

# Overvåking av Ytre Oslofjord 2008 Årsrapport



**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Postboks 2026  
5817 Bergen  
Telefon (47) 2218 51 00  
Telefax (47) 55 23 24 95

**NIVA Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Overvåking av Ytre Oslofjord 2008 Årsrapport	Løpenr. (for bestilling) 5818-2009		Dato 2009-06-20	
	Prosjektnr. 27250	Undernr. 10	Sider 61	Pris
Forfatter(e) Walday, Mats; Naustvoll, Lars (HI); Nilsson, Hans Christer Rygg, Brage; Selvik, John Rune; Sørensen Kai	Fagområde Overvåking		Distribusjon Fri	
	Geografisk område Ytre Oslofjord		Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Fagrådet for Ytre Oslofjord v. Bjørn Svendsen og Statens forurensningstilsyn	Oppdragsreferanse Kontrakt j.nr. 615/08
--	--

**Sammendrag** Overvåkningsprogrammet i Ytre Oslofjord fremskaffer informasjon om miljøtilstanden og tilførsler med fokus på næringssalter. Rapporten omhandler resultatene fra 2008. Bortsett fra avgrensede lokale områder så er det Grenlandsfjordene, Drammensfjorden og Iddefjorden som peker seg ut med den dårligste tilstanden i Ytre Oslofjord. Det foregående år (2007) var vått med 15% mer nedbør enn langtidsnormalen. Jordbruk var største kilde for tilførsler av menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidro nesten like mye med fosfor, mens befolkning var en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. Miljøtilstanden på de sentrale stasjonene i Oslofjorden er Meget god til Mindre god (SFTs kriterier). For Frierfjorden, Håøyfjorden og Langesundsfjorden var miljøforholdene i de øvre vannlag generelt gode. Oksygenforholdene i bunnvannet ga Meget dårlig tilstand for Frierfjorden og Håøy-fjorden. I randsonen er det betydelig variasjon i tilstanden. I Ringdalsfjorden og Iddefjorden var det betydelig forhøyede næringssaltkonstrasjoner. Drammensfjorden, Ramsø i Hvalerestuaret, Iddefjorden og Ringdalsfjorden hadde dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Våroppblomstringen var fra slutten av mars og inn i april, som er innenfor det normale. Tilstanden basert på klorofyll-a i de sentrale vannmasser er God eller Meget god. I randsonen var den Meget god til Dårlig. Generelt ble det observert gode forhold på bløtbunn i de sentrale delene av fjorden. Ved den ytterste stasjon Torbjørnshjær er dårligere forhold observert. Dårligere forhold (tilstandsklasse Dårlig og Meget dårlig) ble observert i de dypere delene av Frierfjorden, ved Tønsberg, Drammensfjorden, de grunnere delene av Krokstadeira, i lokale dybdehull sør for Fredrikstad og i Iddefjorden.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Overvåking	1. Monitoring
2. Ytre Oslofjord	2. Outer Oslofjord
3. Eutrofiering	3. Eutrophication
4. Miljøtilstand	4. Environmental quality

*Mats Walday*  
Prosjektleder

*Jarle Nygard*  
Fag- og markedsdirektør



# **Overvåking av Ytre Oslofjord 2008**

Årsrapport



# Forord

NIVA og Havforskningsinstituttet (HI) gjennomfører, på oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord og SFT, overvåking av det marine miljøet i Ytre Oslofjord. Oppdraget omfatter beregninger av tilførsler til området, undersøkelser av hydrografi, hydrokjemisk og biologisk i vannmassene samt undersøkelser av tilstanden i hardbunns- og bløtbunnsområder. Den foreliggende rapport gir en gjennomgang og drøfting av undersøkelser og resultater fra undersøkelser som er blitt gjennomført i 2008.

Ansvarlig for tilførselsberegningene er John Rune Selvik fra NIVA.  
Ansvarlig for undersøkelsene av vannmasser er Lars J. Naustvoll fra HI.  
Kai Sørensen, NIVA har hatt ansvar for Ferrybox-undersøkelsene.  
Ansvarlig for undersøkelsene av bløtbunn er Hans C. Nilsson, NIVA.  
Brage Rygg fra NIVA har deltatt i undersøkelsene av bløtbunnsfauna.

Mats Walday fra NIVA er oppdragstakers prosjektleder og Bjørn Svendsen er kontaktperson for oppdragsgiver.

Ved bløtbunnsundersøkelsene er Universitetet i Oslo's forskningsfartøy "Trygve Braarud" blitt benyttet. De fleste vannmasseprøver er samlet inn fra HI's forskningsfartøy "G.M. Dannevig". Prøvene i Hvalerområdet er samlet inn med MS Pilen.

Oslo, 20. juni 2009

*Mats Walday*

---



# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Tilførsler til Ytre Oslofjord</b>	<b>9</b>
2.1 Tilførsler av næringssalter til ytre Oslofjord – norske kilder	9
<b>3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord</b>	<b>16</b>
3.1 Toktfrekvens og stasjoner i 2008	16
3.2 Innsamlinger	17
3.2.1 Biologiske parametere - planteplankton	19
3.2.2 FerryBox-systemet	19
3.3 Resultater	20
3.3.1 Temperatur og saltholdighet	20
3.3.2 Næringssalter	23
3.3.3 Oksygen	26
3.3.4 Planteplankton	29
<b>4. Overvåking av bløtbunnsamfunn i Ytre Oslofjord</b>	<b>34</b>
4.1 Prøvetaking	34
4.2 Metode	36
4.2.1 Sedimentprofil-bilde	36
4.2.2 Bløtbunnsfauna	37
4.2.3 Sedimentkjemi	37
4.3 Resultater	38
4.3.1 Sedimentprofil undersøkelser	38
4.3.2 Bløtbunnsfauna	42
4.3.3 Sammenligning av SPI og bløtbunnsfaunaundersøkelsene i 2008	47
4.4 Bløtbunnsundersøkelser omkring Langøya (NOAH)	49
<b>5. Sammenfattende vurdering</b>	<b>51</b>
<b>6. Referanser</b>	<b>52</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>54</b>
<b>Vedlegg B.</b>	<b>60</b>

---





## Sammendrag

Overvåkningsprogrammet for bunnområdene (bentos) og vannmassene (pelagialen) i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om miljøtilstanden og tilførsler med fokus på næringssalter (eutrofiering). Rapporten beskriver og vurderer resultatene fra undersøkelsene som er blitt gjennomført i 2008.

Tilførselsberegninger gjøres for det året som kommer før undersøkelsene. Året 2007 var spesielt vått med 15% mer nedbør enn langtidsnormalen (1961-1991). Mht. tilførsler av nitrogen viser Skienselva en nedadgående tendens siden 1990 og Drammenselva viser en oppadgående tendens, og det er muligens en svak økning i Glomma. For fosfor (både løst og partikulært bundet fosfor) er det en mulig svak nedgang i Glomma, men bildet er mer variert fordi fosfor gjerne er assosiert med partikler og økt avrenning gir økt total-fosfor transport.

Jordbruk er den største kilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidrar nesten like mye til tilførslene av fosfor, mens befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. Vassdragsområdet på Hurumlandet har en svært stor industrikomponent mht. fosfor. Akvakultur er en marginal aktivitet, og derfor en marginal kilde for næringssalttilførsler til dette området.

Ved Torbjørniskjær (OF-1) ble det registrert én lengre periode med innstrømning av Atlantisk vann, som kunne spores helt opp til 50m dyp, i august – september. En miljøklassifisering i henhold til SFT-systemet og basert på sommerverdier viser at tilstanden på de sentrale stasjonene i Oslofjorden er ”meget god” til ”mindre god” (kl I-III) avhengig av parameter. Vinterstid var det forhøyede nitratkonsentrasjoner ved OF-stasjonene, noe som resulterte i tilstandsklasse ”mindre god” (kl III).

For Frierfjorden, Håøyfjorden og Langesundsfjorden var miljøforholdene i de øvre vannlag generelt gode (fra meget god - kl I til god - kl II). Oksygenforholdene i bunnvannet ga ’meget dårlig’ tilstand for Frierfjorden og Håøyfjorden, men ’meget god’ tilstand for Langesundsfjorden.

I randsonen er det betydelig variasjon i tilstanden. Ved enkelte lokaliteter er det fortsatt en del belastning og noen er mer utsatt for lokale tilførsler. Spesielt er det stasjonen i Ringdalsfjorden (RA-5) og i Iddefjorden (ID-2) som har betydelig forhøyede næringssaltkonstrasjoner. Stasjonene i Drammensfjorden (D-2, D-3), Ramsø i Hvalerestuaret (I-1), Iddefjorden (ID-2) og Ringdalsfjorden (RA-5) hadde dårlige oksygenforhold i bunnvannet.

I 2008 fant våroppblomstringen sted i slutten av mars og inn i april. Dette er noe senere en hva som er observert de siste årene, men fortsatt innenfor det normale. Tilstanden basert på klorofyll-a på OF stasjonene og i Grenland er ”god” eller ”meget god”. Stasjonene i randsonen faller i klassene ”meget god” til ”dårlig”.

Generelt ble det observert gode forhold (tilstandsklasse ”god” og ”meget god”) på bløtbunn i de sentrale delene av fjorden. Ved den ytterste stasjon OF-1 er dårligere forhold observert. Dette kan være en effekt av høy trålningsaktivitet og/eller pga. høy sedimentasjonsrate i området. Dårligere forhold (tilstandsklasse ”dårlig” og ”meget dårlig”) ble observert i de dypere delene av Frierfjorden, ved Tønsberg, Drammensfjorden, de grunnere delene av Krokstadleira, i lokale dybdehull sør for Fredrikstad og i Iddefjorden. Det samme mønstret er observert i både 2007 og 2008.

Bortsett fra avgrensede lokale områder så er det Grenlandsfjordene, Drammensfjorden og Iddefjorden som peker seg ut med den dårligste tilstanden i Ytre Oslofjord.

## Summary

The purpose of the monitoring in the outer Oslofjord is to assess the environmental condition of the fjord, and get an overview of the discharges to the fjord, with focus on nutrients and their effects. This report presents and evaluates the results from the investigations in 2008.

The estimation of discharges to the fjord is based on data from the year previous to the monitoring. Precipitation in 2007 was high and about 15% above normal. Agriculture is the main source of anthropogenic contribution of nutrients, nitrogen (N) and phosphorus (P), to the fjord. Discharge from waste water treatment plants (WWTP) and industry contribute about the same P loads, while the discharge of N from WWTP is far greater than N from industry.

At the stations in the central area of outer Oslofjord environmental conditions were mainly good in 2008, as has been the case for the last years. In the Frierfjord, Håøyfjord and Langesundsfjord the quality of surface waters was generally good, while oxygen conditions in the bottom water of the Frierfjord and Håøyfjord were poor. Environmental conditions at the stations in the border area of the outer Oslofjord varies but were mostly good, but with highly elevated nutrient concentrations in surface waters of the Iddefjord and Ringdalsfjord. The Hvaler estuary, the Drammensfjord, Ringdalsfjord and the Iddefjord had reduced oxygen levels in bottom waters.

The phytoplankton spring-bloom occurred in March-April, somewhat later than the last years, but still inside the normal period.

The soft bottom areas of the open Oslofjord were considered in a good condition, while conditions were poor in the soft bottom areas in the deeper parts of the Frierfjord, Drammensfjord, near the town of Tønsberg, in the western parts of Kurefjord, in deep holes south of the town of Fredrikstad and in the Iddefjord. The same conditions were observed in 2006 and 2007.

Generally, the Grenlandsfjordene, Drammensfjorden and Iddefjorden are the main areas that are most affected by nutrients in the Outer Oslofjord.

Title: The Outer Oslofjord – environmental monitoring in 2008

Year: 2009

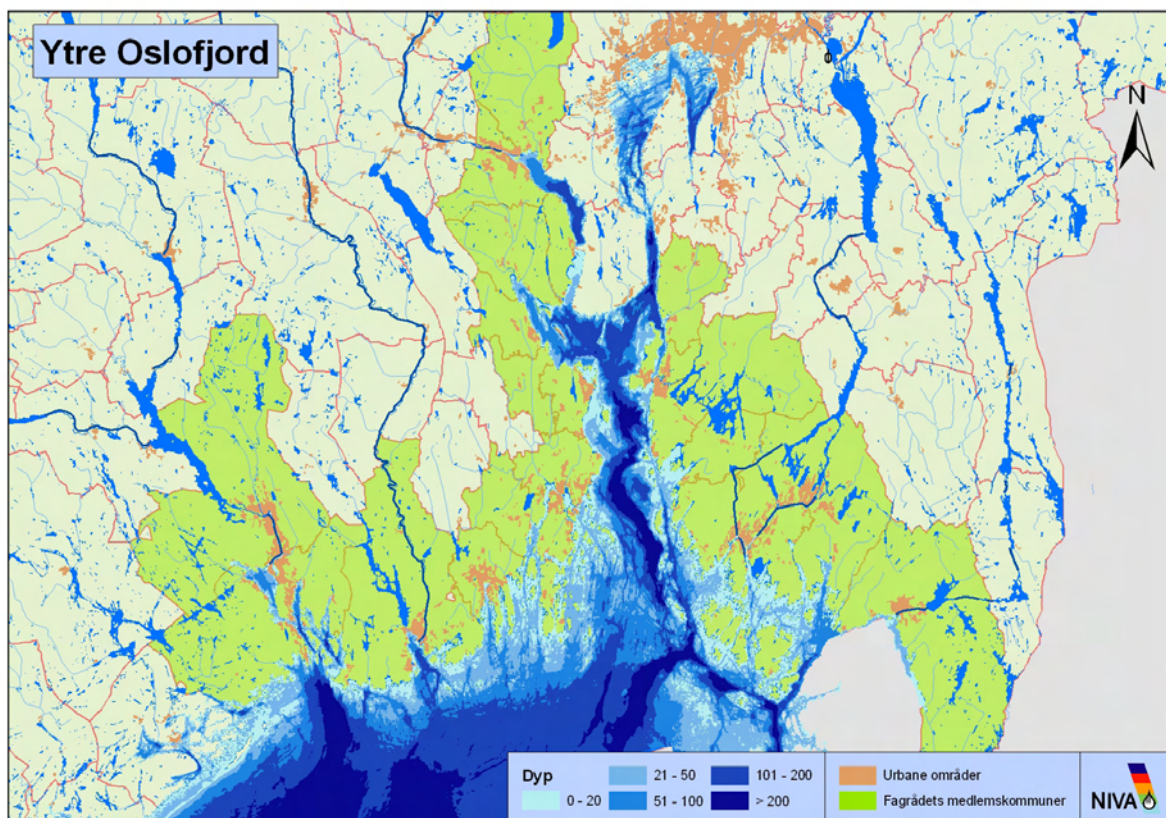
Author: Walday, Mats; Naustvoll, Lars (IMR); Nilsson, Hans Christer; Rygg Brage; Selvik, John Rune; Sørensen, Kai

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5553-9

# 1. Innledning

Programmet for overvåkning av Ytre Oslofjord (YO) dekker fagområdene marinbiologi og -kjemisk samt oseanografi. I programmet inngår beregning av tilførsler, undersøkelse og tilstandsbeskrivelse av vannmasser, undersøkelse og tilstandsbeskrivelse av bunnområder samt modellkjøringer. Programmet utføres som et samarbeid mellom NIVA og Havforskningsinstituttet (HI). Overvåkning av miljøtilstand i et område er langsiktig arbeid. Det tar mange år før trender kan beregnes med en utsagnskraft som er innenfor et akseptabelt konfidensnivå. Klimatiske forhold i Skagerrak er beskrevet i 2008-rapporten for Kystovervåkingsprogrammet (Norderhaug et al. 2009)

Ytre Oslofjord er et stort område som inkluderer åpne havområder, fjorder og Norges største estuarie (Hvaler) (**Figur 1**). Det er et svært dynamisk og åpent fjordsystem. Undersøkelsesområdet er avgrenset av Drøbaksundet i nord og en linje mellom Koster og nordlige deler av Jomfruland i sør, og dekker den geografiske Oslofjorden, Drammensfjorden og Grenlandsfjordene. Dette er et område med et sjøareal på ca 2000 km<sup>2</sup>. De topografiske forhold i fjordsystemet gjør at området er oppdelt i en rekke mindre og større bassenger og fjordområder. På grunn av de topografiske forhold vil det være stor grad av vanntransport mellom Ytre Oslofjord og Skagerrak og Nordsjøen, med tilførsel av vannmasser fra Skagerrak og Nordsjøen i intermediære vannlag. Overflatelagene i Ytre Oslofjord er i stor grad påvirket av tilførsler fra de store vassdragene Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva.



**Figur 1.** Ytre Oslofjord omfatter kystområdet fra svenskegrensa t.o.m. Grenland med unntak av indre Oslofjord (nord for Drøbak), som har et eget overvåkingsprogram.

Programmet i 2008 bygger til stor grad på programmet som har vært gjennomført i 2001-2005 (DNV 2006), men med ny metodikk for sanntidsmåling i vannmasser (FerryBox), fotografisk undersøkelse av sedimenter (SPI) samt presentasjon av resultater via web (AquaMonitor). I 2008 ble det ikke gjennomført undersøkelser på hardbunn.

## 2. Tilførsler til Ytre Oslofjord

### 2.1 Tilførsler av næringsalter til ytre Oslofjord – norske kilder

#### 2.1.1 Kildespesifikke utslipp

Et av prosjektene under Statlig program for forurensningsovervåking er å sammenstille data om utslipp fra punktkilder og diffuse kilder. Dette er teoretisk beregnede tilførsler basert på de nasjonale registre over ulike utslippskilder samt koeffisienter for tap av næringsalter fra jordbruksmark (bakgrunnsavrenning). Sammenstillingen gjøres ved bruk av modellen TEOTIL2 som aggregerer tilførselsdata nedover i vassdragsområdene og det tas hensyn til tilbakeholdelse av stoff i innsjøene (retensjon). Dette gir mulighet for å få fram hvordan tilførslene til sjøområdene er fordelt på de ulike kilder. Modellene gir også en sum for totale tilførsler til sjøområdene, men ulike klimatiske forhold i de enkelte år tas ikke hensyn til. Dette betyr at de virkelige tilførsler vil avvike fra dette fordi faktorer som nedbørmengde og når nedbøren faller påvirker tilførslene. De teoretiske tilførselstallene gir således mulighet for både å se kildefordelingen og endringer mht. kildene. Hvis for eksempel en industribedrift legges ned blir tilførslene fra kilden industri mindre. Modellen brukes ofte i forbindelse med tiltaksplaner.

For å få fram et estimat for de reelle tilførsler det enkelte år har man valgt å måle stoffkonsentrasjoner i de største vassdragene. Sammen med vannføringsdata beregnes stofftransporten. Dette arbeidet er også en del av Statlig program for forurensningsovervåking og tilførsler av næringsalter og andre stoffer rapporteres internasjonalt hvert år (OSPAR). For å få fram tilførsler fra de landarealene som ikke ligger i nedbørfeltet oppstrøms målepunktene i de store vassdragene må man spe på med Teotilberegninger.

De kilde-data som presenteres her kommer fra 2007. Kildedata rapporteres inn til de statlige etater fra industri, kommuner og anleggseiere og rapportene fra statlig program blir først ferdigstilt sent på året. Data for 2008 blir således ikke klar før på høsten 2009.

Avløpsdata hentes fra KOSTRA-systemet og er gjenstand for kvalitetssikring fra SSB (SFT-oppdrag). Industridata hentes fra industriens egenrapportering til SFT mht. til utslipp av ulike komponenter. Akvakultur baseres på innrapporterte produksjonsparametre i systemet ALTINN som NIVA deretter utnytter til å beregne utslipp av nitrogen og fosfor. Jordbrukstilførsler baseres på tapskoeffisienter som utarbeides av Bioforsk hvert år, bl.a. på basis av måledata i JOVA-felt og årlig statistikk fra de offentlige tilskuddsordningene for landbruket.

Data fra vassdragsområdene rundt ytre Oslofjord er tilrettelagt og vist summert i Figur 2 og Figur 3 nedenfor. Kildefordelte data for de enkelte vassdragsområdene er vist i Figur 4 og Figur 5. Data er hentet fra vassdragsområdene 1-4 og 10-17 .

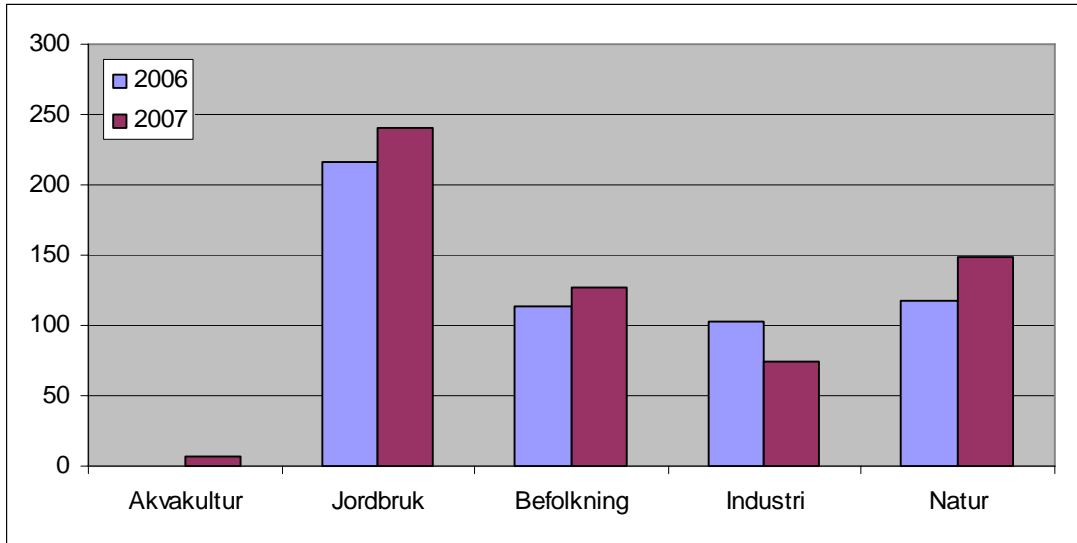
Jordbruk er den største kilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidrar nesten like mye til tilførslene av fosfor, mens befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. Akvakultur er en marginal aktivitet, og derfor en marginal kilde for næringsalttilførsler til dette området.

Kildedata for både industri og avløpsanlegg viser mellomårlige forskjeller som ikke nødvendigvis skyldes endringer i tilførsler (se for eksempel Selvik et al. 2007). I dette ligger usikkerhet knyttet til hvordan årlige tilførsler måles/beregnes samt om det rapporteres hvert år. Dersom det mangler

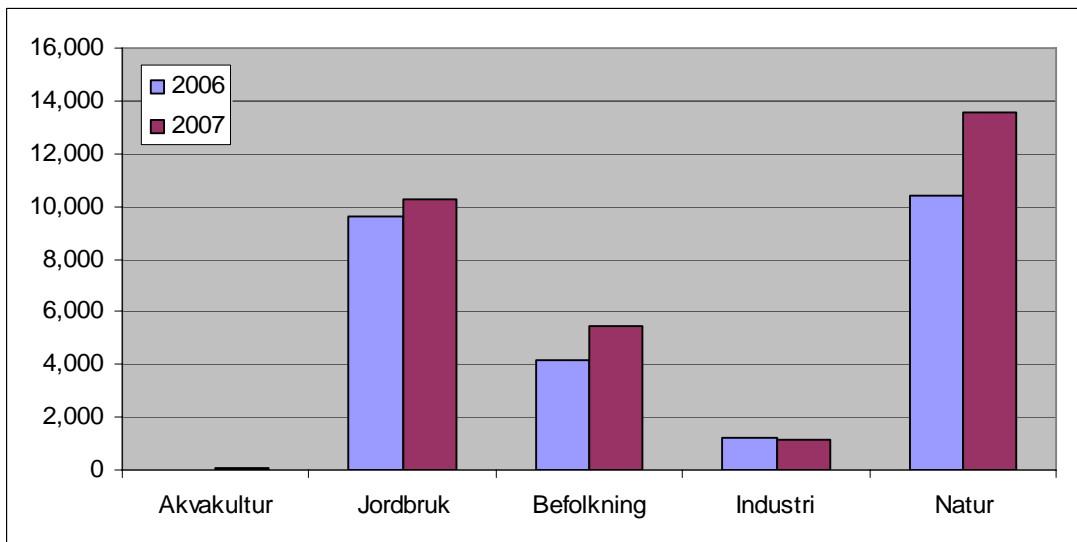
innrapportering for et år vil vi benytte fjorårets verdier med mindre vi har opplysninger om at bedriften har opphørt eller dramatisk lagt om produksjonen. Det er verdt å merke seg at vassdragsområdet på Hurumlandet har en svært stor industrikomponent mht. fosfor (se **Figur 4**)

Den naturlige avrenning er her betraktet som en kilde og omfatter tapet av næringsalter til vann fra alle arealer. De store vassdragsområdene som Glomma, Drammen og Numedal har nødvendigvis størst andel av naturlig avrenning pga. de store arealene oppstrøms.

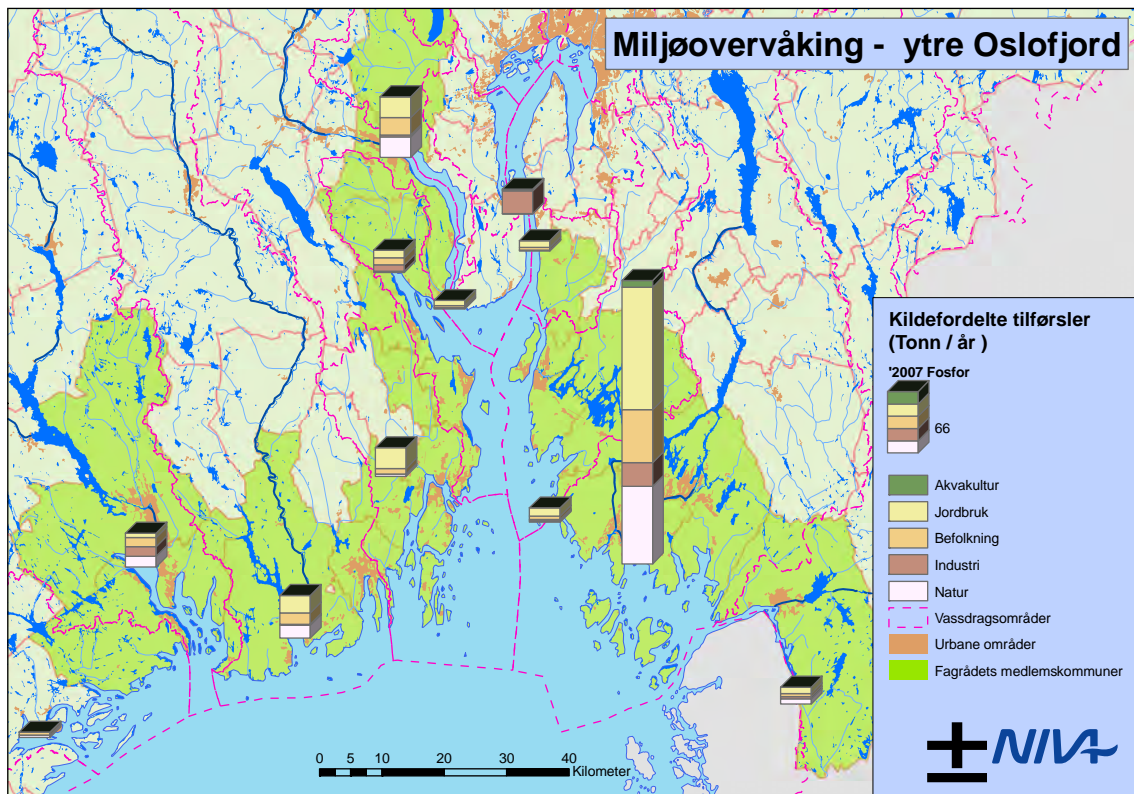
Tilførslene fra indre Oslofjord til Ytre Oslofjord er ikke tatt med. Langtransporterte næringsalter med havstrømmene er ikke tatt med.



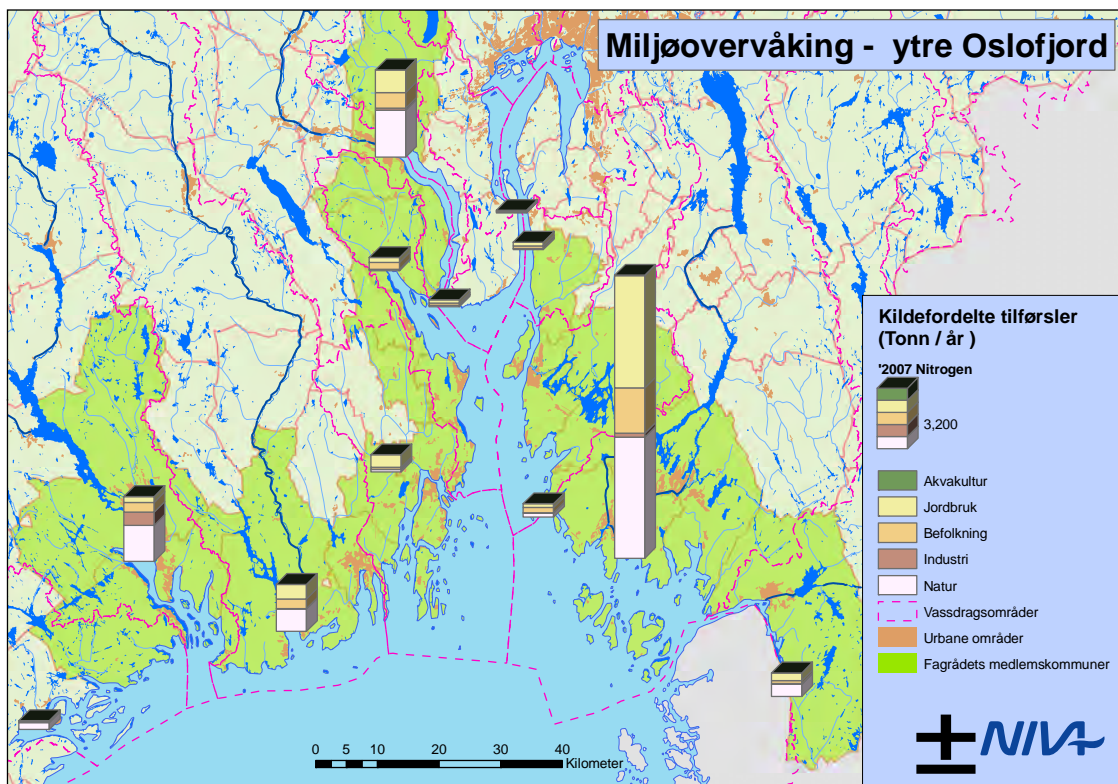
**Figur 2.** Teoretisk beregnede tilførsler av fosfor (P) til Ytre Oslofjord (tonn/år) i 2006 og 2007 fordelt på ulike kilder.



**Figur 3.** Teoretisk beregnede tilførsler av nitrogen (N) til Ytre Oslofjord (tonn/år) i 2006 og 2007 fordelt på ulike kilder.



**Figur 4.** Kildefordelte teoretisk beregnede tilførsler av fosfor for vassdragsområder i Ytre Oslofjord.



**Figur 5.** Kildefordelte teoretisk beregnede tilførsler av nitrogen for vassdragsområder i Ytre Oslofjord.



### 2.1.2 Målte tilførsler i vassdragene og utviklingstrender

Det måles stoffkonsentrasjoner i Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva hver måned eller hyppigere (Kaste et al. 2007). Glomma og Drammenselva ble prøvetatt 16 ganger, mens Numedalslågen og Skienselva ble prøvetatt 12 ganger. NVE har faste stasjoner for kontinuerlig måling av vannføring i vassdragene. Med utgangspunkt i de målte stoffkonsentrasjoner og vannføringsdata beregner NIVA den årlig stofftransport iht. en standard metode besluttet av OSPAR. Intensjonen er å gi et godt estimat av de virkelige tilførsler til sjøområdene, men det er alltid en risiko for at de faste prøvetidspunktene bommer på spesielle avrenningsepisoder.

Året 2007 var spesielt vått med 15% mer nedbør enn langtidsnormalen (1961-1991). 2007 var således det våteste året som er registrert etter 1900. Deler av østlandet hadde 175-200% mer nedbør enn normalt og det var flom flere steder. For Numedalslågen og Drammenselva var vannføringen 360% over langtidsnormalen i juli måned. Elvetilførselsprogrammet tok ekstra prøver for å dekke opp dette.

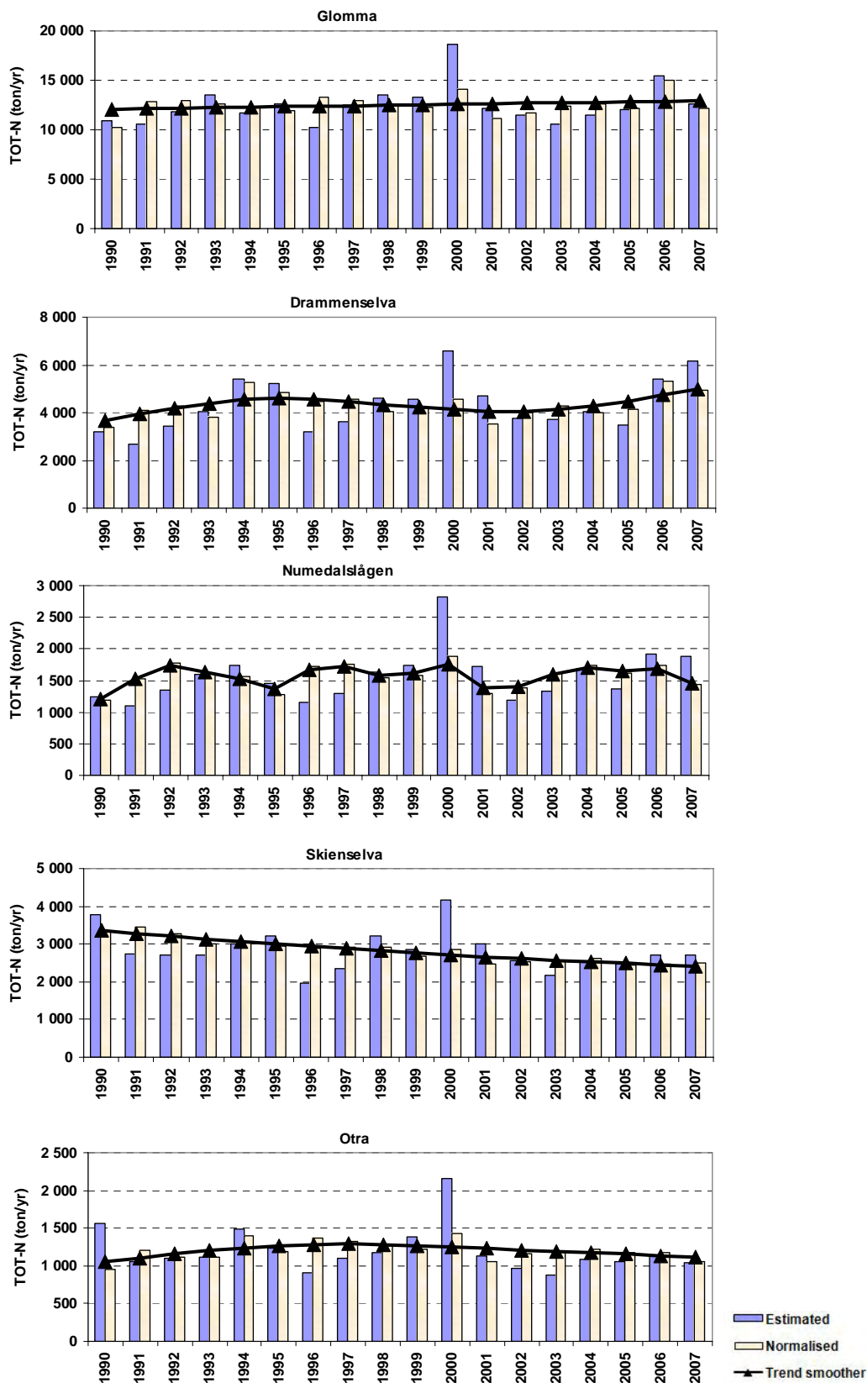
Mht. tilførsler av nitrogen viser Skienselva en nedadgående tendens og Drammenselva viser en oppadgående tendens (**Figur 7**). Tendens i de andre elvene er ikke spesielt tydelig, men en svak økning i Glomma er mulig.

Når det gjelder total fosfor (både løst og partikulært bundet fosfor) er bildet mer variert fordi fosfor gjerne er assosiert med partikler og økt avrenning gir økt total-fosfor transport. Det kan det se ut som om vi har en svak nedgang i Glomma (**Figur 8**). For Drammenselva og Numedalslågen er det tydelig hvordan den store nedbørmengden førte til stor fosfortransport i 2007, men det må bemerkes at også løst fosfat viste meget kraftig økning disse to elvene i 2007.

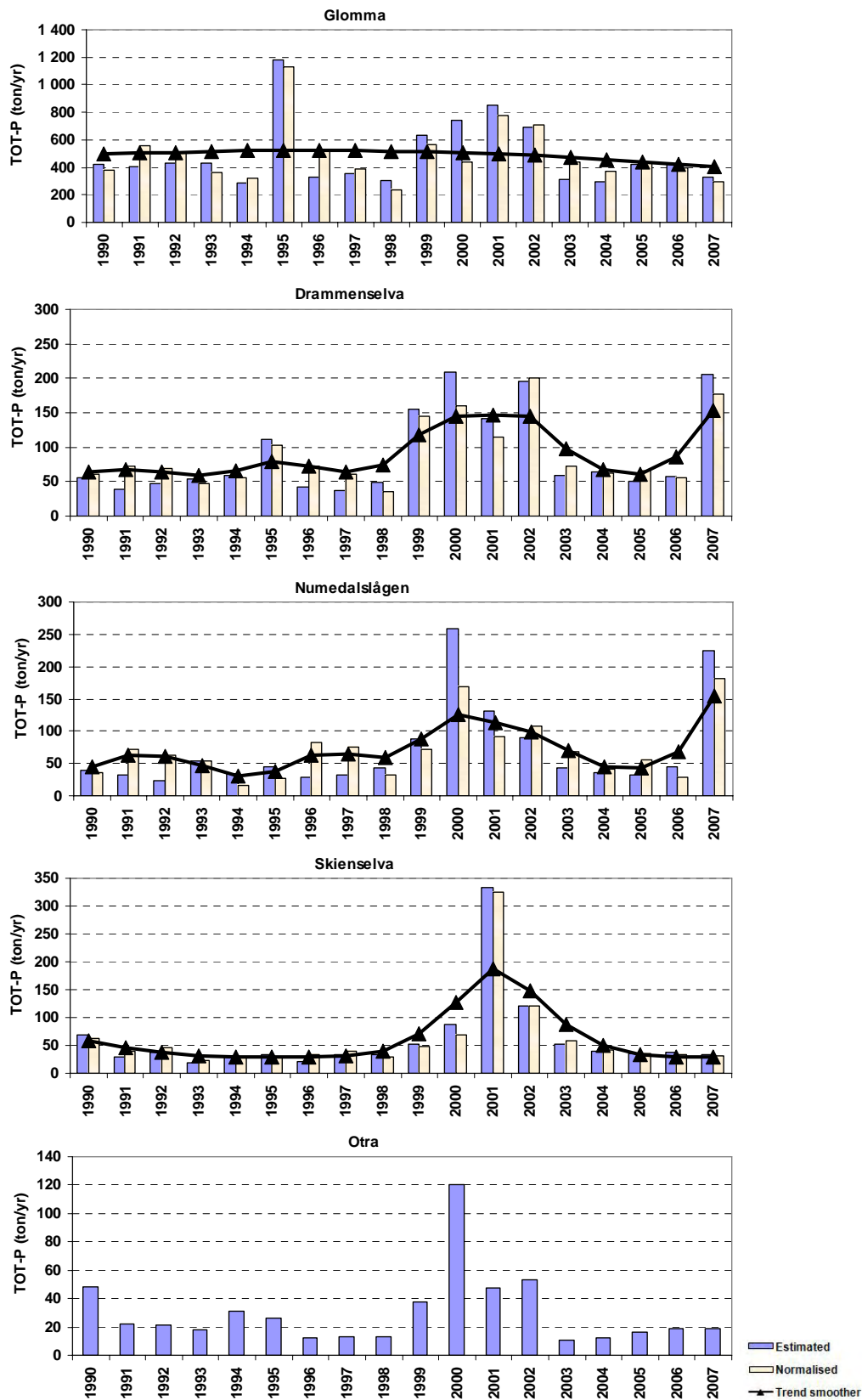


**Figur 6.** Flom i Numedalslågen, juli 2007 (foto: NRK)

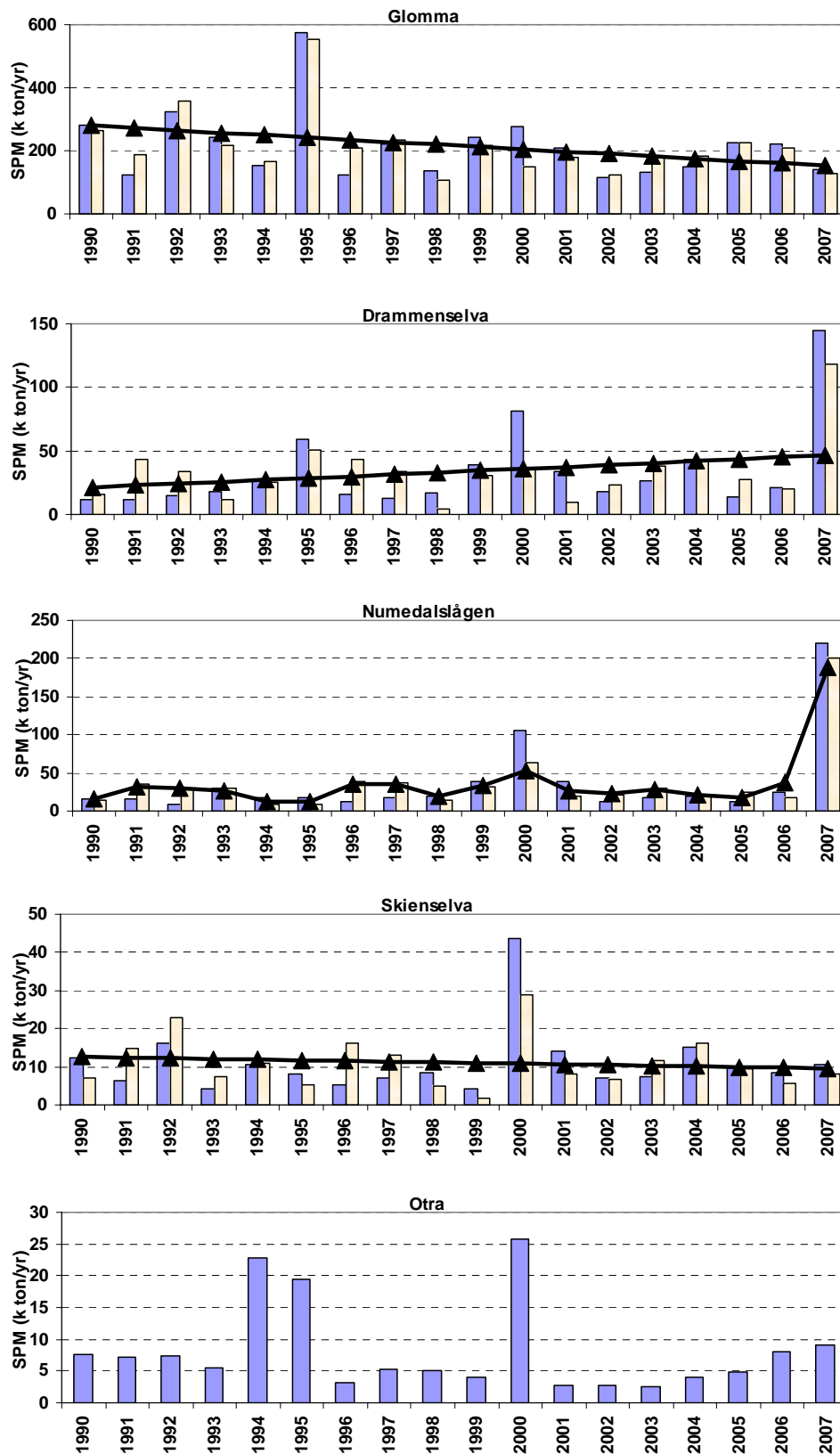
2007 viste uvanlig høy transport av suspendert partikulært materiale (SPM) (Se **Figur 9**) og dette skyldes flommen i sommersesongen og økt overvåkingfrekvens i den perioden.



**Figur 7.** Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av total-nitrogen for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2007. Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.



**Figur 8.** Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av total-fosfor for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2007. Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.



**Figur 9.** Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av suspendert partikulært materiale (SPM) for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2007. Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.

### 3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord

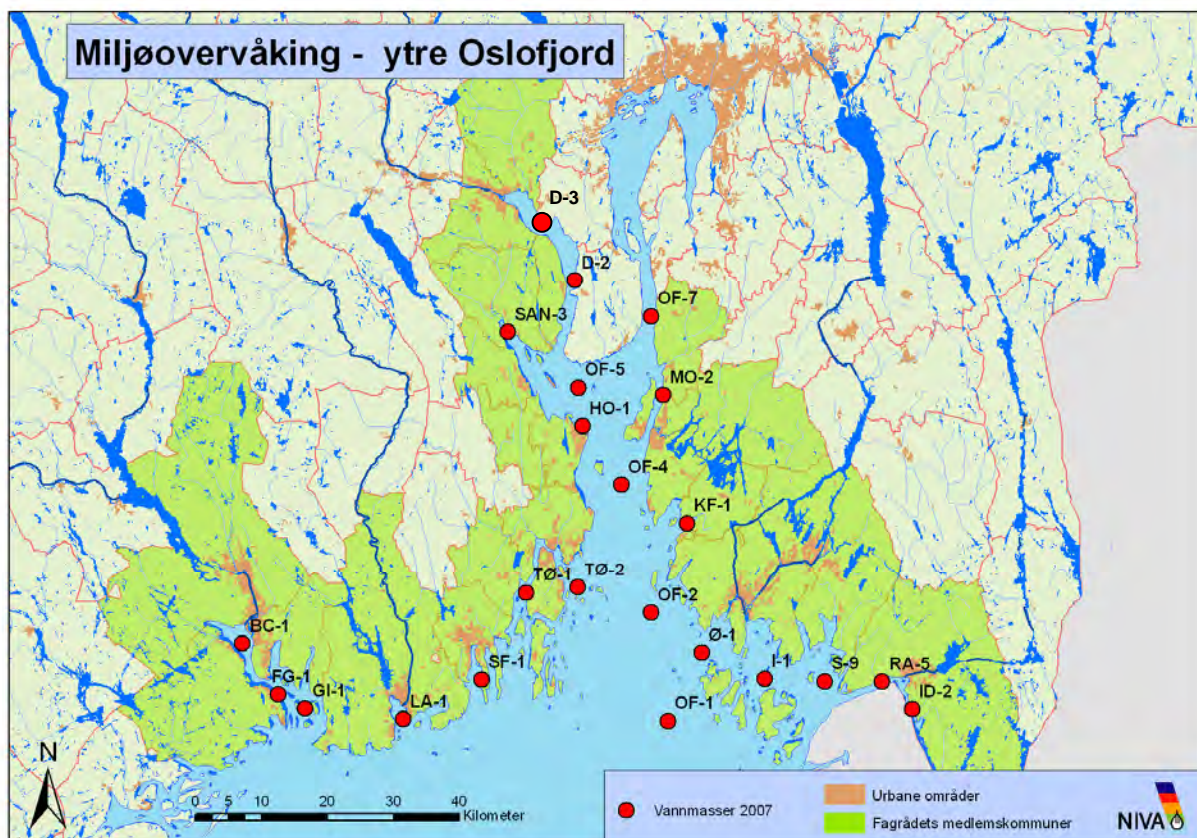
#### 3.1 Toktfrekvens og stasjoner i 2008

Stasjonene i Ytre Oslofjord er delt i to hovedgrupper. De ”sentrale stasjonene” som dekker de sentrale delene av hovedfjorden og i Grenlandsfjordene. Stasjonene som ligger i ulike sidefjorder og tettere mot land er definert som ”randsonestasjoner”. Tabell 1 og **Figur 10** angir hvilke stasjoner som har inngått i undersøkelsene i 2008.

**Tabell 1.** Oversikt over stasjoner som er blitt undersøkt i 2008.

Stasjoner sentralt	Kommentar
OF 1	Ligger i de ytre områdene og gjenspeiler forholdene i Hvalerbassenget
OF 2	Smaleste utløp til Skagerrak og inkluderer forholdene i Rauerbassenget
OF 4	Skillet mellom de ytre og indre del av ytre Oslofjord, dekker nordlige deler av Rauerbassenget samt et lokalt terskelbasseng (terskel ca 200m)
OF 5	Influensområdet for blant annet Drammensfjorden, overvåker terskelbassenget i Breiangeren
OF 7	Influensområdet for indre Oslofjord, inkluderer overvåkning av terskelbassenget i Drøbaksundet
Frierfjorden (BC-1)	Influensområdet for Skienvassdraget, skal gi en gradient ut fjordsystemet, med ulik belastningsgrad
Langesund (FG-1)	
Håøyfjorden (GI-1)	

Stasjoner randsonen	Kommentar
Leira (Ø-1)	Influensområde for Glomma (Vesterelva)
Ramsø (I-1)	Influensområde for Glomma, redusert tilstand
Haslau (S-9)	Influensområde for Glomma, redusert tilstand
Ringdalsfjorden (R-5)	Influensområdet til Iddefjordsystemet, redusert tilstand
Midtre Iddefjorden (ID-2)	Påvirkning fra industrien, Haldensvassdraget
Larviksfjorden (LA-1)	Dekker delvis influensområdet til Numedalslågen,
Sandefjord (SF-1)	Inngått i tidligere overvåkning
Vestfjorden (TØ-1)	Dekker influensområdet til Aulielva
Sandebukta (SAN-3)	Påvirkning fra industrien
Mossesundet (MO-2)	Påvirkning fra industrien
Midtre Drammensfj. (D-2)	Influensområdet til Drammenselva/Lierelva, de to stasjonene gir en gradient ut fjorden
Indre Dramenfj. (D-3)	



**Figur 10.** Stasjoner for prøvetaking i vannmassene i Ytre Oslofjord (TØ-2, KF-1 og HO-1 ble ikke prøvetatt i 2008).

### 3.2 Innsamlinger

I **Tabell 2** og **Tabell 3** er datoene for innsamling i Ytre Oslofjord angitt. For stasjonene Drammensfjorden (D-3) og Sandefjord (SF-1) er det færre innsamlinger enn på de øvrige stasjonene. Det ble avklart undersøkelser av disse først etter at 2 tokt var gjennomført.

**Tabell 2.** Datoer for undersøkelser av stasjoner i sentrale vannmasser i 2008.

Sentrale vannmasser	FF G.M. Dannevig				Ferrybox				
	6 mar	23 apr	11 jun	26 sep	23 jan	5,12,28 feb	22 jul	19 aug	17 des
OF 1	6 mar	23 apr	11 jun	26 sep	23 jan	5,12,28 feb	22 jul	19 aug	17 des
OF 2	6 mar	23 apr	11 jun	26 sep	23 jan	5,12,28 feb	22 jul	19 aug	17 des
OF 4	6 mar	23 apr	11 jun	26 sep	23 jan	5,12,28 feb	22 jul	19 aug	17 des
OF 5	6 mar	23 apr	11 jun	26 sep					
OF 7	6 mar	23 apr	11 jun	26 sep	23 jan	5,12,28 feb	22 jul	19 aug	17 des

Stasjonene i Grenland inngår i Havforskningsinstituttet's overvåkningsprogram i regionen og bidrar med resultater til Ytre Oslofjordovervåkingen. I 2008 ble stasjonene i Grenland undersøkt 14. januar, 8. februar, 6. mars, 23. april, 7. juni, 14. august, 24. september og 6. november.

I tillegg til de oven nevnte datoene gjennomførte Havforskningsinstituttet undersøkelser av de sentrale stasjonene 12. januar, 10. februar og 16. november. Resultatene er inkludert i denne rapporteringen.

**Tabell 3.** Datoer for undersøkelser av stasjoner i randsonen i 2008. Det ble avklart undersøkelser av D-3 og SF-1 først etter at 2 tokt var gjennomført.

Randsonen	FF G.M. Dannevig						MS Pilen
Drammenfjorden (D-3)			25 apr	10 jun	16 aug	30 sep	
Drammensfjorden (D-2)	13 jan	10 feb	25 apr	10 jun	16 aug	30 sep	
Larviksfjorden (LA-1)	13 jan	09 feb	26 apr	12 jun	14 aug	24 sep	
Sandefjord (SF-1)			26 apr	12 jun	14 aug	25 sep	
Vestfjord (TØ-1)	13 jan	09 feb	26 apr	12 jun	15 aug	1 okt	
Sandebukta (SAN-3)	13 jan	10 feb	25 apr	10 jun	16 aug	1 okt	
Kippenes (MO-2)	12 jan	10 feb	24 apr	10 jun	16 aug	27 sep	
Leira (Ø-1)	12 jan	09 feb	24 apr	11 jun	15 aug	26 sep	23 jul
Ramsø (I-1)	12 jan	09 feb	24 apr	11 jun	15 aug	27 sep	23 jul
Ringdalsfjorden (RA-5)	12 jan	09 feb	24 apr	11 jun	15 aug	26 sep	23 jul
Haslau (S-9)	12 jan	09 feb	24 apr	11 jun	15 aug	26 sep	23 jul
Kjellvik (ID-2)	12 jan	09 feb	24 apr	11 jun	15 aug	26 sep	23 jul

### Parametere og analyser

Ved undersøkelsene ble det samlet inn fysiske, kjemisk og biologiske prøver (se nedenfor for unntak). Følgende parametere har inngått i prøvetakningsprogrammet i 2008:

- Fysiske: Saltholdighet, temperatur, siktdyp
- Kjemiske: Nitrat, nitritt, fosfat, silikat, total nitrogen, total fosfor og oksygen
- Biologiske: Klorofyll-a, klorofyll-a fluorescens, kvalitative og kvantitative analyser av planteplankton.

Ved de sentrale stasjonene er det foretatt prøvetaking i ICES standarddyp fra overflaten til dypeste dyp (0, 5, 10, 20, 30, 50, 75, 100, 125, 150, 200, 300m osv) når disse stasjonene ble undersøkt fra FF G.M. Dannevig. Ved undersøkelsene av de sentrale stasjonene (OF 1, OF 2, OF 4 og OF 7) ved hjelp av Ferrybox-systemet foretas prøvetakingen i 4m dyp. Det analyseres da ikke på oksygen, og planteplankton er kun analysert i juli og august.

I randsonen ble det registrert vertikale profiler av saltholdighet, temperatur og klorofyll-a fluorescens i hele vannsøylen fra overflaten. Vannprøver for kjemiske og biologiske prøver ble samlet fra 2m og 20m, samt største dyp for oksygen.

De kjemiske parameterne nitrat, nitritt, fosfat, silikat, total nitrogen, total fosfor og oksygen, samt saltholdighet og temperatur ble samlet fra alle dyp da FF G.M. Dannevig ble benyttet.

Ved juli-toktet i Hvalerområdet ble det tatt ut prøver til kjemiske analyser i 2 og 20 m dyp. Det ble ikke foretatt innsamling for oksygen. Ved toktet i juli ble det benyttet en mini-STD.

Prøvetakingen i Grenland følger den parameterlisten og de prøvetakningsdyp som er gitt i overvåkningsprogrammet for Grenland. I 2008 har parameterlisten og prøvetakningsdyp vært indentisk med det som gjennomføres i Ytre Oslofjord programmet.

Alle kjemiske prøver innsamlet i forbindelse med tokt gjennomført av FF G.M. Dannevig er analysert ved Havforskningsinstituttets kjemilaboratorium i Flødevigen. Kjemiske prøver samlet inn med

Ferrybox-systemet og ved undersøkelsen i Hvaler i juli er analysert ved NIVA's kjemilaboratorium i Oslo. Alle analyser er foretatt i henhold til de metoder som er beskrevet i prosjektbeskrivelsen.

### **3.2.1 Biologiske parametere - planteplankton**

Det ble foretatt kontinuerlige målinger av klorofyll-a-fluorescens ved hjelp av sonder i forbindelse med innsamling av fysiske parameter. Fluorescensdata kan benyttes til å si noe om fordelingen av fotosyntetiserende mikroalger, men det er ikke alltid at klorofyll-a-fluorescens direkte kan sammenlignes med klorofyll-a. For bestemmelse av klorofyll-a ble det tatt vannprøver fra standarddyp ned til 30m, eller dypeste dyp dersom stasjonen er grunnere.

Planteplankton analyseres i en blandingsprøve fra dypene 0 og 5m, samt i et vertikalt håvtrekk. Det er ikke foretatt analyser av planteplankton i perioden desember til og med februar. Alle planteplanktonprøver er analysert ved Havforskningsinstituttets algelaboratorium i Flødevigen. Analysene er foretatt i henhold til Norsk Standard for kvantifisering av planteplankton.

### **3.2.2 FerryBox-systemet**

Kontinuerlige målinger av temperatur, saltholdighet, klorofyll-a fluorescence og turbiditet ble foretatt på vann fra ca 4-5 meters dyp hvert minutt, som tilsvarer en geografisk oppløslighet/avstand på 300-400 m. I tillegg ble det tatt vannprøver for analyser av planteplankton, klorofyll-a og næringssalter fra 4-5 meters dyp. Prøvene for klorofyll-a, alger og næringssalter ble transportert til laboratoriet og opparbeidet samme kveld som prøvene er samlet. Klorofyll-a og næringssalter er analysert ved NIVA, og planteplankton ved Havforskningsinstituttet.



### 3.3 Resultater

Samtlige resultater fra vannmasseundersøkelsene er gjengitt i fagrapporten (Naustvoll et al. 2009). I slutten av dette kapittelet gir **Tabell 4** og **Tabell 5** en oppsummering av miljøtilstanden med hensyn til de undersøkte vannmasseparametrene.

Mye nedbør i 2008 førte til stor avrenning fra land på vinteren og våren, og dette førte til mye ferskvann, økt mengde partikler i overflatevannet og dårlig siktdyp, særlig på Sørlandet (Norderhaug et al. 2009). Både overflatevannet og dypvannet var varmere enn normalt, og i vinter-vårperioden var dypvannet preget av mindre Atlantisk vann og mer vann fra det sentrale Nordsjøen. Vannkvaliteten i Skagerrak var likevel generelt i klasse god eller meget god i 2008 med hensyn på nitrogen, fosfor, siktdyp og klorofyll på de fleste stasjoner.

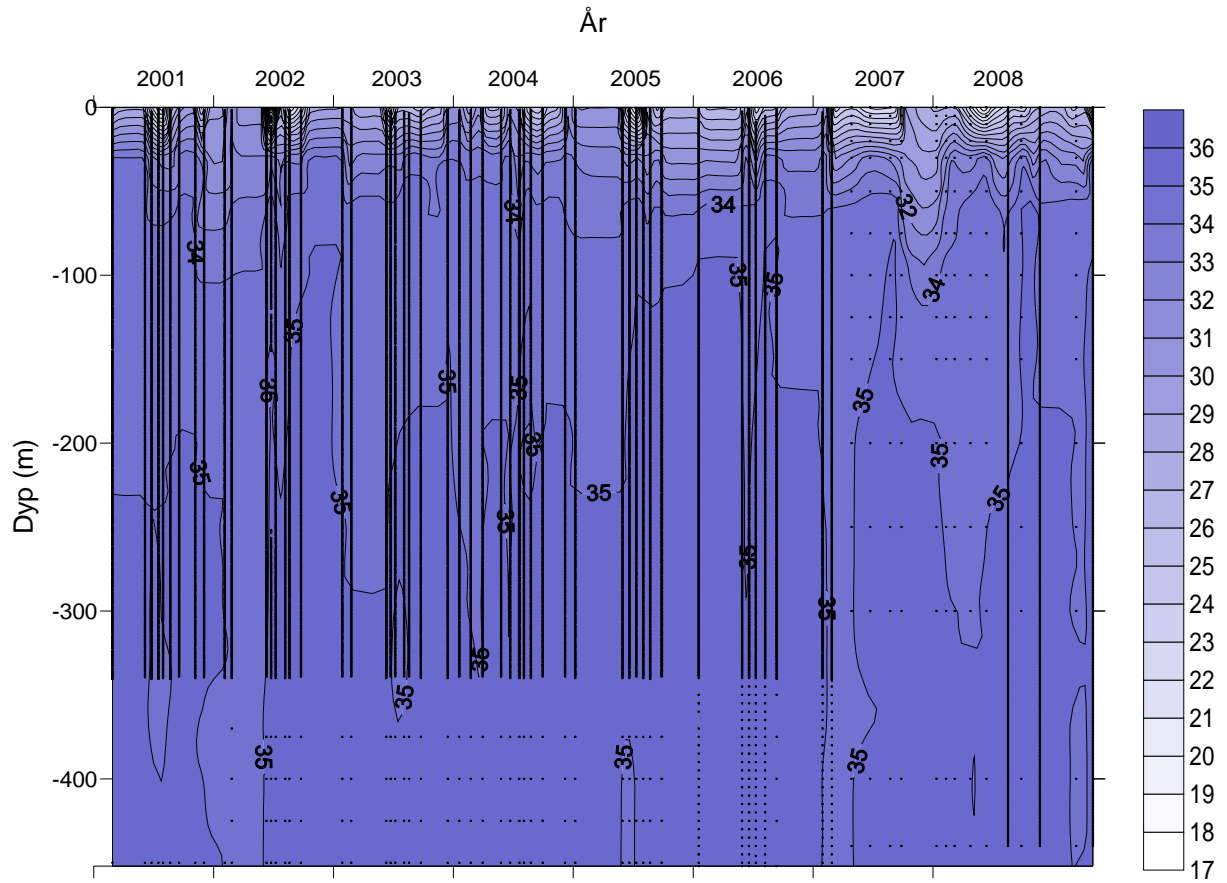
#### 3.3.1 Temperatur og saltholdighet

Temperaturen i overflatelaget viser en stigende kurve i løpet av året. Med relativt lave temperaturer på vinteren, til et maksimum i august/september. Sommeren 2008 var det to perioder med temperaturer i overflatevannet over 20 °C i Ytre Oslofjord – en i begynnelsen av juni i 8 sammenhengende døgn, og en i juli/august som varte i 16 døgn (Norderhaug et al. 2009). Det vi har sett i de åpne delene av Skagerrak er en økning i vintertemperaturen i overflaten. Dette er også tilfelle for de sentrale stasjonene i ytre Oslofjord. Utover dette ble det ikke registrert noe unormale høye eller lave verdier i forbindelse med overvåkingen i 2008.

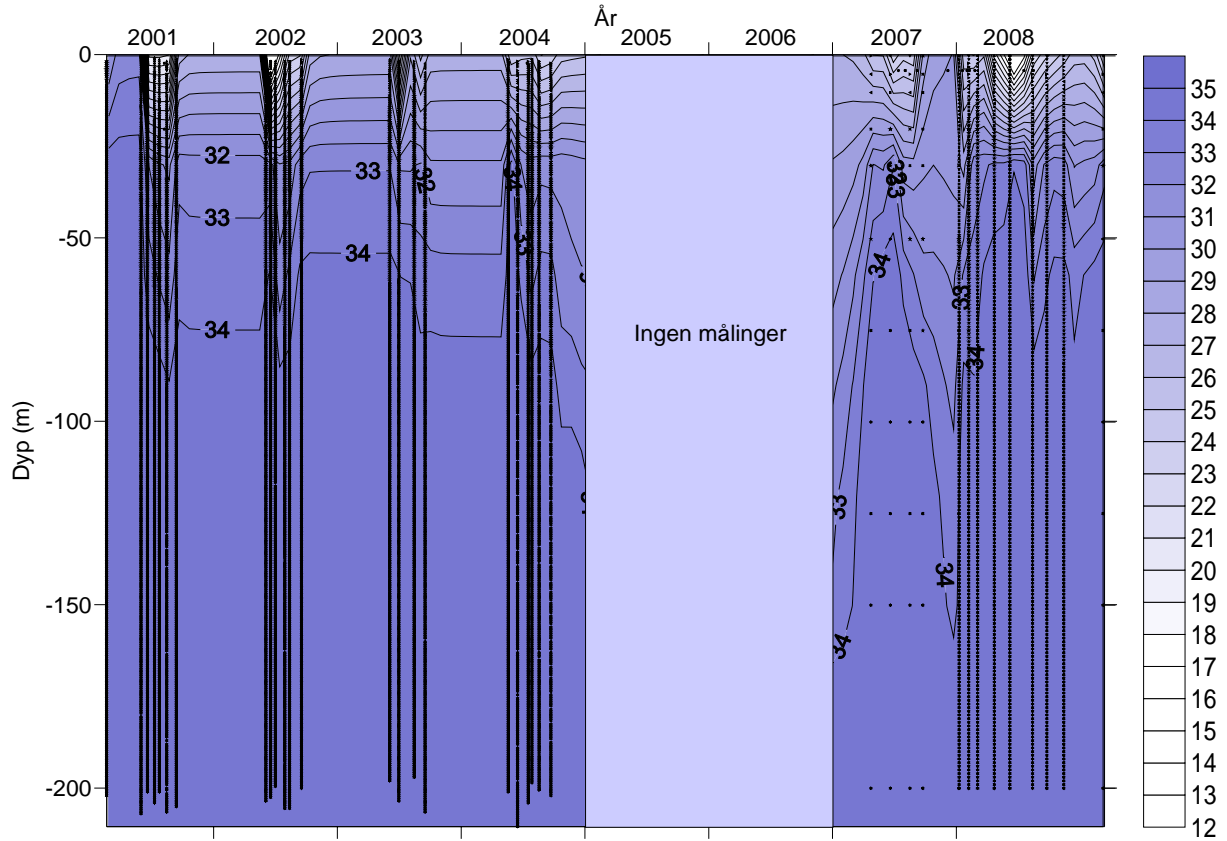
Det ble målt lav saltholdighet i overflatevannet i området ytre Oslofjord (Torbjørnshjær) til Jomfruland. Som vanlig var det en saltholdighetsgradient langs Skagerrakkysten med den laveste saltholdigheten i øst (Norderhaug et al. 2009). Ved OF-1 ble det registrert én lengre periode med innstrømning av Atlantisk vann, som kunne spores helt opp til 50m dyp, i september (**Figur 11**). Spor av disse vannmassene ble registrert ved OF-2 i september opp til ca 100m dyp. Ved de øvrige OF stasjonene ble det ikke registrert atlantiske vannmasser i 2008 (cf **Figur 12**).

Vannets saltholdighet vil variere betydelig gjennom året og med dypet. I overflaten vil vannets saltholdighet stort sett styres av tilførsel fra land, mens det i dypereliggende vannlag i større grad påvirkes av transporterte vannmasser fra utenforliggende områder. Transporten av vannmasser i dypet styres i stor grad av bunntopografien i et område og vannstrømmenes saltholdighet og mengde i utenforliggende områder. Vannmassene i ytre Oslofjord kan grovt deles inn brakkevann (<22), Skagerrak kystvann (22-32), Skagerrakvann (32-35) og Atlantiske vannmasser (>35).

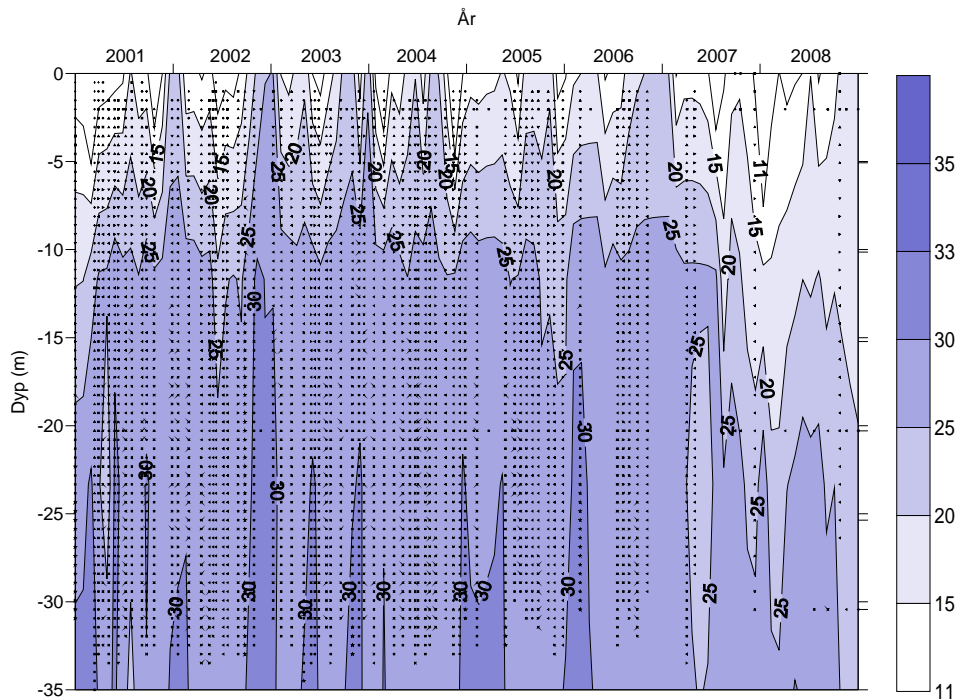
På vinteren vil hele vannsøylen være mer eller mindre gjennomblandet og tilførsel av ferskvann fra land er lav. I løpet av våren øker tilførselen på grunn av snøsmelting, først fra lavlandet og siden fra høyereliggende områder. Tilførsel fører til lagdeling av vannsøylen, med ferskere vannmasser i de øvre meterne. Dannelsen av lagdeling er helt essensielt for at planteplankton skal kunne øke i mengden. Denne lagdelingen holder seg i løpet av sommeren og høsten før man får en gradvis blanding av de øvre og underliggende lag. I løpet av sommerperioden vil man enkelte år observere perioder med økt ferskvannstilførsel på grunn av nedbør. Endringer i dypet, eller intermediære vannmasser, vil variere fra lokalitet til lokalitet. De ytre dypbassengene vil ha mer regelmessige utskiftninger, mens det er mer uregelmessig og lavere frekvens lengre inn i fjorden og i sidefjordene (for eksempel Ringdalsfjorden, **Figur 13**). Saltholdighet i vannmassene i Vestfjorden ved Tønsberg er vist i **Figur 14**.



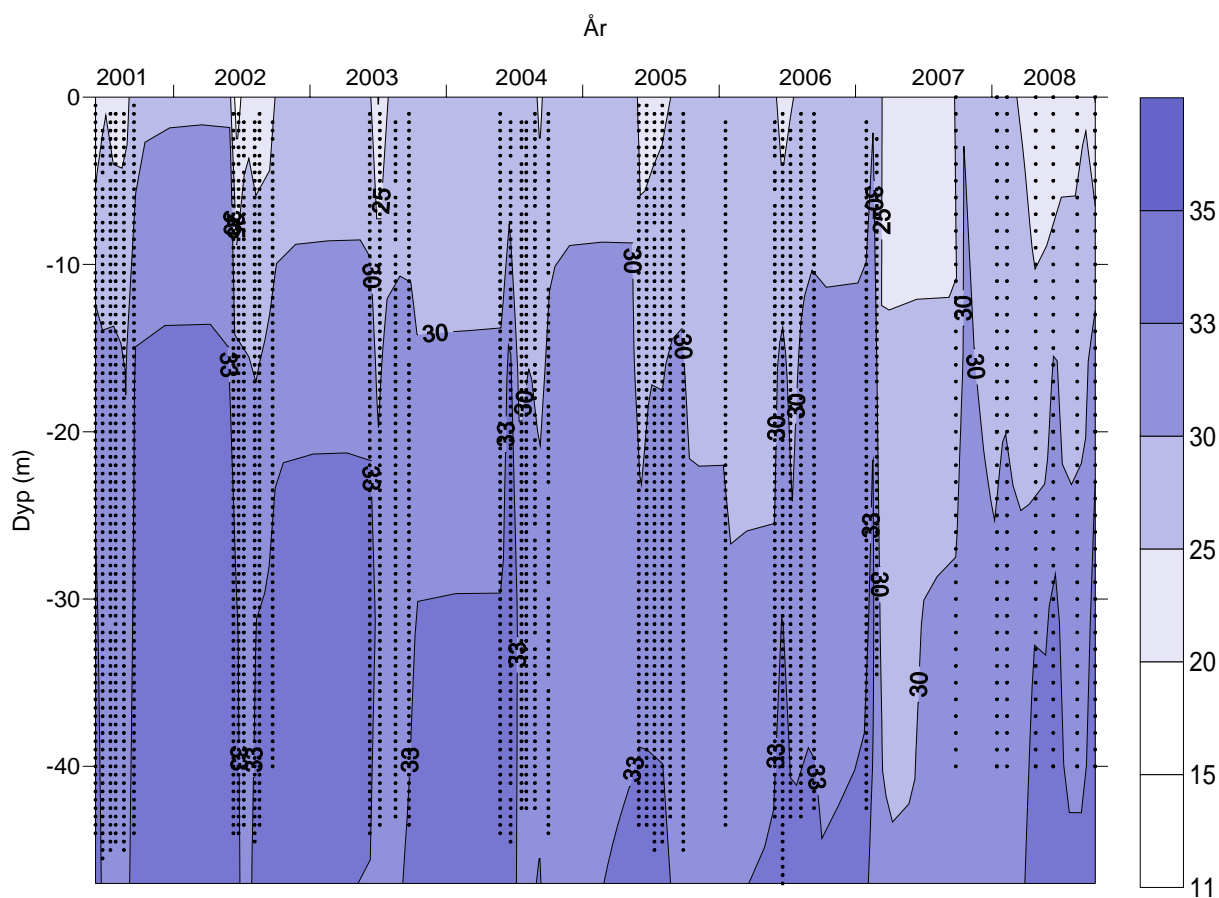
**Figur 11.** Saltholdighet i vannmassene på stasjon OF-1 Torbjørnskjær 2001-2008. Prikkene i plottet indikerer prøvetakingsdato og -dyp.



**Figur 12.** Saltholdighet i vannmassene på stasjon OF-7 ved Filtvedt i perioden 2001 til 2008. Prikkene i plottet indikerer prøvetakingsdato og -dyp. OF-7 ble ikke undersøkt i 2005-2006.



**Figur 13.** Saltholdighet i vannmassene på stasjon RA-5 Ringdalsfjorden i perioden 2001 til 2008.



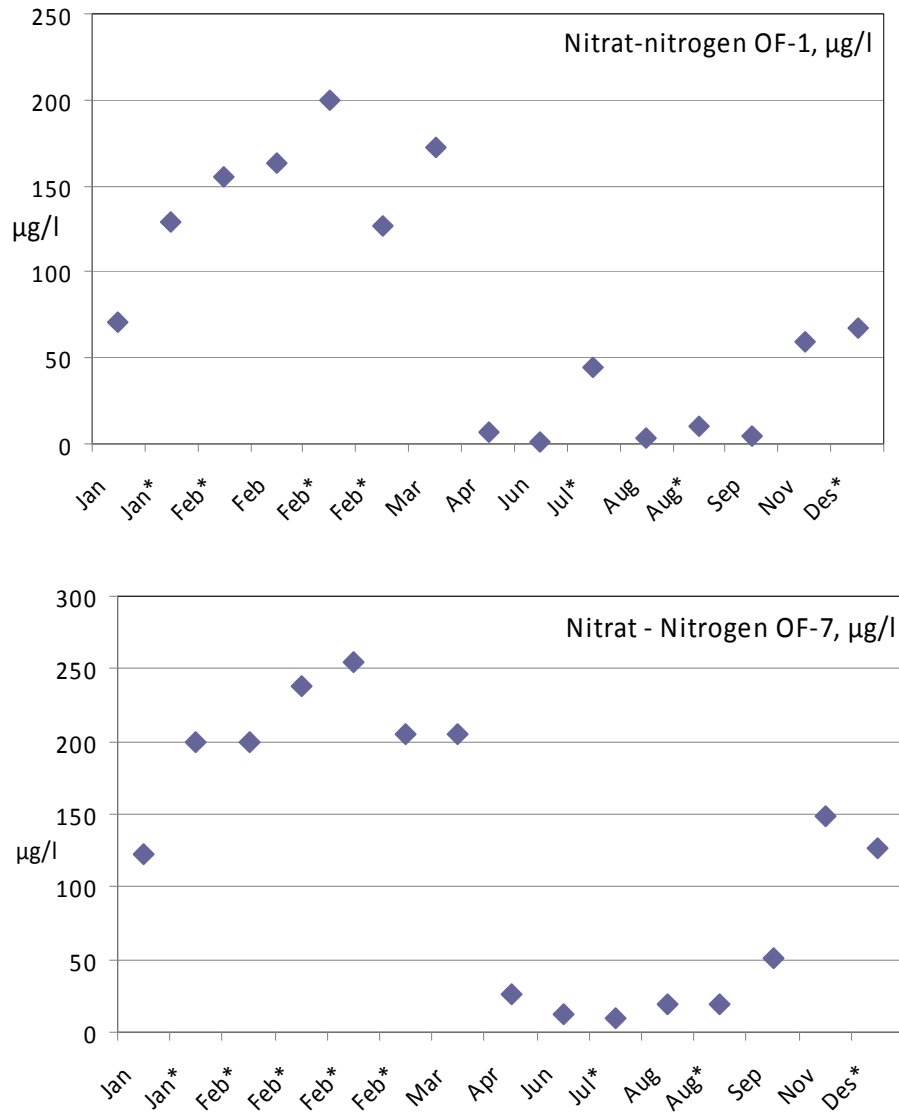
**Figur 14.** Saltholdighet i vannmassene på stasjon TØ-1 Vestfjorden i perioden 2002 til 2008. Prikkene i plottet indikerer prøvetakingsdato og -dyp.

### 3.3.2 Næringssalter

Mengden næringssalter påvirkes av flere forhold. De viktigste påvirkningsfaktorene er tilførsel og biologiske prosesser (planteplanktonforbruk). Langtransporterte tilførsler av næringssalter til den norske kyststrømmen fra sydlige deler av Nordsjøen er redusert i perioden 2000-2007 (Norderhaug et al. 2009). Årsaken er nedgang i næringssaltutslipp til Tyskebukta og mindre transport av vann fra sørlige Nordsjøen til vår kyststrøm. Lokale tilførsler til Ytre Oslofjord er omtalt i kapittel 2.

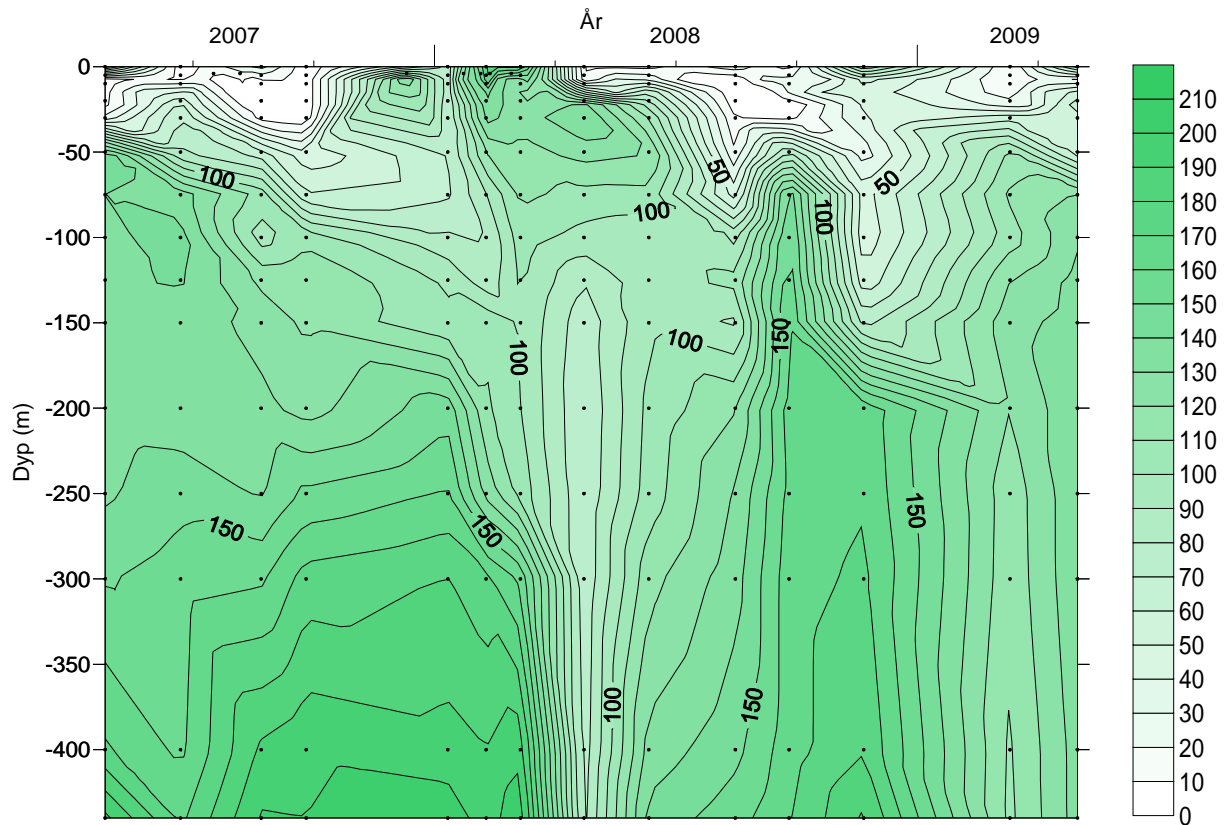
I løpet av vinteren vil vannmassene blandes, slik at næringssalter føres fra dypere vannmasser opp til overflaten. Man vil da ha relativt homogene forhold fra overflaten til bunnen. Så snart det skjer en stabilisering av vannmassene (endring i saltholdighet) ligger forholdene til rette for en økt produksjon av planteplankton. Planteplanktonet utnytter tilgjengelige næringssalter, sollys og karbondioksid for å bygge biomasse. Økt produksjon av planteplankton vil føre til en kraftig reduksjon i mengden næringssalter, noe som er spesielt tydelig i forbindelse med våroppblomstringen. Etter at våroppblomstringen har utnyttet de "naturlige" mengdene næringssalter vil konsentrasjonen være lav i et upåvirket område. Dersom man registrerer økninger i næringssaltkonsentrasjonen i løpet av sen vår og sommer er dette et resultat av tilførsel fra utenforliggende områder eller ved avrenning fra land.

I **Figur 15** er det vist hvordan næringssaltkonsentrasjonen (nitrat) i overflatevannet varierer gjennom 2008 ved OF-1 og OF-7. Den lille økningen i mars skyldes avrenning i forbindelse med smelting. Økningen i juli ved OF-1 skjedde samtidig med redusert saltholdighet som følge av avrenning. En tilsvarende økning ble ikke registrert ved OF-7 lenger inn i fjorden.



**Figur 15.** Viser nitratkonsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) ved OF-1 og OF-7 i løpet av 2008. Måned med stjerne indikerer prøver tatt med Ferryboks.

Endringer i nitratkonsentrasjon over både tid og dyp i 2007-2008 er vist for Torbjørnskjær (OF-1) i **Figur 16**. Reduserte mengder av nitrat på dypere vann i april-mai 2008 kan knyttes til vannmasser med lavere saltholdighet, se **Figur 11**.



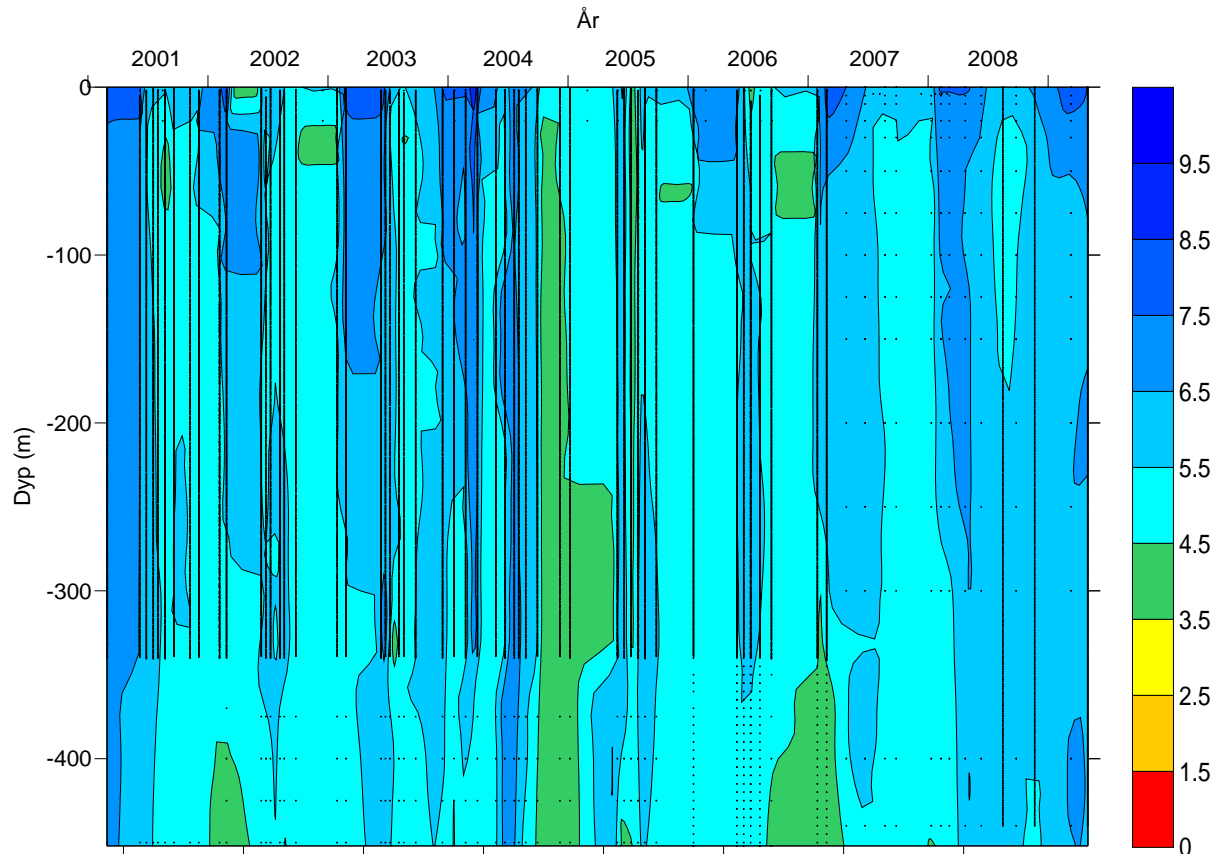
**Figur 16.** Konsentrasjoner av nitrat ( $\mu\text{g/l}$ ) i vannmassene ved OF-1 Torbjørnskjær i 2007-2008. Prikkene i plottet indikerer prøvetakingsdato (x-akse) og -dyp (y-akse).

En miljøklassifisering i henhold SFT-systemet (Molvær et al. 1997) og basert på sommerverdier viser at de sentrale stasjonene i Oslofjorden faller ut i miljøklassene ”meget god” til ”mindre god” (kl I-III) avhengig av parameter (**Tabell 4**). For nitrogen (nitrat), fosfat og total fosfat er tilstanden ”god” til ”meget god” ved alle OF-stasjonene. For total-nitrogen ligger alle i klasse ”god” til ”meget god”. Unntaket er OF-5, som kom ut som ”mindre god” (kl III) for sommeren, og ”dårlig” (kl IV) for vinteren. Vinterstid var det forhøyede nitratkonsentrasjoner ved OF-stasjonene, noe som resulterte i tilstandsklasse ”mindre god” (kl III).

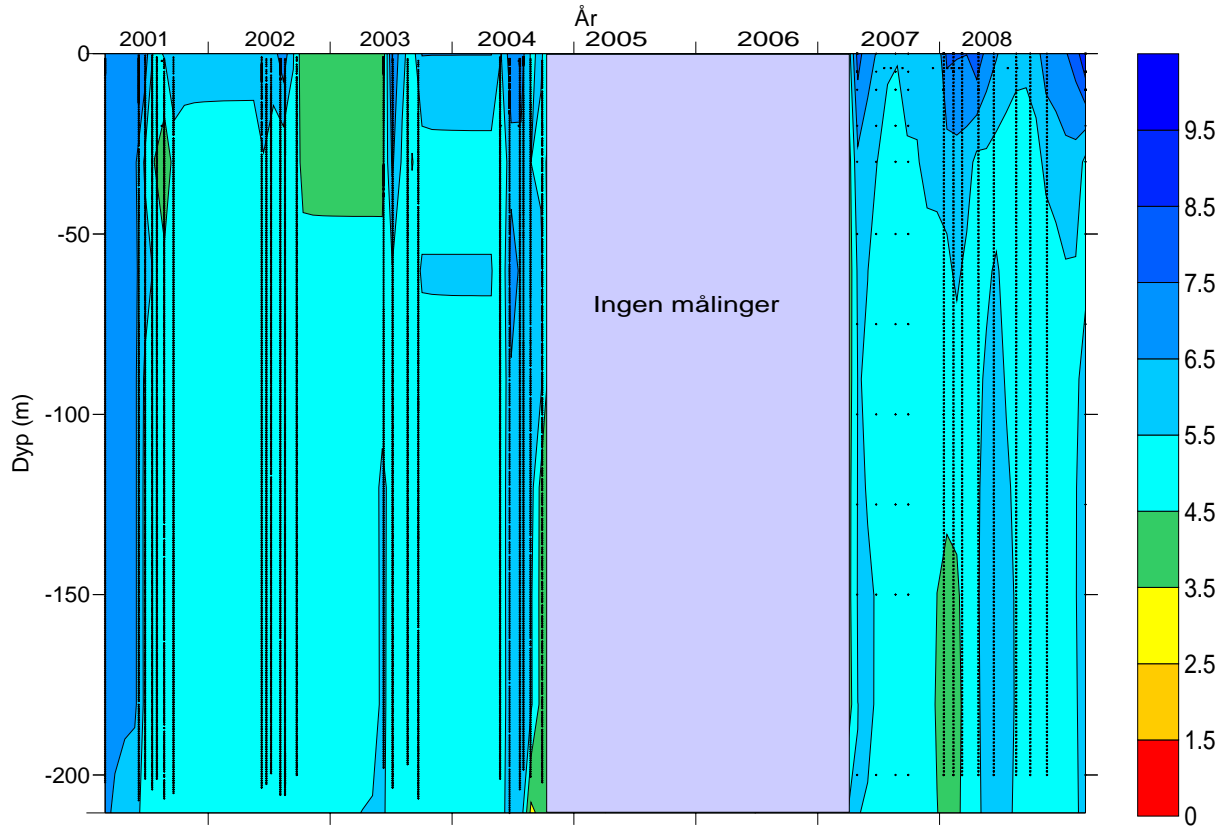
I randsonen er det betydelig variasjon i tilstanden (**Tabell 5**). Ved enkelte lokaliteter er det fortsatt en del belastning og noen er mer utsatt for lokale tilførsler. Spesielt er det stasjonen i Ringdalsjorden (RA-5) og i Iddefjorden (ID-2) som har betydelig forhøyede næringssaltkonsentrasjoner.

### 3.3.3 Oksygen

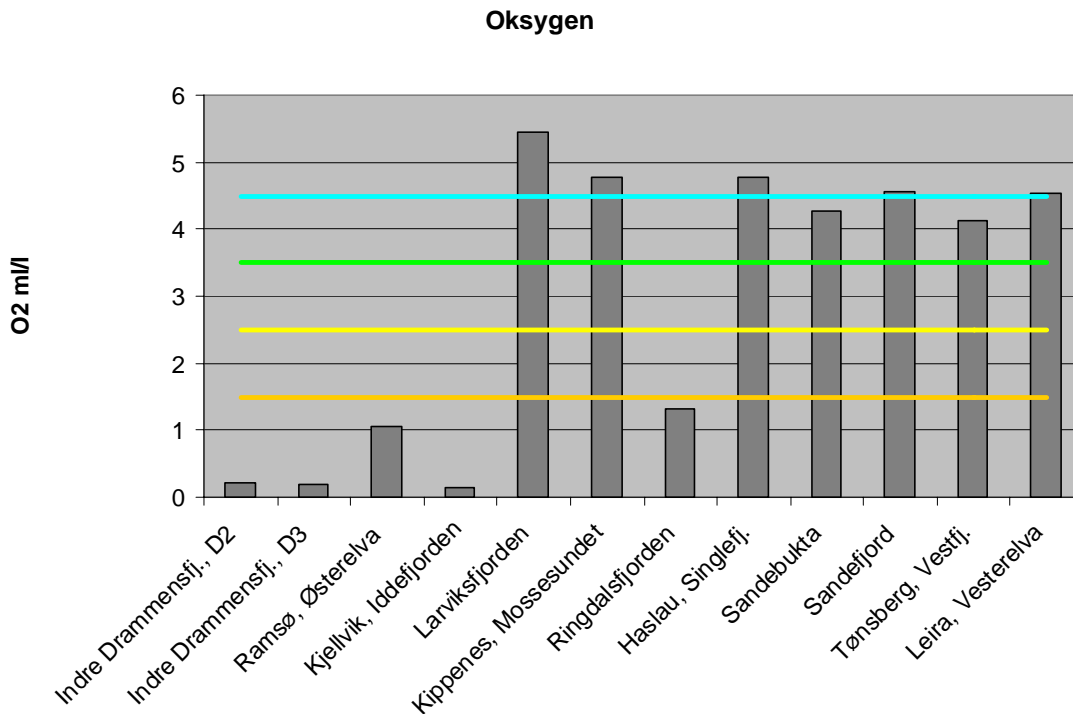
I 2008 var det de to stasjonene i Drammensfjorden (D-2, D-3), Ramsø i Hvalerestuaret (I-1), Iddefjorden (ID-2) og Ringdalsfjorden (RA-5) som hadde dårlige oksygenforhold i bunnvannet (**Figur 19**). I perioden siden 2001 er det registrert meget dårlige oksygenforhold (< 1,5 ml/l) ved en eller flere anledninger i bunnvannet på 13 stasjoner som inngår, eller har inngått i overvåkingen av Ytre Oslofjord (BC-1, GI-1, D-2, D-3, HO-1, I-1, I-3, ID-1, ID-2, RA-5, S-9, SAN-3, TØ-1).



**Figur 17.** Oksygennivåer på stasjon OF-1 Torbjørnskjær i perioden 2001-2008. Prikkene i plottet indikerer prøvetakingsdato og -dyp.



**Figur 18.** Oksygenivåer på stasjon OF-7 Filtvedt i perioden 2001-2008 (2005-2006 ble det ikke prøvetatt på OF-7). Prikkene i plottet indikerer prøvetaksdato og -dyp.



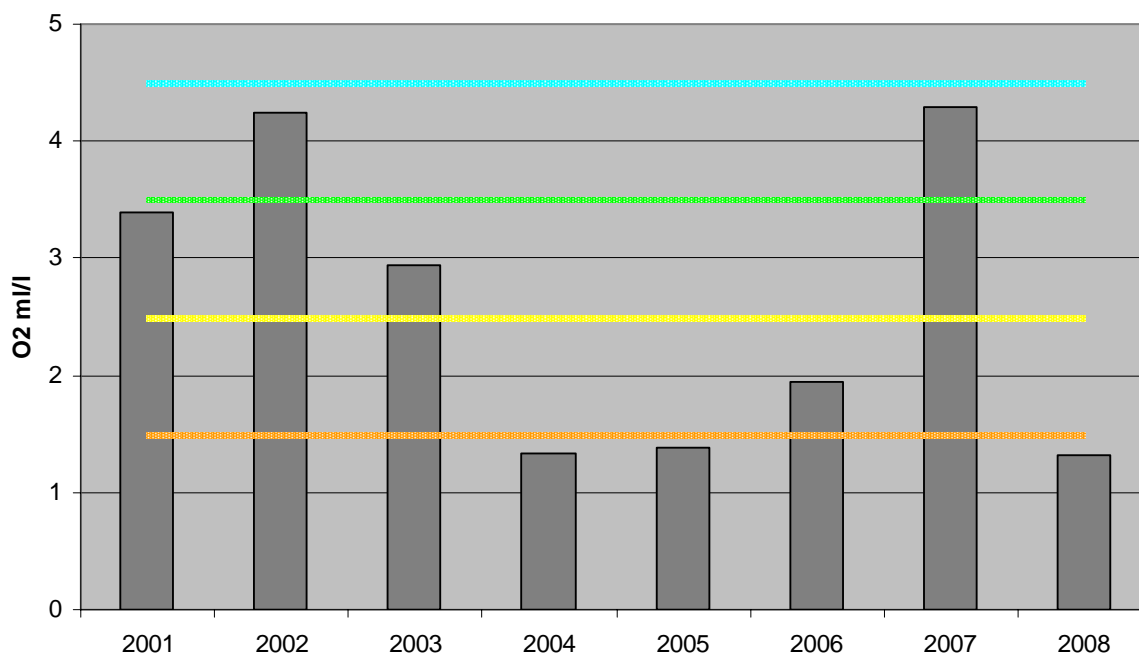
**Figur 19.** Oksygenivåer i bunnvannet på stasjonene i randsonen i september 2008. Tilstandsgrensene for SFTs klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren, cf Figur 25.



Organisk materiale tilføres dypvannet enten ved utsynkning av biologisk produksjon i vannsøylen eller ved at det tilføres organisk materiale fra lokale landbaserte kilder. Ved nedbrytningen av det organiske materialet vil oksygen forbrukes i bunnvannet. Høy belastning av organisk materiale vil ofte gi seg utslag i lave oksygenverdier i bunnvannet. En bedring av oksygenforholdene vil bare inntreffe dersom det blir tilført oksygen til bunnvannet. Dette skjer som oftest ved at innstrømmende vann fra utenforliggende områder med høyere oksygenkonsentrasjon erstatter eksisterende vannmasser. Hyppighet og omfang av dette styres i stor grad av bunntopografien, spesielt tilstedeværelse av terskler.

I den sentrale Oslofjorden er oksygenforholdene i bunnvannet stort sett gode (**Figur 17** og **Figur 18**) og klassifisert i tilstandsklasse "meget god" (**Tabell 4**). Problemer med oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet er imidlertid registrert i deler av Grenland. Oksygenforholdet i Frierfjorden var i 2008 omtrent som observert tidligere og i tilstandsklasse "dårlig" (kl IV). Oksygenforholdet i bunnvannet i Langesundfjorden var "god", (kl II) og i Håøyfjorden "mindre god" (kl III). Resultatet for Langesundfjorden var som forventet, mens forholdene i Håøyfjorden var dårligere enn registrert i 2007.

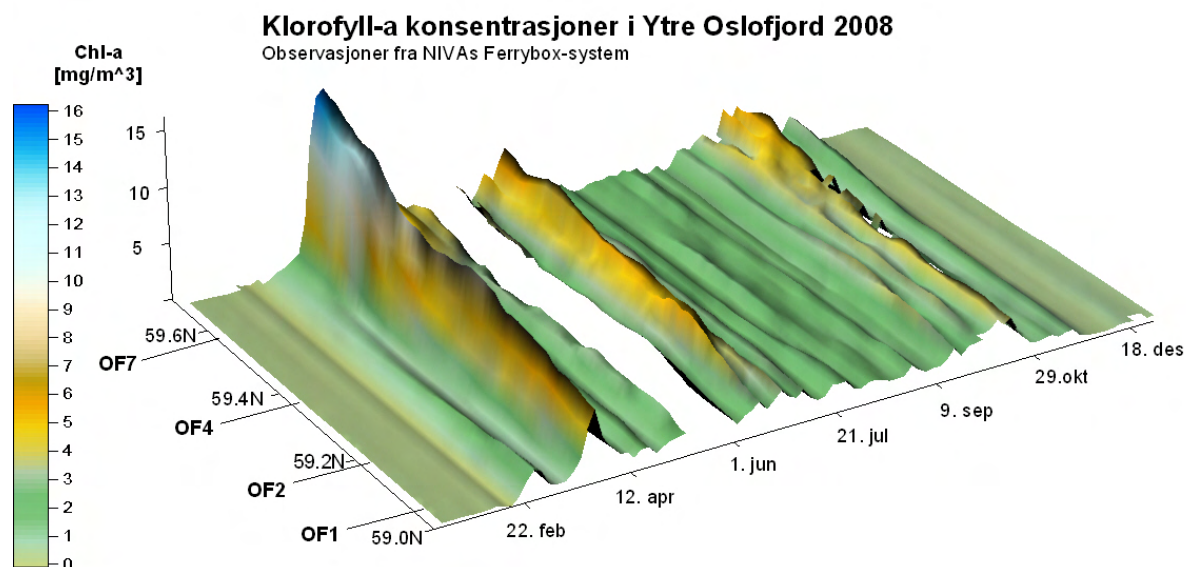
I randsonen er det som forventet en betydelig variasjon mellom stasjonene, hvor forholdene går fra "meget god" til "meget dårlig" (**Figur 19**, **Tabell 5**). Lokalitetene "Drammensfjorden" og "Iddefjorden" kom ut i tilstandsklasse "meget dårlig" (kl V), mens "Ringdalsfjorden" kom ut i "dårlig" (kl IV) og "Ramsø" i "mindre god". Dette er stasjoner som også tidligere har vist reduserte oksygenforhold i bunnvannet. Utviklingen i Ringdalsfjorden siden 2001 er vist i **Figur 20**.



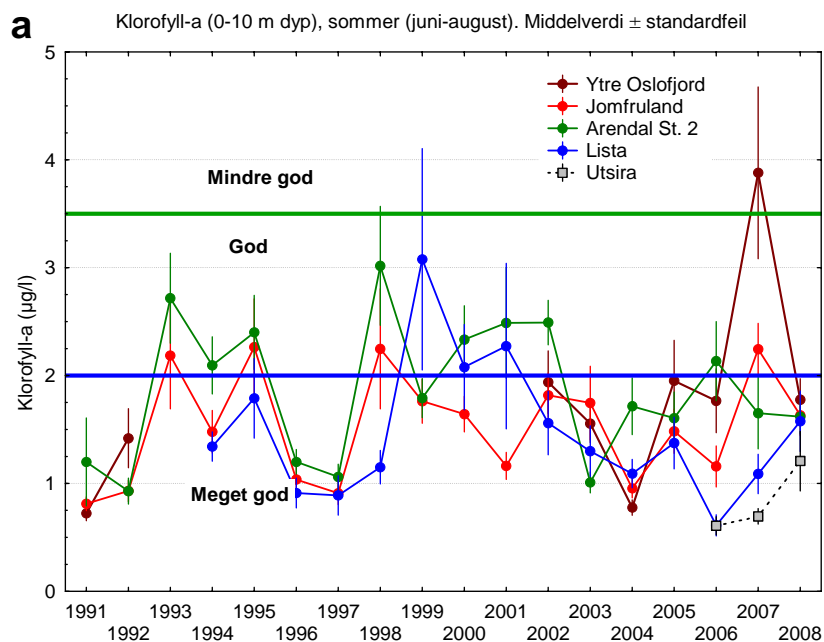
**Figur 20.** Oksygenivåer i bunnvannet (ca. 30m) i Ringdalsfjorden (RA-5) i september i 2001 til 2008. Tilstandsgrensene for SFTs klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren, cf Figur 25.

### 3.3.4 Planteplankton

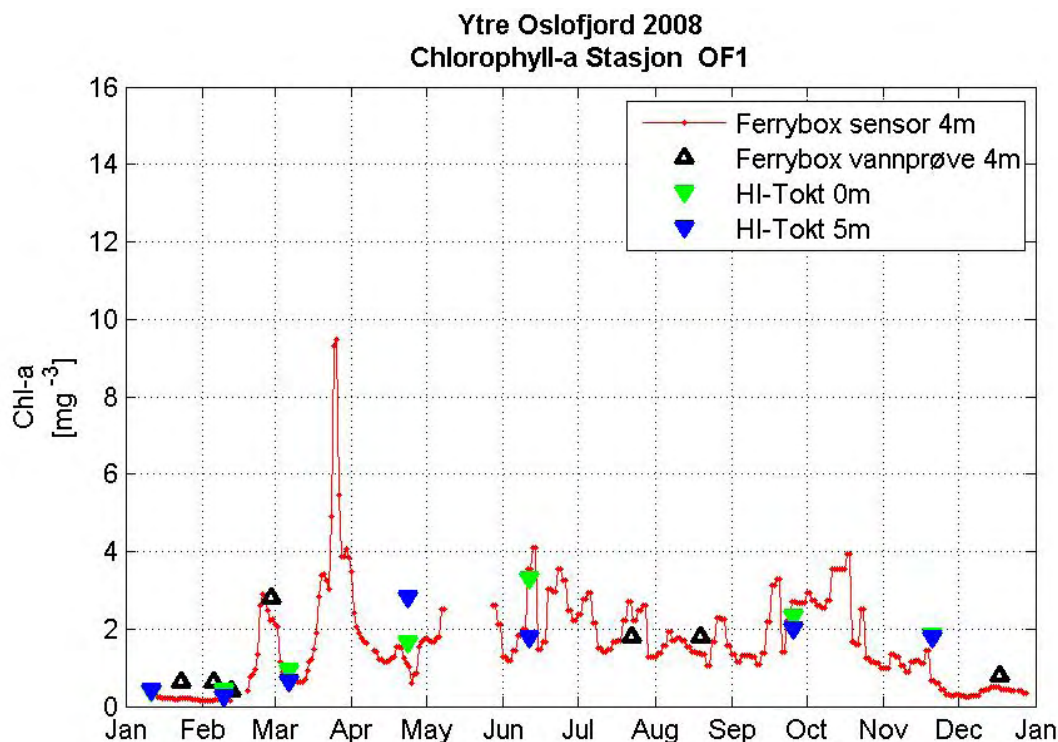
Mengden klorofyll-a i vannmassene varierer som normalt kraftig gjennom året slik det er vist i **Figur 21**. Figuren viser også at det under planktonoppblomstringene er økende klorofyllverdier innover i fjorden. I 2007 var det uvanlig høye klorofyll-verdier om sommeren ved Torbjørnskjær, men øvrige år denne stasjonen har vært undersøkt er nivåene omtrent lik andre kystlokaliteter i Sør-Norge (**Figur 22**). Årsaken til at sommeren 2007 skiller seg ut er ekstremt høye nedbørsmengder med stor avrenning fra land dette året (cf kap 2.1.2).



**Figur 21.** Klorofyll-a ( $\mu\text{g/l}$ ) i ytre Oslofjord fra Filtvedt (OF7) ut til Torbjørnskjær (OF1) i 2008, Data fra FerryBox.



**Figur 22.** Sommerverdier av klorofyll-a i overflatelaget (0-10 m dyp) 1991-2008. Ytre Oslofjord (Færder og Torbjørnskjær) sammenlignet med fire andre områder i sør-Norge. Figur fra kystovervåkingsprogrammets 2008-rapport (Norderhaug et al. 2009).



**Figur 23.** Klorofyll-a ( $\mu\text{g/l}$ ) ved Torbjørnskjær. De røde linjene illustrerer Ferrybox-observasjoner. Tidspunkt for manuell eller hydrografisk prøvetaking er markert.

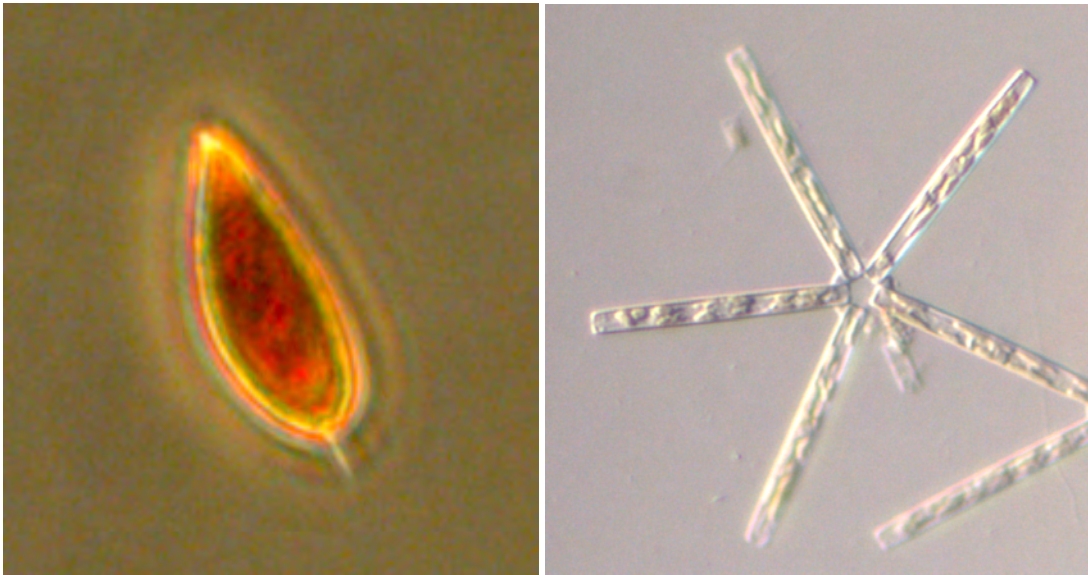
Planteplanktonvekst og sammensetning er knyttet til miljøforhold slik som stabilitet, næringssaltmengder, temperaturer og saltholdighet (brakkvannsformer). Planteplanktonet viser betydelig variasjon i biomasse og sammensetning innenfor og mellom år. Selv med denne variabiliteten er det noe trekk som går igjen fra år til år. Våroppblomstringen finner sted så snart en viss lagdeling i vannsøylen er til stede, for fjordsystemer som følge av ferskvannstilførsel. I ytre deler av Oslofjorden finner denne oppblomstringen sted i perioden slutten av februar til begynnelsen av april og vil kunne variere fra område til område.

I 2008 fant våroppblomstringen sted i slutten av mars og inn i april. Dette er noe senere enn hva som er observert de siste årene, men fortsatt innenfor det normale. Oppblomstringen var i 2008 dominert av *Skeletonema costatum* både i de sentrale delene og i randsonen. I Frierfjorden, Drammensfjorden og indre deler av Hvaler er også *Thalassionema nitzschooides* tallrike under våroppblomstringen, mens *Chaetoceros* spp. er den viktigste følgearten i de sentrale og åpne områdene av ytre Oslofjord. Dette er normalt for dette området, hvor *Thalassionema* ofte registreres i områder med noe lavere saltholdighet. Våroppblomstringen resulterte i en kraftig nedgang i de uorganiske næringssaltene (nitrat, fosfat og silikat). Etter våroppblomstringen ser vi ofte et minimum av næringssalter (april-mai), før det igjen blir økte mengder. Denne økningen henger sammen med ny tilførsel av ferskvann, knyttet til smelting i høyereliggende områder.

Planteplanktonet er sent på våren og sommeren oftest dominert av små flagellater og dinoflagellater. Det ble ikke registrert *Emiliania huxleyi* ved de sentrale OF stasjonen i 2008. Dette var også tilfellet i 2007 og avviker fra tidligere år, da arten nesten årlig dannet større oppblomstringer i deler av fjorden (spesielt de ytre delene). Ved de fleste stasjoner ble det registrert moderate til høye tettheter av kiselalger i perioden juni til august, samtidig som det ble registrert en økning i næringssalt-

konsentrasjoner og nedgang i saltholdigheten som følge av avrenning. I hele området var det kiselalger som var den dominerende algegruppen. *Skeletonema costatum* gikk igjen på de fleste stasjoner, men det var ulike følge arter i ulike områder. I områdene med brakkvann (Hvaler og Grenland) var *Thalassionema nitzschoides* tallrik, mens det i de sentrale delene og på vestsiden av fjorden var *Dactyliosolen fragilissimus* og *Pseudo-nitzschia*. Sistnevnte art var også tallrik i ytre del av Hvaler. Drammenfjorden skilte seg ut ved at det her ble registrert forholdsvis høy tetthet av *Dinobryon* sp og kiselalgene *Asterionellopsis glacialis*. Artssammensetningen var forholdsvis normal for de ulike områdene, sammenlignet med tidligere undersøkelser, og er i stor grad styrt av grad av ferskvannspåvirkning.

På høsten observerer man ofte større oppblomstringer av dinoflagellater eller kiselalger. Som i 2007 var det i 2008 kiselalger som var den dominerende gruppen. Arter som *Skeletonema* og *Pseudo-nitzschia* går igjen på mange stasjoner. Ved stasjoner med stor ferskvannspåvirkning var *Thalassionema* og *Dinobryon* sp tallrik. I de ytre deler av Hvaler og fra OF 2 og innover i fjorden et *Cerataulina pelagica* fremtredende. I 2008, som de senere årene, ble det registrert lave tettheter av dinoflagellater. I 2008 ble arten *Prorocentrum gracile* (**Figur 24**) observert i ytre Oslofjord. Dette er art som tidligere ikke har vært rapportert for dette område, og er mer vanlig lengre sør og i åpne kystområder.

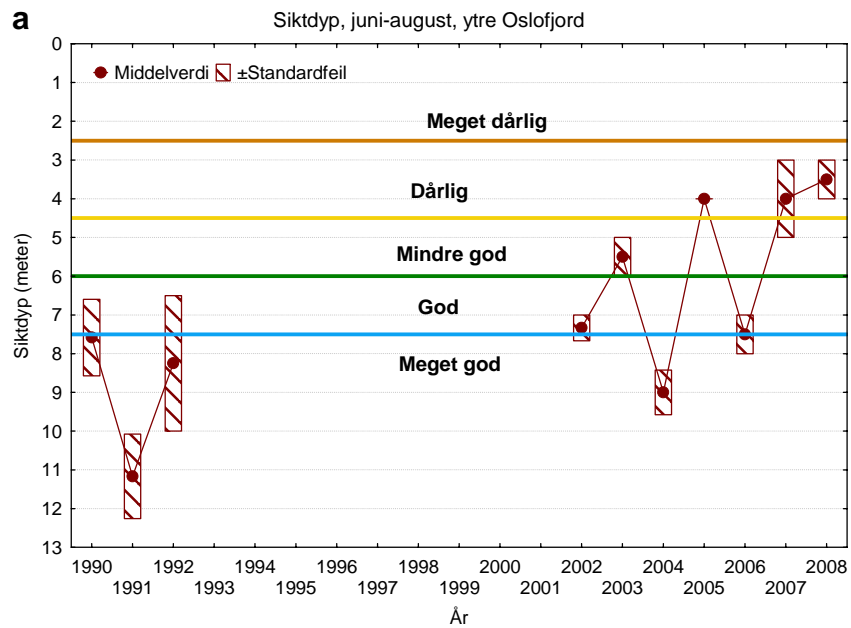


**Figur 24.** Dinoflagellaten *Prorocentrum gracile* (venstre) var en av de vanlige artene på høsten 2008 i ytre Oslofjord. Kiselalgen *Thalassionema nitzschoides* var tilstede i Grenland så å si hele året og var vanlig på stasjoner i Hvaler og Drammensfjorden.

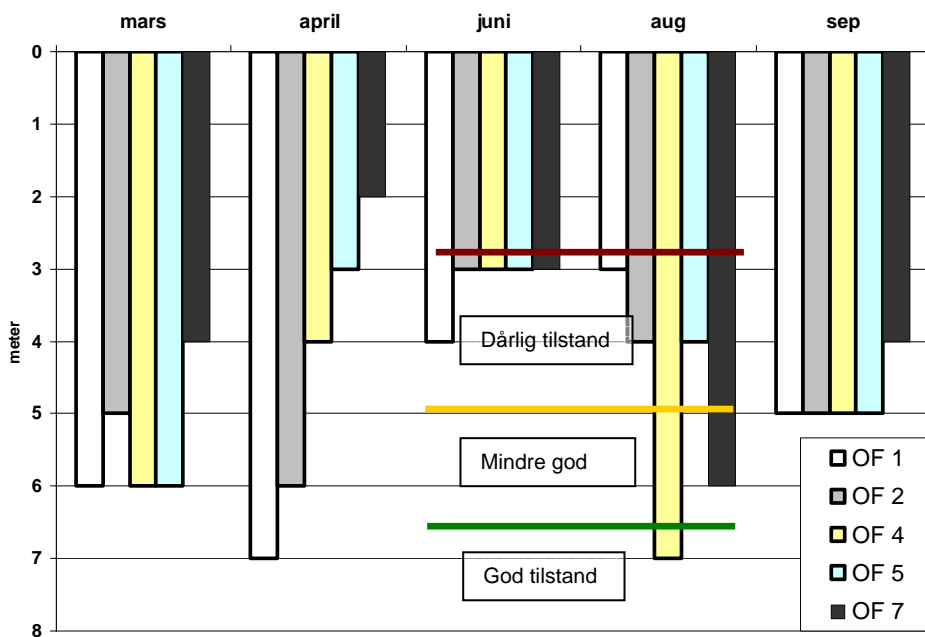
Foto: Havforskningsinstituttet, Flødevigen

SFTs klassifiseringssystem av tilstand, basert på klorofyll-a viser at OF-stasjonene og Grenland kommer i klassen ”god” eller ”meget god” (**Tabell 4**). Randsonen faller i klassene ”meget god” til ”dårlig” (**Tabell 5**). Oppblomstringer på sommeren og høsten av kiselalger er årsaken til at enkelte stasjoner kommer ut i dårligere tilstandsklasser.

Siktdypet sommeren 2008 var i Ytre Oslofjord (OF-1, Torbjørnskjær) i tilstandsklasse dårlig. Dette er en forverring i forhold til tidligere år (**Figur 25**) og tilsvarende dårlige siktdyp ble også registrert på flere av Ytre Oslofjordstasjonene i 2008 (**Figur 26**). Årsaken til dårlige lysforhold i Skagerrak har sannsynligvis sammenheng med stor avrenning fra land. Det var unormalt store nedbørmengder på vinteren/våren på Sør- og Østlandet i 2008, og det var flere nedbørsrekorder i mars måned.



**Figur 25.** Siktdyp målt fra Torbjørnskjær (OF-1) i sommerperioden juni-august. Figur fra kystovervåkingsprogrammets 2008-rapport (Norderhaug et al. 2009).



**Figur 26.** Siktdyp i meter på stasjonene i sentrale Oslofjorden ved 5 tidspunkter i 2008. Grenser for tilstandsklasser er vist. Klassifiseringen gjelder kun for juni og august.

Det er foretatt en oppsummering av miljøklassifiseringen av vannmasseundersøkelsene i ytre Oslofjord i 2008. Klassifiseringen er gjort for de sentrale stasjoner i ytre Oslofjord i **Tabell 4**, og for stasjoner i randsonen i **Tabell 5**.

**Tabell 4.** Miljøklassifisering i henhold til Molvær et al (1997) ved de sentrale stasjonene i ytre Oslofjord i 2008.

Stasjon	Nitrat (µg/l)	Fosfat (µg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Oksygen (ml/l)	Siktdyp (m)*	Sesong
OF-1	15	2	11	254	1,7	5,7	3,5	Sommer
	141	16	23	328	-	-	-	Vinter
OF-2	8	1	10	207	2,1	6,0	3,5	Sommer
	149	15	22	306	-	-	-	Vinter
OF-4	11	2	10	212	2,1	6,0	5	Sommer
	130	15	21	339	-	-	-	Vinter
OF-5	6	2	8	450	2,1	5,5	3,5	Sommer
	136	17	23	668	-	-	-	Vinter
OF-7	16	2	10	207	2,3	5,6	4,5	Sommer
	181	16	22	366	-	-	-	Vinter
BC-1	111	3	11	307	2,4	0,3	2,5	Sommer
	140	14	22	291	-	-	-	Vinter
FG-1	8	3	11	257	2,6	5,5	2,5	Sommer
	121	16	24	303	-	-	-	Vinter
GI-1	2	2	11	237	3,2	0,4	3	Sommer
	118	16	24	327	-	-	-	Vinter

**Tabell 5.** Miljøklassifisering i henhold til Molvær et al (1997) ved randstasjonene i ytre Oslofjord i 2008.

Stasjon	Nitrat (µg/l)	Fosfat (µg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Oksygen (ml/l)	Siktdyp (m)*	Sesong
Ø-1	34	3	14	280	4,4	4,9	2,2	Sommer
	137	17	24	316	-	-	-	Vinter
I-1	131	3	15	374	3,2	3,1	1,8	Sommer
	180	15	24	387	-	-	-	Vinter
S-9	51	3	13	300	4,6	5,4	2	Sommer
	161	16	22	351	-	-	-	Vinter
RA-5	96	3	18	469	6	2,1	1,5	Sommer
	454	8	22	857	-	-	-	Vinter
ID-2	67	4	15	451	7,2	0,3	1,7	Sommer
	321	8	18	644	-	-	-	Vinter
SF-1	21	4	14	249	2,3	5	3	Sommer
	-	-	-	-	-	-	-	Vinter
LA-1	7	2	13	242	2,4	5,5	2,3	Sommer
	131	18	25	364	-	-	-	Vinter
TØ-1	4	4	14	239	3,3	4,4	1,8	Sommer
	173	18	28	376	-	-	-	Vinter
SAN-3	19	4	12	269	5,7	4,3	3	Sommer
	151	15	22	338	-	-	-	Vinter
MO-2	3	2	11	263	2,8	5	2,5	Sommer
	189	15	23	378	-	-	-	Vinter
D-2	171	3	10	382	1,6	0,2	3	Sommer
	261	6	12	450	-	-	-	Vinter
D-3	194	2	11	376	1,1	0,2	2	Sommer
	-	-	-	-	-	-	-	Vinter

\* bruken av siktdyp vil være svært avhengig av lysforholdene den aktuelle dagen, blant annet tidspunkt på dagen for prøvetakning. Det er tatt hensyn til saltholdigheter under 20 psu.

Fargen angir miljøklasse: I - Meget god, II - God, III - Mindre god, IV- dårlig og V- Meget dårlig.

## 4. Overvåking av bløtbunnsamfunn i Ytre Oslofjord

I marine områder har bunnens dyreliv, og særlig bløtbunnsamfunnene, i mange tiår blitt brukt som indikatorer på miljøtilstand og har vist seg å være et nyttig verktøy for å beskrive den økologiske status på lokalitetene. Det har samtidig foregått en kontinuerlig utvikling og forbedring av metodene som brukes til å beskrive og klassifisere tilstanden i bløtbunnsamfunn.

Bløtbunnsamfunn er rike på arter. Endringer i strukturen i bløtbunnsamfunn (bl.a. antall arter, antall individer og diversitet) gjenspeiler derfor den sammenlagte respons hos mange arter og forsterker på den måten signalet fra forurensningspåvirkninger eller andre forstyrrelser. Disse stedbundne organismsamfunnene er representative for den lokale miljøtilstand og fanger opp svingninger i leveforholdene over tid.

En kan anta at de kommunale utslippene potensielt påvirker bløtbunnsfaunaen gjennom organisk belastning, enten direkte ved utslipp av organisk materiale eller sekundært via å tilføre næring til plankton som senere sedimenterer. Hvis vannutskiftningen er begrenset, kan også oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet bli lav som følge av at det organiske materialet forbraker oksygen. Det kan i forbindelse med kommunale utslipp også være noe utslipp av metaller og organiske miljøgifter. I deler av resipientområdene er sedimentene forurenset av miljøgifter, vesentlig som følge av industrielle utslipp. Hvis konsentrasjonen av miljøgifter i sedimentene er høye, f.eks. av kobber eller PAH, kan det også påvirke faunaen.

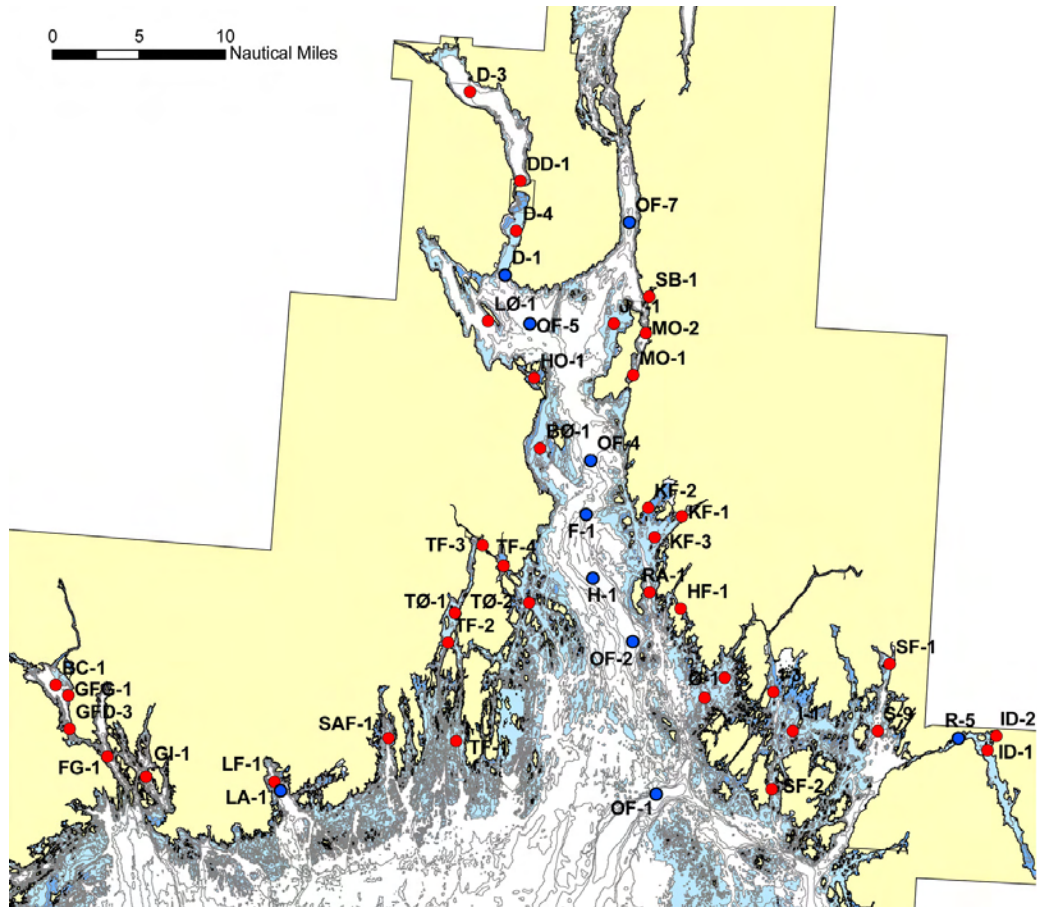
Formålet med undersøkelsen i 2008 var å:

- undersøke nåtilstanden på bløtbunn i Ytre Oslofjord
- relatere bunnsedimentene til vannmassenes innhold av oksygen
- beskrive forurensningsgradienter på bløtbunn og dele Ytre Oslofjord inn i områder etter forurensningsgrad
- sammenlikne med tidligere undersøkelser i Ytre Oslofjord for å vurdere endringer over tid

Innsamling av grabbprøver for komplette beskrivelser av faunaen gjøres i 2008 på 10 av stasjonene. Etter hvert som man får data fra SPI og komplette faunabeskrivelser fra samme stasjoner, kan disse metodene mer presist kalibreres med hverandre.

### 4.1 Prøvetaking

Feltarbeidet ble gjennomført 22. mai til 10. juni 2008 fra 'Trygve Braarud' tilhørende Universitetet i Oslo. Stasjonsplasseringen er vist i **Figur 27** mens vanddyp er vist i **Tabell 6**. Posisjoner, analyse av SPI-bilder og bløtbunnsfauna etc. for alle stasjoner i denne undersøkelsen er gitt i Fagrapporten (Nilsson m fl. 2009). I tillegg har vi valgt å presentere resultatene fra SPI-undersøkelsene utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden. Disse undersøkelsene utføres på oppdrag av NOAH-Langøya og er koordinert med prøvetakingen for Fagrådet for Ytre Oslofjord og SFT.



**Figur 27.** Lokalisering av bløtbunnsstasjoner i Ytre Oslofjord.. Blå stasjoner = bløtbunnsfauna (grabb) og SPI undersøkelser. Røde stasjoner = kun SPI undersøkelser.

**Tabell 6.** Dyp (m) på stasjonene.

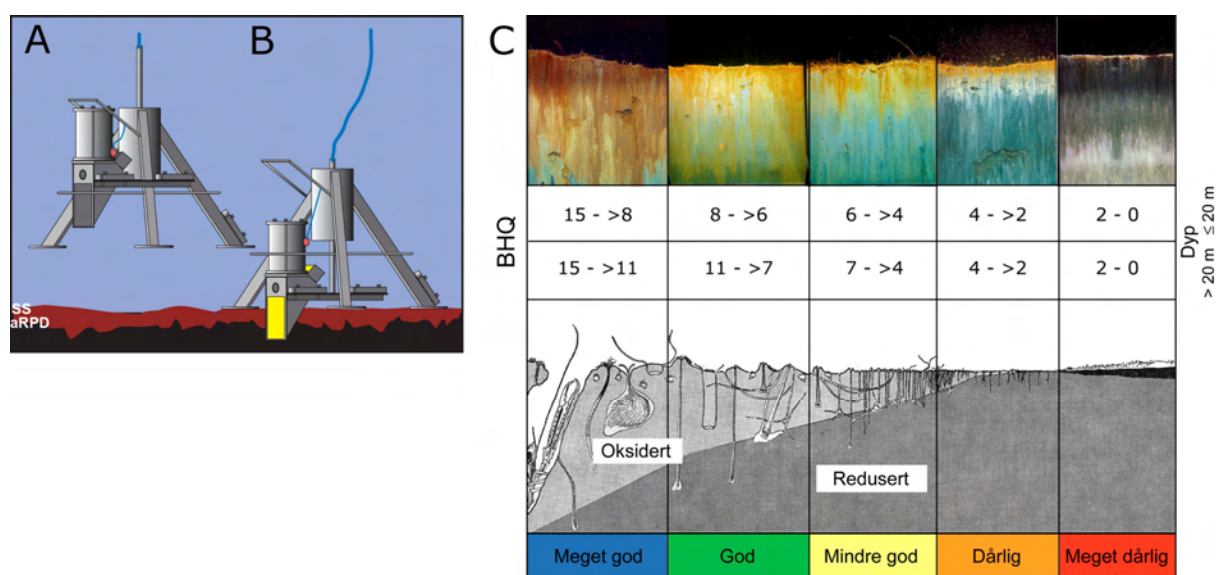
Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)
BC-1	94	GI-1	205	KF-2	7	OF-5	198	SF-2	69
BØ-1	29	GKD-1	48	KF-3	23	OF-7	212	TF-1	43
D-1	83	H-1	352	LA-1	105	R-5	33	TF-2	54
D-1	84	HF-1	7	LE-1	28	RA-1	120	TF-3	12
D-3	96	HO-1	25	LF-1	84	S-9	95	TF-4	11
D-4	21	I-1	53	LØ-1	68	SAF-1	59	TØ-1	46
DD-1	106	I-3	54	MO-1	46	SAN-1	23	TØ-2	38
F-1	290	ID-1	27	MO-2	99	SAN-3	47	Ø-1	52
FG-1	106	ID-2	8	OF-1	452	SAN-8	73		
GFD-3	42	JØ-1	34	OF-2	356	SB-1	33		
GFG-1	19	KF-1	16	OF-4	305	SF-1	35		



## 4.2 Metode

### 4.2.1 Sedimentprofil-bilde

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Bildet som blir 17,3 cm bredt og 26 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vannrett hus på en rigg med tre ben, **Figur 28**. Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil hvilket til sammen utgjør prismet. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet.



**Figur 28.** Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sediment overflate og aRPD = grense mellom det bioturberte oksiderte sediment lagret og redusende sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres. (C) Figuren over viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert bioturbert sediment og sorte reduserte forhold. BHQ-miljøkvalitets indeks for vanddyb  $\leq 20$  meter og  $> 20$  m er i henhold til EUs vanddirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006).

Fra bildene kan en beregne en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte tomrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala mellom 0 og 15. Denne indeksen kan siden sammenlignes med Pearson og Rosenbergs klassiske modell for faunaens suksessjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i henhold til retningslinjer i EUs vannrammedirektiv (Rosenberg m. fl. 2004).

#### 4.2.2 Bløtbunnsfauna

Prøvene av kvantitativ bunnfauna (infauna) ble innsamlet med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen bunngrabb (**Figur 29**). På hver stasjon ble det tatt tre parallelle prøver. Prøvene ble vasket på 5 mm og 1 mm sikter for fjerning av finmateriale og fiksert i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning. Prøvene for bunnfauna ble håndsortert under 4-6 x forstørrelse og alle dyr plukket ut. Alle dyr ble identifisert og telt, og materialet ble overført til 80 % etanol for oppbevaring. Identifiseringen er i hovedsak utført til artsnivå. Bunnfaunaen i prøvene karakteriseres ved totalt antall arter, antall individer av hver av artene og sum antall individer, artsmangfold (=diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er gitt ved Shannons indeks (H') og Hurlberts indeks E(S<sub>100</sub>) som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Indeksverdiene gir grunnlag for å klassifisere miljøtilstanden i henhold til SFTs miljøkvalitetskriterier for fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Det ble også beregnet verdier for indeksen ISI (indicator species index) som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen (Rygg 2002) og den nye Norwegian Quality indeks (NQI) (Rygg 2006; Molvær og medarb. 2008). NQI er en sammensatt indeks som baseres på både artsmangfold (diversitet) og artenes ømfintlighet overfor forurensninger. NQI er interkalibrert med tilsvarende indekser i andre europeiske land for å fastslå felles klassegrenser for tilstand.

$$NQI = [0.5*(1-AMBI/7) + 0.5*(SN/2.7)*(N/(N+5))]$$

hvor AMBI er ømfintlighetsindeks, SN diversitetsindeks, og N er antall individer i prøven. Leddene i indeksen er vektet, slik at NQI-verdien blir liggende mellom 0 og 1, hvor 1 er best tilstand.

#### 4.2.3 Sedimentkjemi

Sedimentprøvene for kjemisk analyse ble tatt fra van Veen grabb. Prøve fra de øverste 2 cm av sedimentlaget ble skrapet av med en skje. Andel finstoff (<63µm) ble bestemt ved våtsikting og TOC ved hjelp av en CHN-elementanalysator etter at karbonater var fjernet i syredamp.



**Figur 29.** En 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb med prøven på siktebordet

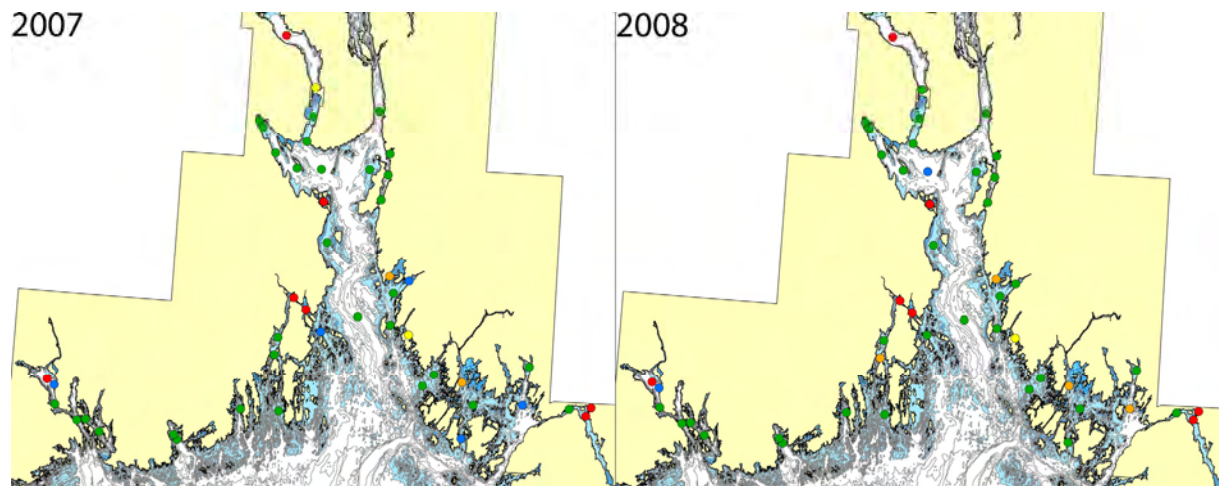
## 4.3 Resultater

### 4.3.1 Sedimentprofil undersøkelser

Analysen av sedimentprofilbilder i henhold til BHQ-indeksen er vist i **Figur 30**, **Figur 31** (sentrale delene), **Figur 32** (vestre delen) og **Figur 33** (østre delen). **Figur 30** viser på forskjell i henhold til BHQ-indeksen mellom undersøkelsene i 2007 og 2008. Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden gode (Tilstandsklasse I og II) i både 2007 og 2008. Dårligere forhold (Tilstandsklasse IV og V) ble observert, i de dypere delene av Frierfjorden, ved Tønsberg, Drammensfjorden, de grunnere delene av Krokstadleira, i lokale dybdehull sør Fredrikstad og i Iddefjorden. Det samme mønstret er observert i både 2007 og 2008.

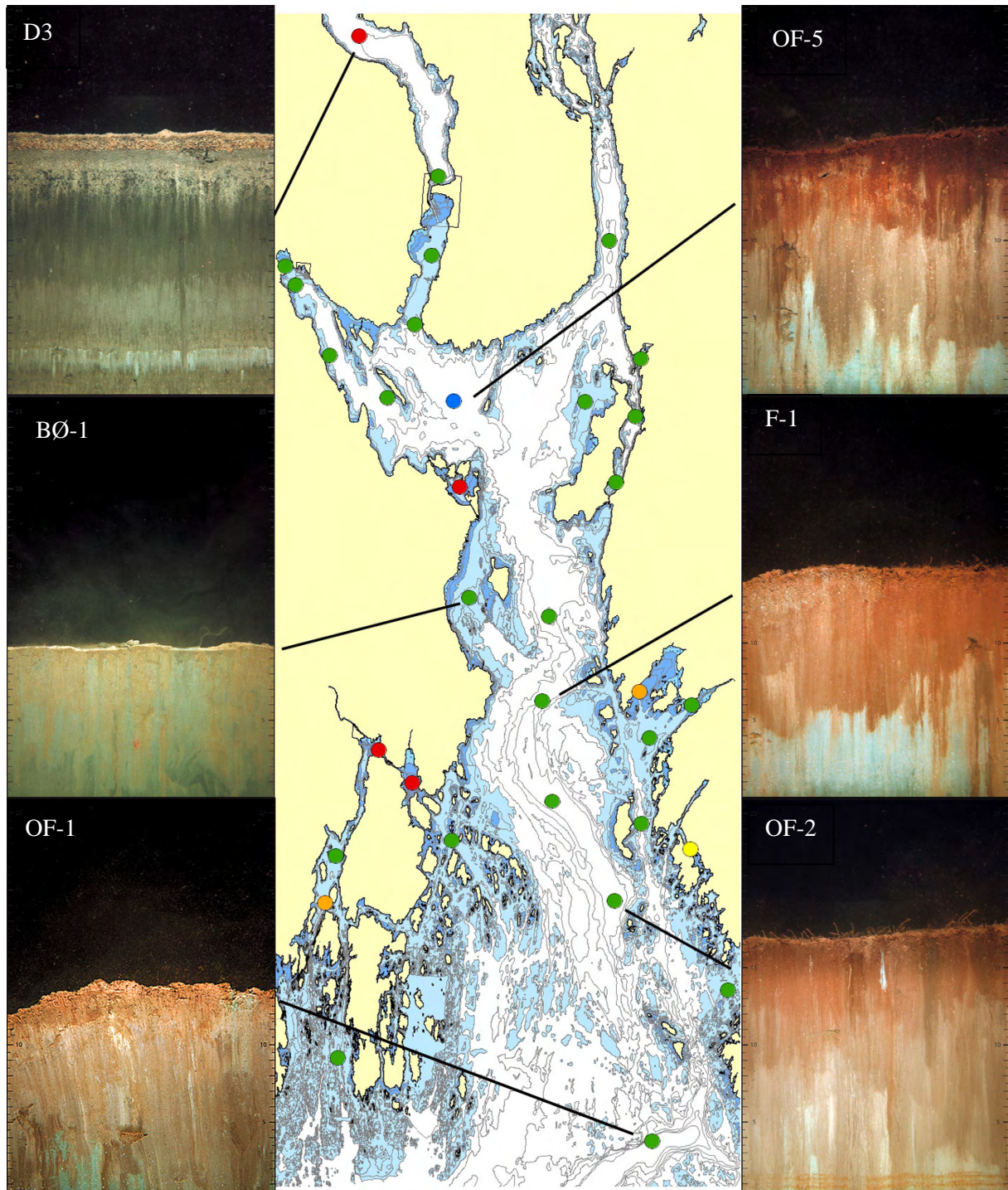
Overvåking av vannmasser viste generelt dårlige oksygenforhold i 2007 og 2008 ved stasjonene D-2 (115m) og D-3 (90m) i Drammensfjorden og ved stasjon ID-2 i Iddefjorden på 20 til 30m dyp. Dårligere oksygenforhold ble likeså observert under høsten 2008 ved stasjonene I-1 Ramsø (50m) og R-5 Ringdalsfjorden (20 til 30m). Svært lave oksygenkonsentrasjoner ble observert i Drammensfjorden ( $<0,9$  ml  $O_2/l$  sjøvann) og i Iddefjorden ( $<1,46$  ml  $O_2/l$  sjøvann) under hele den undersøkte perioden i 2008. Bedre forhold ble observert ved Ramsø og Ringdalsfjorden der lave oksygenkonsentrasjoner ble observert først i august og september måned (I-1;  $1,06$  ml  $O_2/l$  sjøvann i september og R-5;  $1,65 - 1,31$  ml  $O_2/l$  sjøvann i august respektive september). I 2007 var oksygenforholdene bedre om høsten ved Ramsø ( $>2$  ml  $O_2/l$  sjøvann) og Ringdalsfjorden ( $>5$  ml  $O_2/l$  sjøvann), enn i 2008.

SPI undersøkelsene bekrefter dårlige oksygenforhold i Drammensfjorden og i Iddefjorden. De dårlige forholdene ved Ramsø og i Ringdalsfjorden som ble observert i august og september måned i 2008 er ikke mulige å observere i bløtbunnsundersøkelsene, siden disse ble utført i mai måned.



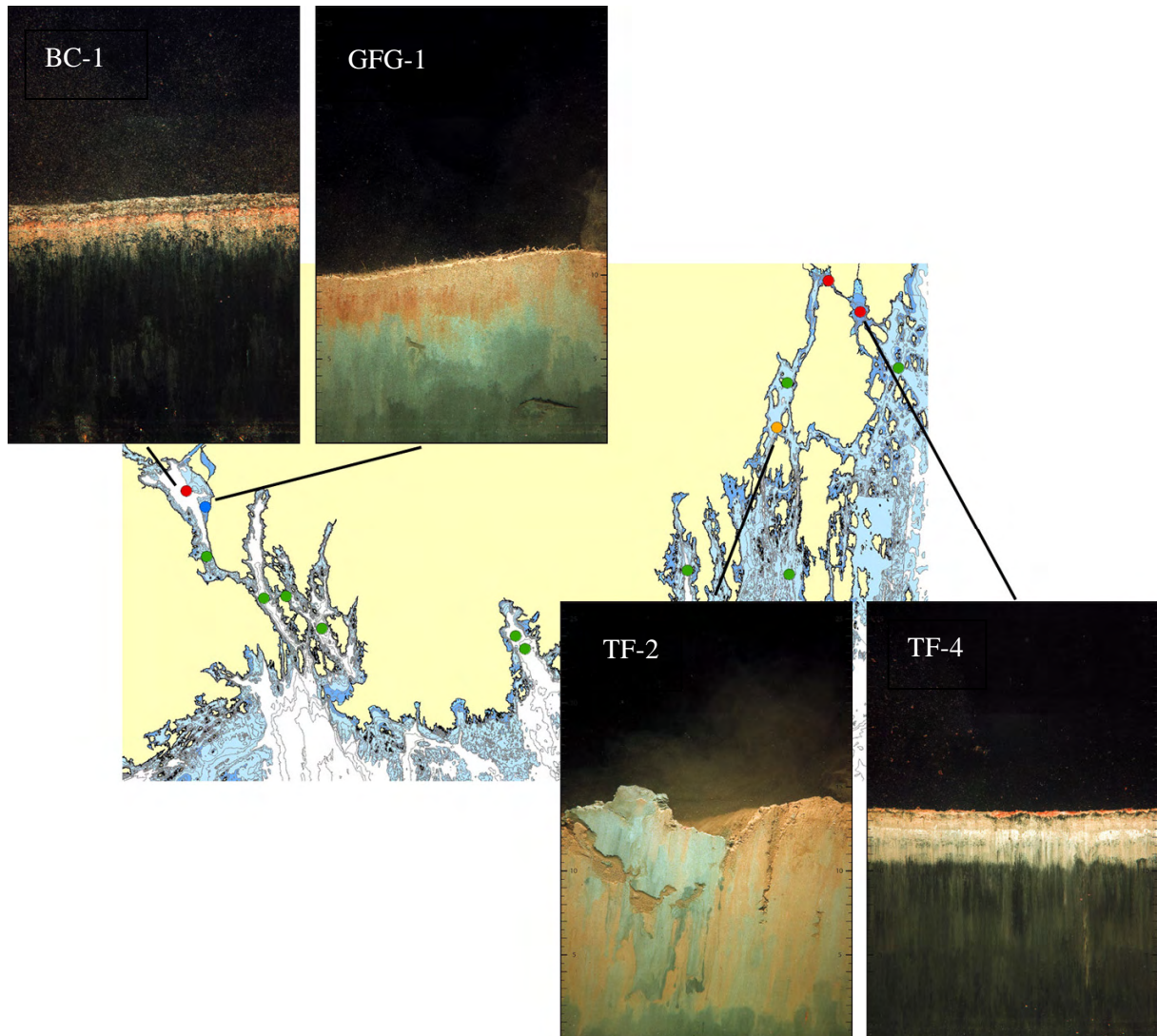
**Figur 30.** Tilstandsklasser av bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2007 og 2008 (SPI., Rosenberg m. fl. 2004)

**Figur 31** viser tilstandsklasse i henhold til BHQ indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner i de sentrale delene av fjorden. I de dypere sentrale delene av fjorden (OF-1, OF-2, OF-5 og F-1) er det observert oksyderte forhold dypt ned i sedimentene. Ved stasjon OF-1 er sedimentoverflaten forstyrret, mest sannsynlig på grunn av trållaktivitet. Faunaprøvene viste få arter på denne stasjonen. Ved stasjon D-3 midt i Drammenfjorden er sedimentforholdene svært redusert.



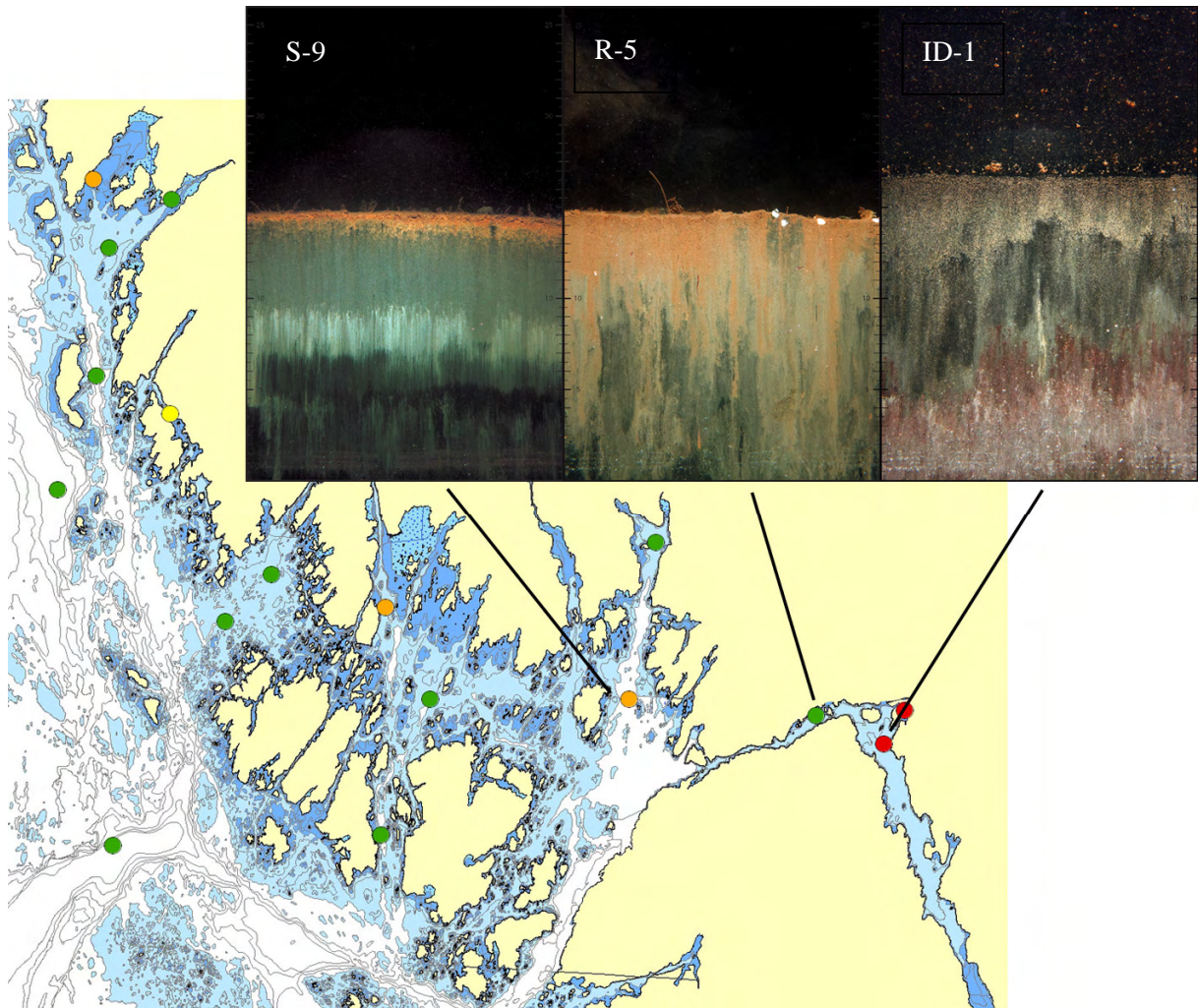
**Figur 31.** Tilstandsklasser av bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg m. fl. 2004), og SPI bilder fra utvalgte stasjoner.

**Figur 32** viser tilstandsklasse i henhold til BHQ indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner i den vestre delen av fjorden. Dårligere (reduuerte) bunnforhold ble observert i de dypere delene av Frierfjorden (BC-1) og ved Trælekilen (TF-4). Bunnforholdene er betydelig bedre på grunnere områder i Frierfjorden (GFG-1). Fysisk forstyrrelse av sjøbunnen ble observert ved stasjon (TF-2), som mest sannsynligvis kan forklares av dumpning i området.



**Figur 32.** Tilstandsklasser av bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg m. fl. 2004), og SPI bilder fra utvalgte stasjoner.

**Figur 33** viser tilstandsklasse i henhold til BHQ indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner i østre delen av fjorden. Bunnforholdene er svært dårlige i Iddefjordens dypere deler. Utenfor Halden havn observertes tykke sjikt av treflis i sedimentene. Ved stasjon R-5 observertes gode bunnforhold som likeså bekreftes i bunnfaunaprøvene. Stasjon R-5 ble utsatt for lave oksygenkonsentrasjoner i løpet av høsten, men det var etter at bløtbunnundersøkelsene ble utført.



**Figur 33.** Tilstandsklasser av bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg m. fl. 2004), og SPI bilder fra utvalgte stasjoner.

### 4.3.2 Bløtbunnsfauna

Detaljerte resultater fra faunaundersøkelsene i 2008 er gitt i fagrapporten (Nilsson m fl., 2009). I Vedlegg A er de 10 vanligste artene pr. stasjon og år vist.

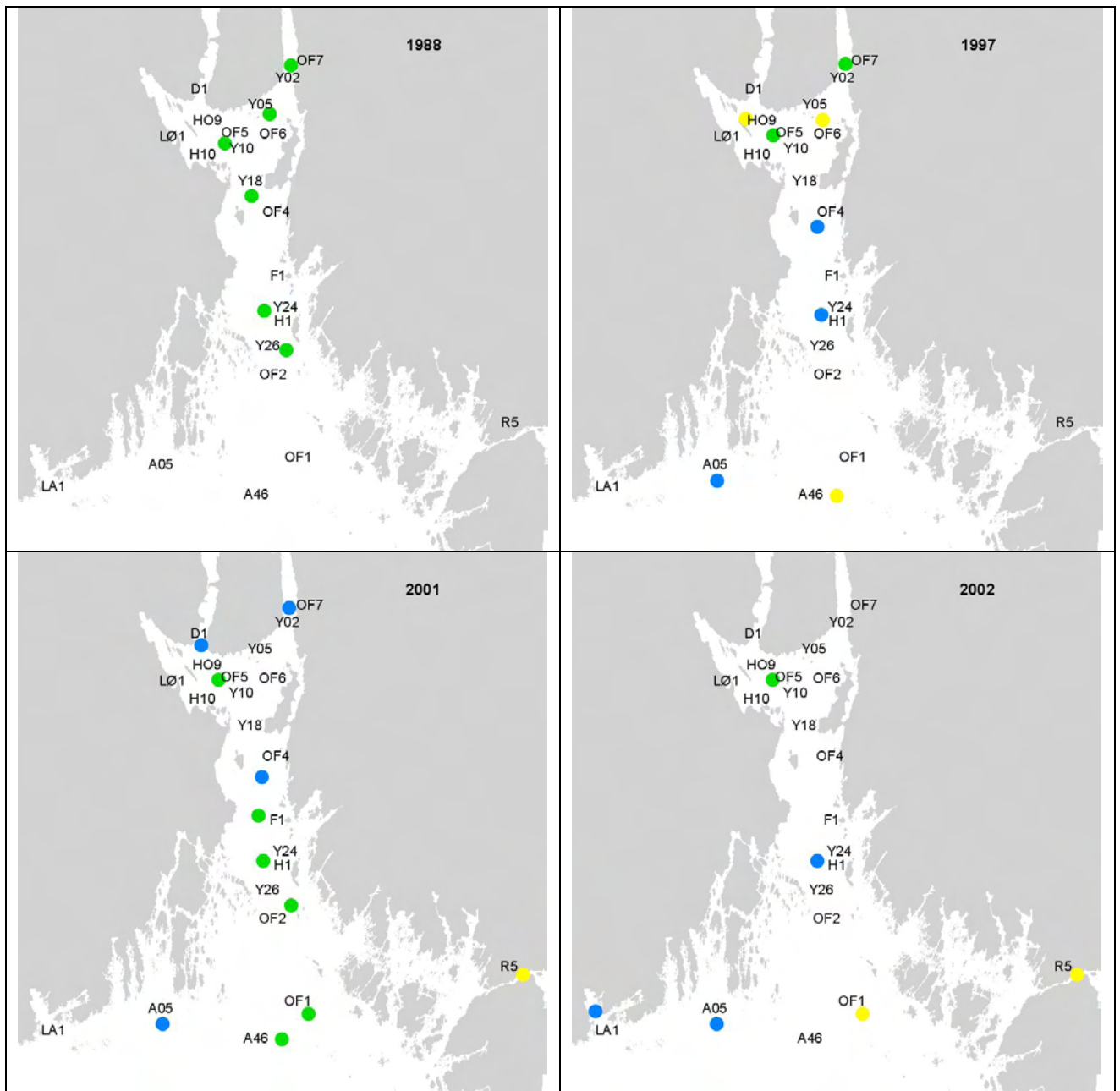
**Figur 34**, **Figur 35** og **Figur 36** viser bearbejdet data fra undersøkelsene i ytre Oslofjord 1988-2008, utført av Universitetet i Oslo (NIVA-rapport 2502-1989), NIVA (NIVA-rapporter 3826-1998; 4419-2001; 4535-2002; 4674-2003; 4819-2004; 5026-2005) og DNV (DNV-rapporter 2002-0362; 2003-0175; 2004-0482; 2005-0117). To stasjoner (A05, A46) fra NIVAs kystovervåkingsprogram er også inkludert. **Figur 34** og **Figur 35** viser stasjonskart med tilstandsklassifisering 1988-2008 i henhold til indeksen NQI og **Figur 36** viser plott av stasjoner og år 1997-2008. Nærliggende stasjoner i samme dypområde er vist i felles plott. (OF3 i 1997 = H1).

I undersøkelsesperioden sett under ett var faunatilstanden best på stasjon D1, OF7, OF4, F1 og H1, med indeksverdier rundt grensen mellom meget god (I) og god (II) tilstand. OF2, OF5 og OF6 hadde god tilstand (II). Dårligst tilstand er observert på stasjon OF1 (den ytterste og dypeste stasjonen i ytre Oslofjord) og på R5 i Ringdalsfjorden, med indeksverdier rundt grensen mellom god (II) og mindre god (III). Stasjon R5 viste dårligst tilstand, bortsett fra det siste året (2008).

Stasjonene viser en del variasjon fra år til år, men noen sikker trend kan ennå ikke påvises på noen av stasjonene. R5 viser størst variasjon, både i tilstandsindeks og faunasammensetning. Dette kan ha sammenheng med forskjeller i oksygenforholdene fra år til år.

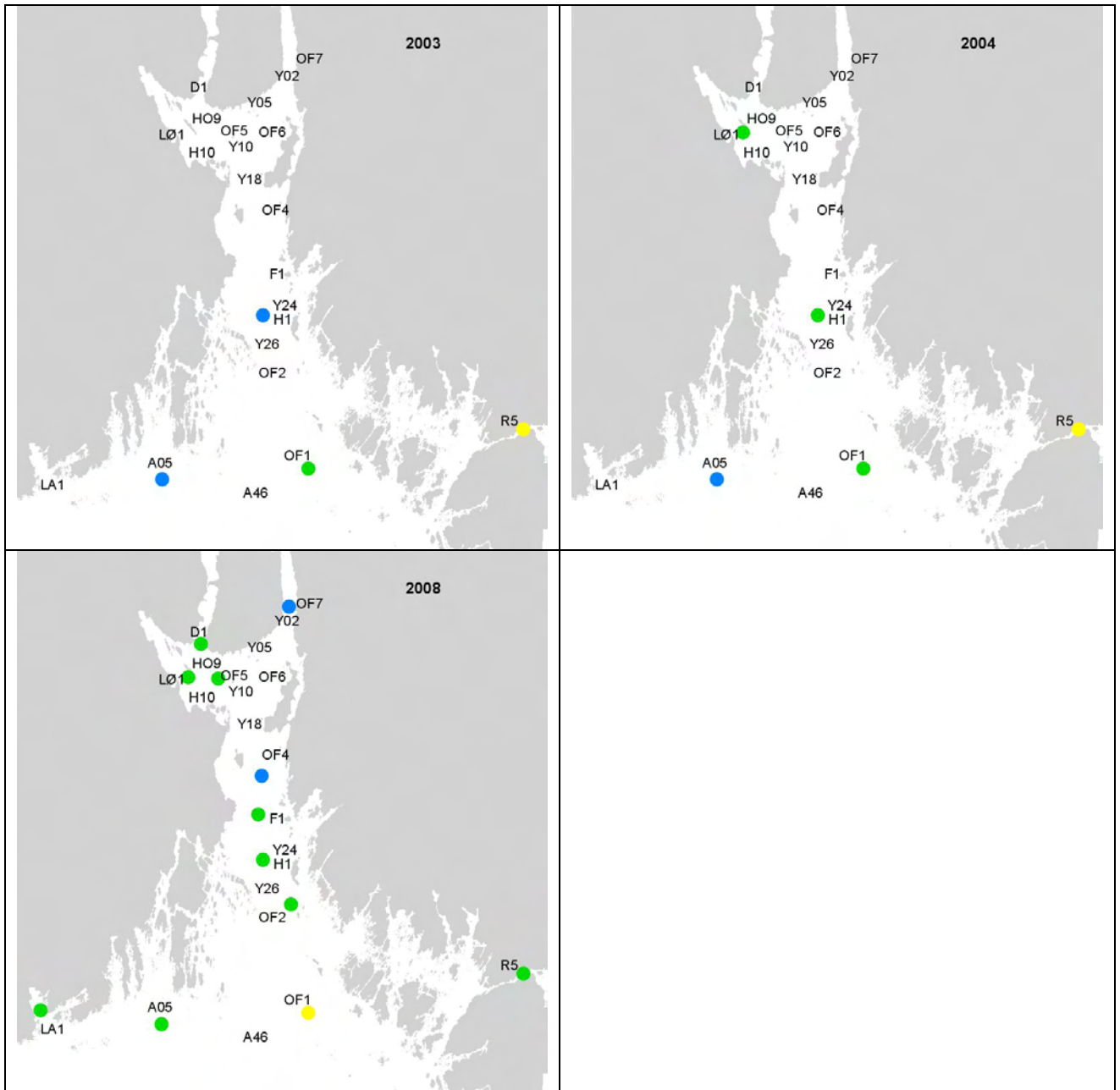
**Vedlegg B** viser verdier av tilstandsindekser og tilstandsklassifisering 1988-2008 for stasjonene i ytre Oslofjord.

De dominerende artene (**Vedlegg A**) indikerer tilstanden, ved at de forskjellige artene har ulik ømfintlighet overfor forurensninger. Ømfintlige arter forsvinner, mens tolerante arter kan utnytte forholdene og bli opportuniste, f. eks. i et oksygenfattig, men næringsrikt miljø. AMBI-indeksen (Borja og medarb., 2000), som er en komponent i NQI, baserer seg på ømfintligheten hos artene, særlig de som dominerer i antall på stasjonen. Sleakter og arter som er tolerante og opportunistiske ved organisk forurensning er blant andre *Caulleriella*, *Chaetozone*, *Corbula*, *Heteromastus*, *Polydora*, *Pseudopolydora*, *Prionospio fallax* og *Tharyx*.

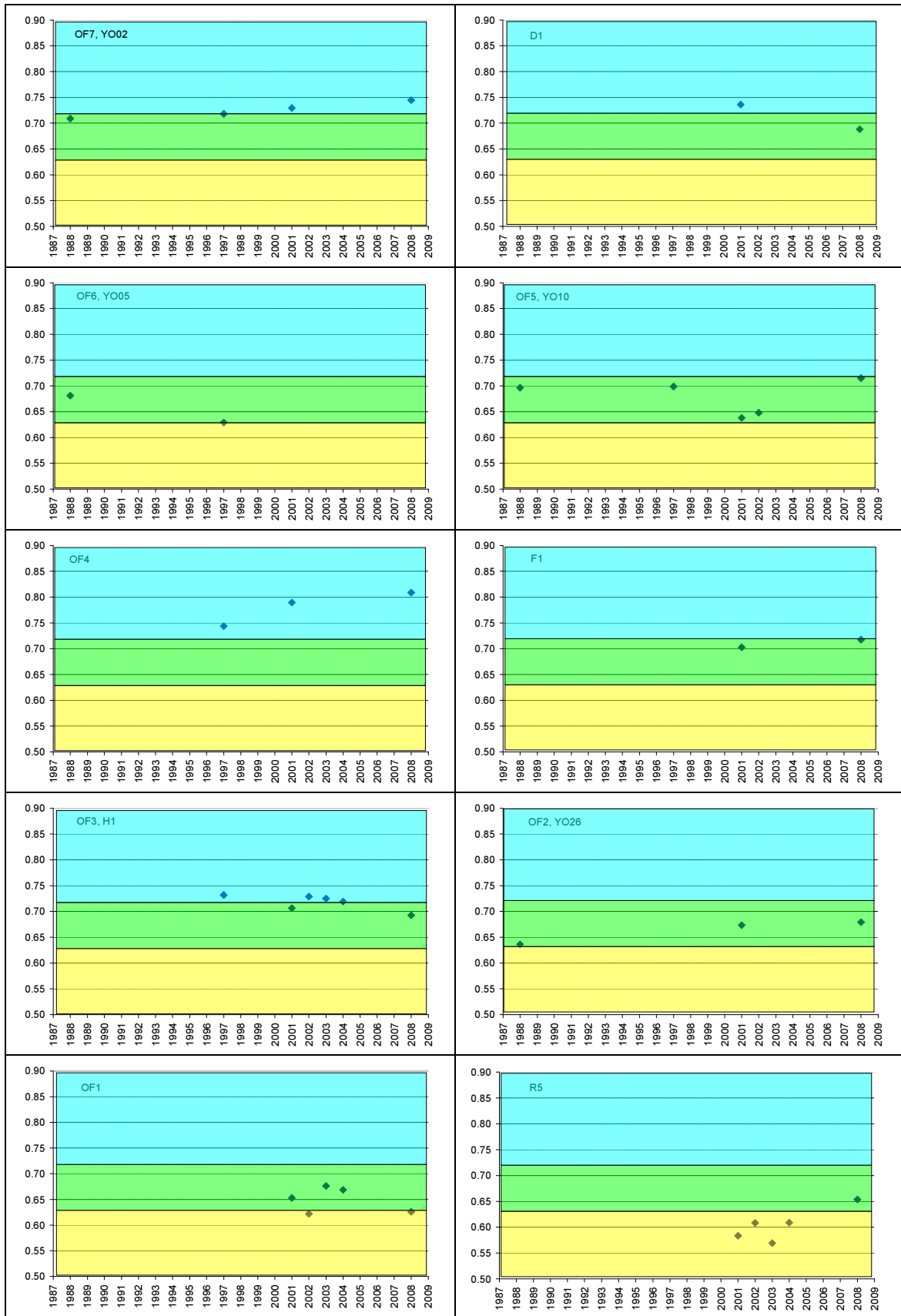


**Figur 34.** Klassifisering av tilstand 1988-2001 i følge indeksen NQI (SFT, 2008). A05 og A46 er stasjoner i Kystovervåkingsprogrammet (se NIVA-rapporter 4535, 5026).



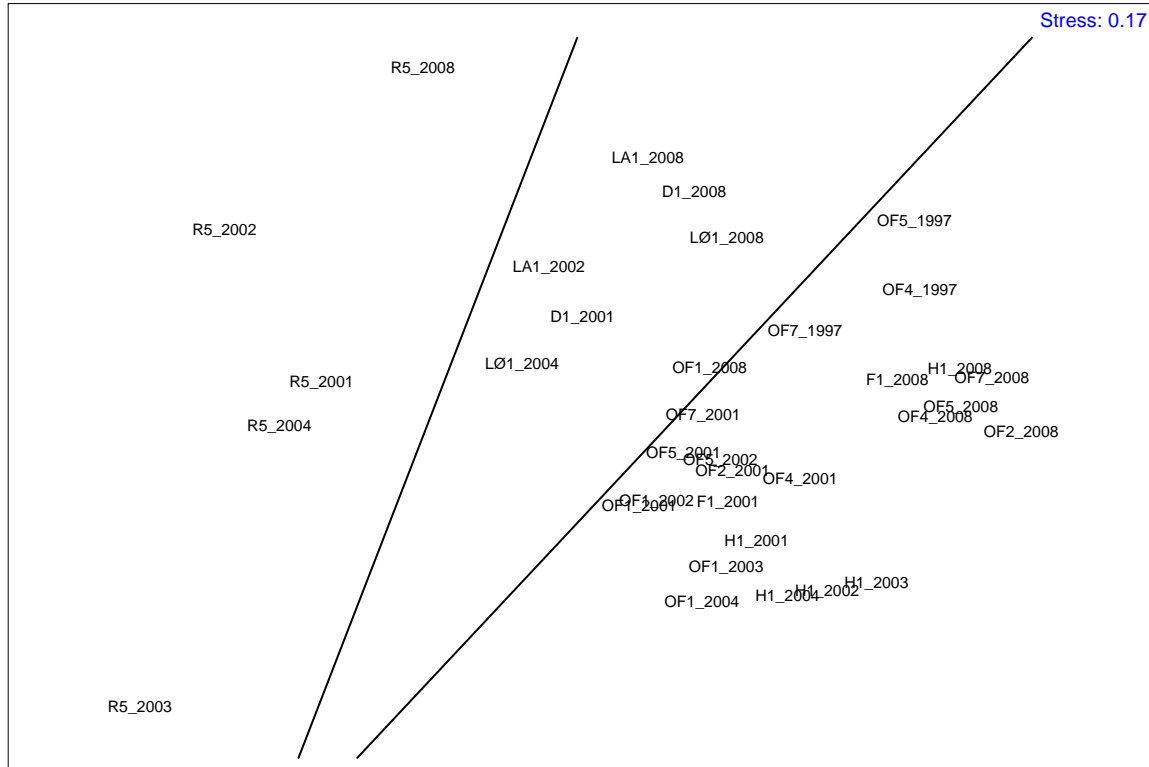


**Figur 35.** Klassifisering av tilstand 2003-2008 i følge indeksen NQI (SFT, 2008). A05 og A46 er stasjoner i Kystovervåkingsprogrammet (se NIVA-rapporter 4535, 5026).



Figur 36. NQI-verdier og tilstandsklassifisering 1997-2008.

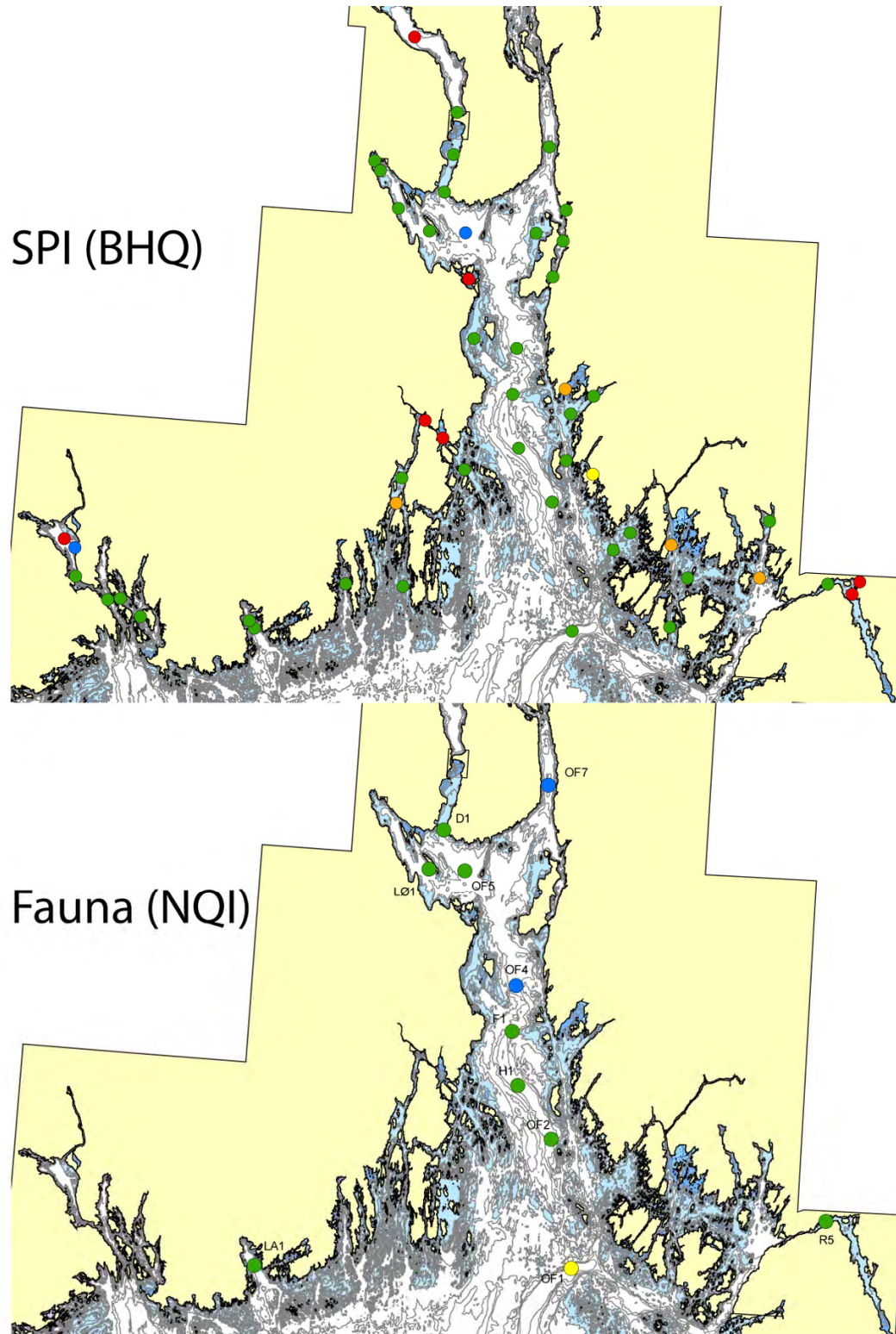
MDS-plottet av bløtbunnsfaunaen tyder på tre grupper av faunasamfunn (adskilt med de skrå linjene i **Figur 37**). Avstanden mellom stasjonskodene i plottet angir ulikheten mellom dem. De dype stasjonene i sentrale fjordområder (OF-stasjonene, F1 og H1) utgjør en gruppe med nokså lik fauna. De grunnere stasjonene (D1, LØ1 og LA1) utgjør en annen gruppe, mindre lik de dypere stasjonene. Stasjonen i Ringdalsfjorden (R5) avviker fra begge de andre gruppene, og viser også stor forskjell mellom årene.



**Figur 37.** MDS-plott av stasjoner og år 1997-2008. Avstanden mellom stasjonskodene angir ulikheten mellom dem. Se tekst for videre forklaring av figuren.

### 4.3.3 Sammenligning av SPI og bløtbunnsfaunaundersøkelsene i 2008

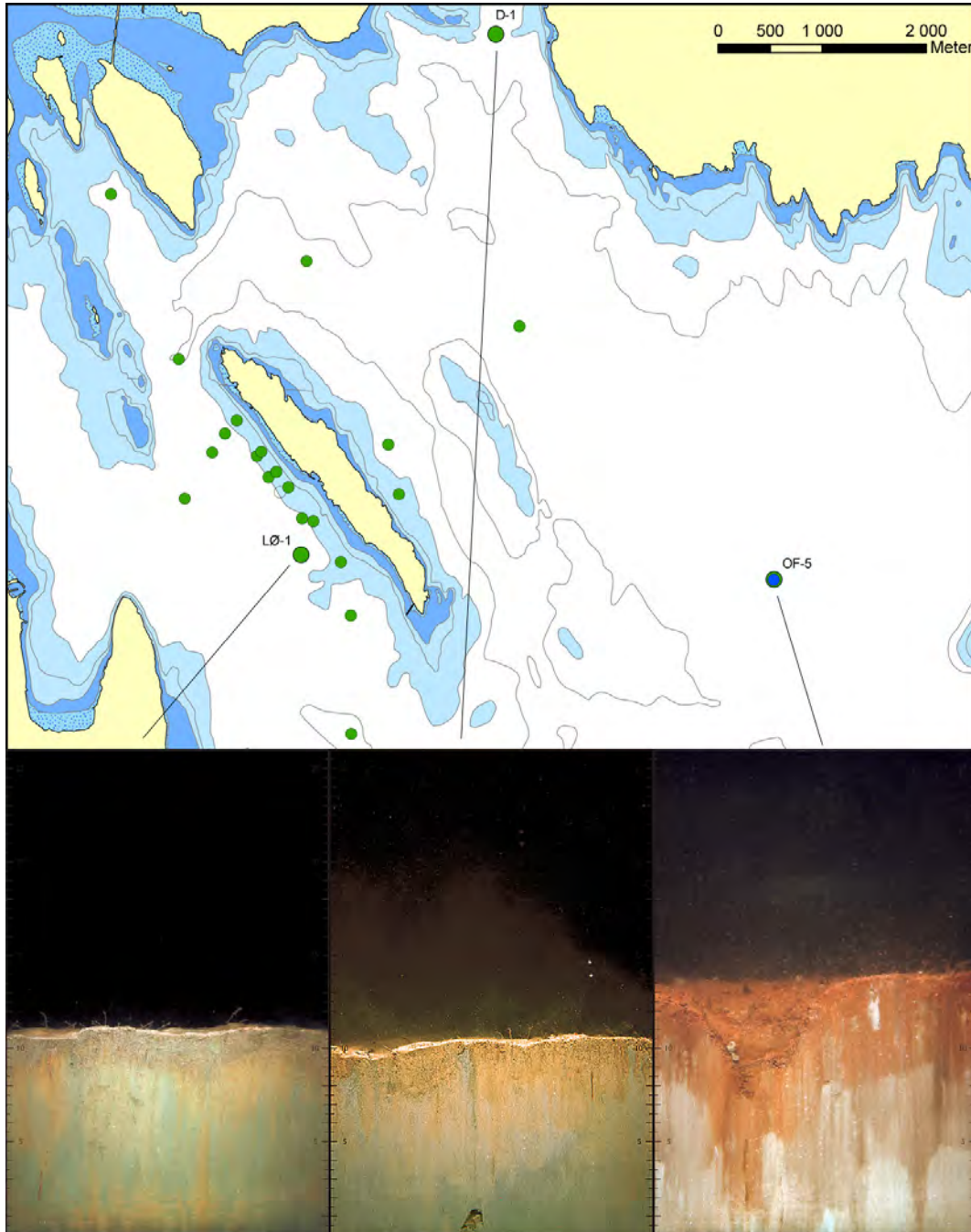
**Figur 38** viser BHQ (SPI-indeks) og NQI (fauna-indeks) for stasjonene i 2008. Flertallet av stasjonene der både SPI bilder og prøver av bløtbunnsfauna ble innsamlet er klassifisert som gode eller meget gode (D-1, F-1, H-1, LA-1, LØ-1, OF-2, OF-4, OF-5, OF-7 og R-5). Kun stasjon OF-1 er klassifisert som mindre god i henhold til NQI indeksen (fauna). SPI bildene fra denne stasjon tydet på god tilstand, men viste tydlige merker av trållaktivitet med svært få overflatestrukturer som børstemarkrør etc. sammenlignet med øvrige stasjoner (OF-2, H1, F1 og OF-4) sentralt i fjorden (se, **Figur 31**). Dog er redoksf forholdene gode (aRPD 4,4 cm) ved stasjon OF-1, som gir betydelig bidrag til høyere BHQ-indeks.



Figur 38. Sammenligning mellom SPI og bløtbunnsfaunaundersøkelser i 2008.

#### 4.4 Bløtbunnsundersøkelser omkring Langøya (NOAH)

Totalt ble SPI bilder innsamlet fra 22 stasjoner rundt Langøya og 4 grabbprøver av bløtbunnsfauna innsamlet fra stasjon LØ-1 i dette prosjektet i samband med prøvetakingen for Fagrådet for Ytre Oslofjord (**Figur 39** og **Tabell 7**, se oven for metoder). Tre eksempler på SPI bilde fra stasjoner der bløtbunnsfauna ble innsamlet viser nokså like bunnforhold på stasjonene LØ-1 og D-1 (**Figur 39**). Stasjonen OF-5 ser annerledes ut, som også vises i bløtbunnsfaunaanalysen. OF-5 ligger betydelig dypere og mer sentralt i fjorden enn LØ-1 og D-1.



**Figur 39.** Kart som viser tilstandsklasser på bløtbunn. SPI bilde (små sirkler) og bløtbunnsfauna (store sirkler), og SPI bilder fra utvalgte stasjoner.

Variasjonen i BHQ indeks i området omkring Langøya var mindre i mai måned enn i februar måned (Staalstrøm m fl. 2008). Den observerte forskjellen mellom tidspunktene kommer trolig av at visse stasjoner ligger i kraftige skråninger der det lett blir forstyrrede bilder som følge. I februar ble det observert klumper på bunnen, noe som reduserte BHQ indeksen noe på enkelte stasjoner (NOA03 og NOA19).

**Tabell 7.** Stasjoner som inngår i programmet for overvåking NOAH.

Stn.	Stasjon			2007-06		2008-02		2008-06	
	Latitud	Longitud	Dyp	RPD (cm)	BHQ indeks	RPD (cm)	BHQ indeks	RPD (cm)	BHQ indeks
<b>LØ-1</b>	59,48611	10,37822	66	3,7	10,7	3,1	9,3	3,0	10,0
<b>NOA01</b>	59,49295	10,37272	38			2,2	7,7	3,0	9,3
<b>NOA02</b>	59,49455	10,37003	40			2,1	6,3	3,2	10,0
<b>NOA03</b>	59,49701	10,36558	35			2,5	7,7	2,3	8,5
<b>NOA04</b>	59,49595	10,36367	76			5,3	12,0	3,9	10,7
<b>NOA05</b>	59,49426	10,36928	48			2,8	8,7	2,5	10,3
<b>NOA06</b>	59,49243	10,37186	48			2,4	9,5	2,6	8,3
<b>NOA07</b>	59,49162	10,37512	29			1,7	6,7	2,4	8,0
<b>NOA08</b>	59,49424	10,36154	88			4,9	10,0	3,8	10,0
<b>NOA09</b>	59,49110	10,37268	50			1,4	7,5		
<b>NOA10</b>	59,48909	10,37779	56			2,4	8,0	3,3	9,0
<b>NOA11</b>	59,48882	10,37962	45			3,2	10,0	2,6	10,0
<b>NOA12</b>	59,48568	10,38460	46			2,9	8,3	2,2	9,0
<b>NOA13</b>	59,48100	10,38690	66			3,6	10,3	2,7	9,7
<b>NOA14</b>	59,47085	10,38856	100			4,1	11,7	4,7	10,5
<b>NOA15</b>	59,49177	10,39376	45			2,5	9,7	3,0	10,3
<b>NOA16</b>	59,49612	10,39158	69			2,8	9,3	3,4	9,7
<b>NOA17</b>	59,50683	10,41217	178			5,0	9,0	3,9	10,3
<b>NOA18</b>	59,51114	10,37553	115			3,8	10,0	3,6	9,7
<b>NOA19</b>	59,51576	10,34157	54			2,1	7,7	3,0	11,0
<b>NOA20</b>	59,50207	10,35530	100			3,4	9,0	3,2	10,5
<b>NOA21</b>	59,48993	10,35795	93			4,2	12,5	3,9	9,0
<b>OF-5</b>	59,48677	10,45867	198	4,9	10,3	6,1	11,7	4,8	11,5
<b>Middelverdien</b>				4,3	10,5	3,2	9,2	3,2	9,8

## 5. Sammenfattende vurdering

Miljøtilstanden i Ytre Oslofjord var i 2008 stort sett lik det som ble observert i 2007.

Jordbruk er den største kilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen til Ytre Oslofjord, og tilfører fjorden mer enn dobbelt av det befolkningen gjør.

For det meste er tilstanden på de undersøkte stasjoner i Ytre Oslofjord god, både i vannmassene og i bunnområdene. Det er noen områder som peker seg ut med redusert miljøtilstand:

I Drammensfjorden ble det påvist forhøyede mengder av næringssalter i vannmassene, meget dårlige oksygenforhold i bunnvannet og dårlige forhold i bunnsedimentene i de dypere områdene av fjorden. Fjorden er sterkt påvirket av Drammenselva og det er tendenser til økte elvetilførsler av N og P i de senere år.

Iddefjorden og Ringdalsfjorden hadde også forhøyede næringssaltnivåer i vannet, i Iddefjorden var det meget dårlige oksygenforhold i bunnvannet og svært dårlige forhold i bunnsedimentene. Det utføres ikke biologiske registreringer i strandsonen i Iddefjorden og Ringdalsfjorden i dag, det anbefales at dette blir gjort i den fremtidige overvåkingen.

I Frierfjorden og Håøyfjorden ble det registrert noe forhøyede næringssaltnivåer i vannmassene og dårlig til meget dårlig oksygentilstand i bunnvannet. I de dypere delene av Frierfjorden var det dårlige forhold i bunnsedimentene. Positivt for området er at det er registrert en avtagende trend i tilførslene av nitrogen via Skienselva.

Generelt ble det observert gode forhold (tilstandsklasse ”god” og ”meget god”) på bløtbunn i de sentrale delene av fjorden. Ved den ytterste stasjon OF-1 er dårligere forhold observert. Dette tolkes som en effekt av høy trålningsaktivitet og/eller pga. høy sedimentasjonsrate i området.

Forøvrig ble dårlige sedimentforhold (tilstandsklasse ”dårlig” og ”meget dårlig”) observert ved Tønsberg, de grunnere delene av Krokstadleira og i lokale dybdehull sør for Fredrikstad.

Bortsett fra avgrensede lokale områder så er det Grenlandsfjordene, Drammensfjorden og Iddefjorden som peker seg ut som de mest belastede områder i Ytre Oslofjord.



## 6. Referanser

- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European Estuarine and Coastal Environments. *Marine Pollution Bulletin* 40, 1100-1114.
- DNV, 2002. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2001. Rapport nr.: 2002-0362. 27 s.
- DNV, 2003. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2002. Rapport nr.: 2003-0175. 34 s.
- DNV. 2004. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2003. Rapport nr.: 2004-0482. 28 s.
- DNV. 2005. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Delrapport: Bløtbunnsfauna 2004. Rapport nr. 2005-0117. 34 s.
- DNV 2006. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Femårsrapport 2001 – 2005. Det Norske Veritas, rapport nr. 2006-0831. 127s.
- Molvær, J., Magnusson, J., Pedersen, A., Rygg, B. (2008). Vanndirektivet: Utarbeidelse av system for marin klassifisering. Fradriftsrapport høsten 2008. Water Framework Directive; Development of a system for marine classification. Progress report autumn 2008. NIVA rapport 5700-2008. 33 s.
- Naustvoll, LJ, Selvik, JR, Sørensen, K. 2009. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og vannmasseundersøkelser. Fagrapport. NIVA-rapport 5774-2009. 85s.
- Nilsson, HC., Walday, M., Rygg, B., 2009. Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2008. Fagrapport. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l.nr OR-5773-2009. 28 s.
- Nilsson HC, Rosenberg R (1997) Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *Journal of Marine Systems* 11:249-264
- Nilsson HC, Rosenberg R (2006) Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Report No. 5200-2006, Sidor 26
- Norderhaug KM et al 2009. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2008. in press
- Pearson TH, Rosenberg R (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16:229-311
- Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A (2004) Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728-739
- Rygg, B., 1998. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn. Datarapport 1997. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-3826. 51 s.

- Rygg, B., 2001. Bløtbunnfauna i dype områder i ytre Oslofjord. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4419. 29 s.
- Rygg, B., 2002. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn. Datarapport 2001. Norsk institutt for vannforskning(NIVA). Rapport l. nr OR-4535. 24 s.
- Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA rapport 4548-2002. 32 s.
- Rygg, B., 2003. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Bløtbunn. Datarapport 2002.. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4674. 18 s.
- Rygg, B., 2004. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Bløtbunn. Datarapport 2003.. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4819. 18 s.
- Rygg, B., 2005. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Bløtbunn. Datarapport for 2004. NIVA. Rapport l. nr OR-5012. 17 s.
- Rygg, B. 2006. Developing indices for quality-status classification of marine soft-bottom fauna in Norway. NIVA rapport 5208-2006. 33 s.
- Staalstrøm, A., Nilsson, H., Magnusson, J., (2008). Overvåking av utslipp ved Langøya - Innledende undersøkelser vinteren 2007-2008, NIVA-rapport 5630-2008, 32s
- Selvik, J., Tjomsland, T., Eggestad, H.O. (Bioforsk), 2007. Teoretiske tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2006. NIVA-report OR-5512. 66 pp.

## Vedlegg A.

Ti vanligste arter pr. stasjon og år.

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
D1	2001	Heteromastus filiformis	253		D1	2008	Heteromastus filiformis	260
D1	2001	Nemertinea indet	93		D1	2008	Prionospio cirrifera	152
D1	2001	Prionospio cirrifera	71		D1	2008	Spiophanes kroeyeri	101
D1	2001	Nucula sulcata	69		D1	2008	Prionospio fallax	86
D1	2001	Thyasira equalis	59		D1	2008	Chaetozone setosa	69
D1	2001	Diplocirrus glaucus	38		D1	2008	Thyasira equalis	60
D1	2001	Terebellides stroemi	30		D1	2008	Nucula sulcata	54
D1	2001	Prionospio fallax	29		D1	2008	Amphiura chiajei	45
D1	2001	Maldane sarsi	26		D1	2008	Maldane sarsi	31
D1	2001	Chaetozone setosa	24		D1	2008	Levinsenia gracilis	28
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
HO9	1997	Heteromastus filiformis	1056		LA1	2002	Nemertinea indet	122
HO9	1997	Pseudopolydora sp	193		LA1	2002	Prionospio fallax	65
HO9	1997	Paramphinome jeffreysii	130		LA1	2002	Maldane sarsi	51
HO9	1997	Nemertinea indet	65		LA1	2002	Prionospio cirrifera	43
HO9	1997	Proclea graffii	59		LA1	2002	Amphiura filiformis	42
HO9	1997	Chaetozone setosa	42		LA1	2002	Heteromastus filiformis	25
HO9	1997	Thyasira sp	41		LA1	2002	Melinna cristata	25
HO9	1997	Prionospio cirrifera	40		LA1	2002	Levinsenia gracilis	21
HO9	1997	Diastylodes serrata	34		LA1	2002	Rhodine loveni	15
HO9	1997	Paraonis gracilis	31		LA1	2002	Abra nitida	15
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
LA1	2008	Spiophanes kroeyeri	228		LØ1	2004	Prionospio cirrifera	135
LA1	2008	Abra nitida	197		LØ1	2004	Chaetozone setosa	92
LA1	2008	Prionospio dubia	43		LØ1	2004	Heteromastus filiformis	70
LA1	2008	Prionospio fallax	36		LØ1	2004	Prionospio fallax	39
LA1	2008	Maldane sarsi	33		LØ1	2004	Nemertinea indet	36
LA1	2008	Amphiura chiajei	29		LØ1	2004	Nuculoma tenuis	24
LA1	2008	Thyasira equalis	24		LØ1	2004	Eriopisa elongata	24
LA1	2008	Rhodine loveni	24		LØ1	2004	Amphiura chiajei	22
LA1	2008	Onoba vitrea	23		LØ1	2004	Nicomache lumbricalis	21
LA1	2008	Nemertinea indet	21		LØ1	2004	Lumbrineris scopa	21
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
LØ1	2008	Heteromastus filiformis	360		OF1	2001	Thyasira equalis	354
LØ1	2008	Chaetozone setosa	253		OF1	2001	Abra nitida	289
LØ1	2008	Prionospio cirrifera	108		OF1	2001	Tharyx sp	281
LØ1	2008	Pholoe pallida	47		OF1	2001	Nuculoma tenuis	199
LØ1	2008	Lumbrineris sp	45		OF1	2001	Paramphinome jeffreysii	109
LØ1	2008	Thyasira equalis	40		OF1	2001	Thyasira sarsi	64
LØ1	2008	Amphiura chiajei	36		OF1	2001	Paradoneis lyra	39
LØ1	2008	Nemertinea indet	31		OF1	2001	Heteromastus filiformis	32
LØ1	2008	Prionospio dubia	27		OF1	2001	Ophelina cylindricaudata	28
LØ1	2008	Levinsenia gracilis	26		OF1	2001	Myriochele oculata	26

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF1	2002	Thyasira equalis	510		OF1	2003	Thyasira equalis	730
OF1	2002	Tharyx sp	444		OF1	2003	Nuculoma tenuis	289
OF1	2002	Paramphinome jeffreysii	335		OF1	2003	Paramphinome jeffreysii	206
OF1	2002	Nuculoma tenuis	196		OF1	2003	Abra nitida	198
OF1	2002	Abra nitida	186		OF1	2003	Caulleriella sp	169
OF1	2002	Thyasira sarsi	58		OF1	2003	Nemertinea indet	31
OF1	2002	Nemertinea indet	37		OF1	2003	Montacuta ferruginosa	22
OF1	2002	Heteromastus filiformis	29		OF1	2003	Prionospio cirrifera	19
OF1	2002	Ceratocephale loveni	22		OF1	2003	Heteromastus filiformis	16
OF1	2002	Neoleanira tetragona	19		OF1	2003	Ceratocephale loveni	16
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF1	2004	Thyasira equalis	643		OF1	2008	Abra nitida	534
OF1	2004	Nuculoma tenuis	206		OF1	2008	Paramphinome jeffreysii	406
OF1	2004	Paramphinome jeffreysii	101		OF1	2008	Thyasira equalis	398
OF1	2004	Abra nitida	89		OF1	2008	Caulleriella sp	273
OF1	2004	Neoleanira tetragona	32		OF1	2008	Nuculoma tenuis	178
OF1	2004	Chaetozone setosa	24		OF1	2008	Oligochaeta indet	134
OF1	2004	Nemertinea indet	18		OF1	2008	Cirrophorus cf. lyra	51
OF1	2004	Heteromastus filiformis	12		OF1	2008	Cossura longocirrata	24
OF1	2004	Yoldiella lucida	12		OF1	2008	Nemertinea indet	22
OF1	2004	Myriochele oculata	9		OF1	2008	Thyasira sarsi	22
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF2	2001	Tharyx sp	107		OF2	2008	Thyasira equalis	61
OF2	2001	Thyasira sarsi	101		OF2	2008	Paramphinome jeffreysii	54
OF2	2001	Thyasira equalis	62		OF2	2008	Nucula tumidula	26
OF2	2001	Paramphinome jeffreysii	54		OF2	2008	Tharyx/Caulleriella sp	23
OF2	2001	Paradoneis lyra	48		OF2	2008	Ceratocephale loveni	20
OF2	2001	Nucula tumidula	44		OF2	2008	Caulleriella sp	17
OF2	2001	Ceratocephale loveni	35		OF2	2008	Montacuta tenella	12
OF2	2001	Neoleanira tetragona	29		OF2	2008	Abra nitida	12
OF2	2001	Prionospio cirrifera	28		OF2	2008	Amphilepis norvegica	10
OF2	2001	Nemertinea indet	21		OF2	2008	Leanira tetragona	9
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF4	971115	Thyasira sp	76		OF4	2001	Nucula tumidula	138
OF4	971115	Nucula tumidula	42		OF4	2001	Thyasira equalis	86
OF4	971115	Oligochaeta indet	30		OF4	2001	Edwardsia sp	71
OF4	971115	Myriochele oculata	27		OF4	2001	Paramphinome jeffreysii	63
OF4	971115	Paramphinome jeffreysii	27		OF4	2001	Spiophanes kroeyeri	35
OF4	971115	Heteromastus filiformis	19		OF4	2001	Nemertinea indet	33
OF4	971115	Ceratocephale loveni	15		OF4	2001	Thyasira obsoleta	32
OF4	971115	Nemertinea indet	15		OF4	2001	Onchnesoma steenstrupi	31
OF4	971115	Anthozoa indet	13		OF4	2001	Myriochele oculata	27
OF4	971115	Paradoneis lyra	11		OF4	2001	Thyasira ferruginea	26

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL	STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF4	2008	Kelliella miliaris	82	OF5	1997	Thyasira sp	89
OF4	2008	Thyasira equalis	66	OF5	1997	Nuculoma tenuis	47
OF4	2008	Mugga wahrbergi	49	OF5	1997	Nemertinea indet	19
OF4	2008	Ceratocephale loveni	43	OF5	1997	Thyasira cf. sarsi	16
OF4	2008	Nucula tumidula	42	OF5	1997	Thyasira equalis	12
OF4	2008	Nucula nitidosa	35	OF5	1997	Paradoneis lyra	10
OF4	2008	Paramphinome jeffreysii	27	OF5	1997	Heteromastus filiformis	8
OF4	2008	Melythasides laubieri	24	OF5	1997	Ceratocephale loveni	8
OF4	2008	Myriochele oculata	20	OF5	1997	Tomopteris helgolandica	7
OF4	2008	Eriopisa elongata	18	OF5	1997	Caulleriella sp	6
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL	STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF5	2001	Levinsenia gracilis	128	OF5	2002	Thyasira equalis	164
OF5	2001	Thyasira equalis	124	OF5	2002	Nemertinea indet	96
OF5	2001	Nemertinea indet	104	OF5	2002	Paradoneis lyra	61
OF5	2001	Thyasira sarsi	86	OF5	2002	Nuculoma tenuis	47
OF5	2001	Nuculoma tenuis	75	OF5	2002	Levinsenia gracilis	34
OF5	2001	Edwardsia sp	48	OF5	2002	Tharyx sp	34
OF5	2001	Abra nitida	27	OF5	2002	Ceratocephale loveni	21
OF5	2001	Prionospio cirrifera	25	OF5	2002	Neoleanira tetragona	21
OF5	2001	Caulleriella sp	14	OF5	2002	Chaetozone setosa	17
OF5	2001	Paramphinome jeffreysii	13	OF5	2002	Montacuta ferruginosa	17
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL	STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF5	2008	Paraedwardsia arenaria	49	OF6	1997	Heteromastus filiformis	1075
OF5	2008	Mugga wahrbergi	39	OF6	1997	Pseudopolydora sp	445
OF5	2008	Thyasira equalis	32	OF6	1997	Nemertinea indet	118
OF5	2008	Nuculoma tenuis	23	OF6	1997	Abra nitida	80
OF5	2008	Montacuta ferruginosa	20	OF6	1997	Chaetozone setosa	63
OF5	2008	Ceratocephale loveni	16	OF6	1997	Thyasira sp	61
OF5	2008	Nemertinea indet	15	OF6	1997	Paramphinome jeffreysii	46
OF5	2008	Cirrophorus cf. lyra	11	OF6	1997	Spiophanes kroeyeri	43
OF5	2008	Eriopisa elongata	10	OF6	1997	Myriochele oculata	38
OF5	2008	Nucula sulcata	9	OF6	1997	Diastylodes serrata	34
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL	STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF7	1997	Thyasira sp	99	OF7	2001	Thyasira equalis	162
OF7	1997	Heteromastus filiformis	90	OF7	2001	Abra nitida	128
OF7	1997	Prionospio cirrifera	89	OF7	2001	Prionospio cirrifera	58
OF7	1997	Nemertinea indet	64	OF7	2001	Nemertinea indet	44
OF7	1997	Abra nitida	33	OF7	2001	Edwardsia sp	33
OF7	1997	Nucula tumidula	24	OF7	2001	Heteromastus filiformis	31
OF7	1997	Thyasira equalis	17	OF7	2001	Chaetozone setosa	30
OF7	1997	Pseudopolydora sp	15	OF7	2001	Nuculoma tenuis	29
OF7	1997	Chaetozone setosa	13	OF7	2001	Thyasira pygmaea	23
OF7	1997	Caulleriella sp	12	OF7	2001	Thyasira sarsi	22

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
OF7	2008	Thyasira equalis	21		R5	2001	Chaetozone setosa	321
OF7	2008	Paraedwardsia arenaria	20		R5	2001	Thyasira sarsi	183
OF7	2008	Ceratocephale loveni	20		R5	2001	Anobothrus gracilis	113
OF7	2008	Kelliella miliaris	16		R5	2001	Prionospio cirrifera	56
OF7	2008	Eriopisa elongata	13		R5	2001	Polydora sp	44
OF7	2008	Heteromastus filiformis	11		R5	2001	Prionospio fallax	36
OF7	2008	Nucula tumidula	9		R5	2001	Glycera alba	27
OF7	2008	Mugga wahrbergi	9		R5	2001	Ophiodromus flexuosus	13
OF7	2008	Nemertinea indet	9		R5	2001	Euchone incolor	10
OF7	2008	Abra nitida	7		R5	2001	Ampharete lindstroemi	10
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
R5	2002	Thyasira sarsi	300		R5	2003	Pseudopolydora antennata	40
R5	2002	Anobothrus gracilis	144		R5	2003	Corbula gibba	34
R5	2002	Pseudopolydora sp	43		R5	2003	Prionospio sp	16
R5	2002	Thyasira flexuosa	36		R5	2003	Glycera alba	14
R5	2002	Heteromastus filiformis	31		R5	2003	Oligochaeta indet	9
R5	2002	Corbula gibba	21		R5	2003	Nemertinea indet	5
R5	2002	Nemertinea indet	16		R5	2003	Prionospio cirrifera	4
R5	2002	Melinna cristata	10		R5	2003	Ophiuroidea indet	4
R5	2002	Ophiodromus flexuosus	10		R5	2003	Polydora caeca	3
R5	2002	Myriochele oculata	10		R5	2003	Thyasira sarsi	2
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
R5	2004	Chaetozone setosa	281		R5	2008	Amphiura filiformis	435
R5	2004	Thyasira sarsi	274		R5	2008	Chaetozone zetlandica	335
R5	2004	Corbula gibba	49		R5	2008	Thyasira sarsi	89
R5	2004	Scalibregma inflatum	47		R5	2008	Thyasira flexuosa	85
R5	2004	Nereimyra punctata	24		R5	2008	Caulleriella sp	83
R5	2004	Ophiuroidea indet	22		R5	2008	Anobothrus gracilis	77
R5	2004	Polydora sp	20		R5	2008	Sabellides octocirrata	58
R5	2004	Prionospio fallax	13		R5	2008	Pseudopolydora sp	56
R5	2004	Nemertinea indet	10		R5	2008	Scalibregma inflatum	45
R5	2004	Scoloplos armiger	7		R5	2008	Nemertinea indet	23
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
F1	2001	Thyasira equalis	76		F1	2008	Tharyx/Caulleriella sp	56
F1	2001	Tharyx sp	61		F1	2008	Caulleriella sp	54
F1	2001	Paradoneis lyra	39		F1	2008	Thyasira equalis	50
F1	2001	Abra nitida	23		F1	2008	Ceratocephale loveni	40
F1	2001	Nemertinea indet	21		F1	2008	Nucula tumidula	34
F1	2001	Nucula tumidula	21		F1	2008	Heteromastus filiformis	31
F1	2001	Chaetognatha indet	18		F1	2008	Paramphinome jeffreysii	26
F1	2001	Prionospio cirrifera	16		F1	2008	Nucula nitidosa	19
F1	2001	Neoleanira tetragona	15		F1	2008	Cirrophorus cf. lyra	18
F1	2001	Paramphinome jeffreysii	14		F1	2008	Eriopisa elongata	17

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
H1	971115	Tharyx sp	49		H1	2001	Paramphinome jeffreysii	134
H1	971115	Nucula tumidula	44		H1	2001	Tharyx sp	114
H1	971115	Thyasira sp	30		H1	2001	Thyasira equalis	104
H1	971115	Paramphinome jeffreysii	30		H1	2001	Nucula tumidula	83
H1	971115	Abra nitida	25		H1	2001	Ceratocephale loveni	49
H1	971115	Heteromastus filiformis	20		H1	2001	Neoleanira tetragona	30
H1	971115	Ceratocephale loveni	12		H1	2001	Echiuroidea indet	26
H1	971115	Caudofoveata indet	12		H1	2001	Paradoneis lyra	26
H1	971115	Anthozoa indet	10		H1	2001	Golfingia sp	21
H1	971115	Eriopisa elongata	8		H1	2001	Prionospio cirrifera	20
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
H1	2002	Paramphinome jeffreysii	114		H1	2003	Paramphinome jeffreysii	104
H1	2002	Nucula tumidula	95		H1	2003	Nucula tumidula	61
H1	2002	Thyasira equalis	56		H1	2003	Thyasira equalis	53
H1	2002	Ceratocephale loveni	54		H1	2003	Ceratocephale loveni	35
H1	2002	Tharyx sp	25		H1	2003	Tharyx sp	34
H1	2002	Neoleanira tetragona	17		H1	2003	Paraedwardsia arenaria	18
H1	2002	Eriopisa elongata	9		H1	2003	Montacuta ferruginosa	9
H1	2002	Nemertinea indet	6		H1	2003	Terebellides stroemi	9
H1	2002	Golfingia sp	6		H1	2003	Lumbrineris aniara	8
H1	2002	Prionospio cirrifera	5		H1	2003	Neoleanira tetragona	8
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
H1	2004	Thyasira equalis	74		H1	2008	Heteromastus filiformis	50
H1	2004	Mysella tumidula	71		H1	2008	Nucula nitidosa	28
H1	2004	Paramphinome jeffreysii	62		H1	2008	Ceratocephale loveni	27
H1	2004	Ceratocephale loveni	48		H1	2008	Paramphinome jeffreysii	27
H1	2004	Tharyx sp	26		H1	2008	Thyasira equalis	23
H1	2004	Chaetognatha indet	19		H1	2008	Eriopisa elongata	19
H1	2004	Montacuta cf. tenella	16		H1	2008	Caulleriella sp	18
H1	2004	Eriopisa elongata	12		H1	2008	Tharyx/Caulleriella sp	16
H1	2004	Neoleanira tetragona	7		H1	2008	Nucula tumidula	7
H1	2004	Cirratulus cirratus	7		H1	2008	Caudofoveata indet	7
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL		STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
YO02	1988	Thyasira sp	260		YO05	1988	Heteromastus filiformis	633
YO02	1988	Heteromastus filiformis	104		YO05	1988	Abra nitida	322
YO02	1988	Abra nitida	79		YO05	1988	Thyasira sp	141
YO02	1988	Mugga wahrbergi	61		YO05	1988	Paramphinome jeffreysii	109
YO02	1988	Nemertinea indet	55		YO05	1988	Chaetozone setosa	107
YO02	1988	Paramphinome jeffreysii	41		YO05	1988	Melinna cristata	103
YO02	1988	Caulleriella sp	39		YO05	1988	Nemertinea indet	96
YO02	1988	Melinna cristata	28		YO05	1988	Spiophanes kroeyeri	92
YO02	1988	Cossura longocirrata	28		YO05	1988	Maldane sarsi	74
YO02	1988	Eriopisa elongata	25		YO05	1988	Caulleriella sp	69

NIVA 5818-2009

STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL	STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
YO10	1988	Thyasira sp	52	YO18	1988	Heteromastus filiformis	66
YO10	1988	Paramphinome jeffreysii	38	YO18	1988	Paramphinome jeffreysii	46
YO10	1988	Heteromastus filiformis	22	YO18	1988	Tharyx sp	16
YO10	1988	Caulleriella sp	13	YO18	1988	Oligochaeta indet	14
YO10	1988	Eriopisa elongata	11	YO18	1988	Chaetozone setosa	12
YO10	1988	Abra nitida	9	YO18	1988	Abra nitida	11
YO10	1988	Chaetozone setosa	8	YO18	1988	Thyasira sp	11
YO10	1988	Leanira tetragona	6	YO18	1988	Nemertinea indet	9
YO10	1988	Nuculoma tenuis	4	YO18	1988	Cossura longocirrata	8
YO10	1988	Ceratocephale loveni	4	YO18	1988	Eriopisa elongata	6
STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL	STA	ÅR	ARTSNAVN	ANTALL
YO24	1988	Heteromastus filiformis	52	YO26	1988	Thyasira sp	126
YO24	1988	Chaetozone setosa	49	YO26	1988	Heteromastus filiformis	73
YO24	1988	Caulleriella sp	43	YO26	1988	Caulleriella sp	59
YO24	1988	Paramphinome jeffreysii	32	YO26	1988	Tharyx sp	55
YO24	1988	Abra nitida	22	YO26	1988	Paramphinome jeffreysii	44
YO24	1988	Caudofoveata indet	21	YO26	1988	Chaetozone setosa	42
YO24	1988	Anobothrus gracilis	21	YO26	1988	Abra nitida	22
YO24	1988	Microclymene acirrata	17	YO26	1988	Ceratocephale loveni	20
YO24	1988	Ceratocephale loveni	16	YO26	1988	Cossura longocirrata	13
YO24	1988	Spiophanes kroeyeri	14	YO26	1988	Spiophanes kroeyeri	8



## Vedlegg B.

Verdier av tilstandsindeks og tilstandsklassifisering 1988-2008 for stasjonene i ytre Oslofjord<sup>i</sup>

STAS	ÅR	XKOORD	YKOORD	DYP	IND/0.4m2	S/0.4m2	SN	H'	ES100	ISI	AMBI	NQI
D1	2001	10.40487	59.53153	85	1308	96	2.308	4.587	32.447	9.465	2.651	0.736
D1	2008	10.40487	59.53153	83	1696	83	2.160	4.390	29.009	9.352	2.899	0.688
F1	2001	10.5889	59.306351	290	551	56	2.179	4.370	28.365	8.622	2.744	0.703
F1	2008	10.5889	59.306351	290	665	62	2.193	4.369	28.859	9.320	2.468	0.718
H1	1997	10.6183	59.2483	350	301	41	2.132	4.107	24.353	8.810	2.191	0.732
H1	2001	10.609333	59.2453	343	1001	55	2.059	4.008	22.930	9.040	2.411	0.707
H1	2002	10.609333	59.2453	343	591	43	2.013	3.457	19.817	9.021	1.956	0.729
H1	2003	10.609333	59.2453	343	553	44	2.039	3.793	22.328	9.852	2.078	0.725
H1	2004	10.609333	59.2453	343	595	57	2.174	4.200	27.354	9.169	2.505	0.719
H1	2008	10.609333	59.2453	352	379	50	2.098	3.811	21.591	8.617	2.458	0.693
HO9	1997	10.3817	59.5067	121	1975	74	2.124	3.069	20.525	9.453	3.682	0.629
LA1	2002	10.052067	59.019318	105	875	81	2.287	4.764	33.170	8.714	2.562	0.737
LA1	2008	10.052067	59.019318	105	1229	74	2.196	4.017	28.050	8.898	2.665	0.710
LØ1	2004	10.377967	59.485916	67	865	71	2.218	4.334	27.792	9.447	2.871	0.702
LØ1	2008	10.377967	59.485916	68	1673	64	2.055	3.787	24.099	9.043	3.378	0.635
OF1	2001	10.754583	59.040951	452	2176	59	1.984	3.563	18.655	7.930	2.986	0.653
OF1	2002	10.754583	59.040951	452	2612	50	1.879	3.103	14.312	8.879	3.149	0.622
OF1	2003	10.754583	59.040951	452	2457	66	2.021	3.016	15.338	9.976	2.757	0.676
OF1	2004	10.754583	59.040951	452	1627	50	1.941	2.548	13.916	8.852	2.651	0.669
OF1	2008	10.754583	59.040951	452	3008	68	1.916	3.131	15.233	8.392	3.175	0.626
OF2	2001	10.69165	59.186668	356	953	49	2.010	4.274	24.309	8.664	2.746	0.673
OF2	2008	10.69165	59.186668	356	407	35	1.953	3.479	22.280	8.999	2.318	0.679
OF4	1997	10.5917	59.3667	290	405	46	2.136	4.499	29.314	8.598	2.060	0.744
OF4	2001	10.5906	59.35865	305	1095	72	2.185	4.643	30.053	9.541	1.578	0.789
OF4	2008	10.5906	59.35865	305	791	75	2.252	4.464	31.125	9.574	1.370	0.809
OF5	1997	10.4583	59.4867	190	256	24	1.855	3.348	18.988	6.628	1.933	0.699
OF5	2001	10.45825	59.486618	199	955	34	1.806	3.551	17.240	8.403	2.721	0.638
OF5	2002	10.45825	59.486618	199	809	39	1.914	3.679	19.632	8.048	2.847	0.648
OF5	2008	10.45825	59.486618	198	383	35	1.987	3.681	20.707	8.835	1.880	0.715
OF6	1997	10.5867	59.5117	136	2366	79	2.131	3.260	21.463	9.184	3.710	0.629
OF7	1997	10.6383	59.59	212	636	56	2.158	4.392	29.076	8.874	2.500	0.718
OF7	2001	10.6335	59.590866	200	1103	74	2.200	4.537	30.247	9.693	2.456	0.729
OF7	2008	10.6335	59.590866	212	253	38	2.118	3.936	26.870	9.514	1.642	0.745
R5	2001	11.313784	59.111767	34	1209	41	1.882	3.182	17.218	6.346	3.685	0.583
R5	2002	11.313784	59.111767	34	876	35	1.836	2.713	14.259	6.324	3.207	0.608
R5	2003	11.313784	59.111767	34	196	27	1.977	3.322	19.808	6.484	3.990	0.569
R5	2004	11.313784	59.111767	34	1085	47	1.965	2.875	16.214	7.499	3.541	0.609
R5	2008	11.313784	59.111767	33	2036	62	1.951	3.364	19.548	7.198	2.855	0.654
YO02	1988	10.6375	59.5883	216	896	59	2.127	3.995	24.233	8.333	2.561	0.709
YO05	1988	10.59	59.52	136	2511	83	2.147	4.414	28.593	9.209	3.023	0.681
YO10	1988	10.4747	59.4763	190	205	34	2.109	3.793	24.330	8.080	2.588	0.696
YO18	1988	10.5568	59.407	223	245	38	2.134	3.851	24.757	8.024	3.498	0.637
YO24	1988	10.61	59.2535	306	392	44	2.118	4.393	26.842	8.744	3.173	0.661
YO26	1988	10.675	59.2017	355	529	36	1.952	3.695	19.668	8.242	3.111	0.636

---

<sup>i</sup> Før 2001 ble det prøvetatt 0.4 m<sup>2</sup> pr. stasjon; i 2001 og senere 0.3 m<sup>2</sup> pr. stasjon. Individtall og artstall er omregnet til fra 0.3 til 0.4 m<sup>2</sup> for stasjonene i 2001-2008. For de andre parametrene representerer verdiene sammenslåtte grabbprøver pr. stasjon i årene før 2008; gjennomsnitt pr. grabbprøve pr. stasjon i 2008. Forskjellen i beregningsmåte har lite å si for indeksverdiene