

RAPPORT LNR 4290-2000

**O**vervåkning av  
Sælenvatnet  
**Årsrapport 1999**

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

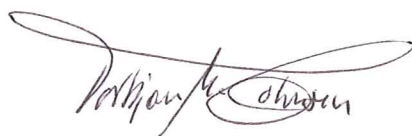
Tittel <b>Overvåkning av Sælenvatnet. Årsrapport 1999</b>	Løpenr. (for bestilling)	Dato
	4290-2000	08.12.2000
Forfatter(e) Torbjørn M. Johnsen Evy R. Lømsland	Prosjektnr. Undernr.	Sider Pris
	O-97102	26
	Fagområde	Distribusjon
	Marin eutrofi	
	Geografisk område	Trykket
	Hordaland	NIVA

Oppdragsgiver(e) Bergen kommune	Oppdragsreferanse Hogne Hjelle
------------------------------------	-----------------------------------

**Sammendrag**

Overvåkingen av Sælenvatnet i 1999 viste at grensesjiktet mellom oksygenerte og hydrogensulfidholdige vannmasser varierte mellom 5 og 7 meter. Ingen indikasjon på dypvannsutskiftning ble funnet. Området tilføres betydelige mengder totalt nitrogen og totalt fosfor, men manglende analyser av næringssalter vanskeliggjør vurderingen av biotilgjengeligheten. Den totale algemengden regnet som antall celler pr. volumenhet var høy gjennom hele året.

Fire norske emneord 1. Overvåking 2. Vannkvalitet 3. Planteplankton 4. Sælenvatnet	Fire engelske emneord 1. 2. 3. 4.
--	---



Torbjørn M. Johnsen  
Prosjektleder



for Kari Nygaard  
Forskningsleder  
ISBN 82-577-3920-0



Bjørn Braaten  
Forskningsjef

# **Overvåking av Sælenvatnet**

Årsrapport 1999

## Forord

Våren 1997 fikk Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Vestlandsavdelingen, i oppdrag av Vann- og avløpsseksjonen, Bergen kommune å gjennomføre miljøovervåking av Sælenvatnet. Denne rapporten omfatter resultater av overvåkingen i 1999.

Analyser av oksygen og hydrogensulfid er utført av Camilla Grimsby ved NIVA Vestlandsavdeling, mens øvrige vannkjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo. Identifisering og kvantifisering av planteplankton er utført av Evy R. Lømsland, mens Arild Sundfjord har bearbeidet de hydrografiske målingene. Feltarbeidet i forbindelse med overvåkingen er gjennomført av Camilla Grimsby, Arild Sundfjord og Torbjørn M. Johnsen som også har vært prosjektleder.

Bergen kommunes kontaktperson for prosjektet har vært Sverre Ottesen.

Bergen, 8. desember 2000

*Torbjørn M. Johnsen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn	6
1.2 Områdebeskrivelse	6
1.3 Måleparametre	7
<b>2. Materiale og metoder</b>	<b>8</b>
2.1 Innsamling 1999	8
<b>3. Resultater og diskusjon</b>	<b>9</b>
3.1 Hydrografi	9
3.2 Siktedyp	9
3.3 Oksygen	10
3.4 Totalt nitrogen og fosfor	10
3.5 Alger	11
<b>4. Henvisninger</b>	<b>13</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>14</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>21</b>

---

## Sammendrag

I løpet av året 1999 ble det gjennomført 7 tokt til Sælenvatnet. De hydrografiske målingene viste lav salinitet (0-19) i de øvre 2 metrene, men med en sterk vertikal tetthetsøkning. Temperaturen i dette øvre vannlaget varierte i takt med årstidene. Under det øvre vannlaget ligger et mellomlag ned til 8-10 meter hvor tettheten øker jevnt, men med varierende temperatur. Under 10 meter var både temperatur og saltholdighet jevn gjennom hele året, og dette indikerer at det ikke forekom en dypvannsutsiftingning i løpet av 1999.

Siktedypet varierte i 1999 mellom 1,0 og 5,5 meter. Det gjennomsnittlige siktedyp for somrene 1997-99 var 3,1 meter som gir tilstandsklasse IV ("Dårlig") i henhold til SFTs klassifiseringssystem.

Grensesjiktet mellom oksiske og anoksiske vannmasser lå i området 5-7 meters dyp. I den øvre meteren var det godt oksygenerte vannmasser (9,3-12,6 mg O<sub>2</sub>/l) gjennom hele året. Oksygenkonsentrasjonene fra 2 meter og ned til grensesjiktet mellom oksisk og anoksiske vann var svært variabel. På 5 meters dyp ble oksygenmengden funnet å variere mellom 0,2 mg O<sub>2</sub>/l i slutten av januar til 7,8 mg O<sub>2</sub>/l i slutten av juni.

Analysene av totalt nitrogen og totalt fosfor viser at den oksygenerte delen av vannsøylen i Sælenvatnet inneholder forhøyede konsentrasjoner av begge måleparametrene. Nær overflaten hvor saliniteten er lav, viser sommermålingene verdier som tilsvarer tilstandsklasse III ("Mindre god") både for totalt nitrogen og totalt fosfor. For vannsjiktet mellom 3 og 5 meter var forholdene noe bedre slik at sommermålingene ga tilstandsklasse II-III ("God-Mindre god"). Målingene viste at den oksygenerte delen av vannmassene inneholder forhøyede konsentrasjoner av både nitrogen og fosfor gjennom hele måleperioden.

Den totale mengden alger var svært høy gjennom hele vekstsesongen og betydelig høyere enn det som er vanlig i norske fjorder.

Om våren var det kiselalgene som var mest dominerende og da med dominans av arter med stor salinitetstoleranse. Utover sommeren ble kiselalgene mindre framtrædende, men ingen endring i artssammensetningen ble funnet. I sommerplanktonet var det flagellatene som dominerte i det øvre vannlaget, mens dinoflagellatene ble mer framtrædende litt dypere. Utover høsten økte dinoflagellatenes viktighet i det totale planktonbildet og flere potensielt giftproduserende algearter slik som *Alexandrium* sp. og *Gyrodinium aureolum* ble funnet.

Planktonutviklingen med kiselalger om våren med påfølgende økning i flagellatforekomstene og økende forekomst av store dinoflagellater utover sommeren og høsten viser en utvikling over året som er vanlig i norske kystfarvann. Algemengden målt som celler pr. liter, er imidlertid mye høyere enn det som er vanlig i norske fjorder.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I løpet av vinteren 1996/97 gjennomførte Bergen kommune tiltak for å fjerne hydrogensulfidgass ( $H_2S$ -gass) fra de øvre 5-6 metrene i Sælenvatnet. Etter gjennomførelsen av dette tiltaket ønsket Bergen kommune å overvåke vannkvaliteten i vatnet. NIVA fikk dette oppdraget våren 1997 og har siden da foretatt innsamlinger og analyser av vannprøver fra Sælenvatnet. Formålet med undersøkelsene har vært:

1. Overvåke grenseflaten mellom oksiske og anoksiske vannmasser.
2. Overvåke vannkvaliteten i Sælenvatnet.

## 1.2 Områdebeskrivelse

Sælenvatnet som ligger sør for Bergen, utgjør nedre del av Fyllingsdalsvassdraget. Vannets overflateareal er ca.  $0,6 \text{ km}^2$ , og volumet er beregnet til ca.  $5,9 \text{ mill. m}^3$  (Golmen et al. 1995). Sælenvatnet tilføres ferskvann hovedsaklig gjennom Sælenelva (årgjennomsnitt  $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ ) og står i forbindelse med Nordåsvannet gjennom en smal kanal i vannets søndre del. Terskel-dybden mellom Sælenvatnet og Nordåsvannet er ca. 2 meter.

En betydelig ferskvannstilførsel fører til at Sælenvatnet har et 2-3 meter tykt overflatelag med tidvis lav salinitet (2-10 ppt). Fra 5 meter og ned til bunnen er det relativt konstant salinitet (20-21 ppt) og temperatur ( $10-11^\circ\text{C}$ ). Sælenvatnet er dermed å betrakte som en poll eller fjord med grunn terskel.

Via ferskvannet tilføres det næringssalter og organisk materiale. Tilførselene har sansynligvis økt i takt med utbyggingene av Fyllingsdalen, men regulering og sanering av kloakkutslipp og redusert landbruksaktivitet i området har redusert tilførselene de siste årene.

Overskudd av tilført organisk materiale og materiale produsert i Sælenvatnet (hovedsaklig alger) vil synke og råtne under forbruk av oksygen. Når vannmassene er tømt for oksygen, vil mikroorganismene som står for nedbrytingen av det organiske materialet, hente oksygen fra andre kilder slik som sulfat i sjøvann. Ved anaerobe bakteriers såkalte dissimilatoriske sulfatreduksjon dannes det hydrogensulfid ( $H_2S$ ) som er en illeluktende og giftig gass.

Tidvis strømmer det nytt sjøvann fra Nordåsvannet og inn i Sælenvatnet. Dette sjøvannet vil fortrenge ferskere, lettere og  $H_2S$ -holdig vann som dermed kommer høyere opp i vannsøylen. Under ugunstige forhold værforhold kan dette vannet komme helt opp mot overflaten. Resultatet er at beboere, spesielt i området rundt kanalen, tidvis vil kunne bli eksponert for konsentrasjoner av hydrogensulfidgass som er høyere enn grenseverdier som er satt for korttids eksponering.

For å forbedre forholdene i Sælenvatnet, gjennomførte Bergen kommune tiltak for å fjerne  $H_2S$ -gassen i det øvre vannlaget. Ved bruk av en såkalt aerator (luftinnblander) ble det rundt årsskiftet 1996/97 tilført luft samtidig som vannmassene ble satt i bevegelse. Tiltaket viste

seg å være vellykket og grensesjiktet mellom godt oksygenert og H<sub>2</sub>S-holdig vann ble liggende på 6-7 meters dyp.

### **1.3 Måleparametre**

I overvåkingen skal det foretas målinger på 3 stasjoner. Hovedstasjonen skal ligge ved dypeste punkt i Sælenvatnet (stasjon I), men det skal også gjøres målinger ved Sælenvatnets utløp (stasjon II) og i vatnets øvre del (stasjon III). På hovedstasjonen skal det foretas hydrografiske målinger (salinitet og temperatur) og måling av siktedyp med fargeangivelse. Dessuten skal det tas prøver for analyse av oksygen/hydrogensulfid, totalt nitrogen, totalt fosfor og prøver for kvantitativ analyse av algesammensetning. På stasjonene II og III skal det foretas hydrografiske målinger.

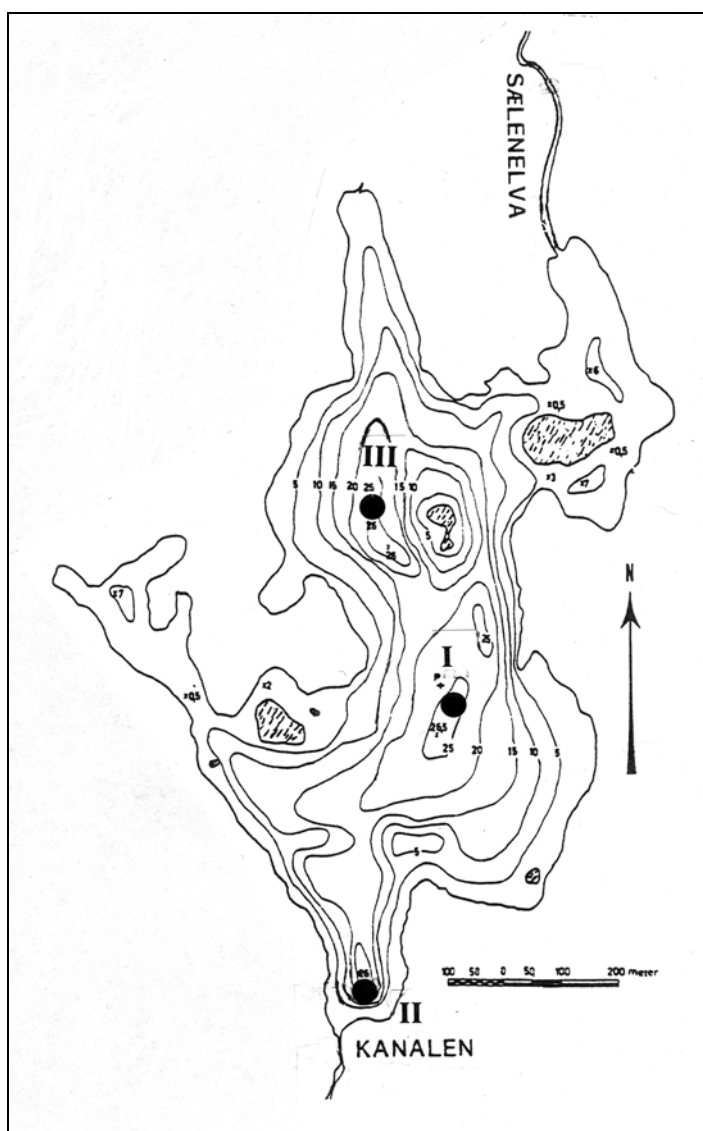


## 2. Materiale og metoder

### 2.1 Innsamling 1999

I løpet av året 1999 ble det foretatt 7 tokt til Sælenvatnet (26. januar, 1. mars, 8. april, 6. mai, 30. juni, 7. september og 11. november). Temperatur og salinitet ble målt på stasjonene I, II og III (figur 1) ved bruk av en nedsenkbar sonde (Seabird). Prøver for analyse av oksygen/hydrogensulfid ( $O_2/H_2S$ ), næringssalter (totalt nitrogen og totalt fosfor) og planktoniske alger ble tatt ved hvert tokt på stasjon I ved bruk av vannhenter/vannpumpe. Oksygenprøvene ble tilsatt fikseringsvæsker og klargjort for analyse etter Winklermetoden. Næringssaltprøvene ble fiksert med 4 M  $H_2SO_4$ . Algeprøvene ble fiksert med Lugol.

I tillegg ble siktedyp målt ved bruk av secchiskive.



Figur 1. Kart over Sælenvatnet med stasjonsangivelse.

### 3. Resultater og diskusjon

#### 3.1 Hydrografi

De hydrografiske målingene på stasjon I viste at saliniteten varierte mellom 0-19 i de øvre 2 metre, mens temperaturen var lav om vinteren og høy på ettersommeren (maks. 20°C på 2 meters dyp 9. september) (jfr Vedlegg A). Fra 2 til 8-10 meter økte saliniteten til 21-22, mens temperaturen varierte noe. Vannmassene under 10 meter hadde stabile forhold gjennom hele året med salinitet på 21-22 og med temperatur på 11-12°C. De stabile forholdene i den nedre delen av vannmassen indikerer at det ikke forekom noen dypvannsutskiftning i løpet av 1999.

Målingene på stasjon II og III viste at det generelt sett er liten forskjell mellom de tre stasjonene. 6. mai viste imidlertid målingene på stasjon II at det foregikk en innstrømming av saltere, varmere og tyngre vann fra Nordåsvatnet. Ellers viste målingene fra 6. september vannet på 2-3 meters dyp fremdeles var oppvarmet i Sælenvatnet, mens overflatelaget var begynt å bli avkjølt. Nær utløpet av Sælenvatnet (stasjon II) var vannet på dette dypet et par grader lavere som viser at noe kaldere vann var i ferd med å strømme inn fra Nordåsvatnet (jfr. Vedlegg A).

Vannsøylen i Sælenvatnet synes å være delt i 3 ulike lag. Øverst ligger et ca. 2 meter tykt overflatelag med lav salinitet og med en markert vertikal økning i tetthet. Under dette overflatelaget og ned til 8-10 meter ligger et mellomlag hvor saliniteten øker til 21-22, mens temperaturen varierer noe. I vannmassene under 10 meter holder både temperaturen og saliniteten seg stabil hvis det ikke forekommer dypvannsutskiftninger.

#### 3.2 Siktedyp

På måletidspunktene i 1999 varierte siktedypet i Sælenvatnet fra 1,0 meter under våroppblomstringen i begynnelsen av april til 5,5 meter midt i november (Tabell 1). Inkluderer siktedypsmålingene fra sommeren 1997-98 (Johnsen 1998, 1999) blir det gjennomsnittlige siktedyp 3,1 meter. I henhold til SFTs klassifiseringssystem gir dette tilstandsklasse IV "Dårlig" (Molvær et al. 1997). Vannfargen var gjennom store deler av året brun-gul med unntak av i november da fargen var gulig grønn.

Tabell 1. Siktedypsmålinger og fargeangivelse.

Dato	26.01.99	01.03.99	08.04.99	06.05.99	30.06.99	07.09.99	11.11.99
Siktedyp (m)	4,0	3,5	1,0	2,7	3,0	4,6	5,5
Farge	Brunlig gul	Brunlig gul	Brun	Gulig brunt	Brunlig gul	Brunlig gul	Gulig grønn

### 3.3 Oksygen

Oksygenmålingene viste at i januar inneholdt vannmassene oksygen ned til 5 meters dyp, men det var kun i den øvre meteren at det var rikelig med oksygen (Tabell 2). Utover våren økte oksygenkonsentrasjonen, og 8. april midt i våroppblomstringen inneholdt de øvre 3 metrene godt med oksygen ( $\geq 11,5$  mg O<sub>2</sub>/l). Videre utover våren, sommeren og høsten økte oksygenmengden i den nedre delen av det oksygenerte vannlaget. I begynnelsen av september var det fremdeles godt med oksygen helt ned til 5 meters dyp. Fra tidlig i september til midt i november falt oksygenkonsentrasjonen på 2 meters dyp fra 8,9 til 3,3 mg O<sub>2</sub>/l.

I hele måleperioden varierte grensesjiktet mellom oksisk og anoksis vann fra 5-7 meter, men oksygenkonsentrasjonen under 2 meter var svært variabel. På 5 meters dyp varierte konsentrasjonen av oksygen fra 0,2 mg O<sub>2</sub>/l i slutten av januar til 7,8 mg O<sub>2</sub>/l i slutten av juni.

Under 7 meter ble det ved alle målingene i 1999 målt hydrogen sulfid (H<sub>2</sub>S) og de høyeste konsentrasjonene ble registrert ved målingen foretatt i slutten av juni (70,2 mg H<sub>2</sub>S/l). Ingen betydelig tilførsel av tungt oksygenrikt vann synes å ha funnet sted i Sælenvatnet i 1999.

Tabell 2. Resultater av oksygen- og hydrogen sulfidmålinger på stasjon I.

Dyp (m)	26.01.99		01.03.99		08.04.99		06.05.99		30.06.99		07.09.99		11.11.99	
	O <sub>2</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)	O <sub>2</sub> (mg/l)	H <sub>2</sub> S (mg/l)
0,1	11,83		12,53		12,59		10,53		11,98		9,02		10,53	
1	11,10		12,55		12,76		10,54		10,81		9,28		9,90	
2	5,94		8,43		11,49		12,67		11,50		8,92		3,32	
3	0,63		2,14		11,84		9,09		10,42		8,72		2,78	
4			1,67		3,42		6,71		8,95		7,89		1,98	
5	0,21		1,37		1,68		2,46		7,78		6,55		1,34	
6		2,05		1,08	1,71			2,75	4,61		3,97		0,98	
6,5		3,09			0,34									
7		9,14		7,81		7,02		11,57		8,13	0,58			*)
8		20,49		19,09		16,12		27,69		23,89		14,02		*)
10		36,55		41,54		44,52		44,39		45,18		44,45		*)
15				54,70		59,46		49,57		62,98		62,42		*)
20				51,06		64,82		66,16		70,19		68,02		*)

\*) Ingen verdier pga. analysefeil.

### 3.4 Totalt nitrogen og fosfor

Nær overflaten hvor vannet hadde lav salinitet (<19), var det høye konsentrasjoner av både totalt nitrogen (Tot-N) (415-785 µg N/l) og totalt fosfor (Tot-P) (10-20 µg P/l) hele året. Sommerværdiene 30. juni og 7. september) viste 475-520 µg N/l for totalt nitrogen og 14-16 µg P/l for totalt fosfor som begge gir tilstandsklasse III ("Mindre god"). Det viser at Sælenvatnet tilføres betydelige mengder næring gjennom ferskvannstilførselen.

For vannsjiktet mellom 3 og 5 meter hvor saliniteten lå rundt 20, varierte konsentrasjonen av totalt nitrogen mellom 265 og 605 µg N/l gjennom året, mens tilsvarende variasjonen for

totalt fosfor var 9-69 µg P/l. Sommerkonsentrasjonen av totalt nitrogen varierte mellom 265 og 520 µg N/l og mellom 14 og 22 µg P/l for totalt fosfor som etter SFTs klassifiserings-system gir tilstandsklasse II-III ("God-Mindre god") for begge parametrene.

Målingene viser at den oksygenerte delen av vannmassene i Sælenvatnet inneholder forhøyede konsentrasjoner av både nitrogen og fosfor. Det er ikke foretatt analyser av plantenæringsstoffene nitrat og fosfat slik at det ikke er mulig å si hvor store deler av de tilførte mengdene av nitrogen og fosfor som er biotilgjengelige. Store algekonsentrasjoner gjennom hele sesongen (jfr. kap. 3.5) indikerer imidlertid at en betydelig del av tilførselene kan utnyttes av primærproducentene.

Tabell 3. Analyseresultater av totalt nitrogen (Tot-N) og totalt fosfor (Tot-P).

Dyp (m)	26.01.99		01.03.99		08.04.99		06.05.99		30.06.99		07.09.99		11.11.99	
	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)
0,1	630	15	610	16	665	20	415	10	475	16	520	14	785	20
3	390	19	425	13	280	9	280	11	265	14	295	16	400	20
4			405	14	430	11	315	12	295	14	345	17	430	23
5	540	50	455	47	570	69	605	29	350	15	385	22	445	26
6	805	59	990	76	850	84	1280	99	350	20	490	40	635	47
6,5	1130	80												
7	1510	141	1660	135	1680	154	2240	185	1260	136	2550	104	2110	118
8	3400	331	3000	275	3130	205	4320	422	4030	415	3990	361	4320	407
10	5460	612	6180	654	6250	638	6400	726	6040	659	7600	758	6900	759

### 3.5 Alger

Algeanalysene viste at den totale algebiomengden også i 1999-sesongen var svært høy gjennom hele vekstsesongen. Dette samsvarer godt med analysene av totalt nitrogen og fosfor som indikerte god næringstilgang for planktoniske alger. Mangel på analyse av algebiomasse enten i form av målinger av klorofyll a eller som beregnet algekarbon vanskeliggjør vurderingen av algebiomassens variasjon gjennom innsamlingsperioden.

Som tidligere endret algesammensetningen seg fra overflaten ned til 6-7 meter hvor vannmassene er anoksiske. Vannmassenes sterke sjiktning både med hensyn på salinitet og kjemisk sammensetning sammen med avtagende lys nedover i vannsøylen forklarer denne sjiktningen.

Vårprøvene viste dominans av kiselalgeslekten *Diatoma* som er vanlig forekommende i brakkvann. Dessuten forekom arter med stor salinitetstoleranse slik som *Chaetoceros minimus/thronsdonii* og *C. calcitrans*. Blant dinoflagellatene var *Gyrodinium estuariale*, *Katodinium glaucum* og *Oxyrrhis marina* de mest framtrepende. Like over grensesjiktet mellom oksisk og anoksiske vann ble *Euglena cf. proxima* funnet.

Utover sommeren ble kiselalgene mindre framtrendende, men ingen endring i artssammensetningen ble funnet. Nå var det flagellatene som dominerte i det øvre vannlaget. Dypere nede i vannmassene ble kalkflagellaten (coccolithophoriden) *Emiliana huxleyi* funnet. Mengden dinoflagellater hadde økt og blant de mest framtrede artene var fremdeles *Gyrodinium estuariale* og *Katodinium glaucum* i tillegg til *Gymnodinium elongatum* og *Prorocentrum micans*. Dessuten ble det registrert blomstringskonsentrasjoner av den store dinoflagellaten *Ceratium tripos*.

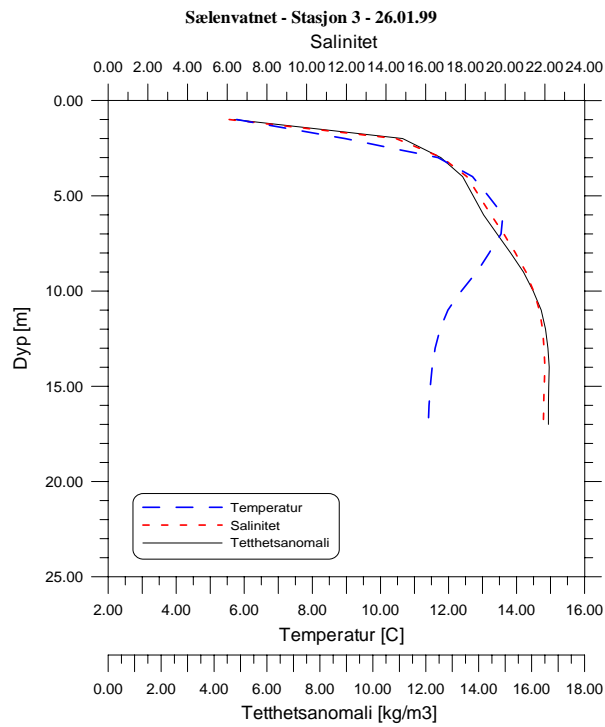
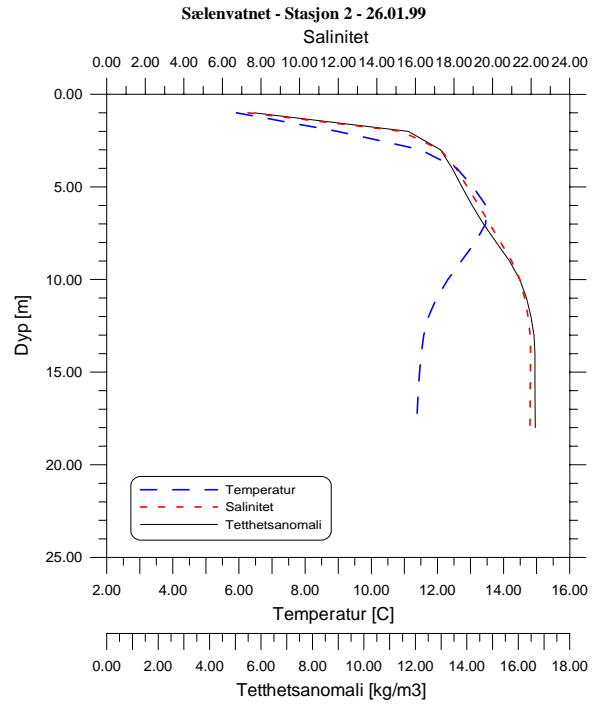
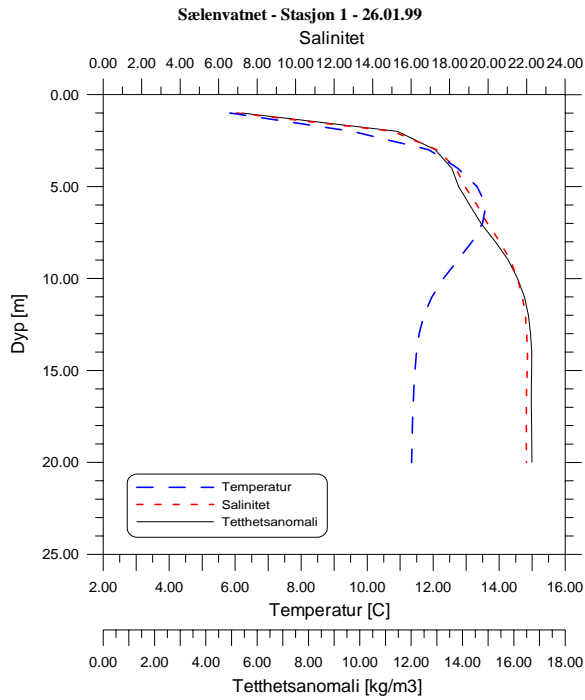
Utover høsten ble det registrert en ytterligere reduksjon i forekomsten av kiselalger, men nå med *Pseudo-nitzschia* cf. *pseudodelicatissima* og *Skeletonema costatum* som de dominerende artene. Blant flagellatene dominerte *Hemiselmis* cf. *rufescens* og cf. *Teleaulax acuta*. I midten av november var det den heterotrofe cryptophyceen *Leucocryptos marina* som var mest framtrede. På høsten ble det også registrert kjente potensielle giftproduserende algearter slik som *Alexandrium* sp. og *Gyrodinium aureolum* og i tillegg til at en potensielt giftproduserende flagellat (muligens flagellert stadium av *Dictyocha speculum*) ble funnet.

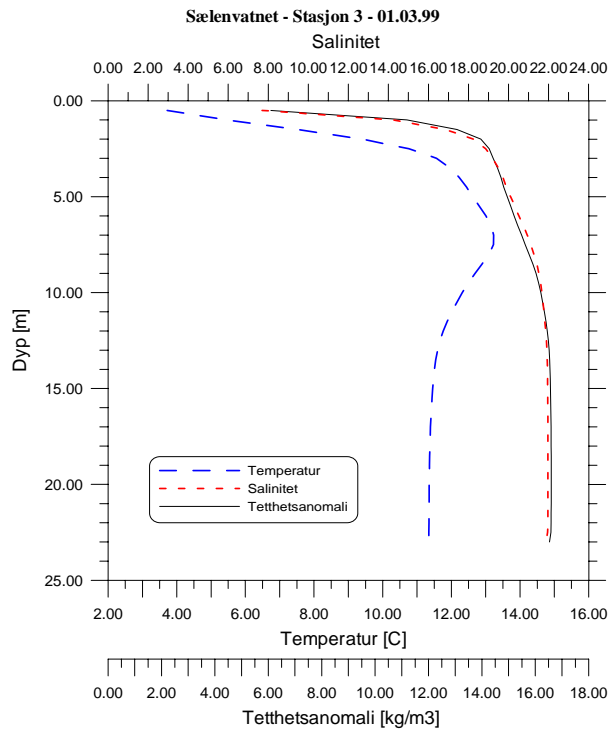
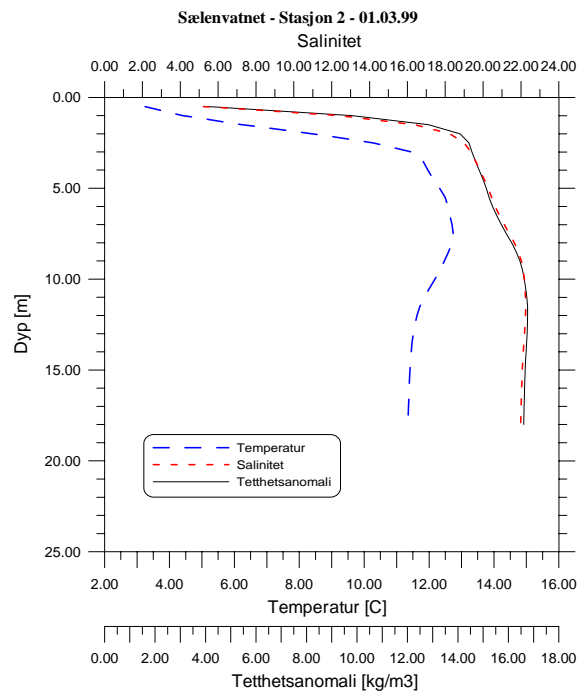
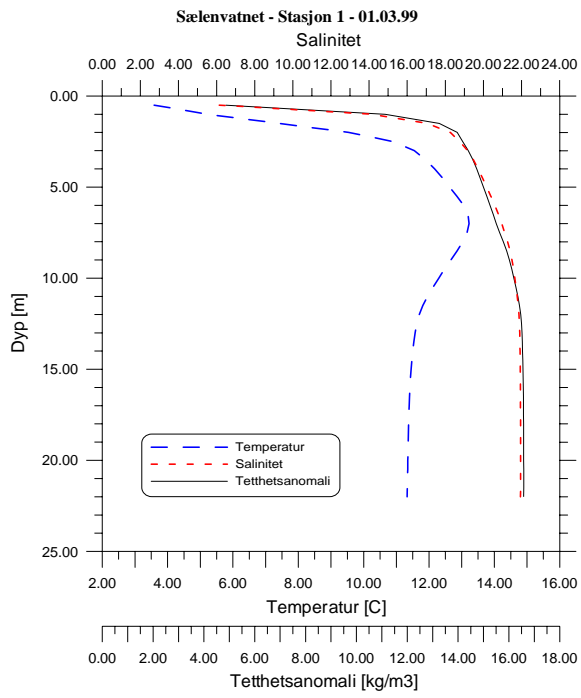
Generelt kan det sies at utviklingen med kiselalger om våren med påfølgende økning i flagellatforekomstene og økende forekomst av store dinoflagellater utover sommeren og høsten, er vanlig i norske kystfarvann. Algemengden målt som celler pr. liter, er imidlertid mye høyere enn det som er vanlig i norske fjorder.

## 4. Henvisninger

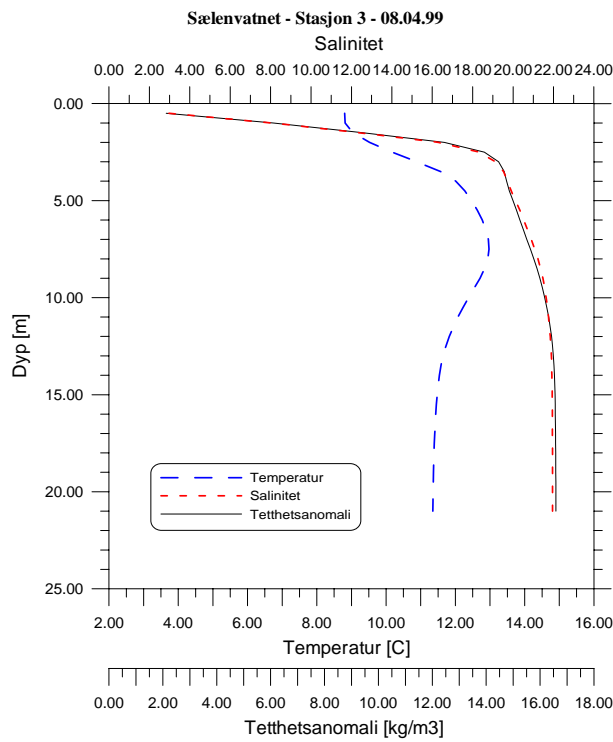
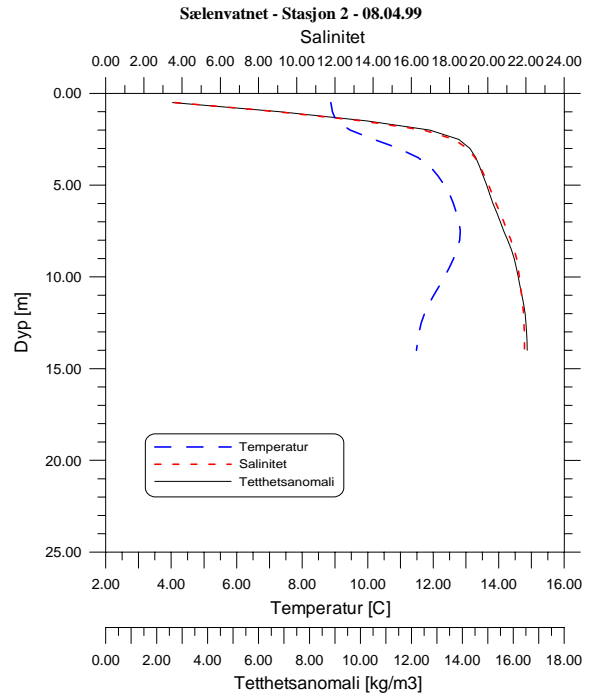
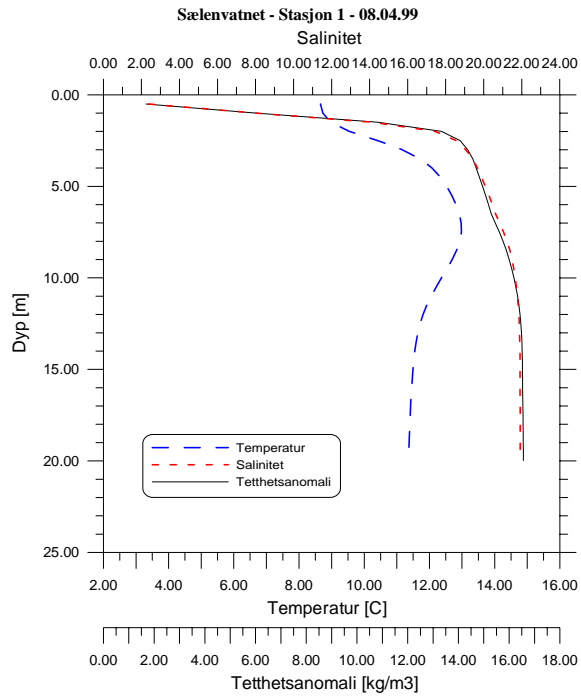
- Golmen, L., A. Hobæk & T.M. Johnsen. 1995. Hydrogensulfid i Sælenvatnet i Bergen. Vurdering av foreslåtte tiltak for å eliminere luktplager. NIVA-rapport l.nr.3322. 50 s.
- Johnsen, T.M. 1998. Overvåking av Sælenvatnet. Årsrapport 1997. NIVA-notat 98/05. 10 s.
- Johnsen, T.M. 1999. Overvåking av Sælenvatnet. Årsrapport 1998. Notat. 3 s.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veiledning 97:03. TA-nr. 1467/1997.

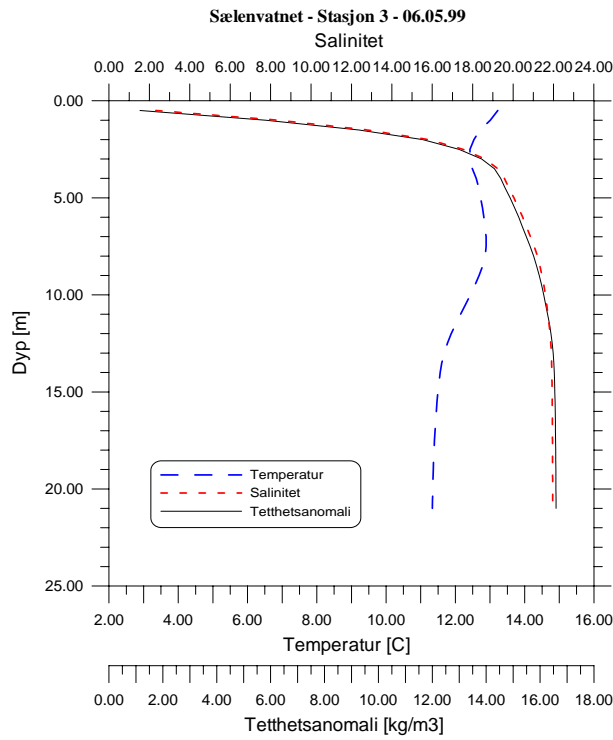
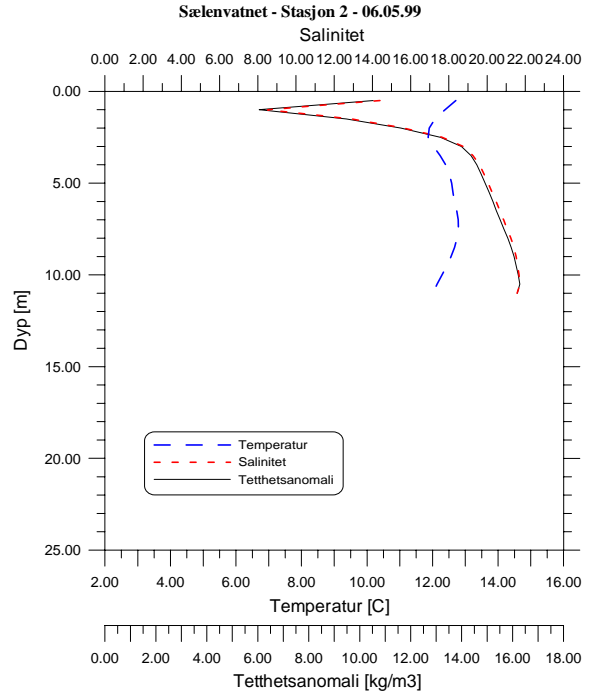
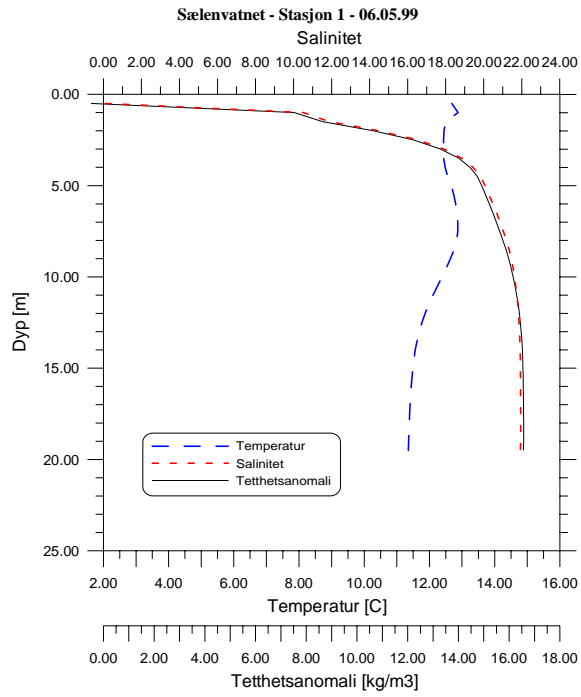
# Vedlegg A.

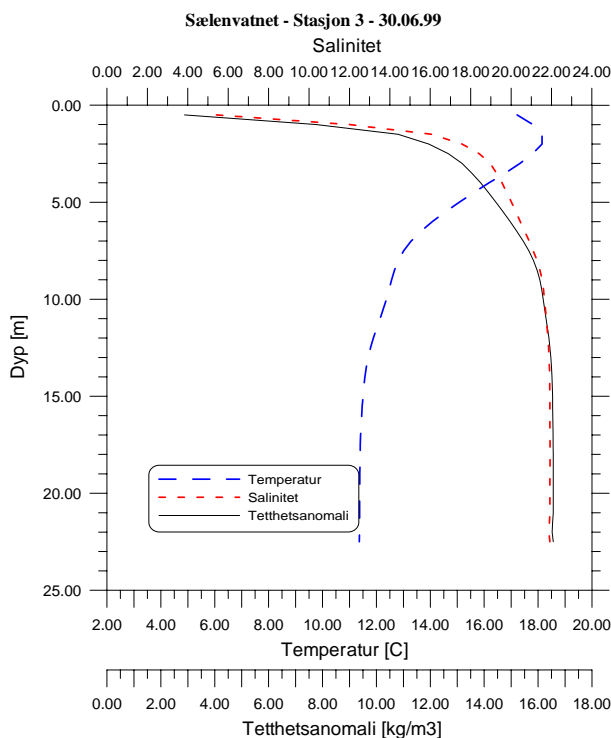
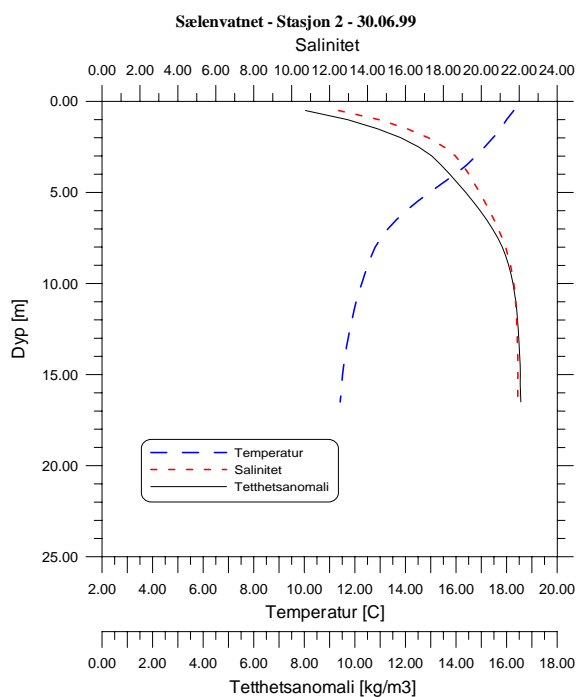
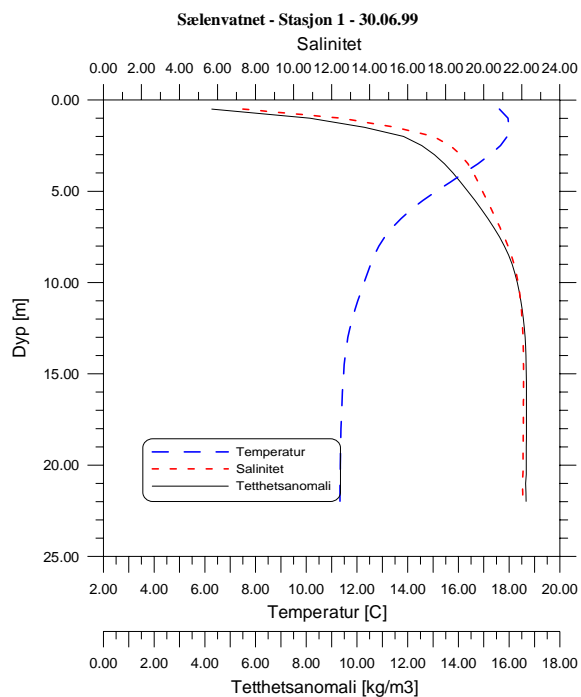


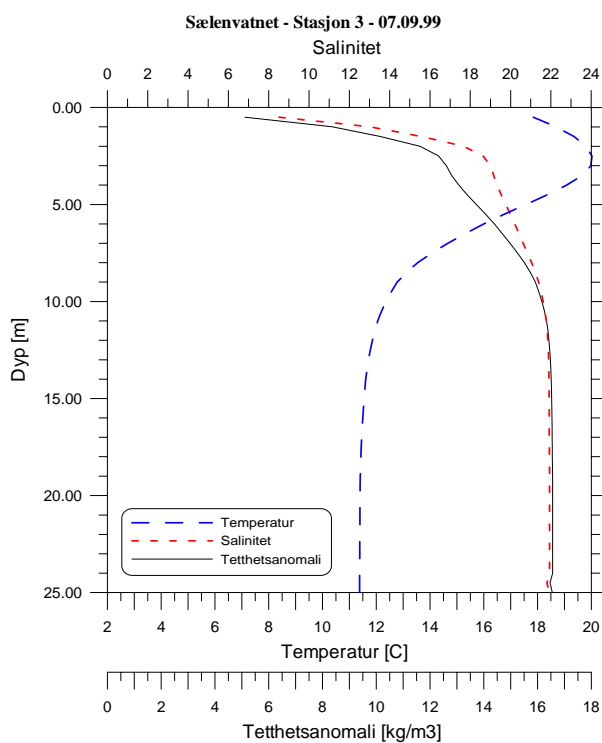
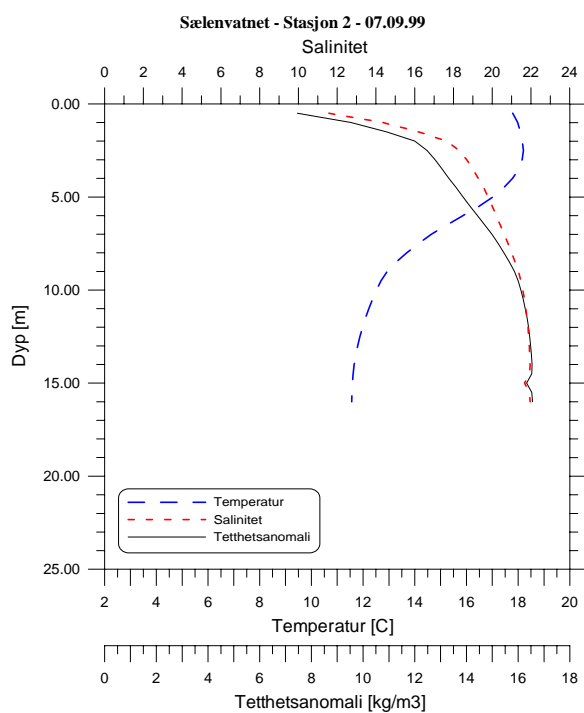
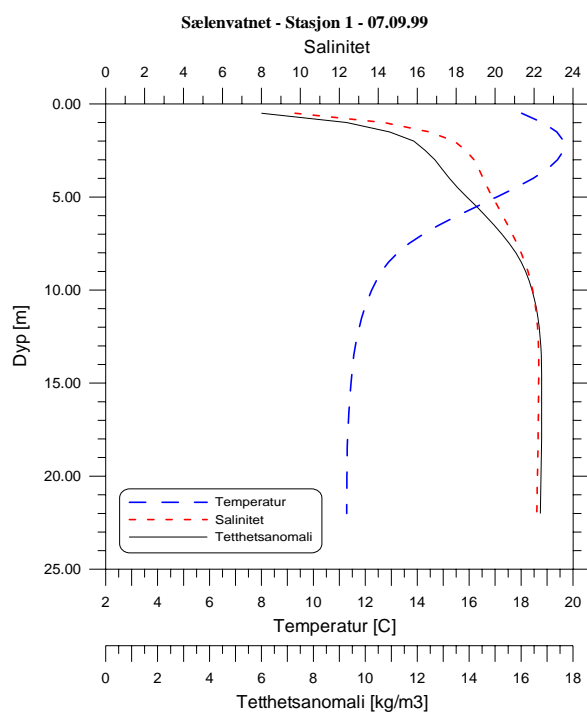


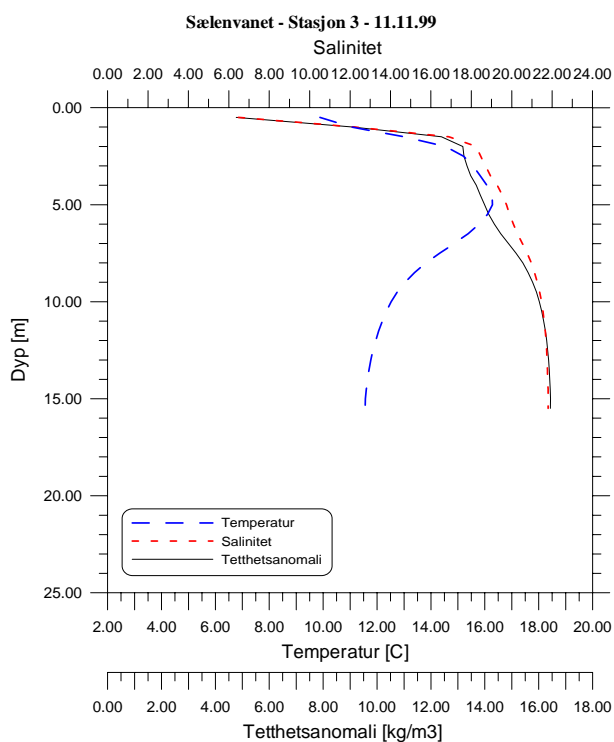
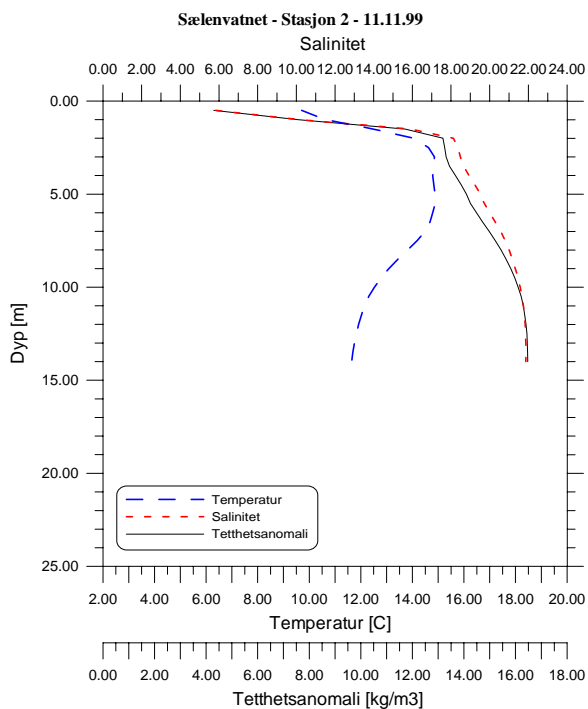
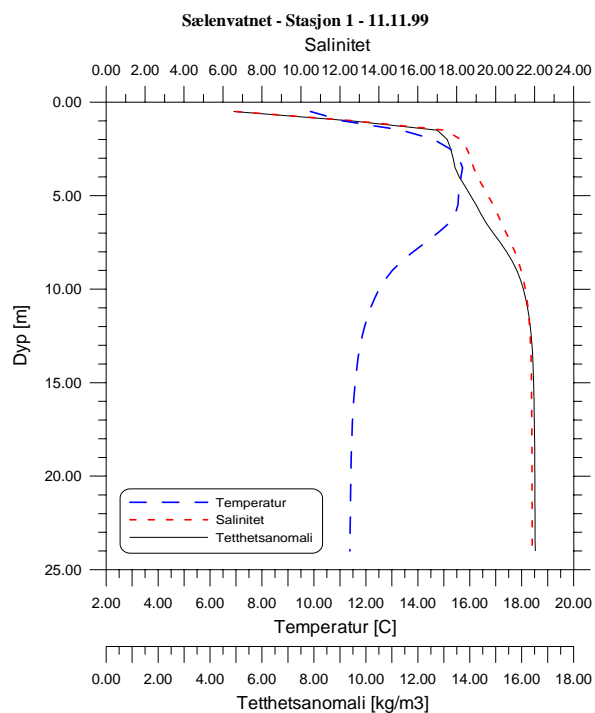












## Vedlegg B.

### Planteplankton i Sælenvatnet 08.04.99

#### 0,5 m dyp

Den totale algebiomassen var generelt svært høy. Kiselalgen *Diatoma* dominerte med 21,3 mill celler/l. Algen er en brakkvannsalge. I tillegg forekom en liten ( $3 \times 7 \mu\text{m}$ ) sentrisk kiselalge i et antall på 3,3 mill. celler/l. Det forekom også mye små flagellater – totalt 11,3 mill. celler/l. Av de klassifiserbare flagellatene var det cryptophyceer (3,1 mill. celler/l) og heterotrofe krageflagellater (1,3 mill celler/l) som var mest framtreddende. Dinoflagellater var i hovedsak representert med *Scrippsiella trochoidea* som forekom i et antall på 1,8 mill. celler/l.

#### 3 m dyp.

Algebiomassen var også svært høy på dette dypet. Også her dominerte kiselalger og totalforekomsten var 166,8 mill. celler/l. *Chaetoceros minimus* forekom i et antall på 119,5 mill. celler/l, *Chaetoceros calcitrans* bidro med 38,2 mill. celler/l og den lille sentriske diatomeen som også forekom på 0,5 m dyp, bidro med 9 mill. celler/l. Små flagellater - de fleste  $< 3 \mu\text{m}$  - forekom i et antall på totalt 39,9 mill celler/l. Dinoflagellater forekom med et totaltall på 106.800 celler/l. Framtreddende blant disse var *Gyrodinium estuariale* med 53.400 celler/l.

#### 5 m dyp.

Algebiomassen var her betydelig redusert i forhold til 0,5 og 3 m dyp. Totalforekomsten av kiselalger var 15,5 mill. celler/l og det var den lille sentriske diatomeen som dominerte med 11,1 mill. celler/l. Ellers forekom *Chaetoceros minimus* (2,4 mill. celler/l) og *Chaetoceros calcitrans* (1,8 mill. celler/l). Flagellatmengden var totalt på 3,3 mill celler/l. *Euglena* sp. forekom i et antall på 5.600 celler/l. Av dinoflagellater forekom *Gyrodinium estuariale*, *Oxyrris marina* og *Katodinium glaucum* i et antall på henholdsvis 53.400, 48.400 og 4.400 celler/l. I tillegg forekom en ubestemt kolonidannende alge.

#### 6 m dyp.

Totalforekomsten av kiselalger var 13,4 mill. celler/l og artssammensetningen var som på 5 m dyp. Forekomsten av flagellater/uflagellerte celler var 8 mill. celler/l. Antallet av *Euglena* sp. var sterkt redusert til 800 celler/l. Også mengden dinoflagellater var betydelig redusert til totalt 6.000 celler/l og det var artene *Oxyrris marina* og *Katodinium glaucum* som hadde forekomster av betydning. Den ubestemte kolonidannende algen forekom i et betydelig antall med 0,6 mill. kolonier/l.

#### 7 m dyp.

Tilnærmet tomt for alger. Spadiske forekomster av *Chaetoceros minimus* og *Diatoma*.

## Planteplankton i Sælenvatnet 06.05.99

### 0,1 m dyp

Den totale algebiomassen var generelt svært høy. Kiselalgen *Diatoma* dominerte fremdeles med 20,3 mill celler/l. I tillegg forekom den lille ( $3 \times 7 \mu\text{m}$ ) sentriske i et antall på 0,6 mill. celler/l. Flagellatmengden var totalt 2,3 mill. celler/l. Det ble ikke registrert dinoflagellater av betydning.

### 3 m dyp.

Algebiomassen var høy også på dette dypet. Også her var det mye kiselalger, men mengden var redusert siden april - totalforekomsten var 24,5 mill. celler/l. *Chaetoceros minimus/throndsenii* forekom i et antall på 4 mill. celler/l, *Chaetoceros calcitrans* bidro med 6,7 mill. celler/l og den lille sentriske diatomeen som også forekom på 0,1 m dyp, bidro med 12 mill. celler/l. Alle kiselalene er betydelig mindre enn *Diatoma* sp. som forekom i overflaten. Den totale kiselalgebiomassen er derfor høyere i overflaten. Små flagellater forekom i et antall på totalt 24,5 mill celler/l. Små coccoide celler (ca.  $1,4 \mu\text{m}$ ) registrert med en forekomst på 22.4 mill. celler/l. Dinoflagellater forekom med et totaltall på 402.000 celler/l. Biomassemessig framtrede arter var *Gyrodinium estuariale* med 124.600 celler/l og *Katodinium glaucum* (53.400 celler/l) og *Protoperidinium bipes* (26.700 celler/l). Det forekom blomstringskonsentrasjon av *Ceratium* spp. med 1.400 celler/l.

### 5 m dyp.

Også på dette dypet var algebiomassen betydelig. Totalforekomsten av kiselalger var 32,3 mill. celler/l og det var den lille sentriske diatomeen som dominerte fullstendig med 30,1 mill. celler/l. Ellers forekom *Chaetoceros minimus/throndsenii* og *Chaetoceros calcitrans*. Flagellatmengden var totalt på 79,8 mill celler/l, der den lille cryptophycen cf. *Hemiselmis* sp. (36,1 mill. celler/l) var sterkt dominerende. *Euglena* sp. forekom i et antall på 729.800 celler/l. Dinoflagellatmengden var totalt 226.800 celler/l og framtrede arter var *Gyrodinium estuariale* og *Katodinium glaucum*. Begge forekom i et antall på 53.400 celler/l.

### 6 m dyp.

Algemengden var her sterkt redusert. Totalforekomsten av kiselalger var 4,5 mill. celler/l og artssammensetningen var som på 5 m dyp. Forekomsten av flagellater/uflagellerte celler var 0,3 mill. celler/l. Antallet av *Euglena* sp. var sterkt redusert til 1.800 celler/l. Forekomsten av dinoflagellater var ubetydelig.

## Planteplankton i Sælenvatnet 30.06.99

### 0,1 m dyp

Den totale algebiomassen var generelt svært høy. Kiselalgene var nå langt mindre framtreddende enn i begynnelsen av mai. Totalforekomsten var 1,4 mill. celler/l og *Diatoma* sp. dominerte helt. Den lille (3x7 µm) sentriske kiselalgen ble funnet sporadisk. Flagellatmengden var totalt 128 mill. celler/l og den lille flagellaten på 3-4 µm med korte flageller, som tidligere har forekommet i stort antall i Sælenvatnet, dominerte med 115 mill. celler/l. Dinoflagellatforekomsten var totalt 489.500 celler/l. Framtreddende arter var en liten tilsynelatende thecat dinoflagellat (284.800 celler/l) med en størrelse på 14-17 µm og *Prorocentrum minimum* (106.000 celler/l).

### 1 m dyp

Den totale algebiomassen var enda høyere her, men artsforekomstene var de samme. Totalforekomsten av kiselalger var 3,4 mill. celler/l og *Diatoma* sp. dominerte biomassemessig med 1,4 mill. celler/l. Flagellatmengden var totalt 204 mill. celler/l og den lille flagellaten på 3-4 µm dominerte med 183 mill. celler/l. Dinoflagellatforekomsten var totalt 631.900 celler/l. Framtreddende arter *Prorocentrum minimum* (445.000 celler/l) og den lille thecate dinoflagellaten (169.100 celler/l). Betydelige forekomster av tilsynelatende tråd/stavformete bakterier av svært ulik størrelse (19 mill. celler/l).

### 3 m dyp.

Algebiomassen var mer moderat på dette dypet. Kiselalgeforekomsten var totalt 1,7 mill. celler/l. *Chaetoceros calcitrans* og *Chaetoceros minimus/throndsenii* dominerte. Små flagellater forekom i et antall på totalt 9,6 mill celler/l. Den lille flagellaten på 3-4 µm ble her registrert kun i moderate mengder (1,1 mill. celler/l). Forekomsten av dinoflagellater var imidlertid relativt lik forekomsten på 1 m med et totaltall på 470.800 celler/l. Framtreddende arter tallmessig var *Gyrodinium estuariale* med 106.800 celler/l og *Gymnodinium elongatum* (26.700 celler/l), men et betydelig biomassemessig bidrag kom fra *Gyrodinium* sp. (70-90 µm) som ble registrert i et antall på 12.000 celler/l, og *Ceratium tripos* som blomstret med 4.400 celler/l. Mengden tråd/stavformete bakterier hadde økt til 38 mill. celler/l og i tillegg forekom store mengder (100 mill. celler/l) av noe som kan være små coccoide bakterier (1 µm). Disse ble også registrert i betydelige mengder på 5 og 6 m dyp.

### 5 m dyp.

Algebiomassen var høyere enn på 3 m dyp. Totalforekomsten av kiselalger var 16,7 mill. celler/l. *Chaetoceros calcitrans* (8,5 mill. celler/l), *Chaetoceros minimus/throndsenii* (5,4 mill. celler/l) og den lille sentriske diatomeen (2,7 mill. celler/l) dominerte.. Flagellat/coccolithophoride-mengden var totalt på 10,5 mill celler/l. Framtreddende arter var *Emiliania huxleyi* (1,9 mill. celler/l) og ulike cryptophyceer (1 mill. celler/l) der cf. *Plagioselmis* sp. dominerte. *Chrysochromulina* sp. ble registrert med 0,4 mill. celler/l). Betydelige mengder coccoide celler (1,4-2 µm), som kan være cyanophyceer (18 mill. celler/l). Dinoflagellatmengden var høy 0,9 mill. celler/l. Framtreddende arter var *Gyrodinium estuariale* (534.000 celler/l), *Gyrodinium* sp. (70-90 µm) som ble registrert i et antall på 14.200 celler/l, *Gymnodinium elongatum* (37.400 celler/l) og *Katodinium glaucum* (11.400 celler/l). ). Blomstringskonsentrasjon av *Ceratium tripos* (1.600 celler/l) bidro betydelig til algebiomassen.



**6 m dyp.**

Algemengden var høy også på dette dypet. Totalforekomsten av kiselalger var 36,1 mill. celler/l og artssammensetningen var som på 5 m dyp, men dominansen av *C. calcitrans* (26 mill. celler/l) var sterkere. Forekomsten av flagellater/uflagellerte celler var redusert til 3,8 mill. celler/l der ulike cryptophyceer (1,2 mill. celler/l) var sterkt framtreddende. *Euglena* sp. ble registrert i et beskjedent antall (200 celler/l). Også her var det store mengder coccoide celler (1,4-2 µm), som kan være cyanophyceer (50 mill. celler/l). Forekomsten av dinoflagellater (676.100 celler/l) var høy. Framtreddende arter var *Gyrodinium estuariale* (480.600 celler/l), *Gyrodinium* sp. (70-90 µm) som ble registrert i et antall på 12.100 celler/l, *Katodinium glaucum* (70.400 celler/l). Blomstringskonsentrasjon av *Ceratium tripos* (2.000 celler/l) bidro også her betydelig til algebiomassen. En god del *Prorocentrum micans* (9.900 celler/l) og *Gymnodinium elongatum* (11.000 celler/l).

**7 m dyp.**

Forekomst av H<sub>2</sub>S førte til jodutfelling. Det var derfor umulig å kvantifisere eventuelle algeforekomster. Det var imidlertid lite som tydet på algeforekomster av betydning.

## Planteplankton i Sælenvatnet 07.09.99.

### 0,1 m dyp

Den totale algebiomassen var generelt høy. Kiselalgene var nå biomassemessig enda mindre framtrede enn ved forrige innsamling, til tross for at totalforekomsten på 1,9 mill. celler/l var noe høyere. Dette skyldes en tallmessig dominans av den lille *Chaetoceros minimus/throndsenii* (1,5 mill. celler/l), mens den relativt store arten *Diatoma* sp. som dominerte sist, nå bare forekom i lave konsentrasjoner. Flagellatmengden var redusert til totalt 34,3 mill. celler/l, men den lille flagellaten på 3-4  $\mu\text{m}$  dominerte fremdeles (29 mill. celler/l). Ellers forekom *Chrysochromulina* spp. i et antall på 1,3 mill. celler/l). Dinoflagellatforekomstene var totalt 1,1 mill. celler/l. *Prorocentrum minimum* (1 mill. celler/l) dominerte helt.

### 3 m dyp.

Kiselalgeforekomstene var totalt 0,5 mill. celler/l og *Pseudo-nitzschia* cf. *pseudodelicatissima* dominerte sammen med *Skeletonema costatum*. Små flagellater forekom i et antall på totalt 14,4 mill. celler/l, der ulike cryptophyceer hadde en totalforekomst på 1 mill. celler/l. Av andre typer flagellater kan nevnes *Chrysochromulina* spp. (0,7 mill. celler/l), *Emiliania huxleyi* (0,6 mill. celler/l) og *Pyramimonas* spp. (0,4 mill. celler/l). I tillegg forekom en potensielt toksinproduserende flagellat (0,14 mill. celler/l), som ikke kan artsbestemmes i fiksert materiale. Arten er enten det flagellerte stadiet av *Dictyocha speculum* eller en raphidophyce. Små coccoide celler (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) forekom i et antall på 9 mill. celler/L. Forekomsten av dinoflagellater var med 1,5 mill celler/l omtrent på samme nivå som i overflaten, men artssammensetningen var forskjellig. Dominerende var små nakne (athecate) dinoflagellater som forekom i et antall på 1,1 mill./l. *Gyrodinium aureolum* (0,4 mill. celler/l) var også av biomassemessig betydning. Det ble registrert blomstringskonsentrasjon av *Ceratium tripos* (1.500 ). *Alexandrium* som er en potensiell produsent av PSP (= Paralytic Shellfish Poisoning) ble registrert i et antall på 900 , som er over faregrensen for akkumulering av gift i skjell. Tynn trådformet blågrønnalge forekom i høyt antall (5 mill. tråder/l).

### 5 m dyp.

Totalforekomsten av kiselalger var lav 0,2 mill. celler/l. Mengden flagellater var totalt på 14,5 mill celler/l der ulike cryptophyceer utgjorde 4,6 mill. celler/l med *Hemiselmis* cf. *rufescens* (3 mill. celler/l) som dominerende art. Av andre typer flagellater kan nevnes *Chrysochromulina* spp. (0,4 mill. celler/l), *Emiliania huxleyi* (0,6 mill. celler/l) og *Pyramimonas* spp. (0,3 mill. celler/l). Betydelige forekomster (410 mill. celler/l) av små coccoide celler (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Dinoflagellatmengden var redusert til 0,2 mill. celler/l. Mest framtrede var *Gyrodinium aureolum* (114.400 celler/l) og *Ceratium tripos* (9.000 celler/l). *Alexandrium* ble også på dette dypet registrert i et antall (800 celler/l) som overstiger faregrensen for akkumulering av gift i skjell. Den tynne trådformete blågrønnalgen forekom også her i høyt antall (3,3 mill. tråder/l).

### 6 m dyp.

Kiselalger ble ikke registrert. Forekomsten av flagellater var totalt 10,3 mill. celler/l. Ulike cryptophyceer (3,8 mill. celler/l) var sterkt framtrede med *Hemiselmis* cf. *rufescens* (2,5 mill. celler/l) og cf. *Teleaulax acuta* (1 mill. celler/L) som de mest dominerende artene. Av andre typer flagellater kan nevnes *Emiliania huxleyi* (0,3 mill. celler/l) og *Pyramimonas* spp. (0,5 mill. celler/l). Mengden coccoide celler (1,4  $\mu\text{m}$ ) var svært høy med 1,5 milliarder celler/l. Forekomsten av dinoflagellater (2 mill. celler/l) var også høy og *Gyrodinium estuariale* dominerte helt. *Ceratium tripos*-forekomsten (1.600 celler/l) var også her på blomstringsnivå.

## Planteplankton i Sælenvatnet 11.11.99.

### 0,1 m dyp

Den totale algebiomassen var nå redusert. Dette er naturlig ettersom lyset på denne tiden av året begynner å bli en begrensende faktor. Kiselalgeforekomstene var nå av sporadisk karakter med kun lave forekomster av *Diatoma* sp. Flagellatmengden var sterkt redusert til totalt 2,2 mill. celler/l. Dinoflagellatforekomstene var også redusert til mer sporadiske forekomster.

### 3 m dyp.

Kiselalgeforekomstene var totalt 0,1 mill. celler/l der de små artene *Chaetoceros minimus/thronsenii* og *C. tenuissimus* var mest framtrede. Små flagellater forekom i et antall på totalt 1,3 mill. celler/l, der ulike cryptophyceer hadde en totalforekomst på 1 mill. celler/l. Av de klassifiserbare flagellatene var det den heterotrofe cryptophyceen *Leucocryptos marina* som var mest framtrede. Ulike typer dinoflagellater forekom beskjedent antall – totalt 102.400 celler/l. Antallet av den tynne trådformete blågrønnalgen var også redusert (0,3 mill. tråder/l).

### 5 m dyp.

*Euglena* cf. *proxima*, som er en art som ofte har forekommet i til dels store mengder i et svært avgrenset sjikt like over H<sub>2</sub>S laget ble nå registrert i relativt lave konsentrasjoner 6.600 celler/l. Den heterotrofe dinoflagellate *Oxyrrhis marina* som vanligvis er en følgeart til *Euglena* ble registrert i et antall på 8.800 celler/l. Mengden flagellater var svært lav, men den spesielle cryptophyceen som også følger *Euglena* ble observert i et antall på 338.200 celler/l og den var også den dominerende flagellaten. Ingen kiselalger ble registrert. Betydelige forekomster (280 mill. celler/l) av to typer små coccoide celler (1-1,5 µm og 2-3 µm) ble registrert. I tillegg forekom betydelige mengder (5,5 mill. celler/l) av en ubestemt kolonidannende art (3-4 µm). Den tynne trådformete blågrønnalgen forekom i et antall på 0,3 mill. tråder/l.

### 6 m dyp.

*Euglena* cf. *proxima* forekom i et antall på 8.800 celler/L. Lave forekomster av små flagellater ble også registrert her. Kiselalger og dinoflagellater ble ikke registrert. Betydelige forekomster (240 mill. celler/l) også her av to de typene små coccoide celler (1-1,5 µm og 2-3 µm). Den tynne blågrønnalgen forekom i et antall på 0,2 mill. tråder/l. I tillegg ble det funnet tynne tråder (d = 1-1,5 µm, l = 40-70 µm) i et antall på 2,5 mill. tråder/l.