 var relativ solrik med stor innstråling, som igjen medførte en rask oppvarming av overflatevannet. Det medførte en relativ rask økning i algemengden slik at det på forsommeren ble påvist høyere verdier enn i 1983. I tillegg ble det på sensommeren/høsten 1984 registrert relativt større mengder med blågrønnalger/kiselalger (opptil 1.8 mg våtvekt/l) enn i 1983.

Aremarksjøen.

Aremarksjøen er ikke tidligere systematisk undersøkt slik at en ikke kan sammenlikne med tidligere materiale. Aremarksjøen hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0.7 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyllverdi var 4.9 µg kla/l. Ut i fra planteplanktonforholdene i 1984 kan Aremarksjøen karakteriseres som en

middels næringsrik innsjø. Det ble noe overraskende ikke registrert en signifikant mindre algemengde sammenliknet med Rødenessjøen. Det ble imidlertid påvist langt mindre mengder med blågrønnalger og andre arter enn det en fant i Bjørkelangsjøen og Rødenessjøen. Dette indikerer at masseoppblomstring av blågrønnalger i Bjørkelangsjøen ikke har noen direkte innvirkning på planktonforholdene i Aremarksjøen.

Planteplanktonet var på forsommeren dominert av kryptomonader, kiselalger og grønnalger. Utover sommeren gjorde kiselalgene seg mer og mer gjeldende med Tabellaria fenestrata som viktigste art. Utover sensommeren/høsten ble planktonsamfunnet mer mangfoldig med arter innen de fleste algegrupper en finner i våre innsjøer.

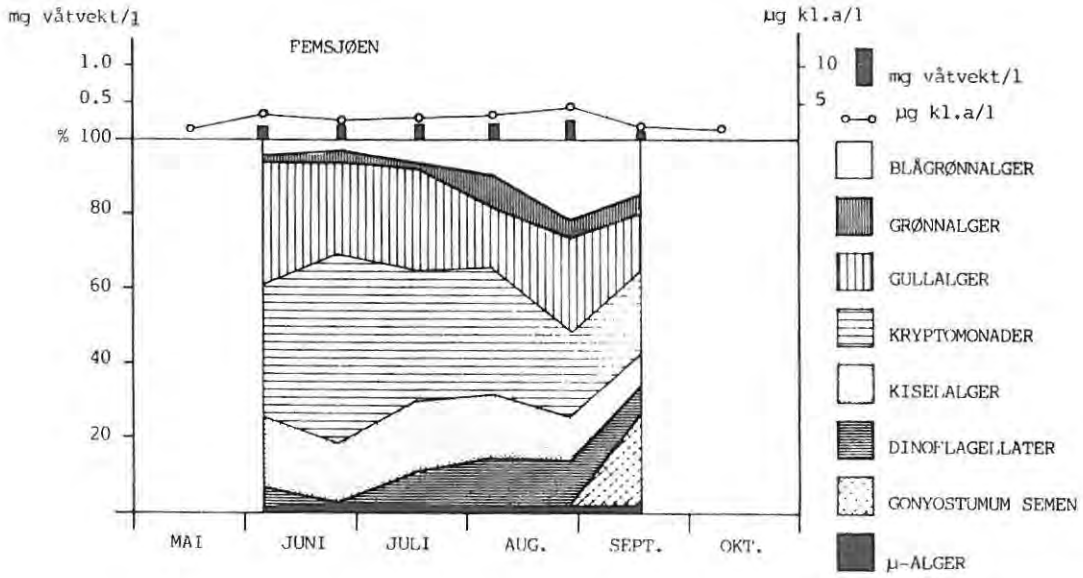


Figur 8.13. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0 - 10 m) i Aremarksjøen 1984.

Femsjøen.

Femsjøen hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde på 0.18 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyllverdi var 3.0 µg kla/l. Det ble i 1984 påvist en noe større algemengde enn det en registrerte i 1982 og 1983 (0.12 mg våtvekt/l), men det ble ikke registrert noen markert forandring i artssammensetningen. Økningen kan imidlertid karakteriseres som relativt moderat og innsjøen kan på bakgrunn av analysene fra 1984 fortsatt karakteriseres som relativt næringsfattig.

Planteplantonet var mangfoldig gjennom hele undersøkelsesperioden med dominans av arter innen gruppene kryptomonader, gullalger, kiselalger, og blågrønnalger. Av blågrønnalgene var det dominans av andre og mindre næringskrevende arter enn det en fant i vassdragets øvre deler.



Figur 8.14. Variasjoner i planteplanktonets mengde og sammensetning (0-10 m) i Femsjøen 1984.

8.3. Algemengde og konsentrasjon av næringsstoffer.

Det er i dag alminnelig akseptert at det generelt eksisterer en positiv korrelasjon mellom innsjøers fosforinnhold og innhold av planteplankton. Det er i denne sammenheng utviklet flere empiriske fosformodeller som beskriver denne sammenhengen. Felles for alle modellene er at en rekke forutsetninger må oppfylles for at en skal få en klar entydig sammenheng. Bl.a. kan nevnes at de fleste modeller er tilpasset store, dype fosforbegrensende innsjøer med minimalt innhold av leirmateriale. D.v.s. at disse modellene er lite anvendelige for grunne leirpåvirkede gjennomstrømningssjøer som vi bl.a. finner i Haldenvassdraget. En kan således ikke forvente en klar sammenheng mellom fosforkonsentrasjon og innhold av planteplankton i Haldenvassdraget m.h.t. årsvariasjoner. En har imidlertid en positiv korrelasjon mellom de ulike innsjøers fosforinnhold og innhold av planteplankton p.g.a. den store forskjell i trofigrad i vassdraget.

8.4. Bakteriologi.

Analysene viser at det ved samtlige prøvestasjoner i vassdraget ble påvist varierende mengder koliforme bakterier og termostabile koliforme bakterier. Verdiene er forholdsvis høye i innsjøen Bjørkelangen og avtar så gradvis nedover vassdraget. Prøvene som er tatt fra utløpet av Aremarksjøen, Aspern og Femsjøen har imidlertid vesentlig høyere bakterietall enn analysene fra selve innsjødelene. Ved utløpet av Aremarksjøen vil vannet få tilsig av bakteriell forurensning fra bebyggelsen i Aremark, og da særlig avløpsvann fra renseanlegget. Ved utløpet av Femsjøen ligger tettbebyggelsen Tistedalen som bidrar med en ganske vesentlig bakteriell forurensning av vannet.

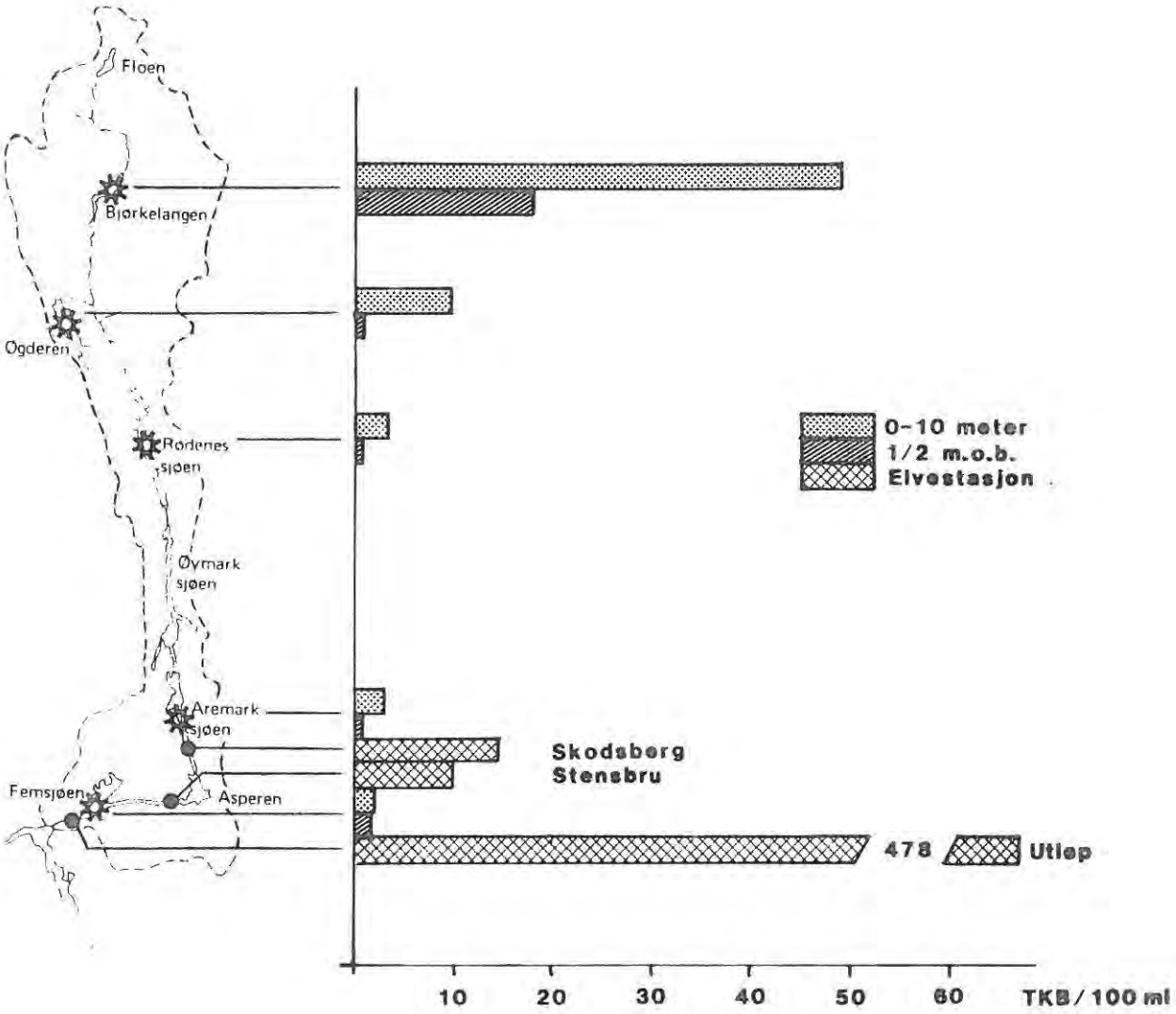
Kimtallanalysene i Haldenvassdraget samsvarer forholdsvis godt med analysene for koliforme og termostabile koliforme bakterier og

følger stort sett det samme mønster med høyeste tall øverst i vassdraget, som så avtar i innsjøene nedover vassdraget. Ved utløpet av de tre nederste innsjøene stiger imidlertid verdiene ganske markert.

Innholdet av fekale streptokokker i vassdraget er meget lave, og bare ved enkelte anledninger er denne type bakterier påvist. Ved utløpet av Femsjøen er imidlertid verdiene vesentlig høyere p.g.a. utslipp fra Tistedalsområdet.

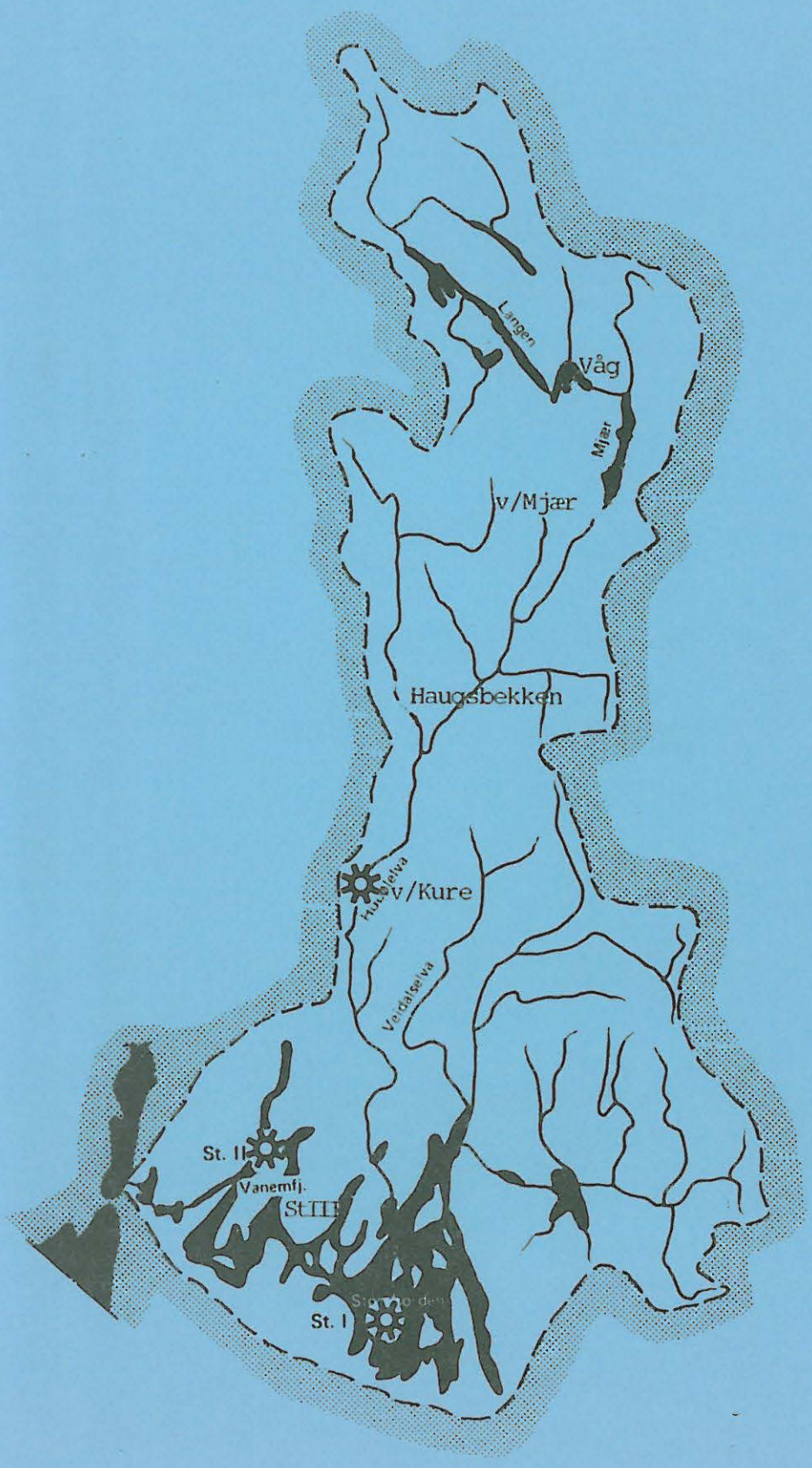
I vann som ubehandlet skal kunne brukes som drikkevann, skal det ikke kunne påvises termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml.vann. For at vannet skal kunne brukes som badevann (friluftsbad) bør det ikke påvises mer enn 50 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml. vann.

Resultatene for 1984 og tidligere års undersøkelser i Haldenvassdraget viser at vannet i vassdraget ikke bør brukes som drikkevann i ubehandlet form. Det er tildels stor tilførsel av kloakkvann, særlig i vassdragets øvre deler som med vannstrømmen føres nedover i vassdraget. I tillegg gjør flere lokale kloakktilførsler seg gjeldende. Dersom vann fra Haldenvassdraget skal benyttes som drikkevann, må vannet renses i et tilfredsstillende vannforsyningsanlegg. De foretatte analyser av vannet viser imidlertid at vannmassene i Haldenvassdraget (innsjødelene) fullt ut tilfredsstiller kravene til et betryggende hygienisk badevann. Dette er også i samsvar med analyser av vann fra ulike friluftsbad langs hele vassdraget, som næringsmiddelkontrollaboratoriene separat har utført i 1984.



Figur 8.15. Variasjoner i termostabile koliforme bakterier (TKB/100 ml) i Haldenvassdraget 1984.

Vansjø - Hobølvassdraget



3. GEOGRAFISK BESKRIVELSE.

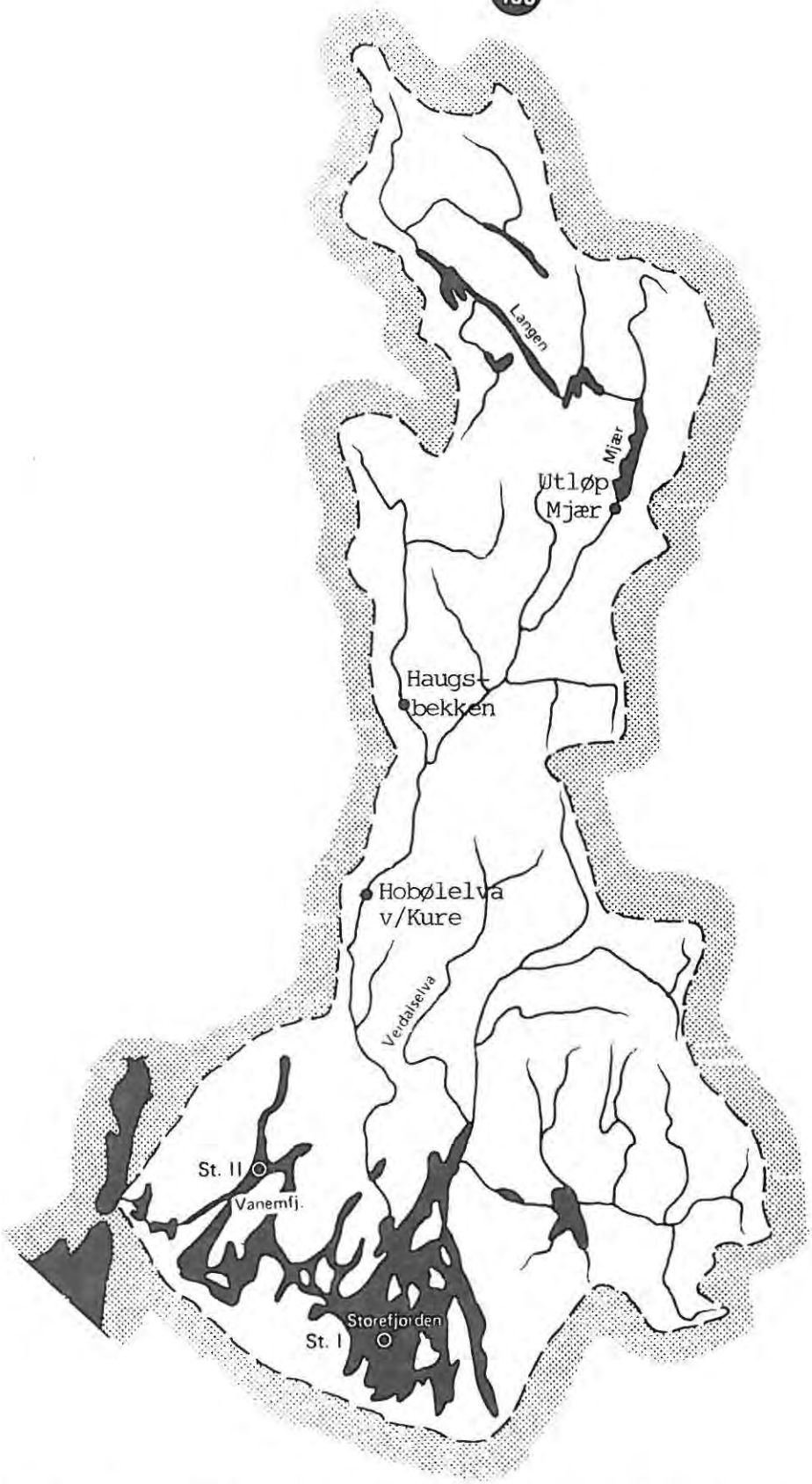
Vansjøs nedbørfelt er på 690 km² og strekker seg nordover til Østmarka utenfor Oslo og østover nesten til Glomma. Nedbørfeltet er ca. 70 km langt i nordlig retning og er på sitt bredeste ca. 30 km. Nedbørfeltet ligger innenfor Akershus og Østfold og det meste sokner til kommunene Ski, Enebakk, Hobøl, Våler, Råde, Rygge og Moss.

Det er fire elver som drenerer til Vansjø foruten en del mindre bekker fra nærområdene rundt innsjøen. Tilløpselvene kommer alle ut i innsjøens østre basseng. Hobølelva munner ut ved Mosseros, mens Kirkeelva, Mørkelva og Svindalselva har sitt utløp ved Roos i innsjøens nordøstlige hjørne. Hobølelva utgjør ca. halvparten av det totale tilsig til sjøen, mens vannføringen i Kirkelva, Mørkelva og Svindalselva representerer ca. 30 %. Ca. 20 % av tilsiget til Vansjø kommer med mindre bekker fra områdene rundt innsjøen.

Nedbørfeltet ligger i det sørøst-norske grunnfjellsområdet som hovedsakelig består av prekambriske gneisbergarter samt noe granitt. Store deler av nedbørfeltet ligger under den marine grense og jorderosjon påvirker vannkvaliteten i Vansjø i betydelig grad, spesielt i perioder med stor vannføring i tilløpselvene. Store deler av Vansjøs nedbørfelt er dekket med løsmasser, og da store deler av disse benyttes til intensivt jordbruk, får løsmasseavsetningene stor betydning for Vansjø.

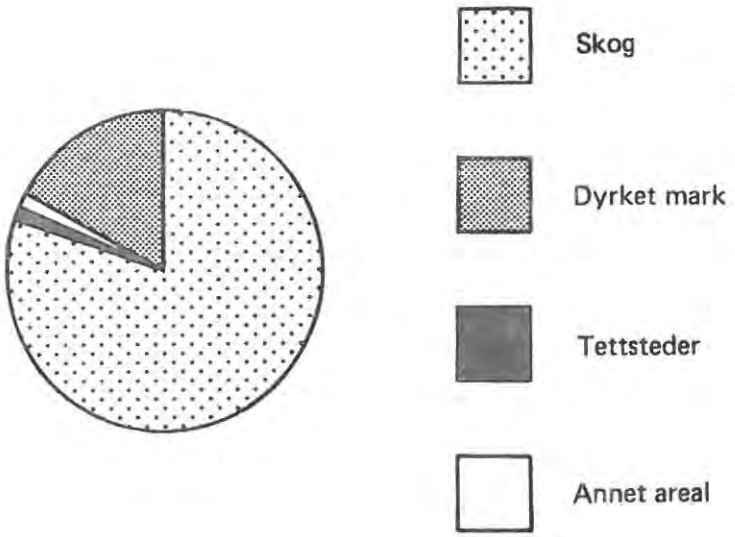
Av en total befolkning på noe over 18.000 mennesker bor ca. 12.000 i tettsteder. Ca. 30 % av befolkningen bor m.a.o. innenfor landsbygdområdene. Befolkningstilveksten etter siste krig har vært størst i de nordlige deler av nedbørfeltet, og de største boligkonsentrasjonene ligger i Ski kommune. Boligutviklingen har for øvrig skjedd i eller i tilknytning til gamle by- og bygdesentra.

Landbruksaktiviteten er stor. Hele 13 % av nedbørfeltet består av dyrket mark mot 3 % på landsbasis. Utmarkarealene er for det meste



Figur 3.1. Vansjø med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

produktiv skog. Dyrket mark finner vi i hovedsak langs begge sider av tilløpselvene og rundt Vansjø, mens skogsområdene ligger mer i ytterkant av nedbørfeltet og på høydedragene. Det har innenfor husdyrholdet skjedd en betydlig sentralisering i løpet av etterkrigstiden. Det har blitt færre gårder med husdyr og husdyrantallet har gått ned. På den annen side er besetningene nå gjennomgående større enn tidligere. Tatt i betraktning at Vansjøs nedbørfelt har sentral beliggenhet i forhold til flere tettsteder, jernbane og riksvei, er det oppsiktsvekkende lite næringsvirksomhet utover landbruk. Foruten et større industriområde syd for Ski sentrum og et par mindre industristeder, finnes det ingen industrikonsentrasjoner. Det er i tillegg etablert noe småindustri i tilknytning til tettsteder og bygdesentra.



Figur 3.2. Den prosentvise andel av arealfordelingen i nedbørfeltet.

4. BRUKERINTERESSER.

Vansjø er en viktig råvannskilde i Østfold. Det er to vannverk som tar sitt "råvann" her - Vansjø vannverk og vannverket på Rygge flystasjon. Begge vannverkene har vanninntaket i Grimstad ved Storefjorden. Vansjø vannverk forsyner Råde, Rygge, Moss og Vestby med vann, og tilsammen ca. 50.000 mennsker er knyttet til dette anlegget.

Bruken av Vansjø til jordvanningsformål har fått stadig større omfang og det er i løpet av de siste årene bygget flere større vanningsanlegg. Vansjøvann benyttes dessuten som prosessvann i flere industribedrifter. Bl.a. tar treforedlingsbedriften M. Peterson & Søn A/S i Moss ut ca. 0,7 m^3/sek. direkte fra Mosseelva.

Vansjøområdet har stor friluftsmessig verdi og er i dag det mest benyttede utfartsområde i Indre Østfold. Det er i Vansjøs nærområde bygget nærmere 200 hytter.

5. FORURENSNINGSTILFØRSLER.

Boligkloakk begynte for alvor å gjøre seg gjeldende som vannforurensning etter siste krig. Vårt ønske om høyere sanitær standard førte til at kloakk og avfallsstoffer fra husholdninger i langt større grad enn tidligere ble ført til vassdraget. Ifølge kommunenes avløpsplaner skal all kloakk fra tettbebyggelsen (ca. 12.000 mennesker) føres til kloakkrenseanlegg eller til avløpsledninger som fører kloakken ut av nedbørfeltet. I 1984 var ca. 10.000 personer i nedbørfeltet tilknyttet slike anlegg.

Jordbruket har gjennomgått store forandringer i dette århundre både når det gjelder arealbruk og driftsmåter. Omleggingen har på mange måter bidratt til å øke landbrukets betydning som forurensningskilde.

Etter siste krig har vi hatt en betydelig økning i arealer med åpen åker. Eng og beitearealer er pløyd opp eventuelt planert ut (bakkeplanert) til store sammenhengende åkerarealer. Både jordtap og næringsutvasking er større fra åpne åkerarealer enn fra områder med fast plantedekke. Parallelt med denne utviklingen er det tatt i bruk

stadig større, tyngre og mer effektive jordbruksmaskiner. Tyngre maskiner gir større sammenpressing av jorda. Dermed øker jordtettheten og vannets muligheter for å trenge ned i jorda reduseres. Det blir større overflateavrenning og dermed økt jorderosjon. De moderne jordbruksmaskiner fører også til kraftigere jordbearbeiding. Dessuten går pløyingen raskere. Jorda blir dermed liggende oppløyd eller stubbharvet fra tidlig på høsten til neste vekstsesong-ofte opp til 7 mnd. av året. Oppløyd eller stubbharvet mark er mer erosjonsutsatt enn upløyd mark.

Det tilføres i dag mer handelsgjødsel enn noen gang tidligere. Mens gårdbrukere i 1945 tilførte åkeren i gjennomsnitt ca. 4 kg nitrogen pr. da. ligger forbruket i dag på over 11,0 kg. Fosforgjødslingen har i samme tidsrom økt fra ca. 1,5 kg til 3 kg pr. da.
Til tross for at nedbørfeltet ligger i et av landets mest utnyttede områder er det liten industriell virksomhet. Ingen bedrifter bidrar i dag med forurensende prosessvann til Vansjø.

Årlig transport av fosfor og nitrogen til Vansjø er teoretisk beregnet på grunnlag av spesifikke verdier for forurensningstilførsler fra ulike kilder. Når det gjelder utslipp av kloakk er det forutsatt av hvert menneske produserer 2,5 g fosfor pr. døgn og 12 g nitrogen pr. døgn. For personer tilknyttet avløpsrenseanlegg er verdiene redusert avhengig av anleggstype.

Når det gjelder næringsavrenningen fra dyrket mark er følgende spesifikke avrenningskoeffisienter benyttet:

Fosfor	110	kg/km^2 og år
Nitrogen	4.600	kg/km^2 og år

Den naturlige avrenningen fra arealene (bakgrunnavrenningen) er beregnet på grunnlag av følgende avrenningskoeffisienter

Fosfor	6,5	kg/km^2 og år
Nitrogen	220	kg/km^2 og år

Fosfortilførselen til Vansjø (tonn/år)

	1978	1984
Fra bebyggelse	11,5	5,3
Fra landbruk	11,6	10,1
Fra industri	0,8	0,4
Naturlige tilførsler	4,2	4,2
I alt	28,1	20,0

Nitrogentilførselen til Vansjø (tonn/år)

	1978	1984
Fra bebyggelse	66	61
Fra landbruk	357	350
Fra industri	32	20
Naturlige tilførsler	143	143
I alt	598	574

Kommunale oppryddingsarbeider.

Ved utarbeidelsen av handlingsprogrammet for Vansjø-Hobølvassdraget (1978) var ca. 5.400 personer tilknyttet kloakkrenseanlegg med fosforreduksjon eller ledningsnett som fører kloakken ut av nedbørfeltet. I 4-årsperioden 1979-84 har avløpet fra ytterligere ca. 5.150 personer i nedbørfeltet blitt knyttet til slike anlegg. Tar man videre i betraktning at overpumping av kloakk fra bebyggelse i Årungens nedbørfelt (ca. 3.150 p.e.) opphørte i 1982, har Vansjø-Hobølvassdraget blitt avlastet med kloakk fra nærmere 8.300 personer i løpet av de siste 4 år.

Med de kommunale oppryddingstiltak som er vedtatt gjennomført i 1984 vil ytterligere 1.400 p.e. bli tilkoplet godkjente kommunale avløpsanlegg innen utgangen av inneværende år. I områder med tettbebyggelse vil etter dette følgende oppryddingstiltak gjenstå:

Råde

- Karlshus, ledningsnett + pumpestasjon 150 p.e.

Våler

- Svinndal, tilkoplingsarbeider 180 p.e.

Hobøl

- Diverse ledningsarbeider 35 p.e.

Enebakk

- Svenskeby og Råken, ledningsarbeider + pumpest. 350 p.e.

Ski

- Kråkstad, lednings- og tilkoplingsarbeider 170 p.e.

Forurensningsmyndighetenes kontroll av kloakkanleggene viser at renseeffekten generelt har bedret seg og at anleggene nå stort sett fungerer tilfredsstillende (90-95% rensing m.h.t. fosfor). Det bør imidlertid bemerkes at det på de fleste anleggene fortsatt oppstår temporære driftsforstyrrelser på grunn av stor innlekking av "fremmedvann" under snøsmelting - og nedbørperioder. Foruten at feilkoplinger og innlekking av fremmedvann fører til periodevis redusert renseeffekt i anleggene, bidrar dette dessuten til at deler av avløpsvannet går direkte til vassdrag via overløp i pumpestasjoner eller foran renseanleggene. Dårlig ledningsstandard fører dessuten til økte kostnader til transport og rensing. Det vil kreve en betydelig økonomisk innsats å rette opp disse forhold, og det bør legges stor vekt på å finne fram til de mest kostnadseffektive tiltak. Et viktig hjelpemiddel i denne sammenheng er utarbeidelse og bruk av saneringsplaner.

Forurensninger fra landbruksaktiviteter.

Innenfor landbrukssektoren har tiltakene mot vannforurensninger vært konsentrert om utbedringer av siloanlgg og gjødsellagre. Det har vært gjennomført regelmessige kontroller av siloanleggene de siste årene, noe som bl.a. har resultert i pålegg om utbedringer der hvor feil er blitt avdekket. Tabellen nedenunder viser at man har oppnådd en viss standardhevning de siste fire årene, men at det også gjenstår en del før en kan karakterisere situasjonen som tilfredsstillende.

STANDARD PÅ SILOANLEGG I VANSJØ-HOBØLVASSDRAGET.

	Tilfredsstillende		Mindre feil		Større feil	
	1979	1983	1979	1983	1979	1983
Våler	8	10	7	7	8	2
Hobøl	5	8	2	2	7	2
Spydeberg		1	1			
Rygge	1	2	1			
Moss	1	1				
Enebakk	4		1			
Ski	6	1				

Det er færre anlegg i drift i 1983 enn 1979.

Det er også vært foretatt undersøkelser og kontroller av gjødsellagre i kommuner som drenerer til Vansjø. Kontrollene er blitt utført på bruk hvor fylkeslandbrukskontoret har ytt planleggingsbistand. Tabellen under viser status fra arbeidet pr. 1.1.84.

Status i arbeidet med å utbedre gjødsellagrene (1983).

Kommune	Antall	Ferdig utbedret	Av-viklet	Midlert./ delvis utb.	Ikke utbedret	Annet
Råde	3				2	1
Rygge	3	2			1	
Moss	1	1				
Våler	62	34	9	10	6	3
Hobøl	25	8	10	1	4	2
Ski*	8	4		3	1	
Enebakk*	9	6		2	1	

* 1981

På tross av økonomiske støttetiltak som er satt inn i dette arbeidet er fremdriften likevel lite tilfredsstillende. Det synes å være behov for en mer aktiv oppfølging av de gårdsbruk som har fått sine utbedringsplaner ferdige. Det synes også å være på sin plass å anmode fylkeslandbrukskontoret om å prioritere planleggingsarbeidet høyere.

Arbeidet med å begrense utslippene av silopressaft og avrenningen av gjødselvann fra lagre og til kjellere, vil trolig bidra til at fosforbelastningen fra landbruket reduseres med omlag 20%.

Næringsavrenning og jorderosjon fra dyrkede arealer har hittil ikke vært gjenstand for tiltak eller reguleringer. Det synes nå å være helt klart at det også blir nødvendig å angripe denne mer diffuse forurensningskilden, dersom de målsettinger som er lagt til grunn for handlingsprogrammet skal kunne nås. Slike tiltak vil foruten å redusere fosforbelastningen på vassdraget, også i vesentlig grad begrense nitrogenutvaskingen og jorderosjonen. Det ble således avgjørende for de muligheter man har til å bringe eutrofieringsutviklingen (overgjødslingen) i Vansjø under kontroll at forurensningsmyndighetene tar dette opp til vurdering og snarest mulig etablerer juridiske og økonomiske virkemidler som kan bidra til å begrense erosjonen og næringsutvaskingen fra jordbruksarealene.

6. MÅLEPROGRAM.

Innsjøstasjoner:

Det er tatt ut prøver på 2 stasjoner med 3 ukers intervall i den isfrie perioden (1. mai - 1. november) og en senvinterprøve. Totalt 11 prøvetakingsomganger.

Prøvene er tatt ut på følgende dyp:

St. I	St. II
Storefjorden	Vanemfjorden
0-4 m	0-4 m
8 m	8 m
16 m	12 m
30 m	16 m (1/2 m.o.b.)
40 m (1/2 m.o.b.)	

Det er blitt analysert på følgende parametre:

Fysisk/kjemiske parametre:

Temperatur, siktedyp, oksygen, pH, konduktivitet, fargetall, turbiditet, oksyderbart materiale (COD_{Mn}), totalt fosfor, totalt løst fosfor, løst reaktivt fosfor, total nitrogen, ammonium, nitrat, silikat, klorofyll a, suspendert stoff, gløderest, jern og mangan.

Biologiske parametre:

Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av planteplankton samt klorofyll a. Kvalitativ og kvantitativ bestemmelse av dyreplankton.

Elvestasjoner:

Det er tatt ut prøver ved utløp av Mjær, Hobølelva v/Kure og Haugsbekken, henholdsvis 41, 57 og 52 prøvetakingsomganger.

Det er analysert på følgende parametre:

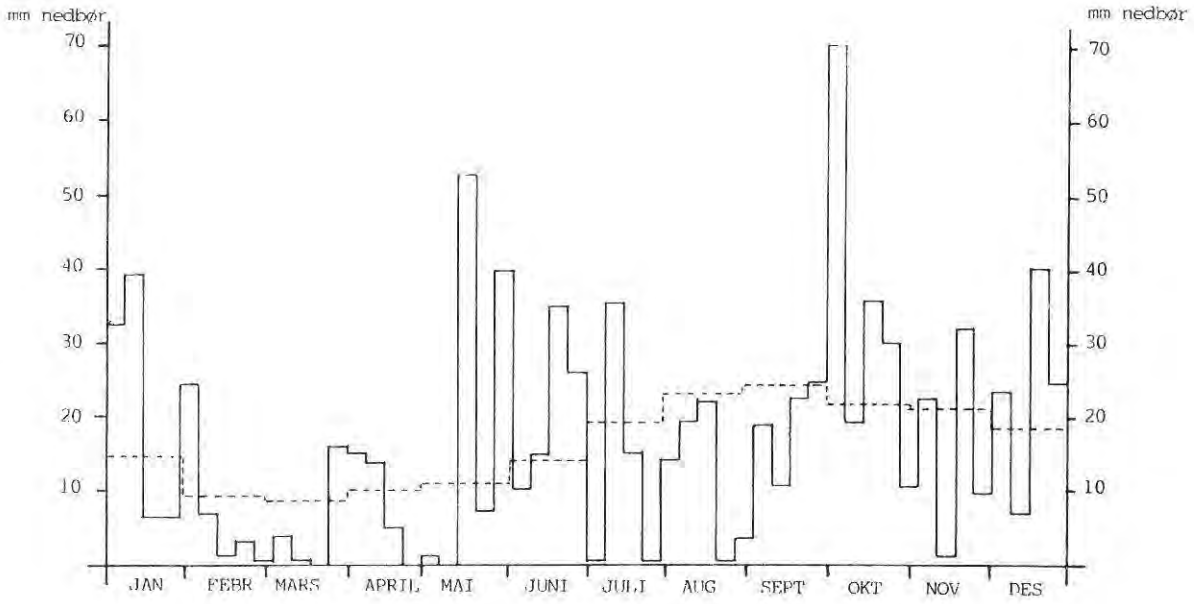
pH, konduktivitet, turbiditet, total fosfor, total løst fosfor, løst reaktivt fosfor, total nitrogen, nitrat, suspendert stoff og gløderest.

7. METEOROLOGI OG HYDROLOGI.

Meteorologiske data er hentet fra Meteorologisk institutt. I figur 7.1. er vist ukenedbør og normalnedbør og Rygge stasjon.

Hydrologiske data er hentet fra Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen - Hydrologisk avdeling. I figur 7.2 er vist daglig vannføring i m^3/sek for Høgfoss og Haugsbekken.

Januar og halve februar måned var preget av skiftende værforhold med enkelte nedbørrike perioder. Temperaturen varierte mellom pluss og minusgrader, så nedbøren kom vekselvis som regn, sludd og snø. Mest nedbør falt i kystnære områder. Senvinteren var stabil med lite nedbør og gjennomgående kaldt.

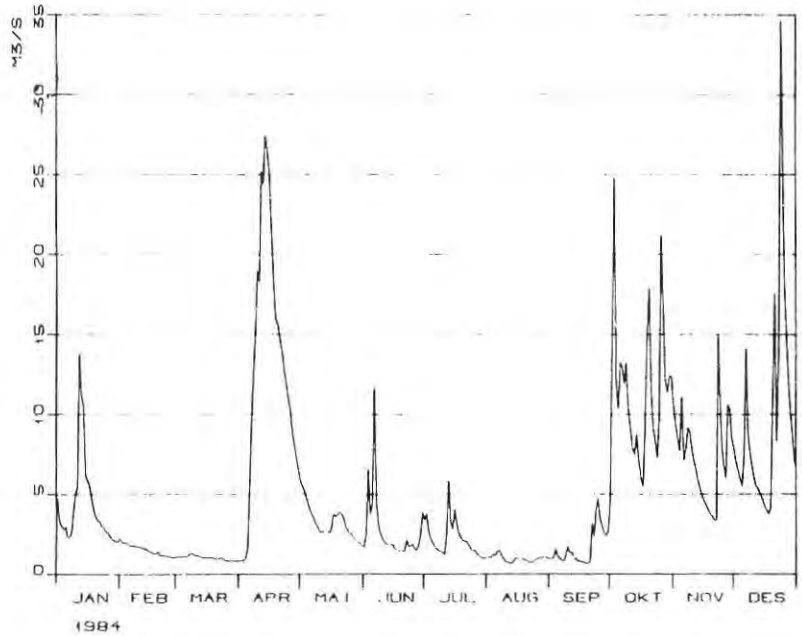


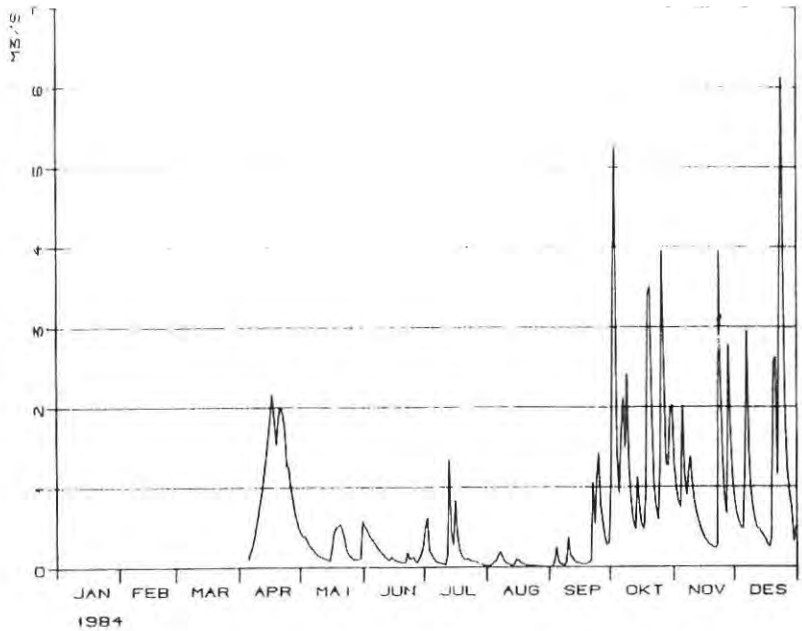
Figur 7.1. Ukenedbør og normalnedbør ved Rygge Flystasjon 1984.

April og tildels mai måned hadde små nedbørsmengder med en høyere middeltemperatur enn i et normalår. Da det lå store snømengder i terrenget denne våren fikk man en stor flomtopp i april måned.

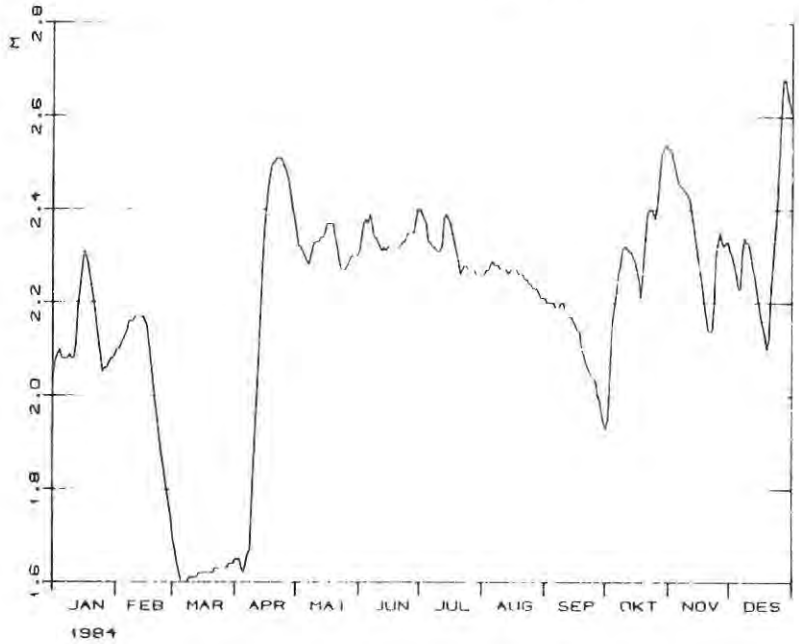
Sommeren 1984 hadde varierende værforhold. Mest nedbørrik var forsommeren hvor mye av nedbøren kom som byger og det ble målt store vannmengder i vassdraget. Slutten av juli, august og begynnelsen av september måned var nedbørmengdene mindre enn normalt, med en lavere temperatur enn normal sommertemperatur.

Høstmånedene kan karakteriseres som milde og våte. Spesielt nedbørrik var oktober måned som ga utslag i store målte vannmengder i vassdraget helt frem til årsskiftet. Årsnedbøren var 866 mm mens årsnormalen er 773 mm.





Figur 7.2. Vannføringsvariasjonene i Hobølelva v/Høgfoss (øverst) og i Haugsbekken (nederst).



Figur 7.3. Vannstandsvariasjoner ved Rødsund bru 1984.

8. RESULTATER.

8.1 Hobølvassdraget

De nordligste delene av Hobølvassdraget består for det meste av myr og skog. Her finner vi flere sjøer knyttet sammen med korte elvestrekninger - Sværsvann, Bindingsvann, Langen og Mjær. Det ligger noe jordbruksmark rundt de sydligste av innsjøene. Det ligger to tettsteder nord for Mjær - Siggerud boligfelt og Ytre Enebakk.

Selv om både innsjøen Langen og Mjær er klart preget av forurensningspåvirkning er Hobølelva minst påvirket på strekningen fra Mjær til tettstedet Tomter. Herfra og sydover mottar elva avløp fra flere boligområder (Tomter, Elvestad, Knapstad) og avrenning fra jordbruksområder. Spesielt dårlig er vannkvaliteten etter samløpet med Haugsbekken som har sitt utspring nær Ski sentrum. Dette sidevassdraget er i dag det mest forurensede av vannsystemene i Vansjøs nedbørfelt. Tettstedene Kråkstad, Skotbu og deler av Ski sentrum sokner til Haugsbekken og det er stor jordbruksaktivitet i området. Vannkvaliteten bedrer seg noe på strekningen fra samløpet med Haugsbekken til Vansjø. Dette har sammenheng med at vannmassene etter hvert fortynnes med mindre forurenset vann.

Tabell 8.1 Aritmetriske middelverdier samt maks.- og min. verdier for en del utvalgte parametere 1984.

	Hobølelva v/Mjær			Hobølelva v/Kure			Haugsbekken		
	min	middels	maks	min	middels	maks	min	middels	maks
pH	5.7	6.6	7.3	6.1	6.9	7.3	6.0	7.1	7.7
kondukt.(mS/m)	5.1	5.9	15	5.3	9.3	20	7.7	18.5	51.2
Tot-P (µg/l)	13.2	28	68.4	25	141	1130	49	214	1780
Tot-N (µg/l)	430	800	1360	700	1805	9580	1980	4370	11800
Susp.St.(µg/l)	1.1	3.9	14.5	2.2	69	1505	4.8	50	316

Det ble i 1984 lagt opp til undersøkelser med henblikk på å beregne massetransport til samtlige tre elvestasjoner i Hobølvassdraget. I Haugsbekken og Hobølelva v/Kure er det etablert limnigrafer - ved utløp Mjær er det etablert målestav med avlesning på prøvetagningstidspunktene. Vannføringskurve er utarbeidet av NVE på samtlige målestasjoner.

Tabell 8.2 Årstransport i tonn for totalfosfor, totalnitrogen og suspendert materiale 1984.

	Hobølelva v/utløp Mjær	Haugsbekken	Hobølelva v/Kure
Tot-P transp.(tonn/år)	1,8	5,2	26,1
Tot-N transp.(tonn/år)	55,5	–	277,0
Totaltransport av suspendert materiale (tørrstoff) (tonn/år)	285,5	1.423,3	11.834,9

Hobølvassdraget utgjør ca. 50 % av Vansjøs nedbørfelt. Sammenligner vi målt massetransport fra teoretisk beregnede verdier ser vi at det er relatvt godt samsvar når det gjelder totale årlige tilførsler med nitrogen. Målt transport av fosfor er imidlertid langt større enn teoretisk beregnet belastning. Bare Hobølelva alene bidro i 1984 med 26 tonn pr. år - mens Vansjø ut fra teoretiske beregninger mottar totalt ca. 20 tonn pr. år. Selv om det knytter seg relativt stor usikkerhet til både grunnlaget (spesifikke avrenningsverdier) for de teoretiske beregningene og metodene som ligger til grunn for målte verdier - antyder likevel resultatene at fosfor-

tilførselen i et år med normale avrenningsforhold er større enn tidligere antatt. Dette kan ha sammenheng med at beregningene over kloakktilførsler er basert på for optimistiske anslag og/eller at bidraget fra jordbruksarealer er betydelig underestimert.

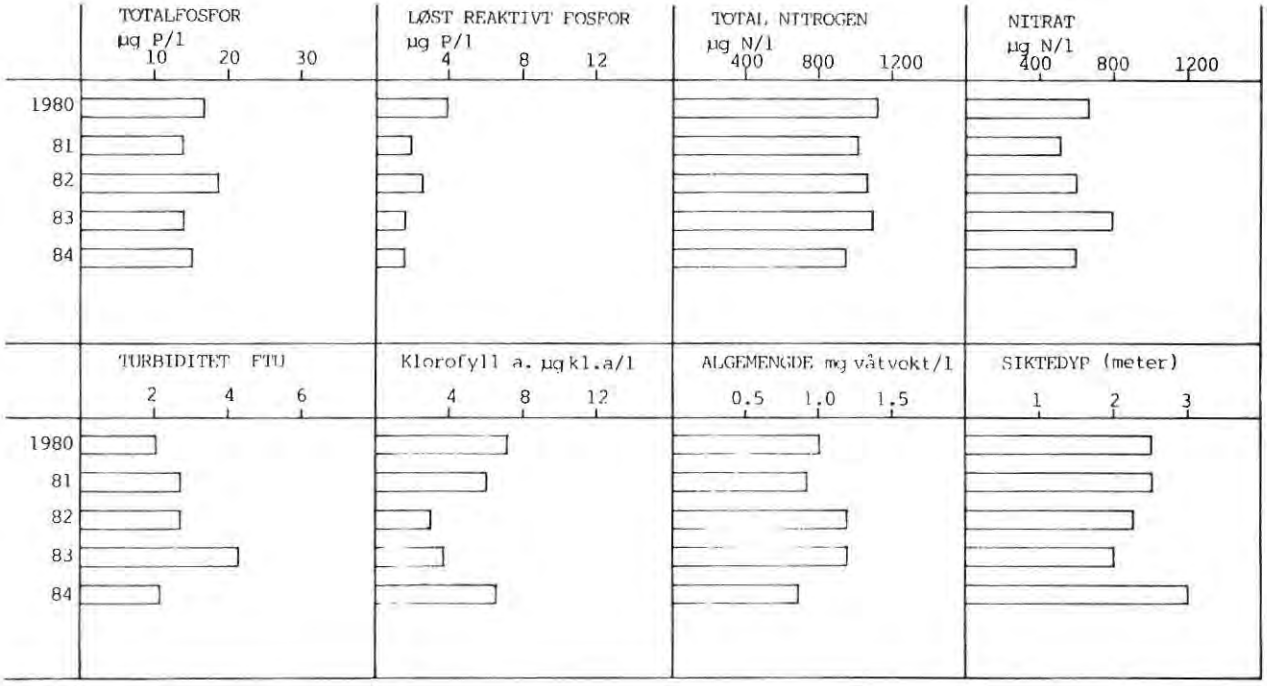
Resultatene antyder at en relativt stor del av fosfortransporten finner sted på stigende vannføring (utspyling av lette elvesedimenter, erosjon på jordoverflaten). Konsentrasjon av total fosfor kan i Hobølelva på stigende vannføring komme opp mot 1100 µg P/l Konsentrasjonen av løst reaktivt fosfor og totalt løst fosfor overstiger imidlertid sjeldent 50 µg P/l. Dette indikerer at en forholdsvis stor andel av det fosfor som tilføres Vansjø under flomperioder - og som utgjør minst 50 % av årstransporten foreligger i bundet form. Det er foreløpig uklart i hvilken grad partikulært bundet fosfor er eller kan bli tilgjengelig for algene i Vansjø.

Transporten av suspendert materiale i Hobølelva (v/Kure) er beregnet på grunnlag av målinger til 11,8 tonn/år (som tørrstoff). Andelen uorganisk materiale varierte mellom 80-90 %. Ved å forutsette relativ jordfuktighet på 70 % var "jordtransporten" til Vansjø via Hobølelva ca. 17.000 tonn i 1984.

8.2 Vansjø - Storefjorden

En del utvalgte variabler er fremstilt i figurer nedenunder som tidsveide middelverdier for perioden 1. juli - 30. september. Parameterene antas å være sentrale i overvåkingen og vil trolig gi informasjon om utviklingstendenser i innsjøen på lang sikt. En bør imidlertid foreløpig være varsom med å trekke sikre konklusjoner på grunnlag av disse resultatene da meteorologiske forhold i stor grad kan ha invirkning på flere av variablene.

Fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen har ikke endret seg mye i Storefjorden i løpet av de siste fem årene. Det er imidlertid vanskelig å trekke sikre slutninger om utviklingen i næringsstatus. Vår- og høstflommens størrelse og varighet har bl.a. stor betydning for næringstilførselen til innsjøen, Da tilførsler fra nedbørfeltet er mye betinget av nedbørforholdene, vil de ulike metorologiske

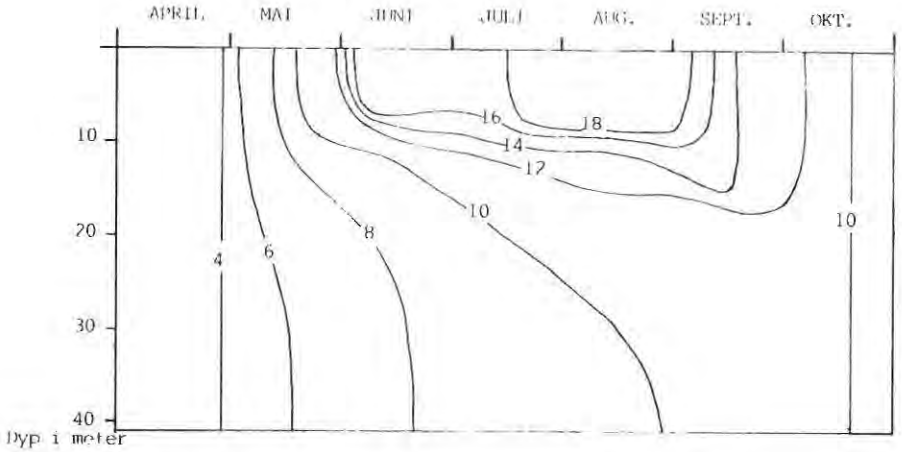


Figur 8.1. Veide middelverdier (0-4 m) av utvalgte variable i perioden 1. juni - 30 september for Storefjorden 1980-84

forhold fra år til år kunne spille en avgjørende rolle for næringstilførselen og dermed vekstforholdene. Tidsveide middelverdier i 1984 for totalt fosfor og totalt nitrogen ble målt i henholdsvis 15 µg P/l og 950 µg N/l.

Turbiditeten som er et mål på partikkelkonsentrasjonen i vannet økte i perioden 1980-83 for så å avta fra 1983 til 1984. Da algekonsentrasjonen (jfr. kap. om planteplankton) har vært relativt stabil de siste årene, skyldes trolig denne utviklingen større tilførsler av suspendert materiale fra nedbørfeltet (leire og jordpartikler). En antar at dette hadde sammenheng med økt erosjon fra jordbruksområdene.

Selv om Storefjorden i 1984 var utpreget temperatursjiktet fra begynnelsen av juni til medio september oppsto det ikke oksygensvikt i dypområdene dette året.



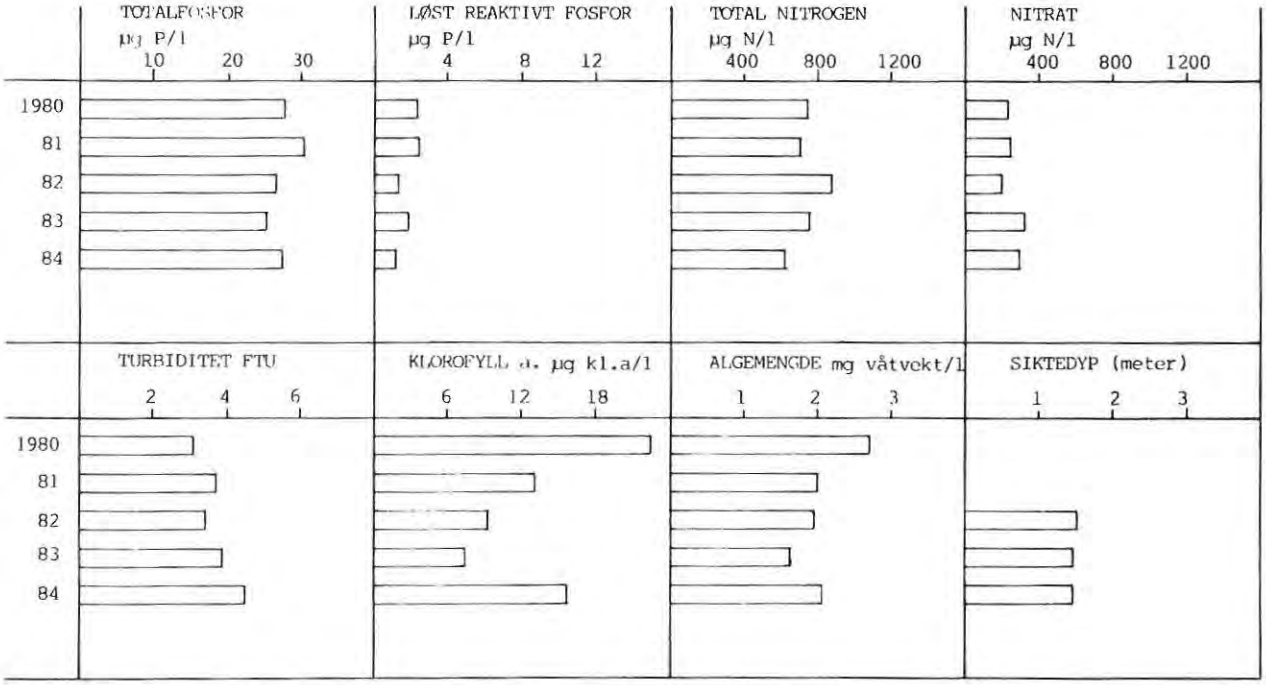
Figur 8.2. Temperaturforholdene (°C) i Storefjorden 1984.

8.3 Vansjø - Vanemfjorden

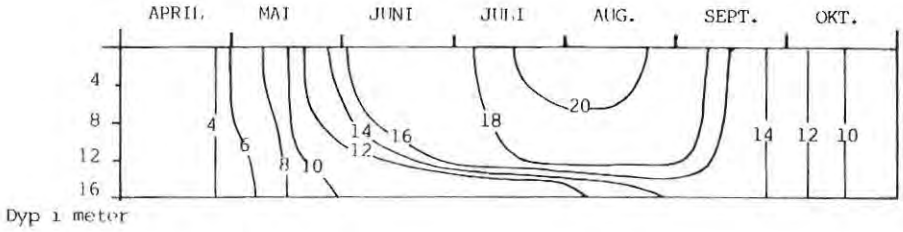
Det har ikke funnet sted noe signifikant endring i nitrogenkonsentrasjonen i løpet av første halvdel av 1980-årene. Innholdet av totalt fosfor viste imidlertid en synkende tendens fram til 1983 med ny økning fra 1983 til 1984. Det er foreløpig vanskelig å fastslå om dette har sin bakgrunn i naturgitte variasjoner eller har sammenheng med forandringer i de sivilisatoriske tilførsler. Tidsveide middelverdier i 1984 for totalt fosfor og totalt nitrogen ble målt til henholdsvis 27,2 µg P/l og 610 µg N/l.

I likhet med Storefjorden økte også turbiditeten i Vanemfjorden i forhold til året før. Siktedypet har imidlertid vært relativt konstant de siste årene.

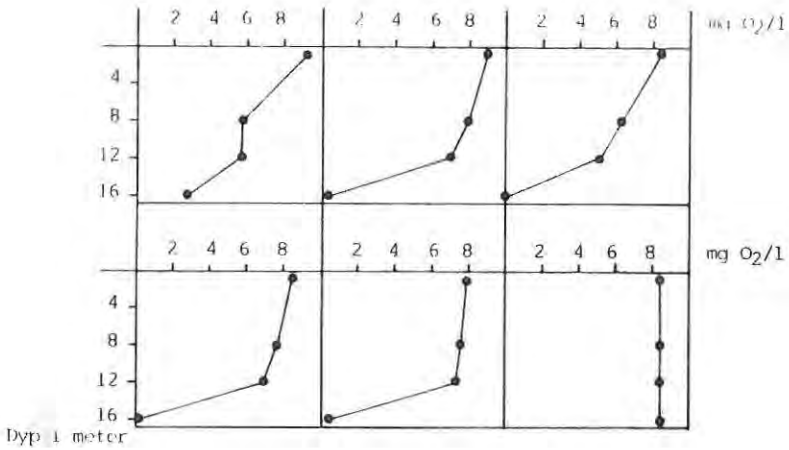
Det oppstod en klar temperatursjiktning fra begynnelsen av juni til midten av august med sprangsjiktet beliggende på ca. 12 m dyp. Under sprangsjiktene oppsto et betydelig oksygenforbruk med tilnærmet oksygenfrie forhold nær bunnen i dypområdet.



Figur 8.3. Veide middelverdier (0-4 m) av utvalgte variable i perioden 1. juni - 30. september for Vanemfjorden 1980-84.



Figur 8.4. Temperaturforholdene (^{o}C) i Vanemfjorden 1984.



Figur 8.5. Oksygenforhold (mg O_2/l) i Vanemfjorden 1984.

8.4 Planteplankton

Analyser av planteplanktonets mengde og sammensetning viste samme variasjonsmønster over året som tidligere. Det er ikke skjedd markerte endringer i planteplanktonsamfunnet siden 1980.

Storefjorden hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 0.9 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyllverdi var 6,5 µg kla/l. Både m.h.t. mengde og sammensetning var planteplanktonet vanlig for det en finner i middels næringsrike innsjøer.

Planktonet var gjennom hele sommeren dominert av kiselalger og det ble påvist to markerte biomassemaksima, henholdsvis den 27.6. og 8.8. (opptil 1,5 mg våtvekt/l).

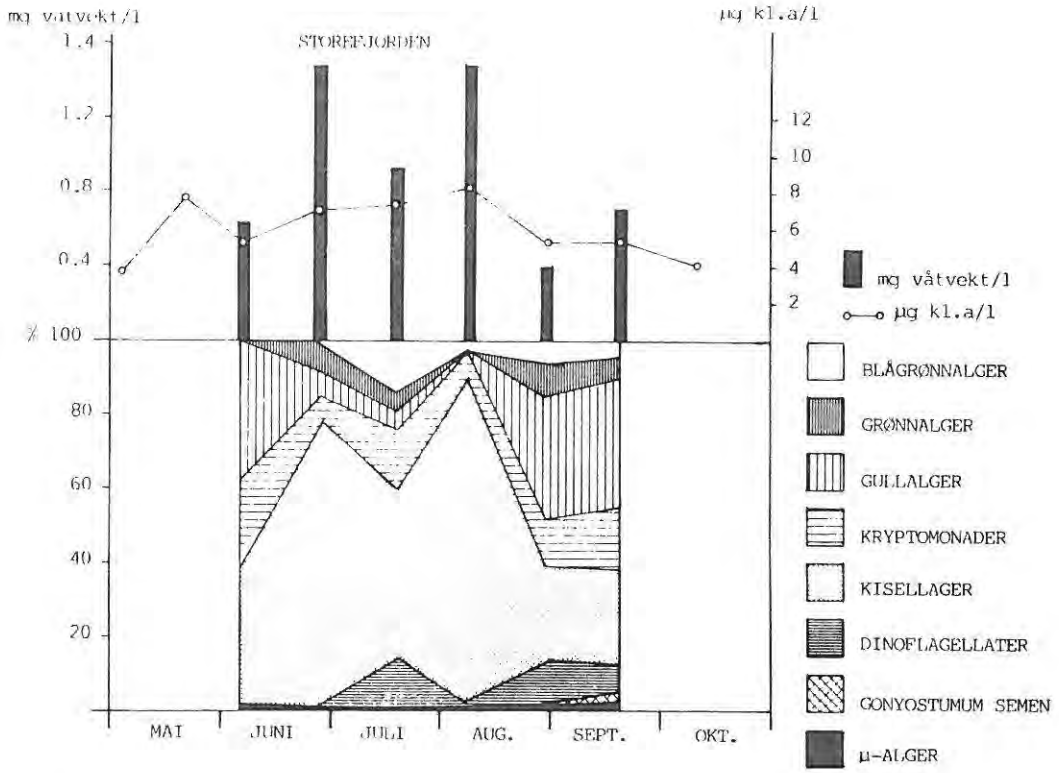
På forsommeren var kiselalgene dominert av slektene Melosira, Cyclotella og Asterionelle. På ettersommeren dominerte Tabellaria fenestrata fullstendig. Andre vanlige algegrupper i Storefjorden var gullalger, kryptomonader, blågrønnalger og grønnalger.

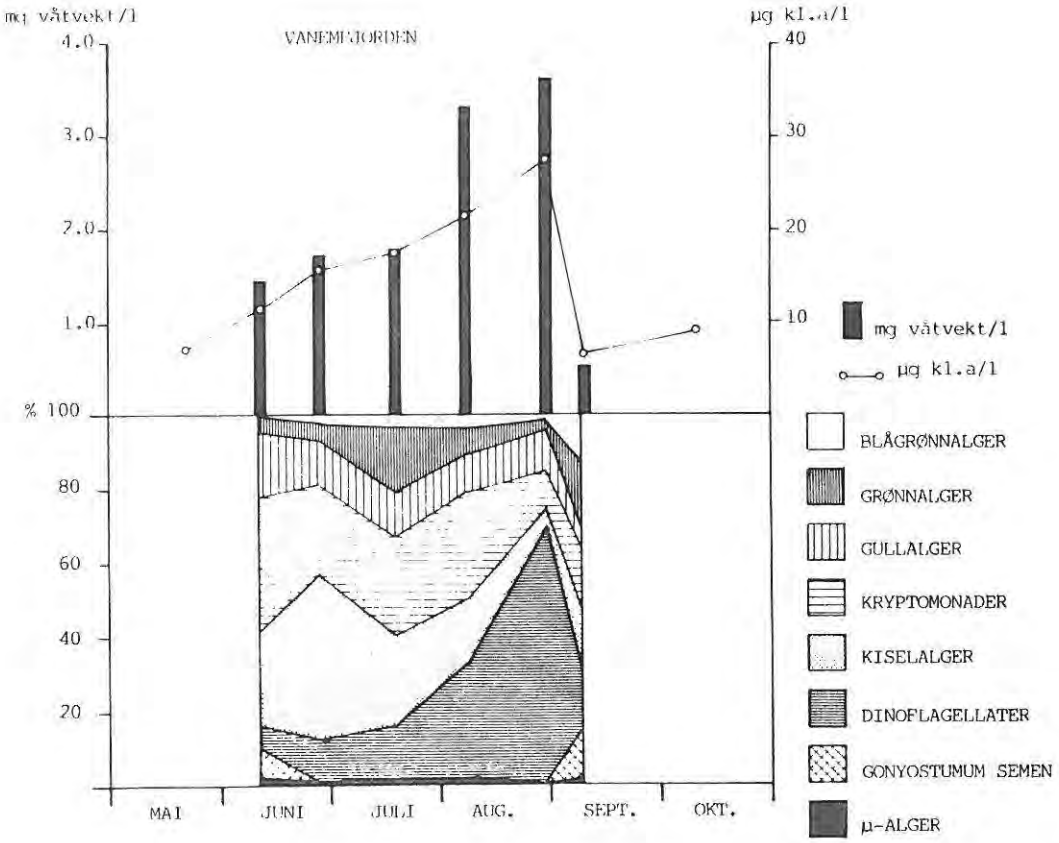
Både m.h.t. mengde og sammensetning har planteplanktonet vært relativt stabilt siden 1980. Klorofyllverdiene viste en synkende tendens i 1982 og 1983, men er i 1984 tilbake til samme nivå som i årene 1980-81. (NB ! De relativt lave klorofyllverdiene for 1983 skyldes instrumentfeil ved laboratoriet. Feilen er imidlertid konstant og verdiene for 1983 må multipliseres med 1,6 for å få riktig resultat - feilen er imidlertid rettet opp i denne rapport).

Vanemfjorden hadde i 1984 en gjennomsnittlig algemengde i vekstsesongen på 2,1 mg våtvekt/l og den tilsvarende klorofyllverdi var 16,4 µg kl.a/l.

Planteplanktonet var i juni/juli mangfoldig og arter innen de fleste algegrupper vi finner i våre innsjøer var representert. I august ble det påvist en masseoppblomstring av dinoflagellaten Ceratium hirundinella som den 29.8 utgjorde 70 % av algebiomassen. Den totale algemengden var da 3,6 mg våtvekt/l. I september kuliminerte Ceratium-populasjonen plutselig og ble erstattet av et mangfoldig høstplanktonsamfunn uten spesiell dominans av enkelte grupper. Det ble påvist kun små mengder med blågrønnalger.

På samme måte som i Storefjorden har planteplanktonets mengde og sammensetning vært relativt stabil siden 1980. Et karakteristisk trekk ved planktonet i Vanemfjorden er de årvis oppblomstringer av Ceratium hirundinella på sensommeren. Dette er en typisk problemalge i drikkevannssammenheng, da oppblomstring av denne arten kan forårsake dårlig lukt og smak på vannet. Vanninntaket til Vansjø vannverk ble i 1983 flyttet fra Vanemfjorden til Storefjorden (Grimstadkilen). Ceratium er kun sporadisk påvist i dette bassenget.





Figur 8.6. Planteplanktonets mengde og sammensetning (0-4) i Storefjorden (øverst) og Vanemfjorden 1984.

8.5 Dyreplankton

I Storefjorden var den gjennomsnittlige zooplanktontettheten i perioden juni - september 1984 30 individer/l. Tilsvarende tall fra tidligere undersøkelser i 1979 og 1980 var h.h.v. 275 og 285 individer/l. (Det er ikke utført zooplanktonundersøkelser i Vansjø i perioden 1981-83.)

Zooplanktonet var i hovedsak dominert av mikrofiltratorer med hovedvekt på hjuldyr. Det vanligste hjuldyret i Storefjorden var Kellicottia longispina. Dette er en vanlig dominerende art i vann som er middels næringsrike til næringsfattige.

Gruppen makrofiltratorer var relativt godt representert, spesielt på sensommeren (opptil 45 %). Dette er også vanlig i vann som er lite til middels næringsrike.

Både med hensyn til mengde og sammensetning var det små endringer i zooplanktonet i 1984 i forhold til det som ble registrert i 1979/80 i Storefjorden.

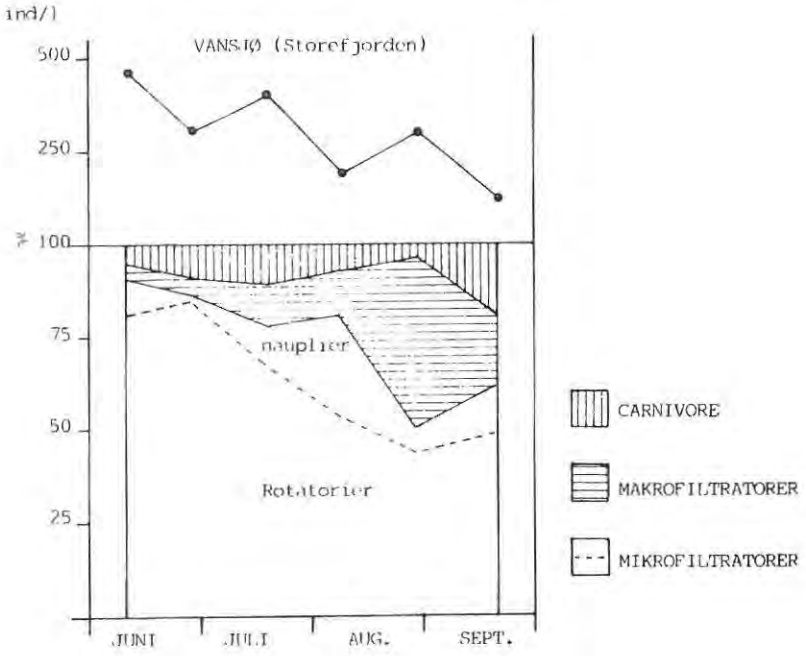
Gjennomsnittlig zooplanktonmengde i perioden juni - september 1984 i Vanemfjorden var 538 individer/l. I samme periode i 1979 og 1980 var tallene h.h.v. 630 og 540 ind./l.

I Vanemfjorden var zooplanktonet i enda større grad enn i Storefjorden dominert av mikrofiltratorer. Den dominerende arten var hjuldyret Keratella cocchlearis. Denne arten er svært vanlig å finne som dominerende i næringsrike innsjøer.

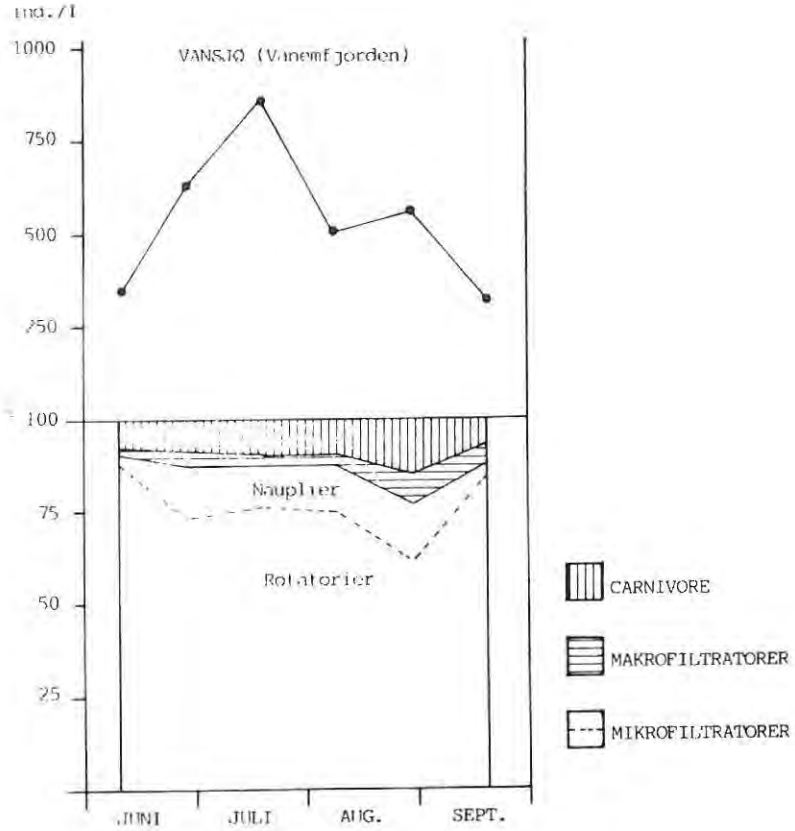
Makrofiltratorene utgjorde mellom 3 og 8 % av det totale antall, mens de carnivore utgjorde mellom 8 og 15 %. En slik sammensetning av zooplanktonsamfunnet sammen med den relativt høye

individtettheten er vanlig for det en finner i næringsrike innsjøer.

Sammenlignet med undersøkelsen fra 1979/80 var det, på samme måte som i Storefjorden, ubetydelige endringer i zooplanktonet i Vanemfjorden.



Figur 8.7. Dyreplanktonets mengde og sammensetning (0-6 m) i Storefjorden 1984.



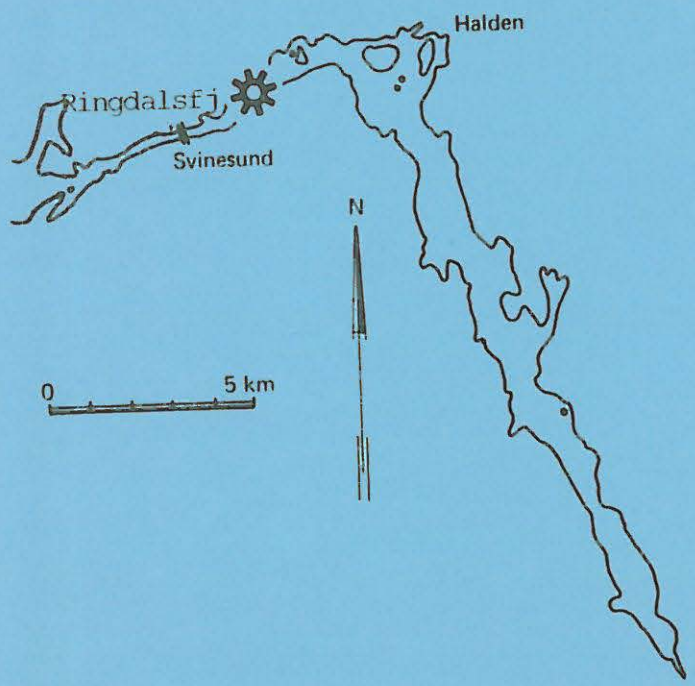
Figur 8.8. Dyreplantonets mengde og sammensetning (0-6 m) i Vanemfjorden 1984.

8.6 Bakteriologi

Det er foretatt bakteriologiske undersøkelser av vannprøver fra overflatevann og bunnvann etter standardmetoder. Resultatene viser at det er stor forskjell mellom bakterietallene fra de 6 første prøvetakingene til de 2 siste. Dette antas å bero på utvasking av husdyrgjødsel etter utkjøring på høsten.

Ved liten vannføring var bakterietallene moderate, men det ble påvist koliforme bakterier i 87% og termostabile koli i 33% av prøvene. Det var tilfredsstillende hygienisk badvannskvalitet under badesesongen.

Iddefjorden



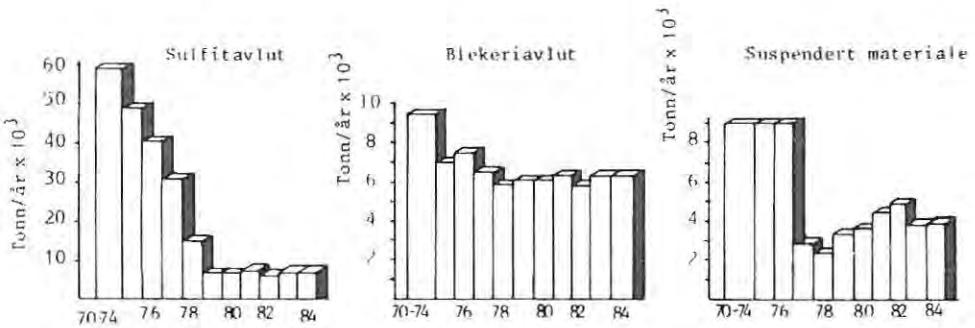
3. TILFØRSLER

Remmendalen kloakkrenseanlegg var i 1984 tilkoplet ca. 16.000 p.e. av de totalt ca. 21.000 p.e. som er bosatt i rensedistriktet (kjemisk rensing). Belastningen fra befolkningen på fjorden er beregnet til 390 tonn BOF_7, 79 tonn nitrogen og 8 tonn fosfor pr. år. Beregninger over tilførsler fra befolkningen i Iddefjordens nærområde før renseanlegget ble satt i drift ga som resultat 575 BOF_7, 92 tonn nitrogen og 19 tonn fosfor pr. år.

Når det gjelder utslippene fra Saugbruksforeningen har bedriften oppgitt at utslippet av sulfittavlut og blekeriavlut i 1984 var omtrent som året før. Utslippet av suspendert materiale var oppgitt til 3,97 mill. tonn pr. år mot 3,73 mill. tonn i 1983. Beregnet utslipp av løst organisk stoff i perioden 1979-1984 (tonn/år) er gitt i tabellen nedenfor.

	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Kjemisk oksygenforbruk ($KOF_{dikromat}$)	40.350	40.480	42.080	39.788	41.580	34.000
Biokjemisk oksygenforbruk (BOF_7)	10.200	10.690	10.650	10.087	10.541	8.500

Treforedlingsindustriens bidrag til utslipp av næringssalter er beregnet på grunnlag av spesifikke avløpstall til ca. 63,8 tonn nitrogen og 12 tonn fosfor pr. år. Det har med andre ord vært små endringer i næringsstofftilførselene i 1980 årene.



Figur 3.1. Beregnet og målt (susp.org.matr.) utslipp av organisk stoff (som tørrstoff) til Iddefjorden fra Saugbruksforeningen i perioden 1970 - 1984.

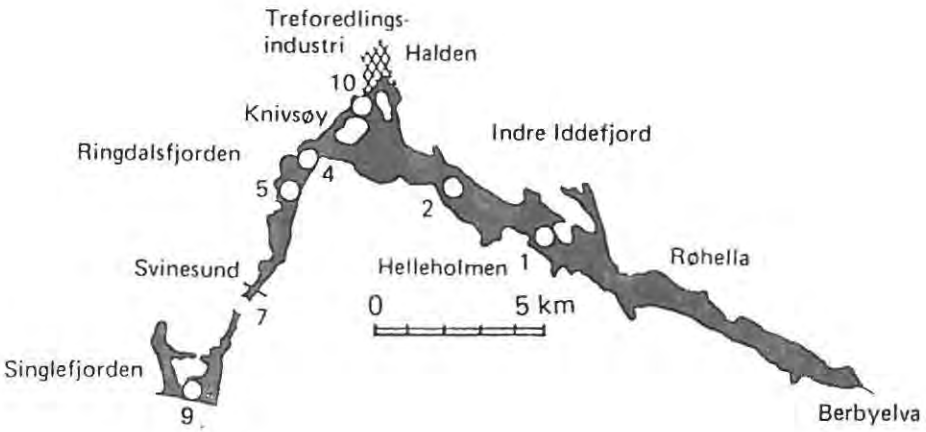
4. MÅLEPROGRAM

I 1984 ble de fysisk-kjemiske og biologiske undersøkelsene konsentrert til en stasjon i Ringdalsfjorden (st. 5). Vannprøver ble tatt ut på følgende dyp:

0-2 m (blandprøve)
10 m
20 m
30 m
1/2 m o.b.

Det er blitt analysert på følgende parametre: Siktedyp, temperatur, oksygen/ hydrogensulfid, konduktivitet, fargetall, salinitet og klorofyll-a.

Byveterinæren i Halden har i tillegg tatt ut prøver på i alt 7 stasjoner med analyse på kimtall (totalantall bakterier) og termostabile koliforme bakterier(TKB). Vannprøvene er dessuten blitt analysert på pH, turbiditet og farge. I forbindelse med prøvetagningen ble det målt siktedyp på samtlige stasjoner.



Figur 4.1. Stasjonsoversikt over målingene i Iddefjorden 1984.

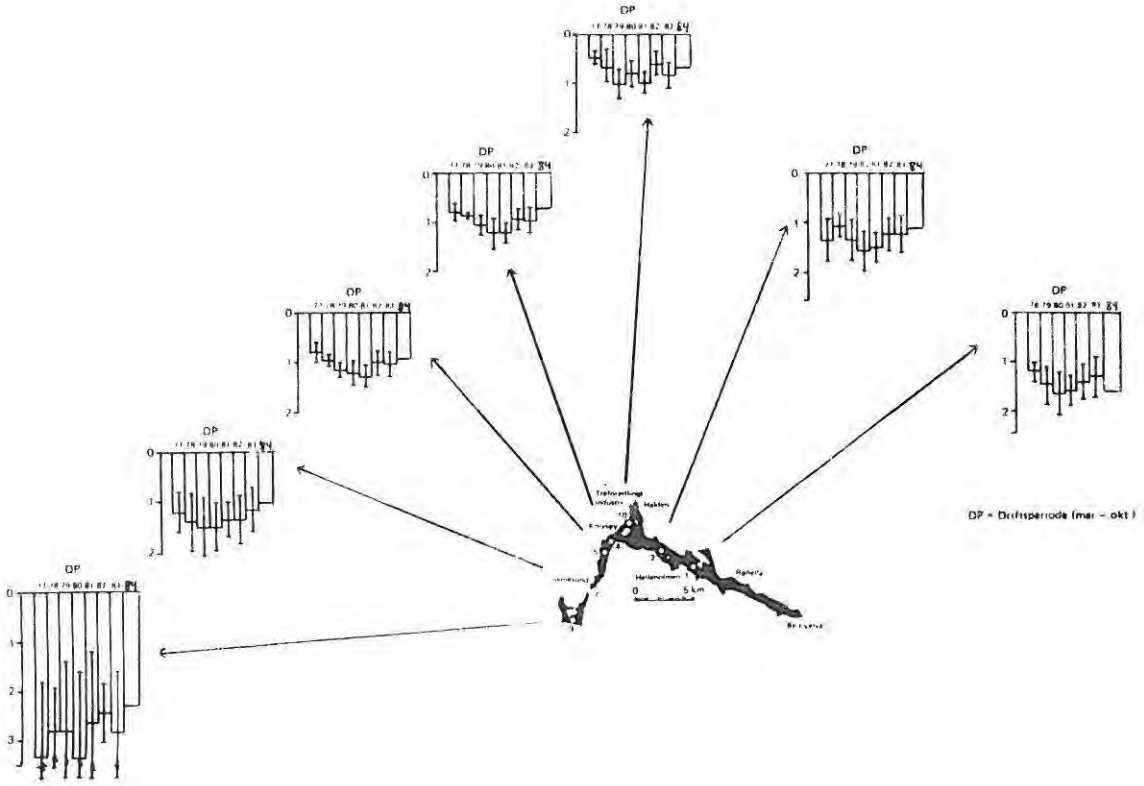
5. RESULTATER OG DISKUSJON

Siktedyp gir et mål på vannets gjennomskinnelighet, dvs. hvor mye lysbrytende og lysabsorberende materiale som finnes i overflatevannet. Siktedypet ble målt 16 ganger i løpet av perioden 30.5. til 5.10 på samtlige stasjoner. Den aritmetriske middelverdi for målingene i 1984 viser gjennomgående mindre siktedyp på samtlige stasjoner i forhold til året før, med unntak av de to stasjonene som ligger i den indre del av fjorden. Den positive utviklingen i siktedypet som ble målt fram til 1981 har stanset opp. De siste årenes undersøkelser indikerer at vannets innhold av siktnedsettende materiale har økt med dertil reduksjon av vannets gjennomskinnelighet (siktedyp). Tilbakegangen kan ha sammenheng med større utslipp av fibermateriale fra treforedlingsindustrien og at slamtransporten i Haldenvassdraget var spesielt stor i 1982 og 1983.

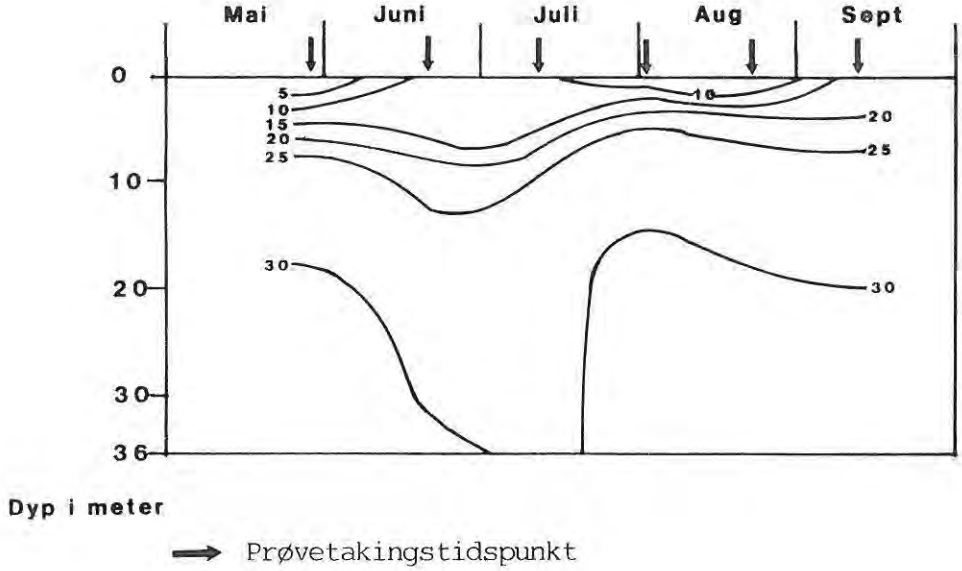
Under driftsstansen ved Saugbruksforeningen i fellesferien var siktedypet en del bedre enn ellers i undersøkelsesperioden. Dette er i samsvar med resultatet fra tidligere års undersøkelser.

Salinitet og oksygenforholdene viste store variasjoner under observasjonsperioden. Det ble registrert en rask forverring av oksygenforholdene under forsommeren frem til ca. midten av juli da det fant sted en viss utskifting av vannmassene i dypområdene (innstrømning over fjordtersklene). Etter denne vannutskiftningen ble det registrert på nytt et forholdsvis raskt avtak i oksygenforholdene under 10-20 m dyp. Prøver som ble tatt ut 22. august viste omtrent oksygenfrie forhold fra bunnen og opp til ca. 20 m dyp.

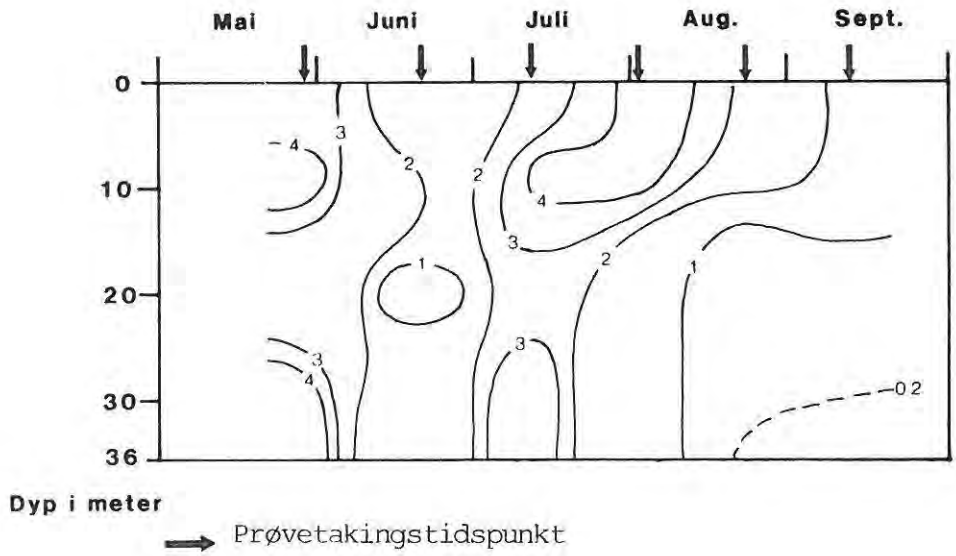
Som tidligere viser undersøkelsene et generelt stort oksygenforbruk som følge av utslipp av organiske stoffer. I forbindelse med innstrømning av oksygenrikt vann fra områdene utenfor fjordtersklene blir det temporære forbedringer i oksygenforholdene. Den store organiske belastningen bidrar derimot til at den gunstige virkningen som slike vannutskiftninger har på vannkvaliteten blir av relativt kort varighet. Det er også verdt å merke seg at også overflatelagene inneholder lite oksygen. Det har sammenheng med utslipp av oppløste organiske stoffer som lagrer seg inn i overflatesjiktet sammen med ferskvannstilførselene. Salinitetsmålingene viser en sterk påvirkning av ferskvann i overflatesjiktet (7-17 o/oo).



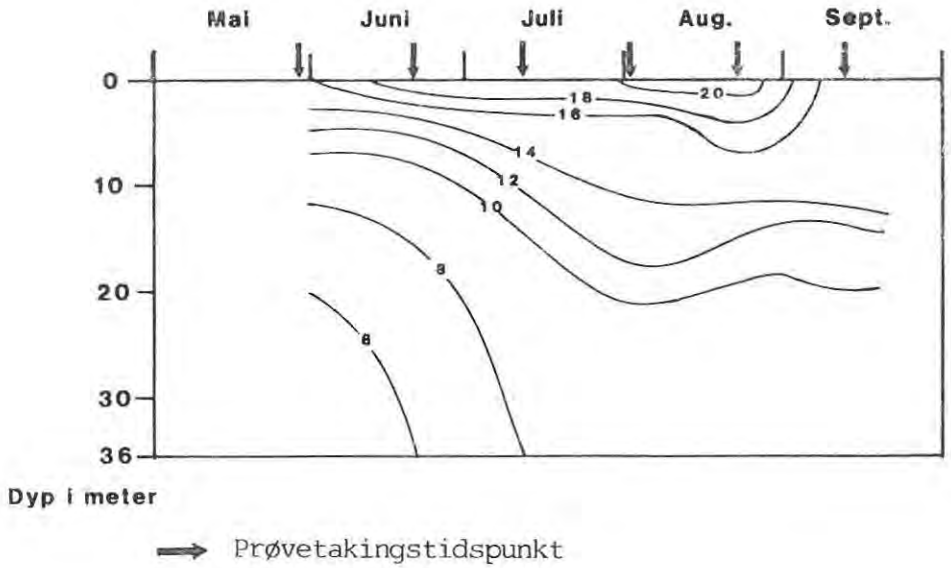
Figur 5.1. Siktedyp (meter) i perioden 1977 - 1984.



Figur 5.2. Saltholdighetsforholdene (o/oo S) i Ringdalsfjorden 1984.



Figur 5.3. Oksygenforholdene (ml O_2/l) i Ringdalsfjorden 1984.

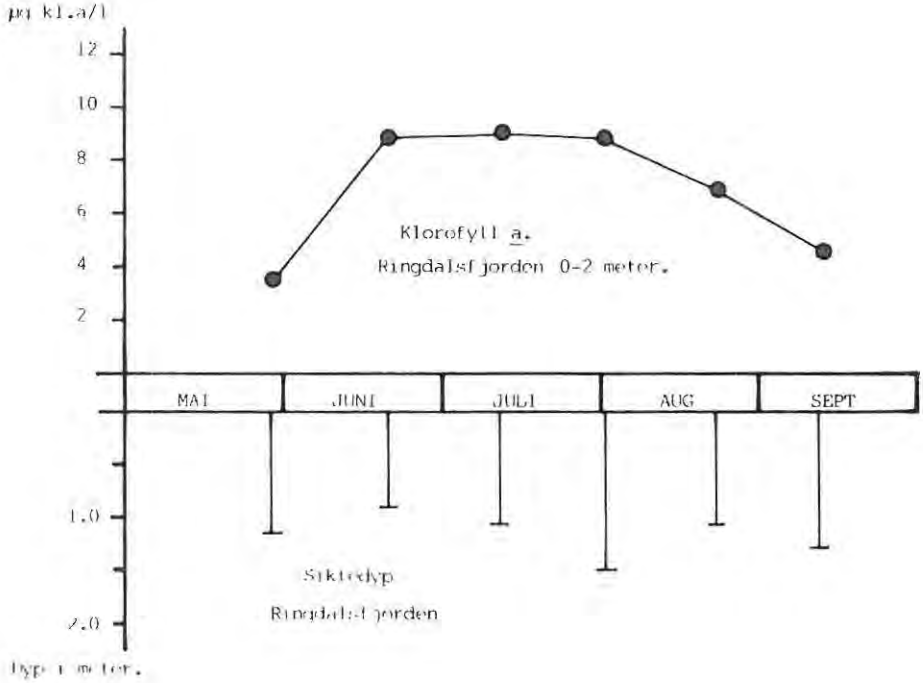


Figur 5.4. Temperaturforholdene (^{o}C) i Ringdalsfjorden 1984

De biologiske observasjoner viser at gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll-a i overflatevannet (0-2 m) i undersøkelsesperioden var 6,9 µg pr. liter. De høyeste verdiene - opptil 9,9 µg klorofyll-a pr. liter ble påvist i perioden 10. juli til 1. august.

Analyser på klorofyll er tidligere blitt utført i 1975 og i 1982. Det ble i 1982 registrert en markert økning siden 1975. Det ble flere ganger i løpet av undersøkelsesperioden påvist oppblomstringer med klorofyllverdier opp mot 31 µg klorofyll-a pr. liter. Den gunstige utviklingen i siktedypet i perioden 1977-81, samt reduserte utslipp av forurenset avløpsvann fra Saugbruksforeningen (eventuelt veksthemmende stoffer) ble ansett å være hovedårsakene til den økte mengden av planteplankton.

Klorofyllanalysene fra 1984 viste at selv om verdiene lå betraktelig høyere enn i 1975 ble det ikke påvist tilsvarende oppblomstringer som i 1982.

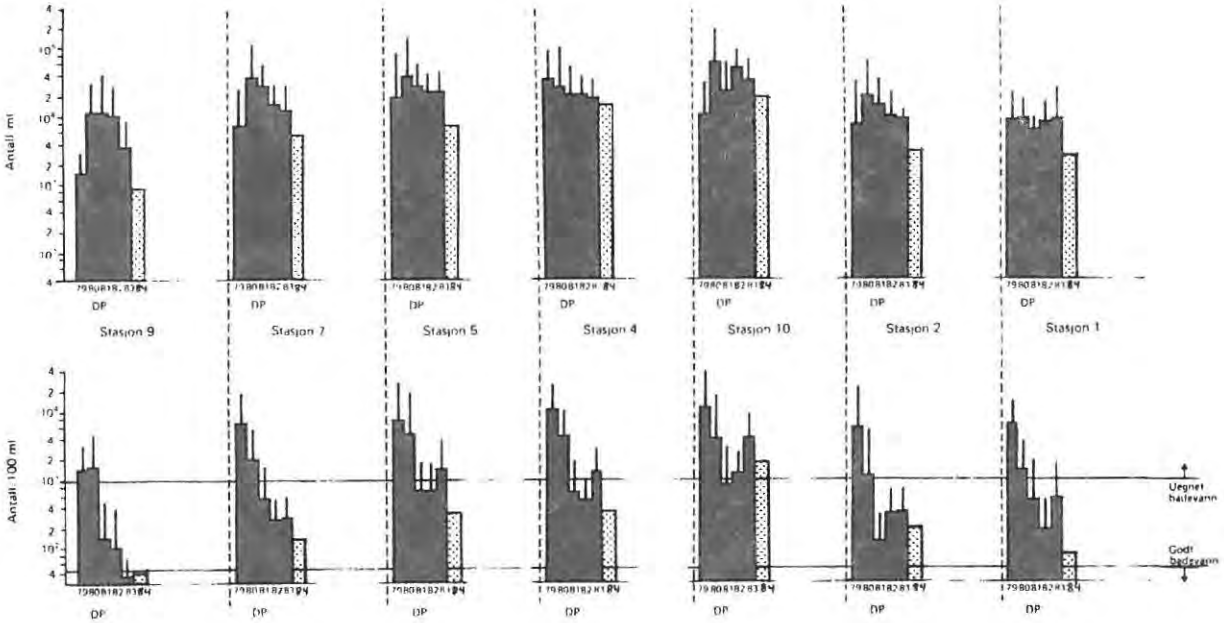


Figur 5.5. Klorofyll-a og siktedyp i Ringdalsfjorden 1984.

Kimtallanalysene (totalantall bakterier) gir et uttrykk for antall heterotrofe bakterier og sopp i vannet. Høyt kimtall er en indikasjon på tilstedeværelse av lett nedbrytbar organisk stoff i vannmassene.

Det er relativt høyt innhold av heterotrofe kim, som viser at store mengder organisk stoff er under nedbrytning. De høyeste kimtallverdiene ble registrert i området rundt Halden og i Isebakkeområdet hvor verdiene lå i området 1-2 x 10^4 kim/ml. De laveste verdiene ble målt ytterst i fjorden (0,8 x 10^3 kim/ml). Ser man alle prøvetakningsstasjonene under ett har det vært en nedgang i antallet kim på samtlige stasjoner sammenlignet med analyser utført i perioden 1979-83.

Termostabile koliforme bakterier (TKB) er en indikasjon på forurensning av kloakkinfisert materiale. Med unntak av prøvetakningsstasjonen i den ytre del av fjorden har det i likhet med innholdet av kim vært en nedgang i antallet. Gjennomsnittsverdiene for antall termostabile koliforme bakterier i 100 ml vann var på stasjon 1 og 2 henholdsvis 109 og 160. På stasjon 9 som ligger ved munningen av fjorden var gjennomsnittsverdien 54 TKB pr. 100 ml. Dette betyr at vannkvaliteten på disse stasjonene var av en slik karakter at det ikke utgjorde noen stor hygienisk risiko å bade i vannet. I Norge er kravet til godt badevann satt til < 50 TKB/100 ml som middelverdi over badesesongen.



Figur 5.6. Total antall bakterier "kimtall" (øverst) og termotolerante koliforme bakterier (neders) i Iddefjordens overflatevann (0-2 m) i perioden 1979 - 1984.

FYLKESMANNEN I ØSTFOLD
MILJØVERNAVDELINGEN

RAPPORTUTGIVELSE 1985:

Rapport nr. 1/85	Årsmelding
Rapport nr. 2/85	Isesjø - 1983
Rapport nr. 3/85	Rømsjøen - 1983
Rapport nr. 4/85	Tunevannet - 1984
Rapport nr. 5/85	Iddefjorden - 1984
Rapport nr. 6/85	Lyseren 1983 - 1984
Rapport nr. 7/85	Kasetjern - 1984
Rapport nr. 8/85	Haldenvassdraget - 1984
Rapport nr. 9/85	Råterpentin - elgskader
Rapport nr. 10/85	Kystvannet fra Strømstad til Fredrikstad
Rapport nr. 11/85	Vansjø - 1984
Rapport nr. 12/85	Kartlegging av vannkvaliteter i Østfold 2. En regionalundersøkelse av metallkonsentrasjoner i innsjøer.
Rapport nr. 13/85	Vassdrag og kystområder Overvåking 1983 - 1984