



---

# OVERVÅKING AV EUTROFITILSTANDEN I YTRE OSLOFJORD

---

DELRAPPORT: VANNKVALITET 2002



RAPPORT NR. 2003-0202

REVISJON NR. 01



DET NORSKE VERITAS



## DELRAPPORT: VANNKVALITET 2002

Dato for første utgivelse: 2003-02-17	Prosjekt nr.: 59000343	DET NORSKE VERITAS REGION NORGE AS  <i>Miljørådgivning</i>  Veritasveien 1, 1322 HØVIK, Norge Tel: +47 67 57 99 00 Fax: +47 67 57 99 11 http://www.dnv.com Org. No: NO 945 748 931 MVA
Godkjent av:  Odd Reidar Humlegård DNV Consulting	Organisasjonsenhet: DNV Consulting Service Area SHE Management	
Oppdragsgiver: Fagråd 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 vannkvalitetsdata for 2002.

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 29 stasjoner fordelt over hele området ble besøkt i sommersesongen. Stasjoner i hovedfjorden og Hvalerområdet ble besøkt tre ganger i løpet av vinteren, og stasjonene i Hvalerområdet ble besøkt også i høst- og vårsesongene. Hydrografi, næringsalter, oksygen, klorofyll og algeplankton inngikk som parametere.

Generelt framsto tilstanden i hovedfjorden som meget god til god i henhold til SFTs tilstandsklasser. Det ble observert noe økt eutrofiering innover i fjorden og spesielt i lokale mer innelukkede fjordavsnitt.

Rapport nr.: 2003-0202	Emnegruppe: Marin overvåking	
Rapporttittel: Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord Delrapport: Vannkvalitet 2002		
Utført av: Egil Dragsund, Karl Tangen		
Verifisert av: Sam Arne Nøland		
Dato for denne revisjon: 2003-02-17	Rev. nr.: 01	Antall sider: 53

### Indekseringstermer

Overvåking  
Vannkvalitet  
Eutrofiering  
Oksygen

- 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 .....	1
2 INNLEDNING .....	2
3 VÆRFORHOLD .....	4
4 TILFØRSLER .....	5
4.1 TEOTIL beregninger	5
4.2 Vassdragsovervåking	7
4.3 Vannføring vassdrag	10
4.3.1 Vannføring 2001	10
4.3.2 Vannføring 2002	12
4.4 Langtransporterte tilførsler	13
5 GJENNOMFØRING OG METODER .....	14
5.1 Prøveinnsamling	14
5.2 Hydrografi	17
5.3 Næringssalter og klorofyll	18
5.4 Oksygen	18
5.5 Siktedyp	18
5.6 Innsamling og analyse av algemateriale	18
6 HYDROGRAFI .....	19
7 OKSYGEN .....	21
7.1 Klassifisering av tilstand av oksygen i dypvann	21
7.2 Utviklingen i hovedfjorden	22
7.3 Utviklingen i bassengene i Østfold	25
7.4 Utviklingen i bassengene i Vestfold og Buskerud	27
7.5 Oksygen i vannsøylen	28
7.6 Foreløpige konklusjoner – oksygen	30
8 NÆRINGSSALTER .....	31
8.1 Nitrat	32
8.2 Total-nitrogen	33
8.3 Fosfat	34
8.4 Total fosfor	35
8.5 N/P forhold	36



9	SIKTEDYP .....	39
10	PLANKTONALGER.....	40
10.1	Observasjoner	40
10.2	Kvantitativt viktige oppblomstringer.	45
10.3	Forekomsten av enkelte indikatorarter.	46
10.4	Klorofyll-a	47
10.5	Geografiske forskjeller i planktonalgeforekomstene – regional inndeling	48
10.6	Sammendrag og foreløpige konklusjoner	49
11	REFERANSER .....	51



## FORORD

Rapporten beskriver resultatene fra kjemiske og biologiske analyser av vannprøver fra 4 til 29 stasjoner i Ytre Oslofjord i løpet av 14 tokt i løpet av 2002. Prøvetakingen ble utført av Det Norske Veritas.

### Medarbeidere

Feltarbeid: Tormod Hansen – DNV  
Thomas Møskeland – DNV  
Tor Jensen – DNV  
Egil Dragsund – DNV  
Sindre Holm – UiO  
Sverre Basberg – UiO  
Rita Amundsen – UiO  
Annette Grimsrud - UiO

Kjemiske analyser av vannprøver

AnalyCen i Moss.

Algeplankton

Karl Tangen OCEANOR

Utarbeidelse av denne rapport:

Egil Dragsund  
Karl Tangen

Prosjektleder:

Tor Jensen

Verifikatør:

Sam Arne Nøland

De biologiske analysene er utført ved OCEANORs laboratorium i Trondheim.



## 1 SAMMENDRAG

På oppdrag fra Fagråd for Ytre Oslofjord og Statens forurensningstilsyn ble det gjennomført en overvåking av eutrofitilstanden i ytre Oslofjord for år 2002. Programmet er planlagt gjennomført i første omgang fram til 2005. Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør og inkluderer Drammensfjorden.

Norske tilførsler av næringssalter og organisk materiale til ytre Oslofjord er dominert av bakgrunnsavrenning og landbrukstilførsler. Totalt utgjør kommunale bidrag ca. 16 – 18 % i et år med normal ferskvannstilførsel. Tilførslene fra elver som hovedsakelig består av kildene landbruk og bakgrunn, varierer med vannføringen. I enkelte elver som utsettes for erosjon vil også konsentrasjonen av organisk materiale og/eller næringssalter kunne øke. Årene 2000 og 2001 var preget av til dels betydelig større vannføring enn normalåret, mens den totale vannføringen i 2002 var tilnærmet normal. Lokale resipienter som Hvaler, Mossesundet, Drammensfjorden, Sandebukta, Vestfjorden i Tønsberg og Larvikfjorden er sterkt påvirket av elvetilførslene.

Det ble ikke observert en tilsvarende innstrømming av atlantisk vann vinteren 2001/2002 som foregående vinter. Høsten 2002 kom det en større innstrømming av atlantisk vann med saltholdighet over 35 psu. Denne nådde ikke inn til Breidangen.

Oksygennivåene i februar lå noe lavere sammenlignet med foregående år. For øvrig viste utviklingen tilsvarende trend som året før. Tilstanden i bunnvannet tilsvarte klassifiseringen i 2001 bortsett fra mindre variasjoner. Generelt tilsvarte lavest observerte nivå på de enkelte stasjonene tilstandsklasse *Meget god* eller *God* i henhold til SFT kriteriene og var betydelig bedre enn situasjonen før utskiftning i 1997. Bassenger med redusert tilstand er Ringdalsfjorden (*Meget dårlig*), Hvaler, Krokstadfjorden, Tønsbergfjorden (*Mindre god*) og Mossesundet (*Dårlig*). Horten og Drammensfjorden er begge naturlig anoksiske. I Grenlandsområdet ble Frierfjorden klassifisert som *Meget dårlig* og Håøyfjorden som *Dårlig*.

Tilsvarende tidligere år ble det observert et markert oksygenminimum i tilknytning til sprangsjiktet på 10 til 30 m dyp. I enkelte av de lokale resipientene som f.eks. Sandebukta, ligger dette lavere enn i bunnvannet og tilsvarende tilstandsklasse *Dårlig*.

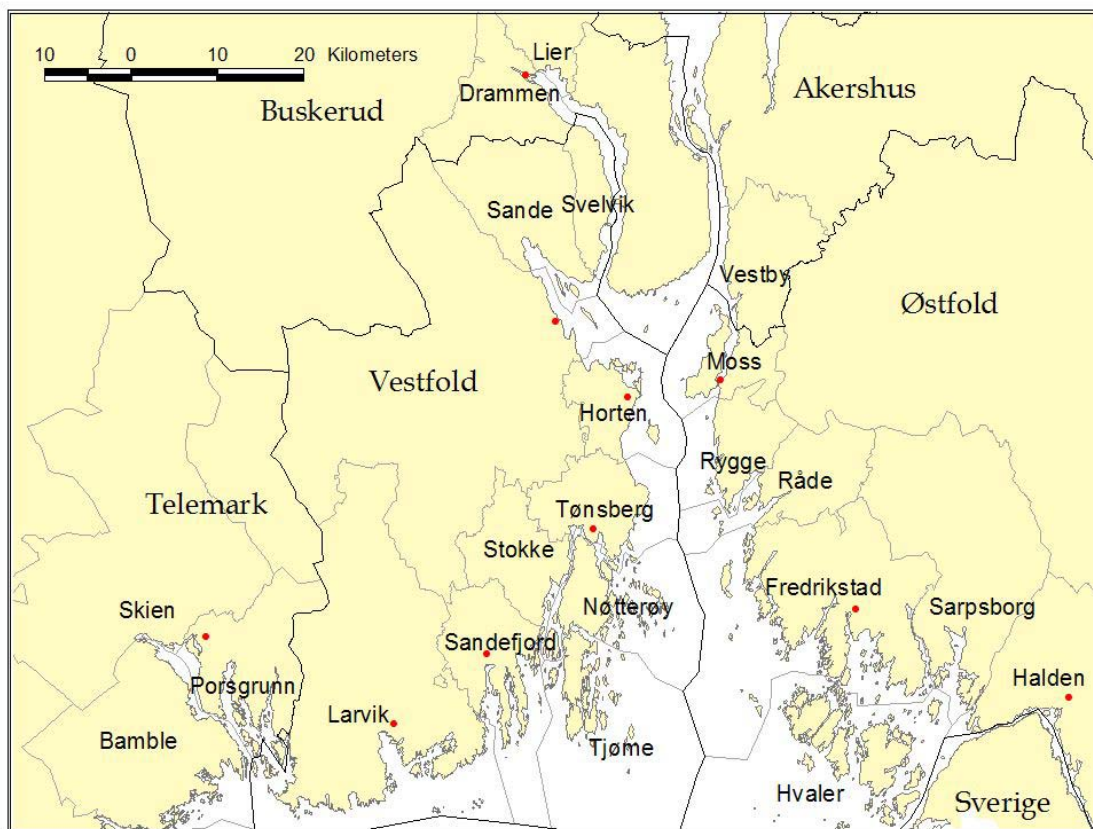
Tilstanden med hensyn til nitrat i de øvre deler av vannmassene vinterstid ble karakterisert som *God* i åpne ytre deler av fjorden og *Mindre god/Dårlig* i indre deler og lokale resipienter. M.h.t. fosfat vinterstid var tilstanden *Meget god* til *God*. Sommerstid er situasjonen noe annerledes og variabel avhengig av oppblomstringer av algeplankton og periodiske tilførsler i tilknytning til økt ferskvannsavrenning. Lokale tilførsler påvirket delområder som f.eks. Hvalerområdet.

I de sterkt ferskvannspåvirkede lokale resipientene Hvalerområdet, Drammensfjorden og Sandebukta var forholdstallet mellom nitrogen og fosfor markert øket i forhold til normale verdier. Dette kan blant annet være grunnen til at man der observerer en annen artsdominans i algeplanktonet enn i hovedfjorden.

## 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 2002. Programmet startet opp i år 2001 og er planlagt videreført til år 2005.

Området er avgrenset av Drøbaksundet i nord og linjen mellom Kosterøyene og Jomfruland i sør (se kart Figur 2-1). Overvåkingen i 2002 inkluderer også sjøområdene i Telemark.



**Figur 2-1** Kart over undersøkelsesområdet med de aktuelle kommunene som er med i Fagrådet for Ytre Oslofjord.

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. Neste revisjon skal foreligge senest i løpet av 2004.

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
- algeplankton
- 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 2002 er gjennomført i samarbeid med:

Oceanor:	Analyser av algeplankton, rapportering av vannkvalitet
AnalyCen:	Kjemiske analyser av vannprøver
Universitetet i Oslo:	Forskningsfartøyet F/F <i>Trygve Braarud</i>

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

DNV, 2003. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Samlerapport – 2002.

DNV, 2003. Delrapport: Vannkvalitet 2002.

DNV, 2003. Delrapport: Gruntvannssamfunn 2002.

DNV, 2003. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2002.

Denne rapporten presenterer og diskuterer resultater fra undersøkelsen av vannkvalitet gjennomført i 2002. Det er tidligere gjennomført en tilsvarende undersøkelse i 2001. I tillegg er det inkludert en del data vedrørende tilførslene til området.

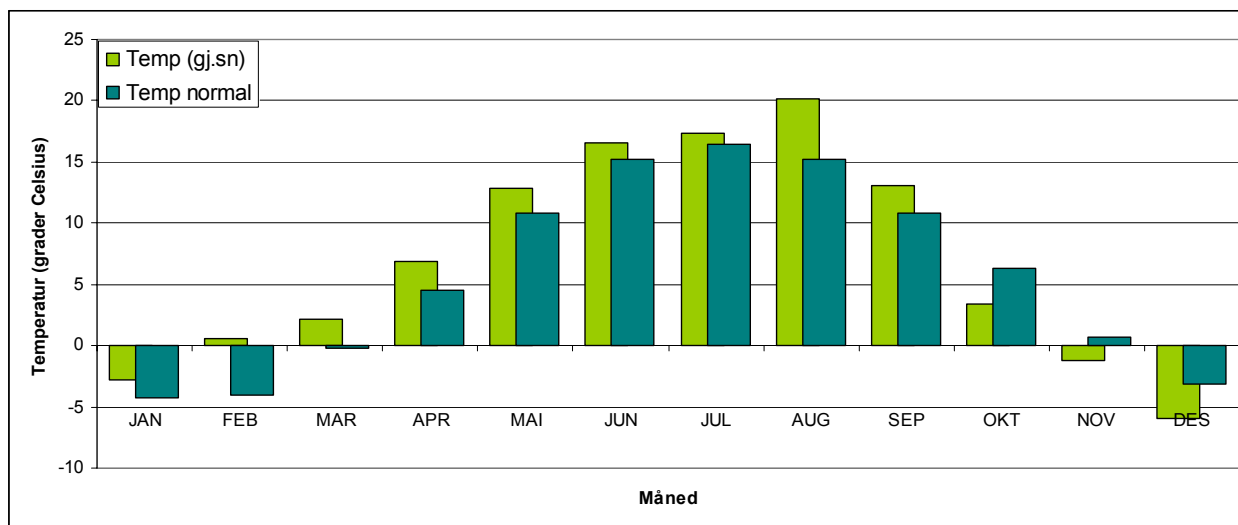
Tidligere er det utført en rekke undersøkelser i begrensede avsnitt av Ytre Oslofjord. Disse lokale undersøkelsene har hovedsakelig vært gjennomført på oppdrag for industri med utslipp til en lokal resipient eller som detaljstudier i forhold til overvåkingen av Ytre Oslofjord på oppdrag fra FYO og SFT. I tillegg ble det rundt 1990 gjennomført en større undersøkelse av hele Ytre Oslofjord på oppdrag fra SFT. Alle tilgjengelige data inngikk som grunnlag for en ekspertgruppe nedsatt av SFT i 1995. Mandatet var en helhetlig vurdering av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord, utvikling og effekter av reduksjoner av lokale næringssalttilførsler (Anon, 1996).

Ut i fra målsetningen om å vurdere forholdene over tid er det foreløpig ikke lagt vekt på en sammenfattende analyse av alle tilgjengelige resultater. Dette vil bli gjennomført når en har samlet inn data over noen år mot slutten av overvåkingsperioden (2001 – 2005).



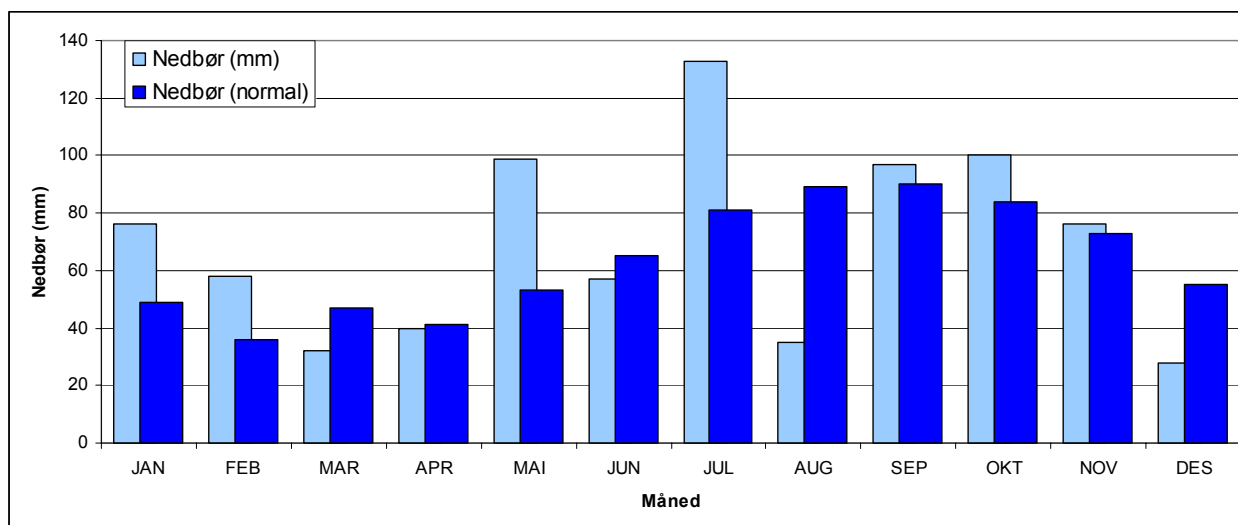
### 3 VÆRFORHOLD

For Norge var året 2002 meget varmt til og med september (DNMI, 2003). Perioden januar-september 2002 var på landsbasis den varmeste januar-septemberperioden siden 1866, med et temperatur-avvik fra normalen på 2,2°C, men oktober - desember ble meget kald. De tre månedene fikk et samlet temperaturavvik fra normalen på -1,6 °C, og dermed ble oktober-desember fjerde kaldeste siden 1971. Østlandet var ett av områdene som var varmest i forhold til normalt i januar-september og det var klart Østlandet som var kaldest i forhold til normalt i oktober-desember.



**Figur 3-1 Gjennomsnittstemperaturen målt på Blindern 2002 sammenlignet med normalverdier**

På årsbasis har Østlandet fått omtrent normale nedbørmengder i løpet av 2002, men i perioden august-desember kom det 32 % mindre nedbør enn normalt.



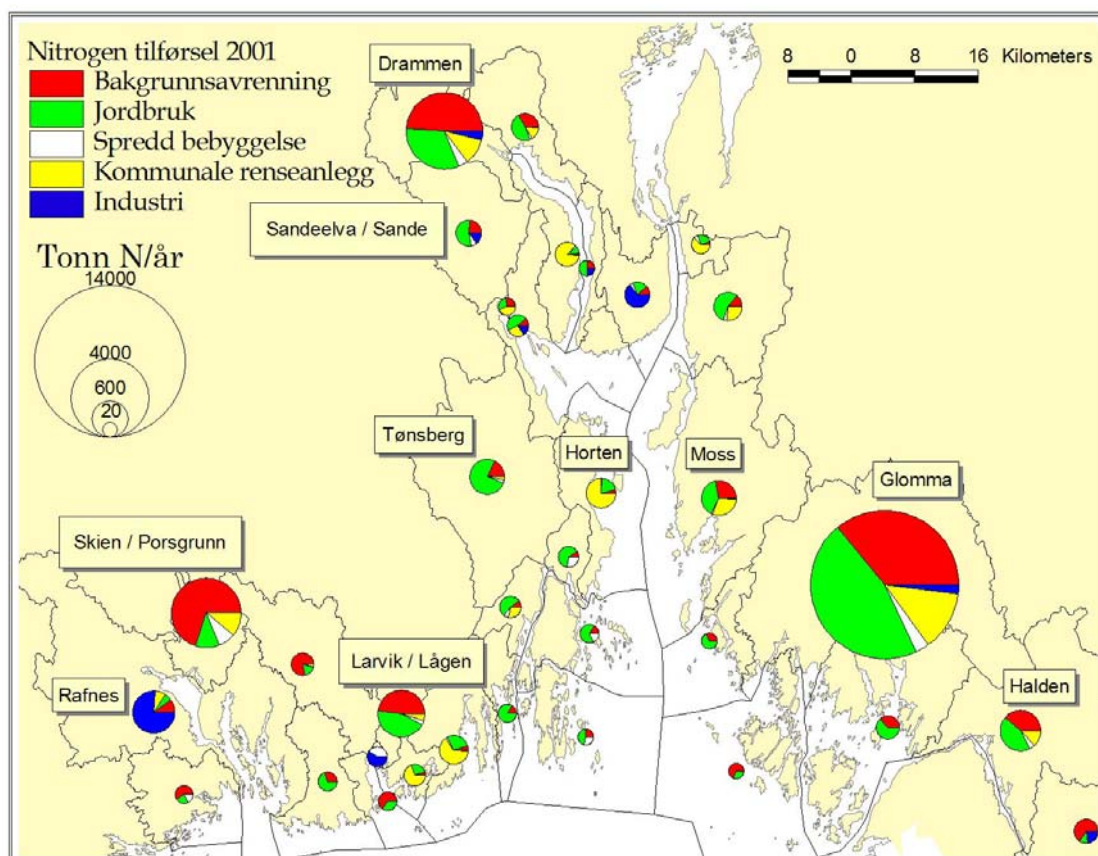
**Figur 3-2 Nedbørmengder 2002 og normalverdier.**

## 4 TILFØRSLER

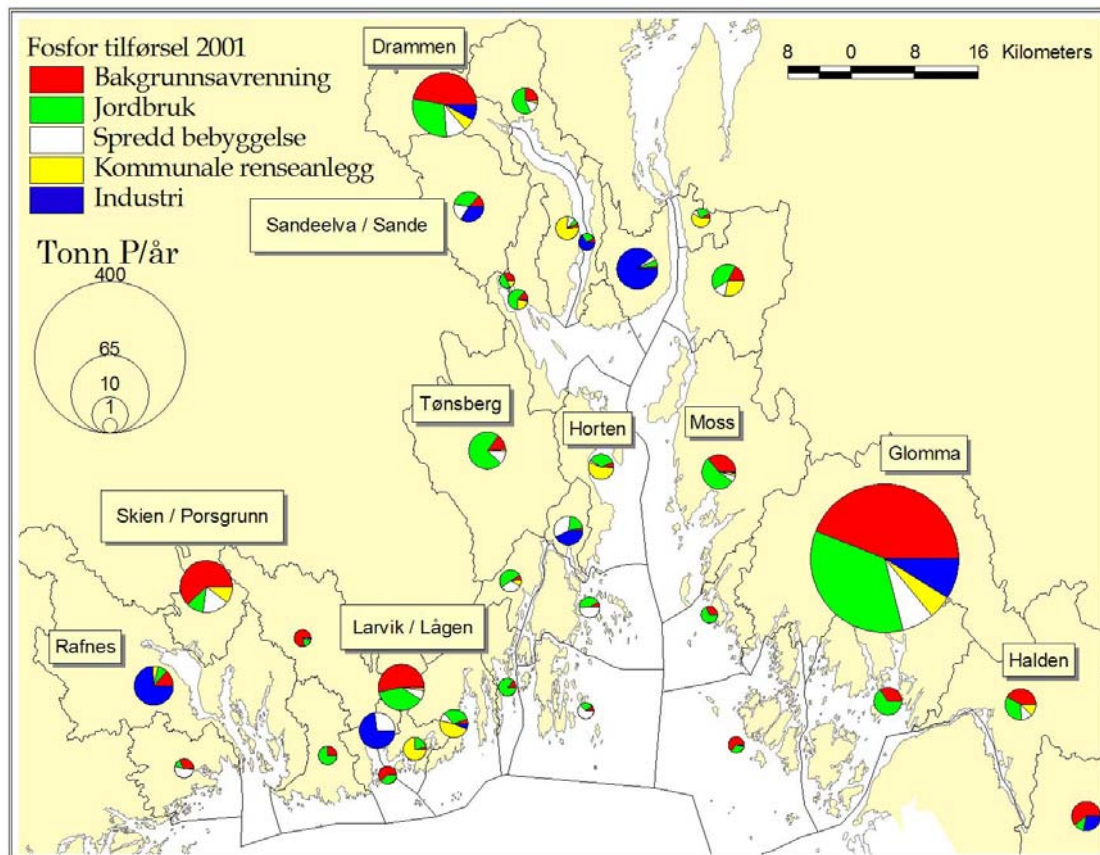
Det ble i 2001 gjennomført en omfattende kartlegging av tilførslene av næringsalter og organisk materiale de siste ti år fordelt på fem kystområder innen ytre Oslofjord (ICG, 2001). Formålet med vurderingen av tilførsler gjennomført i 2002 var å detaljere tilførslene noe mer geografisk slik at en bedre kunne vurdere tilførslene i forhold til tilstanden til de lokale resipientene. Kartleggingen skulle baseres på modellberegningene utført med TEOTIL (NIVA, 1996) for SFT. Modellen beregner tilførsler fra kildene bakgrunn, landbruk, industri, kommunalt avløp og akvakultur. Resultatene kan derfor benyttes som grunnlag for vurdering av tiltak i ulike kilder. I tillegg er det hentet inn data fra overvåkingen av vannkvaliteten i vassdrag (Aquateam, 2001; 2002) og avrenningsdata for de største vassdragene fra NVE.

### 4.1 TEOTIL beregninger

Siste tilgjengelige data (mars 2002) var for året 2001 (se Figur 4-1 og Figur 4-2).



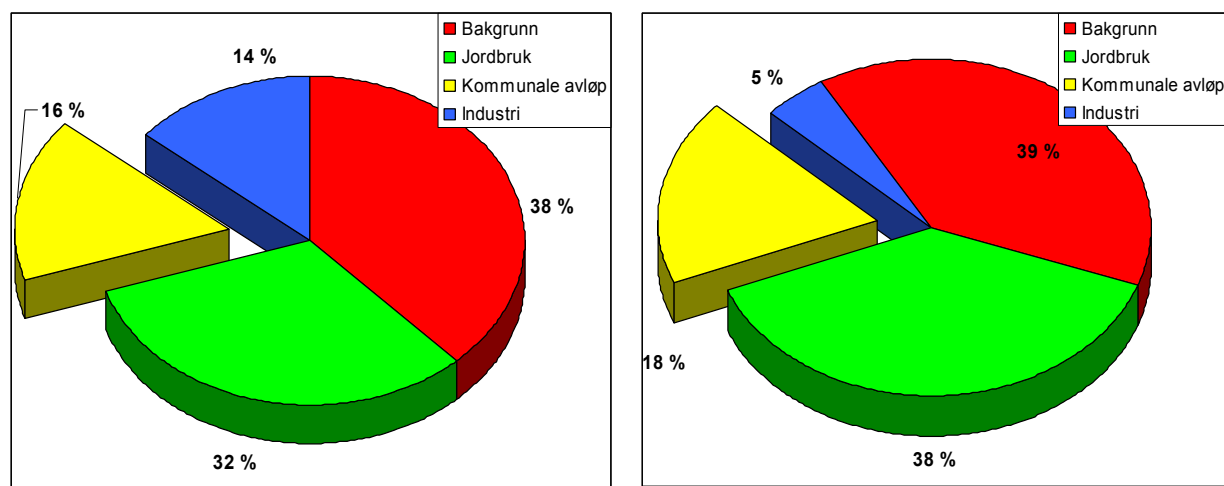
Figur 4-1 Tilførsler av nitrogen til analyseområdet fordelt på mindre nedbørsfelt beregnet med modellen TEOTIL for året 2000.



**Figur 4-2 Tilførsler av fosfor til analyseområdet fordelt på mindre nedbørsfelt beregnet med modellen TEOTIL for året 2000.**

TEOTIL modellen er primært satt opp for å beregne tilførsler til større sjøområder, men grunnlagsberegningene for avrenning fra arealer er basert på NVE sin inndeling i mindre statistikkområder. Disse resultatene er benyttet i vår presentasjon. De geografisk detaljerte data fra modellen inneholder imidlertid tilnærmelser i faktisk lokalisering av enkelte lokale kilder. Dette fører derfor til en feil fordeling av tilførsler fra områder med små bidrag. For de totale bidragene fra store vassdrag og for hele området, er modellresultatene riktige. 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 de fem hovedområdene.

Totalt utgjør bidraget fra kommunale avløp til analyseområdet av fosfor og nitrogen henholdsvis 16 og 18% av de totale landbaserte tilførslene (Figur 4-3).



**Figur 4-3**      **Fosfor 741 tonn**      **Nitrogen 28 818 tonn**  
**Beregnete total tilførsler fra land i 2001 (TEOTIL beregninger)**

De siste årene er det gjennomført analyser og vurderinger (ref. SFT) som gir bedre estimering av avrenningskoeffisienter for N og P fra jordbruksarealer. Resultatet viste at man tidligere hadde beregnet for lave avrenninger fra jordbruket og de nye avrenningskoeffisientene man nå kom frem til viste ca. 15% høyere avrenning enn tidligere beregnet. De nye beregningene fører til at data presentert i denne rapporten ikke er direkte sammenlignbare med data presentert i ICG (2001).

## 4.2 Vassdragsovervåking

På oppdrag fra SFT overvåkes vannkvaliteten i en rekke vassdrag i Norge som grunnlag for rapportering til OSPAR av Norges tilførsler (Aquateam, 2001; 2002.). Overvåkingen omfatter primært store vassdrag. I ytre Oslofjord omfatter dette Glomma (Singlefjorden/Hvaler), Drammenselva (Drammensfjorden), Numedalslågen (Larvikfjorden) og Skiensvassdraget (Frierfjorden/Grenland). I tillegg gjøres enkle årlige undersøkelser i Tista (Iddefjorden), Mosseelva (Mossesundet), Lierelva (Drammensfjorden), Sandeelva (Sandebukta), Aulielva (Tønsbergfjorden) og Farriselva (Larvikfjorden). Generelle avrenningsdata er presentert i Tabell 4-1 og tilførsler beregnet med bakgrunn i overvåkingen 2000 og 2001 (Aquateam, 2001, 2002) er presentert i Tabell 4-2.

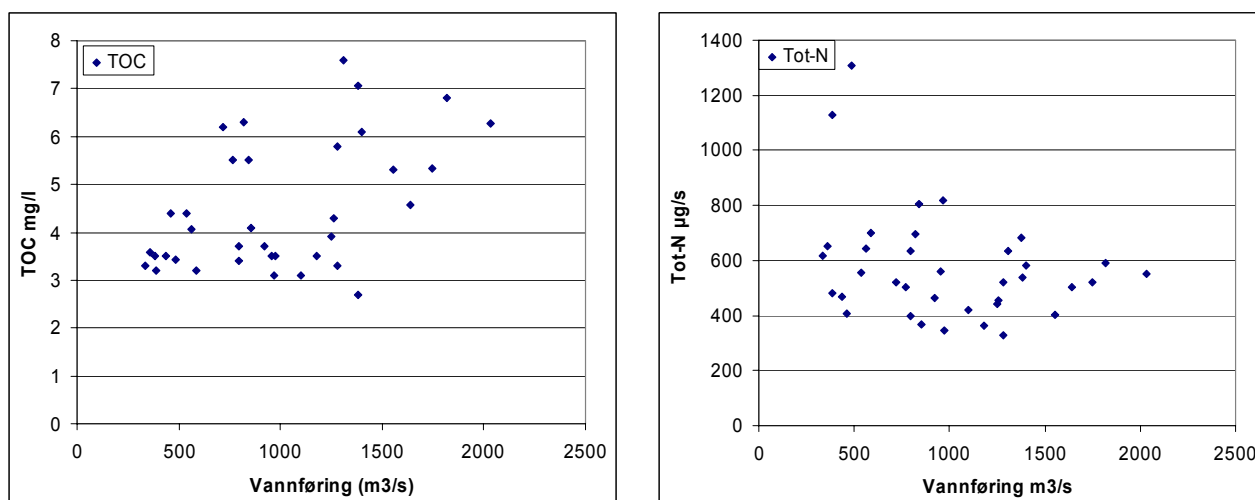
**Tabell 4-1 Viktige elver med avrenning til ytre Oslofjord (data NVE)**

Vassdrag	Nedbørsfelt (km <sup>2</sup> )	Avrenning (Langtids gj.sn.) 1000 m <sup>3</sup> /døgn
Tista	1588	1 975
Glomma	46 023	61 350
Mosseelva	690	866
Drammenselva	17 614	28 850
Lierelva	309	496
Sandaelva	193	282
Aulielva	363	469
Numedalslågen	5 577	10 200
Farris	491	915
Skienselva	12 831	23 535

**Tabell 4-2 Totale tilførsler til ytre Oslofjord 2000 og 2001 fra større vassdrag til Ytre Oslofjord (Aquateam, 2001; 2002). \* - Beregninger basert på et lite antall vannprøver.**

Vassdrag	Årlige tilførsler 2000 (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*	8205	1,16	17,3	663	24,3	1082	<104
Glomma	153936	196	835	9374	929	17731	193645
Mosseelva*	3784	1,53	10,2	423	11,3	677	307
Drammenselva	50460	33	187	3348	316	6212	47278
Lierelva*	851	5,7	10,3	153	8,0	214	1270
Sandaelva*	789	2,4	5,6	97	5,2	162	932
Aulielva*	798	2,75	10,73	38	14,9	154	259
Numedalslågen	29242	26,7	256	1488	144	2805	31006
Farris*	222	1,1	3,33	215	13,3	352	2619
Skienselva	33696	30	35	2370	154	4027	34864
<b>Totalt</b>	<b>281983</b>	<b>300,34</b>	<b>1370,46</b>	<b>18169</b>	<b>1620</b>	<b>33416</b>	<b>312180</b>
Årlige tilførsler 2001 (tonn)							
Tista*	6 863	2,39	18,35	276	16,0	558	3 420
Glomma	109 157	127	786	7045	613	12 240	92 301
Mosseelva*	3 289	0,71	13,58	53	7,5	242	345
Drammenselva	39 935	32	155	2526	311	4 354	33 796
Lierelva*	668	1,08	7,33	88	5,0	125	970
Sandaelva*	460	0,24	6,84	29	5,9	58	329
Aulielva*	908	<0,2	9,27	87	200	224	258
Numedalslågen	20 310	26,7	135	955	130	1 766	17 553
Farris*	1 741	<0,4	6,06	121	4,5	209	1 784
Skienselva	27 450	43	320	1811	145	2 884	24 341
<b>Totalt</b>	<b>210 781</b>	<b>233,72</b>	<b>1 457,43</b>	<b>12991</b>	<b>1 437,9</b>	<b>22 660</b>	<b>175 097</b>

Tilførslene varierer fra år til år og i løpet av året i stor grad avhengig av vannføringen i de enkelte elvene. Året 2000 kom store nedbørmengder over Østlandet, blant annet ble det målt mer enn 5 ganger normal vannføring i løpet av oktober og november. I enkelte elver fører økt vannføring til økt erosjon. Dette medfører at konsentrasjonen av partikler, organisk materiale og/eller næringssalter kan øke med økende vannføring. Erosjonseffekten varierer både mellom elver og parametere. For Glomma viser mengde organisk materiale en viss økning (ikke signifikant sammenheng) med vannføring, mens konsentrasjonen av nitrogen ikke endres (Figur 4-4).



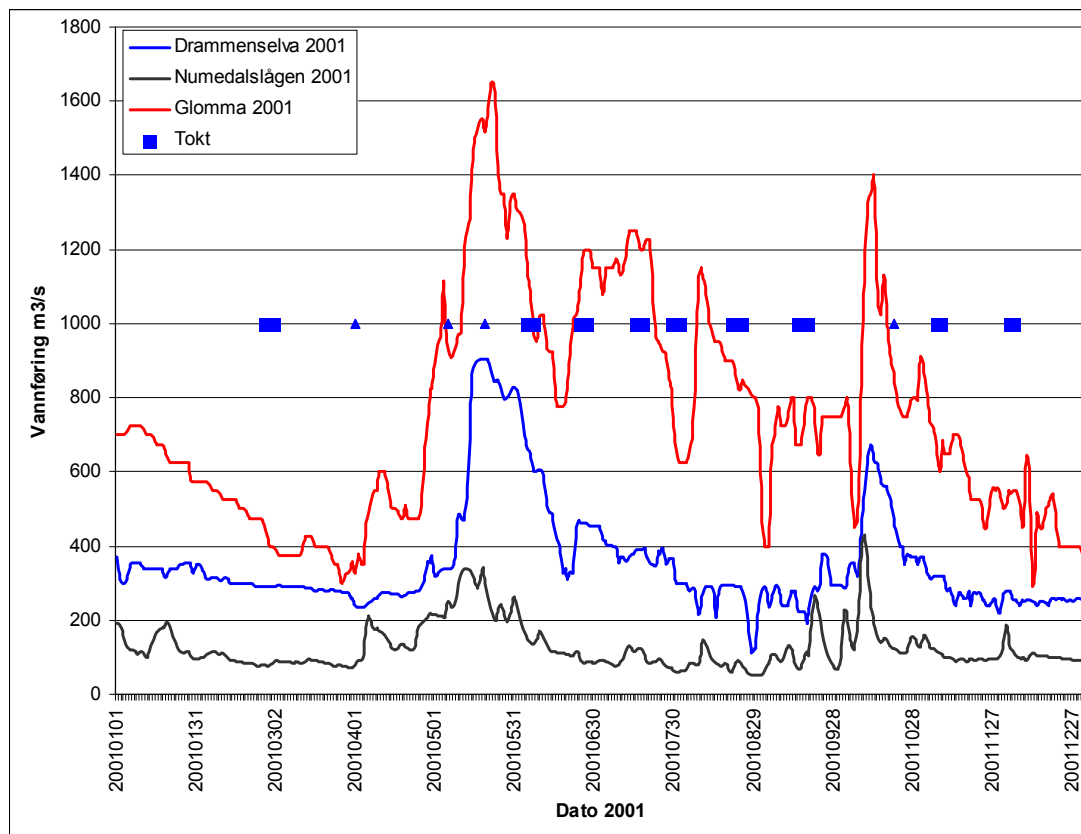
**Figur 4-4** Målte konsentrasjoner av organisk materiale (TOC) og nitrogen (Tot-N) i Glomma ved ulike vannføringer i løpet av 2000 og 2001.

Totalt fører stor vannføring til betydelig økte tilførsler med elvene. Det foreligger foreløpig ikke tall for tilførsler fra elvene i 2002, men vannføringen kan benyttes som grunnlag for å anslå disse (se følgende kapittel).

## 4.3 Vannføring vassdrag

### 4.3.1 Vannføring 2001

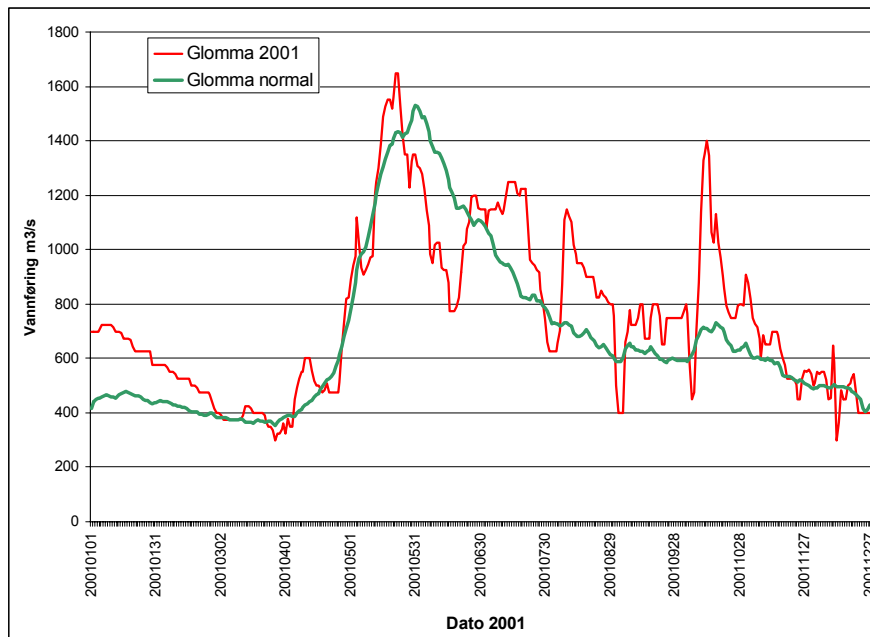
Figur 4-5 viser vannføringen i de tre største elvene i 2001 sammen med tidspunktene for vannkvalitetstoktene samme år. Spesielt var vannføringen i Glomma stor i første del av sommerperioden noe som vil påvirke konsentrasjonen av næringssalter i overflatevannet i Hvaler og andre stasjoner som blir direkte påvirket av elvetilførsler.



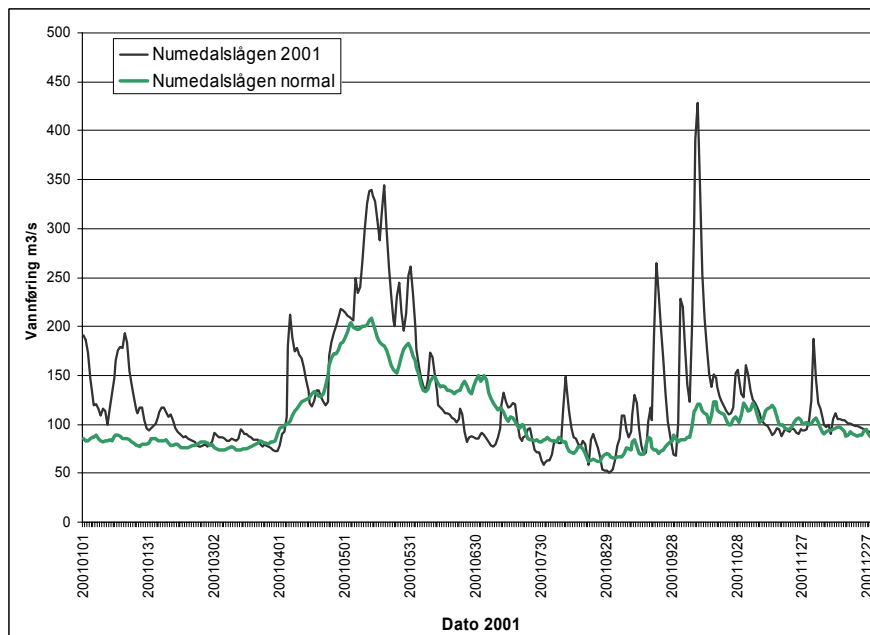
**Figur 4-5 Vannføringen i de tre største elvene i Ytre Oslofjord 2001 (data fra NVE). Toktene er markert med punkter, vår/høst-tokt med trekkanter**

Vannføringen var noe høyere enn normalt i 2001 spesielt i Drammenselva og Numedalslågen, i mindre grad i Glomma (se Figur 4-6, Figur 4-7 og Figur 4-8).

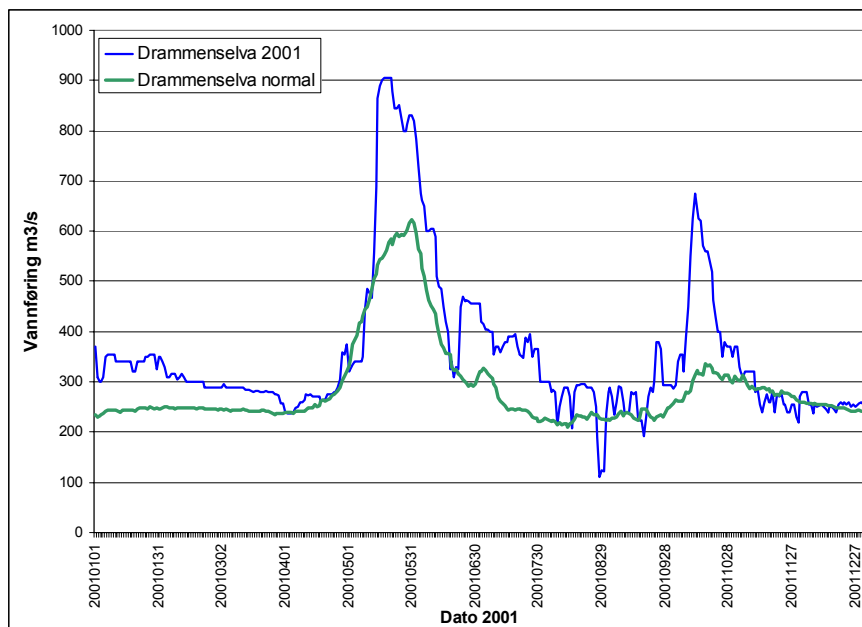




**Figur 4-6 Vannføring i Glomma 2001 sammenlignet med normalvannføringen (data fra NVE)**



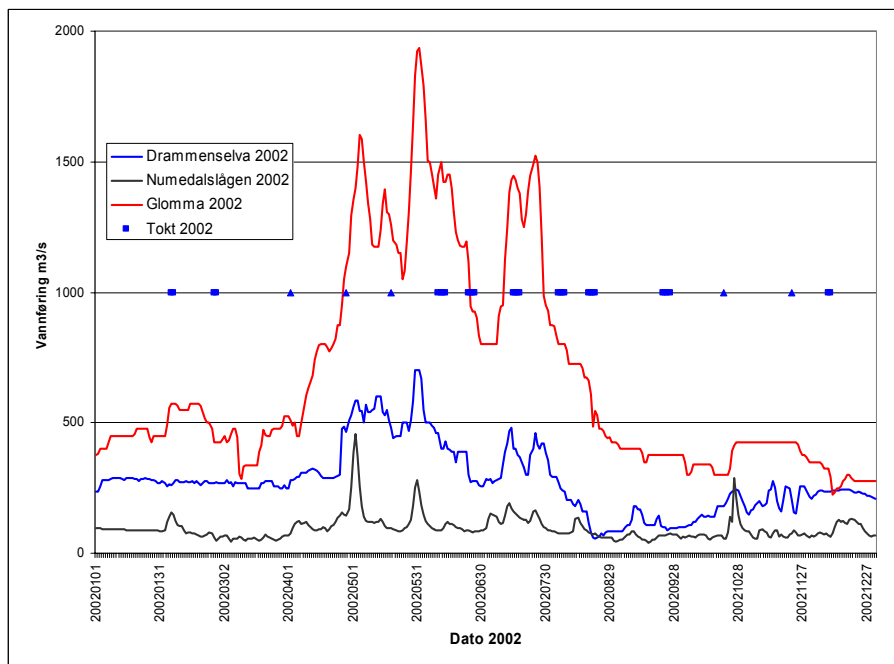
**Figur 4-7 Vannføring i Numedalslågen 2001 sammenlignet med normalvannføringen (data fra NVE)**



**Figur 4-8 Vannføring i Drammenselva 2001 sammenlignet med normalvannføringen (data fra NVE)**

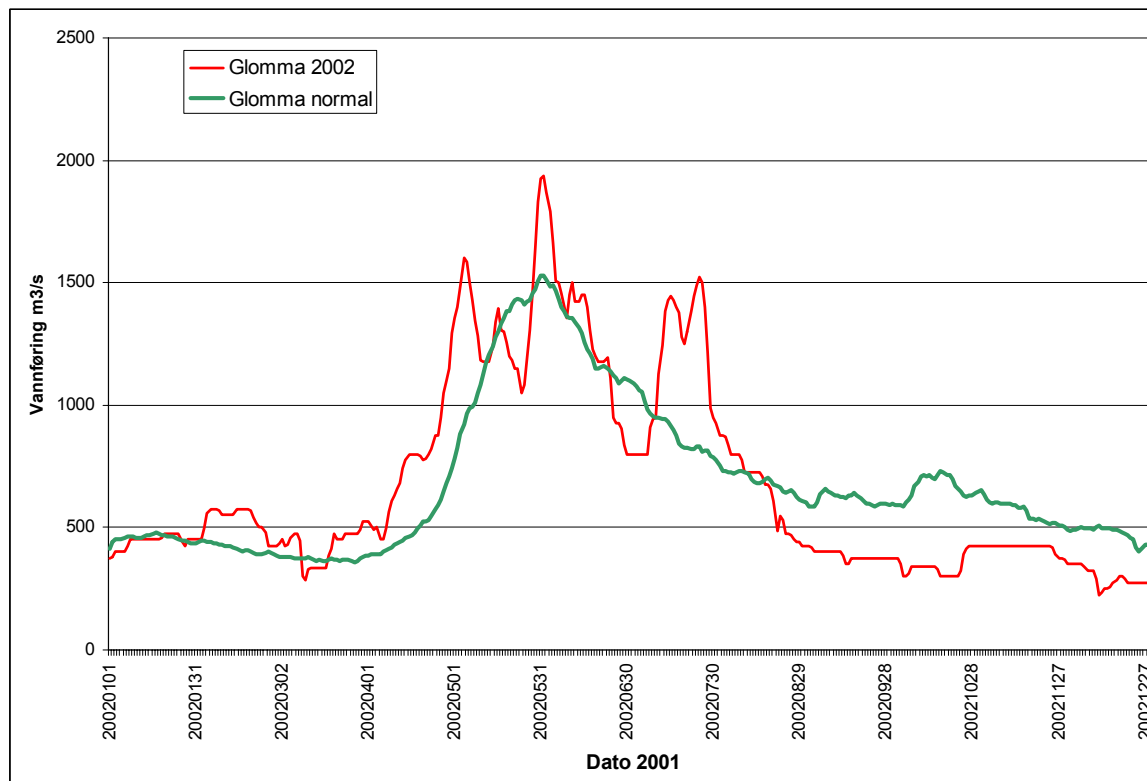
#### 4.3.2 Vannføring 2002

Vannføringen høsten 2002 bar preg av små nedbørsmengder. Den relativt store vannføringen i løpet av sommeren kan ha påvirket vannkvaliteten ved store tilførsler til overflatevannet.



**Figur 4-9 Vannføringen i de tre største elvene i Ytre Oslofjord 2002 (data fra NVE). Tøktene er markert med punkter, vår/høst-tøkt med trekkanter.**

For 2002 var de totale nedbørsmengdene og vannføringen på Østlandet tilnærmet lik normalåret. Dette fordelte seg med noe større mengder i løpet av vår og sommer og mindre mengder på slutten av året (Figur 4-10).



**Figur 4-10 Vannføring i Glomma 2002 sammenlignet med normalvannføringen (data fra NVE)**

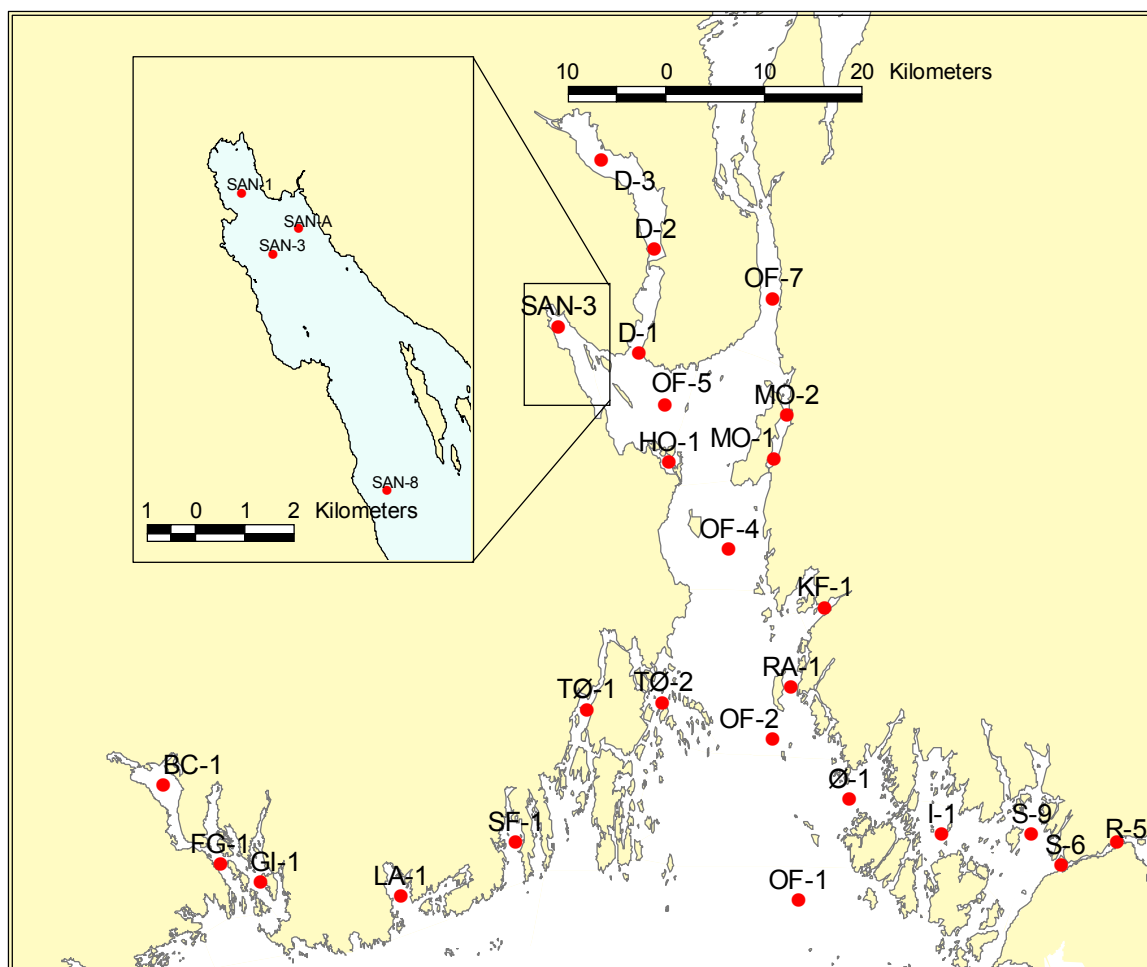
#### 4.4 Langtransporterte tilførsler

I tillegg til lokale tilførsler av næringssalter tilføres også Ytre Oslofjord store mengder næringssalter med vannmassene fra Skagerrak, Østersjøen og Nordsjøen. Det er ikke hentet inn data fra overvåkingen av nærliggende områder (Bohuslän, Skagerrak, Ytre Oslofjord) inneværende år. En mer detaljert vurdering av langtransporterte tilførsler er planlagt gjennomført i løpet av 2003.

## 5 GJENOMFØRING OG METODER

### 5.1 Prøveinnsamling

Totalt ble det benyttet 29 stasjoner i løpet av 2002 (se Figur 5-1, Tabell 5-1 og Tabell 5-2). Overvåkingen av Ytre Oslofjord ble kombinert med lokale undersøkelser i Sandebukta (utført for Sande Paper Mill frem til juli 2002) som førte til et relativt tett stasjonsnett lokalt.



**Figur 5-1** Kart med stasjonsoversikt benyttet i 2002. I Sandebukta ble det benyttet fire stasjoner i deler av perioden. For detaljer om hvilke stasjoner som ble besøkt når, se Tabell 5-2.

**Tabell 5-1 Stasjonsoversikt Ytre Oslofjord undersøkelsen av vannkvalitet 2002**

Navn	Nord (WGS 84)	Øst (WGS 84)	Dyp (m)	Navn	Område	Kommentar
OF-1	59.041050	10.754434	452	Torbjørnskjær	Midtfjord	Sommer- og vintertokt , 9 tokt
OF-2	59.186668	10.691667	358	Missingene	Midtfjord	Sommer- og vintertokt , 9 tokt
OF-4	59.358665	10.590567	306	Bastø	Midtfjord	Sommer- og vintertokt , 9 tokt
OF-5	59.486668	10.458333	199	Breiangen	Midtfjord	Sommer- og vintertokt , 9 tokt
OF-7	59.590000	10.640000	200	Filtvedt	Midtfjord	Sommertokt, 6 tokt
D-1	59.531818	10.404866	85	Ytre Drammensfjorden	Drammen	Sommertokt, 6 tokt
D-2	59.627766	10.420983	119	Indre Drammensfjord	Drammen	Sommertokt, 6 tokt
D-3	59.705883	10.313517	97	Drammensfjorden	Drammen	Sommertokt, 6 tokt
LA-1	59.019299	10.051566	105	Larviksfjorden	Larvik	Sommertokt, 6 tokt
SF-1	59.077351	10.246067	60	Sandefjord	Sandefjord	Sommertokt, 6 tokt
TØ-1	59.202835	10.355416	46	Tønsbergfjorden	Tønsberg	Sommertokt, 6 tokt
TØ-2	59.213818	10.490717	33	Hvalø	Tønsberg	Sommertokt, 6 tokt
HO-1	59.433949	10.473300	25	Horten Indre	Horten	Sommertokt, 6 tokt
SAN-1	59.56156	10.24442	23	Sandebukta	Sande	Sande Papermill,
SAN-3	59.55082	10.25745	45	Sandebukta	Sande	Sommertokt, 6 tokt
SAN-8	59.50907	10.30440	72	Sandebukta	Sande	Sande Papermill
SAN-A	59.55572	10.26602	43	Sandebukta	Sande	Sande Papermill
MO-1	59.443333	10.659950	46	Mossesundet	Mossesundet	Sommertokt
MO-2	59.484333	10.678083	102	Mossesundet	Mossesundet	Sommertokt, 6 tokt
RA-1	59.234852	10.717433	120	Rauerfjorden	Østfold	Sommertokt, 6 tokt
KF-1	59.310116	10.768900	16	Krokstadfjorden	Østfold	Sommertokt, 6 tokt
Ø-1	59.136501	10.833950	50	Leira	Østfold	Sommer- og vintertokt , 9 tokt
I-1	59.109432	11.001966	52	Ramsø	Hvaler	Sommertokt, 6 tokt
S-6	59.087284	11.217633	55	Kjeøy	Hvaler	Benyttes hele året
R-5	59.111717	11.314266	34	Ringdalsfjorden	Ringdalsfjorden	Benyttes hele året
S-9	59.114334	11.161667	95	Haslau	Hvaler	Benyttes hele året
BC-1	59.10437	9.61800		Frierfjorden	Telemark	Sommertokt, 6 tokt
FG-1	59.03908	9.72323		Langesundsfjorden	Telemark	Sommertokt, 6 tokt
GI-1	59.02265	9.79675		Håøyfjorden	Telemark	Sommertokt, 6 tokt

Det ble gjennomført 14 tokt i perioden fra februar til desember 2002 med et varierende antall stasjoner på hvert tokt (se Tabell 5-2). På sommertoktene ble det samlet inn prøver fra alle 29 stasjonene inntil julitoktet, deretter fra 26 stasjoner.

Tabell 5-2 Oversikt over tokt og undersøkte stasjoner i ytre Oslofjord 2002.

Stasjon	Toktdato													
	5.-6. februar	25.-26. februar	2. april	28. april	19. mai	10.-13. juni	24.-27. juni	15.-18. juli	5.-8. august	19.-22. august	23.-28. september	21. oktober	22. november	9.-10. desember
OF-1	X	X				X	X	X	X	X	X			X
OF-2	X	X				X	X	X	X	X	X			X
OF-4	X	X				X	X	X	X	X	X			X
OF-5	X	X				X	X	X	X	X	X			X
OF-7						X	X	X	X	X	X			
D-1						X	X	X	X	X	X			
D-2						X	X	X	X	X	X			
D-3						X	X	X	X	X	X			
RA-1						X	X	X	X	X	X			
KF-1						X	X	X	X	X	X			
LA-1						X	X	X	X	X	X			
SF-1						X	X	X	X	X	X			
TØ-1						X	X	X	X	X	X			
TØ-2						X	X	X	X	X	X			
HO-1						X	X	X	X	X	X			
SAN-1	X	X				X	X	X	Undersøkelsene Sandebukta avsluttet					
SAN-3	X	X				X	X	X	X	X	X			
SAN-8	X	X				X	X	X	Undersøkelsene Sandebukta avsluttet					
SAN-A	X	X				X	X	X	Undersøkelsene Sandebukta avsluttet					
MO-1						X	X	X	X	X	X			
MO-2						X	X	X	X	X	X			
Ø-1	X	X	X			X	X	X	X	X	X			
I-1				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S-6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
R-5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
S-9	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BC-1						X	X	X	X	X	X			
FG-1						X	X	X	X	X	X			
GI-1						X	X	X	X	X	X			

Toktet ble gjennomført med to båter. På de fleste tokt og stasjoner ble forskningsfartøyet til Universitetet i Oslo: *F/F Trygve Braarud* benyttet. I tillegg ble en hurtiggående 17' RIB med elektrisk/hydraulisk vinsj benyttet på de mindre toktene vår og høst og på fire stasjoner i Hvalerområdet på sommertoktene.

Det samme prøvetakingsprogrammet ble gjennomført på samtlige stasjoner, presentert i Tabell 5-3.

**Tabell 5-3 Gjennomført prøveprogram på stasjonene**

Parameter	Dyp	Kommentar
Konduktivitet	0 – ca. 2 m over bunn	Benyttet instrument var CTD Seacat Profiler. På <i>Trygve Braarud</i> ble instrumentet festet på universitetets Neill Brown CTD sammen med vannprøvekarusell. Resultater fra de to instrumentene ble rutinemessig kontrollert mot hverandre.
Temperatur	0 – ca. 2 m over bunn	
Oksygen	0 – ca. 2 m over bunn	
Oksygenprøve	2 m over bunnen	<i>Trygve Braarud</i> : En vannprøve tatt med fartøyet prøvetakingskarusell, prøvevolum 1 liter. RIB: Vannprøve tatt med vannhenter, normalt fra 20 m dyp.
Vannprøve alger	0 – 3 m	Integrert prøve tatt med rør, blandet i bøtte, 25 ml delprøve tatt ut for analyse.
Håvtrekkprøve alger	0 – 2 m	Trekktid varierer med mengde plankton. Ca. 5 minutter.
Siktedyp	-	Secchi skive med diameter ca. 25 cm.
Vannprøve kjemi	2 m	<i>Trygve Braarud</i> : Fire prøver fra hvert dyp tatt med vannprøvekarusell, hver vannhenter 1 liter volum, totalt prøvevolum ca. 4 l. RIB: Vannprøve tatt med vannhenter. Total prøvevolum ca. 4 l.
	20 m	

## 5.2 Hydrografi

Til profilering av konduktivitet, temperatur og oksygen benyttes CTD Seacat Profiler - Seabird Electronics inc. Saltholdighet<sup>1</sup> beregnes på grunnlag av konduktivitet, temperatur og dyp. Instrumentet har følgende egenskaper:

Parameter	Måleområde	Nøyaktighet
Temperatur (°C)	-5 til + 35	± 0,01
Konduktivitet (S/m)	0 - 7	± 0,001
Dyp (m)	0 - 350	± 0,25 %
Oksygeninnhold (ml/l)	0 – 15	± 0,1

Instrumentet blir festet til fartøyet vannprøvekarusell og CTD (av typen Neil Brown). Dette sikrer at prøvedyp for vannprøver kan kontrolleres i etterhånd fra dybdemåleren på CTD samt at temperatur og konduktivitetmålinger fra de to CTDene kan sammenlignes. Instrumentene senkes med maksimum 1 m/s og bare målinger tatt på vei ned benyttes.

<sup>1</sup> Enheten som benyttes i dag er PSU (practical salinity unit) hvor 1 PSU tilsvarer ca 1 ‰.



### 5.3 Næringsalter og klorofyll

Ved hjelp av vannprøvekarusellen på båten ble det tatt vannprøver (3-4 l fra hvert dyp) ved 2 m og ved 20 m dyp. Den øverste prøven representerer overflatelaget, og vil på de fleste stasjoner ligge under ferskvannslaget fra elvetilførsler lokalt. Denne prøven benyttes til å vurdere tilstanden til stasjonene. Prøven fra 20 m dyp vil ofte ligge nær eller i sprangsjiktet og benyttes derfor primært som referanse til de øvrige prøvene.

Vannprøver ble frosset eller nedkjølt ombord og levert analyselaboratoriet ved slutt av tokt. Næringssaltanalyser er utført etter standardmetoder, se Tabell 5-4.

**Tabell 5-4 Benyttede analysemetoder**

Parameter	Metode
Total fosfor	NS 4724
Fosfat	NS 4724
Total nitrogen	NS 4743
Nitritt/Nitrat	NS 4743
Ammonium	NS 4746
Klorofyll A	NS 4766-1

Utvalget av næringsalter er gjort ut fra SFT veiledning 97:03.

### 5.4 Oksygen

Det ble tatt en liter vannprøve like over bunnen (ca. 2 m over). Vannprøven ble overført til standard prøveflaske, tilsatt kjemikalier og oppbevart mørkt og kjølig. Analysemetoden er NS 5813-1.

På enkelte tokt og stasjoner ble det tatt vannprøver fra 20 m dyp. Her ble målte verdier fra CTD benyttet for bunnvannet, mens analyseverdier ble benyttet som kontroll av elektrodemålingene.

### 5.5 Siktedyp

Siktedyp ble målt på skyggesiden av båten med en hvit Secchiskive (diameter 30 cm).

### 5.6 Innsamling og analyse av algemateriale

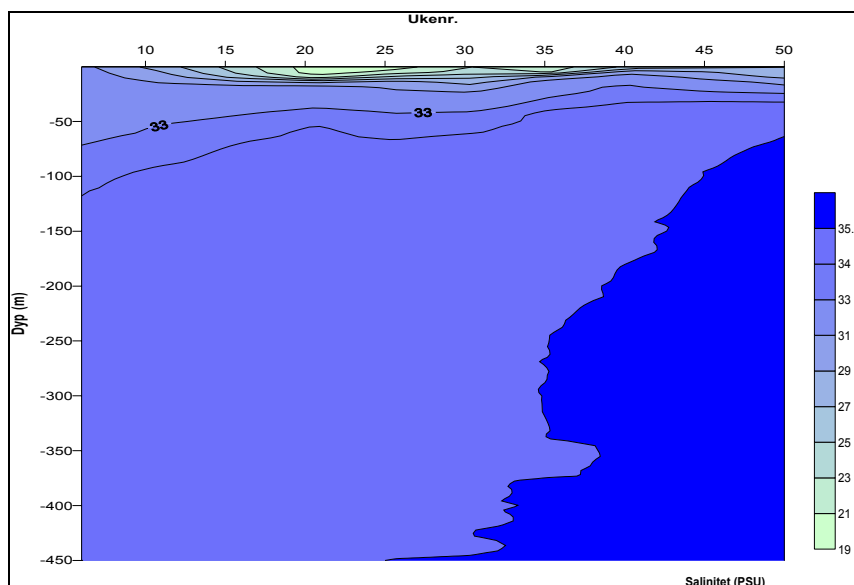
Det ble samlet inn vannprøver for å bestemme konsentrasjon av de forskjellige planktonalgene og håvtrekkprøver til analyse av biodiversitet (artsmangfold). Prøvene tilsettes konserveringsmiddel (formaldehyd) for å hindre at algecellene går i oppløsning. Tilsetningen (fikseringen) gjør at celler uten fast cellevegg for mange arters vedkommende kan forandre cellefasong og indre cellestruktur eller kan miste flageller og naturlig farge. Dette vanskeliggjør artsbestemmelsen eller gjør den umulig.

Et volum på 0,1 mL analyseres, som gir en oppløsning på 10 000 celler/L i den kvantitative analysen. Maskevidden (porestørrelsen) i håven er 20 µm, slik at celler som er mindre enn dette stort sett blir underrepresentert kvantitativt eller mangler i håvtrekk materialet. Analysene gjøres i mikroskop ved identifisering og telling av celler i vannprøvene og identifikasjon av arter i håvtrekkprøvene.

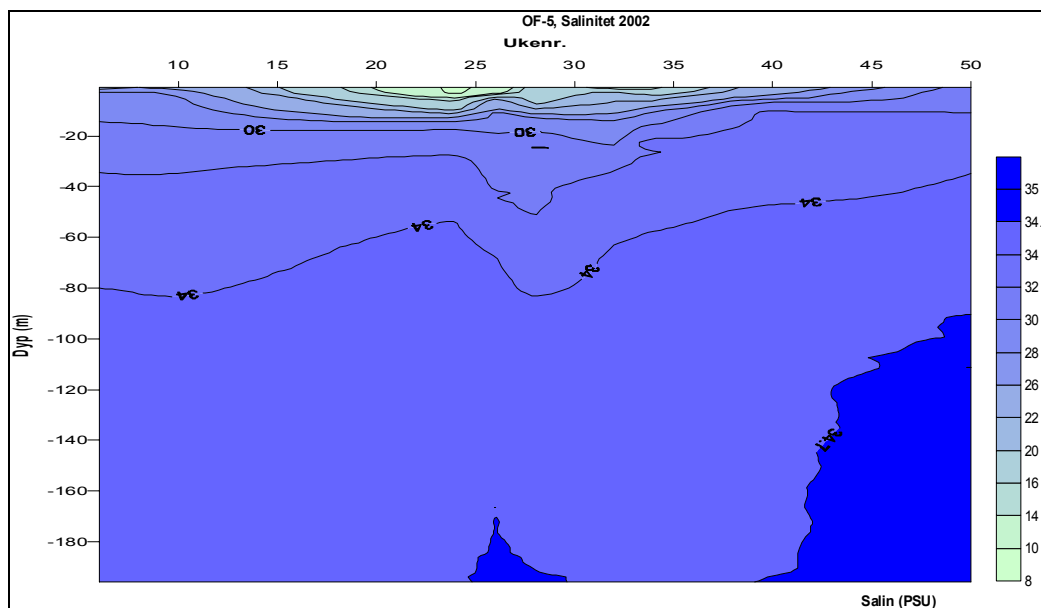
I tillegg til materialet innsamlet i denne undersøkelsen er det brukt opplysninger fra andre algeanalyser. Dette er prøver som Oceanor har samlet inn og undersøkt i annen sammenheng, og det er brukt opplysninger fra Statens Næringsmiddeltilsyns (SNT) program for skjellovervåking.

## 6 HYDROGRAFI

Salt og temperatur varierer i liten grad under ca. 50 m på stasjonene i hovedfjorden. Overflatevannet viser en variasjon i samsvar med avrenningen fra land med lavest saltholdighet i flomperioden rundt juni (Figur 6-1). På slutten av året ser man en større innstrømming av atlantisk vann med saltholdighet over 35 psu som medfører fortrengning og utskiftning av bassengvannet i de innenforliggende bassengene i fjorden.



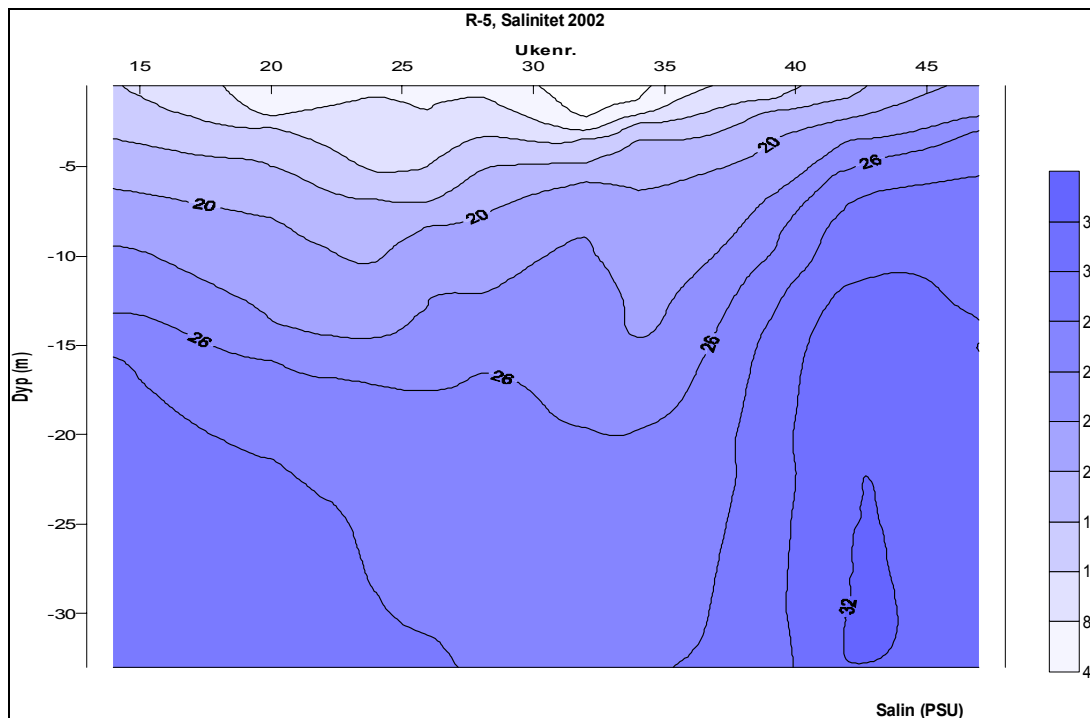
**Figur 6-1 Saltholdigheten på stasjon OF-1 gjennom 2002. Horizontal akse er ukenummer**



**Figur 6-2 Saltholdigheten på stasjon OF-5 gjennom 2002. Horizontal akse er ukenummer**

Figur 6-2 viser at innstrømmingen ikke når Breiangen, men at man får en utskiftning av bassengvannet her etter uke 40 hvor det innstrømmende vannet har salinitet 34,7 – 34,8 psu.

På de grunne lokale resipientene varierer saltholdigheten i større grad gjennom hele dypet med en sjikning som varierer med ferskvannspåvirkningen. Stasjon R-5 (Figur 6-3) har tilnærmet ferskt vann i de øverste 2 meterne med et markert sprangsjikt mellom 2 og 5 meter. Også her ser man hvordan salt og tyngre vann strømmer inn vinterstid og fortrenger vann som har fått redusert saltholdigheten gjennom sommeren.

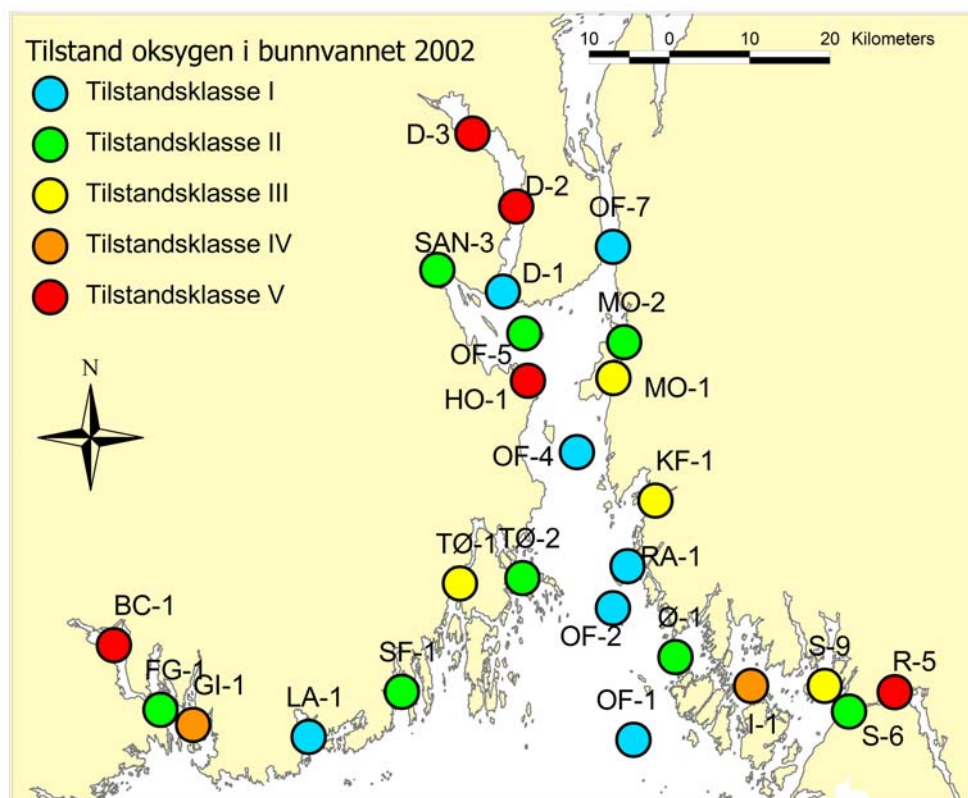


**Figur 6-3 Saltholdigheten på stasjon R-5 gjennom 2002. Horisontal akse er ukenummer**

## 7 OKSYGEN

### 7.1 Klassifisering av tilstand av oksygen i dypvann

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 de 26 stasjonene (Figur 7-1).



**Figur 7-1** Klassifisering av vannkvalitet på stasjoner i Ytre Oslofjord på grunnlag av lavest observerte oksygenverdi i vannprøver tatt i løpet av 2002.

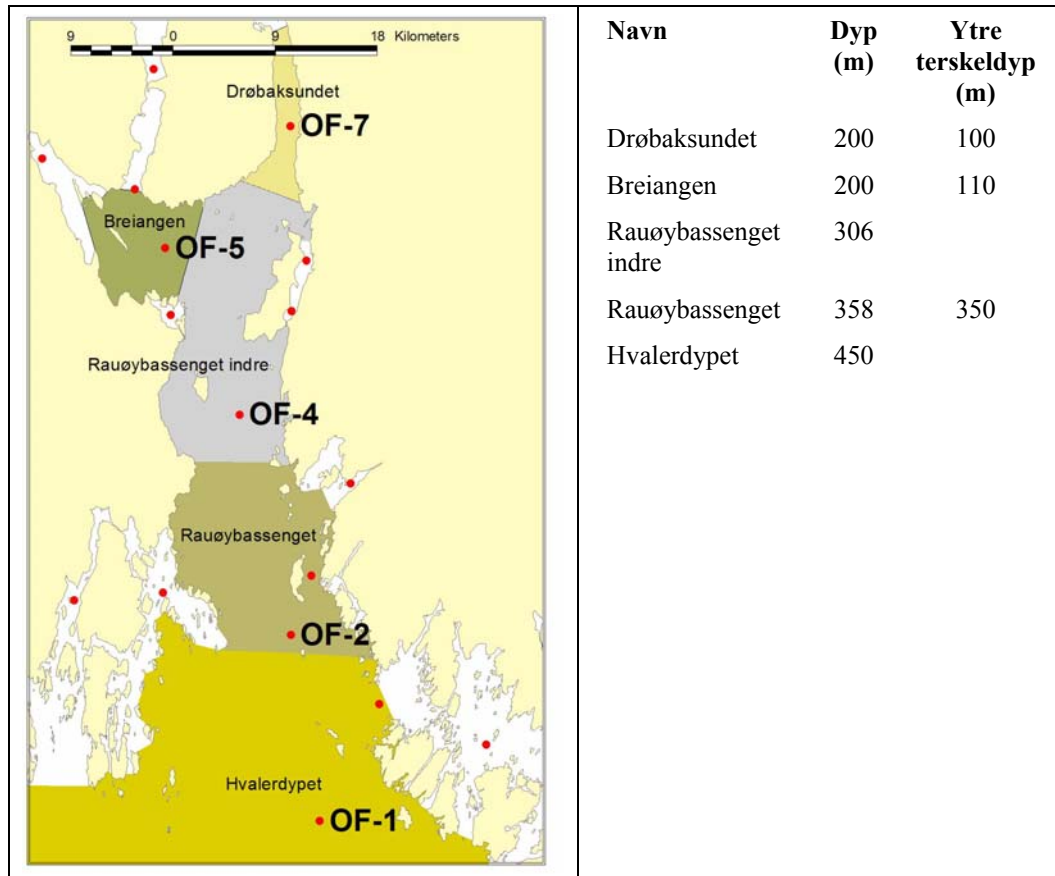
Sammenlignet med tilsvarende vurdering i 2001 er det små endringer:

- MO-1 i Mossesundet ble i 2001 klassifisert som *IV – Dårlig* og *III – Mindre god* i 2002.
- I-1 i Hvalerområdet, 2001: *III – Mindre god*, 2002: *IV – Dårlig*.

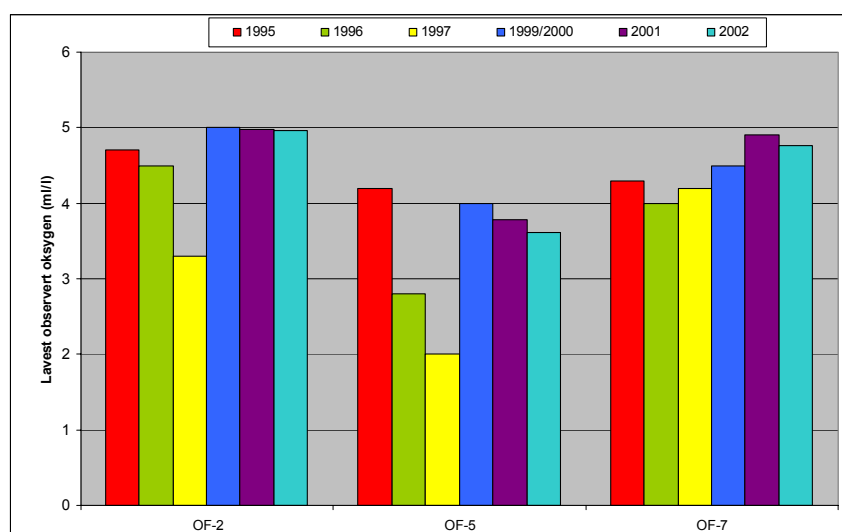
Stasjonene i Grenland ble ikke vurdert i fjorårets undersøkelse. Årets resultater er i samsvar med tilstanden tidligere år (NIVA, 1999a, 1999b, 2000c).

## 7.2 Utviklingen i hovedfjorden

Hovedfjorden er delt inn i flere bassenger (Figur 7-2). I alle bassengene er det stagnerende vannmasser med en større utskiftning som skjer vanligvis minimum en gang årlig på høsten/vinteren. I perioder hvor dypvannet ikke skiftes ut, vil nedbrytning av organisk materiale forbruke oksygen.



**Figur 7-2** Inndeling av hovedfjorden i bassenger atskilt med terskel med tilhørende stasjoner i bassengdypet

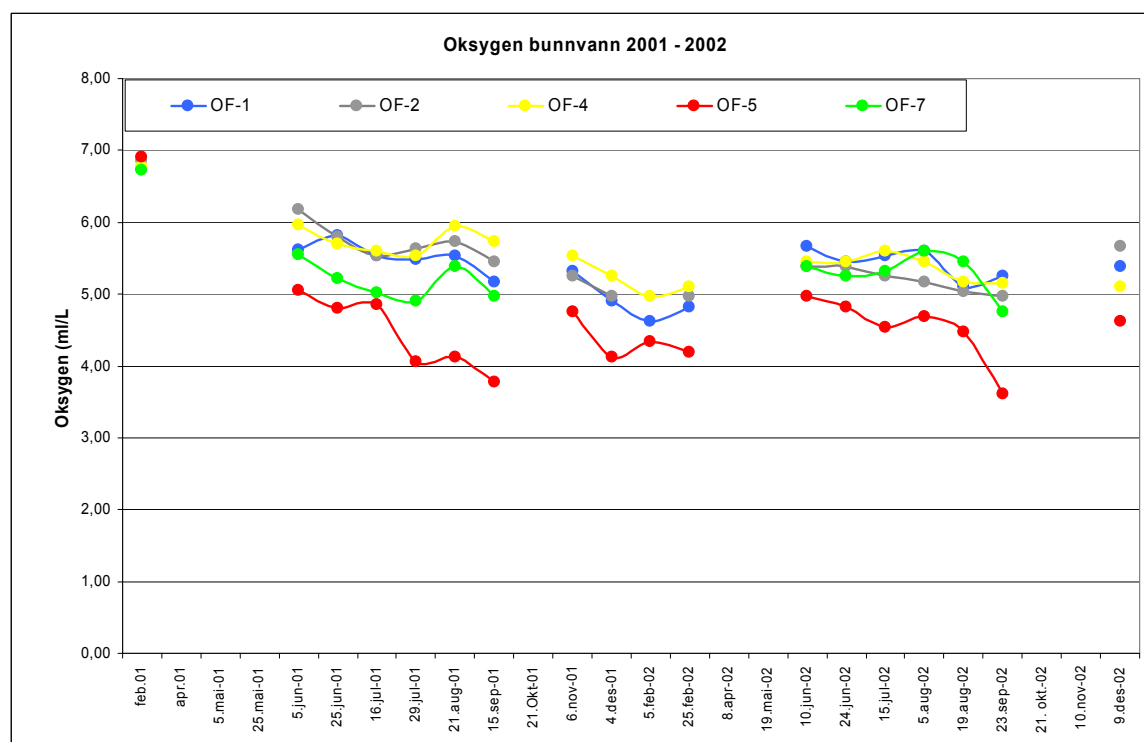


**Figur 7-3 Lavest observerte oksygenivå i dypvannet i tre bassenger i ytre Oslofjord 1995-2002.**

Oksygenivåene i alle bassenger har ligget høyere enn observert minimum i 1997 (Figur 7-3).

Vinteren 2000/2001 hadde det vært en større utskiftning av dypvannet i alle bassenger i Oslofjorden, noe som førte til høyt oksygenivå ved starten av undersøkelsesperioden (februar 2001) (Figur 7-4). Vinteren 2001/2002 var det en utskiftning mellom toktene i februar og i juni 2002. Dette vannet kan ha inneholdt høyere konsentrasjoner av oksygen enn det som er observert på våre tokt.

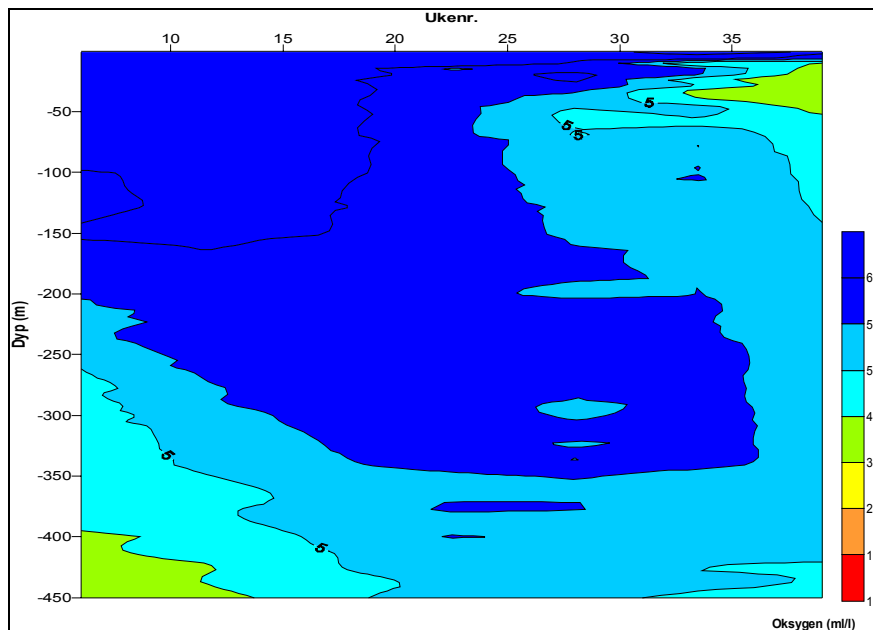
Tilsvarende høsten 2001 var det også en mindre utskiftning mellom september og desember 2002.



**Figur 7-4 Utviklingen i oksygenivået i bassengene i hovedfjorden 2001 og 2002.**

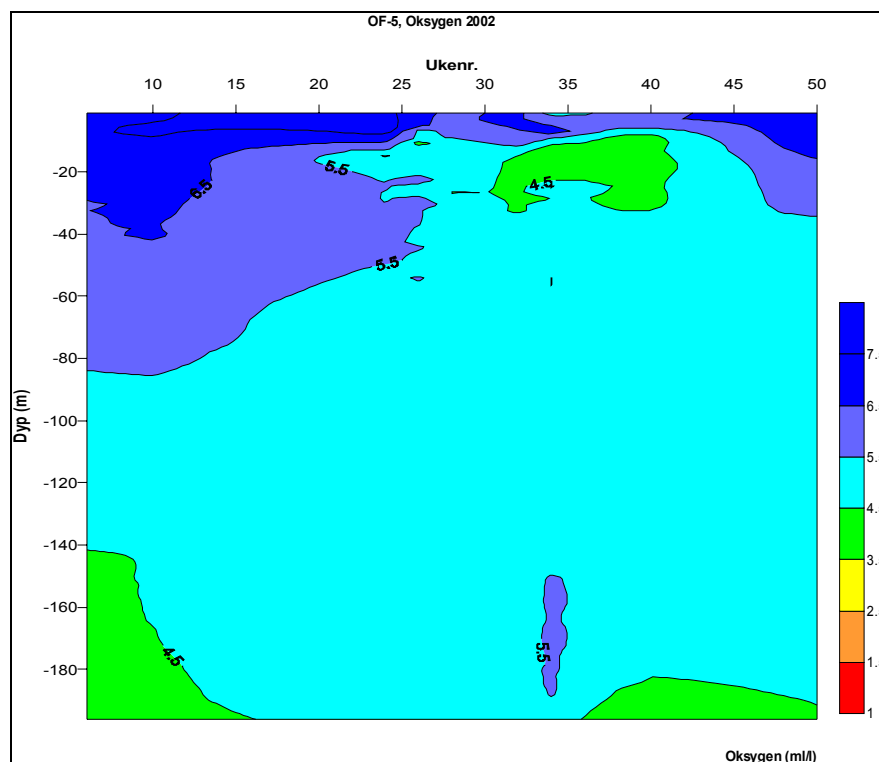
Isoplottet av oksygenivået i hele vannsøylen på stasjon OF-1 i Figur 7-5 viser at tilstanden er *Meget god* til *God* gjennom hele året. Klassifiseringen til *God* i bunnvannet i første del av året skyldes at instrumentverdien ligger like under 4,5 ml/l, mens klassifiseringen i Figur 7-1 er basert på analyse av vannprøve (4,6 ml/l).

Innstrømmingen av salt vann på slutten av året i hovedbassenget (Figur 6-1 og Figur 6-2) førte bare til mindre økning i oksygenivået i bunnvannet spesielt i de ytre bassengene.



**Figur 7-5** Isoplott av oksygenforholdene på stasjon OF-1 gjennom 2002. Horisontal akse representerer ukenummer. Fargekoden tilsvarer SFT tilstandsklasser bortsett fra i *Meget god* (> 4,5 ml/L) hvor det er angitt en inndeling.





**Figur 7-6** Isoplott av oksygenforholdene på stasjon OF-5 gjennom 2002. Horizontal akse representerer ukenummer. Fargekoden tilsvare SFT tilstandsklasser bortsett fra i *I Meget god* ( $> 4,5$  ml/L) hvor det er angitt en inndeling.

### 7.3 Utviklingen i bassengene i Østfold

Hvalerområdet er inndelt i mange større og mindre bassenger av terskler med sterkt varierende dyp. I motsetning til vinteren 2000/2001 ble det ikke observert noen fullstendig utskiftning av dypvannet samtidig i alle bassengene (Figur 7-7). Størst avvik viste den innerste stasjonen R-5 i Ringdalsfjorden og til dels også S-9 Haslau.

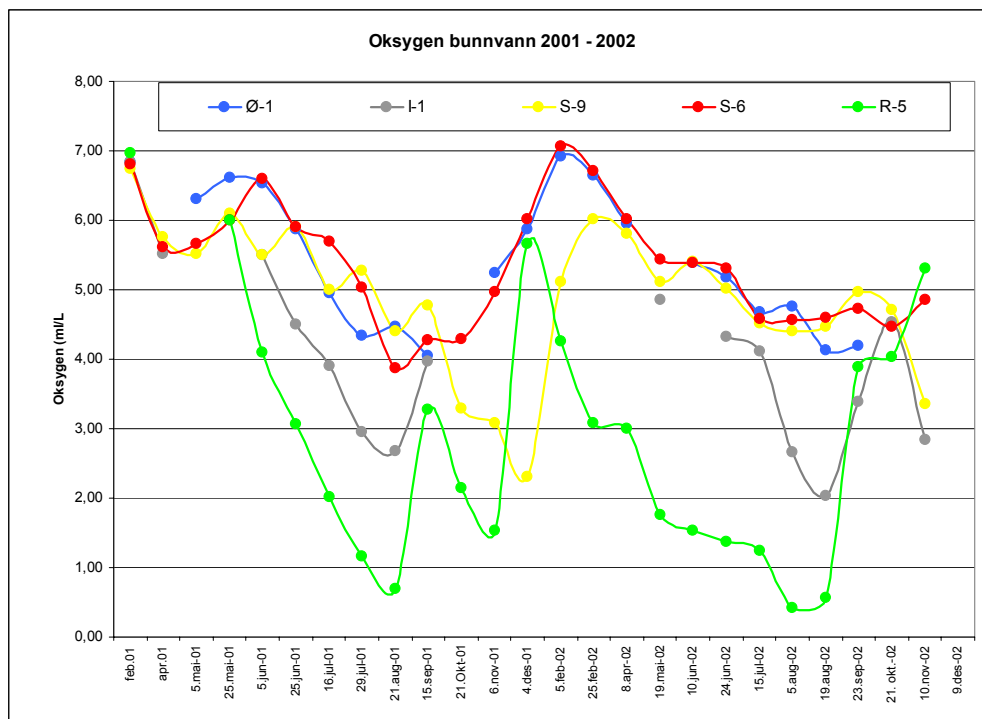
På stasjon R-5 ble det observert en kort periode med oksygenverdier mindre enn 1 ml/l både sommer 2001 og 2002.

I-1 som ble klassifisert med dårligere tilstand i 2002 enn i 2001 hadde ca. 0,75 ml/l lavere verdier i 2002.

Reduksjonsraten i perioder uten utskiftning av bassengvannet varierer med den organiske belastningen av dypvannet. Sammenlignet med hovedfjorden viser hele Hvalerområdet meget stort oksygenforbruk.

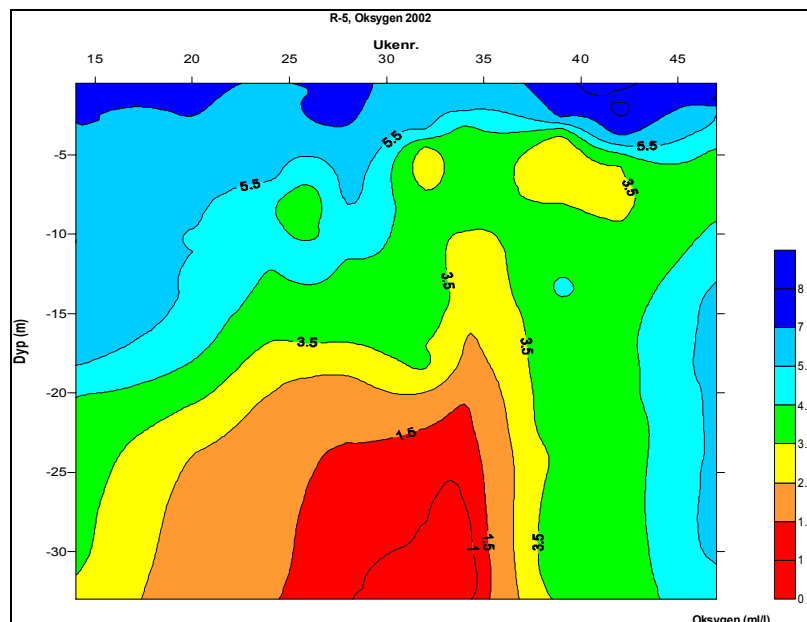


DELRAPPORT: VANNKVALITET 2002



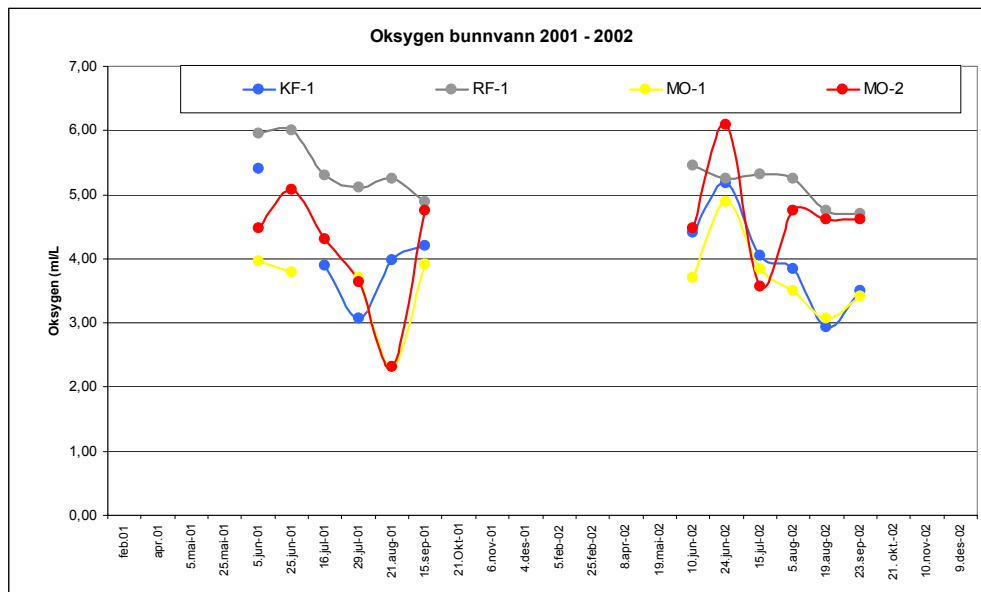
Figur 7-7 Oksygenutviklingen i dypvannet i Hvalerområdet 2001 – 2002

Figur 7-8 viser isoplott av oksygennivået gjennom året på stasjon R-5 Ringdalsfjorden.



Figur 7-8 Isoplott av oksygenforholdene på stasjon R-5 gjennom 2002. Horisontal akse representerer ukenummer. Fargekoden tilsvarer SFT tilstandsklasser bortsett fra i Meget god (> 4,5 ml/L) hvor det er angitt en inndeling.

Mossesundet er det eneste større bassenget i Østfold utenom Hvaler. I 2001 hadde de to stasjonene MO-1 og MO-2 relativt lik utvikling i dypvannet. I 2002 lå nivået på den dypeste og ytterste stasjonen MO-2 betydelig over MO-1 som ligger like ved munningen til Mosseelva og treforedlingsbedriften Peterson. Oksygennivået på den innerste stasjonen er i tillegg sterkt preget av store mengder treflis i sedimentet fra historiske utslipp. Stasjonen KF-1 ligger langt inne i den grunne Krokstadfjorden og påvirkes av lokale utslipp.

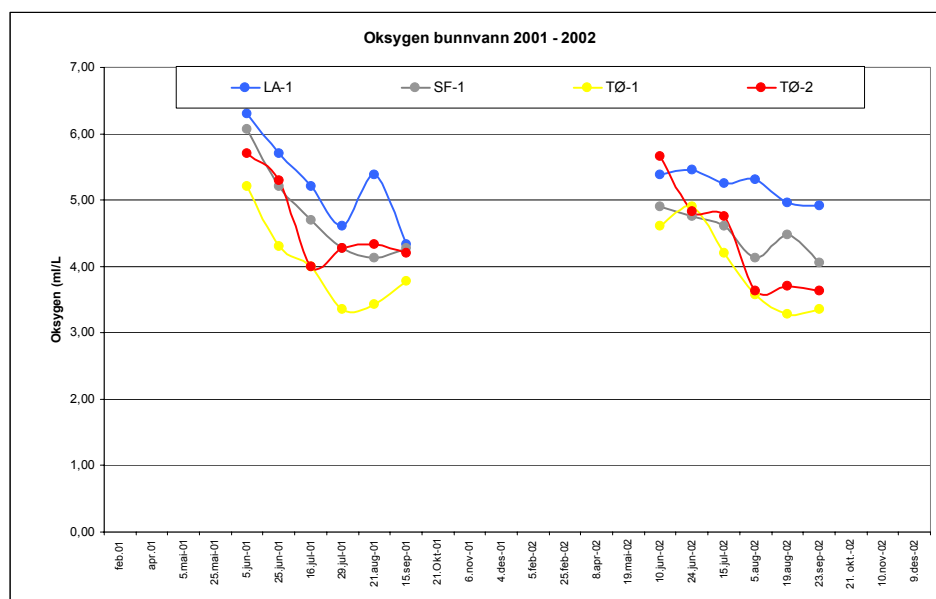


**Figur 7-9 Oksygenutviklingen i dypvannet i andre bassenger i Østfold**

## 7.4 Utviklingen i bassengene i Vestfold og Buskerud

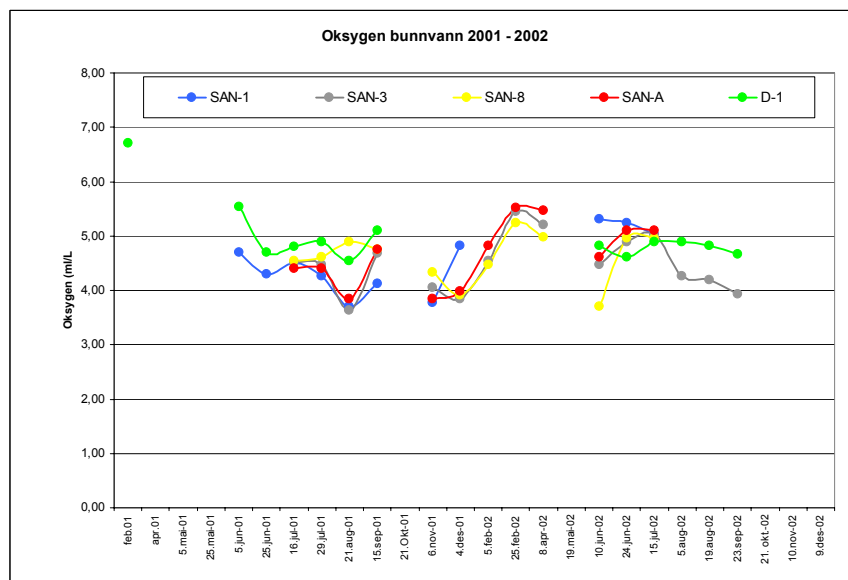
Sandefjordsfjorden (SF-1) og Vestfjorden ved Tønsberg (TØ-1) er de største bassengene i Vestfold. I tillegg er det en del mindre bassenger i skjærgården rundt Tjøme (TØ-2). Larvikfjorden (LA-1) er åpen uten terskler mot hovedfjorden og Skagerrak.

Sommeren 2002 var oksygentilstanden i Larvik langt mer stabil enn i 2001, men generelt er det samme trend i begge årene med noe lavere utgangsnivå i 2002 og deretter synkende verdier ut mot høsten.



Figur 7-10 Oksygenivået i bunnvannet på stasjoner i sørlige Vestfold

Oksygenivået i Sandebukta og ytterst i Drammensfjorden viser samme utvikling med variasjoner mellom 4 og 5,5 ml/l gjennom begge år. Høyest verdier ble observert i februar begge år.

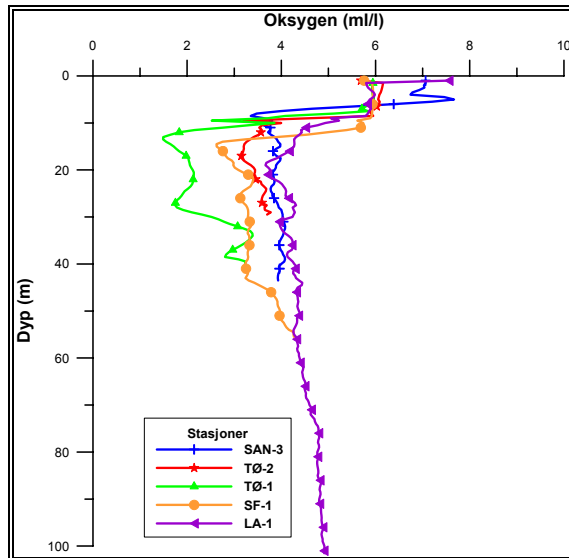


Figur 7-11 Oksygenivået i bunnvannet på stasjoner i Sandebukta og ytterst i Drammensfjorden

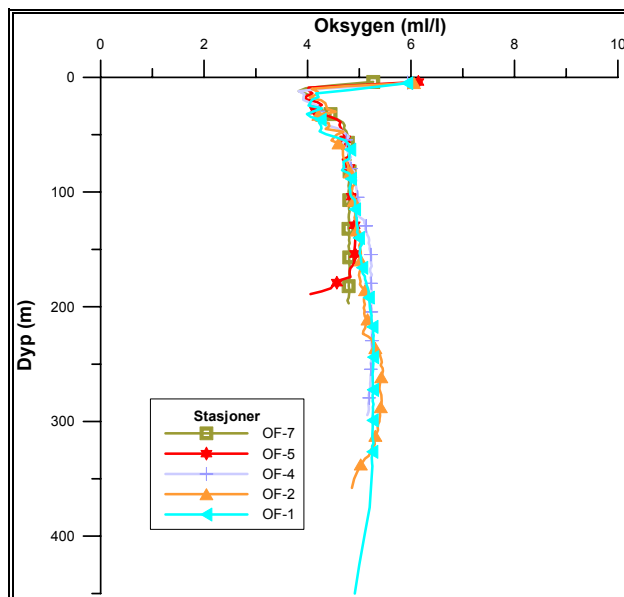
## 7.5 Oksygen i vannsøylen

Organisk materiale som synker nedover i vannmassene, vil i perioder med sterk tetthetssjiktning kunne akkumulere i disse sjiktene. Ved nedbrytning forbrukes oksygenet og gir et oksygenminimum som ofte

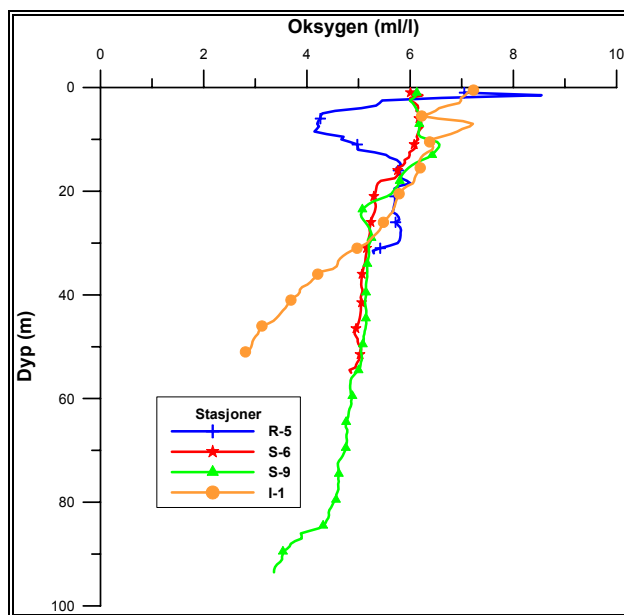
ligger rundt 20 – 30 m. Dette observeres både i de lokale resipientene (Figur 7-12 og Figur 7-14) og i hovedfjorden (Figur 7-13). Dette oksygenivået kan i perioder ligge lavere enn nivået i bassengene slik som stasjon TØ-1 september 2002.



Figur 7-12 Oksygenprofiler Vestfold september 2002



Figur 7-13 Oksygenprofiler hovedfjorden september 2002



Figur 7-14 Hvaler november 2002

## 7.6 Foreløpige konklusjoner – oksygen

På grunn av en større vannutskiftning i løpet av vinteren 2000/2001 var oksygenivået ensartet og høyt i hele vannsøylen i størstedelen av området februar 2001. En tilsvarende situasjon hadde vi ikke i 2002.

Tilstanden i bunnvannet i Ytre Oslofjord basert på oksygenivået i løpet av undersøkelsesperioden kan generelt karakteriseres som *Meget god* til *God* i henhold til SFTs tilstandsklasser. I lokale resipienter som Mossesundet, Hvalerområdet, Tønsbergfjorden og Krokstadvfjorden observeres redusert nivå tilsvarende tilstandsklasse *Mindre god* til *Dårlig*. Anoksiske bassenger var i 2002 Drammensfjorden, Horten og Ringdalsfjorden.

Etter siste sommertokt i september ble vannet i bassengene skiftet ut ved en innstrømming av vann fra utenforliggende områder. Denne innstrømmingen førte imidlertid ikke til full utskiftning av hele bunnvannet.

I indre deler av hovedfjorden (Breidangen) og i lokale resipienter som Sandebukta og Mossesundet observeres et oksygenminimum i tilknytning til sprangsjiktet. I åpne lokale resipienter som Sandebukta kan dette oksygenivået være lavere enn nivået nær bunnen og tilsvarer SFT tilstandsklasse *Mindre god* til *Dårlig*.

## 8 NÆRINGSSALTER

Medianverdien til observerte næringssaltkonsentrasjoner i henholdsvis vinter- og sommerperioden er benyttet til å klassifisere tilstanden til stasjonene i henhold til SFTs veiledning 97:03 (Tabell 8-1). Grunnlaget er observasjoner fra vinter (desember 2001 og to tokt i februar 2002) og sommer (seks tokt i juni – september).

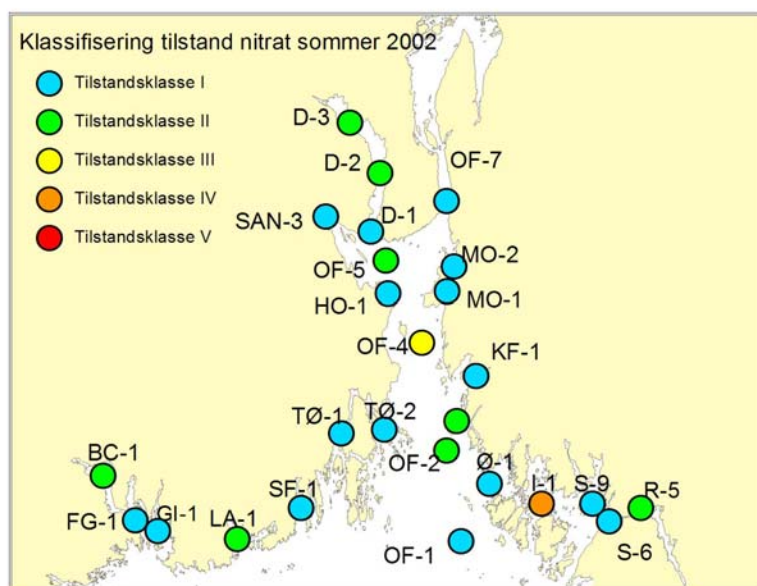
**Tabell 8-1 Klassifisering av medianverdier fra 2 m dyp for vinter og sommersesongen 2002 i henhold til SFT 97:03. Klassifiseringen er i henhold til salinitet på stasjonen. For klorofyll er det benyttet en klassifisering i henhold til kriterier for sjøvann også når  $psu < 20$ .**

Stasjon	SFT tilstandsklasser					Klorofyll-a ( $\mu\text{g/l}$ )	Siktedyb (m)	Sesong
	I - Meget god	II - God	III - Mindre god	IV - Dårlig	V - Meget dårlig			
	Nitrat/ Nitritt ( $\mu\text{g N/l}$ )	Fosfat ( $\mu\text{g P/l}$ )	Ammonium ( $\mu\text{g N/l}$ )	Tot-P ( $\mu\text{g P/l}$ )	Tot-N ( $\mu\text{g N/l}$ )			
OF-1	212	18	14	31	378	<1	5	Vinter
	7,4	4,45	9,5	18	276,5	1,8	6,75	Sommer
OF-2	182	18	12	27	383	<1	5,75	Vinter
	14	<4	12	19	245	2,9	4,75	Sommer
OF-4	159	18	11	27	349	<1	6,75	Vinter
	31	4	8	16	282	3	5	Sommer
OF-5	163	15	11	28	352	<1	7,5	Vinter
	16	<4	6	11	257,5	4,85	4,25	Sommer
S-6	285	16	22	32	576	<1	2,25	Vinter
	45,5	<4	6	16,5	403,5	8,05	3,75	Sommer
S-9	273	13	25	27	495	<1	3,25	Vinter
	46,0	4,0	6	10,0	348,5	5,5	4,8	Sommer
R-5	505	6	49	24	920	<1	1,5	Vinter
	97,0	<4	9	19	462,5	9,7	2,3	Sommer
I-1	115,0	<4	22,5	13	346,5	3,5	3,3	Sommer
Ø-1	182	15	18	24	402	<1	4,25	Vinter
	13	<4	5,95	18	308	3,45	3,75	Sommer
KF-1	15	<4	15	20,5	306,5	5,4	2,75	Sommer
RA-1	24,5	<4	11	17,5	347,5	4,1	4	Sommer
MO-1	14,95	<4	5,45	14	293,5	4,4	3,5	Sommer
MO-2	8,95	<4	5,95	21,5	312,5	4,95	3,75	Sommer
LA-1	13,45	<4	6,5	17,5	266,5	1,95	5,75	Sommer
SF-1	5,45	<4	6,5	12	260	2,55	5,25	Sommer

Stasjon	SFT tilstandsklasser					Klorofyll-a (µg/l)	Siktedyp (m)	Sesong
	I - Meget god	II - God	III - Mindre god	IV - Dårlig	V - Meget dårlig			
	Nitrat/ Nitritt (µg N/l)	Fosfat (µg P/l)	Ammonium (µg N/l)	Tot-P (µg P/l)	Tot-N (µg N/l)			
TØ-1	7	4,95	8,5	15	298,5	4,15	4,25	Sommer
TØ-2	7,4	4	10,5	13	308,5	3,35	4,5	Sommer
HO-1	9,45	<4	15	17	302,5	4,9	4,25	Sommer
D-1	45,5	<4	12,5	15,5	256,5	3,4	4,75	Sommer
D-2	159	<4	11	11	345,5	5,25	3,5	Sommer
D-3	156	<4	16	12,5	368,5	2,5	3,25	Sommer
BC-1	127,5	<4	29,5	9,5	382	4,45	3,75	Sommer
FG-1	43	<4	21	11	349	3,85	5	Sommer
GI-1	11,5	<4	9,5	14	310	2,8	5,75	Sommer
OF-7	10,45	5	9,5	16	342,5	3,95	4,5	Sommer
SAN-3	232	12	13	32	420	<1	2,85	Vinter
	14	4	7	15	276	5	4	Sommer

## 8.1 Nitrat

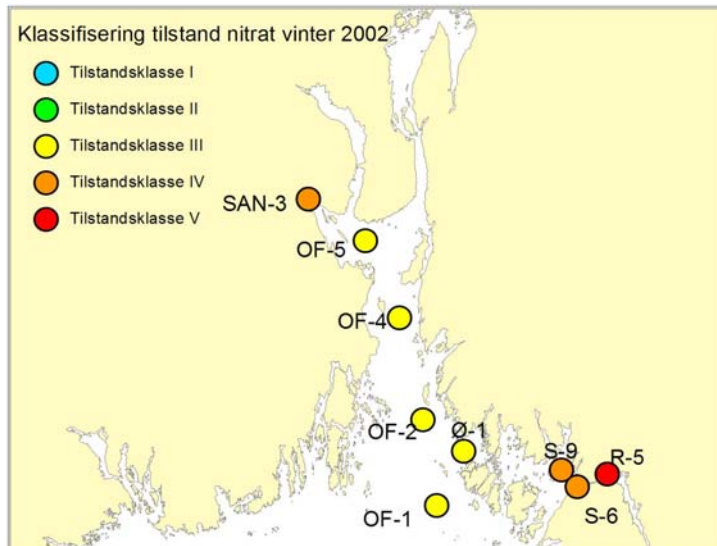
Tilstanden i sommerperioden basert på nitratverdiene (Figur 8-1 og Figur 8-2) har endret seg lite i forhold til 2001.



**Figur 8-1** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av nitrat fra seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (juni-september)



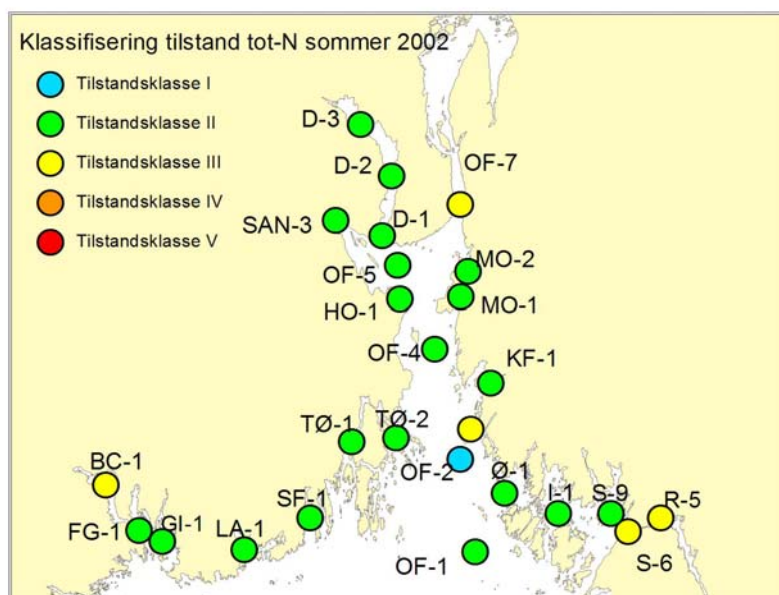
Generelt ligger verdiene på en del stasjoner noe høyere både i vinter og sommersesongen. Dette har medført en endret tilstandsklasse på enkelte stasjoner.



**Figur 8-2** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av nitrat fra tre vannprøver tatt i løpet av vintersesongen 2001/2002 (desember - februar)

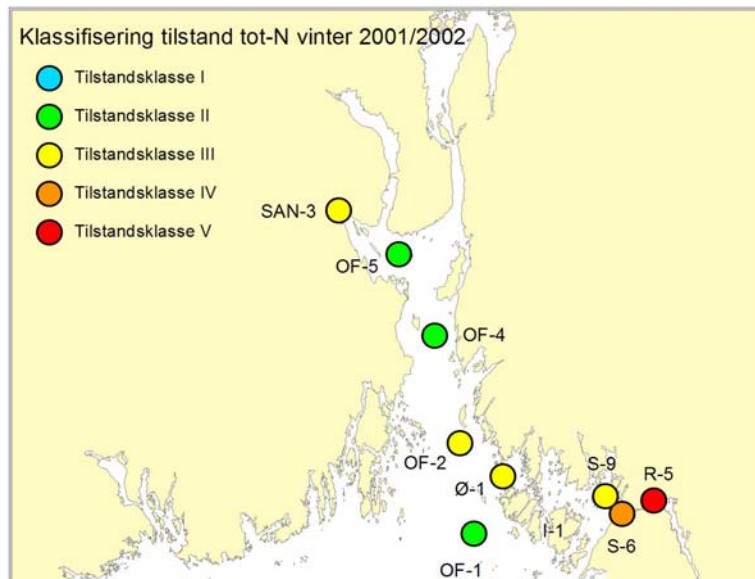
## 8.2 Total-nitrogen

En tilsvarende trend kan man også se for total-nitrogen verdiene (Figur 8-3 og Figur 8-4).



**Figur 8-3** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av totalnitrogen fra seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (juni-september)

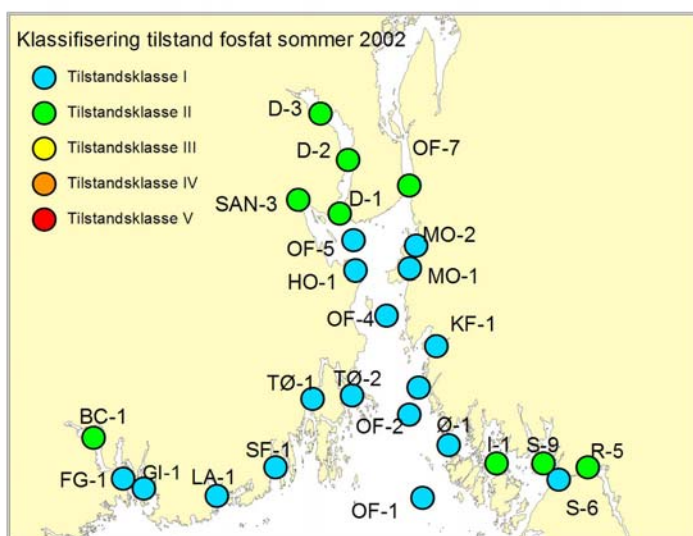
De økte verdiene er spesielt tydelig i Ringdalsfjorden vinterstid. I sommerperioden generelt er store deler av fjorden i Tilstandsklasse II *God* (2002) i stedet for I *Meget god* (2001).



**Figur 8-4** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av total nitrogen fra tre vannprøver tatt i løpet av vintersesongen 2001/2002 (desember 2001 –februar 2002).

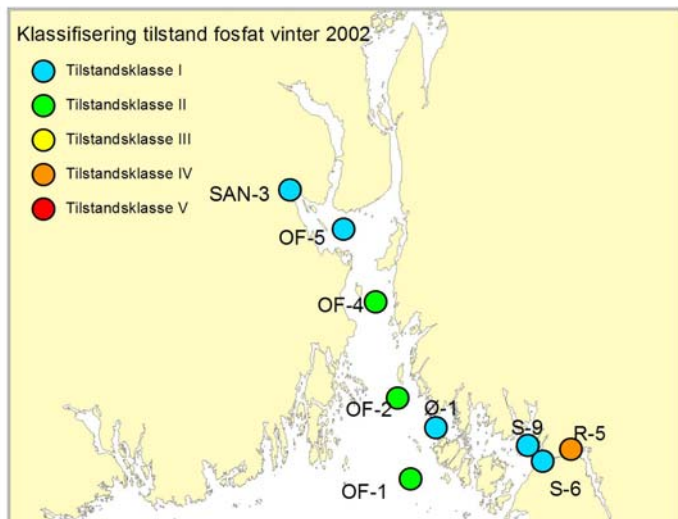
### 8.3 Fosfat

I likhet med sommerverdiene for nitrat kan tilstanden til området generelt karakteriseres som Meget god – God i forhold til fosfat (Figur 8-5). Sandebukta, Singlefjorden/Ringdalsfjorden, Drammensfjorden og Frierfjorden har høyest konsentrasjoner.



**Figur 8-5** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av fosfat fra seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (juni-september)

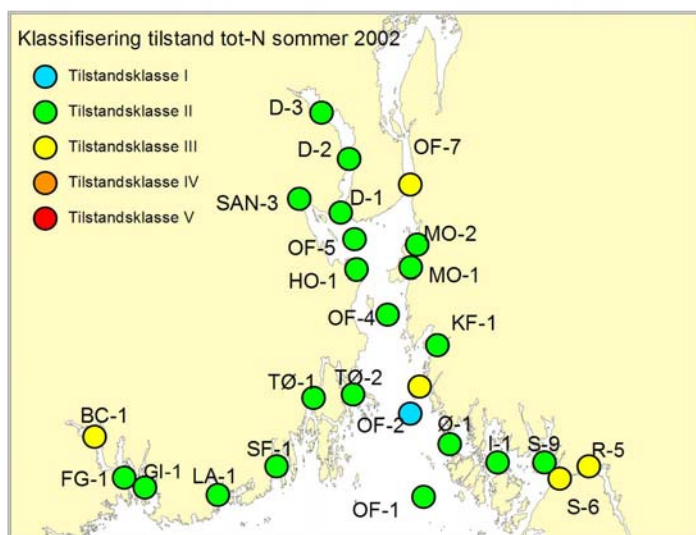
Vinterverdiene av fosfat fører til liten endring av dette bildet, men tilstanden i Sandebukta ble karakterisert som I *Meget god* og stasjonene i hovedfjorden som II *God*. Ringdalsfjorden har høyest verdier IV *Dårlig*. Det observeres igjen generelt en svak økning i medianverdiene sammenlignet med 2001.



**Figur 8-6** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av fosfat fra tre vannprøver tatt i løpet av vintersesongen 2001/2002 (desember - februar).

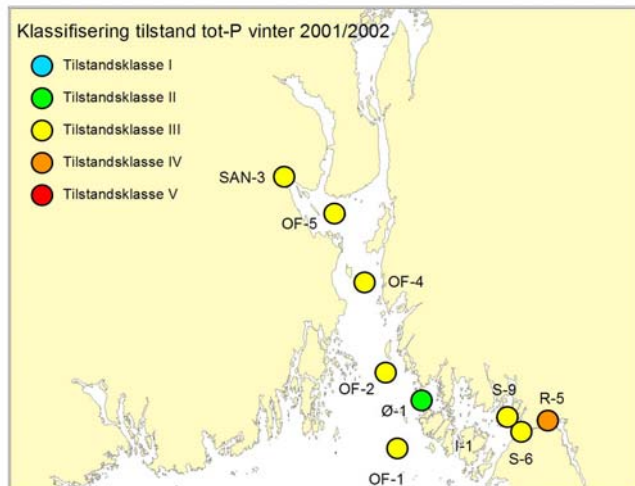
#### 8.4 Total fosfor

I forhold til de totale konsentrasjonene av fosfor kan tilstanden til området generelt karakteriseres som II *God* til III *Mindre god*.



**Figur 8-7** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av fosfat fra seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (juni-september)

For vinterverdiene ser man den samme trenden som for de øvrige parametrene med noe økte konsentrasjoner i 2001 sammenlignet med 2001.

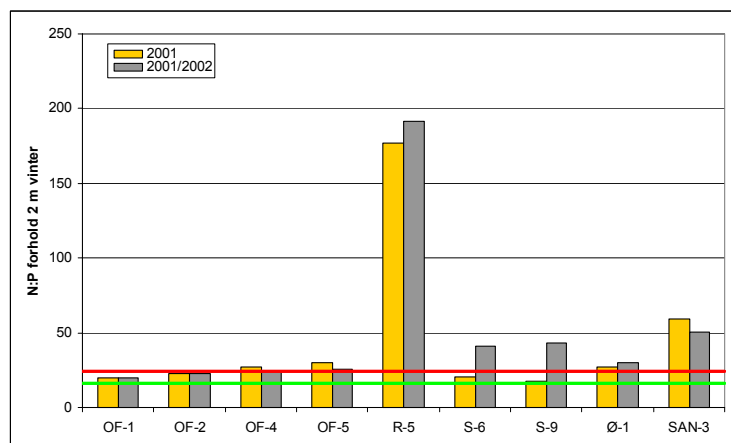


**Figur 8-8** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av totalfosfor fra tre vannprøver tatt i løpet av vintersesongen 2001/2002 (desember -februar). Øverste symbol er for 2002, mens nedre er for 2001.

## 8.5 N/P forhold

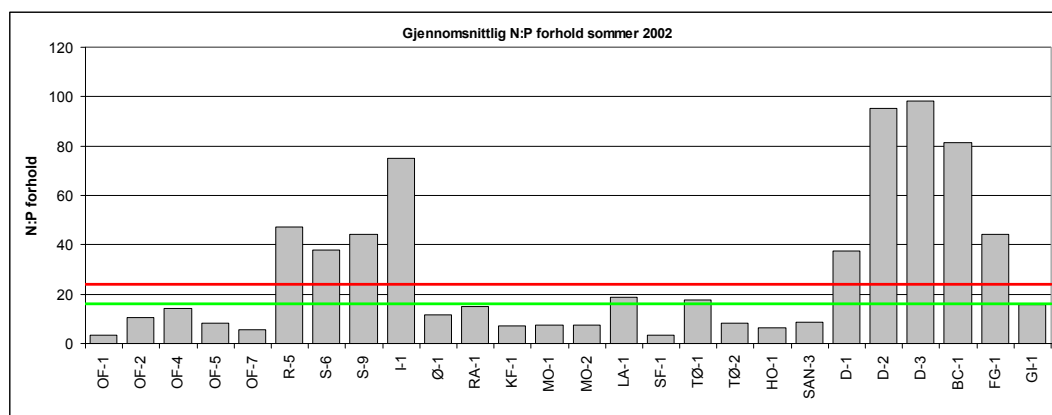
Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrogen- og fosfor-innholdet i planteplanktonet angis ved Redfield-forholdet. Uttrykt i atomer er dette N:P = 16:1. Forholdstallet mellom de tilsvarende næringssaltene i havet er totalt ca. 15:1. Store avvik fra dette forholdet, spesielt i vinterverdiene, kan tyde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

OSPAR arbeidsgruppe innen eutrofiering angir et forholdstall større enn 25 (50% økning) basert på vinterverdiene som kriterium for betydelig avvik fra normale verdier.



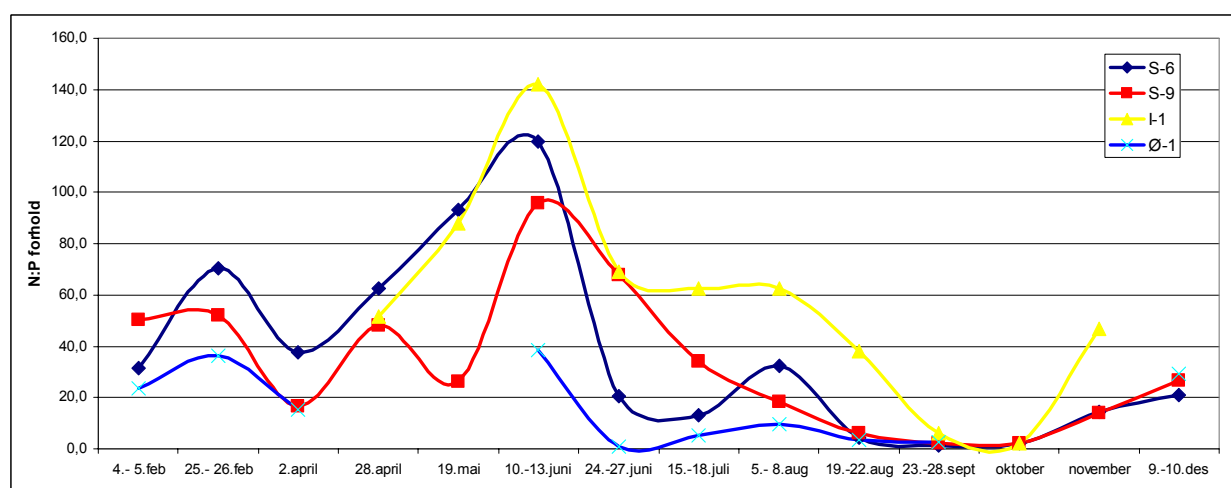
**Figur 8-9** Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrat og fosfat i overflatevann fra prøver tatt i februar, november og desember 2001 og vinter 2001/2002. Rød linje markerer forholdstall 25 og grønn Redfield-forholdet 16.

Det er generelt noe høyere verdier vinter 2001/2002 sammenlignet med foregående vinter (Figur 8-9) Dette gjelder spesielt de lokale stasjonene i Hvalerområdet og i Sandebukta.

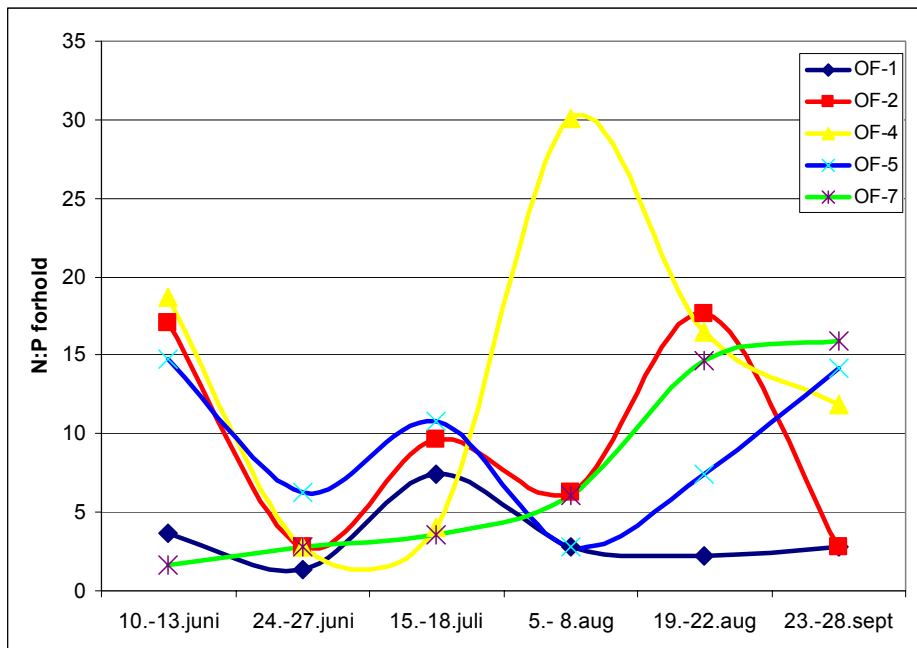


**Figur 8-10** Gjennomsnittlig forholdstall mellom nitrat og fosfat fra prøver tatt på 2m dyp tatt på seks tokt sommer 2001. Rød linje markerer forholdstall 25 og grønn markerer Redfield-forholdet 16.

I likhet med 2001 er det markert forhøyede forholdstall i de lokale resipientene Hvaler/Ringsdalsfjorden, Drammensfjorden og Grenlandsfjordene (Figur 8-10). Forholdene varierer en del gjennom året og reflekterer blant annet lokale forhold hvor spesielt ferksvannsavrenningen er markert i Hvalerområdet (Figur 8-11 og Figur 8-12).



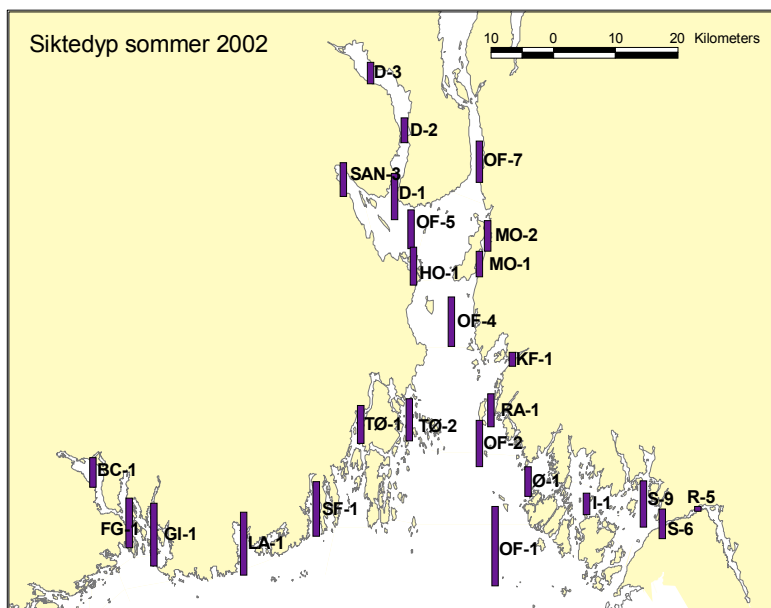
**Figur 8-11** N:P forholdet på stasjoner i Hvalerområdet i løpet av 2002



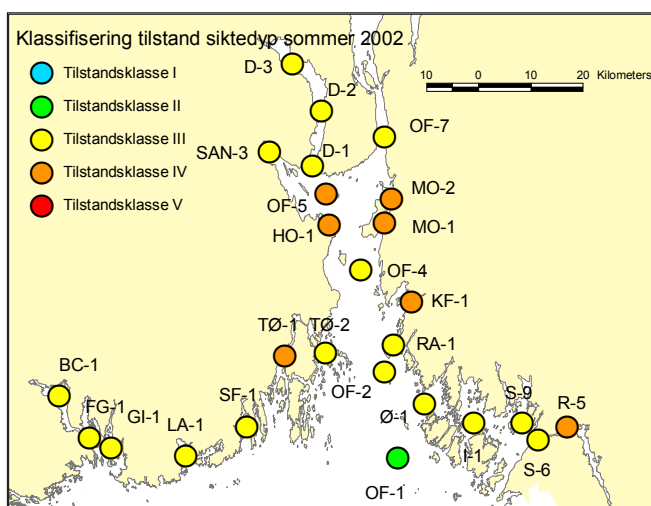
Figur 8-12 N:P forholdet på stasjoner i hovedfjorden i løpet av sommer 2002

## 9 SIKTEDYP

Medianverdien av siktedyp-observasjoner i løpet av sommeren (presentert i Figur 9-1 og Figur 9-2) er benyttet som grunnlag for å klassifisere tilstanden. Hovedfjorden og deler av Vestfold er karakterisert som *Mindre god* (God – OF-1), mens Moss og Hvaler er karakterisert som *Dårlig*. I Ringdalsfjorden som er sterkt påvirket av ferskvann fra Haldenvassdraget, tilsvarer forholdene *Dårlig* til *Meget dårlig*.



**Figur 9-1** Medianverdien av seks observerte siktedyp i løpet av sommeren 2002 (juni-september).



**Figur 9-2** Klassifisering av tilstand i henhold til SFT 97:03 basert på medianverdien seks observerte siktedyp i løpet av sommeren 2002 (juni-september).



## 10 PLANKTONALGER

Planktonalgene er primærprodusenter og står 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. Algene vil ikke være i stand til å skille mellom næringssalter, for eksempel nitrat, fra de forskjellige kildene, som kan være fra ferskvannsavrenning, kloakk, nedbrytning av alger og andre organismer, eller fra episodisk tilførsel til overflatelaget fra næringsrikt vann under dette. 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. mengdeenheter av alger også normalt høyere i overgjødelse områder, og det kan bli en endring i artssammensetningen. I rapporten om algeforekomstene i 2001 ble det gjort forsøk på en regional inndeling basert på slike forskjeller.

I SFTs veiledning i gjennomføring av resipientundersøkelser (SFT 2002) er planktonalgeproduksjonen nevnt som en målparameter som kan indikere stadier av eutrofiering. OSPAR-kommisjonens eutrofieringskomite (EUC) har lagt vekt på å vurdere planktonalgene, spesielt navngitte indikatorarter, i forbindelse med å identifisere primæreffektene av eutrofiering. Planktonalgematerialet 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 2002 er omtrent tilsvarende år 2001. Noen sammenligninger kan trekkes, men sikre konklusjoner er det for tidlig å trekke. Det er likevel mulig å utfylle det bildet som ble beskrevet for 2001 for de regionale forskjellene i undersøkelsesområdet. Spesielt vil det være viktig å få et bilde på forholdene i Telemarksfjordene som tidligere ikke er grundig undersøkt for planktonalger.

OSPAR har foreløpig ikke beskrevet vurderingskriteriene for indikatorartene eller algesamfunnene ellers. Slike kriterier er heller ikke beskrevet i SFTs veiledning for klassifisering av miljøtilstand (SFT 1997) eller i veiledningen for gjennomføring av resipientundersøkelser. I påvente av at det utvikles numeriske metoder for sammenligning av planktonalgebestander må vurderingene derfor gjøres på faglig skjønn. I materialet fra 2002 har vi forsøkt å evaluere noen indikatorarter spesielt. Dette er 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.

### 10.1 Observasjoner

#### 4. og 25.-26. februar

Det ble samlet inn prøver fra de åpne områdene fra Torbjørnskjær til Breiangen og Sandebukta og fra Østfold. Totalbestandene var små i hele området tilsvarende vinterminimum. I de sentrale, åpne vannmassene (OF-stasjonene og SAN-3) var de konsentrerte prøvene (håvtrekkene) dominert av dinoflagellater. Blant andre ble dinoflagellaten *Amphidoma caudata*, som er relativt sjelden i Skagerrak, påvist på OF-1. Innover i Østfold, og spesielt i Iddefjorden, var det mindre algemateriale og innslag av ferskvannsalger (f.eks. kiselalgen *Tabellaria flocculosa*, konjugate grønnalger).

#### 2. og 28. april, 19. mai

Det ble ikke observert noen egentlig våroppblomstring i mars-april i ytre fjord, men en svak *Skeletonema*-oppblomstring utviklet seg innenfor Drøbak i midten av april. I slutten av april var det en moderat oppblomstring av kiselalger i Østfold med dominans av *Chaetoceros* spp. (0,3 mill/L) innenfor Hvaler og brakkvannarten *Diatoma elongatum* (0,9 mill/L) i Iddefjorden. I håvtrekkprøvene var det et betydelig

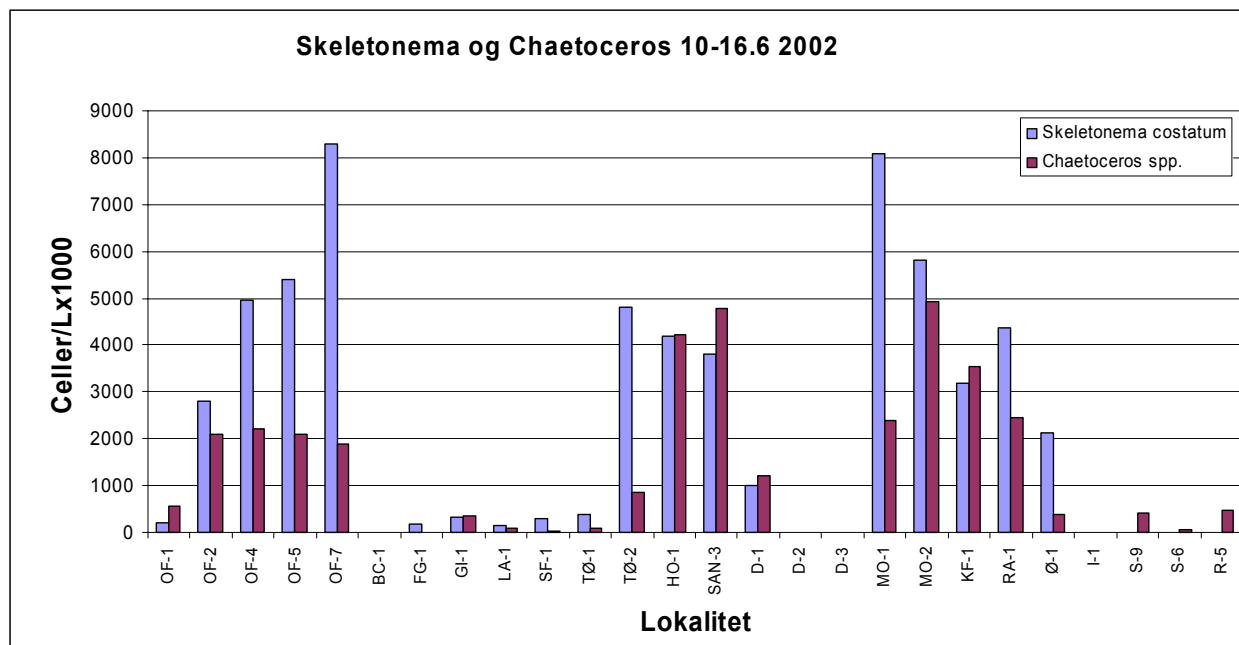


innslag av dinoflagellater (*Dinophysis* spp.). En mindre oppblomstring av *Skeletonema* mellom de to siste prøvedatoene var det bare spor igjen av 19. mai, i Singlefjordområdet.

### 10.-13. juni

Dette var det første fulle prøvetakingsprogram. I første halvdel av juni utviklet det seg en større oppblomstring av *Skeletonema* og *Chaetoceros* spp. i hele Skagerrak-området. Det var omtrent bare de åpne områdene som fikk høye celletall (> 1 mill celler/L), som vist i Figur 2. Både i Telemark, Drammensfjorden og innenskjærs i Østfold var det relativt små celletall av disse kiselalgene. Viktige følgearter var kiselalgene *Cyclotella caspia*, *Dactyliosolen fragilissimus* og *Thalassionema nitzschioides* og tildels kalkflagellaten *Emiliania huxleyi*. De indre områdene hadde utviklet seg forskjellig:

- Innenfor terskelen i Drammensfjorden var det en kraftig oppblomstring av en flagellat (*Dinobryon* sp.) som antas å være en brakkvansindikator. På D-3 var det celletall på over 2,2 mill/L av denne arten.
- I Telemark var det dominans av *Diatoma elongatum* i Frierfjorden og Håøyfjorden og blandingsplankton i Langesundsfjorden.
- Innenskjærs i Vestfold (Sandefjordsfjorden og Tønsbergfjorden) var influert av den store oppblomstringen i Skagerrak, men var dominert av *Dactyliosolen fragilissimus* og moderate mengder av følgearter.
- Innenskjærs i Østfold var det en svært kraftig oppblomstring av *Cyclotella caspia*, spesielt i Iddefjorden (6,2 mill/L).



**Figur 10-1** *Skeletonema* og *Chaetoceros* i midten av juni.

### 24.-27. juni

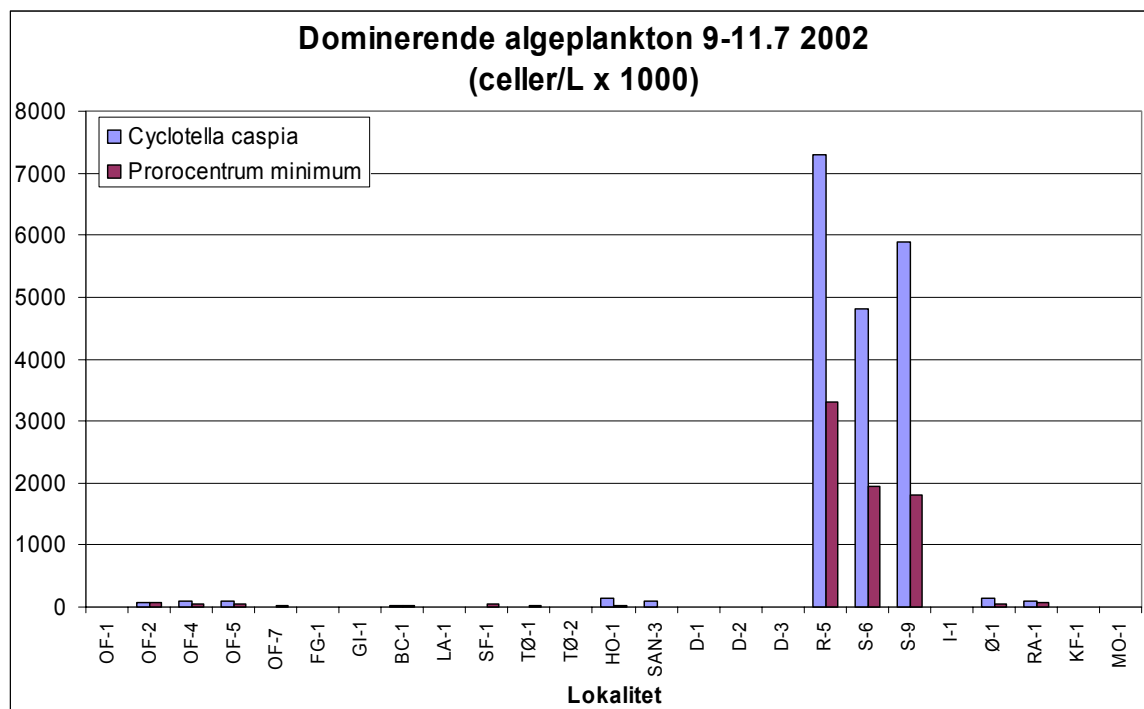
Med unntak av Østfold var algeforekomstene redusert til bare spor av oppblomstringene av *Skeletonema* og *Chaetoceros* tidligere i juni. I området Breiangen-Bastø hadde *Dactyliosolen fragilissimus* utviklet seg videre til en moderat oppblomstring fra følgeartstatus to uker tidligere. I Østfold var det en spredning av *Cyclotella*-oppblomstringen til svært store bestander i hele området (Tabell 2), og en liten solitær kiselalge, *Chaetoceros throssenii* opptrådte i oppblomstringsmengder sammen med karakterarten *Prorocentrum minimum*. I de andre innenskjærs områdene var algeforekomstene små.

**Tabell 10-1 Forekomsten av oppblomstringsalger i Østfold 29. juni 2002 (celler/Lx1000)**

Art\Lokalitet	I-1	S-9	S-6	R-5
<i>Cyclotella caspia</i>	620	4700	8400	2100
<i>Chaetoceros throssenii</i>	200	1500	1400	1350
<i>Prorocentrum minimum</i>	90	240	760	280

### 8. -11. juli

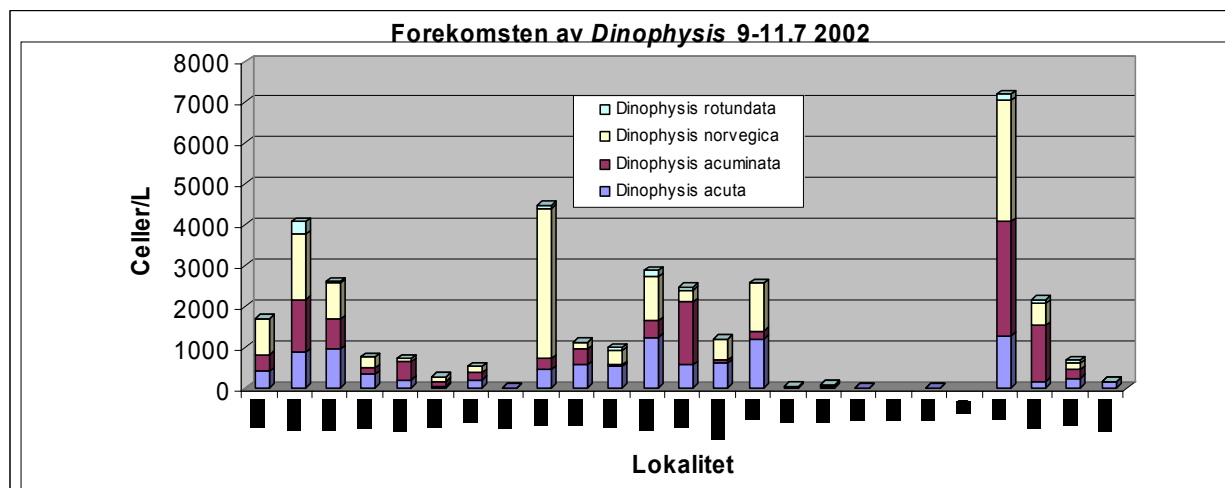
Igjgen var det bare innenskjærs i Østfold det ble funnet store celletall. Der fortsatte oppblomstringene av *Cyclotella caspia* og *Prorocentrum minimum* (Figur 10-2), mens *Chaetoceros throssenii* var redusert til sporkonsentrasjoner. De små algeforekomstene fortsatte i området forøvrig. En moderat oppblomstring av *Diatoma elongatum* (0,6 mill/L) ble registrert i Frierfjorden. I de åpne områdene var planktonet dominert av store dinoflagellater (*Ceratium tripos*, *Ceratium furca* o.a.) som hadde celletall på 20.000-30.000/L. Biomassemessig er disse oppblomstringskonsentrasjoner.



**Figur 10-2 Dominerende arter i Ytre Oslofjord (Østfold) 9. - 11. juli 2002.**

I håvtrekkprøver var det i tillegg mye *Dinophysis* spp. Dette er toksinproduserende dinoflagellater som OSPAR har nevnt som mulige indikatorer på eutrofiering. De kan forårsake blåskjellforgiftning ved relativt små celletall (100-1000 celler/L, artsavhengig). Forekomsten av de forskjellige *Dinophysis*-artene

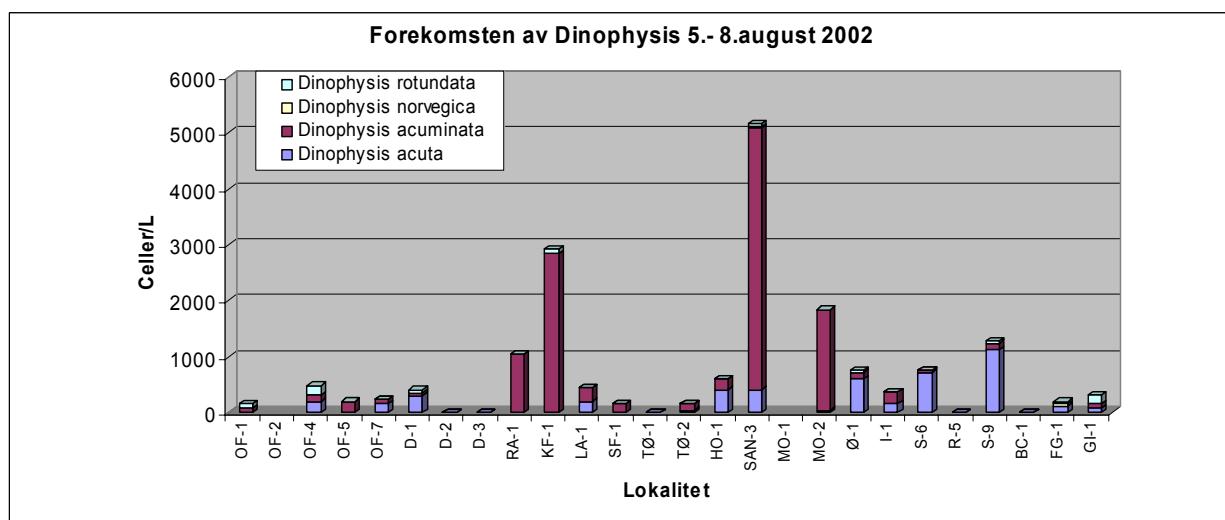
på alle lokalitetene er vist i Figur 10-3. Det var store forskjeller mellom lokalitetene med gjennomgående minst bestander innenskjærs.



Figur 10-3 Forekomsten av *Dinophysis* spp. i juli 2002.

#### 5.-8. august

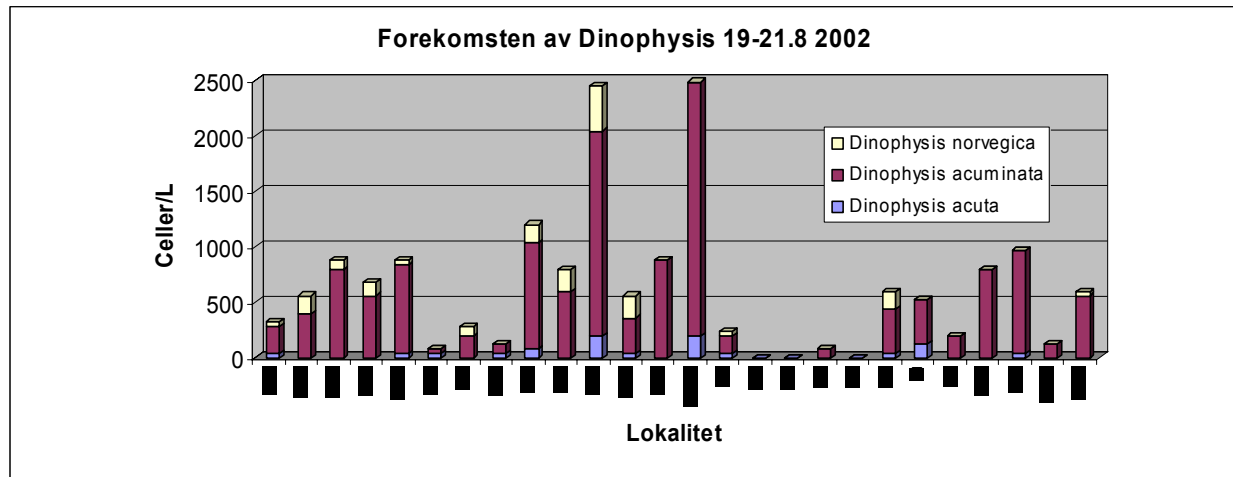
Planktonbildet var variert. Oppblomstringen av *Ceratium* spp. fortsatte, som en del av en større oppblomstring som strakk seg nedover Sørlandskysten. På enkeltlokaliteter (Mossesundet, Tønsbergfjorden) ble det påvist relativt mye *Cyclotella caspia* eller *Emiliania huxleyi*, og den lille *Chaetoceros*-arten *C. thronsdonii* ble funnet på mange lokaliteter, også utenskjærs. *Dinophysis*-bestandene var fortsatt relativt store (Figur 10-4), med en viss endring i artsdominans til sterk dominans av *D. acuminata* i området Sandebukta-Rauer. Det var en generell reduksjon i de åpne områdene og langs Vestfoldkysten, men en markert økning i Østfold av *Dinophysis acuta*, som er den mest toksiske av de aktuelle artene.



Figur 10-4 Forekomsten av *Dinophysis* spp. 5.-8. august 2002.

19.-21. august

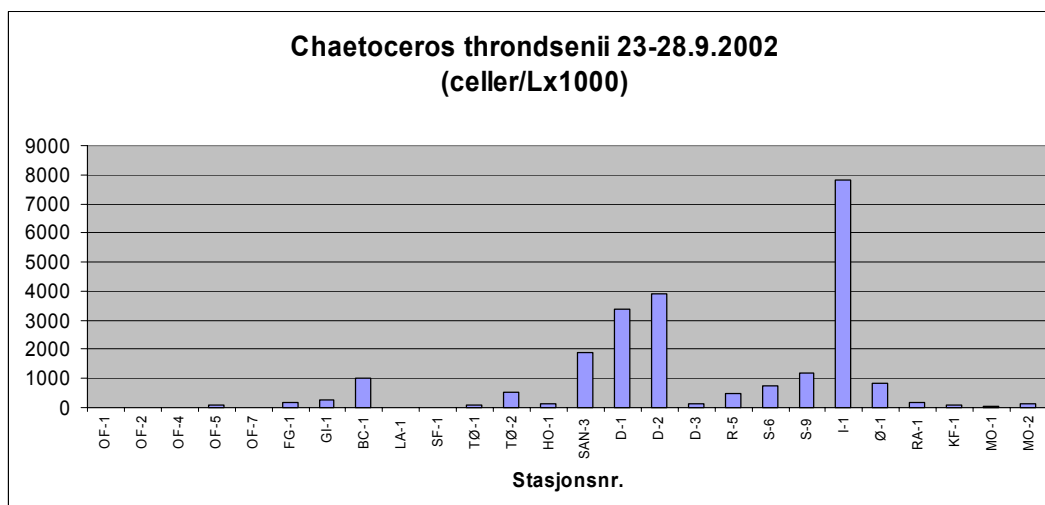
Det var generelt små bestander, men artsrike algeforekomster i hele området, med en økning i forekomsten av *Chaetoceros thronsdensii* både utenskjærs og innenskjærs i Østfold (0,5-1,5 mill/L). *Dinophysis* spp. hadde økt i Vestfold og avtatt i Østfold, overveiende med *Dinophysis acuminata* som dominerende art (Figur 10-5).



**Figur 10-5** Forekomsten av *Dinophysis* spp. 19.-21. august 2002.

23.-28. september

Det ble observert et "frodig" plankton i hele området, artsrikt og med mange arter i oppblomstringskonsentrasjoner. I håvtrekkprøvene fra de åpne områdene var det et for sesongen markert innslag av arter tilført fra Nordsjø-området og Skagerrak (*Ditylum brightwellii*, *Bacteriastrum hyalinum* o.a.). *Chaetoceros thronsdensii* hadde utviklet en utbredelse som tidligere ikke er dokumentert, med oppblomstring samtidig inne i Drammensfjorden, i Frierfjorden og innenfor Hvaler. Celletall på alle lokalitetene er vist i Figur 10-6. I Drammensfjorden var det i tillegg store bestander av *Cyclotella caspia* (6,7-9,5 mill/L) på de to innerste lokalitetene.



**Figur 10-6** Celletall av *Chaetoceros thronsdensii* 23.-28. september 2002.

Arter som ble observert i blomstringsmengder:

- *Chaetoceros thronsdonii*. Maksimumsbestand ved Ramsø, Hvaler (I-1, 7,8 mill/L)
- *Cyclotella caspia*. Maksimumsbestand i midtre Drammensfjord (D-2, 9,5 mill/L)
- *Prorocentrum minimum*. Maksimumsbestand i Iddefjorden (R-5, 0,73 mill/L)
- *Leptocylindrus spp.* Maksimumsbestand ved Ramsø, Hvaler (I-1, 0,71 mill/L)
- *Cerataulina pelagica*. Maksimumsbestand ved Breiangen og Hvalø (OF-5 og TØ-2, 0,42 mill/L)
- *Chaetoceros spp.* Maksimumsbestand i Krokstadfjorden (KF-1, 0,47 mill/L)
- En rekke arter fantes i celletall fra 0,1 til 0,2 mill/L.

I tillegg til dette hadde det vært mindre oppblomstringer av andre arter, for eksempel kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* og kiselalgen *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* i Oslofjordområdet i løpet av september.

#### 21. oktober

Det ble innsamlet og analysert prøver fra Østfold. Her var det fortsatt en stor bestand av *Prorocentrum minimum* med maksimum i Iddefjorden (R-5, 2,1 mill/L) og sporbestander fra tidligere oppblomstringer av *Chaetoceros thronsdonii*. Håvtrekkprøvene viste at det hadde vært et skifte i artsdiversitet siden slutten av september, til dominans av kiselalger.

#### 22. november og 9. desember

Det var fortsatt mange arter i håvtrekkprøvene i november, men små totalbestander. I desember hadde det kommet en del *Emiliania huxleyi*, *Ceratium lineatum* og *Thalassiosira* sp. En kraftig oppblomstring i indre deler av Oslofjorden i november ble ikke registrert i dette materialet fra ytre fjord.

## 10.2 Kvantitativt viktige oppblomstringer.

I beskrivelsen av observasjonene er det nevnt en rekke alger som er observert i høye konsentrasjoner. Den mest markerte algen i 2001 var kiselalgen *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima*. Den hadde en svært kraftig og langvarig oppblomstring som dekket hele sommerperioden fra begynnelsen av juni til utpå høsten og som etterhvert dekket hele det undersøkte området med unntak av de indre delene av Drammensfjorden. Denne algen ble observert bare i mindre forekomster i 2002.

Oppblomstringene av *Cyclotella caspia* hadde også i 2002 sitt utspring i innenskjærs områder i Østfold, slik det er kjent fra flere oppblomstringer tidligere. I 2002 hadde den en markert oppblomstring i Drammensfjorden, som ikke er vanlig (ikke dokumentert tidligere?). *Cyclotella caspia* er ikke nevnt blant indikatorartene av OSPARCOM. Dette er primært en brakkvannsart, antagelig med innenskjærs områder i Østfold som kjerneområde i Norge. Det er rimelig å anta at utviklingen av store bestander i dette området i sommerperioden har sammenheng med næringstilførsel til brakkvannslaget fra land.

Forekomstene av den relativt store kiselalgen *Dactyliosolen fragilissimus* (tidligere navn *Rhizosolenia fragilissima*) var omtrent som i 2001, men noe senere på året, hovedtyngden i de åpne delene av fjorden. *Dactyliosolen fragilissimus* er relativt vanlig i norske kystfarvann om sommeren, ofte i oppblomstringskonsentrasjoner. OSPAR har ikke denne arten på listen over indikatorarter, og med den registrerte utbredelsen i Oslofjorden kan vi regne dette som en vanlig kystoppblomstring. Imidlertid er den observerte forekomsten, sammen med forekomsten av en rekke andre arter som hadde mer moderate

oppblomstringer, en indikasjon på at vekstbetingelsene i de åpne områdene er gunstige for en rekke kiselalger.

Dinoflagellatene *Prorocentrum minimum* og *Ceratium* spp. (*C. furca*, *C. tripos*), hadde markerte oppblomstringer i ytre Oslofjord i 2002. Forekomsten av *Ceratium*-artene kan vi regne som en del av en større oppblomstring i Skagerrak-vannmasser. Det har enkelte år vært tilsvarende oppblomstringer i hovedfjorden, og dannelse av rødlig misfarging av sjøen er typisk. *Prorocentrum minimum* er en karakterart for ytre Oslofjord, spesielt Østfold. Utbredelsen av *Prorocentrum minimum* var omtrent som i 2001, med maksimum innenskjærs i Østfold. *Prorocentrum minimum* ble første gang dokumentert i Nord-Europa under en massiv oppblomstring på begge sider av ytre Oslofjord i 1979 (Tangen 1980). Åpenbart har denne arten funnet en økologisk nisje i Oslofjorden. Etter 1979 har det nærmest årvisst vært store oppblomstringer i det samme området og i indre fjord i begynnelsen av 1980-årene. Oppblomstringene strekker seg ut i de åpne områdene av fjorden, men konsentrasjonene, f.eks. ved Torbjørnshjær, har aldri nådd opp i maksimumskonsentrasjonene innenskjærs. Forekomsten har spredt seg fra dette kjerneområdet til Kattegat og inn i Østersjøen. Typisk er oppblomstringene knyttet til overflatelaget og forårsaker grumset sjø med dårlig sikt og gulbrun misfarging. De aller største konsentrasjonene som kan bli på flere hundre millioner celler per liter vann, har vært observert i indre Oslofjord og innenskjærs i Østfold og sjeldnere i Vestfold. I global målestokk danner *Prorocentrum minimum* tilsvarende oppblomstringer på østkysten av USA, spesielt i estuarområder (f.eks. Chesapeake Bay og Long Island) og i en rekke skjermmede lokaliteter i Japan, langs den bulgarske Svartehavskyst og den franske Middelhavskyst. Karakteristisk for arten er at oppblomstringene finner sted i overflatelaget i lagdelte vannmasser der det er rik tilgang på næringssalter over sprangskiktet. *Prorocentrum*-arter er nevnt som indikatorer på eutrofiering av OSPARCOM's eutrofikomite.

Mens oppblomstringen av *Skeletonema costatum* og *Chaetoceros* spp. i juni var en klassisk oppblomstring i de åpne områdene av fjorden og en del av en større oppblomstring i Skagerrak, var oppblomstringene av *Chaetoceros thronsenii* det som skilte 2002 mest fra 2001. Denne arten er observert nå og da, spesielt i Østfold, men ikke dokumentert i så store forekomster som i 2002. Den er derfor ikke en nyinnvandrer i området. Den tilhører en gruppe av små solitære *Chaetoceros*-arter som ofte finnes i eutrofierte brakkvannsområder. Det er for tidlig å avgjøre om den har betydning for vurderingen av eutrofi forholdene i Ytre Oslofjord, men det er verdt å merke seg at den hadde oppblomstringsmengder i alle de mest utpregede brakkvannsområdene, også i Telemark.

### 10.3 Forekomsten av enkelte indikatorarter.

I rapporten om vannkvalitet i 2001 ble det gitt kommentarer til forekomsten i ytre Oslofjord av arter som OSPAR/EUC har nevnt spesielt som eutrofieringsindikatorer og relatert dette summarisk til kjennskapen vi har til disse artene i norske farvann.

Ovenfor har vi presentert noen data for slekten *Dinophysis* som også er nevnt av OSPAR. Dette er dinoflagellater som hos oss er mest kjent for toksinproduksjon som ofte har gitt problemer i forbindelse med skjellproduksjon. I norske farvann finnes de i størst mengde i Sør-Norge med oppblomstringer i fjorder på Vestlandet, langs Skagerrak-kysten og i Oslofjorden. *Dinophysis* spp. produserer toksiner i DSP-komplekset. Flere arter er vanlige i ytre Oslofjord og tilgrensende havområder og har vært årsak til giftige blåskjell. OSPAR/EUC nevner denne slekten blant indikatorene, uten å begrunne det med tilknytning til eutrofiering. Oppblomstringer har vært knyttet til spesielle hydrografiske forhold og sprangsjiktet (skillet mellom overflatelaget og det egentlige fjordvannet under dette).

I 2002 var det påvisning av moderate bestander gjennom hele året, og tidvis var det tilnærmet dominans i håvtrekkprøver, spesielt i innenskjærs farvann på begge sider av fjorden, men nesten ikke i indre

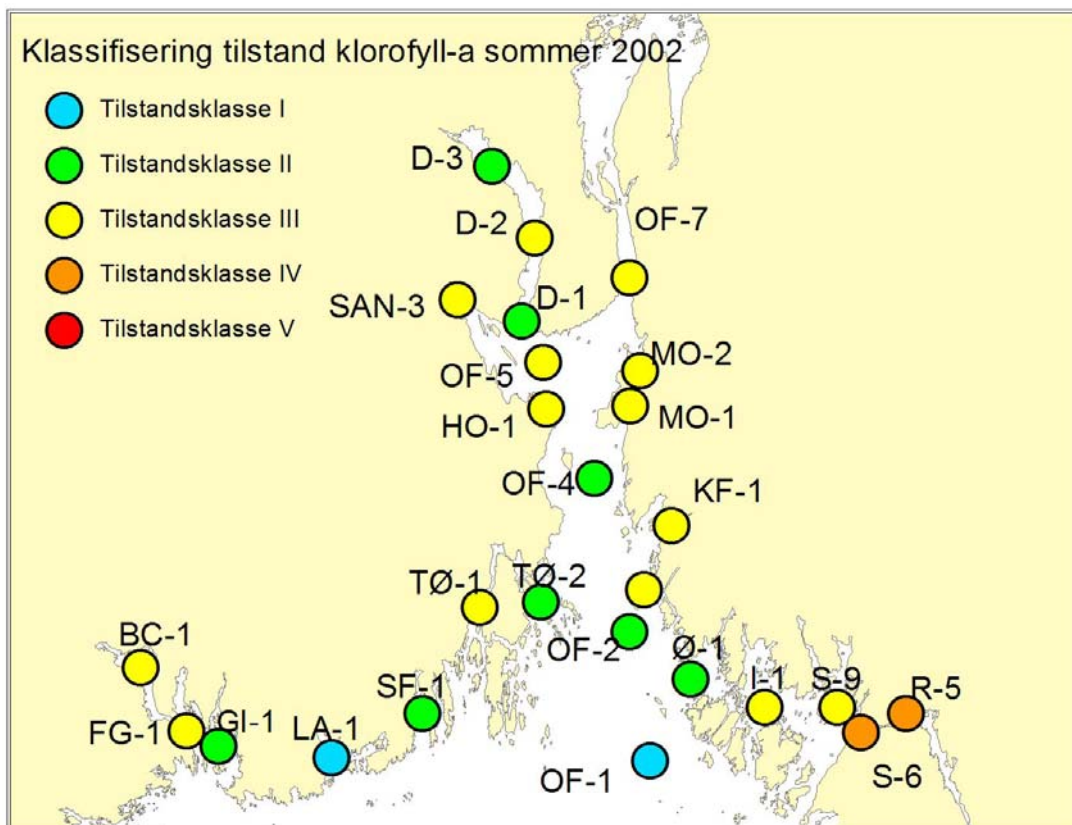


Drammensfjord. De vanligste artene var *D. norvegica* og *D. acuta*, men også *D. acuminata*, *D. rotundata* og *D. skagii* ble observert. Forekomsten av disse algene har ført til problemer med produksjon av blåskjell for salg i Østfold i 2002. I Østfold var blåskjell toksiske (diarregivende toksiner – DSP) omtrent gjennom hele året. De observasjonene av *Dinophysis* som ble gjort, indikerer at blåskjell kan ha vært toksiske i store deler av området. Disse artene ble omtrent ikke funnet i det antatt eutrofierte innerste området i Østfold (Iddefjorden), men det er uklart om dette skyldes andre miljøforhold, som for lav saltholdighet. Det er tvilsomt, basert på observasjoner ellers i Norge og i denne undersøkelsen, om *Dinophysis*-artene kan regnes som generelle eutrofieringsarter.

## 10.4 Klorofyll-a

Med bakgrunn i klorofyll-a analysene (2 m dyp) fra sommer toktene er medianverdien benyttet til å klassifisere tilstanden til stasjonene (Figur 10-7). Kriteriene for klassifisering er bare gitt for vann med saltholdighet høyere enn 20 PSU og stasjonene i Drammensfjorden (med middels høye verdier) og Hvalerområdet (hvor de høyeste verdiene ble observert) er derfor ikke inkludert i figuren.

Sammenlignet med 2001 er det en generelt økt mengde klorofyll på flere stasjoner. Dette gjelder både i hovedfjorden (OF-5) og lokalt (TØ-1, D-2, SF-1). Torbjørnskjær (OF-1) er i år klassifisert som I *Meget god*, mens den var i II *God* i fjor.



**Figur 10-7** Klassifisering av vannkvaliteten på stasjoner i ytre Oslofjord på grunnlag av analyser av klorofyll-a fra seks vannprøver tatt i løpet av sommersesongen (juni-september). Det foreligger ikke kriterier for vannmasser med lav saltholdighet (< 20 PSU). Kriteriene for ferskvann avviker imidlertid lite og de aktuelle stasjonene (R-5, S-6, S-9, I-1, Grenlandsfjorden og Drammensfjorden) er klassifisert i henhold til sjøvannskriterier

## 10.5 Geografiske forskjeller i planktonalgeforekomstene – regional inndeling

Algeforekomstene i 2002 gir ikke noe klart grunnlag for å endre på den geografiske inndelingen som ble presentert i forrige rapport (2001). Avgrensingen av fjordavsnittene er kommentert i forhold til nye observasjoner i 2002.

**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.** Breiangen, mellom Drøbaksundet og snittet Moss-Horten, men ikke Drammensfjorden.

Allerede Braarud & Bursa (1939) relaterte høye konsentrasjoner av *Skeletonema costatum* i dette avsnittet i 1933-34 til effekten av kloakkutslipp, men utslagene var mindre enn i 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 Breiangen. 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 Breiangen (Tangen & Bjørnland 1985). Oppblomstringene av enkelte kiselalger (*Skeletonema Chaetoceros*, *Dactyliosolen*) i 2002 indikerer at dette er et område med gunstige forhold for algevekst, som kan skyldes hydrografiske forhold som tilfører overflatelaget næringsalter, i kombinasjon med tilførsler fra indre fjord, Drammensfjorden og Glomma.

**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 celletall i Drøbaksundet til lavere i Breiangen (Avsnitt B) og lavest i de ytre delene (Avsnitt C). Artssammensetningen i kvantitative prøver og håvtrekkmateriale viste også i 2002 som i 2001 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 caspia*, *Chaetoceros thronsdensei*), 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.

Stasjonene i Telemark var nye for året. De utmerket seg ikke med spesielle oppblomstringer, men viste en veksling i algeplanktonet som må regnes som normal for områder som ikke er sterkt belastet. Tabell 3 viser maksimumskonsentrasjonen av samlet kiselalgebestand i 2002.



**Tabell 10-2 Maksimumskonsentrasjoner av kiselalger i Telemarksfjordene i 2002.**

Stasjon	11.06	25.06	09.07	06.08	20.08	24.09
BC-1 Frierfjorden	280	20	620	300	0	2020
FG-1 Langesundsfjorden	440	200	120	0	0	1860
GI-1 Håøyfjorden	1300	30	300	100	250	1740

**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 2002 gir et bilde som ikke er særlig forskjellig fra observasjonene i 2001. Stasjon TØ-2 (Hvalø) ligner mest på de åpne områdene og er noe forskjellig fra fjordene ved Tønsberg og Sandefjord. Det synes ikke å være så klart skille som i 2001 mellom Sandefjord og Larvik

**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 planktonalgebestandene. Dette ble bekreftet av resultatene fra 2001 og igjen i 2002. 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. Høsten 1995 har det vært en massiv oppblomstring av den store dinoflagellaten *Ceratium furca* med misfarget sjø begrenset til dette avsnittet og avsnitt D. Resultatene fra 2002 bekrefter antakelsene fra 2001 som tydet på at Ringstadfjorden/Iddefjorden har en annen algestatus enn Singlefjorden, og at nærområdet til Glommas utløp (Ramsø – I-1) skiller seg ut med gjennomgående noe mindre algebestander.

**Avsnitt F.** Drammensfjorden innenfor Brevikterskelen.

Algematerialet fra dette kystavsnittet er forholdsvis sparsomt. Det er generelt dominans av brakkvannsarter som *Diatoma elongatum* og *Dinobryon* sp. Til forskjell fra 2001 ble det i 2002 observert store oppblomstringer av kiselalger (*Chaetoceros thronsdonii*, *Cyclotella caspia*). Hvorvidt disse store algeforekomstene kan relateres til eutrofiering er enda uklart.

**10.6 Sammendrag og foreløpige konklusjoner**

Planktonalgeforekomstene i ytre Oslofjord er beskrevet på grunnlag av et relativt omfattende materiale fra 2001 og 2002 og resultater som har vært tilgjengelige fra tidligere undersøkelser. 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. 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 enn områdene



lenger sør. 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 Vestfold, har trekk ved planktonalgeforekomstene som man andre steder knytter til økt tilførsel av næringssalter 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 brakkvannsområder.

## 11 REFERANSER

Abdullah, M.I. & M. Danielsen, 1989. Eutrofisisituasjonen i ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.6b. Hydrokjemiske observasjoner i ytre Oslofjord. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 421/90.

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.

Anon, 2000. Forum Skagerrak. Miljøstatus og fremtidig miljøovervåking. En populærrapport. <http://www.forumskagerrak.com>

Anon, 2001. The Skagerrak – environmental state and monitoring prospects. Forum Skagerrak. <http://www.forumskagerrak.com>

Aure, J. & Didrik Danielssen, 1996. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Oksygenforbruk, organisk belastning og vannutskiftning. Havforskningsinstituttet Prosjektrapport 17-1996.

Aure, J. & Didrik Danielssen, 1998. Fjordbassengene i Ytre Oslofjord: Vannutskiftning, oksygen og næringssalter 1995 – 1998. Statlig Program for forurensingsovervåking. Rapport 725/98 (TA-1529/1998).

Aure, J. & Didrik 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. & Didrik Danielssen, 2001. Ytre Oslofjord. Overvåking av eutrofitilstanden 1999 - 2000. Fisken og Havet nr. 3 2001.

AQUATEAM, 2001. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2000. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 01-031.

AQUATEAM, 2002. Riverine Inputs and Direct discharges to Norwegian Coastal Waters - 2001. OSPAR Commission. B: Data report. Report number: 02-016 B.

Baalsrud, K. & J. Magnusson, 1990. Eutrofisisituasjonen i ytre Oslofjord. Hovedrapport. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport nr. 427/90.

DNV, 1991. Resipientundersøkelser i Mossesundet, 1990. Del I. Sammendrag og Hovedrapport. Del II Datatrapport. P90-525.

DNV, 1996a. Resipientundersøkelser av Mossesundet. DNV-rapport 96-3285.

DNV 1996b. Resipientundersøkelse i Sandebukta 1995. Det Norske Veritas. Rapportnr. 96-3177.

DNV 1998. Vurdering av utslippsforhold til Sandebukta. DNV rapport nr. 98-3310.

DNV 1999a. Miljøovervåking av Sandebukta 1998/1999, delrapport 2. DNV-rapport nr. 99-3414.

DNV 1999b. Miljøovervåking av Sandebukta 1998, delrapport I. DNV-rapport nr. 99-3145.



DNV 2000a. Miljøovervåking av Sandebukta 1999, Delrapport III. DNV-rapport nr. 2000-3043.

DNV 2000b. Miljøovervåking av Sandebukta 2000, Delrapport I. DNV-rapport nr. 2000-3382.

DNV, 2001a. Biologisk rensing av avløpsvannet fra PLm. Konsekvenser av 50% reduksjon sammenlignet med 70% av KOF. DNV rapport 2001-0860.

DNV, 2001b. Resipientundersøkelse Mossesundet 2000/2001. Bløtbunnsfauna og gruntvannsundersøkelse. DNV rapport 2001-0417.

DNV, 2001c. Resipientundersøkelse Mossesundet 2000/2001. Vannkvalitet. DNV rapport 2001-1210.

FMVA, 2000. Vannkvalitetsovervåking i Østfold 1980 – 1999. Fylkemannen i Østfold, Miljøvern avdelingen. Rapport 3/2000.

Interconsult, 1997. Resipientovervåking i Tønsbergfjorden. Sammenstilling av måleverider fra perioden 1976 – 1996. Tønsbergfjordens Avløpsutvalg (TAU). Interconsult rapport.

Iversen, P.E. 1981. ”Benthosalgvevegetasjonen i Sandfjordsfjorden og Mefjorden, søndre Vestfold”. Hovedfagsoppgave i marin botanikk. Universitetet i Oslo.

Magnusson, J. & K. Sørensen, 1996. Overvåking av Hvaler – Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990 – 1994. Overflatevannets vannkvalitet og oksygenforholdene i dypvannet. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 653/96.

Magnusson, J. & J. Skei, 1984. Basisundersøkelser i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrografi, vannutskiftning og hydrokjemii. Statlig program for forurensingsovervåking. Rapport 170/84.

Miljøplan 1982. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Del I, Vurdering av utslipp fra Sande Paper Mill A/S. Del II: Marinbiologiske undersøkelser. Rapport nr. P82-020.

Miljøplan, 1984. Forurensningssituasjonen i Sandefjordsfjorden og Mefjorden belyst gjennom forekomst av fastsittende alger. Fremdriftsrapport 1977 – 1983.

Miljøplan, 1990. Resipientundersøkelse i Sandebukta. Miljøplan rapport.

NIVA 1971. Forurensningsproblemene i Sandebukta. Rapport 59/69.

NIVA, 1978. Resipientundersøkelser ved Vallø i Sem og Vårnes i Stokke. Biologiske undersøkelser i juli 1978. Rapport nr. 1. O-74095.

NIVA, 1989. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord. Delprosjekt 3.15. Mossesundet. Rapport 353/89.

NIVA, 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Miljøgifter i sedimenter fra Sandefjordsfjorden. Statlig program for forurensningsovervåking, rapport nr. 586/94. ISBN 82-577-2645-1.

NIVA, 1996. Mossesundet. Virkning av vannkvaliteten ved dyputslipp fra Peterson Moss AS. NIVA rapport Lnr. 3553-96.

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, 1997. Vannutskiftning og næringssaltbudsjetter i ytre Oslofjord. NIVA Rapport LNR. 3593-97.



NIVA, 1998. Resultatkontroll jordbruk 1998 – Effekt av tiltak mot forurensninger. Målte og modellerte tilførsler av næringsalter. Vannkvalitet i hovedvassdrag. NIVA rapport 3799-98.

NIVA, 1999. Grenlandsfjordene 1994-1997. Undersøkelser av vannkjemiske forhold og vannutskiftning. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 756-99. TA-1626-99.

NIVA, 1999b. Grenlandsfjordene. En vurdering av kystvannets innflytelse på overflatelaget. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport 757/99.

NIVA, 2000a. Overvåking av Ytre Oslofjord. Delprosjekt nr. 2. Overvåking av Singlefjorden/Hvaler og Ringdalsfjorden 1999. NIVA Rapport 4237-2000.

NIVA, 2000b. Oksygenforholdene i Drammensfjorden oktober 2000. NIVA Rapport LNR. 4311-2000.

NIVA, 2000c. Overvåking av Grenlandsfjordene 1998 – 99. Badevannskvalitet og oksygenforhold. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport 794/00.

NIVA, 2001a. Overflateobservasjoner i ytre Oslofjord juli og august 2000. NIVA rapport L.nr 4345-2001.

NIVA, 2001b. Overvåking av ytre Oslofjord. Delprosjekt nr. 2. Overvåking av Hvaler og Singlefjorden i 2000. NIVA Rapport LNR 4367-2001

SFT, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03.

Stigebrandt, A., 1999. Grenlandsfjordene. En vurdering av kystvannets innflytelse på overflatelaget. Statlig program for forurensingsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 757-99. TA-1627-99.

- o0o -