

**DNV**

---

OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I  
YTRE OSLOFJORD

---

# SAMLERAPPORT 2004



RAPPORT NR. 2005-0375

REVISJON NR. 01



DET NORSKE VERITAS



## SAMLERAPPORT 2004

DET NORSKE VERITAS AS  
DNV Consulting

Veritasveien 1  
1322 Høvik  
Norway  
Tel: +47 67 57 99 00  
Fax: +47 67 57 99 11  
http://www.dnv.com  
Org. No: NO945 748 931 MVA

Dato for første utgivelse: 2005-03-17	Prosjekt nr.: 62504276
Godkjent av: Tor Jensen Principal Consultant	Organisasjonsenhet: DNV Consulting
Oppdragsgiver: Fagrådet for ytre Oslofjord / Statens Forurensningstilsyn	Oppdragsgiver ref.: Bjørn Svendsen / Tor Johannessen

### Sammendrag:

Fagråd for Ytre Oslofjord (FYO) og Statens forurensningstilsyn (SFT) har sammen engasjert Det Norske Veritas (DNV) til å utføre en samordnet overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Overvåkingen startet i 2001 og programmet er planlagt videreført i første omgang til år 2005. Programmet omfatter vannkvalitet, gruntvannssamfunn og bløtbunnsfauna. Denne rapporten omhandler alle temaene for 2004.

Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør og inkluderer Drammensfjorden. Sjøområdene i Grenland ble inkludert i overvåkingen i 2002.

Undersøkelsene av *vannkvalitet* gikk over hele året, men med ulik intensitet i delområder. Totalt 28 stasjoner fordelt over hele området ble besøkt i sommersesongen. Hydrografi, næringssalter, oksygen, klorofyll og planteplankton inngikk som parametere. Generelt framsto tilstanden i hovedfjorden som meget god til mindre god i henhold til SFTs tilstandsklasser. Det ble observert noe økt eutrofiering innover i fjorden og spesielt i lokale mer innelukkede fjordavsnitt. Sammenlignet med 2003 var det høyere konsentrasjoner av næringssalter og lavere klorofyllverdier.

*Gruntvannundersøkelsen* viste økte forekomster av de flerårige brunalgene (tang) i fjæra, mens forekomsten av grønnealger gikk markert tilbake sammenlignet med 2003. Sukkertare forekommer vanlig til spredt sammen med annen tare (fingertare og stortare) på de fleste stasjonene.

Undersøkelsene av *bløtbunnsfauna* omfattet i 2004 fire stasjoner. Stasjonene har en relativ normal fjordfauna. Stasjon R-5 betegnes som påvirket, men viser en betydelig bedring fra 2003 og 2002.

Rapport nr.: 2005-0375	Emnegruppe: Marin overvåking	
Rapporttittel: Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord Samlerapport 2004		
Utført av: Egil Dragsund, Karl Tangen, Siri M. Bakke, Ole Aspholm & Tor Jensen (prosjektleder)		
Verifisert av: Sam-Arne Nøland		
Dato for denne revisjon: 2005-03-17	Rev. nr.: 01	Antall sider: 57

### Indekseringstermer

Eutrofiering  
Vannkvalitet  
Bunnsfauna  
Gruntvann

- Ingen distribusjon uten tillatelse fra oppdragsgiver eller ansvarlig organisasjonsenhet, dvs. fri distribusjon innen DNV etter 3 år
- Strengt konfidensiell
- Fri distribusjon



<i><b>Innholdsfortegnelse</b></i>	<i><b>Side</b></i>
1 SAMMENDRAG .....	3
2 INNLEDNING .....	4
3 LOKALE TILFØRSLER .....	6
3.1 Årlige tilførsler	6
3.2 Årsvariasjoner i tilførslene	8
3.3 Vannføring vassdrag	10
3.4 Oppsummering tilførsler	10
4 VANNKVALITET .....	11
4.1 Stasjonsoversikt og prøvetaking	11
4.2 Hydrografi	12
4.3 Oksygenforhold	14
4.3.1 Oksygen i bunnvann	15
4.3.2 Oksygen i vannmassene	18
4.3.3 Oppsummering oksygenforhold og foreløpige konklusjoner	19
4.4 Næringssalter	19
4.4.1 Sommerverdier	19
4.4.2 Vinterverdier	21
4.4.3 N/P forhold	21
4.4.4 Oppsummering næringssalter og foreløpige konklusjoner	22
5 SIKTEDYP .....	23
6 PLANKTONALGER .....	24
6.1 Bakgrunn	24
6.2 Klorofyll-a	25
6.3 Kvantitativt viktige oppblomstringer.	26
6.4 De spesielle forholdene ved Horten	28
6.5 Geografiske forskjeller i planteplanktonforekomstene – regional inndeling	29
6.6 Oppsummering planktonalger og foreløpige konklusjoner	33
7 GRUNTVANSSAMFUNN .....	34
7.1 Materiale og metoder	34
7.2 Resultater og diskusjon	35
7.2.1 Lokalitetsbeskrivelser og observasjoner i ytre Oslofjord	35
7.2.2 Fordeling av alger	42
7.2.3 Sukkertareforekomst	44



---

**OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD; SAMLERAPPORT**

---

7.3	Konklusjoner gruntvannsundersøkelsen 2004	45
8	BLØTBUNNSSAMFUNN .....	46
8.1	Innledning	46
8.2	Materiale og metoder	46
8.2.1	Prøvetaking og analyser	46
8.3	Resultater og diskusjon	46
8.3.1	Likhetsanalyser	53
8.3.2	Sammenligning med undersøkelsen i 2001, 2002 og 2003	53
8.4	Konklusjon	55
9	REFERANSER .....	56



## 1 SAMMENDRAG

På oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord og Statens forurensningstilsyn er det gjennomført en overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord for år 2001 til 2004. Programmet er planlagt videreført i første omgang fram til 2005. Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør og inkluderer Drammensfjorden.

Programmet omfatter:

- Innhenting av lokale tilførselsdata fra andre programmer
- Vannkvalitet (næringsalter, oksygen i bunnvann, planktonalger)
- Gruntvannssamfunn
- Bløtbunnsfauna

Tilførslene til Ytre Oslofjord av næringsalter og organisk materiale kan deles i to kategorier:

1. Lokale tilførsler med elver og direkte utslipp fra renseanlegg og industri.
2. Fjerntransporterte tilførsler med innstrømmende vann særlig fra Nordsjøen, Østersjøen og Kattegat.

De lokale tilførslene i dette området domineres av kildene landbruk og bakgrunnsavrenning som til sammen utgjør vel 70% av fosfortilførslene og knapt 80% av nitrogentilførslene. Antall tonn tilført lokalt fra et år til et annet av disse næringssaltene varierer med vannføringen i elvene. De observerte variasjonen i tilførslene med elvene er til dels større enn variasjonen i vannføring. Fra 2000 til 2003<sup>1</sup> har vannføringen gått betydelig ned noe som har ført til et markert fall i spesielt fosfortilførslene (ca 60% reduksjon fra 2000 til 2003).

Tilstanden i hovedfjorden kan karakteriseres som god i forhold til de fleste parametrene. Gjennom hele undersøkelsesperioden har det vært en nedadgående tendens i oksygennivået i bassengvannet i terskelbassengene i hovedfjorden. Dette skyldes redusert vannutskiftning og redusert kvalitet på innstrømmende vann. I flere lokale resipienter hvor industri og kommunale avløp har vært viktige tilførselskilder og som var anoksiske på 70- og 80-tallet, synes tilstanden i oksygennivået å ha stabilisert seg etter en markert bedring på 90-tallet. En slik trend kan i mindre grad eller overhode ikke observeres i lokale bassenger sterkt påvirket av elver hvor landbruk er viktigste tilførselskilde. Sammenlignet med 2003 var 2004 preget av høyere næringsaltverdier i overflatevannet, spesielt nitrat i sommersesongen, og noe lavere klorofyllverdier. I 2004 var det bare stasjon R-5 i Ringdalsfjorden ved Halden hvor tilstanden ble karakterisert som *III-Mindre god* i forhold til klorofyll verdiene. Hele det øvrige området ble karakterisert som *I-Meget god* til *II-God*.

Gruntvannsundersøkelsen viste økte forekomster av de flerårige brunalgene (tang) i fjæra, mens forekomsten av grønnalger gikk markert tilbake sammenlignet med 2003. Sukkertare forekommer vanlig til spredt sammen med annen tare (fingertare og stortare) på de fleste stasjonene. Det er kun en stasjon (G21) som avviker fra 2001 undersøkelsen ved at det ikke ble observert sukkertare.

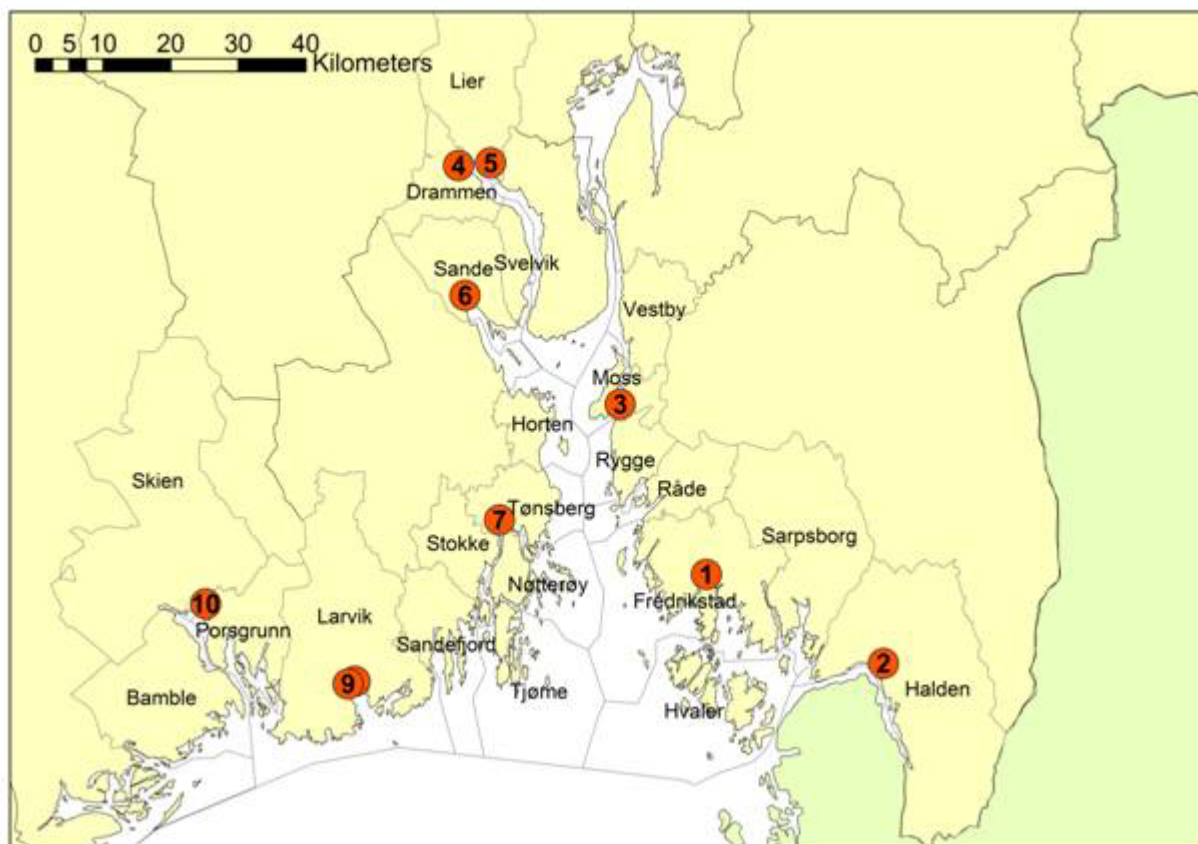
Tilstanden i Ringdalsfjorden basert på bløtbunnsfaunaen var markert bedre enn i 2003 og sammenlignbar med 2001.

<sup>1</sup> Data for 2004 foreligger ikke i april 2005.

## 2 INNLEDNING

Fagrådet for Ytre Oslofjord (FYO) og Statens Forurensningstilsyn (SFT) har sammen engasjert Det Norske Veritas (DNV) til å utføre en samordnet overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord for år 2004. Programmet startet opp i år 2001 og er planlagt videreført ut 2005.

Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør (se kart Figur 2-1).



**Figur 2-1** Kart over undersøkelsesområdet med de aktuelle kommunene som er med i Fagrådet for Ytre Oslofjord. Store elver er markert med nummer (se Tabell 3-1). (9) markerer både Farris og Numedalslågen (8).

Bakgrunnen for overvåkingen er å få økt kunnskap om miljøtilstanden i området og forhold som påvirker denne. EUs avløpsdirektiv (1991/271/EØF) legger vekt på at tilstanden i resipienten er av stor betydning for hvilke rensekrav som skal fastsettes. Direktivet angir kriterier for klassifisering av sjøområdene (følsomme, mindre følsomme) og relevante rensekrav som skal gjennomføres innen en frist på syv år. I brev av 21.2.2001 til EFTAs overvåkingsorgan ESA har Miljøverndepartementet klassifisert områder som følsomme og mindre følsomme..



Målsetningen med overvåkingen er å:

- fremskaffe en årlig oversikt over tilførsler av næringsalter og organisk materiale fra ulike norske kilder.
- beskrive tilstanden og følge utviklingen over tid i forhold til:
  - hydrografi
  - hydrokjemi
  - planktonalger
  - bløtbunnssamfunn
  - hardbunnssamfunn
- levere informasjon og data som grunnlag for oppfølging av relevante nasjonale og internasjonale forpliktelser, utarbeide miljømål, vurdere behovet for og effekten av tiltak

Overvåkingen i 2004 er gjennomført i samarbeid med:

Oceanor: Analyser av planteplankton, rapportering av vannkvalitet  
AnalyCen: Kjemiske analyser av vannprøver  
Universitetet i Oslo: Forskningsfartøyet F/F *Trygve Braarud*

Det er utarbeidet en samlerapport og tre delrapporter i forbindelse med overvåkingen:

DNV, 2005. Delrapport; Vannkvalitet 2004

DNV, 2005. Delrapport: Gruntvannssamfunn 2004

DNV, 2005. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2004





### 3 LOKALE TILFØRSLER

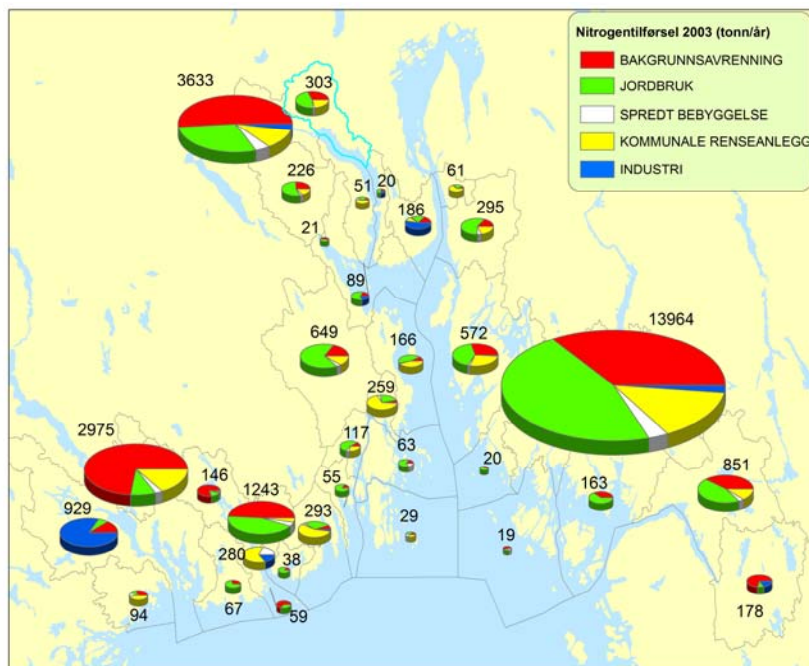
Dette kapitlet inneholder en oppsummering av aktuelle data fra andre undersøkelser og beregninger. Grunnlagsdata er hentet fra NVE (målinger og beregninger av vannføring i aktuelle vassdrag), målinger og beregninger av tilførsler fra vassdragsovervåkingen (Aquateam, 2004) og målte og beregnede tilførsler (TEOTIL) fra land (NIVA, 2005). Formålet er å gi en noe mer detaljert oversikt av tilførslene til de lokale resipientene i Ytre Oslofjord i forhold til hva som presenteres i de refererte grunnlagsdokumentene slik at en bedre kan vurdere den observerte tilstanden i forhold til tilførslene.

#### 3.1 Årlige tilførsler

På oppdrag fra SFT beregner NIVA årlig tilførsler til marine resipienter fra norske landområder. Tilførslene fra kildene akvakultur, bakgrunn og landbruk beregnes ved hjelp av modellen TEOTIL (NIVA, 1996), mens tilførslene fra industri og kommunale avløp som rapporteres av modellen, er rapporterte verdier fra de enkelte anlegg. TEOTIL modellen er primært satt opp for å beregne tilførsler til større sjøområder, men grunnlagsberegningene for avrenning fra arealer som er presentert her, er basert på NVE sin inndeling i mindre statistikkområder. De geografisk detaljerte data fra modellen inneholder imidlertid tilnærmelser i faktisk lokalisering av enkelte lokale kilder. Dette kan derfor føre til feil fordeling av tilførsler fra områder med små bidrag. For de totale bidragene fra store vassdrag og for hele området, har modellresultatene ubetydelige avvik. Dette innebærer at TEOTIL resultatene ikke kan benyttes som grunnlag for vurderinger i lokale resipienter som for eksempel Mossesundet, men de kan benyttes for å vurdere bidragene fra de enkelte kildene i underområdene i Ytre Oslofjord. Modellen tar heller ikke hensyn til varierende avrenning og representerer derfor et middelnivå fra bakgrunn og jordbruk.

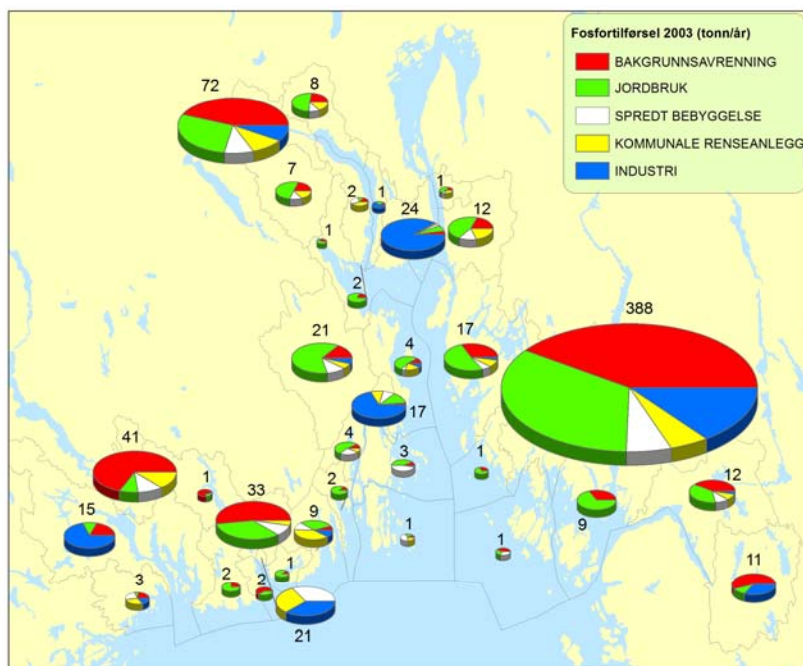
Siste tilgjengelige data april 2005 var for året 2003 (NIVA, 2005) (se Figur 3-1 - nitrogen og Figur 3-2 - fosfor).





**Figur 3-1** Tilførsler av nitrogen til analyseområdet fordelt på mindre nedbørsfelt beregnet med modellen TEOTIL for året 2003.

De største tilførslene kommer fra elvene og de største kildene i de fleste av de lokale områdene og til Ytre Oslofjord generelt er bakgrunnsavrenning og jordbruk. Vestfold skiller seg ut med svært store andeler fra jordbruk, mens Skiensvassdraget har bakgrunnsavrenning som den største kilden. Tilførslene fra industri til Ytre Oslofjord er relativt små.



**Figur 3-2** Tilførsler av fosfor til analyseområdet fordelt på mindre nedbørsfelt beregnet med modellen TEOTIL for året 2003.



Totalt utgjør bidraget fra kommunale avløp til analyseområdet av fosfor og nitrogen henholdsvis 16 og 18% av de totale landbaserte tilførslene. Spredt bebyggelse representerer det største kommunale bidraget av fosfor, mens det bare utgjør 4% av nitrogentilførslene.

### 3.2 Årsvariasjoner i tilførslene

På oppdrag fra SFT og som grunnlag for rapportering til OSPAR av Norges tilførsler, overvåkes vannkvaliteten i en rekke vassdrag i Norge. Overvåkingen omfatter primært store vassdrag som i Ytre Oslofjord er Glomma (Singlefjorden/Hvaler), Drammenselva (Drammensfjorden), Numedalslågen (Larvikfjorden) og Skiensvassdraget (Frierfjorden/Grenland). I tillegg blir det tatt noen få prøver årlig i elvene Tista (Iddefjorden), Mosseelva (Mossesundet), Lierelva (Drammensfjorden), Sandeelva (Sandebukta), Aulielva (Vestfjorden i Tønsberg) og Farriselva (Larvikfjorden). Generelle avrenningsdata fra elvene er presentert i Tabell 3-1 og tilførselsdata basert på sist tilgjengelige data som er 2003 (Aquateam, 2004), presentert i Tabell 3-2.

**Tabell 3-1** Viktige elver med avrenning til Ytre Oslofjord (data NVE)

Vassdrag	Nedbørsfelt (km <sup>2</sup> )	Avrenning* (Langtids gj.sn.) 1000 m <sup>3</sup> /døgn
Tista	1 588	1 975
Glomma	46 023	61 350
Mosseelva	690	866
Drammenselva	17 614	28 850
Lierelva	309	496
Sandeelva	193	282
Aulielva	363	469
Numedalslågen	5 577	10 200
Farris	491	915
Skienselva	12 831	23 535

\* - Avrenning ved nederste NVE målepunkt

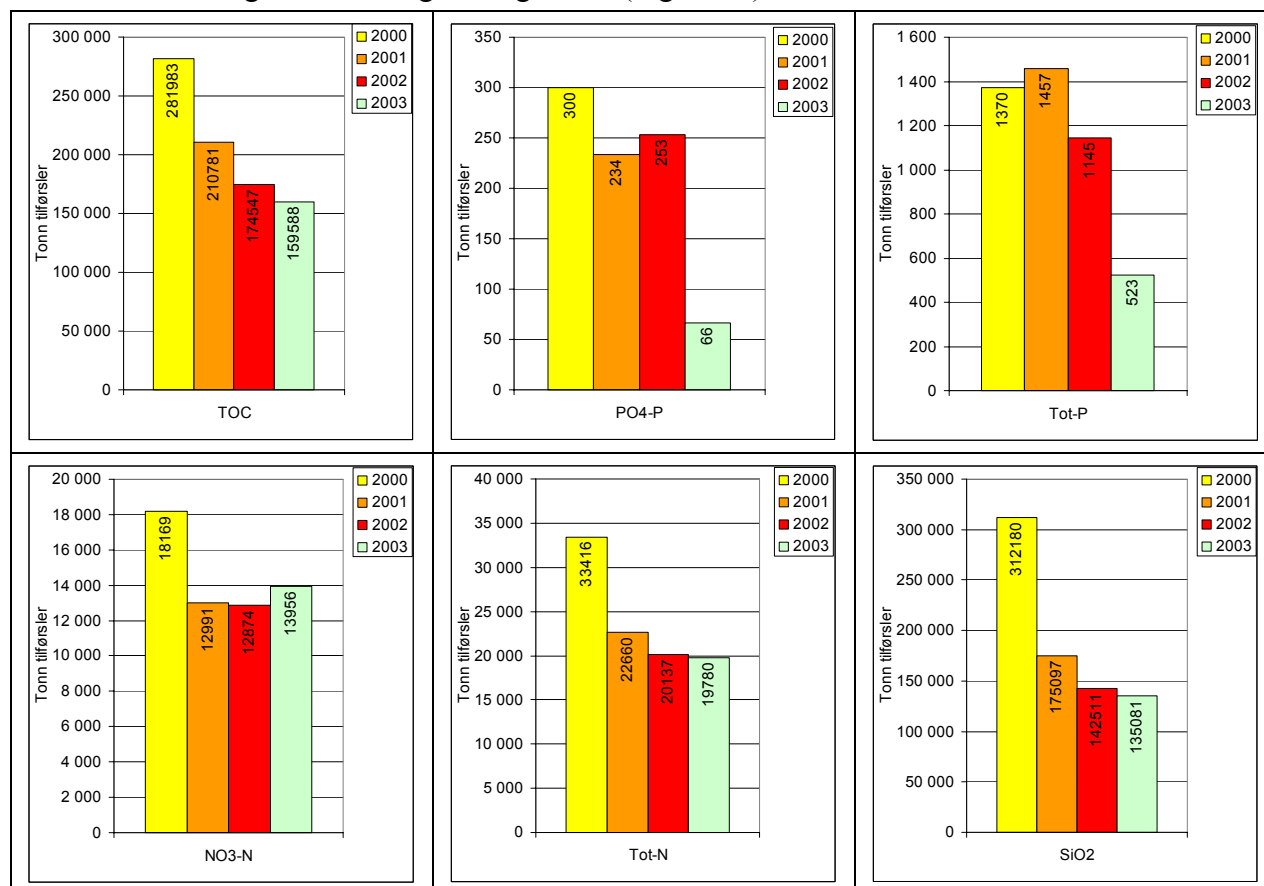
## OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD; SAMLERAPPORT

**Tabell 3-2** Beregnede totale tilførsler fra større vassdrag til Ytre Oslofjord 2003 basert på målte vannkvalitetsdata og avrenning (Aquateam, 2004).

Vassdrag	Årlige tilførsler 2003 (tonn)						
	TOC	PO <sub>4</sub> -P	Tot-P	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Tot-N	SiO <sub>2</sub>
Tista*	5508	1,5	11,6	410	9,4	583	2174
Glomma	81698	34	311	8063	507	10870	84079
Mosseelva*	1981	<1,1	7,6	139	4,6	256	198
Drammenselva	31473	8,3	63	2498	279	3783	21921
Lierelva*	1420	2,3	23,7	369	2,7	429	1832
Sandeelva*	386	0,09	3,3	31	6,2	66	239
Aulielva*	949	1,6	9,9	133	9,1	188	576
Numedalslågen	14969	4,1	43	858	91	1357	10292
Farris*	1384	<0,3	1,7	111	2,6	150	927
Skienselva	19820	13	48	1344	127	2098	12843
<b>Totalt</b>	<b>159588</b>	<b>66,3</b>	<b>522,8</b>	<b>13956</b>	<b>1038,6</b>	<b>19780</b>	<b>135081</b>

\* - Beregninger basert på et lite antall vannprøver årlig.

I løpet av overvåkingsperioden for Ytre Oslofjord har det vært en markert nedgang i tilførslene med elvene av organisk stoff og næringssalter (Figur 3-3).

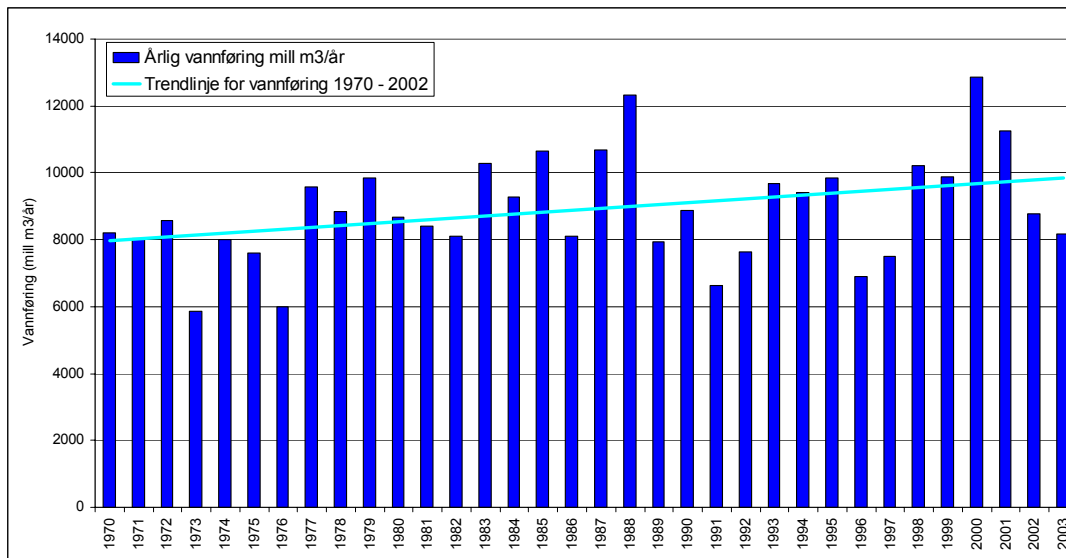
**Figur 3-3** Totale elvetilførsler til Ytre Oslofjord beregnet for de årene 2000, 2001, 2002 og 2003. Data fra Aquateam (2004, 2003a, 2003b, 2002).



Nedgangen i tilførsler av næringssalter har i stor grad sammenheng med redusert vannføring i elvene, men er til dels større enn nedgangen i vannføringen spesielt for fosfat og totalfosfor (Aquateam, 2004). Blant annet er det observert en nedgang i fosforkonsentrasjonen i elvene etter 2000. Dette kan skyldes mindre erosjon ved redusert vannføring og dermed en forsterket nedgang i partikkelbundede næringssalter.

### 3.3 Vannføring vassdrag

Det foreligger i mars 2005 ikke kvalitetssikrede data for vannføringen i 2004 og de følgende figurer er derfor basert på informasjon fram til 2003. Vannføringen i vassdragene til Ytre Oslofjord har generelt økt svakt de siste 30 årene (se Figur 3-4). Dette kan gi en naturlig økte tilførsler av næringssalter og spesielt fosfor til fjordområdene og bidra til reduserte effekter av tiltak for å redusere utslippene. Ser man imidlertid på perioden etter storflommen i 2000 har den årlige ferskvannsavrenningen gått markert tilbake i elvene til Ytre Oslofjord.



Figur 3-4 Årlig vannføring i Drammenselva 1970 – 2003. Data fra NVE.

### 3.4 Oppsummering tilførsler

Generelt utgjør kommunale tilførsler 16 – 18% av de totale lokale tilførslene. I enkelte lokale resipienter kan dette forholdet variere noe, men landbruk er totalt den største bidragsyteren med ca 32% av fosfortilførslene og 38% av nitrogentilførslene. I enkelte lokale resipienter, spesielt i Vestfold, står landbruket for mer enn halvparten av de totale tilførslene.

TEOTIL beregninger har vist at økt rensing av kommunale utslipp og industriutslipp har redusert de lokale tilførslene av fosfor med vel 40% og nitrogen med knapt 10% over en 20-årsperiode. Beregningene forutsetter konstant ferskvannsavrenning, mens de faktiske månedlige og årlige variasjonene i vannføringen fører til betydelig variasjon i tilførslene fra et år til et annet slik at det reduserte bidraget fra renseanlegg og industri ikke kan observeres i tilførslene fra elvene. I løpet av prosjektperioden fra 2001 har både ferskvannsavrenningen og tilførslene med elvene gått betydelig ned.



## 4 VANNKVALITET

### 4.1 Stasjonsoversikt og prøvetaking

Totalt ble det benyttet 28 stasjoner i løpet av 2004 (se Tabell 4-1).

**Tabell 4-1** Oversikt over stasjoner benyttet i overvåkingen av vannkvalitet 2004 i forhold til bassengene i hovedfjorden.

	LA-1	105	Larviksfjorden	Sommertokt, 4 tokt			
	SF-1	60	Sandefjord	Sommertokt, 4 tokt			
	TØ-1	46	Tønsbergfjorden	Sommertokt, 4 tokt			
	TØ-2	33	Hvalø	Sommertokt, 4 tokt			
	HO-1	25	Horten Indre	Sommertokt, 4 tokt			
	SAN-3	45	Sandebukta	Sommertokt, 4 tokt			
	MO-1	46	Mossesundet	Sommertokt, 4 tokt			
	MO-2	102	Mossesundet	Sommertokt, 4 tokt			
	RA-1	120	Rauerfjorden	Sommertokt, 4 tokt			
		KF-1	16	Krokstadfjorden	Sommertokt, 4 tokt		
OF-1	452	Torbjørnskjær	Sommer- og vintertokt, 9 tokt	Ø-1	50	Leira	Sommertokt, 4 tokt
OF-2	358	Missingene	Sommer- og vintertokt, 9 tokt	I-1	52	Ramsø	Benyttes hele året, 13 tokt
OF-4	306	Bastø	Sommer- og vintertokt, 9 tokt	S-6	55	Kjeøy	Benyttes hele året, 13 tokt
OF-5	199	Breiangen	Sommer- og vintertokt, 9 tokt	R-5	34	Ringdalsfjorden	Benyttes hele året, 13 tokt
OF-7	200	Filtvedt	Sommertokt, 4 tokt	S-9	95	Haslau	Benyttes hele året, 13 tokt
D-1	85	Ytre Drammensfjorden	Sommertokt, 4 tokt	BC-1	96	Frierfjorden	Sommertokt, 4 tokt
D-2	119	Indre Drammensfjord	Sommertokt, 4 tokt	FG-1	106	Langesundsfjorden	Sommertokt, 4 tokt
D-3	97	Drammensfjorden	Sommertokt, 4 tokt	GI-1	208	Håøyfjorden	Sommertokt, 4 tokt
D-4	22	Solbergbukta	Sommertokt, 6 tokt	LØ-1	67	Langøya	Sommer- og vintertokt, 10 tokt



På samtlige stasjoner ble det samme prøveprogrammet gjennomført, se Tabell 4-2.

**Tabell 4-2** Gjennomført prøveprogram på stasjonene

Parameter	Dyp
Konduktivitet	0 – ca. 2 m over bunn
Temperatur	0 – ca. 2 m over bunn
Oksygen	0 – ca. 2 m over bunn
Oksygenprøve	2 m over bunnen
Vannprøve alger	0 – 3 m
Håvtrekkprøve alger	0 – 2 m
Siktedyp	-
Vannprøve kjemi	2 m
	20 m

I tillegg benyttes det opplysninger fra andre algeanalyser. Dette er prøver som Oceanor har samlet inn og undersøkt i annen sammenheng (ukentlige prøver fra Haslau i Singlefjorden og Grensebøye 2 i åpent farvann), og det er brukt opplysninger fra Mattilsynets program for skjellovervåking.

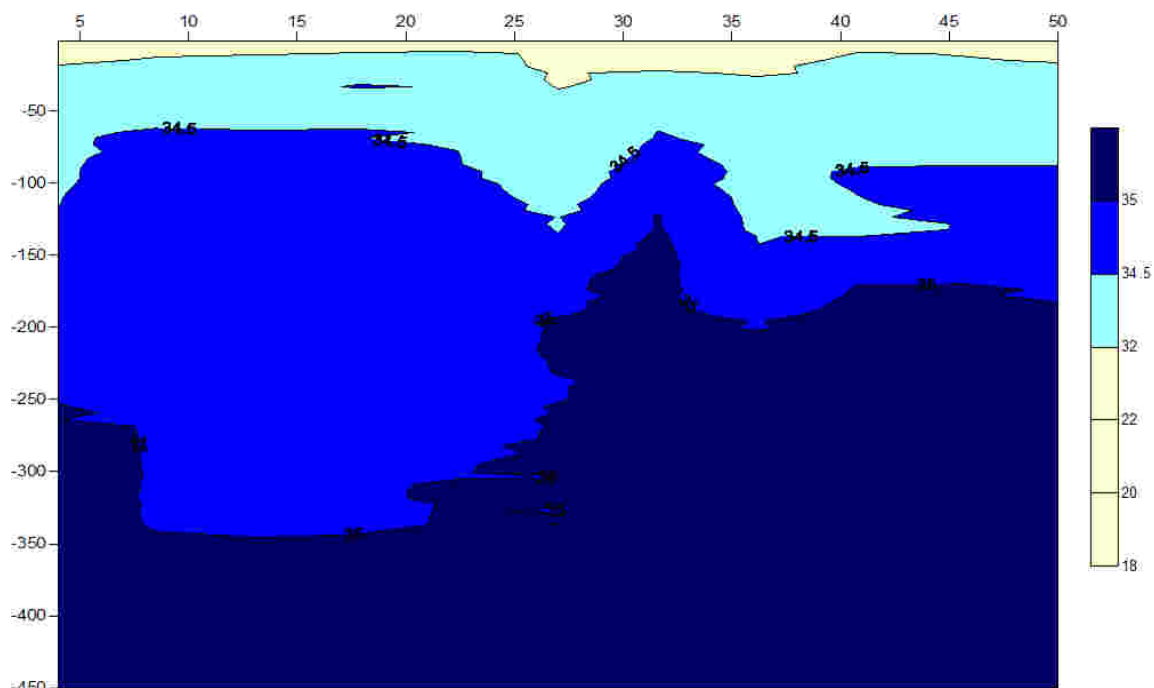
## 4.2 Hydrografi

Vannmassene i Ytre Oslofjord er inndelt i fire hovedvannmasser (Anon, 1996):

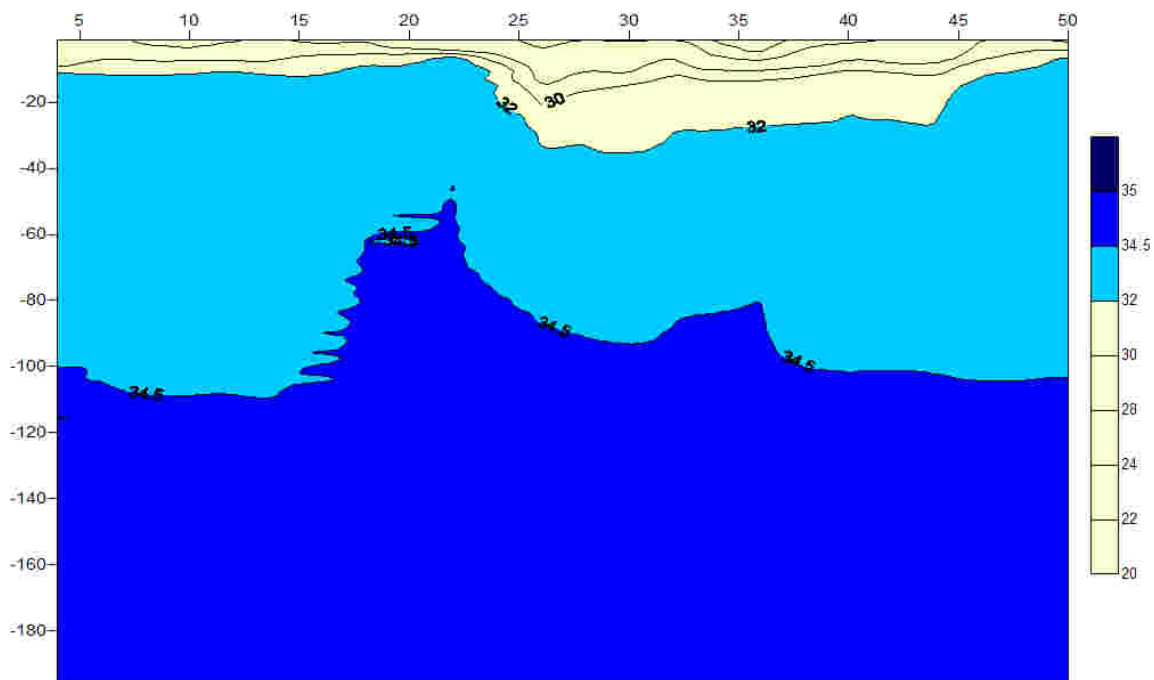
- Brakkvann med saltholdighet lavere enn 25 psu og temperaturer mellom  $-1^{\circ}$  og ca  $23^{\circ}\text{C}$ . Dette dannes av lokale ferskvannstilførsel og viser størst mektighet i perioder med stor vannføring.
- Skagerrak kystvann med saltholdighet mellom 25 og 32 psu. Dette er hovedsakelig en blanding av Østersjøvann, overflatevann fra Kattegat, vann fra sørlige/sentrale Nordsjøen og med innblanding av lokalt ferskvann.
- Skagerrakvann med saltholdighet mellom 32 og 35 psu. Dette deles ofte inn i to:
  - Øvre: med saltholdighet mellom 32 og 34,5 psu. Opprinnelsen er sørlige Nordsjøen, men blandes også med vann fra Østersjøen/Kattegat og noe lokalt ferskvann.
  - Nedre: med saltholdighet mellom 34,5 og 35. Opprinnelsen er hovedsakelig fra sørlige Nordsjøen.
- Atlantisk vann med saltholdighet over 35 psu.

Figur 4-1 viser utbredelsen av vannmassene på stasjon OF-1 Torbjørnskjær i 2004. Innstrømmingen av atlantisk vann i perioden mellom uke 20 og uke 30 kan observeres under ca 120 m dyp. Dominerende vannmasse i vertikal utbredelse i første halvår er nedre Skagerrakvann, mens atlantehavsvann dominerer i siste halvdel av 2004.





**Figur 4-1** Utviklingen av saltholdighet på stasjon OF-1 Torbjørnskjær gjennom 2004. Horizontal akse angir ukenummer. Fargekode tilsvare inndelingen i vannmasser beskrevet over.

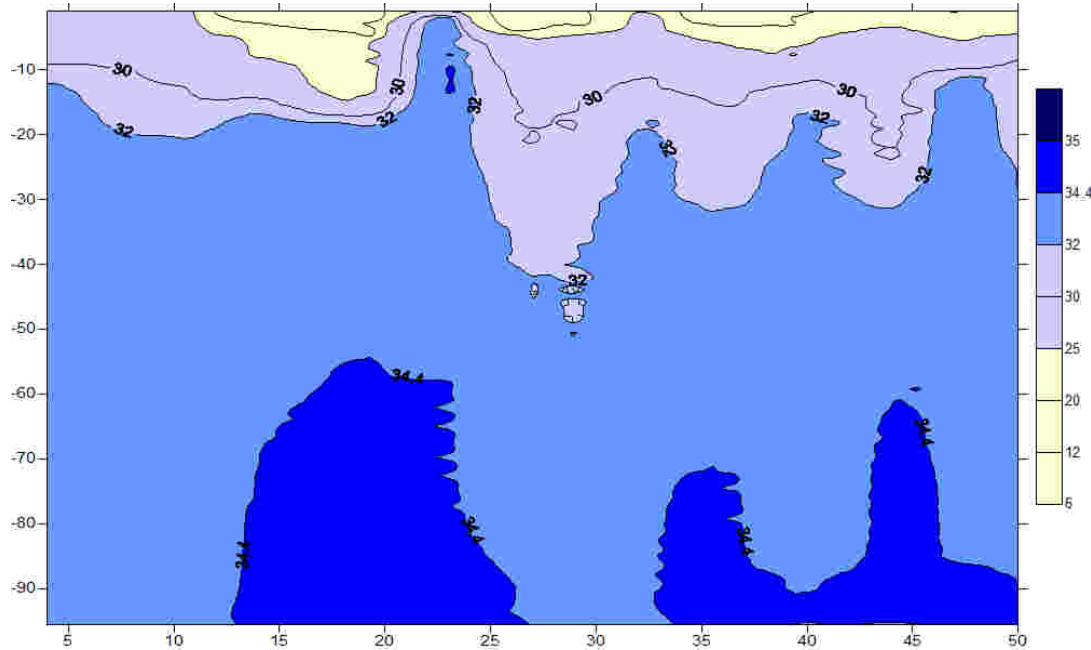


**Figur 4-2** Utviklingen av saltholdighet på stasjon OF-5 Breiangen gjennom 2004. Horizontal akse angir ukenummer. Fargekode tilsvare inndelingen i vannmasser beskrevet over.



I Breiangen ble det ikke observert atlantisk vann i 2004 (Figur 4-2). Største dyp på terskelen inn til Breiangen ligger på ca 100 m, mens atlantisk vann i følge våre observasjoner lå dypere enn dette gjennom året. I løpet av året skjedde det en del innstrømninger av nedre skagerrakvann.

Denne innstrømmingen kan man også observere på data fra de lokale resipientene som er atskilt fra hovedfjorden med terskler i ulike dyp (se Figur 4-3). På stasjon S-9 Haslau ser man at Skagerrak vannet når helt opp i overflaten i juni 2004.



**Figur 4-3** Utviklingen av saltholdighet på stasjon S-9 Haslau i Singlefjorden gjennom 2004. Horisontal akse angir ukenummer. Fargekode tilsvarende inndelingen i vannmasser beskrevet over.

### 4.3 Oksygenforhold

Oksygen tilføres sjøvannet fra atmosfæren og ved algenes fotosyntese. Innstrømmende vann fra utenforliggende områder kan ha høyere oksygenmetning enn vannet det erstatter. Oksygenet forbrukes ved nedbrytning av organisk materiale. Dette kan enten tilføres fra lokale landbaserte kilder, ved nedsynking av marint produsert organisk materiale eller organiske partikler som tilføres med vannmassene fra Nordsjøen eller Kattegat/Østersjøen.

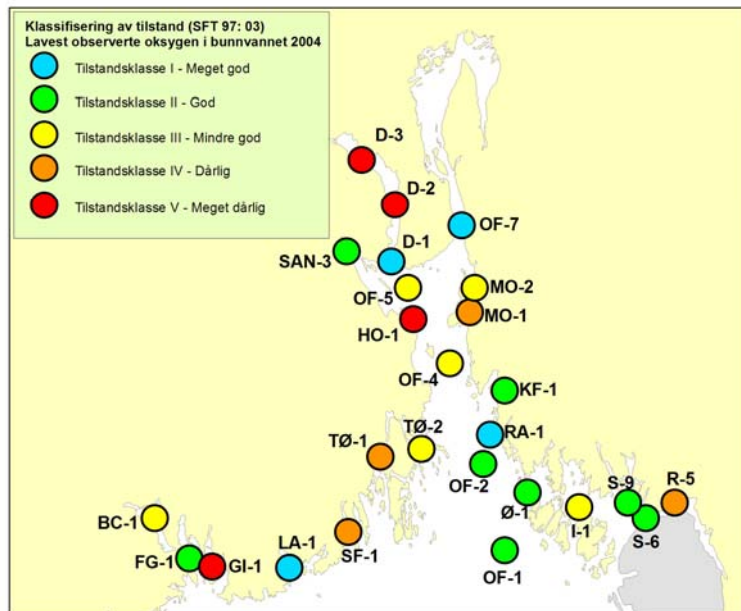
Lokale tilførsler fra land har økt som følge av økt vannføring de siste 10 år (RID data, Aquateam, div rapporter fra 2000 til 2004) og langtransporterte tilførsler har i følge Kystovervåkingen økt de siste 10 årene (NIVA, 2002). I enkelte lokale resipienter som for eksempel Mossesundet og Sandebukta er det store mengder organisk materiale i sedimentet fra eldre tilførsler som medfører et betydelig oksygenforbruk. Disse resipientene kan imidlertid betraktes som spesialtilfeller og forbruksraten av oksygen i en resipient er vanligvis en god indikasjon på lokale og langtransporterte tilførsler av organisk materiale.

Lave oksygenverdier i vannmassene i Ytre Oslofjord observeres hovedsakelig ved bunnen i terskelbassenger og i tilknytning til sprangsjiktet (30 – 50 m dyp) hvor synkende organisk materiale kan akkumulere.

#### 4.3.1 Oksygen i bunnvann

Kriteriene for oksygen i bunnvann i SFTs veiledning (SFT 97:03) for klassifisering av vannkvalitet ble benyttet som grunnlag for en vurdering av tilstanden på 26 faste stasjoner (Figur 4-4).

Tilstanden i 2004 fremstår som noe redusert sammenlignet med tidligere år, spesielt i hovedfjorden. Tilstanden på OF-1 og OF-2 tilsvarte *II-God* i 2004, mens den tidligere år har vært *I-Meget god*. På stasjon OF-4 ble tilstanden endret to klasser fra *I-Meget god* til *III-Mindre god*. Også på OF-5 gikk oksygenmetningen i bunnvannet ned, men dette førte ikke til endret tilstandsklasse (Figur 4-4 og Figur 4-5).



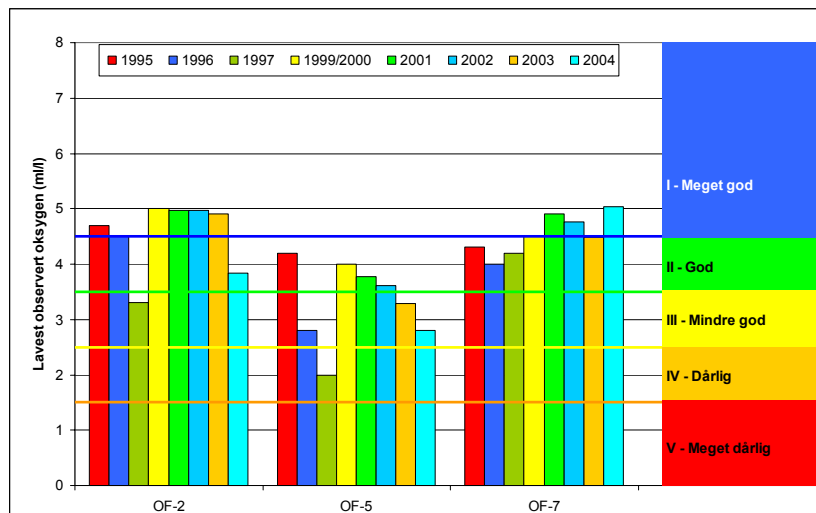
**Figur 4-4** Klassifisering av vannkvalitet på stasjoner i Ytre Oslofjord på grunnlag av lavest observerte oksygenverdi i løpet av toktene 2003.

#### Hovedfjorden

Figur 4-5 viser lavest observerte oksygenverdi i Rauøybassenget (OF-2), Breiangen (OF-5) og Drøbaksundet (OF-7) i perioden 1995 – 2004. Etter 1997 har tilstanden i ytre område vært relativt stabil lik tilstandsklasse *I-Meget god* fram til 2003, mens det observeres en markert nedgang i 2004 til *II-God*. I Breiangen har det vært en jevnt nedadgående trend siden 1999/2000, mens stasjonen i Drøbaksundet har variert noe mellom tilstandsklasse *II-God* og *I-Meget god*.



## OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD; SAMLERAPPORT



**Figur 4-5** Lavest observerte oksygenverdi i tre terskelbassenger i hovedfjorden i perioden fra 1995 til 2004 (data før 2001 fra Aure & Danielsen, 2001, 1999, 1998).

De observerte variasjonene i perioden fra 1995 har generelt sammenheng med hyppigheten av utskiftning av bassengvannet og kvaliteten til de innstrømmende vannmassene. I perioden med nedadgående oksygenverdier i Breiangen har de lokale tilførsler blitt betydelig redusert som følge av redusert vannføring i elven.

Normalt er det en stor innstrømming av vann til hovedbassengene i Ytre Oslofjord hvert år. Denne skjer i perioden seinhøst til vinter. De lavest observerte nivåene i bassengene i 1996/1997 skyldtes liten til ingen innstrømming av vann i samme periode (Aure & Danielsen, 1999).

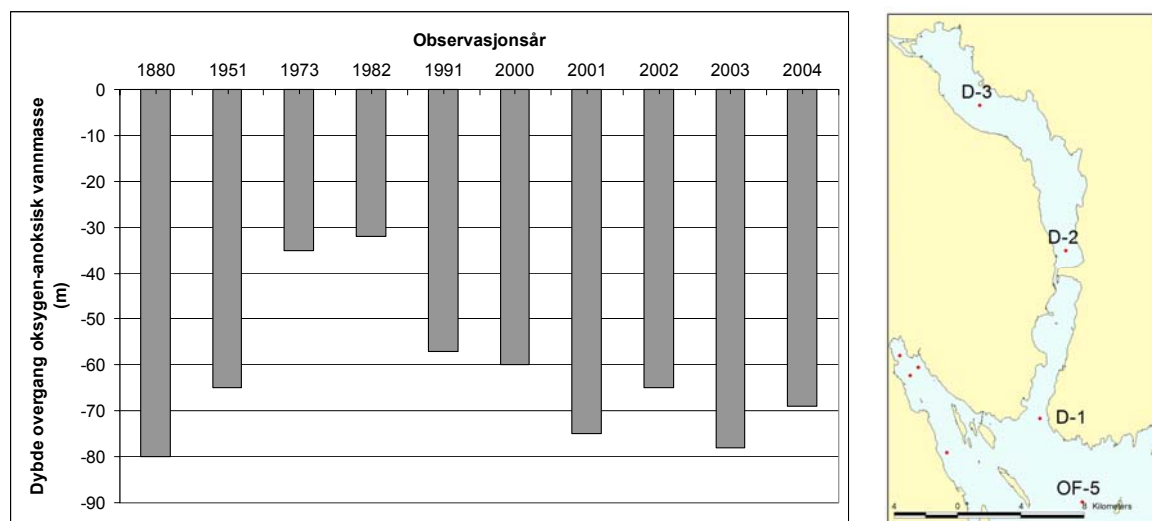
Utskiftningen av bassengvann i 2001 – 2004 har generelt fulgt det normale mønsteret med en større innstrømming i vinterhalvåret og enkelte mindre innstrømninger i løpet av året. I 2001 hadde det vært en stor innstrømming av atlantisk vann med høyt oksygennivå under ca 30 – 50 m i hele Ytre Oslofjord området. En tilsvarende innstrømming har ikke blitt observert i årene etterpå.

### Oksygenforholdene i de lokale bassengene

Lokale resipienter med begrenset vannutskiftning og redusert oksygennivå i bassengvannet er:

- Ringdalsfjorden – Iddefjorden
- Singlefjorden – Hvalerområdet
- Mossesundet
- Drammensfjorden
- Horten havn
- Vestfjorden ved Tønsberg
- Grenlandsområdet

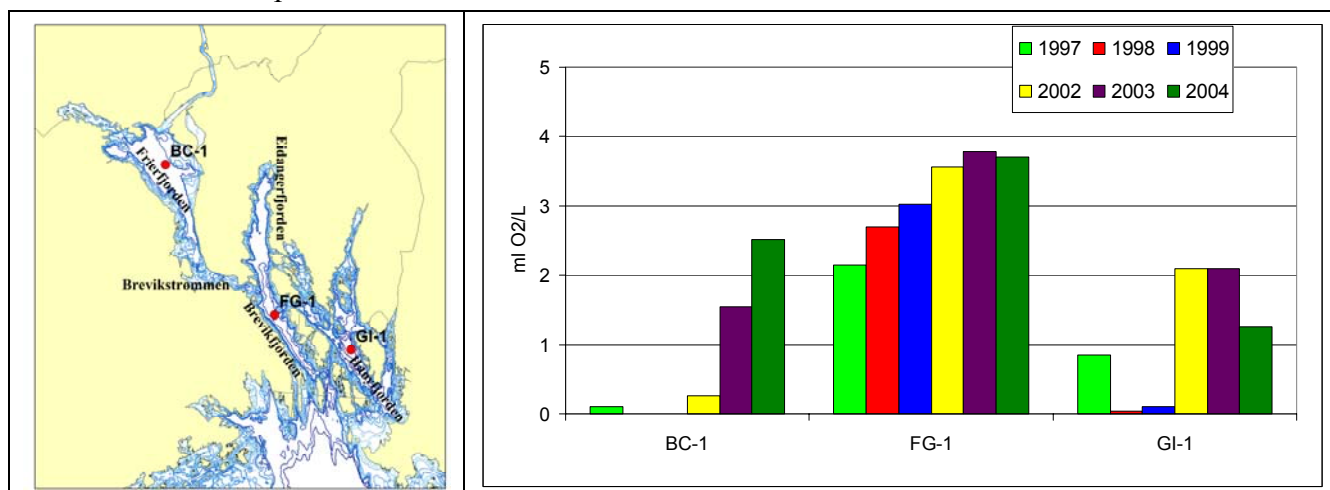
Drammensfjorden (D-2 og D-3) og muligens indre Horten havn (HO-1) er naturlig anoksiske områder hvor utskiftningen av bassengvannet skjer for sjelden og/eller hvor volumet som skiftes ut ikke er tilstrekkelig til å opprettholde gode oksygenforhold, selv om bassengent bare hadde mottatt naturlige tilførsler. Det er tidligere foreslått å benytte dypeste observasjon av oksygenholdig vann som indikator for tilstanden til Drammensfjorden (NIVA, 2000) (se Figur 4-6).



**Figur 4-6** Dypest observerte oksygenholdige vannmasse i Drammensfjorden innenfor terskelen ved Svelvik. Data fra før 2001 er hentet fra NIVA (2000) og fra Braarud et al. (1958).

Basert på tilgjengelige data synes det å ha vært en markert bedring fra 1970 til 2000, mens tilstanden etter 2000 synes å være stabil.

Også i Grenlandsområdet er det observert en betydelig bedring i oksygenforholdene fra 70-tallet til slutten av 90-tallet (Figur 4-7). Data fra Frierfjorden (BC-1) og Håøyfjorden (GI-1) fra 70-tallet viste langvarige oksygenfrie forhold med høyt nivå av hydrogensulfid (NIVA, 1979; 1991a; 1991b), mens det i løpet av perioden 2002 – 2004 ikke har vært observert anoksiske forhold. Dette kan imidlertid ha forekommet senere på høsten etter siste tokt som går i midten/slutten av september i dette området.

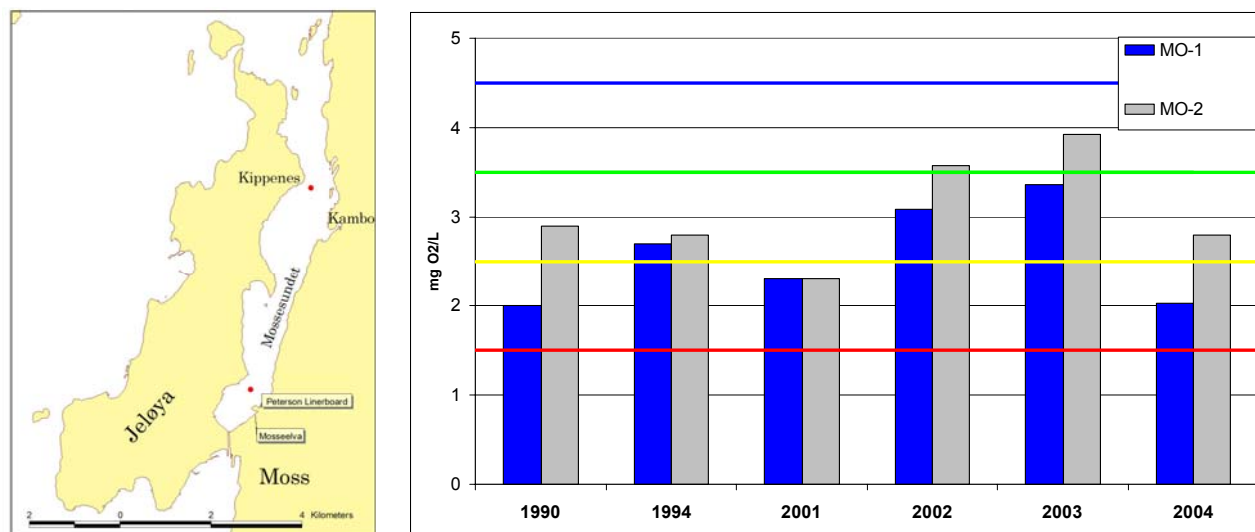


**Figur 4-7** Lavest observerte oksygenivå i dypvannet på stasjoner i Frierfjorden – Langesundområdet 1988-2003. Data før 2002 er hentet fra NIVA (1999; 2000).

Figur 4-8 viser utviklingen i lavest observerte oksygenivå i bunnvannet i Mossesundet i perioden 1990m til 2004. Det er ikke funnet data for situasjoner fra 70-tallet eller tidligere. Stasjonen MO-2 ligger i den dypeste partiet av terskelbassenget (102 m), mens MO-1 ligger

betydelig grunnere på ca 46 m dyp. Lavest observerte oksygenverdi i bunnvannet viser samme variasjon mellom årene på begge stasjonene, men det er betydelig lavere verdier på den innerste grunne stasjonen MO-1. Tidligere undersøkelser har konkludert at denne forskjellen skyldes store mengder organisk materiale i sedimentet fra tidligere utslipp av trefiber som fører til høyt oksygenforbruk lokalt.

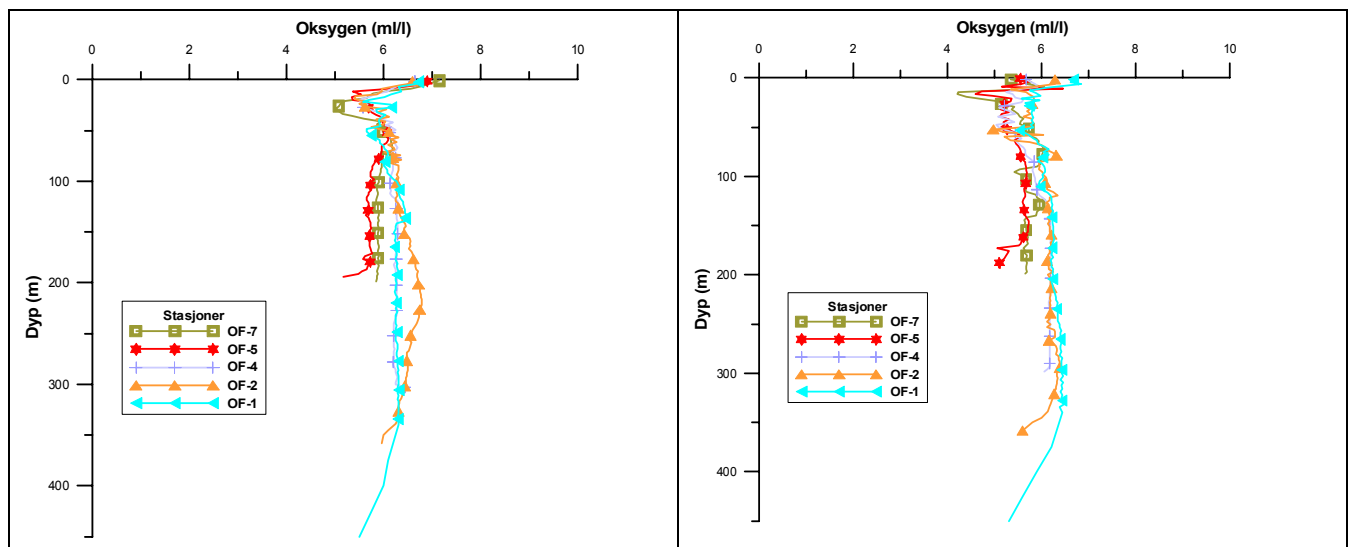
Det kan ikke observeres noen bedring i oksygenivået på de to stasjonene i denne perioden. De største tilførselene av næringssalter og organisk materiale til Mossesundet kommer med Mosseelva. Største kilde er landbruk og bakgrunnsavrenning, mens industri er den tredje største kilden og betydelig mindre enn landbruk. Utviklingen er sammenlignbar med Vestfjorden ved Tønsberg (se DNV, 2004) hvor landbruk også er største tilførselskilde.



**Figur 4-8** Lavest observerte oksygenverdi 2 m over bunn på to stasjoner i Mossesundet. Data fra før 2001 er fra DNV (1996) og DNV (1991)

### 4.3.2 Oksygen i vannmassene

Organisk materiale som synker nedover i vannmassene vil i perioder med markert tetthetssjiktning akkumulere i disse sjiktene. Under nedbrytningen forbrukes oksygen og dette gir et lokalt oksygenminimum som i Ytre Oslofjord ofte ligger rundt 20 – 50 m. Dette observeres både i de lokale resipientene og i hovedfjorden. Dette er mest markert på sensommeren – høsten etter oppblomstringen av planktonalger, men var mindre utpreget i 2004 enn tidligere år (Figur 4-9). På enkelte av stasjonene ligger oksygenverdien i vannsøylen lavere enn i bunnvannet i terskelbassenget.



**Figur 4-9** Oksygenprofiler fra stasjoner i hovedfjorden av Ytre Oslofjord august (høyre) og september (venstre) 2004.

### 4.3.3 Oppsummering oksygenforhold og foreløpige konklusjoner

I de første tre årene fra 2001 til og med 2003 har tilstanden oksygennivået i bunnvannet i de åpne delene av Ytre Oslofjord generelt vært karakterisert som I-Meget god til II-God i henhold til SFTs tilstandsklasser. Imidlertid har det i hele undersøkelsesperioden vært en nedadgående trend noe som i 2004 førte til at flere av stasjonene i hovedfjorden ble karakterisert med en til to tilstandsklasser dårligere. I den samme perioden har de lokale tilførslene gått betydelig ned som følge av redusert avrenning fra land. Dette bygger opp under teorien at redusert hyppighet av utskiftning av bassengvannet er viktigste årsak til tilstanden sammen med at innstrømmende vann har hatt lavere oksygennivå enn det atlantiske vannet som strømmet inn vinteren 2000/2001. Dette er i samsvar med funn i tidligere undersøkelser fra 90-tallet.

I flere lokale resipienter som til dels var anoksiske på 70-tallet, har det i tidligere undersøkelser på 90-tallet vært observert en betydelig bedring. Undersøkelsene i 2001 – 2004 bekrefter denne trenden for eksempel i Grenlandsfjordene og i Mossesundet. I den naturlige anoksiske Drammensfjorden har dypet med oksygenholdig vann økt fra ca 30-40 m på 70-tallet til 60-80 m i undersøkelsesperioden.

## 4.4 Næringsalter

### 4.4.1 Sommerverdier

I vekstperioden for alge plankton vil løste næringsalter som ammonium, nitrat og fosfat i stor grad bli tatt opp av disse og normalt finnes bare i lave konsentrasjoner fra juni til september. Forhøyede verdier i overflatelaget i denne perioden tyder på lokale tilførsler eller oppstrømming av dypereliggende vannmasser. Figur 4-10 viser tilstandsklassifiseringen av stasjoner i Ytre Oslofjord for sommerperioden 2003 basert på SFT sine kriterier (SFT, 1997).

Generelt fremstår tilstanden til området i denne perioden som I-Meget god til II-God. Sammenlignet med sommer 2003 og tidligere år er imidlertid nivået av spesielt nitrat noe høyere

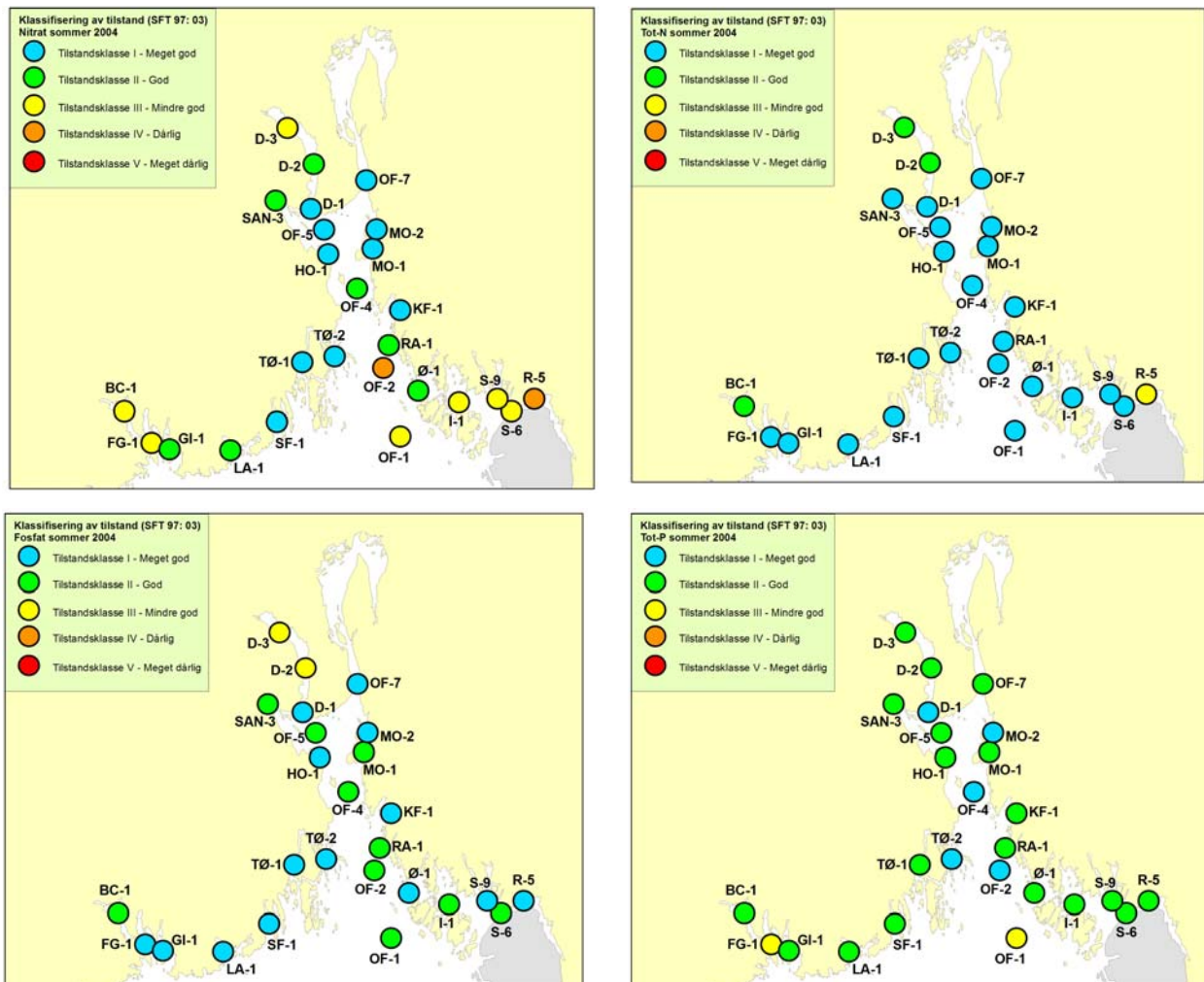


## OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD; SAMLERAPPORT

på flere av stasjonene i ytre området av hovedfjorden. Både OF-1 og OF-2 er klassifisert med redusert tilstand ved fjorårets undersøkelse. Dette gjelder i mindre grad også for fosfat hvor tilstanden til flere av stasjonene er klassifisert som *II-God* i stedet for *I-Meget god*. I forhold til total-nitrogen er situasjonen den motsatte med bedre tilstand på flere av stasjonene også i de lokale resipientene.

Også i 2004 var tilstanden noe redusert på de lokale resipientene Hvaler-Ringdalsfjorden, Drammensfjorden og Grenlandsområdet sammenlignet med hovedfjorden, mens tilstanden i Vestfjorden ved Tønsberg og i Sandebukta var sammenlignbar med ytre område.

Første tokt sommer 2004 ble forskjøvet frem fra begynnelsen av juni til slutten av mai. Konsentrasjonen av bl.a. nitrat på stasjonene i hovedfjorden var spesielt høyt på første og siste tokt, men det ble også observert relativt høye verdier på enkelte av de andre toktene i løpet av sommeren.



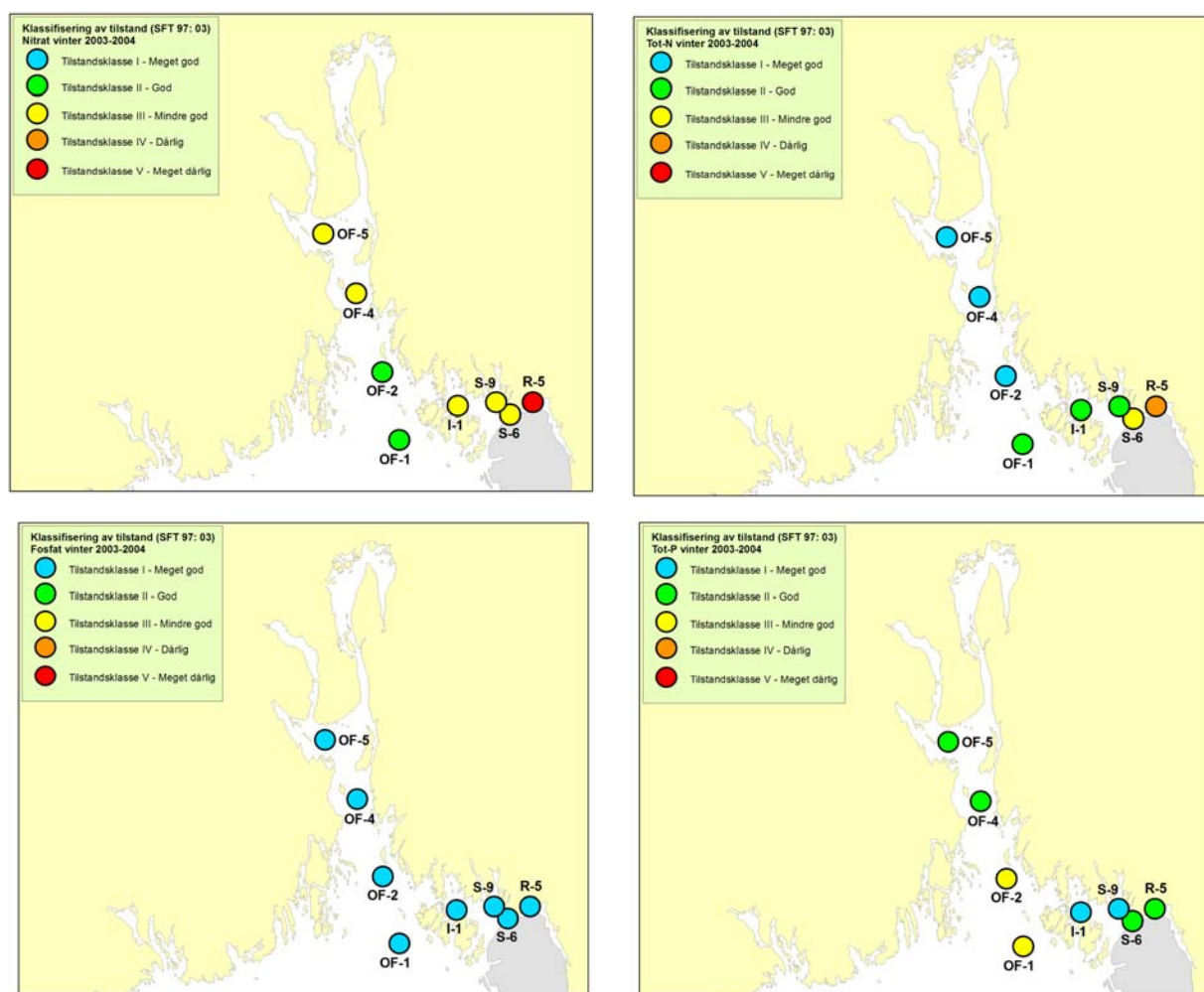
**Figur 4-10** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i Ytre Oslofjord på grunnlag av medianverdien fra analyser av nitrat, totalnitrogen, fosfat og totalfosfor av seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (mai-september) 2004





#### 4.4.2 Vinterverdier

Også vinterverdiene av nitrat var høyere i for vinteren 2003/2004 enn forrige vinter 2002/2003. Dette gjelder både hovedfjorden og i Hvalerområdet og Ringdalsfjorden. Tilstanden til området fremstår for dette året som *II-God* til *III-Mindre god* (Figur 4-11). Tilstanden i 2003/2004 er derfor mer sammenlignbar med situasjonen den foregående vinteren 2001/2002.



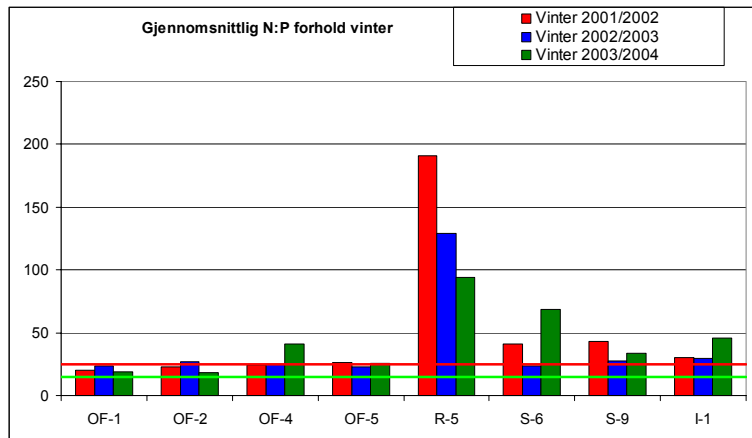
**Figur 4-11** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i Ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av næringsalter fra tre vannprøver tatt i løpet av vintersesongen 2003/2004 (desember-februar)

#### 4.4.3 N/P forhold

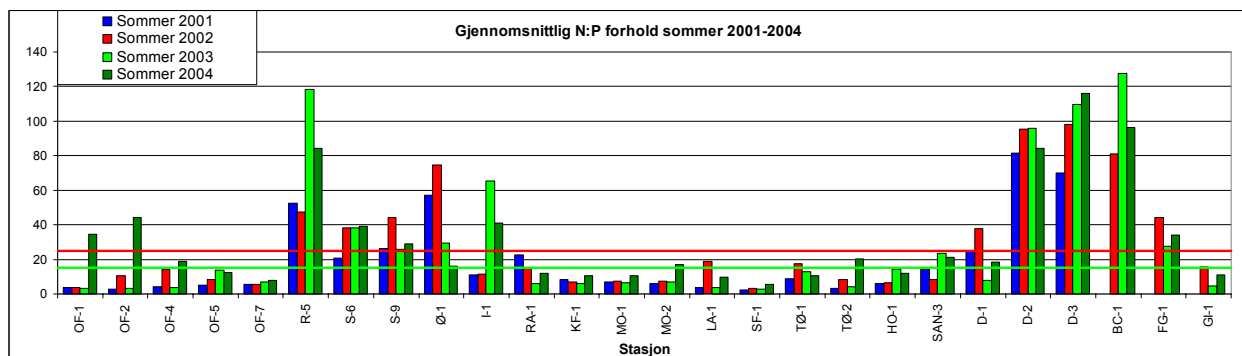
Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrogen- og fosfor-innholdet i planteplanktonet angis ved Redfield-forholdet som uttrykt i atomer er N:P = 16:1. Forholdstallet mellom de tilsvarende næringsaltene i havet er totalt ca. 15:1. Store avvik fra dette forholdet, spesielt i vinterverdiene, kan tyde på lokale tilførsler eller andre lokale forhold som remineralisering i oksygenfattig dypvann.

## OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD; SAMLERAPPORT

OSPAR arbeidsgruppe innen eutrofiering angir et forholdstall større enn 25 (50% økning) basert på vinterverdiene som kriterium for betydelig avvik fra normale verdier. Slike avvik finner man på typisk ferskvannspåvirkede områder i Ytre Oslofjord både i vinterperioden og sommerperioden (Figur 4-12 og Figur 4-13).



**Figur 4-12** Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrat og fosfat i overflatevann fra prøver tatt i februar, november og desember 2001 og vinter 2002/2003. Rød linje markerer forholdstall 25 og grønn Redfield-forholdet 16



**Figur 4-13** Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrat og fosfat fra prøver tatt på 2m dyp på seks tokt hver av somrene 2001 - 2003. Rød linje markerer forholdstall 25 (50% avvik) og grønn markerer Redfield-forholdet 16.

#### 4.4.4 Oppsummering næringsalter og foreløpige konklusjoner

Tilstandsvurderingen av området basert på konsentrasjonen av næringsalter i vannmassene har variert til dels betydelig mellom de fire årene i undersøkelsesperioden. Dette gjelder både vinterverdier og sommerverdier. I de lokale resipientene kan dette til dels forklares med variasjoner i de lokale ferskvannstilførsle mellom år og sesonger.

Lokal tilførsler fra elvene fører til store avvik i N:P forholdet lokalt. Dette gjelder spesielt Ringdalsfjorden – Singlefjorden – Hvalerområdet, Drammensfjorden og Grenlandsområdet. Sommer 2004 ga relativt høye verdier av nitrat et betydelig avvik i N:P forholdet, spesielt for stasjonene i hovedfjorden.

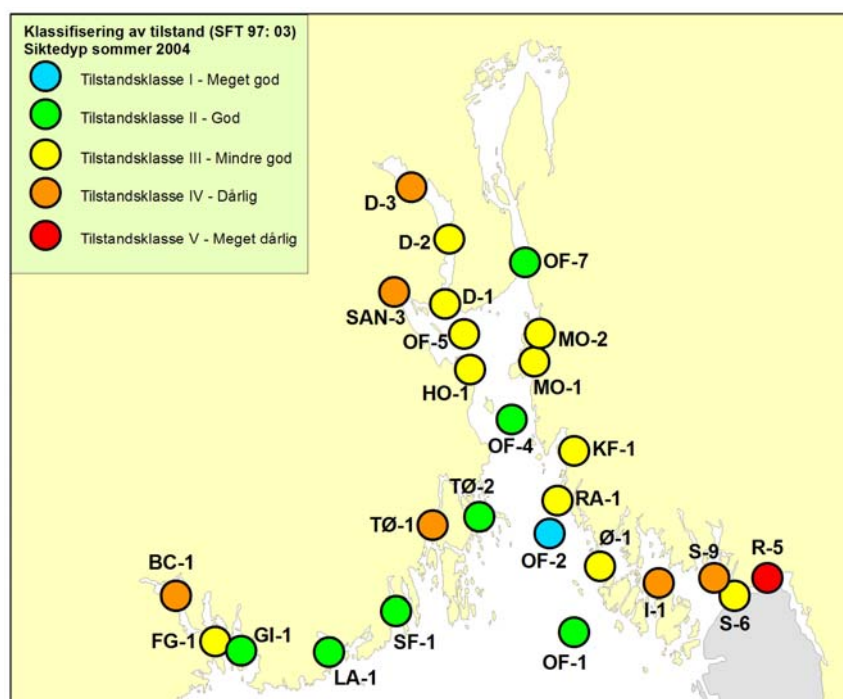
## 5 SIKTEDYP

Siktedypet kan erfaringsmessig uttrykkes som en funksjon av vannets innhold av fargestoffer, organiske og uorganiske partikler. Planktonalger inngår som en del av de organiske partiklene, men det er generelt ingen klar sammenheng mellom mengde alger og siktedyp i Ytre Oslofjord. Humus og andre typer partikler spiller en betydelig rolle i enkelte av de lokale resipientene.

Medianverdien av siktedyp-observasjonene i løpet av sommeren er benyttet som grunnlag for å klassifisere tilstanden i fjorden (Figur 5-1). Hovedfjorden er karakterisert som *II-God* til *III-Mindre god*. Siktedypet økte på de fleste stasjonene i denne delen av fjorden sammenlignet med 2003. Den samme tendensen kan man se i de lokale resipientene med bedre siktedyp og tilstandsklassifisering. I Ringdalsfjorden som er sterkt påvirket av humusrikt ferskvann fra Tista, tilsvarer forholdene *IV-Dårlig* til *V-Meget dårlig*.

I Vestfold og Grenland var situasjonen sammenlignbar med 2003.

Det er generelt dårligst forhold i typisk ferskvannspåvirkede områder.



**Figur 5-1** Klassifisering av tilstand i henhold til SFT 97:03 basert på medianverdien seks observerte siktedyp i løpet av sommeren 2002 (juni-september).



## 6 PLANKTONALGER

### 6.1 Bakgrunn

I tidligere rapporter om vannkvaliteten (se DNV, 2004) er det beskrevet hvilken rolle planteplanktonet har i vannmassene og hvordan forekomstene kan gi et bilde på graden av eutrofiering. Algene er primærprodusenter og står derfor sentralt i forhold til eutrofiering. I vannmasser med et stabilt overflatelag vil tilførsel av næringssalter gi betingelser for økt algevekst i form av økt antall algeceller. Erfaringene fra Norge og andre land er at områder med ekstra tilskudd av næringssalter i gjennomsnitt får høyere algekonsentrasjoner enn i upåvirkede områder. Sammenliknet med mer næringsfattige områder er primærproduksjonen pr. mengdeenhet av alger også normalt høyere i overgjødlede områder, og det kan bli en endring i artssammensetningen. Det er for eksempel en rekke observasjoner internasjonalt av økt forekomst av små kiselalger i overgjødlede brakkvannsområder. I rapporten om vannkvalitet i 2003 (DNV, 2004) ble det gjort forsøk på justere tidligere regionale inndelinger i Ytre Oslofjord basert på slike forskjeller.

I SFTs veiledning i gjennomføring av resipientundersøkelser (SFT, 2002) er algeproduksjonen nevnt som en målparameter som kan indikere stadier av eutrofiering. OSPAR-kommisjonens eutrofieringskomite (EUC) har lagt vekt på å vurdere planteplanktonet, spesielt navngitte indikatorarter, i forbindelse med å identifisere primæreffektene av eutrofiering. Planteplanktonmaterialet fra Ytre Oslofjord er omfattende, men tidligere erfaringer fra mange års algeanalyser fra to faste stasjoner på Østfoldsiden (Oceanor, upubliserte data) har vist at det er store forskjeller fra år til år i hvilke alger som gir oppblomstringer og når oppblomstringene kommer.

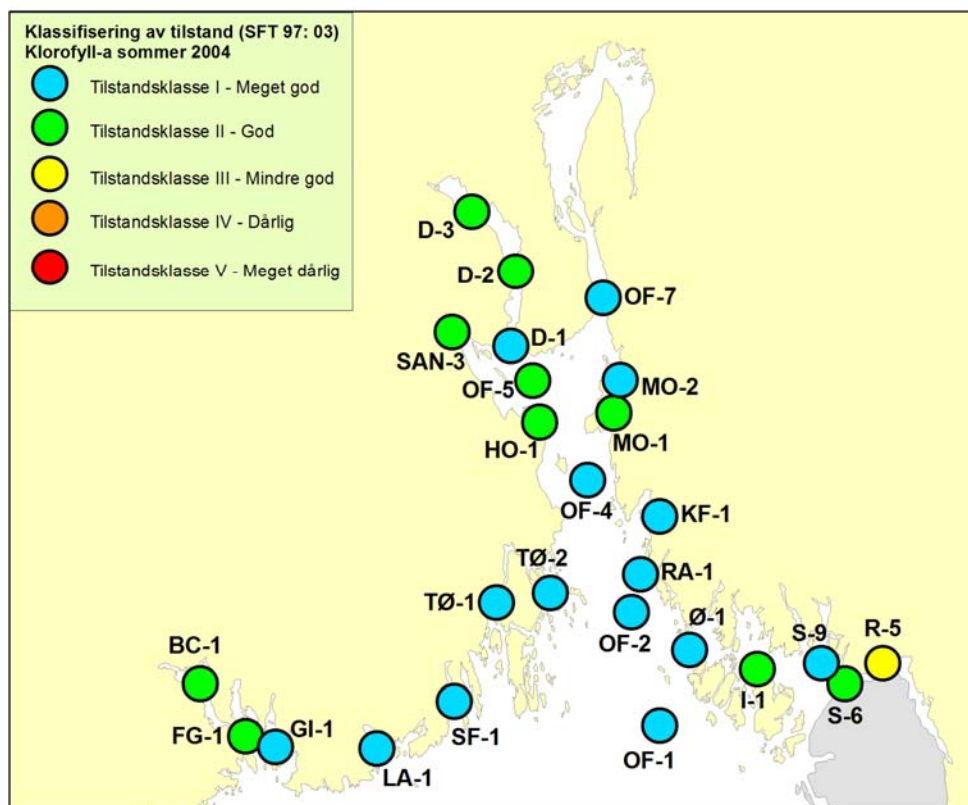
Algematerialet fra 2004 bekreftet i store trekk observasjonene i 2001, 2002 og 2003. En ny observasjon i 2002, som gjentok seg i 2003, var store forekomster av den lille kiselalgen *Chaetoceros throssenii* som i 2002 for første gang i Norge ble dokumentert i oppblomstringskonsentrasjoner, med en stor oppblomstring i slutten av september i brakkvannsområdene i Østfold, Drammensfjorden og Grenlandsfjordene. Oppblomstringer av små *Chaetoceros*-arter og andre små kiselalger er beskrevet som karakteristisk for eutrofierte brakkvannsområder i USA og er dokumentert i Nordåsvannet i Bergen mens området enda ble tilført avløpsvann til overflatelaget fra tettbebyggelsen i Fana (Tangen 1974). Det er derfor av spesiell interesse å se om *Chaetoceros throssenii* etablerer seg i området og gir gjentatte oppblomstringer slik det tidligere er kjent for dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* i Oslofjorden. Denne arten som nå er en karakterart i Oslofjorden, ble dokumentert for første gang i Norge under en stor oppblomstring i ytre Oslofjord i 1979 (Tangen 1980) og har senere spredt seg og gitt massive oppblomstringer i Østersjøområdet og i fjorder på Vestlandet.

OSPAR har foreløpig ikke beskrevet vurderingskriteriene for indikatorartene eller algesamfunnene ellers. Slike kriterier er heller ikke beskrevet i SFT's veiledning for klassifisering av miljøtilstand (SFT, 1997) eller i veiledningen for gjennomføring av resipientundersøkelser. I påvente av at det utvikles numeriske metoder eller andre vurderingskriterier for sammenligning av planteplanktonbestander må vurderingene derfor gjøres på faglig skjønn. Dette har vært gjort i stor utstrekning i undersøkelser fra Oslofjorden siden 1930-tallet (Braarud & Bursa, 1939), i den store Oslofjordundersøkelsen i 1960-årene (Braarud & Nygaard 1967) og i rutineundersøkelser i 1970- og 1980-årene. I materialet fra 2002 ble det

forsøkt å evaluere noen indikatorarter spesielt. Dette var dinoflagellatslekten *Dinophysis* som ellers er mest kjent for å produsere toksiner som akkumuleres i skjell, men som OSPAR har nevnt som en mulig indikator på eutrofiering. Disse algene ble omtrent ikke funnet i de antatt mest eutrofierte områdene i Østfold, men er vanlige med relativt høye celletall i Vestlandsfjordene og lokalt en rekke andre steder uten at de kan settes i forbindelse med eutrofiering. Basert på resultatene fra 2002 og observasjonene i 2003 ble det derfor konkludert med at *Dinophysis* i Norge ikke kan regnes som en klar indikator på eutrofiering. Store konsentrasjoner av disse algene i Norge ser ut til å ha sammenheng med spesielle naturgitte forhold.

## 6.2 Klorofyll-a

Klassifiseringen av miljøtilstand (SFT, 1997) basert på sommerverdiene av klorofyll-*a* er vist i Figur 6-1. Biomasseverdiene (klorofyll-*a*) var gjennomgående lavere i 2004 enn i 2003 som igjen var lavere enn de to foregående årene. Dette førte til at tilstanden på de fleste stasjonene ble klassifisert som *I-Meget god* til *II-God*.



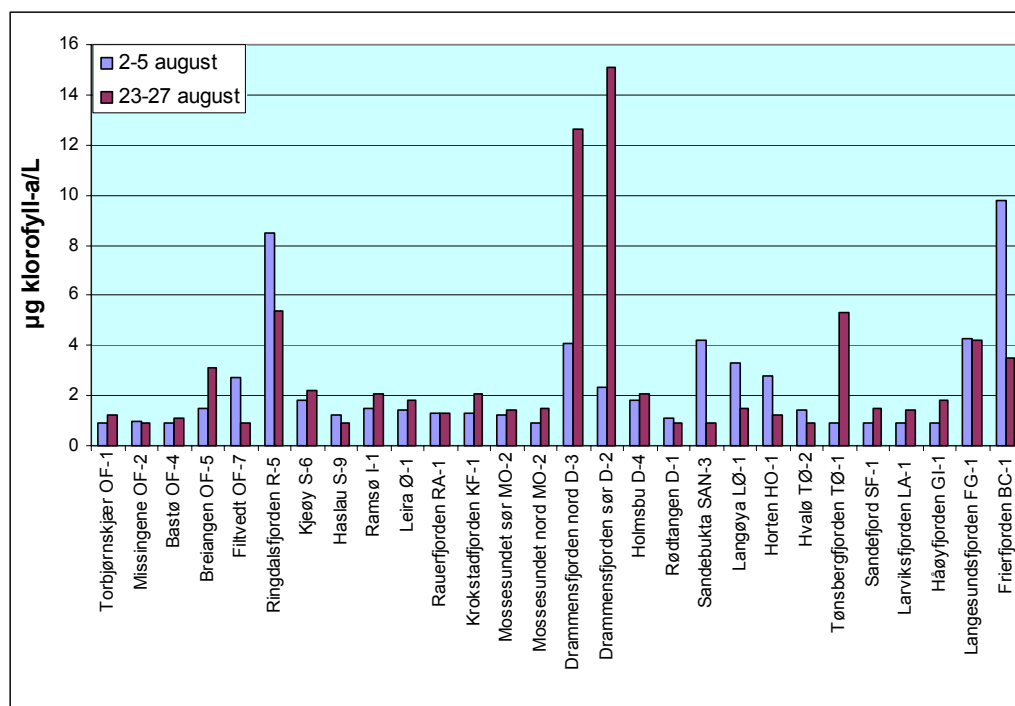
**Figur 6-1** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i Ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av klorofyll-*a* fra seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (mai-september). Det foreligger ikke kriterier for vannmasser med lav saltholdighet (< 20 PSU). Kriteriene for ferskvann avviker imidlertid lite fra sjøvannskriteriene og de aktuelle stasjonene (R-5, S-6, S-9, I-1, Grenlandsfjorden og Drammensfjorden) er klassifisert i henhold til sjøvannskriterier



### 6.3 Kvantitativt viktige oppblomstringer.

Som i tidligere år var det en del alger som er observert i høye konsentrasjoner. I 2004 var dette arter som er omtalt spesielt i tidligere rapporter. *Chaetoceros thronsdonii* var en markert alge i 2004 slik som i 2003 etter at den først kom i blomstringsmengder i 2002. Denne arten ser ut til å ha etablert seg som en karakterart for brakkvannsområdene i Østfold, Drammensfjorden og Grenland. *Cyclotella choctawhatcheana*, *Diatoma elongatum*, *Chaetoceros wighamii* og dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* har ikke vært så fremtredende i 2004 som i tidligere år etter at alle disse har hatt massive oppblomstringer i Oslofjorden. Andre arter som har hatt liten betydning i 2004 inkluderer kiselalgen *Pseudo-nitzschia calliantha* (tidligere kalt *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*) som hadde en kraftig og langvarig oppblomstring i 2001 i hele sommerperioden fra begynnelsen av juni til utpå høsten og som etterhvert dekket hele Oslofjordområdet med unntak av de indre delene av Drammensfjorden. Denne algen ble observert bare i små mengder i 2002, men hadde lokale oppblomstringer i 2003.

Felles for disse artene er at de blomstrer opp i brakkvannsområdene og i noen tilfeller spres ut til de åpne delene av fjorden. Muligens et nytt trekk i 2004 var gjennomgående noe høyere algeforekomster i Breiangen enn tidligere. Figur 6-2 viser størrelsen av algebiomassen som klorofyll-a under oppblomstringene i august, med høye verdier i Iddefjorden, Drammensfjorden og Grenlandsfjordene, og gjennomgående lite alger i de sentrale delene av fjorden og de fleste målepunktene som ligger ut mot hovedfjorden i Østfold og Vestfold. Disse områdene har avvikende næringsstoffforhold (N/P-forhold) som antas å skyldes næringsrik avrenning fra land som gir en primær eutrofieringseffekt i overflatelaget i form av stor vekst av planteplankton.



Figur 6-2 Konsentrasjonene av klorofyll-a i 2 m dyp i august 2004.



*Skeletonema costatum* er kjent fra massive oppblomstringer i Oslofjorden, ofte etter flom og stor vannføring i Glomma og Drammenselva. Denne kiselalgen som er satt i forbindelse med overgjødning i Oslofjorden allerede i 1930-årene (Braarud & Bursa 1939) og senere kommentert i overvåkningsrapportene for 2001-2003, var det lite av i prøvene fra overvåkningsprogrammet i 2004. Andre tilgjengelige data (Fugro OCEANOR) fra ukentlig prøvetaking i Singlefjorden og i åpne områder i Ytre Oslofjord (Grensebøye 4) viste at det var en oppblomstring innenskjærs i Østfold med maksimum mellom to prøvetakinger i overvåkningsprogrammet i overgangen mai-juni.

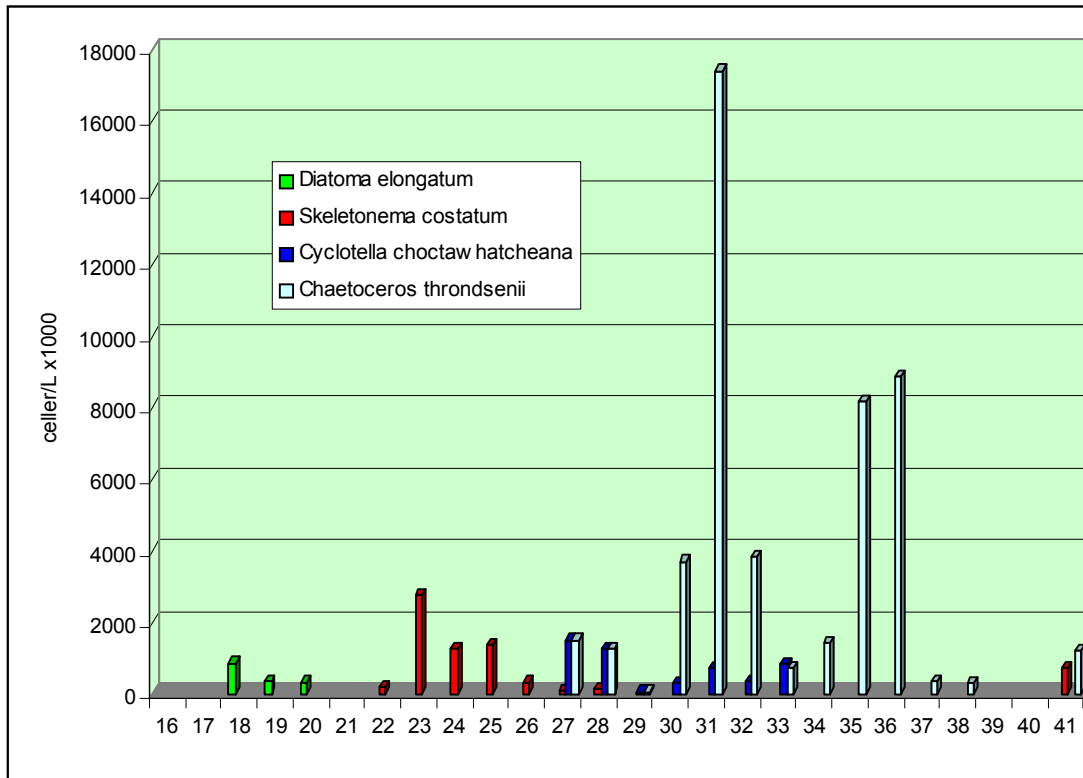
Variasjonen i Singlefjorden i Østfold av de fire kvantitativt viktige artene *Diatoma elongatum*, *Skeletonema*, *Chaetoceros thronsdeni* og *Cyclotella choctawhatcheana* er vist i Figur 6-3. Dataene er fra Oceanors ukentlige prøvetaking gjennom vekstsesongen og utfyller informasjonen en får fra toktprogrammet i overvåkingen. Som i 2003 var det en suksessjon i planteplanktonet der de nevnte artene fulgte etter hverandre med oppblomstringer gjennom hele vekstsesongen, med omtrent samme tidsutvikling som i 2003. *Diatoma elongatum* er en mye større alge enn de andre oppblomstringsalgene nevnt ovenfor, slik at celledtall på under 1 mill/L av denne arten ga høye klorofyllverdier sammenlignet med de høye celledtallene (over 10 mill/L) av *Chaetoceros thronsdeni*. Figuren gir derfor et litt feilaktig inntrykk av betydningen av de forskjellige artene i økologisk sammenheng. Disse tilleggsdataene gir imidlertid en solid bekreftelse på tidligere observasjoner av hyppige og gjerne kortvarige oppblomstringer i dette området gjennom sommer-høst-perioden.

*Chaetoceros thronsdeni* var den mest markante algearten i 2004 som i 2003 med en uvanlig lang og kraftig oppblomstring gjennom juli-august/september. Denne lille kiselalgen kom inn som et markant trekk i planteplanktonet i Oslofjorden i 2002 etter å ha vært observert sporadisk med små bestander tidligere. I 2003 og 2004 har den markert seg ytterligere som den dominerende algen, både ved den langvarige oppblomstringen og utbredelsen i hele området. Spesielt er denne algen nå en karakterart i brakkvannsområdene innenfor Hvaler, i Drammensfjorden og i Grenlandsområdet. I overgjødlede brakkvannsområder er det en rekke steder internasjonalt observert at små kiselalger kan utvikle uvanlige oppblomstringer, slik det også ble observert i Nordåsvannet i Bergen før kommunalt avløpsvann ble sanert bort fra overflaten inne i selve fjorden (Tangen 1974). Utviklingen av *Cyclotella*-oppblomstringene ser ut til å ha startet innenfor Hvaler med senere spredning til hovedfjorden og innenskjærs farvann på begge sider av fjorden.

Det er lite vi vet om krav til voksebetingelser for de enkelte artene som oppnådde oppblomstringskonsentrasjoner i 2004 (og tidligere år). Brakkvannsområdene, som fikk de spesielt kraftige oppblomstringene av *Diatoma elongatum*, *Chaetoceros thronsdeni* og *Cyclotella* med flere, viser seg å ha markert avvikende næringsstoffforhold, i den forstand at N:P-forholdet i disse områdene er høyere (inntil 60-100) enn en mener er optimalt (15-16) for de fleste artene av planteplankton. OSPARCOM anslår at et forholdstall på over 25 basert på vinterverdier som kriterium på betydelig avvik fra normaltstanden. Målingene i 2001-2004 (Figur 4-12 og Figur 4-13) viste at N:P-forholdstallet både i sommer- og vinterperioden på alle stasjonene innenfor Hvaler, de to innerste stasjonene i Drammensfjorden og de to innerste stasjonene i Grenland har svært høye N:P-forhold sammenlignet med hovedfjorden. Det er god



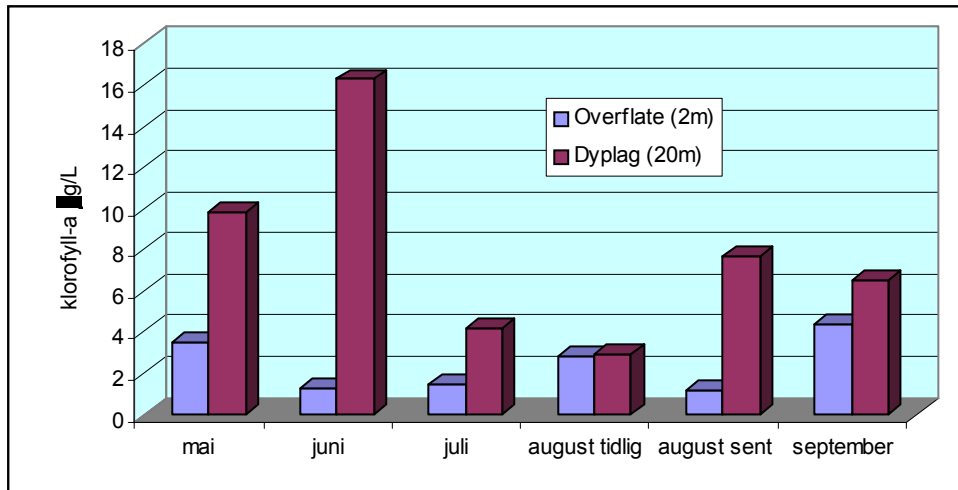
grunn til å se på ferskvannsavrenningen fra land og muligens andre utslipp i overflaten som årsaken til dette avviket.



**Figur 6-3** Vekslingene mellom dominerende arter i Singlefjorden gjennom 2004 (data fra Fugro OCEANOR). Stasjonen tilsvarer omtrent posisjonen til S-9. X-aksen representerer ukenummer.

#### 6.4 De spesielle forholdene ved Horten

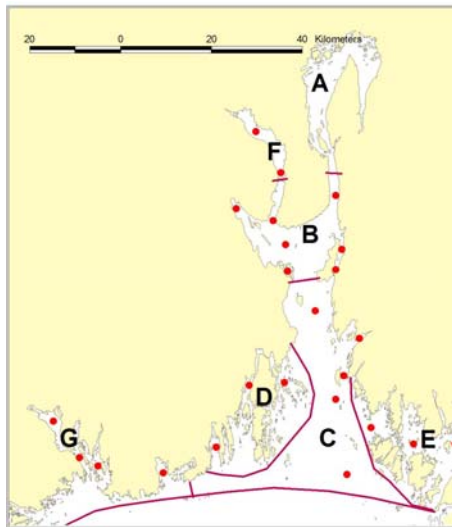
Klorofylldataene fra Hortenområdet (HO-1) skiller seg fra alle de andre målepunktene. Klorofyllverdiene var stort sett mye høyere i 20 m dyp enn i 2 m dyp (Figur 5), som er uventet og ikke forenlig med vanlige vertikalfordelinger av planteplankton der biomassen normalt er større i overflatelaget enn så dypt i vannsøylen. På dette målepunktet ble det målt lite oksygen nedover i vannsøylen og anoksiske forhold over bunnen. Forklaringen på høye klorofyllverdier i 20 m dyp er sannsynligvis at det her utvikles spesielle algeoppblomstringer i grensesjiktet mellom oksygenholdig og hydrogensulfidholdig vann. Dette er tidligere kjent fra Bunnefjorden og Hunnebunnen i Østfold under tilsvarende forhold (Braarud & Føyn 1958). Det er der påvist store bestander av av flagellater (Euglenophyceae) i grensesjiktet mellom oksygenholdig vann og anoksiske vannmasser. Ved Horten ble det også målt høye konsentrasjoner av næringssalter (f.eks. ammonium) i dette sjiktet. Her er det ikke tatt ut algeprøver for identifisering av det som gir høye klorofyllverdier. Det vil dessuten være aktuelt å sammenholde næringssaltdataene med eventuelt innlagringsdyp for kommunalt avløpsvann og i denne sammenhengen også vurdere den kjemiske effekten av endret redokspotensiale i grensesjiktet.



**Figur 6-4** Konsentrasjonen av klorofyll-a nær overflaten og i 20 m dyp ved Horten (HO-1) gjennom sommeren og høsten 2004.

## 6.5 Geografiske forskjeller i planteplanktonforekomstene – regional inndeling

I de tidligere rapportene er det gjort forsøk på en regional inndeling basert på forekomstene av planteplankton. Avgrensingen av fjordavsnittene er kommentert i forhold til nye observasjoner i 2004. Etter at vi nå har tre års data fra undersøkelser i Telemarksfjordene synes det klart at dette området skiller seg så mye fra hovedfjorden at det bør behandles som et separat avsnitt. I 2002 var forskjellene mindre, og området ble ikke skilt ut fra avsnitt C basert på resultatene det året. I 2004, slik som i 2003 var det overraskende likheter mellom brakkvannsområdene i Østfold, Drammensfjorden og Telemarksfjordene, når den geografiske avstanden tas i betraktning. Dette gjelder spesielt hvilke arter som oppnår store oppblomstringskonsentrasjoner.



**Figur 6-5** Foreløpig inndeling av Ytre Oslofjord basert på forekomster av alge plankton

### Avsnitt A. Indre fjord fra Drøbaksundet og innover.

Betingelsene for planktonalgevekst er spesielle i forhold til områdene utenfor Drøbaksundet, men vil ikke bli gjenstand for videre vurdering her.

### Avsnitt B. Breianger, mellom Drøbaksundet og snittet Moss-Horten, men ikke Drammensfjorden innefor Svelvik.

Allerede Braarud & Bursa (1939) satte høye konsentrasjoner av *Skeletonema costatum* i dette avsnittet i 1933-34 i sammenheng med effekten av kloakkutslipp, men utslagene var mindre enn innenfor Drøbaksundet (avsnitt A), antatt på grunn av fysiske faktorer. I materialet fra 1970-årene var det ingen vesentlig forskjell i konsentrasjonene av planktonalger mellom Drøbaksundet og de åpne områdene av Breianger. Området kan i en viss grad regnes som et transittområde som periodevis tilføres relativt store planktonalgebestander fra indre fjord. Også de store oppblomstringene av *Karenia mikimotoi* med

tyngdepunkt i Skagerrak kan i enkelte tilfeller omfatte Breianger (Tangen & Bjørnland 1985). Oppblomstringene av enkelte kiselalger (*Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Dactyliosolen*) i 2002 indikerte at dette er et område med gunstige forhold for algevekst, som kan skyldes hydrografiske forhold som tilfører overflatelaget næringssalter, i kombinasjon med tilførsler fra indre fjord, Drammensfjorden og Glomma. Mens algeforekomstene i 2003 i Breianger var markert mindre enn i de foregående årene både når det gjelder klorofyll og celledtall, var situasjonen i 2004 mer lik det vi fant i 2001 og 2002. Sandebukta hadde noe større algeforekomster. Den spesielle dybdefordelingen av klorofyll ved Horten er kommentert ovenfor. På dette målepunktet var det noe mer alger enn i Breianger, og mer likt Sandebukta. De to ytre målepunktene i Drammensfjorden bar preg av å være et transittområde for oppblomstringer fra indre fjord med periodevis innslag av ganske mye brakkvannsalger ved utstrømming fra Drammensfjorden, mens det ellers lignet mer på Sandebukta.

### Avsnitt C. Ytre fjord mellom snittet Moss-Horten og snittet Koster-Stavern, men ikke indre områder i Østfold og Vestfold.

Resultatene fra undersøkelsene i 1970-årene og 1990-årene ga ingen indikasjoner på store forskjeller mellom stasjonene innenfor dette avsnittet. I begge periodene var det endel lokale variasjoner, men hovedinntrykket er relativt høye konsentrasjoner av kiselalger, dinoflagellater og flagellater gjennom vekstsesongen. I 1970-årene var det likevel eksempler på karakteristiske arter (eks. *Thalassionema nitzschioides*) som hadde en gradient fra gjennomsnittlig høyest celledtall i Drøbaksundet til lavere i Breianger (avsnitt B) og lavest i de ytre delene (avsnitt C). Artssammensetningen i kvantitative prøver og håvtrekkmateriale har i alle år etter 2001 vist at det periodevis kan være relativt store bestander i de åpne delene av fjorden av arter som samtidig har oppblomstringer i innenskjærs farvann i Østfold (eller Vestfold) (f. eks. *Cyclotella* sp, *Chaetoceros thronsenii*), og dette avsnittet er som regel en del av oppblomstringsområdet for



store oppblomstringer av dinoflagellater, f. eks. *Ceratium* spp. og *Karenia mikimotoi* som har utgangspunkt i Skagerrak.

Dette inntrykket forsterkes av observasjonene i 2003 og 2004. Her synes planktonforekomstene i stor grad å være påvirket av tilførsler utenfra. Eksempler på dette i 2003 var den massive oppblomstringen av *Emiliana huxleyi* i Nordsjøen og Skagerrak samt tilførslene fra Hvalerområdet av *Chaetoceros thronsenii* og *Cyclotella* sp., som ga ganske høye celletall i hovedfjorden avtakende innover. Ser en bort fra slike tilførsler, kan det være grunn til å vurdere om hovedfjorden utenfor Moss-Horten skiller seg vesentlig fra kysten ellers når det gjelder områdets egenproduksjon av planteplankton. Dette inntrykket har holdt seg også i 2004.

#### **Avsnitt D. Innenskjærs områder og skjærgården i Vestfold.**

Det foreligger ingen sammenhengende måleserier fra dette avsnittet, men spesialundersøkelser under oppblomstringssituasjoner har vist at det kan utvikles misfarget sjø og store forekomster, spesielt av dinoflagellater (Tangen 1985, Paasche & al. 1984), også i ekstremt høye konsentrasjoner (Tangen 1980). Hvorvidt dette er unntakstilfeller eller om situasjonen har endret seg i de senere år, er ikke kjent. Materialet fra 2004 ga et bilde som ikke er særlig forskjellig fra observasjonene i 2001-2003. Stasjon TØ-2 (Hvalø) ligner mest på de åpne områdene og er noe forskjellig fra fjordene ved Tønsberg, Sandefjord og Larvik. I 2003 og 2004 kom klorofyllkonsentrasjonene i samme tilstandsklasse som de åpne områdene (I-Meget god), med stort sett ganske like algeforekomster. I 2004 så vi eksempler på noe større algeforekomster i Tønsbergfjorden og enkelte lokale oppblomstringer, for eksempel av *Leptocylindrus danicus* i juli, som gjør at vi kanskje må vurdere å endre status på dette lokalområdet.

#### **Avsnitt E. Innenskjærs områder og skjærgården i Østfold.**

Dette avsnittet ble ikke inkludert i undersøkelsene i 1970-årene, men resultatene fra senere undersøkelser og det omfattende materialet fra 1990-årene som er referert ovenfor, viser at dette avsnittet skiller seg markert ut som den delen av ytre Oslofjord som har de gjennomgående største planteplanktonbestandene. Dette ble bekreftet av resultatene fra 2001 og årene deretter. Det er her omtrent hvert år en serie av oppblomstringer der alle hovedgrupper av planktonalger kan være representert. Etter den første dokumenterte oppblomstringen av *Prorocentrum minimum* i Nord-Europa, som fant sted i innenskjærs områder i Østfold og Vestfold i 1979 (Tangen 1980), har Østfold blitt et kjerneområde for denne arten, med tildels massive oppblomstringer omtrent hvert år. Også i 2003 ble det observert moderate oppblomstringsmengder av denne arten, mens det ble observert bare sporbestander i 2004, som ser ut til å være det første året siden 1979 at det ikke har vært en egentlig oppblomstring av *Prorocentrum minimum* innenfor Hvaler. Resultatene fra 2004 bekrefter antakelsene fra 2001-2003 som tydet på at Ringdalsfjorden/Iddefjorden har en annen algestatus enn Singlefjorden, og at nærområdet til Glommas utløp (Ramsø – I-1) skiller seg ut med gjennomgående noe mindre algebestander. Situasjonen i juli 2004 (Tabell 6-1) er en god illustrasjon på variasjonen i dette avsnittet.



**Tabell 6-1** Fordelingen av dominerende alger og klorofyll innenskjærs i Østfold 17.7.04 (celler/L x 1000).

Art\Lokalitet	I-1	S-9	S-6	R-5
<i>Chaetoceros thronsdensii</i> *	340	2720	2160	3840
<i>Cyclotella choctawhatcheana</i> *	110	280	40	480
Klorofyll-a ( $\mu\text{g/L}$ )	2,5	3,5	3,1	7,0

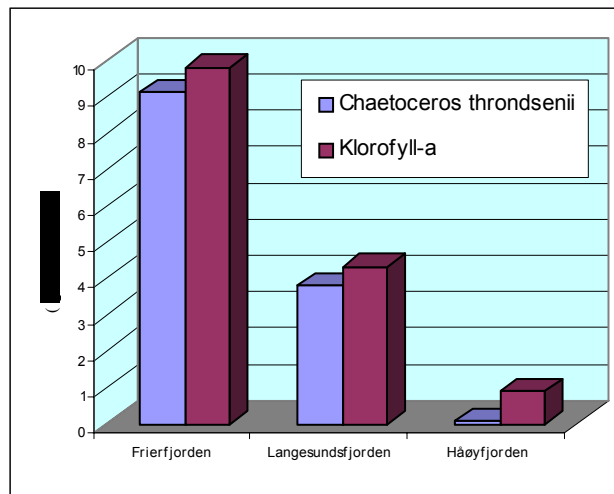
Ved siden av forskjellene i algebestandenes artssammensetning og celletall er dette også bekreftet i klorofyllkonsentrasjonene. Sammenlignet med 2001-2002 var det vesentlig mindre algebiomasse i Ringdalsfjorden gjennom sommeren i 2003 og 2004. En spesiell observasjon høsten 2004 var oppblomstring av kystplankton med helt annen artssammensetning enn tidligere i vekstsesongen. En rekke større kiselalger (store *Chaetoceros*-arter, *Cerataulina*, *Leptocylindrus* o.a.) hadde moderate oppblomstringer samtidig, uten at tilsvarende forhold ble registrert i de åpne områdene.

#### Avsnitt F. Drammensfjorden innenfor Svelvikterskelen.

Algematerialet fra dette kystavsnittet er forholdsvis sparsomt. I en undersøkelse fra mars til desember 1951 beskrev Braarud & al. (1958) forekomsten av planteplankton i Drammensfjorden og kommenterte også komponenten av ferskvanns- og brakkvannsarter. I perioden 2001-2003 har det generelt vært dominans av brakkvannsarter som *Diatoma elongatum* og *Dinobryon* sp. med innslag av ferskvannsalger. I 2002 og spesielt i 2003 ble det observert store oppblomstringer av kiselalger (*Chaetoceros thronsdensii*, *Cyclotella* sp.) og for første gang en markert oppblomstring av *Prorocentrum minimum* i indre deler av Drammensfjorden (1 mill/L på D-3 i slutten av september 2003). Her ser det ut til å være den noe høyere saltholdigheten i overflatelaget antakelig noe lenger oppholdstid innenfor Svelvik i 2003 som har gitt disse forekomstene, som en eutrofieringseffekt under disse forholdene.

#### Avsnitt G. Grenlandsfjordene.

Det foreligger data fra tre års undersøkelser fra og med 2002. En foreløpig vurdering er at avsnittet kjennetegnes på evnen til å utvikle store lokale forekomster av planteplankton som skiller seg fra hovedfjorden i artssammensetning og biomasse. Gjennomsnittlige klorofyllverdier var omtrent de samme i 2002 og 2003 på alle de tre undersøkte målestasjonene, med lavest gjennomsnittsverdi i Håøyfjorden. I begge årene og også i 2004 er det observert situasjoner med høye celletall som skiller Grenlandsfjordene fra områdene utenfor. Figur 6-6 viser en slik situasjon i august 2004 med en kraftig oppblomstring av brakkvannsalgen *Chaetoceros thronsdensii* i Grenlandsfjordene og moderate oppblomstringer av andre kiselalger i det samme området og i hovedfjorden og Larviksfjorden.



**Figur 6-6** Celletall av *Chaetoceros thronsenii* og konsentrasjonen av klorofyll-a i Grenlandsområdet 3.-4. august 2004.

## 6.6 Oppsummering planktonalger og foreløpige konklusjoner

Fjorden er inndelt i avsnitt som hvert enkelt har særtrekk som har betydning for algevekst. Avsnittet som omfatter innenskjærs områder og skjærgården i Østfold skiller seg ut ved å ha gjennomsnittlig betydelig høyere konsentrasjoner av kiselalger enn de andre avsnittene. Også de to andre brakkvansområdene, Drammensfjorden innenfor Svelvik og Grenlandsfjordene i Telemark kan ha høye konsentrasjoner av kiselalger og en artssammensetning som skiller seg fra hovedfjorden. De åpne områdene i ytre fjord, begrenset av snittet Moss-Horten i nord og snittet Koster-Stavern i sør, synes å ha noe høyere konsentrasjoner av planteplankton enn områdene lenger sør, men dette er ikke like klart alle år. Dette avsnittet av fjorden ser ut til å være påvirket av tilførsler av algebestander fra større oppblomstringer i Skagerrak og fra innenskjærs oppblomstringer i Østfold. Det er ikke klart at hovedfjorden utenfor Moss-Horten skiller seg vesentlig fra kysten ellers når det gjelder områdets egenproduksjon av planteplankton.

Enkelte av avsnittene har karakteristiske oppblomstringer av arter fra flere algegrupper i sommerperioden. Områdene som er sterkest influert av avrenning fra Glomma, synes også å ha de relativt høyeste konsentrasjonene av kiselalger.

Spesielt innenskjærs områder i Østfold, tildels også i Grenlandsfjordene og Drammensfjorden, har trekk ved planktonalgeforekomstene som man andre steder knytter til økt tilførsel av næringsalter til overflatelaget. Dette gjelder ved siden av relativt høye celletall for kiselalgene, store oppblomstringer av dinoflagellater, spesielt karakterarten *Prorocentrum minimum* og enkelte (små) kiselalger, som globalt sett er kjent for å ha oppblomstringer i eutrofierte brakkvansområder. Vekstforholdene i brakkvansområdene er karakterisert ved avvikende næringssaltforhold og spesielt høye N:P-forhold som kan antas å innvirke blant annet på artssammensetningen og hvilke arter som oppnår høye konsentrasjoner under oppblomstringssituasjoner.





## 7 GRUNTVANSSAMFUNN

### 7.1 Materiale og metoder

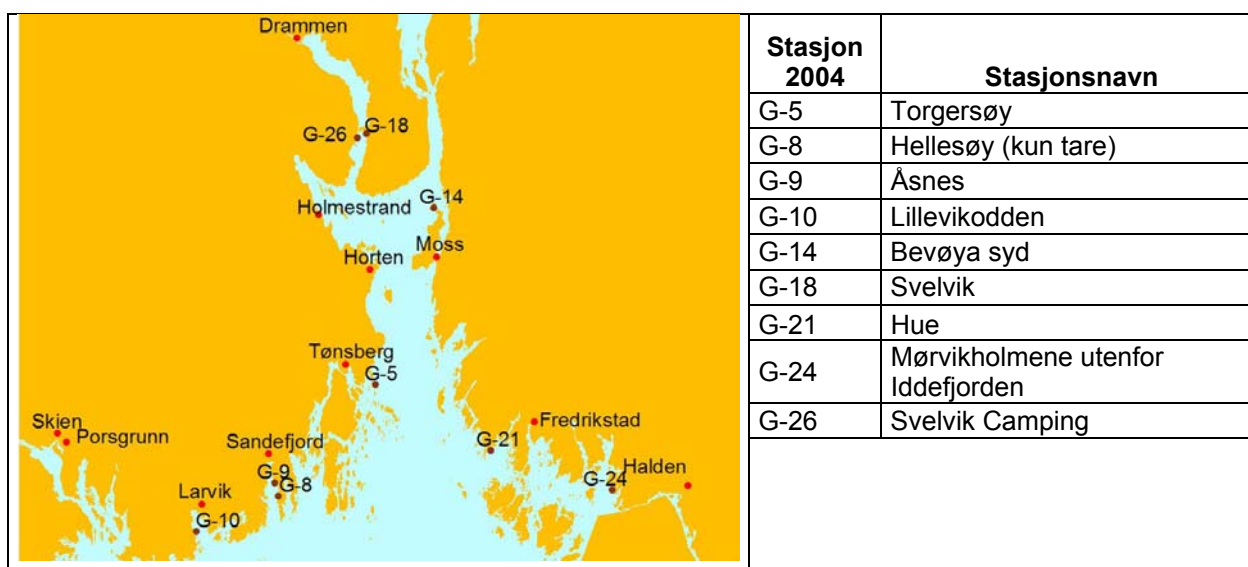
Målsetningen med hardbunnsovervåkingen er å beskrive alge- og dyresamfunnet på hardbunn i fjæresonen. I tillegg er forekomst av sukkertare ned til omlag 5 meters dyp undersøkt.

Hardbunnssamfunnet i fjæresonen ble undersøkt på 8 stasjoner i Ytre Oslofjord 15. og 16. august 2004 (Figur 7-1). Ved disse stasjonene, samt Hellesøy, ble det også gjennomført sukker-tareregistreringer ved fridykking ned til omlag 5 meters dyp.

Fastsittende makroalger og dyr ble kvantitativt undersøkt ved å registrere antall arter og/eller dekningsgrad for hver art innen en ramme på 0,5 x 0,5 m. Rammen er delt inn i 10 x 10 cm ruter og registreringene ble gjennomført i halvparten av rutene, hvilket gir et representativt bilde av forekomsten av artene innen hele rammen. Det ble foretatt registreringer på 2 nivå, nivå 1 i midlere lavvannsmerke (øvre del av rurbeltet) og 0,5 meter ned, nivå 2 ble satt like under nivå 1. Det ble foretatt registreringer i fire rammer på hvert nivå. Plasseringen av rutenettet var identisk med de foregående årene av undersøkelsen. Dette oppnås ved at rammen festes i bolter i fjellet.

Dekningsgraden av arten i ruten betegnes som prosentdelen av ruten som dekkes av algen. Buskete alger ble lagt ned mot fjellet for å visualisere dekningsgraden. De arter som ikke kunne identifiseres i felt ble tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmelse.

Sukketareundersøkelsen ble gjennomført ved fotografering og observasjoner ved hjelp av svømming med maske i overflaten og fridykking ned til omlag 5 meter dyp.



Figur 7-1. Gruntvannsstasjoner i ytre Oslofjord 2004.



## 7.2 Resultater og diskusjon

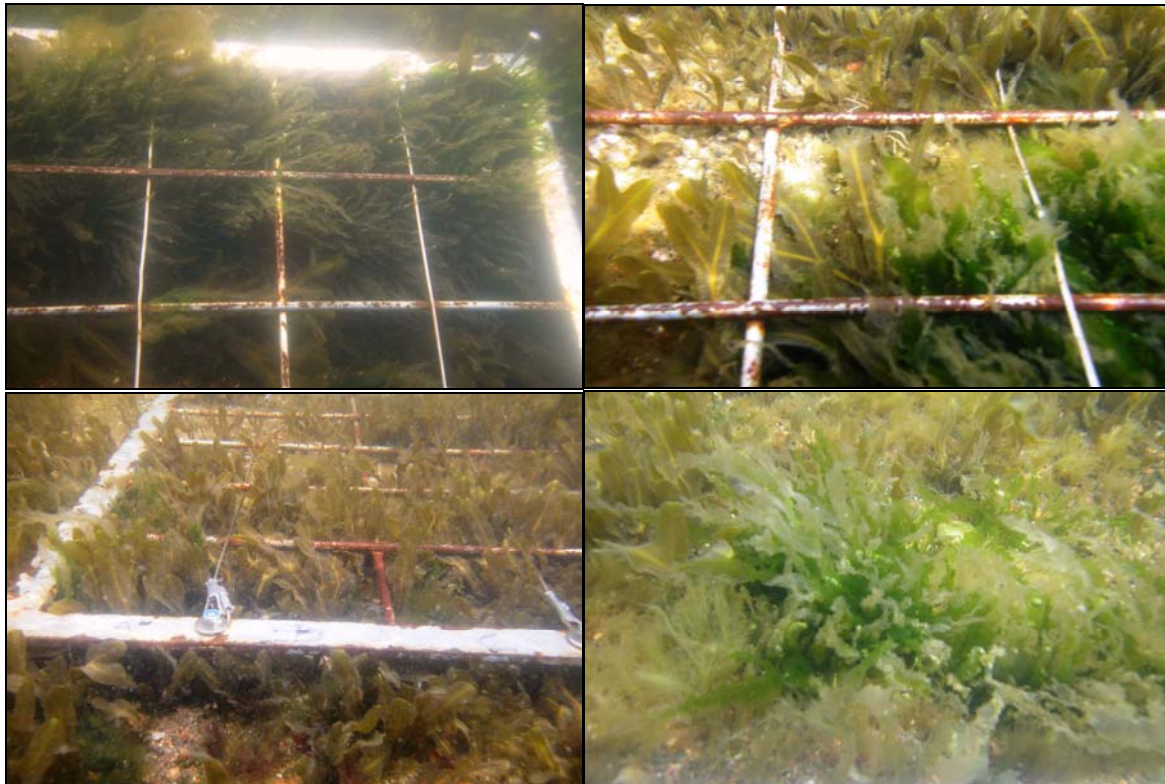
### 7.2.1 Lokalitetsbeskrivelser og observasjoner i ytre Oslofjord

I de følgende avsnittene gis det en enkel beskrivelse av gruntvannssamfunnet med en oversikt over de dominerende algeartene øverst i fjæra. Forekomst av tare på 2-5 meters dyp beskrives også.

#### Stasjon G18 Utenfor Svelvikstrømmen

Stasjonen var karakterisert av en dominerende andel grønnalger, hovedsakelig tarmgrønske (*Enteromorpha intestinalis* og *E. clatata*). Øverst i fjæra, på nivå 1, var det også mye blågrønnalger (*Cyanobakterier*). Blæretang (*Fucus vesiculosus*) og juvenile tangarter forkom hyppig, både på nivå 1 og 2. Rurbeltet (*Balanus sp*) var tydelig markert. Tarmgrønnsken var svært brun og virket i dårlig forfatning.

Sammenliknet med 2003 er det høyere tetthet av tangarter (*Fucus*) og lavere tetthet av grønnalger både på nivå 1 og 2 i 2004.



**Figur 7-2.** Stasjon G18, utenfor Svelviksstrømmen

### Stasjon G26 Syd for Svelvik camping

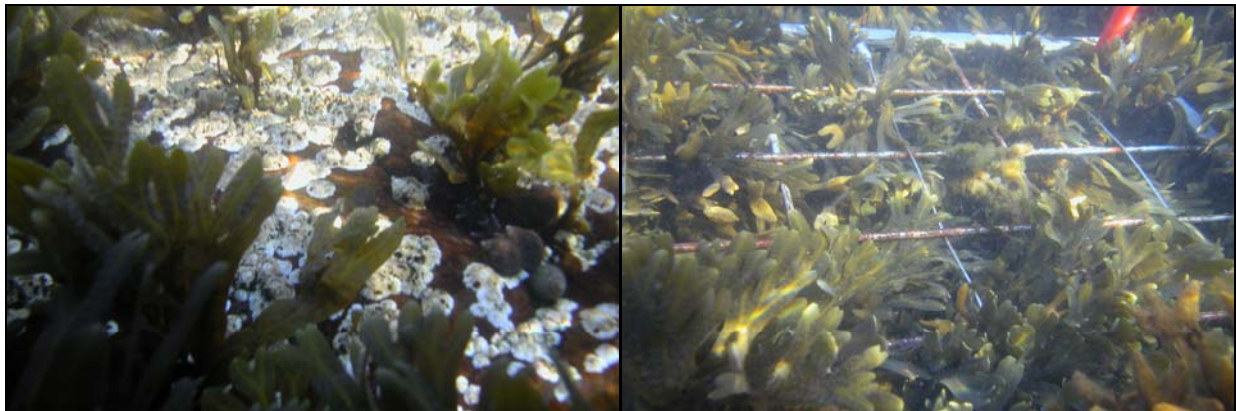
Dette er et svært langgrunt område med sand/leire. Fjellet skrår ca 40° ned til en meters dyp før det går over i slakt skrånende sandbunn. Dette fører til mye slampåvirkning på fjellet og algene. Det forekom kun grønnalger og blågrønnalger på denne stasjonen. På nivå 1 forekom grønndusk (*Cladophora sp.*) og grønske arten *E. clathrata* spredt. På nivå 2 dominerte tarmgrønske og *E. clathrata* i tillegg forekom noe grønndusk. Det var kraftig regn når stasjonen ble undersøkt og det påvirket blant annet sikten i vannet.



Figur 7-3. Stasjon G-26, sør for Svelvik Camping.

### Stasjon G5 Torgersøy

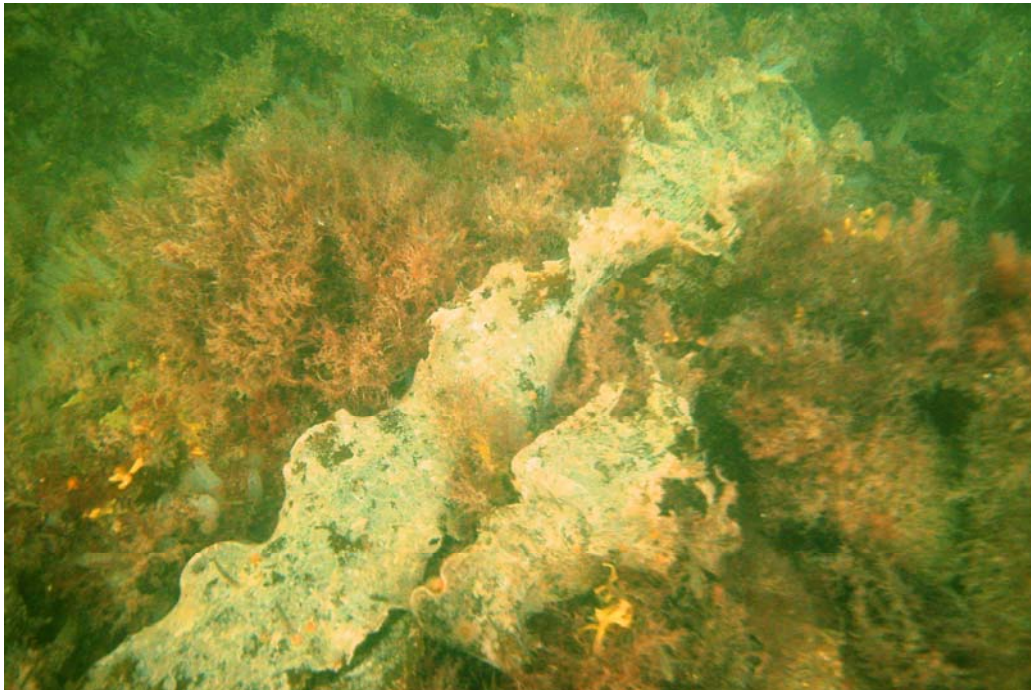
Stasjonen var preget av blæretang med omtrent 50% dekning både i nivå 1 og nivå 2. Et distinkt rurbelte strakte seg over begge nivåene. Det forekom en del grønnalgearter som grønndusk (*Cladophora rupestris*) og tarmgrønnske, men forekomsten var svært spredt. I forhold til 2003 har det vært en klar økning i mengde blæretang og andre tangarter og reduksjon av grønnalger. Samfunnet er mer likt det som ble observert i 2002.



Figur 7-4. Stasjon G5, Torgersøy.



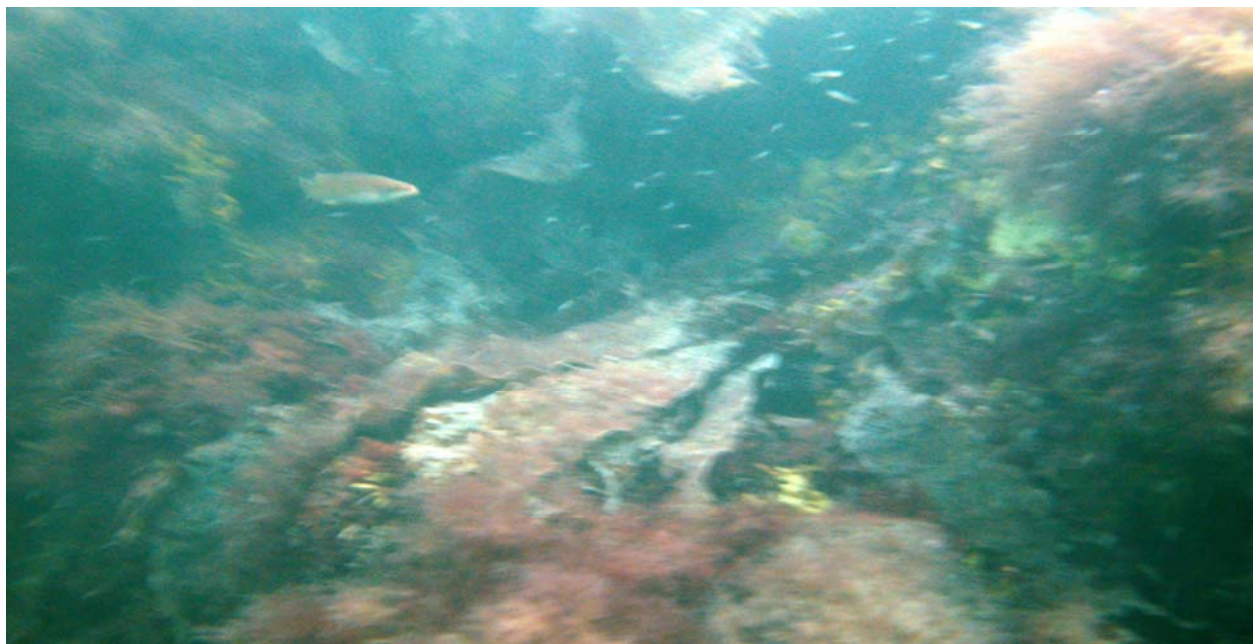
Stasjonen på Torgersøy ligger relativt åpent ut mot Oslofjorden. Sukkertareforekomst ble sjekket i samme område som transektet for dykkerundersøkelsen i 2001. Sjøbunnen skråner brått med enkelte flate avsatser. Uten at det er gjennomført strømmålinger bærer topografien og beliggenheten preg av at det er et område med god vanngjennomstrømning. På om lag 5 meters dyp forekom sukkertare spredt til vanlig. Tilstanden til taren var normal med enkelte unge eksemplarer uten epifytter og enkelte eldre eksemplarer med (Figur 7-5). I 2001 undersøkelsen forekom sukkertare spredt på 8-10 meters dyp og vanlig på 5-6 meter.



**Figur 7-5** Sukkertare utenfor Torgersøy, eksemplaret er gammelt og dekket med mosdyr (*Bryozoa*). Rødalgen ved siden av er vanlig rekeklo.

### Stasjon G8 Hellesøy

På Hellesøy stasjonen ble det kun gjennomført sukkertare observasjoner, rammeregistreringer i fjæra ble foretatt på stasjon G-9 lengre inne i Sandefjordsfjorden. Sjøbunnen utenfor Hellesøy skråner svakt ned mot 8 meter hvor bunnen går over i sand, det er mye partikulært materiale, også på fjellbunnen. Sukkertaren som forekommer spredt på 2-4 meters dyp ser frisk ut uten tegn på nedslamming og forråtnelse (Figur 7-6). Det er veldig høy algetetthet på denne stasjonen med dominans av buskformede rødalger. I 2001 ble sukkertare observert som vanlig på 2 meter og spredt på 3 meters dyp. Det er ingen ting som tyder på endring av tilstanden fra 2001 til 2003.



**Figur 7-6.** Sukkertare på stasjon G8 Hellesøy.

### Stasjon G9 Asnes

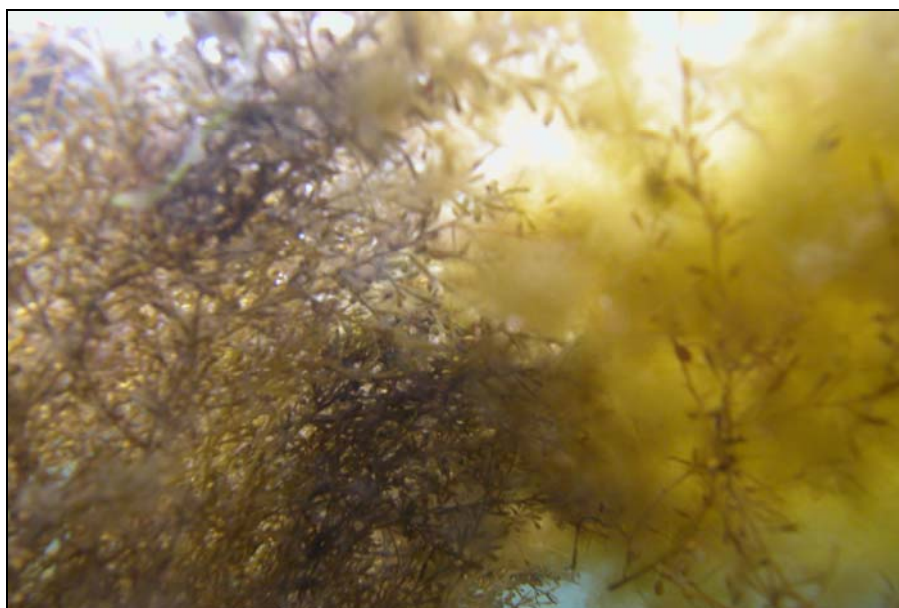
Den innerste stasjonen i Sandefjordsfjorden hadde slak helning med spiraltang (*Fucus spiralis*) og tarmgrønske (hhv. 34 og 23% dekning) som mest vanlige alger i øvre del. I nedre rammer var blæretang vanligst med en dekning på 46%. Tarmgrønske var den nest vanligste arten med 10% dekning. Rur forekom spredt over hele nivå 2. Fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*) dekket store deler av fjellet hvor det ikke var andre alger eller rur. Sammenliknet med registreringene fra 2003 er alge og dyreforekomstene svært like.

Det forekom ikke sukkertare på denne stasjonen. På begynnelsen av 1980 tallet forekom sukkertare vanlig på stasjonen (*pers. med. Per Erik Iversen SFT*). Generelt er algene på 2-3 meters dyp preget av tilslamming og overbegroing av diatomeer og blågrønnalger. Det var blant annet mye japansk drivtang (*Saragassum muticum*) dekket med trådformede alger på denne stasjonen.



**Figur 7-7.** Stasjon G9, Asnes.





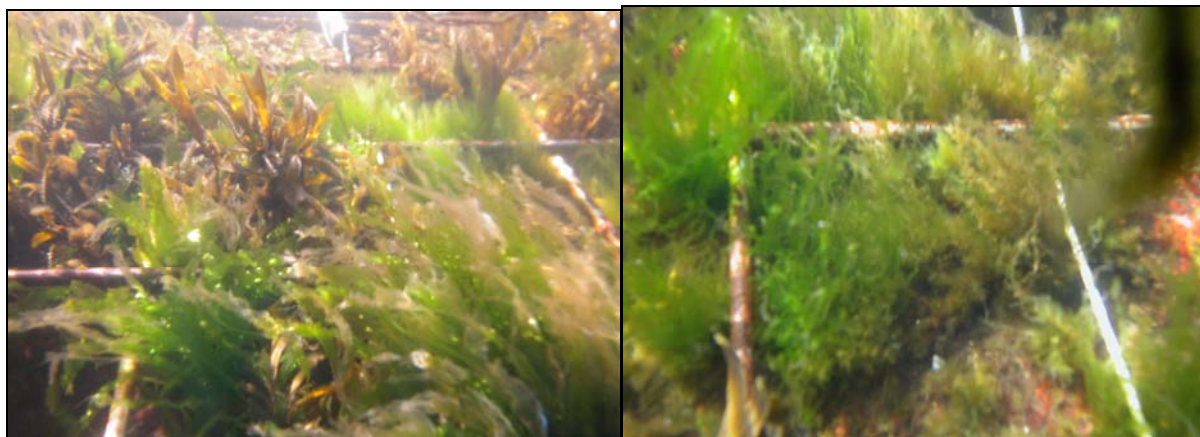
**Figur 7-8.** Japansk drivtang dekket med trådformede alger bilde tatt på 2 meter utenfor stasjon G9.

### Stasjon G10 Lillevikodden

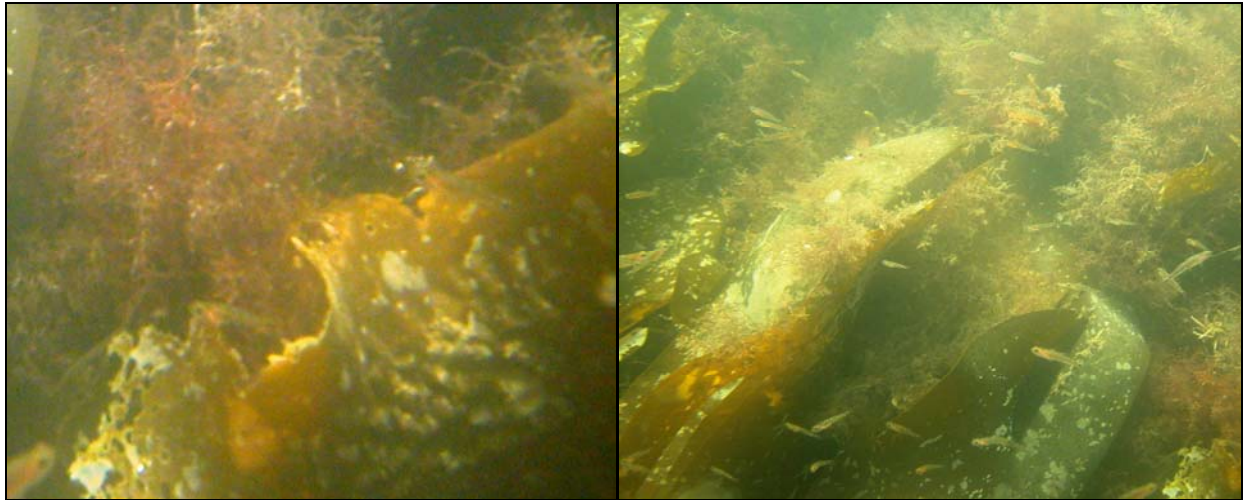
Stasjonen er plassert i en vik like innenfor pynten av Lillevikoddens nordøstlige side i Larvik kommune. På nivå 1 var gjelvtang (*Fucus evanescens*) vanligst med en dekningsgrad på 20% foruten blågrønnalger som i øvre del av fjæra har en dekning på nesten 40%. Tarmgrønske forekom spredt, med en dekningsgrad på 13%. På nivå 2 dominerte flere arter av grønndusk og tarmgrønske med henholdsvis 38% og 21% dekkning.

I forhold til 2003 har mengde tarmgrønske blitt redusert, spesielt på nivå 1. Samtidig har det vært en økning av mengde tang (gjelvtang *Fucus evanescens*). Det er fortsatt en høy andel grønналger på denne stasjonen. Andel grønndusk er på samme nivå som i 2003.

Det var ingen sukkertareskog på denne stasjonen. På 2-5 meter dyp var vegetasjonen preget av friske buskformede rødalger og fingertare med enkelte frisk sukkertare innimellom (Figur 7-10).



**Figur 7-9.** Stasjon G10 Lillevikodden.



**Figur 7-10.** Sukkertare og fingertare på 2-5 meter dyp, stasjon G10 Lillevikodden.

### Stasjon G14 Bevøya

Stasjonen ligger ved sørspissen av Bevøya. På grunn av store bølger var det ikke mulig å gjennomføre kvantitativ rutenettundersøkelse på denne stasjonen i 2004. Fotografering og en kvalitativ vurdering av algesamfunnet tilsier at alge og dyreforekomsten var omtrent som i 2003. Det vil si at det var høy forekomst av tarmgrønnske og grønndusk samt høy forekomst av blåskjell.

Det ble fridykket ned til 5 meter og observert høy tetthet av både fingertare og sukkertare. På grunn av anstrengende fridykkerforhold og store bølger, ble det ikke fotografert på denne stasjonen. Stasjonen ligger eksponert til.



**Figur 7-11.** Stasjon G14 Bevøya.

### Stasjon G21 Hue, Øyenkilen

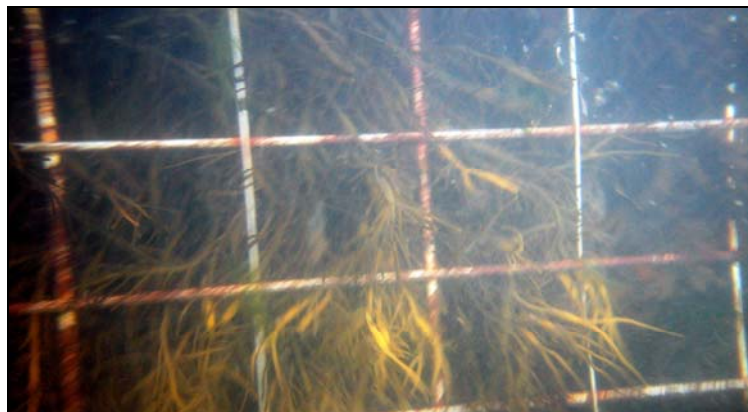
Stasjon G21 har stor variasjon i bunnprofilen for rammene, fire av rammene (to på hvert dybdenivå) er på nesten loddrett fjellvegg, men de andre fire er på slakt skrånende fjell. På det loddrette fjellet er det større forekomst av rødalger, spesielt på nederste nivå. Blæretang og sagtang er vanligste arter, men grønndusk har også ganske høy dekningsgrad (20%) på nivå 2. På



det slakt skrånede fjellet dominerer grønnuskarter med innslag av en del tarmgrønnske. Det er lite andre arter. Rurbeltet er tett i alle rammene på nivå 1.

I forhold til 2003 har det vært en liten økning i andel tangarter, mens andel grønnalger og rødalger er relativt likt.

Det ble fridykket ned til omlag 5 meter for å se etter tareskog. Bunnen var dekket av buskformede og tråformede alger, men det forekom ikke sukkertare eller annen tare i undersøkelsesområdet. I 2001 undersøkelsen ble sukkertare observert som spredt til vanlig fra 2-4 meter.



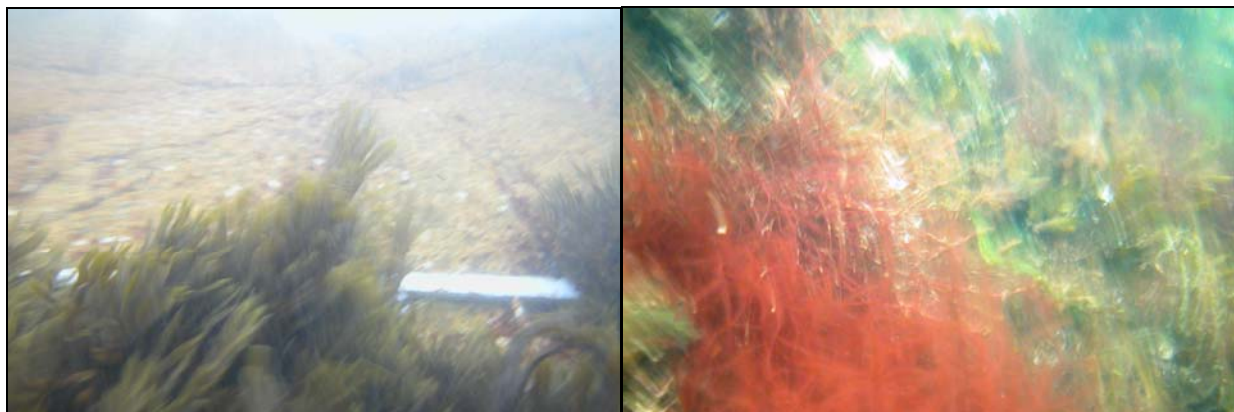
**Figur 7-12.** Stasjon G21 Hue.

### **Stasjon G24 Mørvikholmene (i munningen av Iddefjorden)**

Registreringene ble preget av vanskelige arbeidsforhold på grunn av store bølger og sterkt regn. Begge nivå var dominert av tangartene blæretang og gjelvtang (Figur 7-13). Rur dannet et klart belte med høy tetthet på nivå 1. På nivå 2 forekom det noe spredt grønnusk.

I forhold til 2003 har det vært en klar økning av tangarter og reduksjon av grønnalger som grønnusk og tarmgrønnske.

Under fridykking ble det observert spredt til vanlig forekomst av sukkertare, men bunnen på 3-4 meter dyp var dominert av buskformede rød- og brunalger.



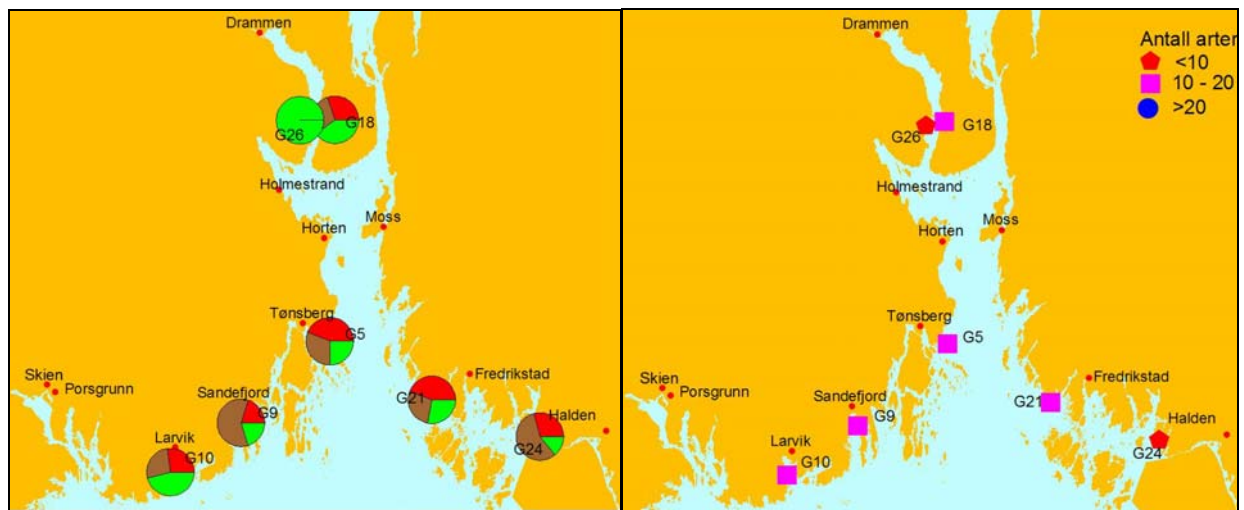
**Figur 7-13.** Stasjon G24 Mørvikholmen. Rammeregistrering til venstre, bilde til høyre viser algeteppe på omlag 3-4 meter dyp.

## 7.2.2 Fordeling av alger

Kartene i Figur 7-14 viser kakediagram over fordelingen mellom antall rød-, brun- og grønnalger samt antall arter på hver stasjon. Registreringene på nivå 1 og 2 er slått sammen i disse figurene. Stasjon G26 skiller seg ut med kun grønnalger til stede, men dette er en spesiell stasjon med overgang fra fjell til svært langgrunn sandbunn på 1 meters dyp. Stasjonen er klart påvirket av slam fra bunnen. Stasjon G10 og G18 har også relativt høy andel med grønnalger i forhold til brun og rødalger.

Fordelingen av antall alger mellom gruppene må sees i sammenheng med antall alger registrert på hver stasjon. Det er registrert mellom 10 og 20 algearter på samtlige stasjoner foruten G26 og G24 som har færre enn 10 arter (Figur 7-14).

Det er viktig å bemerke at det ikke er tatt hensyn til mengden (dekningsgrad) av hver enkelt algeart på stasjonene, men kun antall arter. På enkelte stasjoner kan dette være misvisende.



**Figur 7-14.** Fordeling mellom antall rød- brun- og grønnalger, begge registreringsnivå er slått sammen (figur til venstre). Det totale antall arter registrert på hver stasjon er vist som grupper i høyre kart.

Tabell 7-1 og Tabell 7-2 viser prosentvis fordeling mellom rød-, brun- og grønnalger i henholdsvis øvre og nedre rammenivå for registreringer i 2001, 2002, 2003 og 2004. Kun stasjonene med registrering i 2004 er vist.

På nivå 1 (Tabell 7-1) var det i 2004 mer enn 30% grønnalger på stasjon G10, 18, 21 og 26. På nivå 2 (Tabell 7-2) var det mer enn 30% grønnalger på stasjon G5, 10, 18 og 26. Antall arter er på samme nivå som i 2003, bortsett fra på stasjon G18 hvor det har vært en klar økning av antall arter på nivå 2.

Stasjon G10, 18 og 26 skiller seg ut som de med høyest andel grønnalger på begge nivå. Dette er likt som i 2003. Andelen grønnalger er lavere på alle stasjoner i 2004 i forhold til 2003, bortsett fra G21. Sammenlinet med 2002 viser registreringene for 2004 omtrent lik andel grønnalger på nivå 1, mens andelen er høyere på nivå 2 i 2004 enn i 2002. Det er ingen klar trend i dataene, men det er antydning til at 2003 har vært et spesielt år med høy andel av grønnalger i fjæra.



## OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD; SAMLERAPPORT

**Tabell 7-1** Prosentvis fordeling av rød-, brun- og grønnalger på nivå 1. Tilfeller hvor antall grønnalger overskrider 30 % er merket med grønt.

Stasjon	antall 2001	% rød 2001	% brun 2001	% grønn 2001	antall 2002	% rød 2002	% brun 2002	% grønn 2002	antall 2003	% rød 2003	% brun 2003	% grønn 2003	antall 2004	% rød 2004	% brun 2004	% grønn 2004
G5	2	0	100	0	10	50	30	20	15	40	33	27	11	45	36	18
G9	-	-	-	-	9	11	56	33	5	20	40	40	7	14	14	29
G10	5	0	20	80	8	13	63	25	9	22	11	67	8	25	38	38
G18	-	-	-	-	11	9	55	36	5	0	60	40	6	33	17	50
G21	6	17	50	33	10	10	50	40	11	36	45	18	14	29	36	36
G24	-	-	-	-	8	13	63	25	7	57	14	29	4	25	75	0
G26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	0	100

**Tabell 7-2** Prosentvis fordeling av rød-, brun- og grønnalger på nivå 2. Tilfeller hvor antall grønnalger overskrider 30 % er merket med grønt.

Stasjon	Antall 2001	% rød 2001	% brun 2001	% grønn 2001	antall 2002	% rød 2002	% brun 2002	% grønn 2002	antall 2003	% rød 2003	% brun 2003	% grønn 2003	antall 2004	% rød 2004	% brun 2004	% grønn 2004
G5	11	45	27	27	10	50	40	10	16	38	25	38	15	40	27	33
G9	-	-	-	-	6	17	67	17	10	30	40	30	8	25	63	13
G10	8	13	63	25	7	14	57	29	7	14	14	71	12	33	25	42
G18	-	-	-	-	11	9	45	45	4	0	25	75	10	30	30	40
G21	5	20	40	40	12	25	50	25	16	56	25	19	17	53	24	24
G24	-	-	-	-	7	29	71	0	9	44	22	33	7	29	57	14
G26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0	0	100

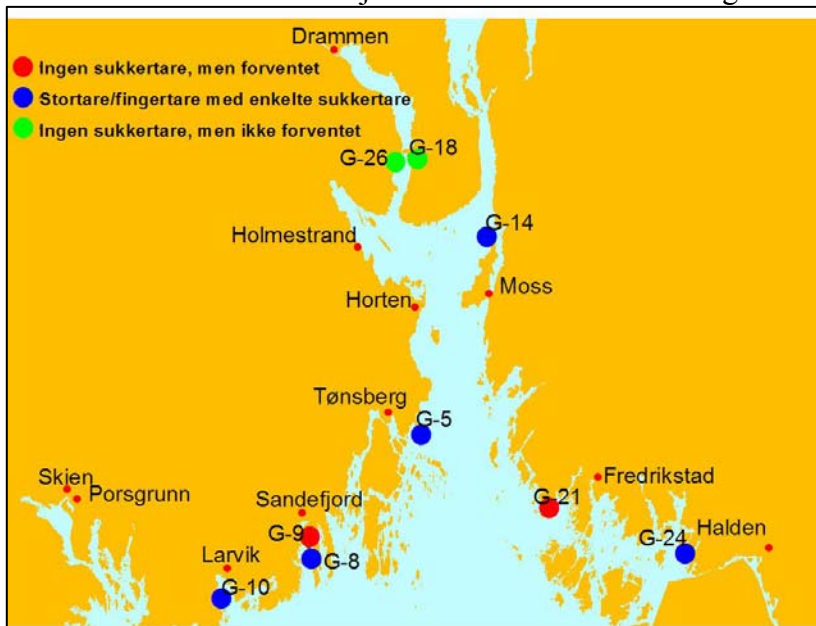


### 7.2.3 Sukkertareforekomst

Det er i de siste årene observert en tilbakegang av sukkertareforekomst langs kysten av Oslofjorden og Skagerrak. En av årsakene til dette kan være nedslamming av partikler fra vannmassene. Derfor er sukkertareforekomsten undersøkt ved fridykking ned til omlag 5 meter. Utbredelse av sukkertare og fingertare/stortare ble karakterisert i en firedelt skala; enkeltindivid, spredt, vanlig og dominerende. På stasjon G5, G8, G10, G14 og G21 ble det i 2001 gjennomført hardbunnsundersøkelse fra 25 meter til overflaten. Resultatene fra 2004 er sammenliknet med registreringene fra denne undersøkelsen.

På stasjon G5, G8, G10 og G14 er det ingen registrerbar endring i sukkertareforekomst fra 2001 til 2004. Sukkertare forekommer vanlig til spredt sammen med annen tare og buskformede rød og brunalger. Tarens tilstand virker frisk, med enkelte gamle eksemplare dekket med mosdyr og nyere eksemplare uten påvekst. Også stasjon G24 hadde spredt forekomst av sukkertare innimellom annen tare.

På stasjon G21 ble det ikke observert sukkertare i 2004, mens det i 2001 ble observert spredt til vanlig utbredelse av sukkertare fra 2-4 meters dyp. På stasjon G9 ble det heller ikke observert noe sukkertare. Denne stasjonen er ikke undersøkt tidligere med hensyn på sukkertareforekomst,



Figur 7-15 Forekomst av sukkertare observert ved fridykking.

men ut fra bunntopografien er det forventet at det skulle være sukkertare i området. Algene på stasjon G9 var dekket med lange tråder med diatomeer og blågrønnalger (bakterier). Algeteppeet var veldig tilslammet.

På stasjon G18 og G26 ble det ikke observert noe sukkertare, men bunnens beskaffenhet tilsier at det ikke vokser tare i dette området. Fjellbunnen går over i sandbunn på grunt dyp på begge stasjonene (grunnet på G26) og danner et dårlig substrat for sukkertare. Det ble ikke observert slamdekket algeteppe som på stasjon G9.



### 7.3 Konklusjoner gruntvannsundersøkelsen 2004

Det er i årets rapport ikke gjennomført multivariate analyser for å se på variasjon over tid, det er heller ikke foretatt noen sammenlikning med tidligere undersøkelser som det ble gjort i rapporten for 2003 undersøkelsen. Det er kun gjort en kvalitativ vurdering av tilstanden på de undersøkte stasjonene i forhold til undersøkelsen i 2003. I forhold til 2003 har det vært en økning i andel tangarter (*Fucus*) i fjæra og en reduksjon av andel grønnalger. Det kan virke som om 2003 var et spesielt år med hensyn på forholdet mellom mengde grønnalger i fjæra og rød- og brunnalger. Antall arter i fjæra er relativt lik fra år til år og ligger på 10-20 arter. Der det har vært variasjon i antall arter har dette vært for arter med lav forekomst innenfor analyseområdet (rammene).

Undersøkelsen av sukkertareforekomsten viser at det ikke er forekommer tette sukkertareskoger på noen av stasjonene. Sukkertare forekommer vanlig til spredt sammen med annen tare (fingertare og stortare) på de fleste stasjonene. Det er kun en stasjon (G21) som avviker fra 2001 undersøkelsen ved at det ikke ble observert sukkertare.



## 8 BLØTBUNNSSAMFUNN

### 8.1 Innledning

Bløtbunnsamfunnet<sup>1</sup> ble i 2004 undersøkt på fire stasjoner, mot tre i 2003. Resultatene beskriver tilstanden i bløtbunnsamfunnet samt trender i undersøkelsesperioden. Detaljer fra undersøkelsen er gitt i Delrapport: Bløtbunnsfauna (DNV, 2005).

### 8.2 Materiale og metoder

#### 8.2.1 Prøvetaking og analyser

Det ble prøvetatt fauna fra 4 stasjoner i Ytre Oslofjord. Stasjonene er plassert ved Rauå (H1), Ringdalsfjorden (R5), midtfjords ved Torbjørnskjær (OF1) og på innsiden av Langøya (LØ1). F/F *Trygve Braarud* ble brukt til prøvetaking i perioden 29. – 31. mars 2004. Et stasjonskart er vist i Figur 8-1. Prøvetaking av bløtbunn ble utført i henhold til akkreditert metode - ”Prøvetaking av marint sediment og bløtbunnsanalyser” (TEST nr. P083).

Bunnfauna ble samlet inn ved hjelp av van Veen grabb (0,1 m<sup>2</sup> overflateareal). Fra hver stasjon ble det tatt 3 replikate prøver. Hver grabbprøve ble vasket gjennom sikter med hullstørrelse 5 mm, deretter 1 mm. Restmaterialet ble grovsortert under lupe, og samtlige dyr plukket ut, og i størst mulig grad bestemt til art.

På grunnlag av arts- og individantall er det utført statistiske analyser av prøvene for vurdering av faunasammensetning og forurensningsgrad.

### 8.3 Resultater og diskusjon

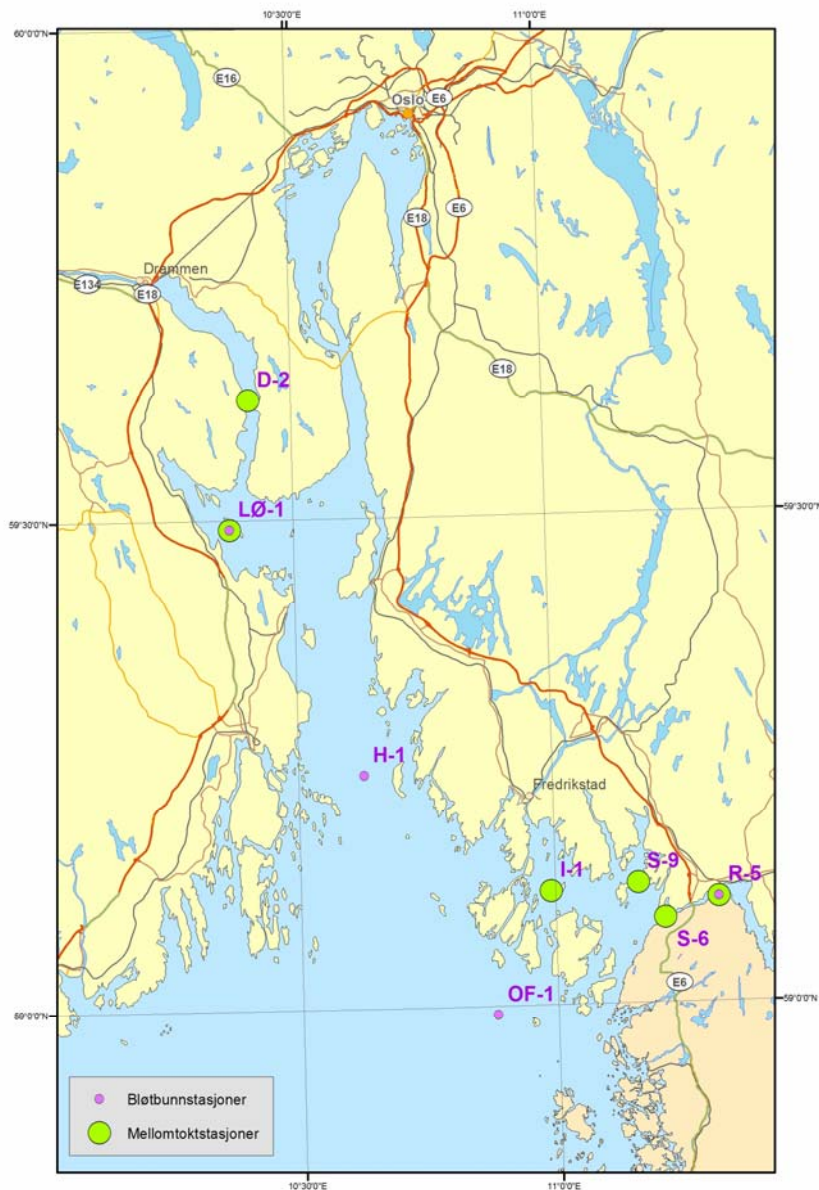
En visuell beskrivelse av sedimentet er gitt i Tabell 8-1. Kornstørrelse og innhold av totalt organisk karbon (TOC) samt normaliserte TOC verdier i sedimentet er oppgitt i Tabell 8-2.

**Tabell 8-1.** *Beskrivelse av sedimentet fra Ytre Oslofjord 2004.*

Stasjon	Sted	Dyp i m	Grabb-skudd	Beskrivelse
OF1	Torbjørnskjær	452	3	Grå/brun myk leire
R5	Ringdalsfjorden	34	3	Sort bløt jord. Råtten lukt
LØ1	Langøya	67	3	Grå leire
H1	Rauø	343	3	Grå myk leire

<sup>1</sup> (=dyr som lever i og på bunnsedimenter og er større enn 1mm, og inkluderer følgende dyregrupper: børstemark (polychaeter), krepsdyr (crustacea), bløtdyr (mollusca), pigghuder (echinodermata) og varia (samlegruppe)).





**Figur 8-1.** Stasjonsplassering, bløtbunnsfauna (2001-2004). I 2004 ble følgende stasjoner prøvetatt: R5, OF1, H-1 og LØ-1.

Sedimentet på bløtbunnsstasjonene har en stor andel finstoff (> 90 %) og kan karakteriseres som homogent og fint.

Innholdet av målt TOC (totalt organisk karbon) i sedimentet tilsvarer SFTs (97:03) tilstandsklasse I ”meget god” på stasjon LØ1 (Langøya). Stasjon R-5 har et TOC innhold i sedimentet tilsvarende tilstandsklasse V ”meget dårlig”. De to øvrige dype stasjonene har et TOC innhold i sedimentet tilsvarende tilstandsklasse II ”god”, se Tabell 8-2.



**Tabell 8-2.** Andel finstoff (prosent) og totalt organisk karbon (g/100g = %) i sedimentet. Merk at tilstandsklasseinndelingen er uttrykt som mg/g iht. SFTs veiledning.

Stasjon	Sted	Dyp i m	Korn < 63µm	TOC i %	Normalisert TOC mg/g	Tilstandsklasse målt TOC	Tilstandsklasse normalisert TOC
OF1	Torbjørnskjær	452	98,4	2,3	23,3	II	II
R5	Ringstadfjorden	34	97	6,6	66,5	V	V
LØ1	Langøya	67	93,4	1,2	13,2	I	I
H1	Rauø	343	98,8	2,3	23,2	II	II

Tilstandsklassene blir de samme for både målt og normalisert TOC innhold i sedimentet. Normalisert TOC = målt TOC + 18 \*(1-F) hvor F er andel finstoff.

Sammenlignet med verdiene funnet ved tidligere undersøkelser, har TOC innholdet på Torbjørnskjær og Rauø steget svakt, mens det har vært en mer markant økning i det organiske innholdet på stasjonen i Ringstadfjorden (R-5). TOC innholdet i sedimentet på denne stasjonen har steget fra 1,6 % i 2001 til 6,6% i 2004, se Tabell 8-3. Stasjon R-5 er en grunn stasjon lokalisert nær land og det organiske innholdet i sedimentet har steget siden 2001.

**Tabell 8-3.** Totalt organisk karbon (g/100g = %) i sedimentet 2001 – 2004.

Stasjon	Sted	Dyp i m	TOC i %		
			2001	2002	2004
OF1	Torbjørnskjær	452	1,6	1,6	2,3
R5	Ringstadfjorden	34	1,6	4,5	6,6
LØ1	Langøya	67	-	-	1,2
H1	Rauø	343	1,9	1,6	2,3

Tilsammen ble det funnet 122 arter og 3129 individer på de 4 undersøkte stasjonene. Faunaen domineres tallmessig av bløtdyr (mest muslinger) som utgjør nesten 50 % av det totale individantallet, deretter følger børstemark som utgjør 42 % av individantallet. Artsantallet er imidlertid høyest blant børstemark. Tabell 8-4 viser fordelingen av arter og individer på de ulike dyregruppene.

**Tabell 8-4.** Fordeling av arter og individer innen de ulike dyregruppene, Ytre Oslofjord 2004.

Dyregrupper	Individer		Arter	
	Antall	%	Antall	%
Børstemark	1324	42,31	68	55,74
Krepsdyr	76	2,43	16	13,11
Bløtdyr	1548	49,47	21	17,21
Pigghuder	77	2,46	10	8,20
Varia	104	3,32	7	5,74
Totalt	3129	100	122	100



## Diversitet og dominans

Dyp, antall arter (S) og individer (N), Shannon Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ), jevnhet (J) og  $ES_{100}$  (forventet antall arter på 100 individer) fra et overflateareal på 0,3 m<sup>2</sup> er vist i Tabell 8-5. Tabell 8-6 lister opp de ti dominante artene på hver stasjon.

**Tabell 8-5.** Dyp, antall arter (S) og individer (N), Shannon Wieners diversitetsindeks ( $H'$ ), jevnhet (J) og  $ES_{100}$  fra et overflateareal på 0,3 m, Ytre Oslofjord 2004.

Stasjon	Sted	Dyp (m)	S	N	$H'$	J	ES100	Tilstandsklasse	
								$H'$	ES <sub>100</sub>
LØ1	Langøya	67	63	649	4,3	0,7	28	I	I
OF1	Torbjørnskjær	452	45	1220	2,5	0,5	14	III	III
R5	Ringdalsfjorden	34	42	814	2,9	0,5	16	III	III
H1	Rauø	343	51	446	4,2	0,7	27	I	I

Bløtbunnsamfunnet blir vanligvis betraktet som uforstyrret når diversitetsindeksen ( $H'$ ) er over 4. Verdier mellom 3 og 4 kan tyde på en moderat påvirkning eller andre forstyrrende faktorer, mens verdier mellom 2 og 3 er unaturlig lave og tyder på en forstyrret bunnfauna. Indeksverdier under 2 tyder på en klart påvirket bunnfauna.

Diversitetsindeksen ( $H'$ ) tilsvarende SFTs (97:03) tilstandsklasse I "meget god" på stasjon LØ1 (Langøya) og H1 (Rauø). På stasjon OF1 (Torbjørnskjær) og R5 (Ringdalsfjorden) tilsvarende diversiteten ( $H'$ ) tilstandsklasse III "mindre god".

Diversitetsindeksen ( $H'$ ) bør brukes kombinert med Pielou's jevnhetsindeks (J). Jevnhetsindeksen varierer fra 0 - 1, der verdier nær 1 betyr en jevn fordeling mellom arter. Jevnhetsindeksen for faunaen på disse stasjonene varierte mellom 0,5 og 0,7. Stasjon OF1 og R5 har den laveste jevnhetsindeksen.

På basis av  $ES_{100}$  verdien klassifiseres stasjon H1 og LØ1 i SFTs tilstandsklasse I, "meget god". Stasjon OF1 og R5 har en verdi tilsvarende tilstandsklasse III "mindre god". Generelt vil  $ES_{100}$  verdier under 20 indikere at bunnfaunasamfunnet er forstyrret.

På bakgrunn av stasjonsindeksene skiller faunaen på stasjon OF1 og R5 seg ut som lettere påvirket. Stasjon OF1 er imidlertid dyp, og oksygenvikt kan opptre hyppig, noe som vil ha betydning for faunaen på stasjonen.

Dette er indekser som viser generelle trekk i en rekke komplekse økologiske data. Det er derfor nødvendig å sammenholde dette med artssammensetning og andre faktorer som f.eks. dyp og sedimenttype på de enkelte stasjoner for å komme frem til konklusjoner basert på økologiske forhold.

## Artssammensetning

Generelt viser ti på topp listen (se Tabell 8-6) en moderat til stor dominans av indikatorarter for organisk belastning (Rygg, 1995). Imidlertid er det vanlig at indikatorarter dominerer faunaen i større grad i fjorder enn i åpne områder langt fra land. Dette skyldes stadig tilsig av organisk materiale og næringssalter fra land. Indikatorartene er i stand til å utnytte ressursene bedre enn andre arter og er ofte mer tolerante overfor oksygenvikt etc. og vil derfor dominere faunaen i kystområder.



De ti dominante artene utgjorde fra 75 % (LØ1 - Langøya) til 94 % (OF1 - Torbjørnskjær) og den dominante arten utgjorde fra 17 % (H1 - Rauø) til 53 % (OF1 - Torbjørnskjær).

På de dype stasjonene OF1 (Torbjørnskjær) og H1 (Rauø) dominerer muslingen *Thyasira equalis* faunaen. Denne muslingen er i følge Wikander (pers. med) en typisk dypvannsart som trives på ”ren” bunn, dvs. den trives ikke på spesielt organisk belastede lokaliteter. I tillegg blir denne arten relativt gammel (opptil 16 år) slik at på lokaliteter hvor fullvoksne individer av denne arten finnes, vil arten være en indikator på at forholdene har vært relativt gode over lang tid. Imidlertid kan det store individantallet av denne arten indikere en forstyrrelse på stasjon OF1. Forstyrrelsen kan skyldes lange perioder med oksygensvikt i bunnvannet, som typisk forekommer på dype lokaliteter. Det store antallet av denne arten tyder på en liten konkurranse fra andre arter som gjør at denne arten kan benytte sin fordel av f.eks å tolerere perioder med oksygensvikt til å formere seg i større antall enn andre arter.

På stasjon LØ1 (Langøya) og R5 (Ringdalsfjorden) dominerer henholdsvis børstemarken *Prionospio cirrifera* og *Chaetozone setosa*. På stasjon LØ1 er begge disse dominante og utgjør tilsammen 35 %. På stasjon R5 utgjør *C. setosa* alene 35 % og sammen med muslingen *Thyasira sarsi* utgjør de 68 % av det totale individantallet på stasjon R5.

*Thyasira* arter finnes typisk i fine sedimenter, *P. cirrifera* lever både på sand- og mudderbunn og *C. setosa* finnes på all slags havbunn. Dette er arter, som når de forekommer i store mengder, indikerer en påvirkning. De er typisk å finne i såkalte overgangssamfunn, dvs. sonen mellom friskt og forurenset sediment.

Mengden av individer og faunasammensetningen på disse to stasjonene indikerer en belastning av sedimentet på stasjon R5. Det ble funnet en del organisk materiale under opparbeidelse av prøvene på LØ1, men indeksen over 4 og faunaen kan betraktes som frisk og normal.

Faunaen på stasjon H1 kan karakteriseres som en frisk og sunn fjordfauna. Faunaen på OF1 kan betegnes som en relativ normal fjordfauna.



**Tabell 8-6.** De ti dominante artene på hver stasjon, Ytre Oslofjord 2004. (I parentes står hvilken dyregruppen arten tilhører. M=mollusker, B= børstemark, P=pigghuder; K=krepsdyr; V=varia

LØ1	Antall	%	Kum. %	OF1	Antall	%	Kum. %
Prionospio cirrifera (B)	135	20,80	20,80	Thyasira equalis (M)	643	52,70	52,70
Chaetozone setosa (B)	92	14,18	34,98	Nuculoma tenuis (M)	206	16,89	69,59
Heteromastus filiformis (B)	70	10,79	45,76	Paramphinome jeffreysii (B)	101	8,28	77,87
Prionospio fallax (B)	39	6,01	51,77	Abra nitida (M)	89	7,30	85,16
Nemertini (V)	36	5,55	57,32	Neoleanira tetragonal (B)	32	2,62	87,79
Eriopisa elongate (B)	24	3,70	61,02	Chaetozone setosa (B)	24	1,97	89,75
Nuculoma tenuis (M)	24	3,70	64,71	Nemertini (V)	18	1,48	91,23
Amphiura chiajei (P)	22	3,39	68,10	Heteromastus filiformis (B)	12	0,98	92,21
Lumbrineris scopa (B)	21	3,24	71,34	Yoldiella lucida (M)	12	0,98	93,20
Nicomache lumbricalis (B)	21	3,24	74,58	Myriochele oculata (B)	9	0,74	93,93
R5	Antall	%	Kum. %	H1	Antall	%	Kum. %
Chaetozone setosa (B)	281	34,52	34,52	Thyasira equalis (M)	74	16,59	16,59
Thyasira sarsii (M)	274	33,66	68,18	Mysella tumidula (M)	71	15,92	32,51
Corbula gibba (M)	49	6,02	74,20	Paramphinome jeffreysii (B)	62	13,90	46,41
Scalibregma inflatum (B)	47	5,77	79,98	Ceratocephale loveni (B)	48	10,76	57,17
Nereimyra punctata (B)	24	2,95	82,92	Tharyx sp. (B)	26	5,83	63,00
Ophiuroidea spp. juv (P)	22	2,70	85,63	Chaetognatha sp. (B)	19	4,26	67,26
Polydora sp. (B)	20	2,46	88,08	Montacuta cf tenella (M)	16	3,59	70,85
Prionospio fallax (B)	13	1,60	89,68	Eriopisa elongate (B)	12	2,69	73,54
Nemertini (V)	10	1,23	90,91	Neoleanira tetragonal (B)	7	1,57	75,11
Scoloplos armiger (B)	7	0,86	91,77	Cirratulus cirratus (B)	7	1,57	76,68

### Sammenligning med tidligere års undersøkelser

Data fra undersøkelser utført av DNV i 2001, 2002, 2003 og 2004 er sammenlignet med data fra tidligere undersøkelser (NIVA, 1990; NIVA, 2000b). Sammenligningen er gjort på parametrene diversitet (H'), antall arter (S) og antall individer (N) på stasjoner som er lokalisert i noenlunde samme område og dyp, se oversikt i Tabell 8-7.

Ser man på diversitetsindeksen (H') har det vært lite endring siden undersøkelsen i 2003. Når det gjelder stasjon LØ1 er denne første gang prøvetatt i 2004.

Den største endringen har funnet sted på stasjon R5 (Ringdalsfjorden) siden 2003. På denne stasjonen ble det i 2003 funnet få individer og arter samt at samfunnet var dominert av børstemarken *Pseudopolydora antennata* som er en spesielt sterk indikatorart som kan leve i og på anaerobe (oksygenfrie) sedimenter. Den relativt høye diversitetsindeksen på denne stasjonen i 2003 skyldtes et svært lite individantall som påvirket indeksen i positiv retning. Imidlertid viste artssammensetningen på stasjonen et klart påvirket bunnfaunasamfunn. I 2004 er det funnet et betydelig høyere individ- og artsantall sammenlignet med 2003. Faunasamfunnet domineres imidlertid fortsatt av indikatorarter, men disse artene er mindre tolerante overfor belastninger enn *P. antennata*. De dominerende artene på stasjonen i 2004 karakteriseres som overgangsarter og er typiske for en suksesjonsprosess som kan tyde på en forbedring av forholdene på stasjonen.



## OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD; SAMLERAPPORT

**Tabell 8-7.** Diversitet ( $H'$ ), antall arter ( $S$ ) og antall individer ( $N$ ) på felles stasjoner undersøkt i perioden 2001-2004, Ytre Oslofjord.

DNV Stasjon	Sted	Dyp (m)	$H'$				$S$				$N$				NIVA/UIO Stasjon*	Dyp* (m)	$H'^*$	$S^*$	$N^*$
			2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004	2001	2002	2003	2004					
H1	Rauø	343	4,0	3,5	3,8	4,2	49	38	39	51	751	443	415	446	24 (1989)	306	4	41	373
OF1	Torbjørnskjær	452	3,6	3,1	3,0	2,6	53	45	59	45	1632	1959	1843	1220	A460 (1999)	452	3	47	1269
R5	Ringdalsfjorden	34	3,2	2,7	3,3	2,9	37	31	24	42	907	657	147	814					
LØ1	Langøya					4,3				63				649					

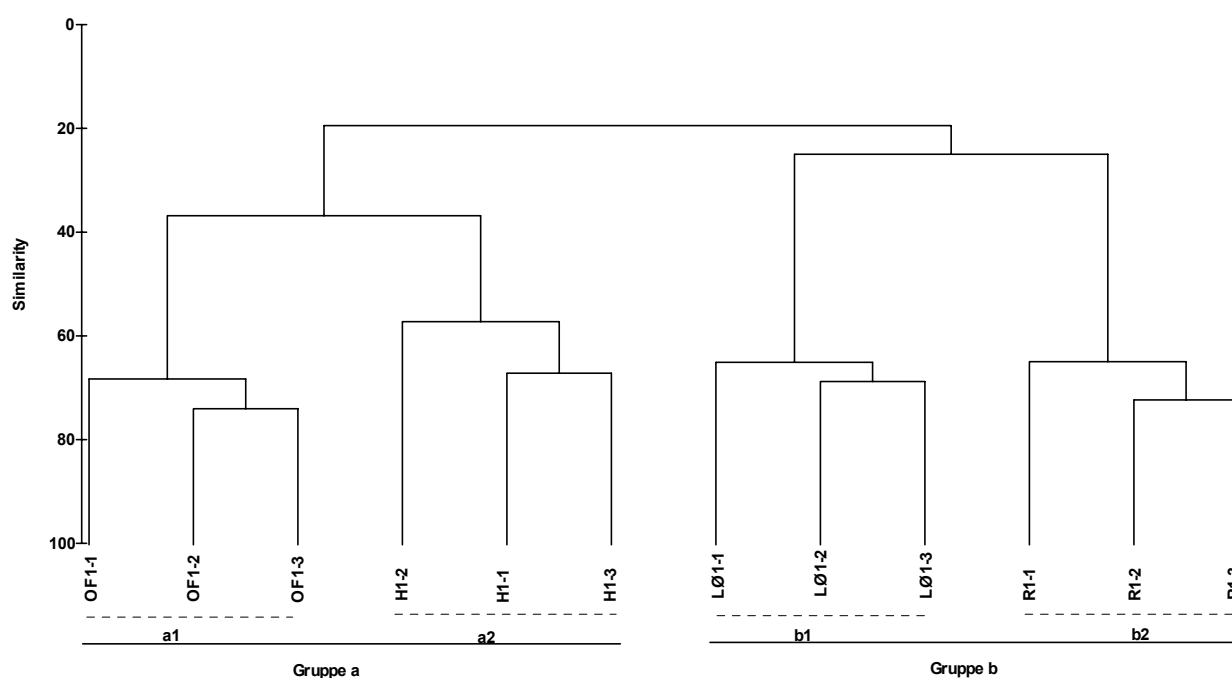
\* Tidligere undersøkte stasjoner lokalisert i samme område som stasjoner undersøkt i 2001-2003.





### 8.3.1 Likhetsanalyser

Likhetsanalyser (klassifikasjon og ordinasjon) er benyttet til å gruppere grabbprøvene fra de 4 stasjonene etter grad av faunalikhet. Ved klassifikasjon og ordinasjon beregnes først likheten mellom hver grabbprøve og alle andre grabbprøver. Resultatet sammenstilles i en likhetsmatrise som benyttes i de videre analyser. Resultatene fra klassifikasjons- og ordinasjonsanalysen er presentert i dendrogram og MDS plott (Figur 8-2). Disse viser at grabbene deler seg inn i 2 hovedgrupper etter dyp. Hovedgruppene kan inndeles i undergrupper basert på lokalitet.



Figur 8-2. Dendrogram bløtbunnsfauna, Ytre Oslofjord 2003.

Stasjonene inndeler seg etter dyp og lokalitet. Stasjon R5 er en grunn stasjon (34m) i Ringdalsfjorden lokalisert nær land, stasjon LØ1 er lokalisert utenfor Langøya på 67 m dyp. Stasjon H1 og OF1 er relativt dype stasjoner på hhv. 343 og 452m. Stasjon OF1 er lokalisert midtfjords ute ved Torbjørnskjær og stasjon H1 er også plassert midtfjords ved Rauå, men lenger inn i fjorden.

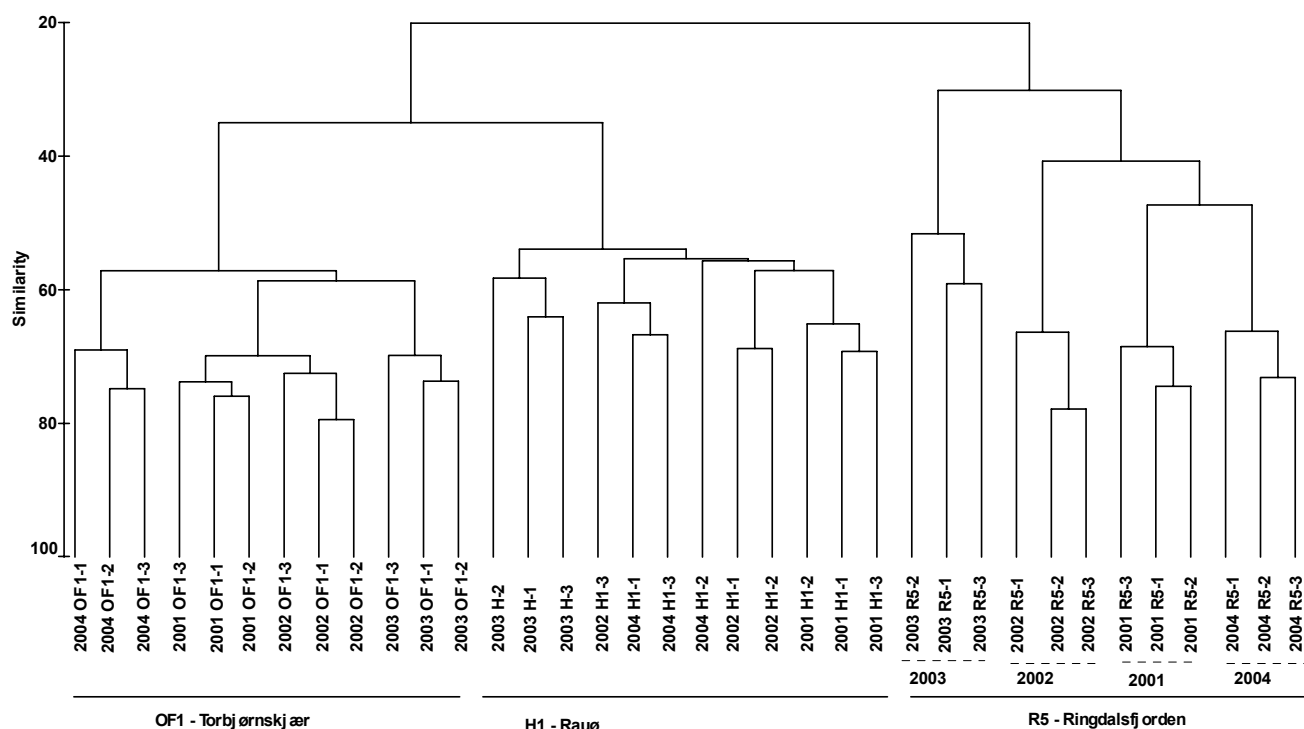
Analysene viser at faunaen på stasjon R5 i Ringdalsfjorden er påvirket. Faunaen på stasjon LØ1 kan betraktes som en normalt frisk fjordfauna. Når det gjelder de dype stasjonene er faunaen på OF1 noe svekket i forhold til faunaen på stasjon H1, dette kan skyldes at stasjon OF1 er dypere enn stasjon H1.

### 8.3.2 Sammenligning med undersøkelsen i 2001, 2002 og 2003

Resultater fra likhetsanalyser utført på tallmaterialet fra 2001, 2002, 2003 og 2004 er vist i dendrogram Figur 8-3.



Stasjonene deler seg i 3 hovedgrupper fordelt på stasjoner. Innenfor hver hovedgruppe inndeler stasjonene seg etter år. Inndeling i grupper etter stasjoner kan i en viss grad tilskrives relativt store dybdeforskjeller mellom stasjonene.



**Figur 8-3.** Dendrogram bløtbunnsfauna, Ytre Oslofjord 2001 - 2004.

Gruppen som utgjøres av stasjon R5 er den minst homogene gruppen (likhet på ca. 30 %), dvs. at endringer over tid er størst her. Likheten innen for de 2 øvrige gruppene er 55 – 60 %. De største endringer på stasjon R5 har skjedd i perioden 2002 til 2003 ved en betydelig reduksjon i antall individer, indikatorarter inkludert, samt antall arter. Disse endringene tolkes i retning av dårligere forhold, noe som understøttes av råtten lukt av sedimentet på denne stasjonen. Resultatene fra 2004 viser imidlertid en større likhet med dataene fra 2001 og 2002, enn med 2003 resultatene.

Det ble utført en egen analyse av stasjon R5 alle år. Den største endringen skjedde i 2003, hvor det ble funnet en fattig fauna samt registrert en råtten lukt av sedimentet på stasjonen. Dette har endret seg igjen til 2004 hvor likheten med 2001 dataene er på nesten 50 %. Det ble funnet et betydelig større antall individer og arter i 2004 sammenlignet med 2003 på denne stasjonen. Børstemarken *C. setosa* og *Prionospio cirrifera* var tilstede i faunaen i større mengder kun i 2001 og 2004.



## 8.4 Konklusjon

Konklusjonen er basert på tre hovedelementer:

1. Univariate analyser (diversitetsindekser m.m).
2. Artssammensetning (antall arter og individer, indikatorarter og ti på topp liste).
3. Multivariate analyser (faunalikhet, dendrogram , MDS m.m).

Utfra en helhetsvurdering kan tilstanden i bunnfaunaen på stasjon OF1 og H1 betraktes som relativt uendret siden 2002. Stasjonene har en relativ normal fjordfauna typisk for ”dypvannsstasjoner”, imidlertid er faunaen på stasjon OF1 noe svekket i forhold til faunaen på stasjon H1, denne er imidlertid betydelig dypere (> 100m) enn stasjon H1 noe som antas å være hovedgrunn til dårligere forhold. Bunnfaunen på stasjon LØ1 kan betraktes som en frisk normal fjordfauna. På stasjon R5 har det skjedd en bedring i bunnfaunasamfunnet siden 2003, hvor bunnfaunaen var fattig og klart påvirket med råtten lukt av sedimentet. Sammensetningen av bunnfaunen på stasjon R5 i 2004 er mest lik sammensetningen i 2001, med både flere individer og arter, noe som kan tolkes som en forbedring selv om det fortsatt var en råtten lukt av sedimentet på stasjonen. Imidlertid har det vært store variasjoner mellom årene på denne stasjonen samt at den organiske belastningen av sedimentet er høy. Stasjonen bør følges ytterligere opp.



## 9 REFERANSER

- Anon, 1996. Ytre Oslofjord. Eutrofitilstand, utvikling og forventede effekter av reduserte tilførsler av næringssalter. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av eutrofi forhold i fjorder og kystfarvann. SFT 1996.
- Aure, J. & D. Danielssen, 1996. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Oksygenforbruk, organisk belastning og vannutskiftning. Havforskningsinstituttet Prosjektrapport 17-1996.
- Aure, J. & D. Danielssen, 1998. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Vannutskiftning, oksygen og næringssalter 1995 – 1998. Statlig Program for forurensingsovervåking. Rapport 725/98 (TA-1529/1998).
- Aure, J. & D. Danielssen, 1999. Ytre Oslofjord. Hydrografi og næringssalter over terskeldyp. Prosjektrapport, Havforskningsinstituttet. Statlig Program for forurensingsovervåking. Rapport 785/99 (TA-1696/1999). ISSN 0071-5638
- Aure, J. & D. Danielssen, 2001. Ytre Oslofjord. Overvåking av eutrofitilstanden 1999 - 2000. Fisken og Havet nr. 3 2001.
- AQUATEAM, 2002. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2000. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 01-031.
- AQUATEAM, 2003a. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2001. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 02-016 B.
- AQUATEAM, 2003b. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2002. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 03-043 B.
- AQUATEAM, 2004. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2003. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 04-043 B
- Braarud, T. & Bursa, A. 1939. The phytoplankton of the Oslo Fjord 1933-1934. - Hvalråd. Skr.19:1-63.
- Braarud, T., Føyn, B. & Hasle, G.R. 1958. The marine and freshwater phytoplankton of the Dramsfjord and the adjacent part of the Oslofjord March-December 1951. Hvalråd. Skr. 43, 1-102
- Braarud, T. & Føyn, B. 1958. Phytoplankton observations in a brackishwater locality of south-east Norway. - Nytt Mag. Bot. 6:47-73.
- Braarud, T. & Nygaard, I. 1967. Fytoplankton. Oslofjorden og dens forurensningsproblemer. I. Undersøkelsen 1962-65. Delrapport 4. - Norsk Institutt for Vannforskning (1967):1-171.
- EUs avløpsdirektiv (1991/271/EØF, 1998/15/EØF)
- DNV, 1991. Resipientundersøkelser i Mossesundet, 1990. Del I. Sammendrag og Hovedrapport. Del II Datatrapport. P90-525.
- DNV, 1996. Resipientundersøkelser av Mossesundet. DNV-rapport 96-3285



- DNV, 2004. Overvåking av eutrofieringstilstanden i Ytre Oslofjord. Delrapport: Tilførsler og vannkvalitet. DNV rapport 2004-0180.
- NIVA, 1979. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Rapport 8, Sluttrapport. NIVA-rapport nr. 1103.
- NIVA, 1990.
- NIVA, 1991a. Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 3. Vannutskifting i fjordene. Overvåkingsrapport nr. 450/91. NIVA rapport nr. 2588.
- NIVA, 1991b. Undersøkelse av eutrofiering i Grenlandsfjordene 1988-89. Delrapport 9. Konklusjoner. Overvåkingsrapport nr. 751/97. NIVA rapport nr. 2697.
- NIVA, 1996. Brukerveiledning og dokumentasjon for TEOTIL. Modell for teoretiske beregning av fosfor- og nitrogentilførsler i Norge. O-94060. L.nr. 3426-96. NIVA rapport
- NIVA, 2000a. Oksygenforholdene i Drammensfjorden oktober 2000. NIVA Rapport LNR. 4311-2000.
- NIVA, 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. 10 års rapport 1990-1999. Rapport: 848/02
- NIVA, 2004. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. NIVA Rapport 4895-2004.
- NIVA, 2005. Datafiler med resultater fra modellberegninger utført i 2004 basert på NIVA, 2004. Mottatt på mail februar 2005.
- Paasche, E., Bryceson, I., Tangen, K. 1984. Interspecific variation in dark nitrogen uptake by dinoflagellates. - J. Phycol. 20:394-401.
- Rygg B, 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. (*Indicator species for environmental conditions on marine soft bottom.*) Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante arter på lokaliteten. 68 s. NIVA rapport 3347-95.
- SFT, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03.
- SFT 2002. Veiledning. Resipientundersøkelser I fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv. 46 s.
- Tangen, K. 1985. *Gyrodinium aureolum* og andre dinoflagellater i Oslofjorden, 1966-1982. - Flødev. Meld. 3:33-54.
- Tangen, K., Bjørnland, T. 1985. *Gyrodinium aureolum* høsten 1981. Observasjoner i Oslofjorden i oktober. - Flødev. Meld. 3:55-64.
- Tangen, K. 1980. Brunt vann i Oslofjorden i september 1979, forårsaket av den toksiske *Prorocentrum minimum* og andre dinoflagellater. Blyttia 38:145-158
- Tangen, K. 1974. Fytoplankton og planktoniske ciliater i en forurenset terskelfjord, Nordåsvatnet i Hordaland. 449 s.