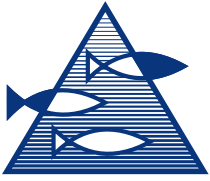


**NIVA**

RAPPORT L.NR. 5971-2010



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET  
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

# Overvåking av Ytre Oslofjord 2009 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 2009 Årsrapport	Løpenr. (for bestilling) 5971-2010	Dato 2010-04-15
	Prosjektnr. Undernr. 27250 10	Sider Pris 58
Forfatter(e) Walday, Mats; Gitmark, Janne; Naustvoll, Lars (HI); Norling, Karl; 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 Klima og forurensningsdirektoratet (Klif)	Oppdragsreferanse Kontrakt j.nr. 596/09
--	--

**Sammendrag**

Overvåkingsprogrammet i Ytre Oslofjord fremskaffer informasjon om miljøtilstanden og tilførsler med fokus på næringsalter. Rapporten omhandler resultatene fra 2009. Jordbruk er den største kilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidrar nesten like mye til tilførslene av fosfor, men befolkningen bidrar med vesentlig mer nitrogen enn industri. Utover relativt lav vintertemperatur i overflatevannet ble det ikke registrert noen unormale temperaturer i forbindelse med overvåkingen i 2009. For næringsalter og oksygen er tilstanden i 2009 generelt God til Meget god ved stasjonene i sentrale Ytre Oslofjord. I Breiangen har det vært en forverring i oksygentilstanden. I Grenlandsfjordene er det oksygenproblemer i bunnvannet i Frierfjorden og Håøyfjorden, men for øvrig relativt god tilstand i vannmassene. Det var redusert miljøtilstand i Ringdalsfjorden, Iddefjorden og Drammenfjorden. Sammenlignet med 2008 er det imidlertid forbedring ved flere av stasjonene, spesielt ved Hvaler. Vårblomstringen av planteplankton var i slutten av februar og begynnelsen av mars, betydelig tidligere enn i 2008, men fortsatt innenfor det normale. Generelt var forholdene i bunnsedimentene Meget gode eller Gode med liten variasjon mellom årene. Større problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden. Fjærestasjonene viste liten grad av næringsaltpåvirkning, men i Larviksfjorden og Ytre Drammensfjorden var det indikasjoner på forhøyede mengder av næringsalter i vannmassene.

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

  
Mats Walday  
Prosjektleder

  
Rainer G. Lichtentaler  
Seniorforsker

# **Overvåking av Ytre Oslofjord 2009**

Årsrapport

# Forord

NIVA og Havforskningsinstituttet (HI) gjennomfører, på oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord og Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif), 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 2009.

John Rune Selvik (NIVA) er ansvarlig for tilførselsberegningene. Lars J. Naustvoll (Havforskningsinstituttet) er ansvarlig for undersøkelsene av vannmassene.

Kai Sørensen (NIVA) er ansvarlig for Ferrybox-undersøkelsene. Ansvarlig for undersøkelsene av bløtbunn er Karl Norling (NIVA), mens Mats Walday (NIVA) er ansvarlig for undersøkelsene av hardbunn.

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

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

Oslo, 15. april 2010

*Mats Walday*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Tilførsler til Ytre Oslofjord</b>	<b>10</b>
2.1 Tilførsler av næringssalter til Ytre Oslofjord – norske kilder	10
<b>3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord</b>	<b>18</b>
3.1 Toktfrekvens og stasjoner i 2009	18
3.2 Innsamlinger	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
3.3.5 Siktdyp	33
3.3.6 Oppsummering av vannmasseparametre	34
<b>4. Overvåking av bløtbunnsamfunn i Ytre Oslofjord</b>	<b>37</b>
4.1 Prøvetaking	37
4.2 Metode	39
4.3 Resultater	40
4.3.1 Sentrale deler av Ytre Oslofjord	42
4.3.2 Vestlig del av Ytre Oslofjord	44
4.3.3 Østlig del av Ytre Oslofjord	45
4.4 Undersøkelser rundt Glommas munningsområde (Borregaard)	47
4.5 Undersøkelser ved Langøya (NOAH)	48
<b>5. Overvåking av strandsonesamfunn</b>	<b>49</b>
5.1 Metode	49
5.2 Resultater	50
<b>6. Sammenfattende vurdering</b>	<b>56</b>
<b>7. Referanser</b>	<b>57</b>
<b>Vedlegg A.</b>	<b>58</b>

---

## Sammen drag

Overvåkingsprogrammet 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 2009.

Tilførselsberegninger gjøres for det året som kommer før undersøkelsene. Året 2008 var våtere med mer nedbør enn langtidsnormalen (1961-1991), spesielt for mai måned. Avrenningen var fra 19% til 33% høyere enn normalen for de store elvene rundt Ytre Oslofjord. På landsbasis var nedbør-totalen ganske nær normalen. Mht. tilførsler av nitrogen viser Skienselva en nedadgående tendens, mens de øvrige elvene ikke synes å ha en tydelig trend. Det er en svakt økende tendens i transport av total fosfor for Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva, men dette er ikke analysert nærmere.

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. I vassdragsområdet på Hurumlandet er industri en betydelig fosforkilde. Akvakultur er en marginal aktivitet, og derfor en marginal kilde for næringssalttilførsler til dette området.

Året 2009 hadde lavere vintertemperatur i overflatevannet enn 2007 og 2008, mens den varmeste perioden var i begynnelsen av juli med temperaturer over 20 °C i Ytre Oslofjord i noen dager. Det var en episode med oppstrømming av kaldere vann i slutten av mai. Utover dette ble det ikke registrert noen unormale høye eller lave verdier i forbindelse med overvåkingen i 2009. Fra mars til juli 2009 var det en økning i mengden atlantisk vann ved Torbjørnshjør, med atlantiske vannmasser opp mot 80 m dyp.

Sammenlignet med perioden januar til februar 2008 ble det i 2009 generelt registrert lavere nitrogenkonsentrasjoner ved de sentrale stasjonene. For næringssalter er tilstanden generelt God til Meget god ved alle stasjonene i sentrale Ytre Oslofjord. I sentrale Oslofjorden er oksygenforholdene i bunnvannet stort sett Meget gode. Forholdene er omtrent som i 2008, med unntak av Breiangen hvor det har vært en forverring i oksygentilstanden.

I Grenlandsfjordene er det problemer med oksygen i bunnvannet i Frierfjorden og Håøyfjorden (Meget dårlig tilstand) mens Langesundfjorden har God tilstand. Det har vært en endring fra Meget god til God tilstand i Langesundfjorden siden 2008, mens Håøyfjorden var uendret, men dårligere enn i 2007. For Frierfjorden, Håøyfjorden og Langesundfjorden var miljøforholdene i de øvre vannlag generelt gode (fra Meget god til God), men i Frierfjorden kommer nitrogen for sommerperioden ut i klasse Mindre god i 2009, en klasse dårligere enn i 2008.

I randsonen var det betydelig variasjon i tilstanden - spesielt er det stasjonene i Ringdalsfjorden, Iddefjorden og Drammenfjorden som hadde redusert tilstand. De samme stasjonene hadde Meget dårlige eller Dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Sammenlignet med 2008 er det imidlertid forbedring i miljøtilstand ved flere av stasjonene, spesielt i Hvaler-regionen, og spesielt for nitrogenforbindelser.

I 2009 fant vår oppblomstringen av planteplankton sted fra slutten av februar til første del av mars. Dette er betydelig tidligere enn observert i 2008, men fortsatt innenfor det normale. Oppblomstringen i Ytre Oslofjord var som normalt dominert av *Skeletonema costatum* både i de sentrale delene og i randsonen. Basert på klorofyll-a havner de sentrale stasjonene i tilstandsklasse Meget god i 2009, mens de fleste var i klassen God i 2008. For Grenland var det omtrent som i 2008, med unntak av

Håøyfjorden som viste bedre tilstand i 2009. Randsonen varierer meget og faller i klassene fra Meget god til Meget dårlig.

Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden Meget gode eller Gode og det er liten variasjon mellom årene 2007 til 2009 på de fleste stasjoner. Større problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden. Tre stasjoner, Svelvik, Håøyfj. og Hankøundet, har vist negativ endring siden 2007, mens stasjonen i Tønsberg havn har endret seg positivt. I tillegg til stasjonene i det ordinære overvåkingsprogrammet beskriver rapporten også resultater fra SPI-undersøkelser i Hvalerområdet for Borregaard AS og rundt Langøya for NOAH AS.

For de fleste fjærestasjoner viste resultatene liten grad av næringssaltpåvirkning. Stasjonen i Larviksfjorden og Ytre Drammensfjorden skilte seg ut med en relativt stor andel av grønnalgearter i forhold til brun- og rødalger og dette indikerer forhøyede mengder av næringssalter i vannmassene. Ferskvannspåvirkning kan også favorisere grønnalger og Larviksfjorden og Drammensfjorden har en stor grad av ferskvannstilførsel. Mulig næringssaltpåvirkning i de samme områder ble også bemerket etter 2007-undersøkelsene.

## 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 2009.

The estimation of discharges to the fjord is based on data from the year previous to the monitoring of the fjord. Precipitation in 2008 was higher than the long term average (1961-1991), especially in May. 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 contributes about the same P loads, while the discharge of N from WWTP is far greater than N from industry.

The environmental conditions at the stations in the central area of outer Oslofjord were mainly good in 2009, 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, , The Drammensfjord, Ringdalsfjord and the Iddefjord had reduced oxygen levels in bottom waters. In the Hvaler estuary, conditions had improved since 2008. The phytoplankton spring-bloom occurred in February-March, earlier than in 2008, but inside the normal period.

Soft bottom areas in the open areas of the outer Oslofjord were classified as having good or very good conditions, while conditions were poor in the soft bottom areas in the deeper parts of the Frierfjord, Drammensfjord, Horten Harbour, near the town of Tønsberg and the Iddefjord. Similar conditions were observed in 2007 and 2008.

The conditions in the littoral zone were generally good, but with signs of impact from nutrients in the Larviksfjord and Outer Drammensfjord.

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 2009

Year: 2010

Author: Walday, Mats; Gitmark, Janne; Naustvoll, Lars (IMR); Norling, Karl; Selvik, John Rune; Sørensen, Kai

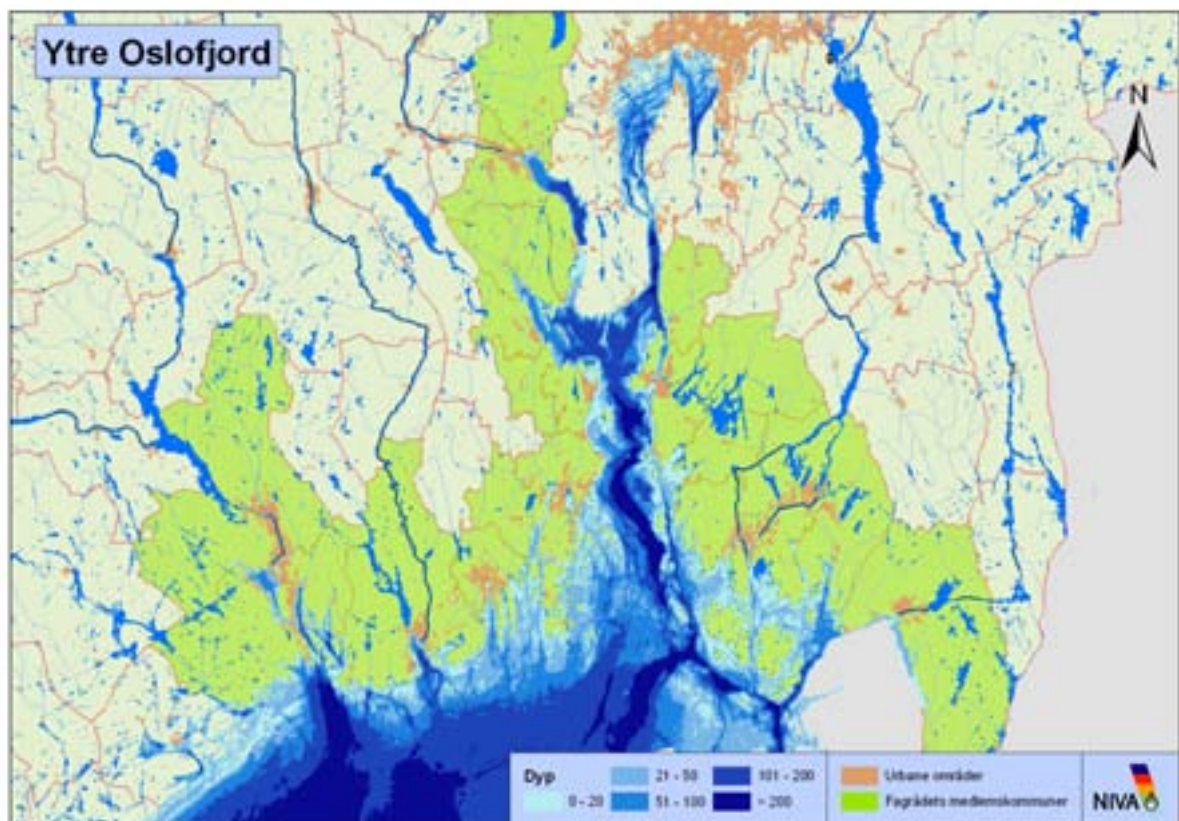
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5706-9



# 1. Innledning

Programmet for overvåking av Ytre Oslofjord (YO) dekker fagområdene marinbiologi og -kjemi 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). Overvåking 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 2009-rapporten for Kystovervåkingsprogrammet (Norderhaug et al. 2010)

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.

Det programmet som har vært gjennomført hvert år etter 2005 bygger i stor grad på programmet for den første perioden fra 2001 til 2005 (DNV 2006), men det er innført ny metodikk for sanntidsmåling i

vannmasser (FerryBox), fotografisk undersøkelse av sedimenter (SPI) samt presentasjon av resultater via web (AquaMonitor).

## 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 og i tillegg bakgrunnsavrenning ("natur og annet"). 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 nedbørsmengde 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 supplere med TEOTIL-beregninger.

De kilde-data som presenteres her kommer fra 2008. Kildedata rapporteres inn til de statlige etater fra industri, kommuner og anleggseiere det påfølgende år. Deretter bearbeides dette for bruk i bl.a. SSB-statistikk og TEOTIL. Rapportene fra dette blir først ferdigstilt i annet halvår i det påfølgende år. Data for 2009 blir således ikke klar før på høsten 2010.

Avløpsdata hentes fra KOSTRA-systemet og er gjenstand for kvalitetssikring fra SSB. Industridata hentes fra industriens egenrapportering til Klif (tidl. 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<sup>1</sup> 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 001-004 og 010-017 .

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

---

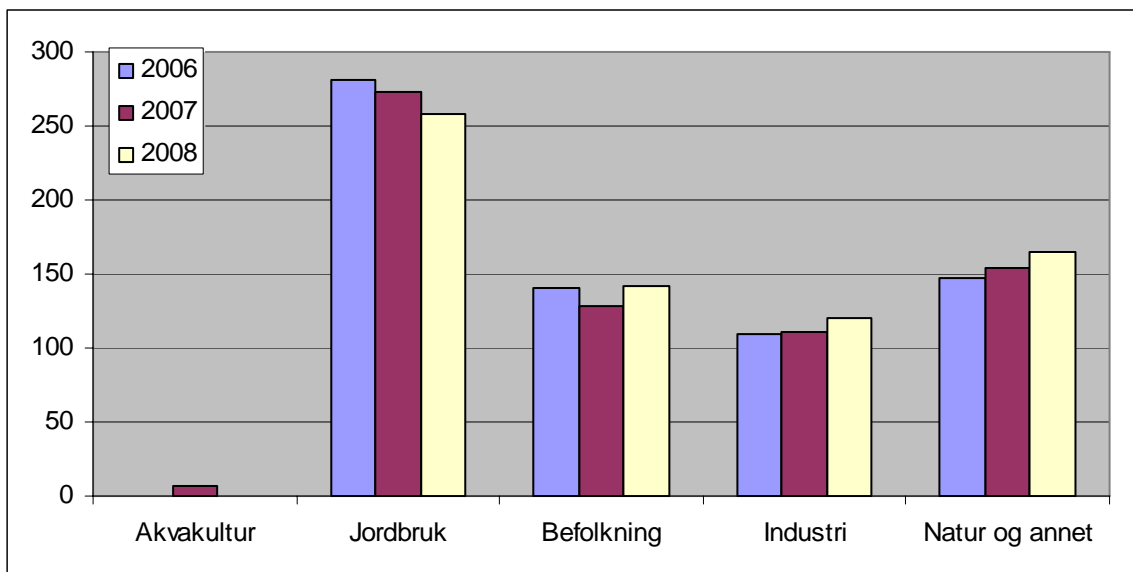
<sup>1</sup> JOVA er et nasjonalt overvåkingsprogram for jordbruksdominerte nedbørfelt. Formålet med JOVA-programmet er å dokumentere miljøeffekter av landbruksdrift gjennom innsamling og bearbeiding av data fra overvåkingsfelt og andre relevante kilder. Gjennom JOVA-programmet overvåkes nedbørfelt som representerer de viktigste jordbruksområdene i landet med hensyn til klima, jordsmonn og driftspraksis. Programmet omfatter lange tidsserier med kontinuerlig overvåking av næringstoffavrenning fra jordbruksdominerte nedbørfelt.

nitrogenkilde enn industri. Akvakultur er en marginal aktivitet, og derfor en marginal kilde for næringssalttilførsler til dette området.

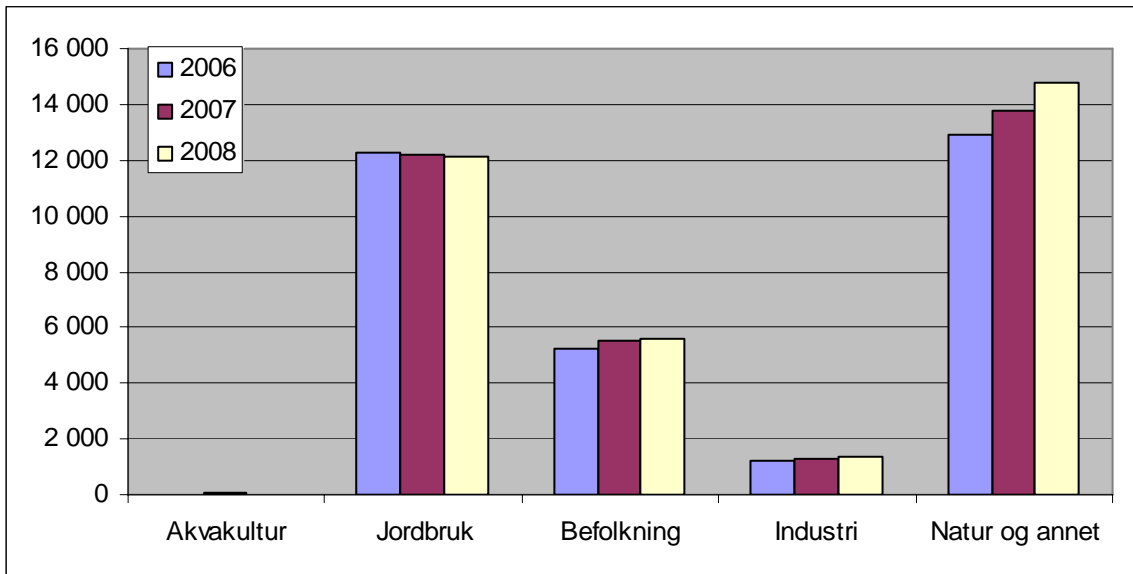
Kildedata for både industri og avløpsanlegg viser mellomårlige forskjeller som ikke nødvendigvis skyldes endringer i tilførsler (se for eksempel Selvik et al. 2007). I dette ligger usikkerhet knyttet til hvordan årlige tilførsler måles/beregnes samt om det rapporteres hvert år. Dersom det mangler innrapportering for et år benyttes fjorårets verdier med mindre det foreligger opplysninger om at bedriften har opphørt eller dramatisk lagt om produksjonen. Det er verdt å merke seg at vassdragsområdet på Hurumlandet er industri en betydelig fosforkilde (se Figur 4)

Den naturlige avrenning ("natur og annet") er her betraktet som en kilde og omfatter tapet av næringssalter til vann fra alle arealer og omfatter også en antatt naturlig avrenning fra jordbruksarealene dersom det ikke hadde vært jordbruksaktivitet på disse. De store vassdragsområdene som Glomma, Drammen og Numedal har nødvendigvis størst andel av naturlig avrenning pga. de store arealene oppstrøms.

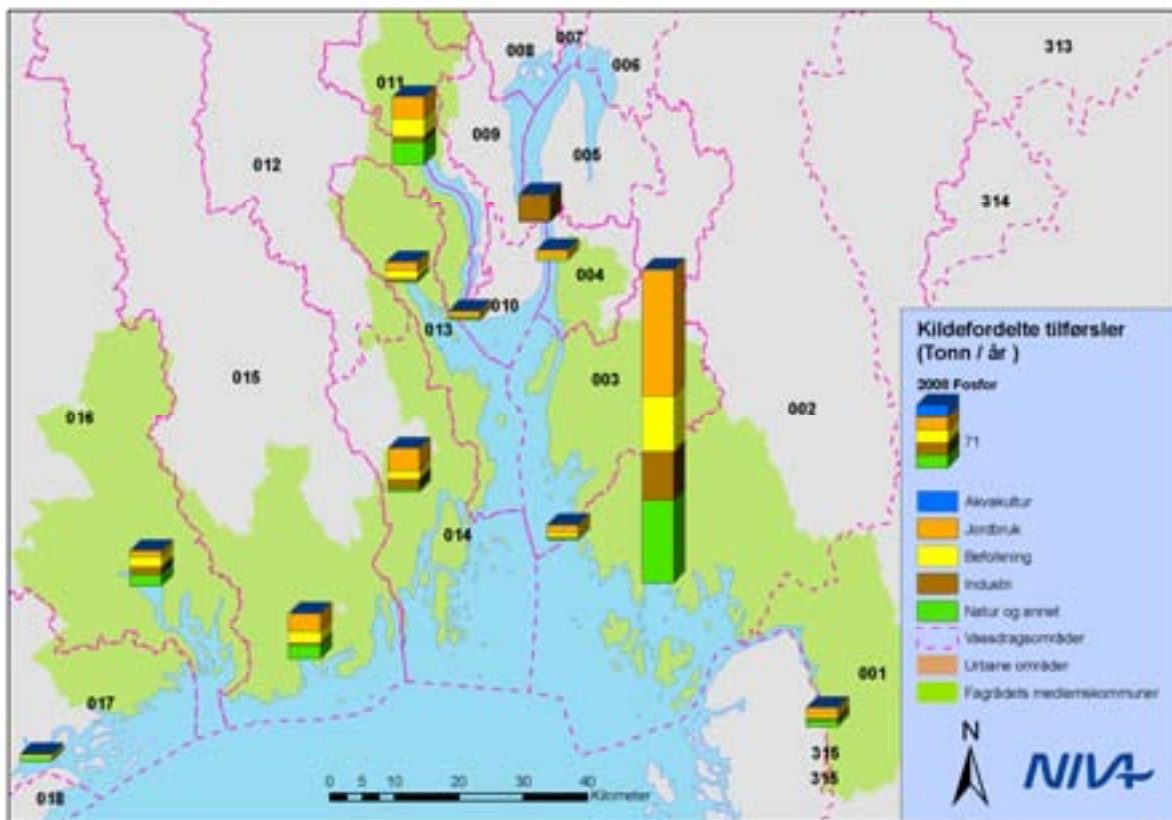
Tilførslene fra indre Oslofjord til Ytre Oslofjord er ikke tatt med. Langtransporterte næringssalter med havstrømmene er ikke tatt med. I løpet av 2009 har historiske data fra de ulike kildene blitt revidert som del av en stor gjennomgang av det nasjonale elvetilførselsprogrammet (RID). Denne gjennomgangen ble gjort for å ha enhetlig håndtering av overvåkingsdata og kildedata fra alle år. Dette har imidlertid medført at tilførselsdata som tidligere er rapportert nå er blitt noe endret.



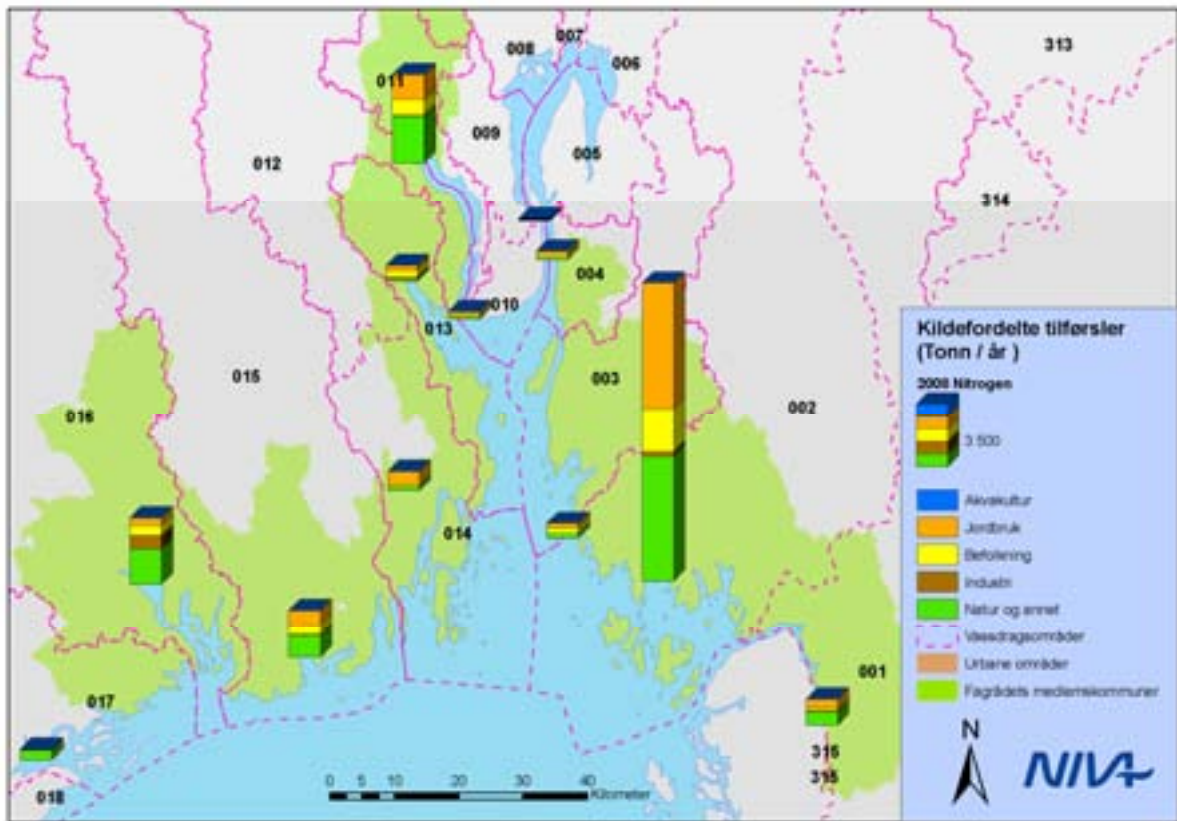
**Figur 2.** Teoretisk beregnede tilførsler av fosfor (P) til Ytre Oslofjord (tonn/år) i 2006-2008 fordelt på ulike kilder.



**Figur 3.** Teoretisk beregnede tilførsler av nitrogen (N) til Ytre Oslofjord (tonn/år) i 2006-2008 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 som del av det statlige programmet for elvetilførsler – RID (Kaste et al. 2009). 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 årlige 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 2008 var våtere med mer nedbør enn langtidsnormalen (1961-1991), spesielt for mai måned. Avrenningen var fra 19% til 33% høyere enn normalen for de store elvene rundt Ytre Oslofjord. På landsbasis var nedbør-totalen ganske nær normalen.

Mht. tilførsler av nitrogen viser Skienselva en nedadgående tendens, mens de øvrige elvene ikke synes å ha en tydelig trend. (Figur 7).

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. For Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva er det tydelig hvordan den store nedbørmengden førte til stor fosfortransport i 2007 (Figur 8), men det må bemerkes at også løst fosfat viste meget kraftig økning

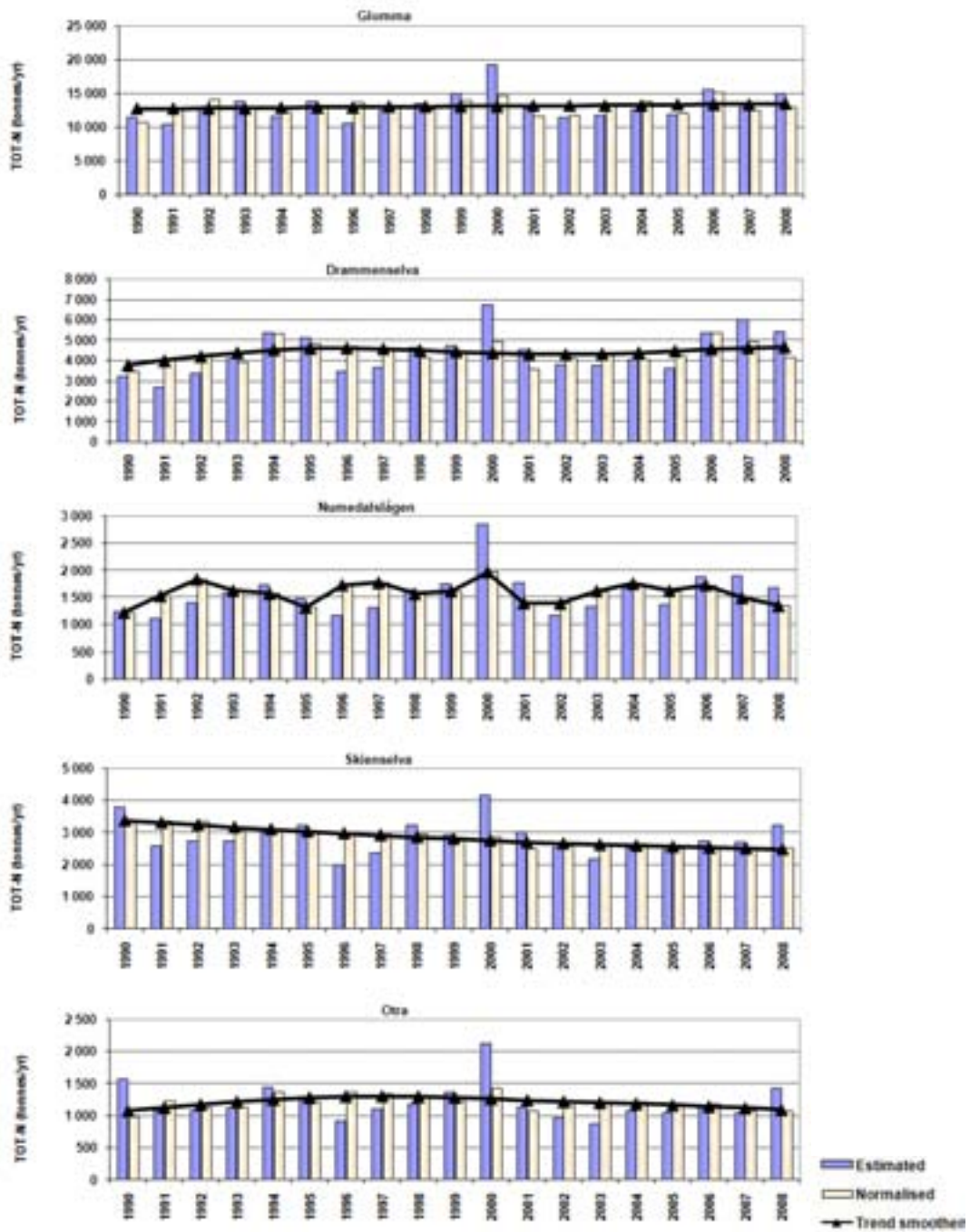
disse to elvene i 2007. Trendlinjen indikerer en svakt økende tendens for disse elvene, men dette er ikke analysert nærmere.



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

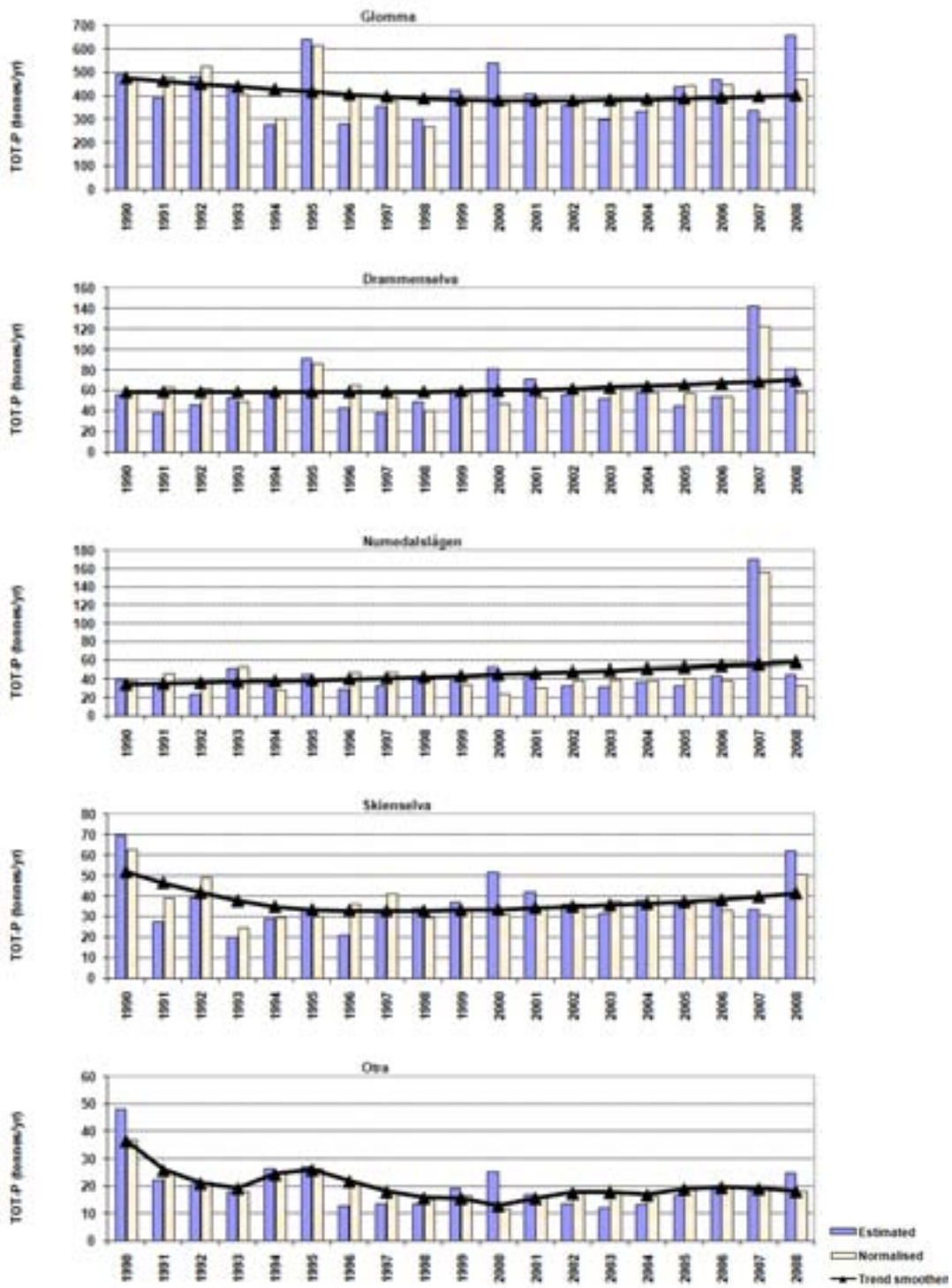
Glomma hadde stor transport i 2008, men for Drammenselva og Numedalslågen var transporten mer normal. I 2007 var imidlertid transporten spesielt stor både i Drammenselva og Numedalslågen, spesielt høy (Se Figur 9). Det er kun for Drammenselva at det er vist en trendlinje for suspendert partikulært materiale, men denne indikerer ingen endring.

Langtransporterte tilførsler av næringssalter til Norge fra sydlige deler av Nordsjøen er redusert i perioden 2000-2007 (Norderhaug et al. 2010) og dette er nærmere omtalt i kapittel 3.3.2.

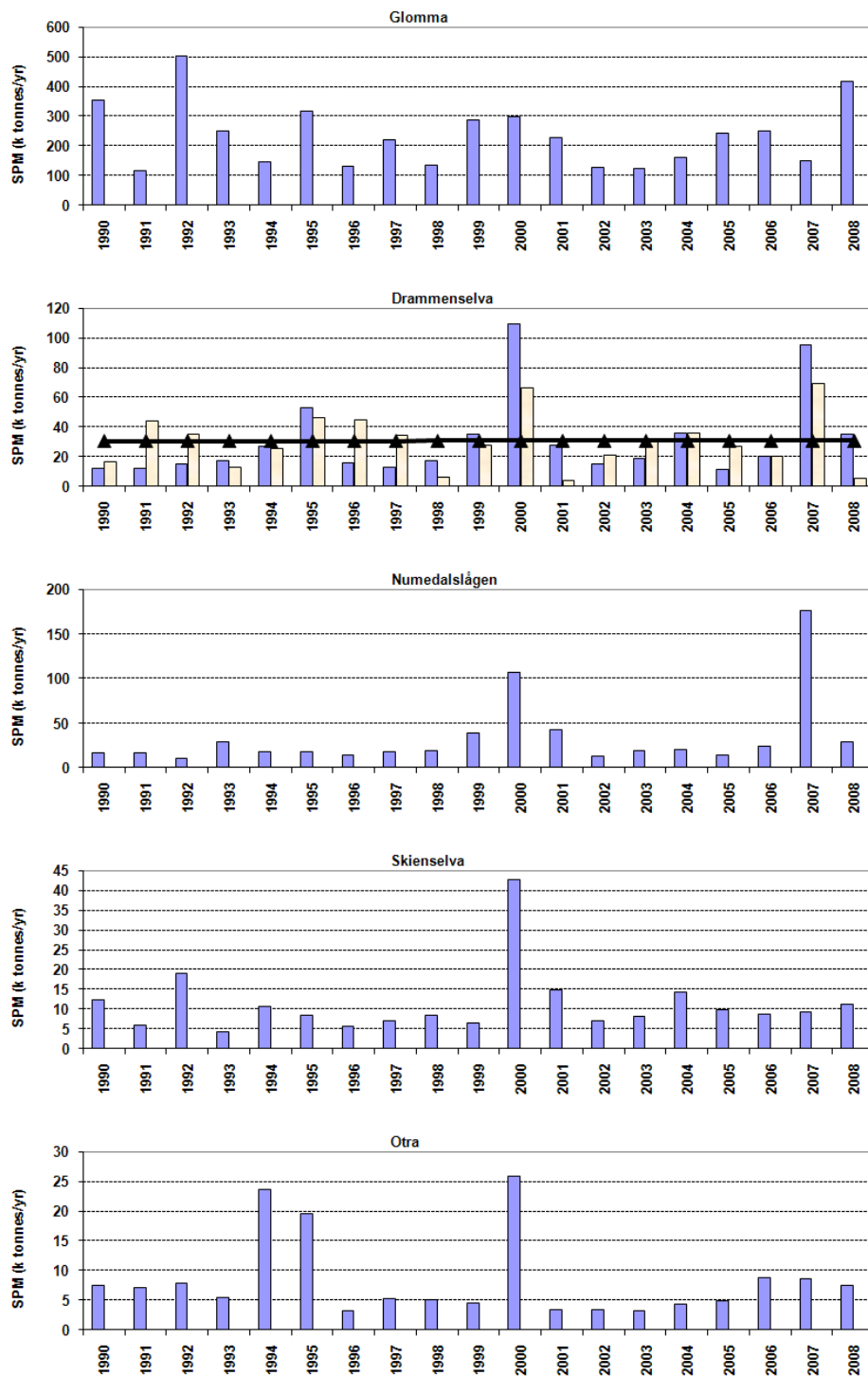


**Figur 7.** Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av total-nitrogen for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2008 (Kaste et al. 2009). Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.





**Figur 8.** Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av total-fosfor for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2008 (Kaste et al. 2009). Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.



**Figur 9.** Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av suspendert partikulært materiale (SPM) for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2008 (Kaste et al. 2009). Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.

### 3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord

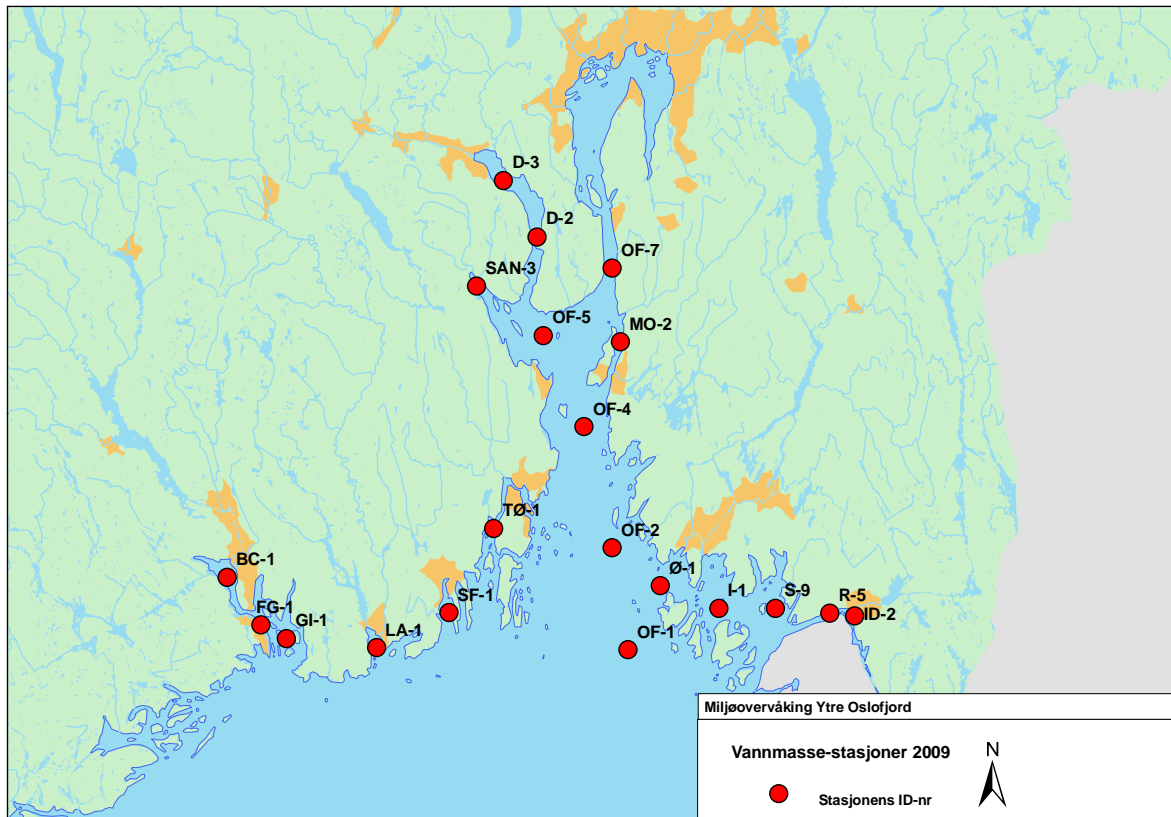
#### 3.1 Toktfrekvens og stasjoner i 2009

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 2009.

**Tabell 1.** Oversikt over stasjoner som ble undersøkt i 2009. Dyp angir største prøvetakingsdyp (m)

Stasjoner sentralt	Dyp	Kommentar
OF 1 Torbjørnskjær	440	Ligger i de ytre områdene og gjenspeiler forholdene i Hvalerbassenget
OF 2 Rauøybassenget	350	Smaleste utløp til Skagerrak og inkluderer forholdene i Rauerbassenget
OF 4 Bastø	280	Skillet mellom de ytre og indre del av Ytre Oslofjord, dekker nordlige deler av Rauerbassenget samt et lokalt terskelbasseng (terskel ca 200m)
OF 5 Breiangen	190	Influensområdet for blant annet Drammensfjorden, overvåker terskelbassenget i Breiangen
OF 7 Filtvet	200	Influensområdet for indre Oslofjord, inkluderer overvåking av terskelbassenget i Drøbaksundet
Frierfjorden (BC-1)	90	Influensområdet for Skienvassdraget, skal gi en gradient ut fjordsystemet, med ulik belastningsgrad
Langesund (FG-1)	100	
Håøyfjorden (GI-1)	200	

Stasjoner randsonen	Dyp	Kommentar
Leira (Ø-1)	49	Influensområde for Glomma (Vesterelva)
Ramsø (I-1)	54	Influensområde for Glomma, redusert tilstand
Haslau (S-9)	94	Influensområde for Glomma, redusert tilstand
Ringdalsfjorden (R-5)	36	Influensområdet til Iddefjordsystemet, redusert tilstand
Midtre Iddefjorden (ID-2)	34	Påvirkning fra industrien, Haldensvassdraget
Larviksfjorden (LA-1)	100	Dekker delvis influensområdet til Numedalslågen,
Sandefjord (SF-1)	60	Inngått i tidligere overvåking
Vestfjorden (TØ-1)	40	Dekker influensområdet til Aulielva
Sandebukta (SAN-3)	40	Påvirkning fra industrien
Mossesundet (MO-2)	95	Påvirkning fra industrien og Mosseelva
Midtre Drammensfj. (D-2)/ Indre Dramenfj. (D-3)	115/ 90	Influensområdet til Drammenselva/Lierelva, de to stasjonene gir en gradient ut fjorden



Figur 10. Stasjoner for prøvetaking i vannmassene i Ytre Oslofjord i 2009.

### 3.2 Innsamlinger

I Tabell 2 og Tabell 3 er datoene for innsamling i Ytre Oslofjord angitt. Stasjonene i Grenland (BC-1, FG-1, GI-1) dekkes innen et internt overvåkingsprogram i regionen i regi av Havforskningsinstituttet og innen Klif-prosjektet "Miljøovervåking av sukkertare". I 2009 ble stasjonene i Grenland undersøkt 20 jan, 2 feb, 11 mar, 5. mai, 27 jun, 15 aug, 24 sep og 25 nov. For stasjonene i Håøyfjorden (GI-1) og Langesund (FG-1) var det månedlig målefrekvens fra juni 2009 i forbindelse med prosjektet "Miljøovervåking av Sukkertare".

Tabell 2. Datoer for dekning av stasjoner i sentrale Ytre Oslofjord i 2009.

Sentrale vannmasser	FF G.M. Dannevig				Ferrybox				
OF 1	11 mar	1 mai	28 jun	30 nov	8,22 jan	3,13 feb	13 jul	6aug	8 des
OF 2	11 mar	1 mai	28 jun	30 nov	8,22 jan	3,13 feb	13 jul	6aug	8 des
OF 4	11 mar	1 mai	28 jun	30 nov	8,22 jan	3,13 feb	13 jul	6aug	8 des
OF 5	11 mar	1 mai	28 jun	30 nov					
OF 7	11 mar	1 mai	28 jun	30 nov	8,22 jan	3,13 feb	13 jul	6aug	8 des

**Tabell 3.** Datoer for dekning av stasjoner i randsonen i 2009.

Randsonen	FF G.M. Dannevig						MS Falk- ungen
Drammenfjorden (D-3)	22 jan	(3 feb*)	4 mai	29 jun	16 aug	2 des	
Drammensfjorden (D-2)	22 jan	(3 feb*)	4 mai	29 jun	16 aug	2 des	
Larviksfjorden (LA-1)	21 jan	2 feb	5 mai	27 jun	15 aug	29 nov	
Sandefjord (SF-1)	21 jan	2 feb	5 mai	27 jun	15 aug	29 nov	
Vestfjord (TØ-1)	21 jan	2 feb	5 mai	27 jun	15 aug	29 nov	
Sandebukta (SAN-3)	22 jan	3 feb	4 mai	29 jun	16 aug	2 des	
Kippenes (MO-2)	22 jan	3 feb	2 mai	29 jun	16 aug	30 nov	
Leira (Ø-1)	22 jan	4 feb	2 mai	28 jun	17 aug	30 nov	29 jul
Ramsø (I-1)	23 jan	4 feb	2 mai	28 jun	17 aug	30 nov	29 jul
Ringdalsfjorden (RA-5)	23 jan	4 feb	2 mai	28 jun	17 aug	30 nov	29 jul
Haslau (S-9)	23 jan	4 feb	2 mai	28 jun	17 aug	30 nov	29 jul
Kjellvik (ID-2)	23 jan	(4 feb*)	2 mai	28 jun	17 aug	30 nov	29 jul

(\*) i februar var det problem med is i Drammensfjorden og Iddefjorden og prøvetakning kunne ikke gjennomføres.

### 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 2009:

- 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.

Videre beskrivelse av metodikken er gitt i Naustvoll et al. (2009).

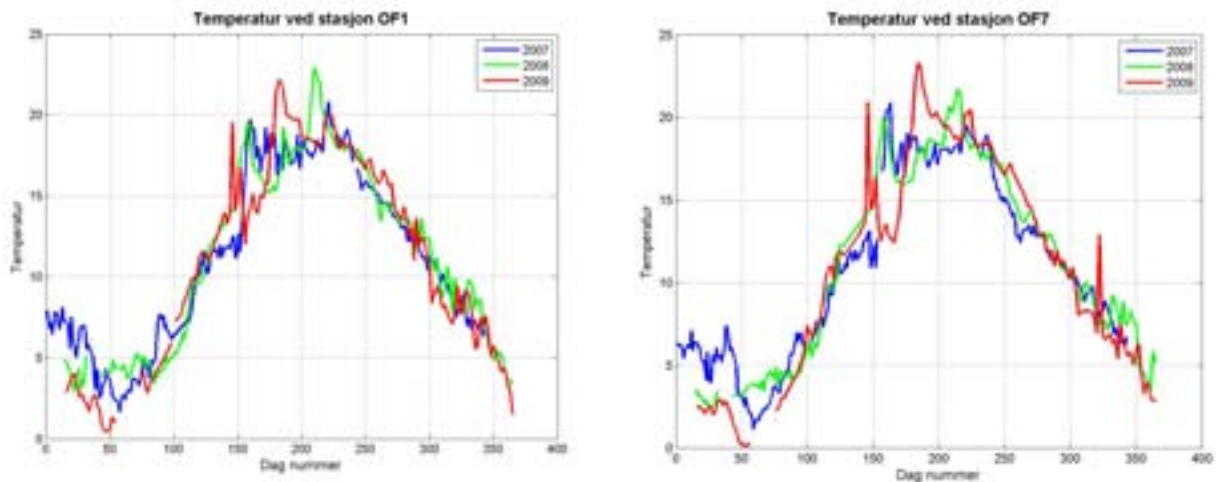
## 3.3 Resultater

Samtlige resultater fra vannmasseundersøkelsene er gjengitt i fagrapporten (Naustvoll et al. 2010). I slutten av dette kapittelet gir Tabell 4 og Tabell 5 en oppsummering av miljøtilstanden med tilstandsklassifisering av de undersøkte vannmasseparametrene.

Glomma har stor påvirkning på Ytre Oslofjord. De totale tilførslene av nitrogen og fosfor for hele året gikk noe ned i 2009 sammenlignet med året før, men på grunn av flom tidlig på året kan tilførslene ha vært var høye i perioden før hard- og bløtbunnsundersøkelsene ble gjennomført (Norderhaug et al. 2010).

### 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 juli/august. I de åpne delene av Skagerrak er det senere år registrert en økning i vintertemperaturen i overflaten. Året 2009 hadde imidlertid lavere vintertemperatur enn 2007 og 2008, mens den varmeste perioden var i begynnelsen av juli med temperaturer i overflatevannet over 20 °C i Ytre Oslofjord i noen dager (se Figur 11). Det var en episode med oppstrømming ('upwelling') av kaldere vann i slutten av mai (rundt dag 150). Utover dette ble det ikke registrert noe unormale høye eller lave verdier i forbindelse med overvåkingen i 2009.



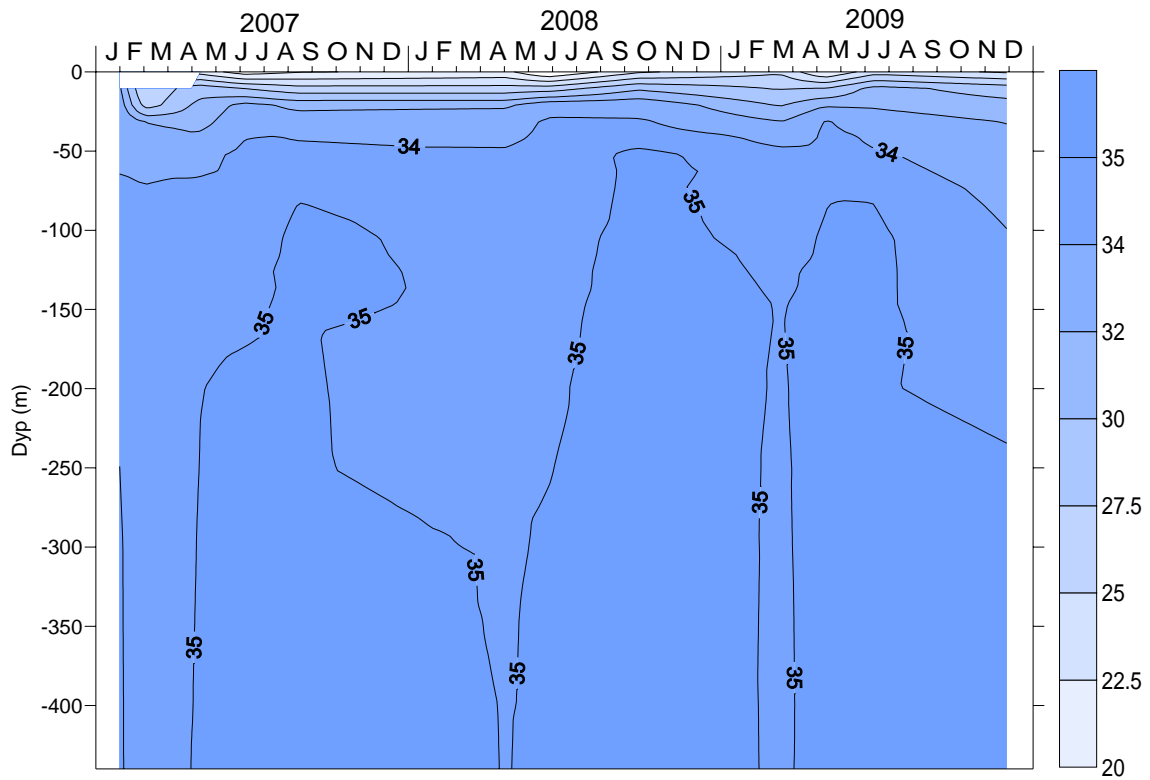
**Figur 11.** Temperatur ved ca. 4m dyp på stasjon OF-1 og OF-7 målt med FerryBox 2007-2009.

Vannets saltholdighet vil variere betydelig gjennom året og med dypet (cf. Figur 12 og Figur 13). I overflaten vil vannets saltholdighet stort sett styres av tilførsel fra land, mens det i dypere liggende 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 i brakkvann (<22), Skagerrak kystvann (22-32), Skagerrakvann (32-35) og Atlantiske vannmasser (>35).

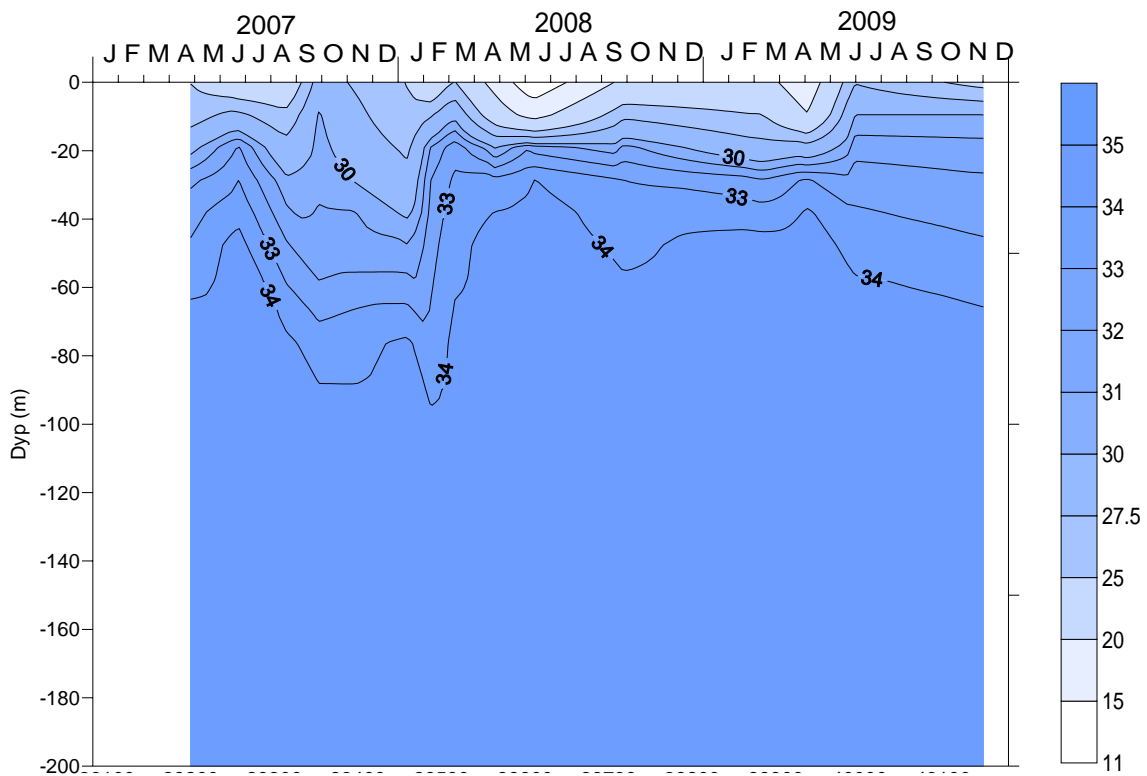
På vinteren vil hele vannsøylen være mer eller mindre gjennomblandet og tilførsel av ferskvann fra land er lav. I løpet av våren øker tilførselen på grunn av snøsmelting, først fra lavlandet og siden fra høyere liggende områder. Tilførsel fører til lagdeling av vannsøylen, med ferskere vannmasser i de 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 utover 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 og dette vil redusere saltholdigheten i overflaten. Endringer i dypet, eller intermediære vannmasser, vil variere fra lokalitet til lokalitet. De ytre dypbassengene vil ha mer regelmessige utskiftninger av vann, mens det er mer uregelmessig og lavere frekvens lengre inn i fjorden og i sidefjordene.

Endringer i overflaten er vanskelig å sammenligne mellom årene, da det er stor variasjon innen et år og mellom årene. En sammenligning av OF-stasjonene i 2008 og 2009 viser at saltholdigheten i 2009 svingte rundt 25 uten noen kraftige langvarige perioder med redusert saltholdighet på de ytre OF-stasjonene. Ved OF-4 og -7 ble det registrert kraftige fall i mai/juni og august/september med saltholdighet ned i 15. I 2008 ble det derimot registrert et større fall i saltholdigheten i mai/juni ved alle OF-stasjonene.

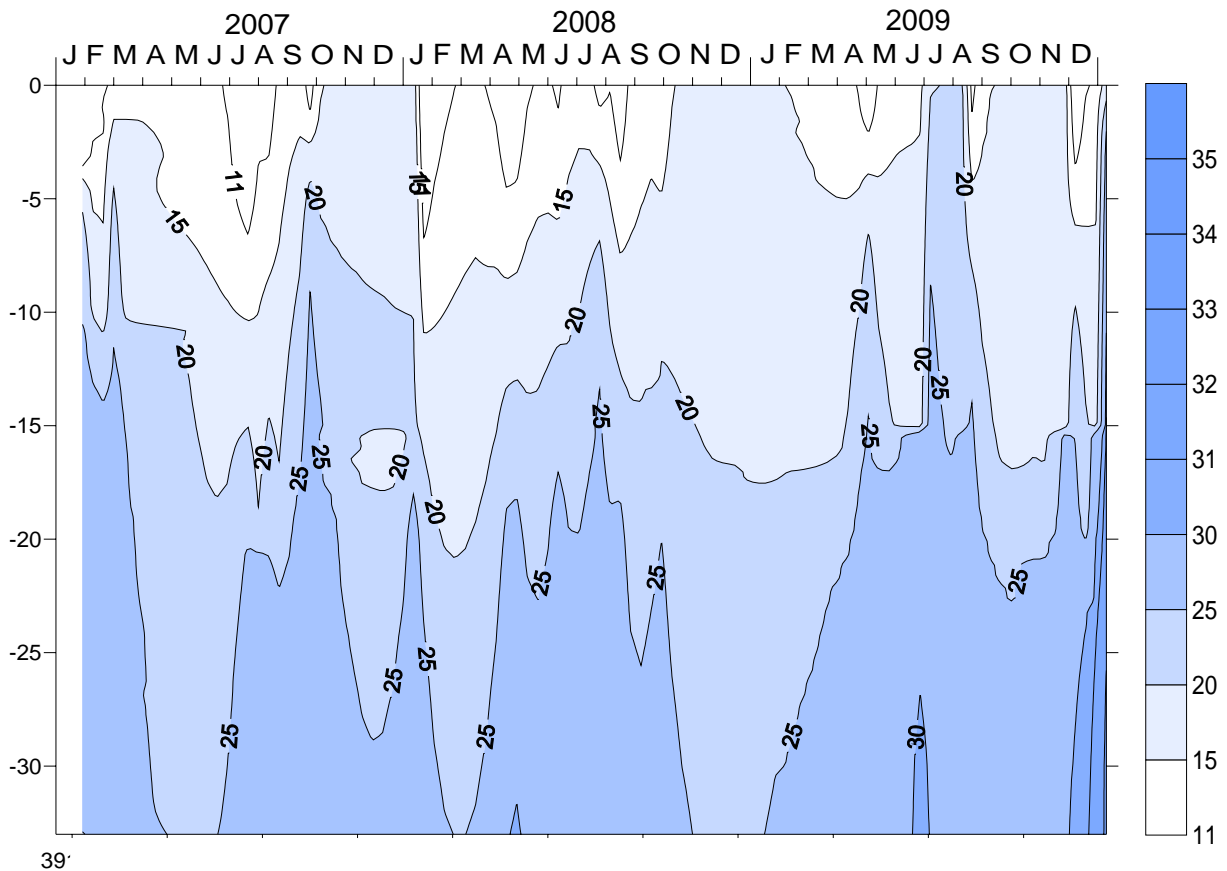
Dypvannet viser større grad av stabilitet i saltholdigheten. På slutten av 2008 var det registrert en økning i saltholdigheten i dypet ved OF-1 (Figur 12) og delvis OF-2. Ved OF-1 vedvarte den høye saltholdigheten inn i 2009 (atlantiske vannmasser) i dypet. I løpet av mars og utover til juli 2009 var det en økning i mengden atlantisk vann ved OF-1, med atlantiske vannmasser opp mot 80 m dyp. Ved OF-2 ble ikke en tilsvarende innstrømming av atlantisk vann registrert før mot slutten av året (november) i dypvannet. Innover i fjorden OF-4, -5 og -7 ble det registrert innstrømninger og utskiftninger i dypvannet i perioden mars til august. Det er mer uregelmessig frekvens lengre inn i fjorden og i sidefjordene, som vist for Ringdalsfjorden i Figur 14.



**Figur 12.** Saltholdighet i vannmassene på stasjon OF-1 Torbjørnskjær 2007-2009.



**Figur 13.** Saltholdighet i vannmassene på stasjon OF-7 ved Filtvedt i perioden 2007 til 2009. Det ble ikke gjort målinger i begynnelsen av 2007.



**Figur 14.** Saltholdighet i vannmassene på stasjon RA-5 Ringdalsfjorden i perioden 2007 til 2009.

### 3.3.2 Næringssalter

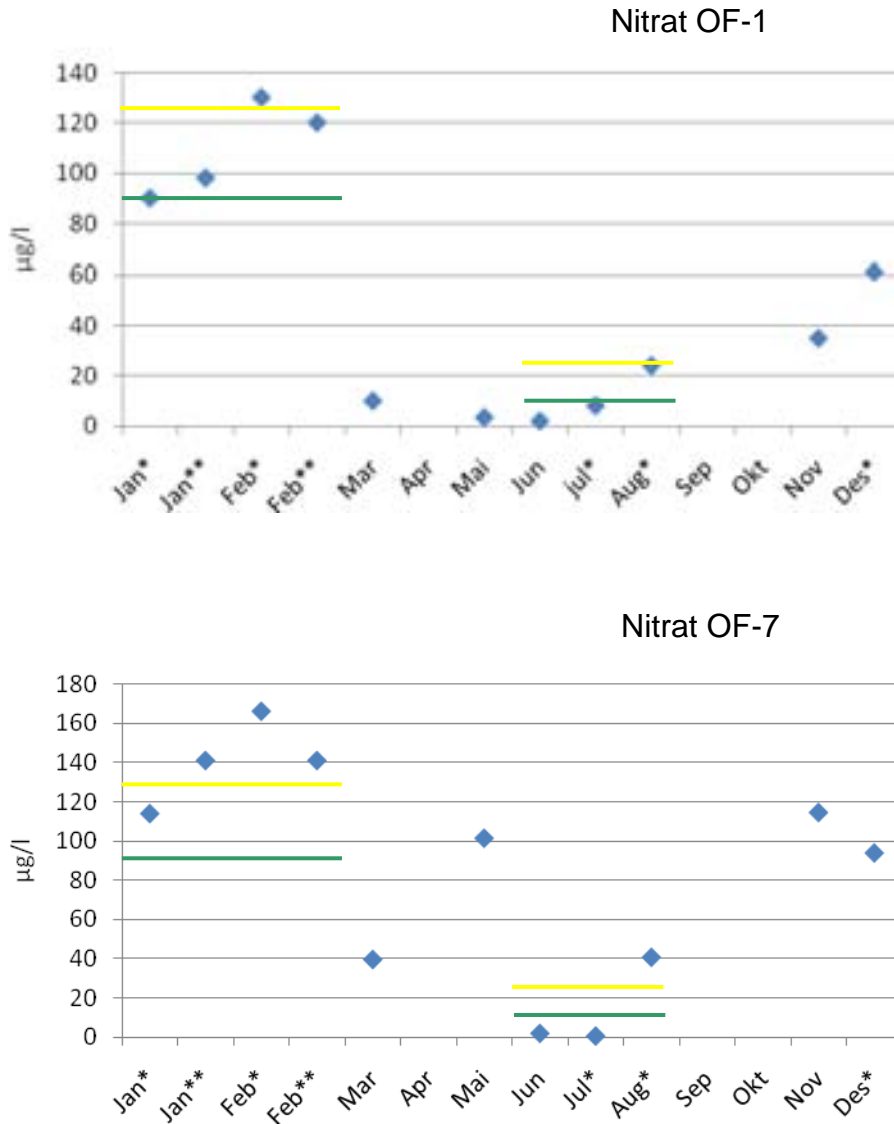
Mengden næringssalter i sjøen påvirkes av flere forhold. De viktigste er tilførsler og biologiske prosesser (planteplanktonforbruk). Langtransporterte tilførsler av næringssalter til den norske kyststrømmen fra sydlige deler av Nordsjøen er redusert i perioden 2000-2007 (Norderhaug et al. 2010). Årsaken er nedgang i næringssaltutslipp til Tyskebukta og mindre transport av vann fra sørlige Nordsjøen til vår kyst. I 2009 ble det i følge Norderhaug et al. (2010) ikke funnet tydelige signaler på vann fra Tyskebukta i Skagerrak. 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 2009 ved OF-1 og OF-7. Sammenlignet med perioden januar til februar 2008 ble det i 2009 registrert lave nitrogenkonsentrasjoner ved begge stasjonene. I 2009 ble det ikke observert noe økning i mars og

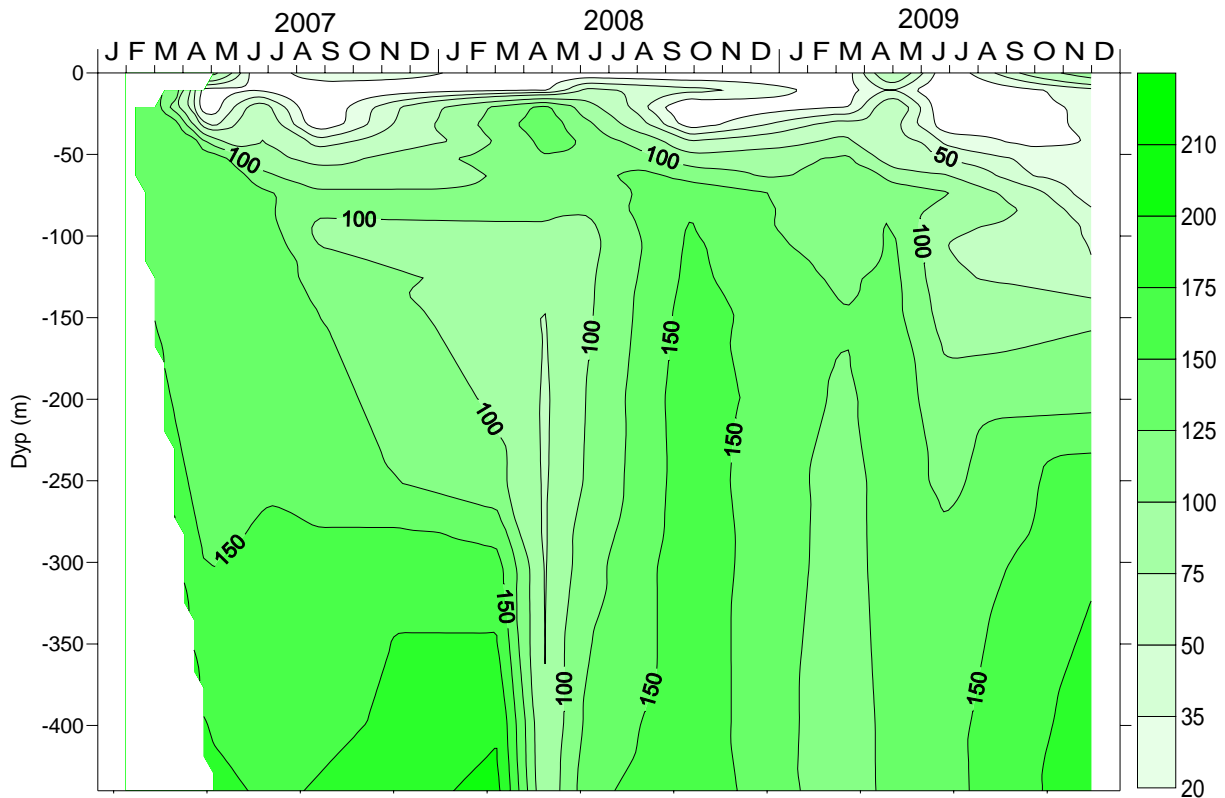


juli som registrert i 2008 ved OF-1. Den lille økningen i nitrogen ved OF-1 i august er knyttet til avrenning i den perioden. Ved OF-7 ble det registrert en økning i nitrogen i mai og august. I begge tilfellene var dette perioder med redusert saltholdighet.



**Figur 15.** Viser nitratkonsentrasjoner ( $\mu\text{g/l}$ ) ved OF-1 og OF-7 i løpet av 2009. Måned med stjerne indikerer prøver tatt med FerryBox. Klassegrense mellom Meget god og God tilstand er vist med grønn strek, og mellom God og Mindre god med gul strek.

Endringer i nitratkonsentrasjon over både tid og dyp i 2007-2009 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 12. Det samme kan antydes for februar-mars 2009.



**Figur 16.** Konsentrasjoner av nitrat ( $\mu\text{g/l}$ ) i vannmassene ved OF-1 Torbjørnskjær i 2007-2009.

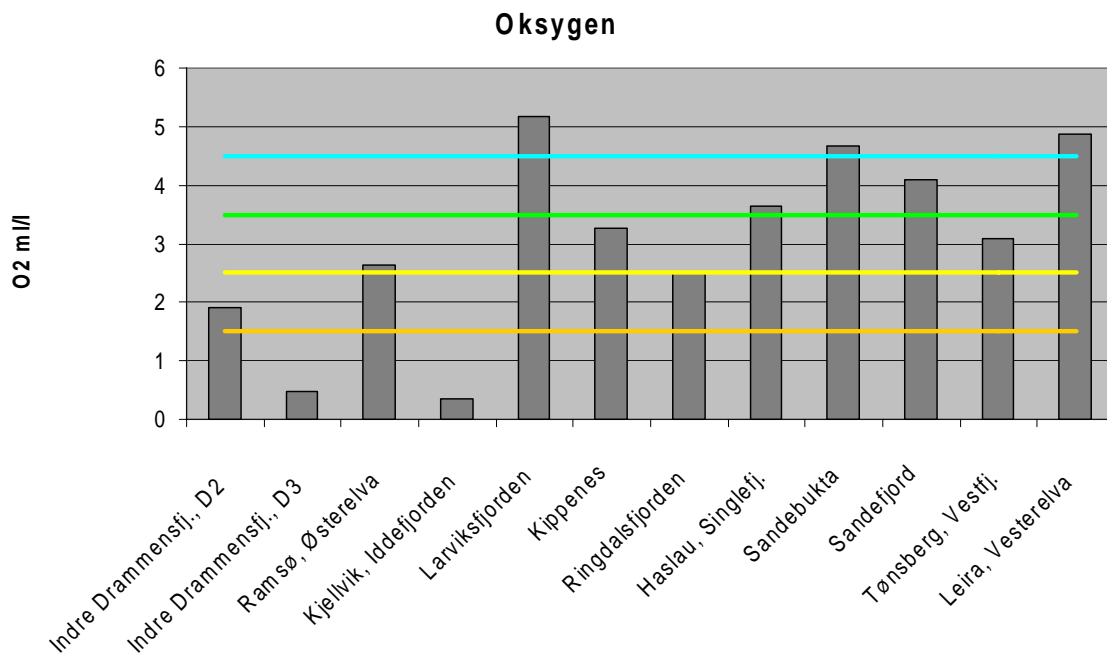
En miljøklassifisering i henhold Klif-systemet (Molvær et al. 1997) basert på sommerverdier viser at de sentrale stasjonene i Oslofjorden faller ut i miljøklassene Meget god til Dårlig (kl I-IV) avhengig av parameter (Tabell 4). For næringssalter er tilstanden generelt God til Meget god ved alle OF-stasjonene. For total-nitrogen ligger alle i klasse Meget god. Generelt sett har det vært en forbedring i miljøtilstand (i henhold til klassifiseringen) for uorganiske næringssalter ved OF-stasjonene. Vinterklassifiseringen er rimelig lik sommer, med unntak av stasjon OF-5 hvor totalfosfat gir Mindre god og på OF-7 hvor nitrat gir 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 stasjonene i Ringdalsfjorden (RA-5), Iddefjorden (ID-2) og Drammenfjorden (D-2 og 3) som viser noe lavere tilstandsklasser i fht. næringssaltkonstrasjoner (hhv., total-N og -P samt fosfat). Sammenlignet med 2008 er det forbedring i miljøtilstand ved flere av stasjonene, spesielt i Hvaler-regionen, dette gjelder spesielt for nitrogenforbindelser.

### 3.3.3 Oksygen

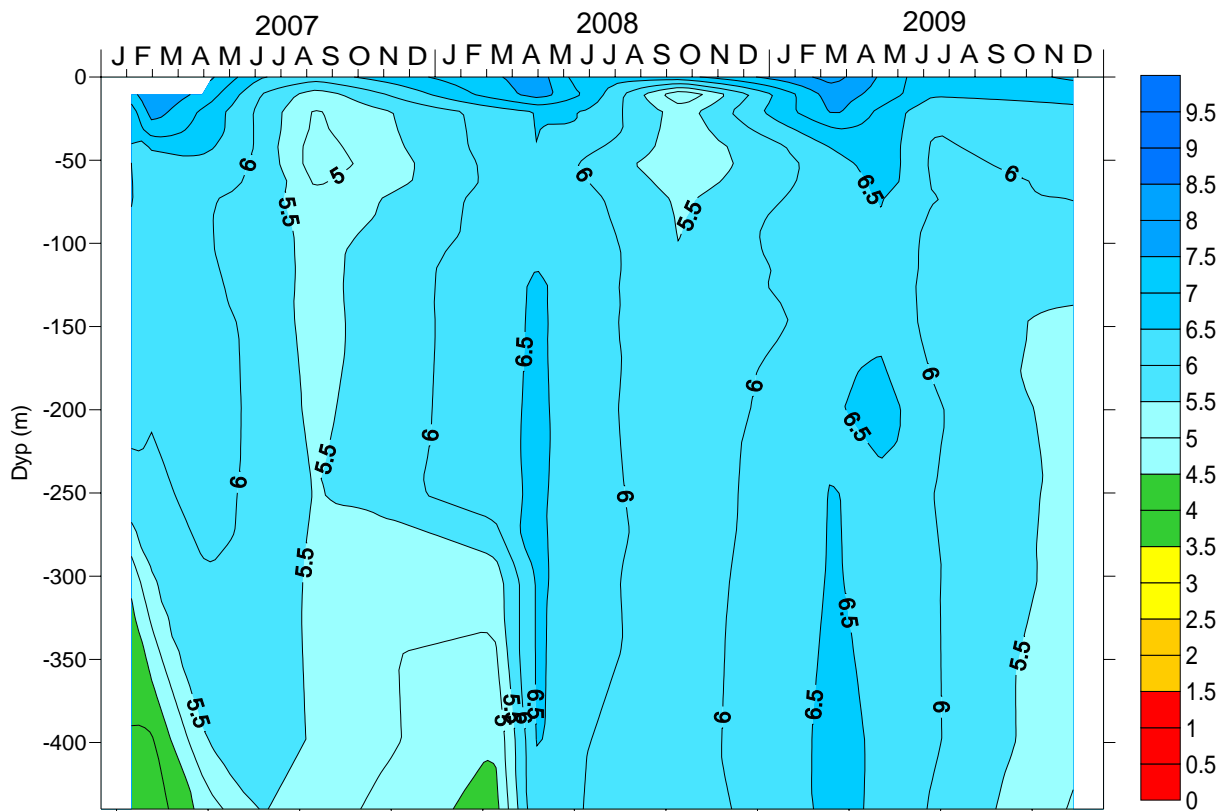
Organisk materiale tilføres dypvannet enten ved utsynkning av biologisk produksjon i vannsøylen eller ved at det tilføres organisk materiale fra lokale landbaserte kilder. Ved nedbrytningen av det organiske materialet vil oksygen forbrukes i bunnvannet. Høy belastning av organisk materiale vil ofte gi 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 2009 var det de to stasjonene i Drammensfjorden (D-2, D-3), Ringdalsfjorden (RA-5) og Iddefjorden (ID-2) som hadde Meget dårlige eller Dårlige oksygenforhold i bunnvannet (klasse 4 og 5, Figur 17). 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 og TØ-1, se Tabell 1 for navn på stasjonene).

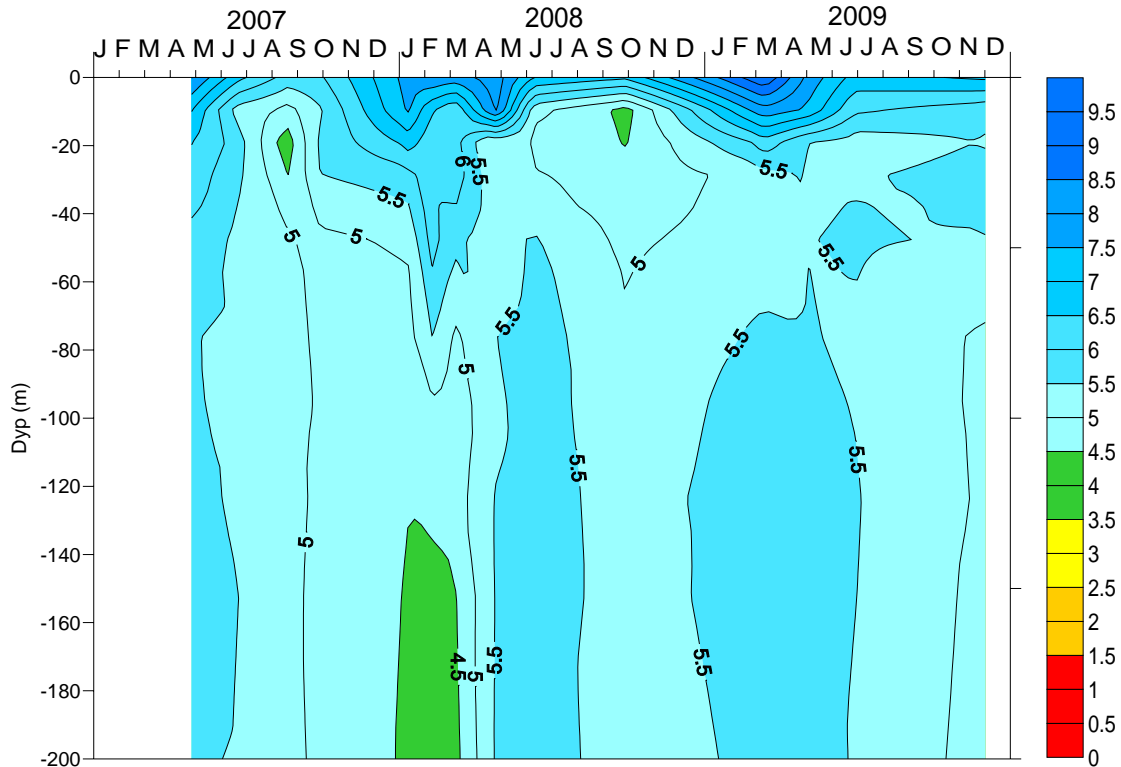


**Figur 17.** Oksygennivåer i bunnvannet på stasjonene i randsonen i august 2009. Tilstandsgrensene for Klif's klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren, cf Figur 25.

I sentrale Oslofjorden er oksygenforholdene i bunnvannet stort sett gode (Figur 18 og Figur 19) og klassifisert i tilstandsklasse Meget god, med unntak av OF 5 som kom ut i tilstandsklasse God. Forholdene ved OF-stasjonene er omtrent som i 2008, med unntak av OF-5 hvor det har vært en reduksjon i tilstanden.



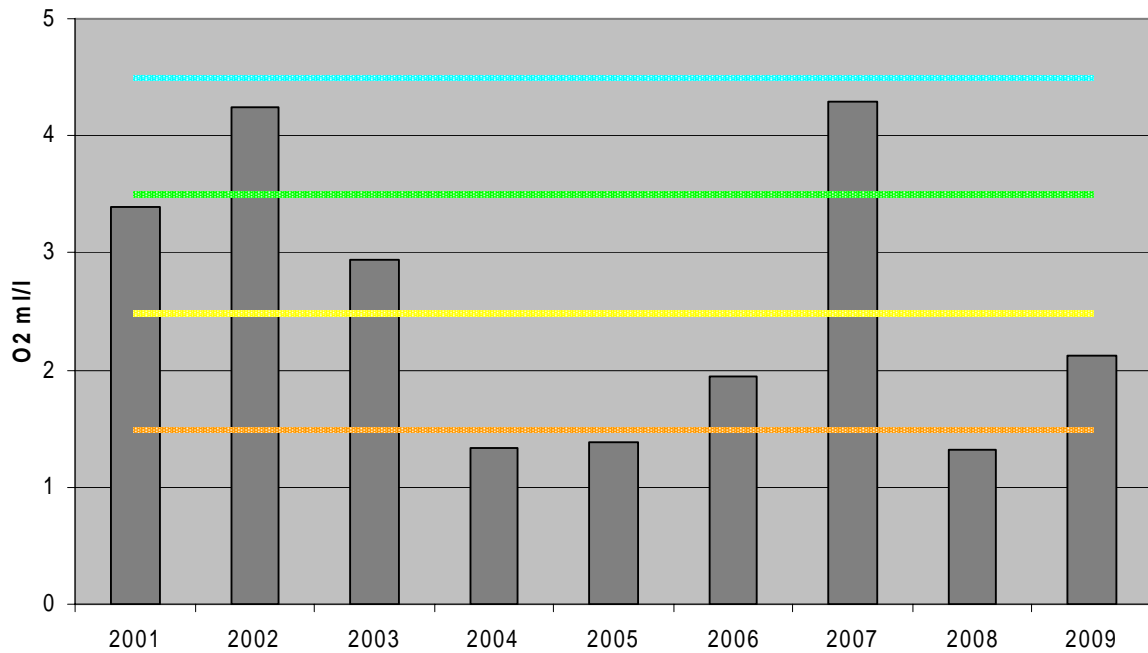
**Figur 18.** Oksygenivåer på stasjon OF-1 Torbjørnskjær i perioden 2007-2009.



**Figur 19.** Oksygennivåer på stasjon OF-7 Filtvedt i perioden 2007-2009.

Problemer med oksygen i bunnvannet er imidlertid registrert i deler av Grenland. Oksygenforholdene i bunnvannet i Frierfjorden var i 2009 omtrent som observert tidligere og i tilstandsklasse Meget dårlig (kl V). I 2008 var tilstanden i bunnvannet i Langesundfjorden Meget god, (kl I), og i Håøyfjorden Meget dårlig (kl VI). I 2009 var tilstandsklassen henholdsvis God og Meget dårlig, og dermed en forverring av situasjonen i Langesundfjorden, mens Håøyfjorden var uendret, men dårligere enn i 2007.

I randsonen er det som forventet en betydelig variasjon mellom stasjonene, hvor forholdene går fra Meget god til Meget dårlig (Figur 17). Lokalitetene i Drammensfjorden kom ut i tilstandsklasse Meget dårlig, det samme som i 2008. Det er også eksempler på variasjoner mellom årene, som vist for Ringdalsfjorden i Figur 20. Her er oksygenforholdene mer avhengige av lokale forhold og endringer i disse, enn de er i de sentrale vannmassene. For de øvrige stasjonene er tilstandsklassen uendret, bortsett fra Singlefjorden (S-9) som er gått ned en klasse (til God), mens Sandebukta har bedre forhold og nå er i klasse Meget god.

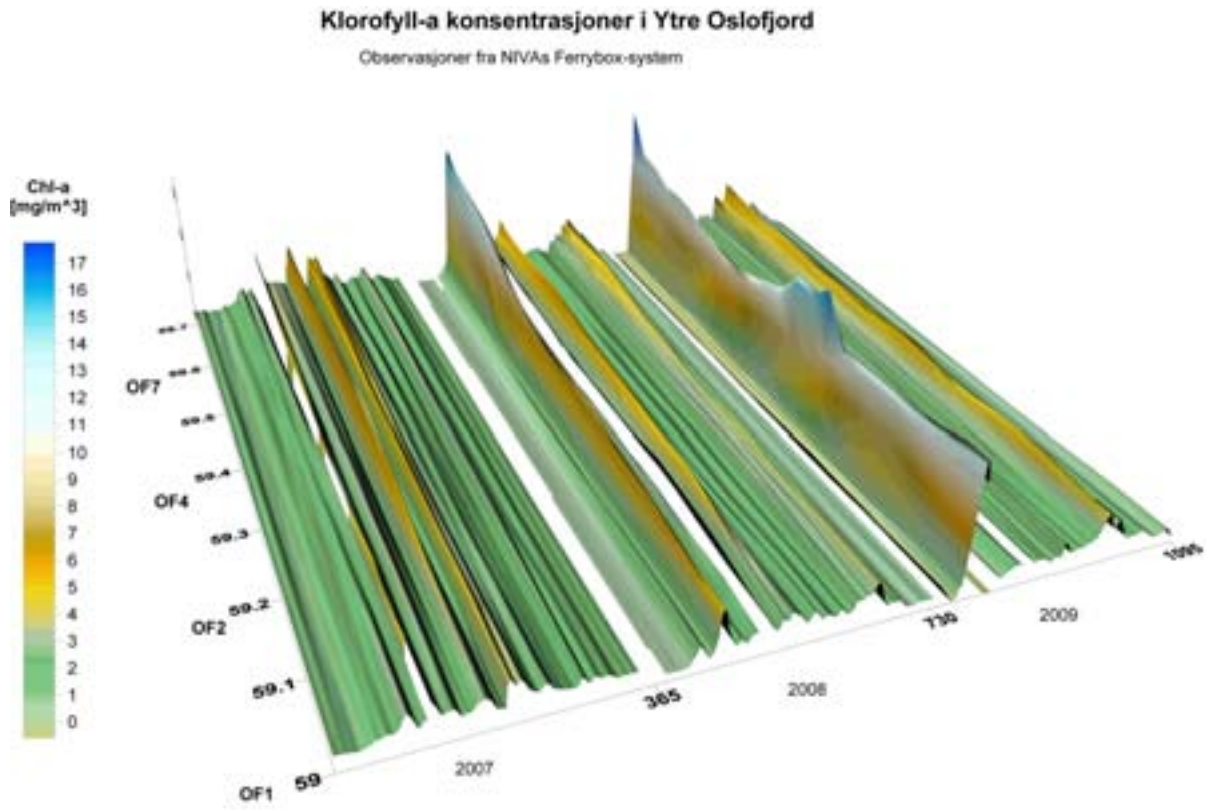


**Figur 20.** Oksygenivåer i bunnvannet (ca. 30m) i Ringdalsfjorden (RA-5) i september i 2001 til 2008 (2009-data er fra november). Tilstandsgrensene for SFTs klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren, cf Figur 25.

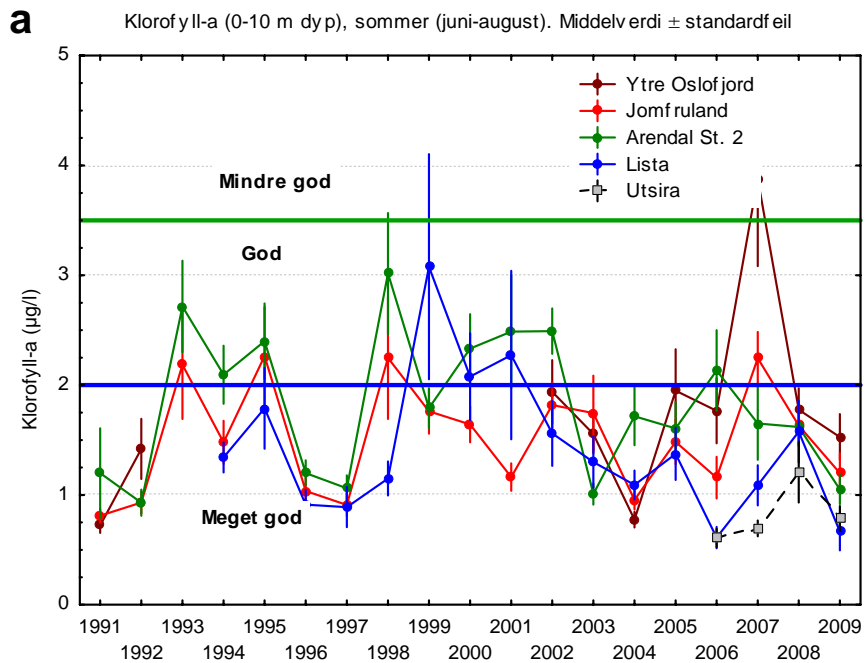
### 3.3.4 Planteplankton

Mengden klorofyll-a og klorofyll-a fluorescence i vannmassene varierer som normalt kraftig gjennom året slik det er vist i Figur 21 for årene 2007-2009. Figuren viser tydelig kraftige våroppblomstringer i 2008 og 2009, mens det for 2007 mangler noe data for å få et fullstendig bilde for det året.

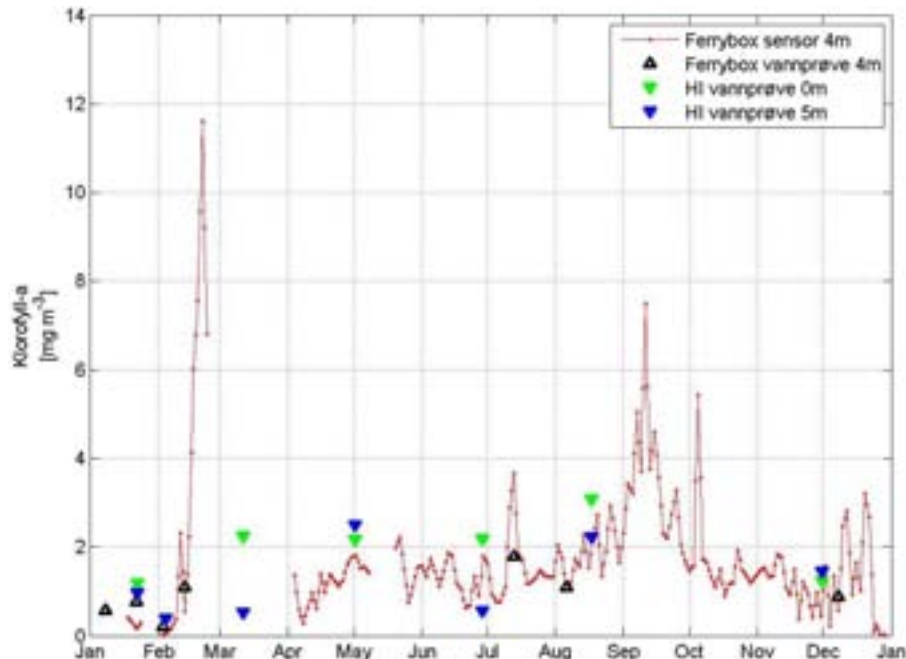
Våroppblomstringen i 2009 var kraftig langs hele snittet fra Torbjørnskjær til Filtvet, mens det i 2008 ble observert høyest oppblomstring i de indre delene av Ytre Oslofjord (ved Filtvet). I 2007 var det uvanlig høye klorofyll-verdier om sommeren ved Torbjørnskjær, men øvrige år denne stasjonen har vært undersøkt er nivåene omtrent lik andre kystlokaliteter i Sør-Norge (klasse Meget god, Figur 22). Årsaken til at sommeren 2007 skiller seg ut er ekstremt høye nedbørsmengder med stor avrenning fra land dette året.



**Figur 21.** Klorofyll-a ( $\mu\text{g/l}$ ) estimert fra fluorescence i Ytre Oslofjord fra Filtvedt (OF-7) ut til Torbjørnskjær (OF-1) i 2007-2009, Data fra FerryBox.



**Figur 22.** Sommerverdier av klorofyll-a i overflatelaget (0-10 m dyp) 1991-2009. Ytre Oslofjord (Færder og Torbjørnskjær) sammenlignet med fire andre områder i sør-Norge. Figur fra kystovervåkingsprogrammets 2009-rapport (Norderhaug et al. 2010).



**Figur 23.** Klorofyll-a fluorescence og klorofyll-a fra vannprøver ( $\mu\text{g/l}$ ) ved Torbjørnskjær 2009. De røde linjene illustrerer Ferrybox-observasjoner. Det mangler Ferrybox-data for deler av våroppblomstringen. Tidspunkt for manuell eller hydrografisk prøvetaking er markert.

Planteplanktonvekst og sammensetning av arter 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 noen 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 2009 fant våroppblomstringen sted i slutten av februar og inn i begynnelsen av mars (Figur 23). Dette er betydelig tidligere enn observert i 2008, men fortsatt innenfor det normale. Oppblomstringen i Ytre Oslofjord var som normalt dominert av *Skeletonema costatum* både i de sentrale delene og i randsonen. I Frierfjorden, Drammensfjorden og indre deler av Hvaler var også *Thalassionema nitzschoides* tallrike under våroppblomstringen, mens *Chaetoceros* spp. var den viktigste følgearten i de sentrale og åpne områdene av Ytre Oslofjord. Dette er arter (slekter) som er vanlige tidlig på året langs store deler av kysten og i fjordene. I 2009 var også kiselalgen *Pseudo-nitzschia calliantha* fremtredende i forbindelse med våroppblomstringen i store deler av området. Dette er en art som vanligvis forekommer noe senere i sesongen, men kan i enkelt år komme rett i etterkant av våroppblomstringen. 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 i forbindelse med ny tilførsel av ferskvann, knyttet til smelting i høyere liggende områder.

Planteplanktonet er sent på våren og sommeren oftest dominert av små flagellater og dinoflagellater. Det ble imidlertid ikke registrert *Emiliania huxleyi* ved de sentrale OF-stasjonene i verken 2009, 2008



eller 2007. Tidligere år dannet arten større oppblomstringer i deler av fjorden nesten årlig (spesielt de ytre delene).

I Oslofjorden vil tilførsel av næringssalter i sommerperioden resultere i korte eller lengre perioder med økt planteplanktontetthet. I 2008 ble det registrert en større oppblomstring i juni som ble knyttet til avrenning. I 2009 ble det på enkelte stasjoner registrert høyere tetthet av alger i mai/juni. Ved disse oppblomstringene var det kiselalger som dominerte (*Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus danicus* og *Dactyliosolen fragilissimus*). Disse artene er oftest de dominerende kiselalgene på sommeren og vil respondere på økt avrenning, tilførsel av silikat og nitrogen, ved å bli mer tallrike.

I områder med lavere saltholdighet er kiselalgen *Thalassionema nitzschooides* en vanlig og tallrik alge. I 2009, som i 2008, var arten vanlig i Grenland, Sandebukta og Drammensfjorden og enkelte lokaliteter i ytre del av Hvaler på våren og sommeren. I Hvalerområdet er også *Prorocentrum minimum* en vanlig art, knyttet til brakkvann, som kan danne større oppblomstringer på sommeren og høsten. Arten var tilstede i moderate mengder i 2009 og 2008. Ved lokaliteter som er sterkt påvirket av ferskvann (eks Iddefjorden) registreres en rekke brakkvanns-/ferskvannsarter. Arter som *Diatoma tenuis* og *Thalassiosira levanderi* ble i 2009 registrert i moderate til høye tettheter, mens de kun forekom i lave tettheter i 2008. En sammenligning med tidligere undersøkelser viser at artssammensetningen var forholdsvis normal i de ulike områdene, og den er i stor grad styrt av grad av ferskvannspåvirkning.

På høsten observerer man ofte større oppblomstringer av dinoflagellater eller kiselalger. Hvilken gruppe som vil bli dominerende avhenger av en rekke prosesser. I 2009 var det en større oppblomstring av kiselalger i september, representert ved høye verdier av klorofyll-a (Fig. 23). I likhet med 2007 og 2008 var denne dominert av *Pseudo-nitzschia* spp., *Chaetoceros* spp. og *Skeletonema costatum*. *Pseudo-nitzschia* spp. er en vanlig art i Oslofjorden på høsten. Enkelte arter innen denne slekten kan produsere et toksin, som kan akkumuleres i blåskjell og ved konsum medføre sykdom hos mennesker. Overvåkingen av algetoksiner i dette området viste at det ikke ble akkumulert toksiner i blåskjellene. De øvrige artene er naturlige komponenter av høstoppblomstringen de årene kiselalger dominere. I de senere årene er det registrert lave tettheter av dinoflagellater i Oslofjorden om høsten, oppblomstringer av dinoflagellaten *Ceratium* var tidligere vanlig i august. Denne slekten har i de senere årene kun forekommet i moderate mengder og da på sommeren. I 2008 ble arten *Prorocentrum gracile* observert i moderate mengder, en art som tidligere ikke har vært rapportert i Ytre Oslofjord, men er mer vanlig lengre sør og i åpne kystområder. I 2009 ble arten også registrert, men kun ved enkelte dekkninger og stasjoner. At arten var tilstede også i 2009 kan tyde på at den har etablert seg i området. I 2009 ble dinoflagellaten *Alexandrium pseudogonyaulax* registrert i store mengder i juli/august. Den forekom i relativt store mengder i hele Oslofjorden og langs Skagerrakkysten, med de høyeste tetthetene i indre/midtre delene av Oslofjorden. Arten er tidligere registret i området, men ikke i så høye tettheter som i 2009. Arter innen slekten *Alexandrium* kan produsere et neurotoksin som vil kunne akkumuleres i blåskjell og forårsake sykdom hos mennesker ved konsum. I forbindelse med overvåkingen av algetoksiner i den aktuelle perioden ble det ikke observert kjente algetoksiner i blåskjell og arten ser ut til ikke å produsere toksiner. I Grenland ble den varmekjære dinoflagellaten *Dinophysis tripos* registrert på sensommeren og høsten. Overvåkingen i regi av Mattilsynet viste at dette var en art som forekom ved flere lokaliteter lang kysten høsten 2009. Arten er knyttet til varmtempererte og tropiske områder og er tidligere kun observert sporadisk i norske farvann.



**Figur 24.** Venstre bilde: På sterkt ferskvannspåvirkede lokaliteter registres ferskvannsalger, her *Cosmarium reniformae* observert i Iddefjorden. Høyre bilde: *Skeletonema costatum* en viktig og svært vanlig kiselalge i forbindelse med våroppblomstringen og oppblomstringer på sommer og høsten.

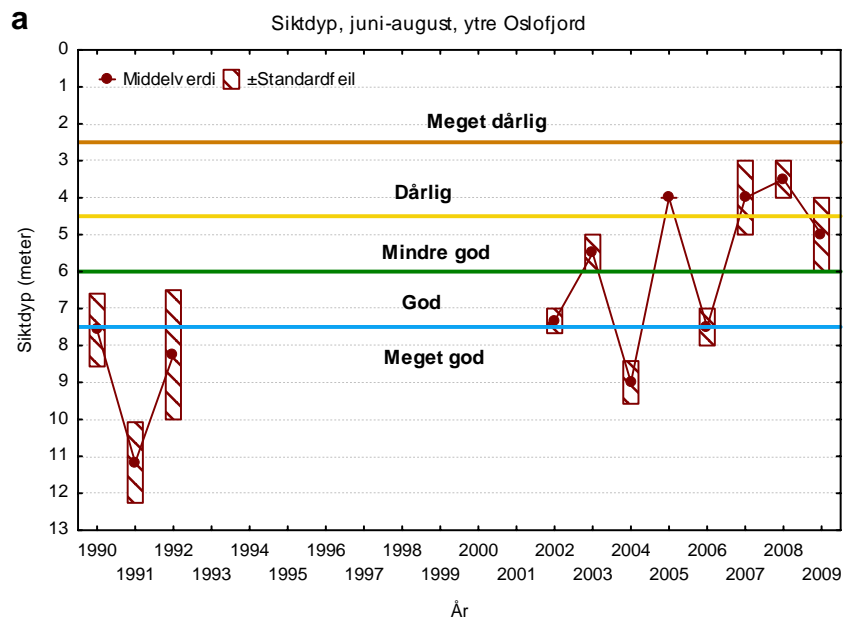
Foto: Havforskningsinstituttet, Algelaboratoriet

SFTs klassifiseringssystem av tilstand, basert på klorofyll-a viser at OF-stasjonene kommer i tilstandsklasse "Meget god" i 2009, mens de fleste stasjonene var i klassen God i 2008. For Grenland var det omtrent som i 2008, med unntak av Håøyfjorden som viste bedre tilstand i 2009. Randsone varierer meget og faller i klassene fra "Meget god" til "Meget dårlig". Ved dekning av Drammensfjorden i 2009 traff vi midt i en oppblomstring, noe som resulterte i høye klorofyll-a verdier og tilstandsklasse "Meget dårlig" og "Dårlig". I 2008 kom derimot begge stasjonene i Drammensfjorden i tilstandsklasse "Meget god". Oppblomstringer av kiselalger på sommeren og høsten er årsaken til at enkelte stasjoner kommer ut i dårligere tilstandsklasser, slik som i Drammensfjorden.

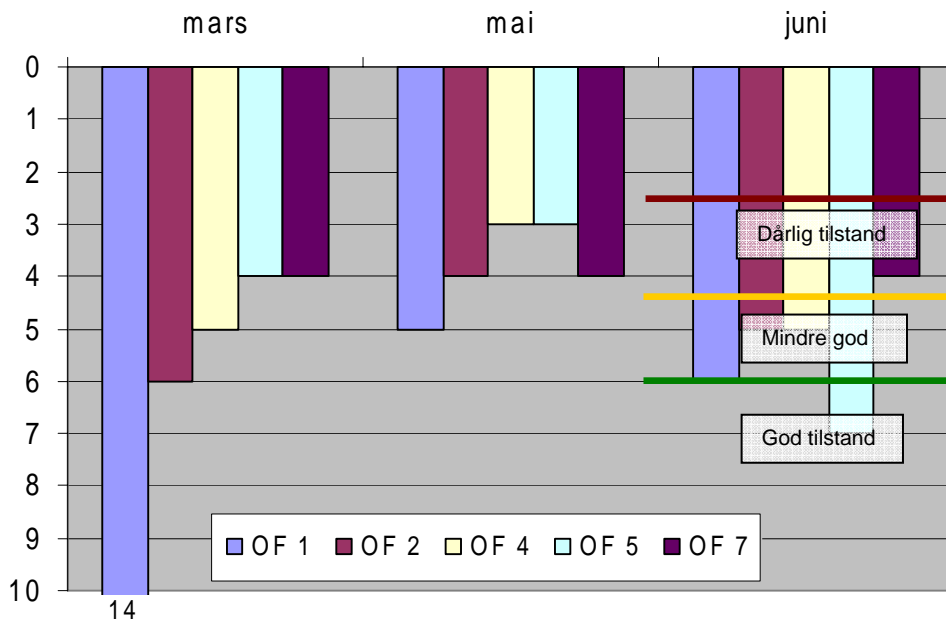
### 3.3.5 Siktdyp

Siktdypet sommeren 2009 ga tilstanden God ved OF-1, mens det for OF-2, -4 og -5 var Mindre god og for OF-7 Dårlig. Klassifisering for OF-stasjonene i hht. tabellen for vannmasser med saltholdighet mindre enn 20.

Siktdypet ved OF-1 var forbedret sammenlignet med tidligere år (Figur 25). For de øvrige OF-stasjonen var det både forverring (OF-7) og forbedring (OF-2, -5) i forhold til 2008.



**Figur 25.** Siktdyp målt fra Torbjørnskjær (OF-1) i sommerperioden juni-august. Figur fra kystovervåkingsprogrammets 2009-rapport (Norderhaug et al. 2010). Tilstand i hht. klassegrenser for vannmasser med saltholdighet over 20.



**Figur 26.** Siktdyp i meter på stasjonene i sentrale Oslofjorden ved 3 tidspunkter i 2009. Grenser for tilstandsklasser er vist. Klassifiseringen gjelder kun for juni.

### 3.3.6 Oppsummering av vannmasseparametre

Det er foretatt en oppsummering av miljøklassifiseringen av vannmasseundersøkelsene i Ytre Oslofjord i 2009. Klassifiseringen er gjort for de sentrale stasjoner i Ytre Oslofjord i Tabell 4, og for stasjoner i randsonen i Tabell 5. Det er benyttet data fra 5 meters dyp for OF stasjonene og i Grenland, mens 2 meter dyp er benyttet i randsonen. Dette for å kunne sammenligne mellom stasjonene og data fra ulike overvåkingsplattformer. Det er foretatt klassifisering for vinter- og sommerperioden.

Vinterverdien sier noe om konstante tilførsler til en stasjon, mens sommerverdiene sier mer om lokale tilførsler og inkluderer biologiske prosesser. Klassifiseringen av oksygen er basert på data fra dypeste dyp om høsten/tidlig vinter, da det forventes de laveste konsentrasjoner.

Generelt er det en forbedring av miljøforholdene i Ytre Oslofjord siden 2008. Svært mange av stasjonene i har bedre miljøklassifisering på en eller flere parametere. Spesielt er det en bedring i nitrogen-klassifiseringen sammenlignet med 2008. For de sentrale stasjonene er miljøtilstanden stort sett "god" og "meget god" med noen få unntak. Forbedringen gjelder både vinter og sommer. I Grenland er forholdene omtrent som i 2008. Frierfjorden og Håøyfjorden har fortsatt miljøtilstand "meget dårlig" for oksygen og tilstanden i Langesundsfjorden har blitt noe dårligere med hensyn til oksygen. I Frierfjorden er nitrogen for sommerperioden kommet ut i klasse "mindre god" i 2009, en klasse dårligere enn i 2008.

I Hvalerområdet er det alt i alt en bedring av miljøtilstanden siden 2008. Primært er det forbedring i nitrogenparameterne som resulterer i en bedre tilstand i området. Stasjon "Ramsø" i Hvaler-estuaret er eneste unntak, hvor klassifiseringen var noe dårligere i 2009 enn 2008. Oksygenforholdene er omtrent som i 2008, med unntak av i Iddefjorden hvor det har vært en forbedring; fra "meget dårlig" i 2008 til "dårlig" i 2009.

For de øvrige stasjonene i randsonen er det bedre eller uendrede forhold i 2009 sammenlignet med 2008. Observerte bedringer skyldes fremst at nitrogenparameterne har bedret seg. Drammensfjorden har fortsatt "meget dårlig" miljøtilstand for oksygen, men tallene viser at det har vært en liten bedring av forholdene.

**Tabell 4.** Miljøklassifisering i henhold til SFT 1997:03 ved de sentrale stasjonene i Ytre Oslofjord 2009. Det er benyttet data fra 5 meter for å kunne sammenligne på tvers av stasjoner og innsamlingsplattform. Data for Grenland er hentet fra ”sukkertareovervåkingen” i regi av Klif og HI’s interne program. For oksygen er det benyttet høstverdier i henhold til anbefalinger i SFT 1997:03.

Stasjon	Sesong	Nitrat (µg/l)	Fosfat (µg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Oksygen (ml/l)	Siktdyp (m)*
OF-1	Sommer	8	2	10	188	1,1	4,9	6
Torbjørnskj.	Vinter	109	18	25	263	-	-	-
OF-2	Sommer	1	2	10	165	1,2	5,4	5
Rauøybassenget	Vinter	122	18	23	268	-	-	-
OF-4	Sommer	2	2	11	180	1	5,3	5
Bastø	Vinter	125	18	23	260	-	-	-
OF-5	Sommer	4	2	11	184	1,7	4,3	5,5
Breiangen	Vinter	119	19	29	305	-	-	-
OF-7	Sommer	2	2	11	202	1,3	4,8	4
Filtvet	Vinter	141	18	24	275	-	-	-
BC-1	Sommer	60	3	8	336	2,5	0,4	3
Frierfjorden	Vinter	115	18	25	301	-	-	-
FG-1	Sommer	3	2	11	255	2,2	3,5	3
Langesundsfjorden	Vinter	95	19	30	280	-	-	-
GI-1	Sommer	3	2	12	278	0,9	0,3	6
Håøyfj.	Vinter	93	19	28	271	-	-	-

**Tabell 5.** Miljøklassifisering i henhold til SFT 1997:03 ved randstasjonene i Ytre Oslofjord 2009. Data fra 2 meters dyp er benyttet.

Stasjon	Sesong	Nitrat (µg/l)	Fosfat (µg/l)	Tot P (µg/l)	Tot N (µg/l)	Klorofyll a (µg/l)	Oksygen (ml/l)	Siktdyp (m)*
Ø-1	Sommer	9	2	13	195	2,8	6	2
Leira	Vinter	111	18	27	303	-	-	-
I-1	Sommer	104	2	15	347	1,8	3,2	1,8
Ramsø	Vinter	141	17	25	344	-	-	-
S-9	Sommer	95	2	13	324	4	4,3	3
Haslau	Vinter	110	18	27	299	-	-	-
R-5	Sommer	48	5	18	380	7,1	2,1	2
Ringdalsfj.	Vinter	327	10	24	706	-	-	-
ID-2	Sommer	70	3	17	399	6,3	1,7	2
Iddefj.	Vinter	274	10	19	563	-	-	-
SF-1	Sommer	2	2	12	232	2,7	5	5
Sandefjordsfj.	Vinter	108	19	26	301	-	-	-
LA-1	Sommer	2	2	12	249	2,6	5,6	5,5
Larviksfj.	Vinter	107	18	27	338	-	-	-
TØ-1	Sommer	3	3	15	269	3,6	3,9	4
Vestfj.	Vinter	121	19	29	339	-	-	-
SAN-3	Sommer	9	1	12	239	5,6	4,5	2,5
Sandebukta	Vinter	147	17	26	316	-	-	-
MO-2	Sommer	4	2	12	221	3,5	4,3	3,5
Mossesundet	Vinter	137	19	28	336	-	-	-
D-2	Sommer	61	2	14	349	24	1,2	1,5
Midtre Drammensfj.	Vinter	250	6	13	409	-	-	-
D-3	Sommer	102	3	14	372	9,3	0,7	2
Indre Drammensfj.	Vinter	255	4	11	435	-	-	-

\* 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 organismesamfunnene er representative for den lokale miljøtilstand og fanger opp svingninger i leveforholdene over tid.

En kan anta at utslipp 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 forbruker 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 tidligere års industrielle utslipp. Hvis konsentrasjonen av miljøgifter i sedimentene er høye, f.eks. av kobber eller PAH, kan det også påvirke faunaen.

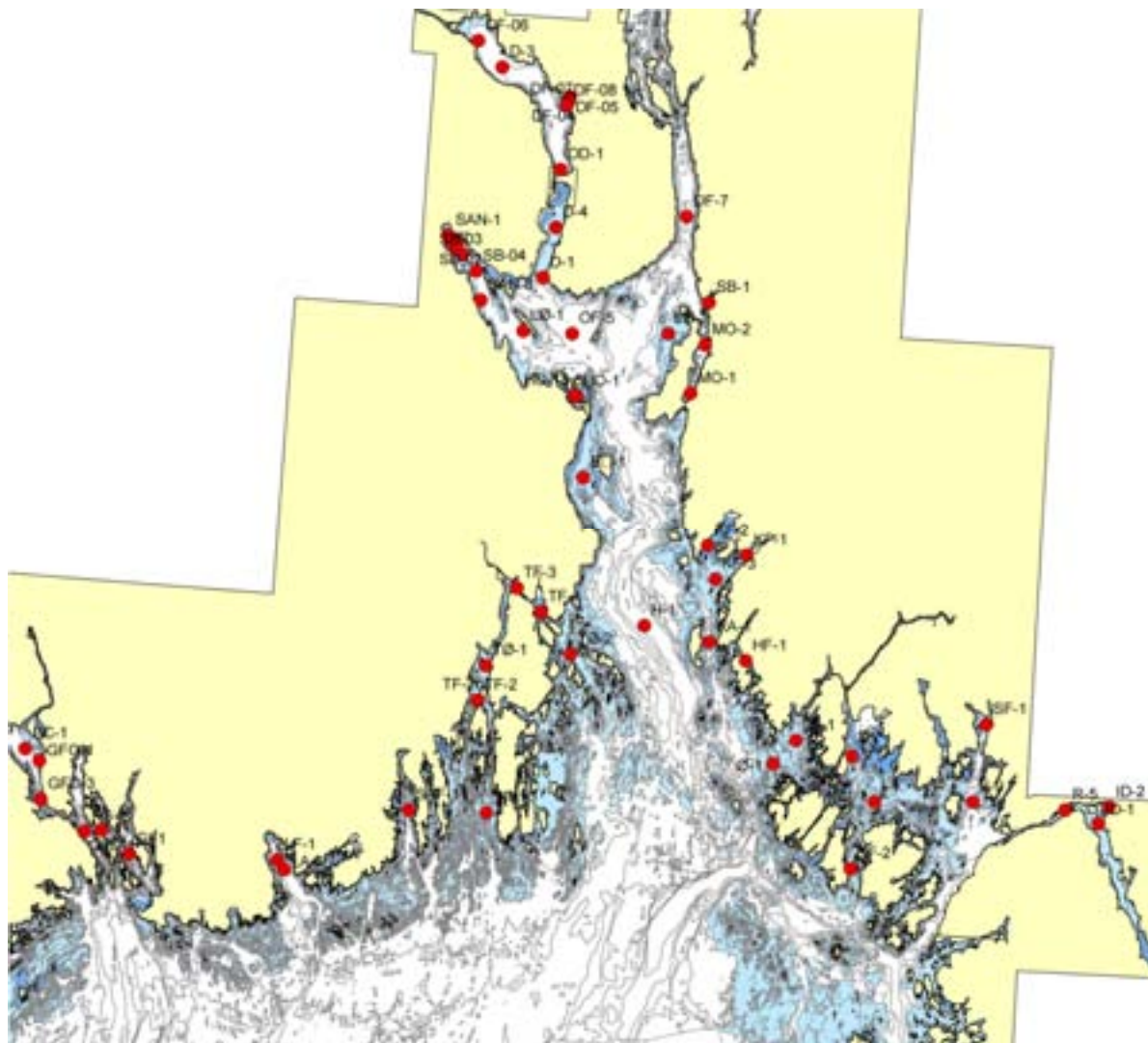
Formålet med undersøkelsen i 2009 var å:

- 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

Grabbprøver ble innsamlet i 2008 på 10 av stasjonene. Ut fra komplette faunabeskrivelser ble resultatene sammenlignet med data fra SPI fra samme stasjoner og viste godt samsvar på status i henhold til vanndirektivet (Walday et al 2009). Etter flere stasjoner og år med overlap mellom disse metodene kan de alternativt kalibreres enda bedre med hverandre.

### 4.1 Prøvetaking

Feltarbeidet ble gjennomført 18. mai til 4. juni 2009 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 for alle stasjoner i denne undersøkelsen er gitt i Vedlegg A. Fagrapporten (Walday et al. 2010). I tillegg har vi valgt å presentere resultatene fra SPI-undersøkelsene utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden og ekstra SPI-prøvetaking i Hvalerområdet. Disse undersøkelsene utføres hhv. på oppdrag av NOAH-Langøya og Borregaard AS og er koordinert med prøvetakingen for Fagrådet for Ytre Oslofjord og Klif.



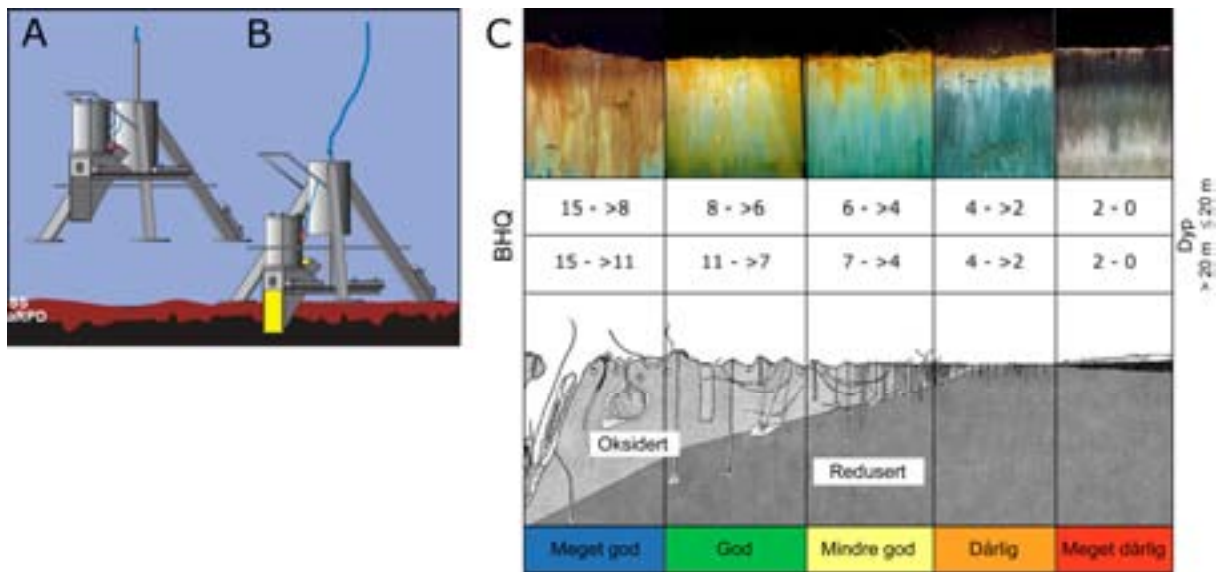
**Figur 27.** Røde punkter med stasjonskode viser lokalisering av 61 stasjoner i Ytre Oslofjord fotografert med SPI-kamera fra den 18.mai. til den 4. juni 2009. Det ble gjennomført utvidet prøvetaking med dybdegradienter i Drammensfjorden og i Sandebukta (stasjoner overlapper på kart).

**Tabell 6.** Dyp (m) på stasjonene. DF-01 til DF-08 og SB-01 til SB-04 er område med utvidet dybdegradientprøvetaking.

Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)	Stasjon	Dyp (m)
BC-1	94	FG-1	106	KF-1	17	S-9	95	TF-1	43
BØ-1	29	GFD-3	41	KF-2	7	SAF-1	59	TF-2	53
D-1	84	GFG-1	19	KF-3	23	SAN-1	23	TF-2b	49
D-3	97	GI-1	205	LA-1	104	SAN-3	46	TF-3	12
D-4	22	GKD-1	47	LE-1	28	SAN-8	73	TF-4	11
DD-1	109	H-1	352	LF-1	84	SB-01	35	TØ-1	46
DF-01	20	HF-1	7	LØ-1	68	SB-02	40	TØ-2	38
DF-02	30	HO-1	25	MO-1	46	SB-03	53		
DF-03	40	HO-18,5	19	MO-2	100	SB-04	70		
DF-04	50	I-1	52	Ø-1	52	SB-1	33		
DF-05	60	I-3	55	OF-5	199	SF-1	35		
DF-06	70	ID-1	29	OF-7	211	SF-2	69		
DF-07	70	ID-2	9	R-5	34				
DF-08	84	JØ-1	34	RA-1	120				

## 4.2 Metode

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 vanntett 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 trent 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 vanndirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006).

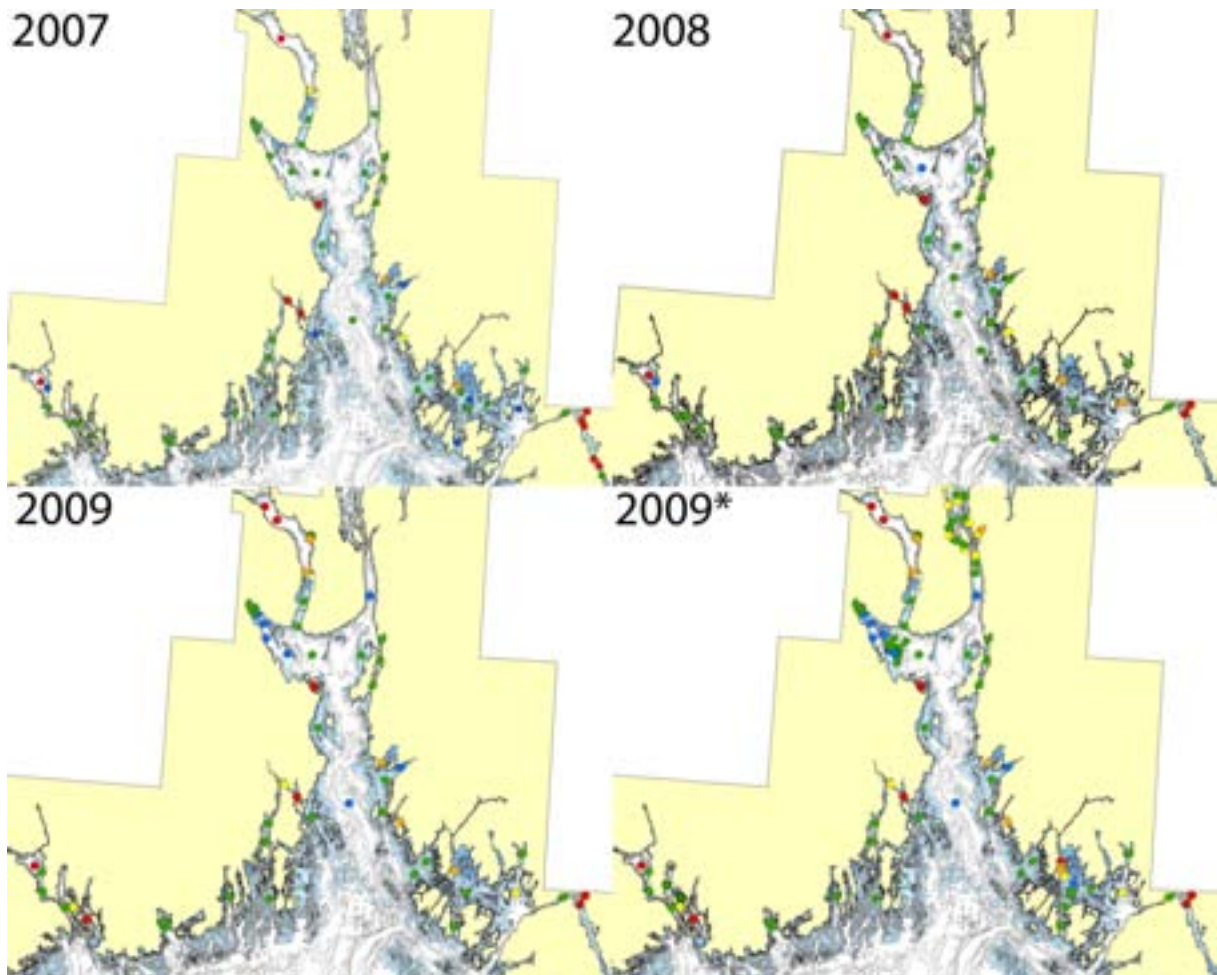
Fra bildene kan en beregne en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av børstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte tomrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. 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).



### 4.3 Resultater

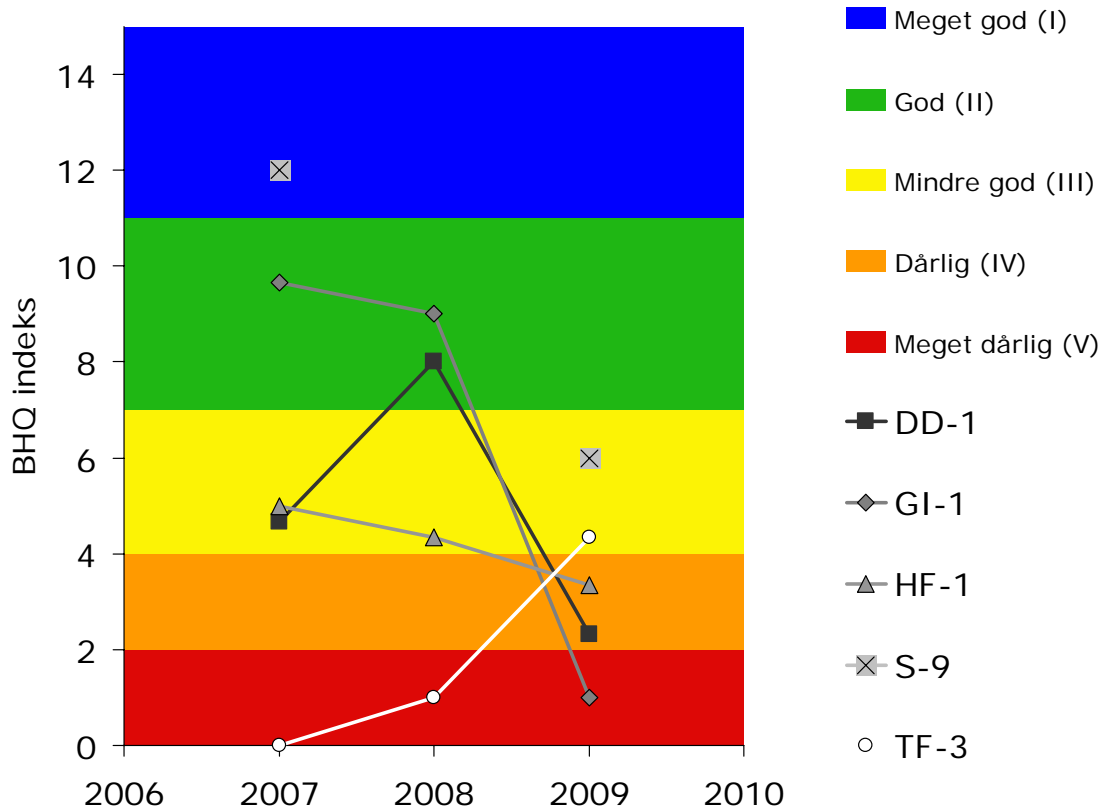
Analysen av sedimentprofilbilder i henhold til BHQ-indeksen for Ytre Oslofjord er vist i Figur 29. (oversikt Ytre Oslofjord år 2007, 2008 og 2009), Figur 31. (sentrale deler), Figur 33. (vestlig del), Figur 34. (østlig del), Figur 36. (detaljert kart munningsområde Glomma) og Figur 37. (detaljert kart Langøya).

Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden Meget gode eller Gode (tilstandsklasse I og II) og det er liten variasjon mellom årene 2007 til 2009 på de fleste stasjoner. Større problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden. Dårlige eller Meget dårlige forhold (klasse IV og V) ble observert i følgende områder (stasjoner): Drammensfjorden (DF-06, D-3, DF-08, D1), Horten havn (HO-1 og ny stasjon HO-18,5), dypområder i Frierfjorden (BC-1) og Håøyfjorden (GI-1), ved Tønsberg (TF-4), grunnere områder nord for Krokstadleira (Taralden KF-2), Hankø Sund (HF-1), ved Glommas munningsområde sør for Fredrikstad (BG-01, BG-02, BG-03 og I-3) samt Iddefjorden (ID-1 og ID-2).



**Figur 29.** Tilstandsklasser av bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2007, 2008 og 2009 (SPI, Rosenberg m. fl. 2004). 2009\* viser BHQ indeksen fra alle stasjoner i området som ble innsamlet i 2009 (Indre Oslofjord, NOAH, Borregaard, Thinc/Opticap).

Tidstrender for stasjoner som viser negativ endring over tid fra 2007 eller 2008 har medført at tre stasjoner (DD-1 (ved Svelvik), GI-1 (Håøyfj.), HF-1 (Hankøsund)) har resultert i Dårlige eller Meget dårlige forhold i 2009 (Figur 30). Positiv endring fra 2007 til 2009 ble derimot registrert i Tønsberg havn (TF-3), sannsynligvis etter en lokal bedring i oksygenforholdene. Hos de fleste stasjoner er det ingen trender som kan indikere at det har vært en forandring på en større romlig skala.

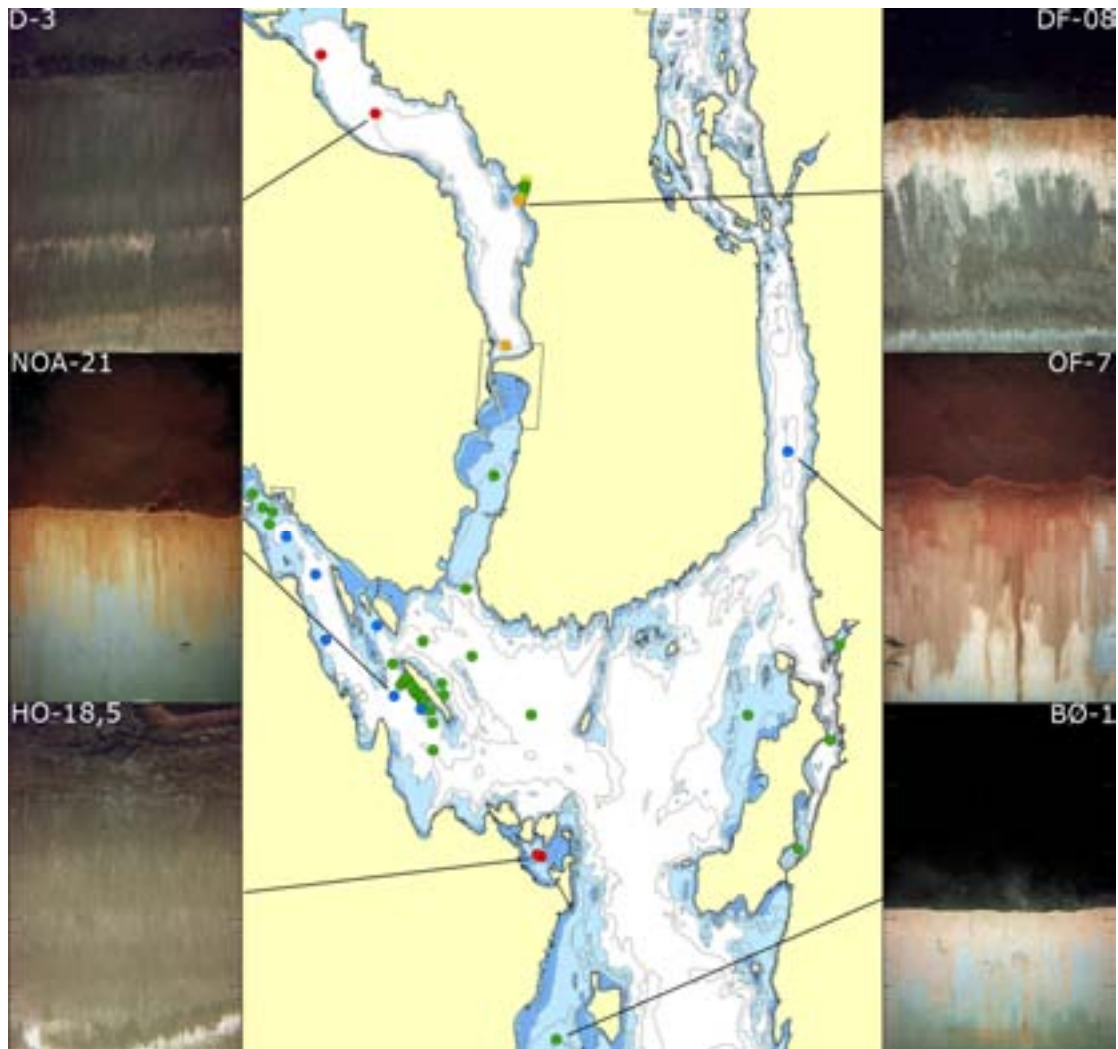


**Figur 30.** BHQ-indeks. Stasjoner som viser trender årene 2007-2009 og som er av betydning for vurdering av enkelte fjordområder. Stasjonen i Singlefjorden (S-9) var forstyrret i 2008 og BHQ kunne ikke vurderes og sannsynligvis var denne forstyrrelse årsak til at BHQ er redusert i 2009. DD-1 Svelvik, GI-1 Håøyfj., HF-1 Hankøsund, TF-3 Tønsberg havn.

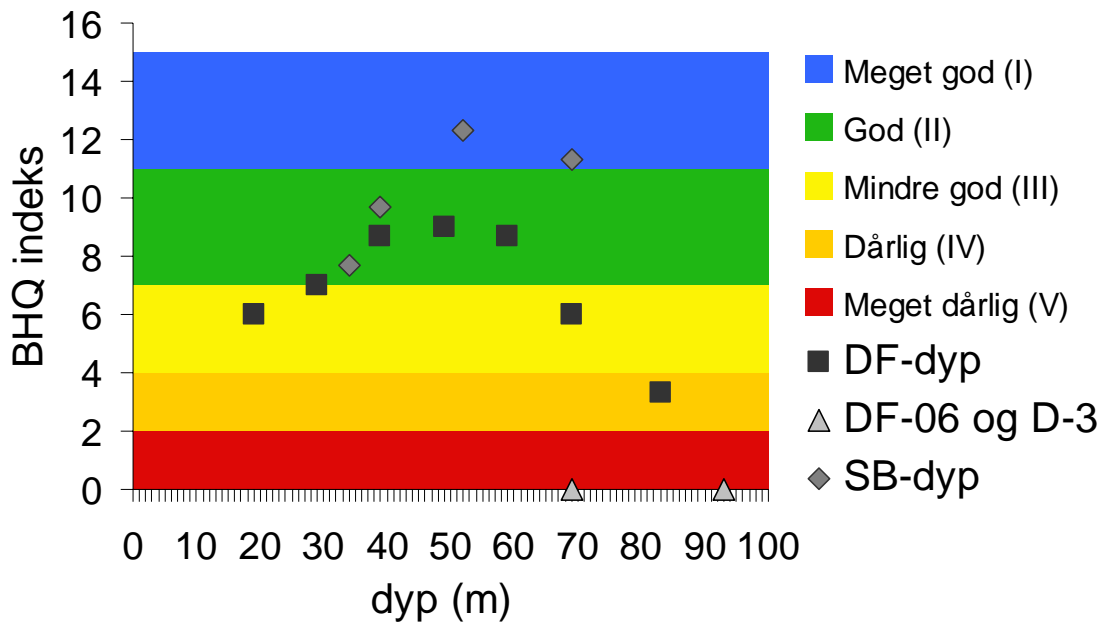
### 4.3.1 Sentrale deler av Ytre Oslofjord

Figur 31 viser tilstandsklasse i henhold til BHQ-indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner i sentrale deler av Ytre Oslofjord. I de dypere delene av fjorden (OF-5 og OF-7) finnes oksyderte forhold dypt nede i sedimentene.

Drammensfjorden og Sandebukta ble undersøkt med utvidet fotografering langs dybdegradienter. Det var Dårlige forhold fra 80m (DF-08) og dypere nedover 107m (DD-1) i ytre delen av Drammensfjorden. Ved stasjon D-3 i Indre Drammenfjorden var sedimentforholdene svært reduserte med Meget dårlige forhold fra 70m (DF-06) og dypere nedover på 94m (D-3) (Figur 32). Samtlige stasjoner i Sandebukta viste Gode eller Meget gode forhold i sedimentene. Horten havn hadde Meget dårlige forhold på både gammel stasjon på 25m dyp (HO-1), på grunn av deponerte masser, og på ny stasjon på 18,5m (HO-18,5 (ekstra stasjon)), sannsynligvis på grunn av dårlige oksygenforhold. Forbedring til Gode forhold var det i Sandebukta (utvidet område) og rundt Langøya (NOA-21) og til Meget gode forhold (LØ-1). NOA-05 kunne ikke bli klassifisert pga. forstyrrelse av sedimentet.



**Figur 31.** Tilstandsklasser hos bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2009 og bilder fra utvalgte stasjoner i sentrale deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

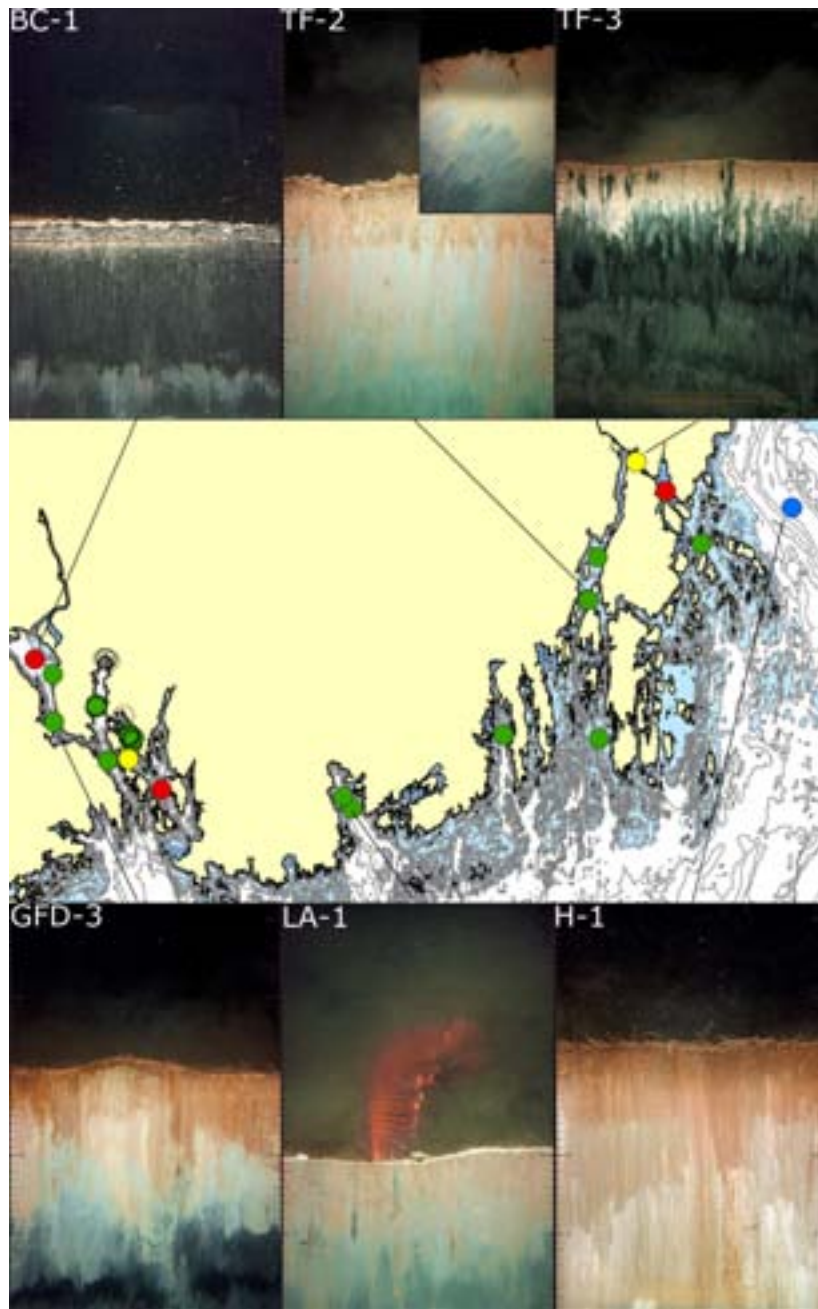


**Figur 32.** Tilstandsklasse og BHQ-indeks på stasjoner som ble undersøkt med utvidet fotografering år 2009. Undersøkelsen viser forskjell mellom indre område representert av Drammensfjorden (DF-06 og D-3) med Meget dårlig og helt død bunn under 70m og ytre Drammensfjorden der en dybdegradient ble fotografert ('DF-dyp' som består av stasjonene DF-01, 02, 03, 04, 05, 07 og 08) og viser en nedgang til "dårlig" tilstand på DF-08 (84m). Drammensfjorden viser at både område (mindre skala) og dyp er av stor betydning for vurdering av indre fjordområder. Sandebuktas dybdegradient (SB-dyp) viser at det er Gode eller Meget gode forhold i hele bukta.

SPI-metoden er best egnet på sedimentbunn som har en kontinuerlig akkumulering gjennom sedimentasjon av partikler. Når man bruker SPI i dybdegradient med skråning vil klassifiseringen bli påvirket av økt påvirkning fra f.eks. ferskvann, bølgeeksponering og strøm slik at akkumulering av sedimenter og organisk materiale varierer mye med årstid og vær (e.g. SB-dyp og DF-dyp i Figur 32). Noe av den reduserte BHQ på grunnere områder er kompensert for gjennom at man bruker andre klassegrenser for dyp <20m, men SPI-metoden må *i hovedsak* brukes som en integrert metode for å følge tidstrender av organisk belastning, oksygenforhold och faunaaktiviteter (bioturbasjon og bioirrigasjon) i bassenger, ikke for å klassifisere områder i skråninger.

### 4.3.2 Vestlig del av Ytre Oslofjord

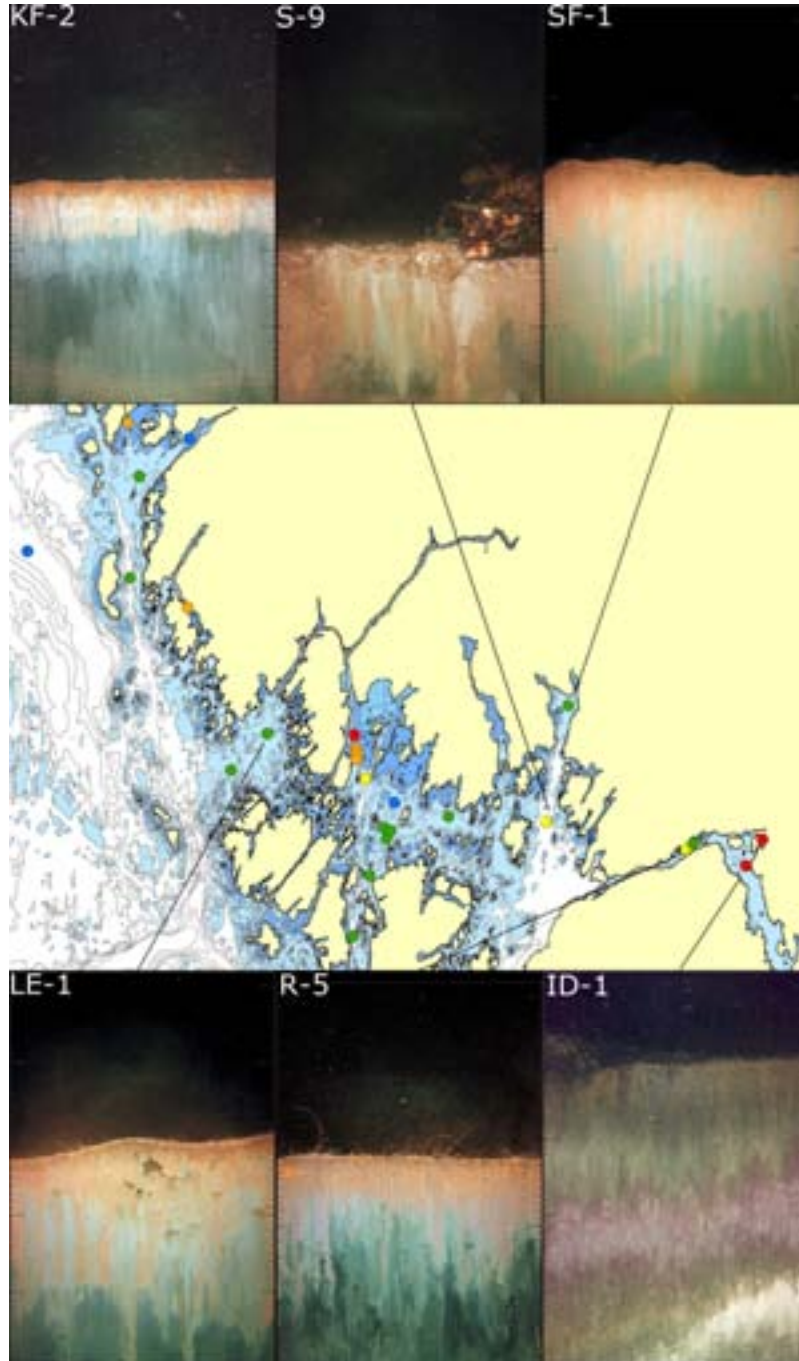
Figur 33 viser tilstandsklasser i henhold til BHQ-indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner. Dårlige (reduerte) bunnforhold ble observert i de dypere delene av Frierfjorden (BC-1), Håøyfjorden (GI-1) og ved Trælekilen (TF-4). Bunnforholdene var bedre på grunnere områder i Frierfjorden (GFG-1 og GFD-3) med god tilstandsklasse. Larviksfjorden (LF-1 og LA-1) og ytre Sandefjordsfjorden (SF-1) hadde også god tilstandsklasse. Fysisk forstyrrelse av sjøbunnen er blitt observert ved stasjon TF-2 (lille bildet), mest sannsynlig grunnet deponering av masser i området. Stasjonen er nå flyttet 50m og forholdene der er bedre. Positiv endring siden undersøkelsene 2007 og 2008 ble registrert i Tønsberg havn (TF-3), hvilket sannsynligvis henger sammen med bedre oksygenforhold i området i 2009. Stasjonen i Ytre Oslofjords dypeste midtrenne (H-1) var i tilstandsklasse Meget god.



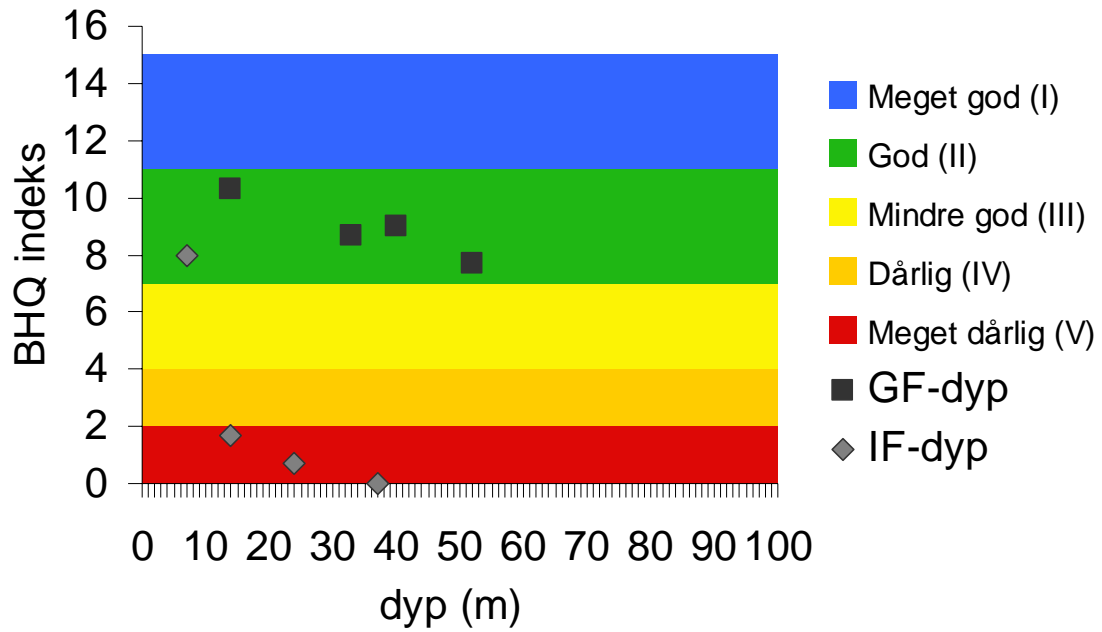
**Figur 33.** Tilstandsklasser hos bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2009, og bilder fra utvalgte stasjoner vestlige deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004). På LA-1 sees en sjøfjær (*Pennatula* sp.).

### 4.3.3 Østlig del av Ytre Oslofjord

Figur 34 viser tilstandsklasser i henhold til BHQ-indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner. Bunnforholdene var svært reduserte med Meget dårlig tilstand i dypere deler Iddefjorden (ID-1) og utenfor Halden havn (ID-2), slik forholdene har vært siden 2007 (Figur 34 og Figur 35). Det ble observert tydelige rester av treflis i sedimentene. Singlefjorden (S-9) viste tegn på dumping i 2008 og 2009 og hadde Mindre god tilstand. Ved Skjebergkilen (SF-1), Leira vest av Kråkerøy (LE-1) og Ringdalsfjorden (R-5) ble gode bunnforhold observert.



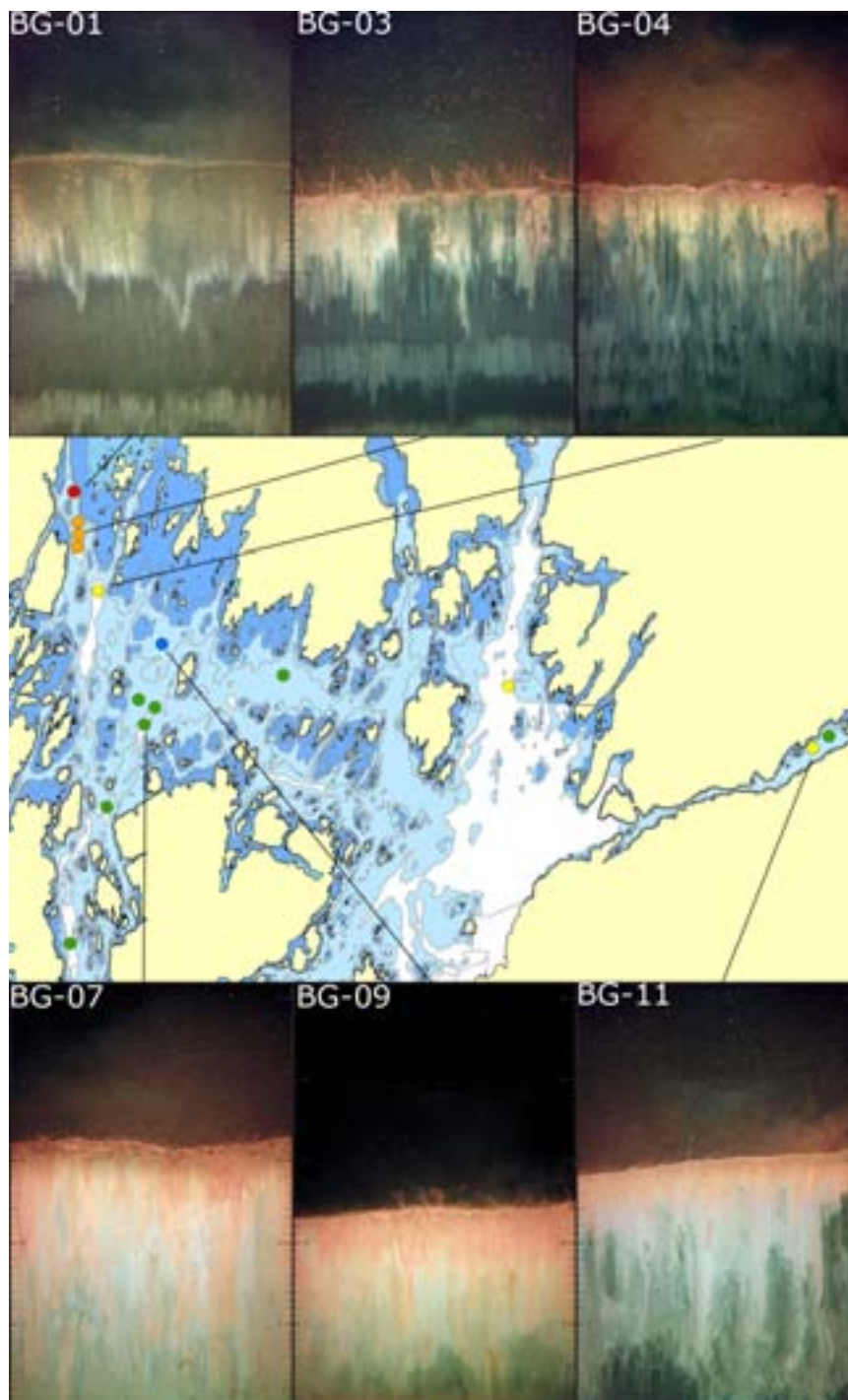
**Figur 34.** Tilstandsklasser hos bløtbunn i 2009 i henhold til BHQ-indeksen, og bilder fra utvalgte stasjoner i østlige deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).



**Figur 35.** Tilstandsklasse og BHQ indeks for utvidet undersøkelser i østlig utløp av Glomma (GF-dyp som består av stasjonene GF-01 til 04) og Iddefjorden (ID-dyp som består av stasjonene IF-01 til 04) som ble utført i i 2007 (Walday et al. 2008).

#### 4.4 Undersøkelser rundt Glommas munningsområde (Borregaard)

Figur 36 viser en tydelig gradient utover fra Glomma, fra meget dårlige (BG-01), dårlige (BG-02, BG-03, I-3) til mindre gode forhold (BG-04) til gode forhold (BG-06, BG-07, BG-08) og meget gode forhold (BG-09) i området mellom Hvaler og fastlandet. Den ekstra stasjonen (BG-11) ved utløpet fra rensesanlegget i Ringdalsfjorden (BG-11) viste mindre gode forhold.

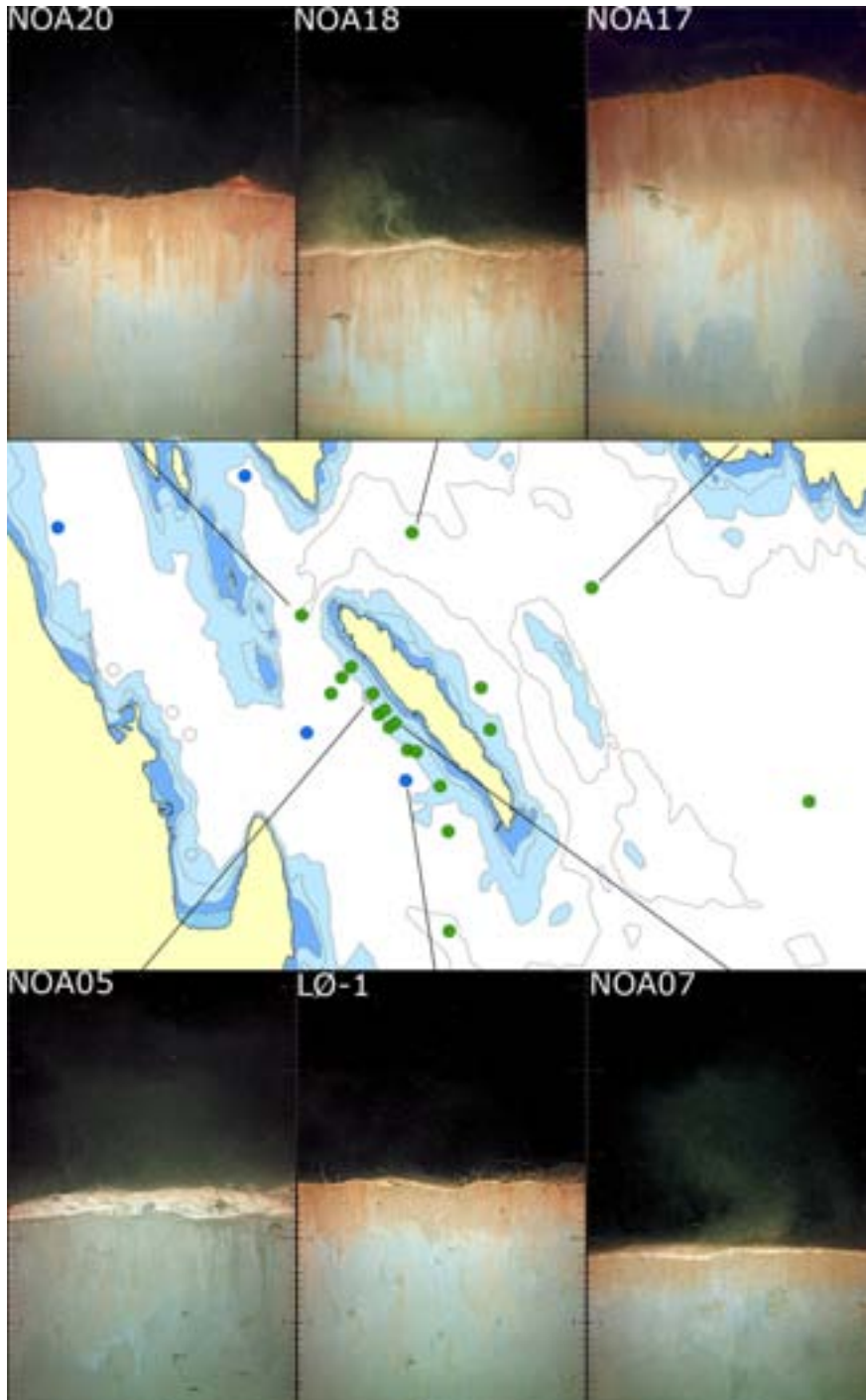


**Figur 36.** Tilstandsklasser hos bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2009 og bilder fra stasjoner i intensivområdet i munningsområdet til Glomma (bildene er fra de stasjoner som ble prøvetatt for Borregaard i 2009).



#### 4.5 Undersøkelser ved Langøya (NOAH)

Ved prøvetaking for Fagrådet for Ytre Oslofjord ble det registrert en forbedring av stasjon Langøya (LØ-1) fra god til meget god tilstand, men samtidig viste den dypere stasjonen OF-5 nedgang fra meget god til god tilstand. Figur 37 viser et detaljert kart over de 22 stasjoner utenfor Langøya med gode og meget gode forhold (prosjekt for NOAH AS). NOA05 ble ikke klassifisert pga. forstyrrelse av bunnen.

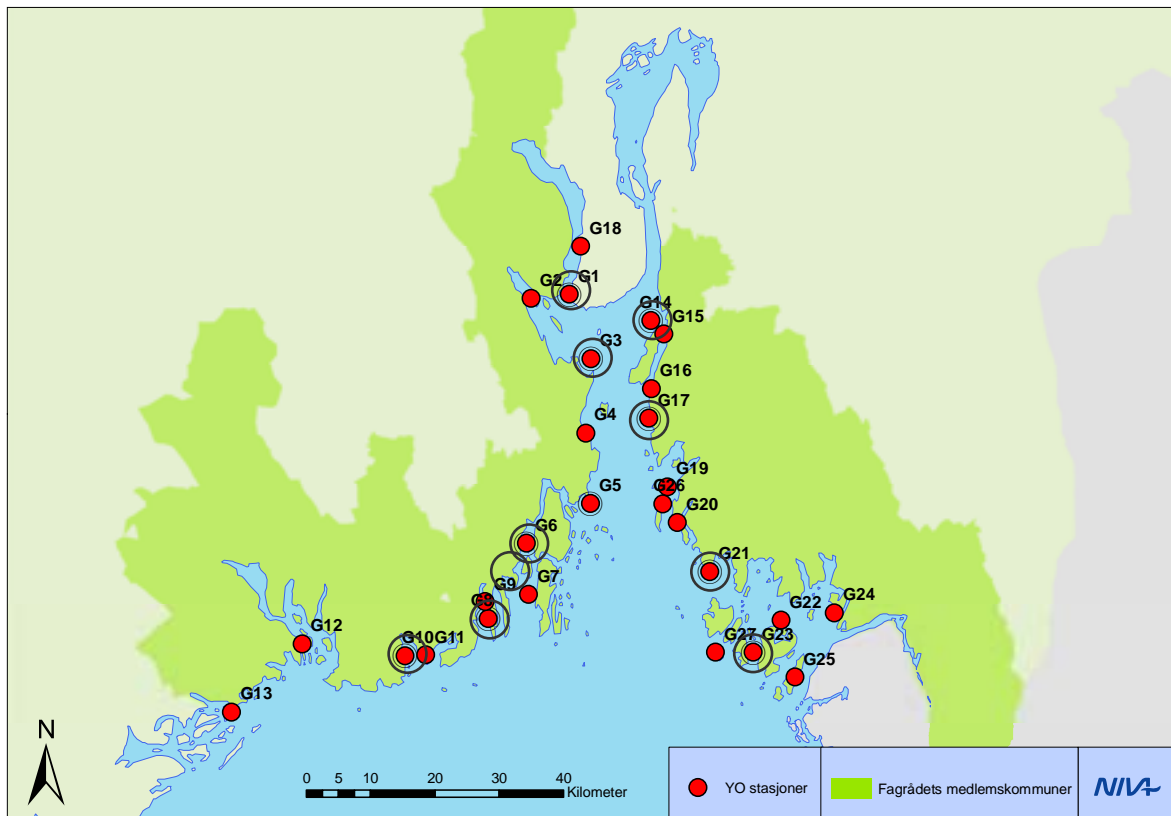


**Figur 37.** Kart viser tilstandsklasser hos bløtbunn i 2009 i henhold til BHQ-indeksen vest i Breiangeren, inkludert bilder fra stasjoner i intensivområdet rundt Langøya (prøvetas for NOAH).

## 5. Overvåking av strandsonesamfunn

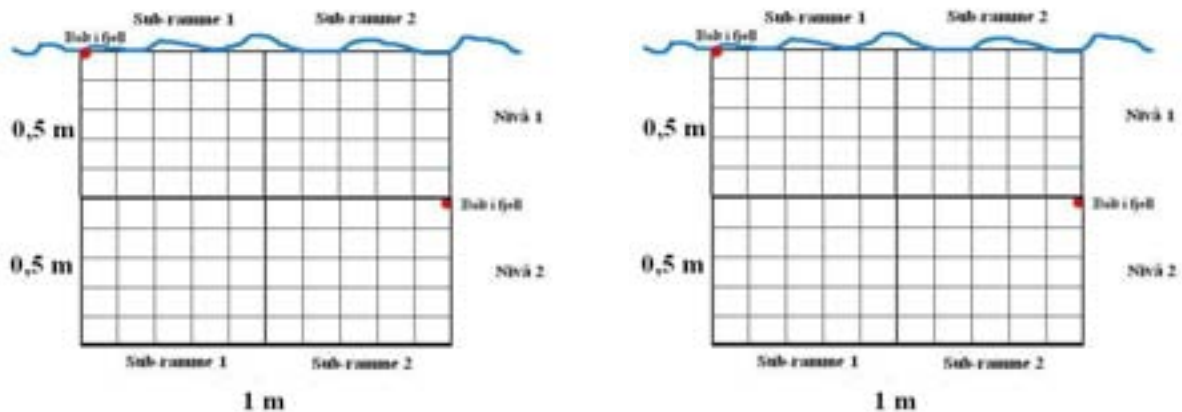
### 5.1 Metode

I alt ble det foretatt rammeregistreringer på 10 stasjoner (6 på vestsiden av Oslofjorden og 4 på østsiden (Figur 38) I fagrapporten (Walday et al. 2010) er det gitt en oversikt over stasjonene inkl. posisjoner. På hver stasjon var det etablert to registreringsfelt som var markert med bolter. Der hvor boltene/feltene ikke ble gjenfunnet ble det etablert nye registreringsfelt (stasjon G5 og G17).



**Figur 38.** Kartet viser plasseringen til hardbunnsstasjonene. De stasjoner som ble undersøkt i fjæra i 2009 er merket med en sort ring.

Registreringene foregikk på to nivåer. Nivå 1 var plassert i øvre del av rurbeltet og strakk seg 0,5m ned. Nivå 2 var plassert like under nivå 1. Det ble foretatt registreringer i 2 rammer på hvert nivå. Rammen har en størrelse på 1 x 0,5m og er inndelt i 50 ruter på 10 x 10 cm. Før registreringen ble rammen delt inn i to sub-rammer (0,5 x 0,5m, 25 småruter). Plasseringen av rammene ble merket, fotografert og registrert i forhold til retning og plassering. Fastsittende makroalger og dyr ble kvantitativt registrert ved å registrere tilstedeværelse/ikke tilstedeværelse for hver art innen hver av rutene. Forekomsten av arten betegnes som frekvensen, dvs andelen ruter den var tilstede i. Dette er en endring i forhold til tidligere metode for kvantifisering av forekomst. Bakgrunn og konsekvenser av denne endring er gitt i eget kapittel i Fagrapporten (Walday et al. 2010). De artene som ikke kunne identifiseres i felt ble tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmelse.



**Figur 39.** Skjematisk tegning av rammene og deres plassering i fjæra. Se tekst for nærmere beskrivelse.

## 5.2 Resultater

Til sammen ble det registrert 89 taxa av alger og dyr på de 10 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2010, 50 av disse var alger og 39 dyr. I 2007 ble det til sammen registrert 126 taxa, men den gangen ble samtlige 25 stasjoner undersøkt. Artslister for 2009 er gitt i Fagrapporten for 2009 (Walday et al. 2010). De fem vanligst forekommende alger og dyr på øvre- og nedre nivå for hele området er vist i Tabell 7.

De arter som er til stede i strandsonen, og mengdene av dem, gjenspeiler miljøforholdene på stedet. Med strandsonen menes littoralsonen (fjæra) og øvre del av sublittoralsonen (sonen under lavvannsmærket). For eksempel vil utslipp av avløpsvann kunne gi endrete vekstforhold til fastsittende alger og dyr. En svak overkonsentrasjon av næringsalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Høyere overkonsentrasjoner av næringsalter vil imidlertid gi redusert artsantall med dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger ("sly") som øker i mengde og dominerer strandsonen. De flerårige tangartene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene og kan resultere i at tangen etter hvert forsvinner.

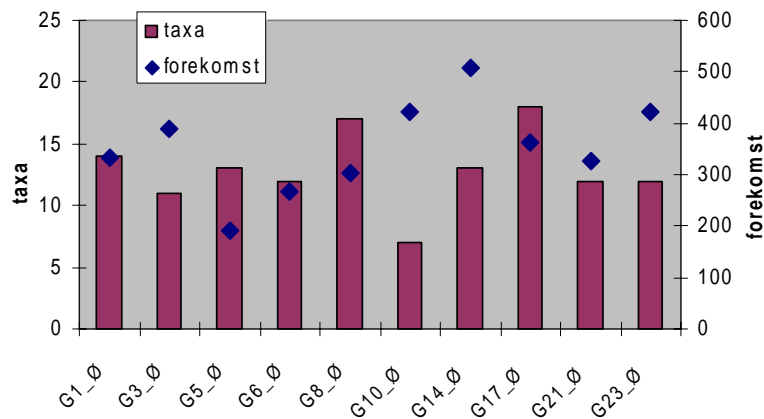
Vanligst forekommende alge i både øvre og nedre nivå var rødalgen Fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*). I øvre nivå ble den funnet i 93% av alle undersøkte ruter. Fjæreblood danner et tynt rødt belegg på fjell og stein, nærmest som rødmaling. Andre skorpedannende røde og brune alger (hhv. Corallinacea indet og Brunt på fjell – mørkt) var også vanlig forekommende, særlig i nedre nivå. Blant de større algene var blæretang (*Fucus vesiculosus*) den vanligste på stasjonene i området, men i øvre fjæra var det også en del grønnalger (*Enteromorpha intestinalis* og *Cladophora albida*).

Steinrur (*Balanus improvisus*) er det vanligst forekommende dyret i både øvre og nedre nivå. Den ble funnet i omtrent halvparten av rutene i både øvre- og nedre nivå. Steinrur er en introdusert art som har sin opprinnelse i Australia og som ble innført til Norge for drøyt 100 år siden. Fjærerur (*Balanus balanoides*) er også ofte tilstede i fjæra, men i mindre mengder enn steinrur. Blåskjell (*Mytilus edulis*) er en av de fem vanligste artene, noe vanligere i nedre enn øvre nivå. Strandsnegl (*Littorina littorea*) og mosdyrene *Electra pilosa* og *E. crustulenta* er også vanlige dyr i fjæra i Ytre Oslofjord.

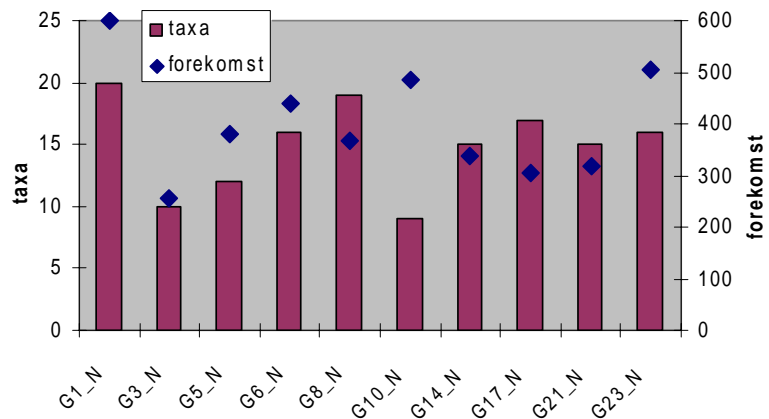
**Tabell 7.** De fem vanligst forekommende alger og dyr i fjæra på øvre- og nedre nivå for hele det undersøkte området (10 stasjoner). Forekomst (%) er %-andelen ruter arten ble registrert i – på hvert nivå på hver stasjon undersøkes 100 ruter.

alger øvre	%	dyr øvre	%
<i>Hildenbrandia rubra</i> - fjæreblood	93	<i>Balanus improvisus</i> - rur	47
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	58	<i>Mytilus edulis</i> - blåskjell	20
<i>Enteromorpha intestinalis</i> - tarmgrønske	24	<i>Littorina littorea</i> - stor strandsnegl	13
<i>Cladophora albida</i> - grønndusk	22	<i>Electra crustulenta</i> - mosdyr	11
Brunt på fjell - mørkt	18	<i>Balanus balanoides</i> - fjærerur	10
alger nedre	%	dyr nedre	%
<i>Hildenbrandia rubra</i> - fjæreblood	79	<i>Balanus improvisus</i> - rur	51
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	45	<i>Electra crustulenta</i> - mosdyr	30
Brunt på fjell - mørkt	26	<i>Mytilus edulis</i> - blåskjell	28
<i>Ceramium rubrum</i> - rekeklo	23	<i>Electra pilosa</i> - mosdyr	22
Coralliniacea indet. - rugl	23	<i>Littorina littorea</i> - stor strandsnegl	12

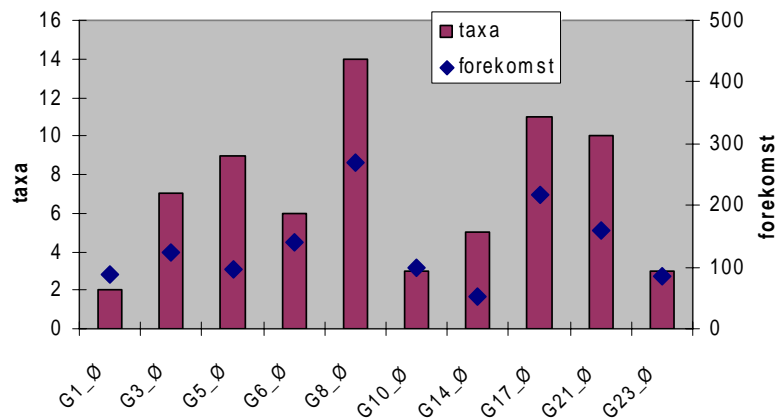
Generelt sett ble de fleste taxa og de største forekomster av alger og dyr registrert på det nedre nivået (Figur 40 - Figur 43). På stasjon G8 og G17, hhv Sandefjordsfjorden og Fuglevik var det også mange taxa i det øvre nivået. Stasjon G10 i Larviksfjorden var fattig både med hensyn til alger og dyr, og det var her de største grønnalgeforekomstene (tarmgrønske - *Enteromorpha intestinalis*) ble registrert. Stasjonene G1 i ytre Drammensfjord, G10 i Larviksfjorden og G23 i Løperen har lav saltholdighet i overflaten og det er sannsynligvis derfor de har få dyretaxa i det øvre nivået.



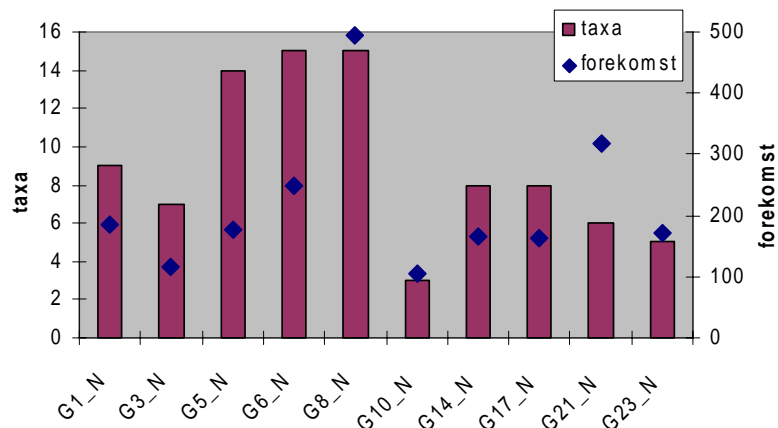
**Figur 40.** Antall taxa og samlet forekomst for alger på hver av fjærestasjonene på øvre nivå i 2010.



**Figur 41.** Antall taxa og samlet forekomst for alger på hver av fjærestasjonene på nedre nivå i 2010.

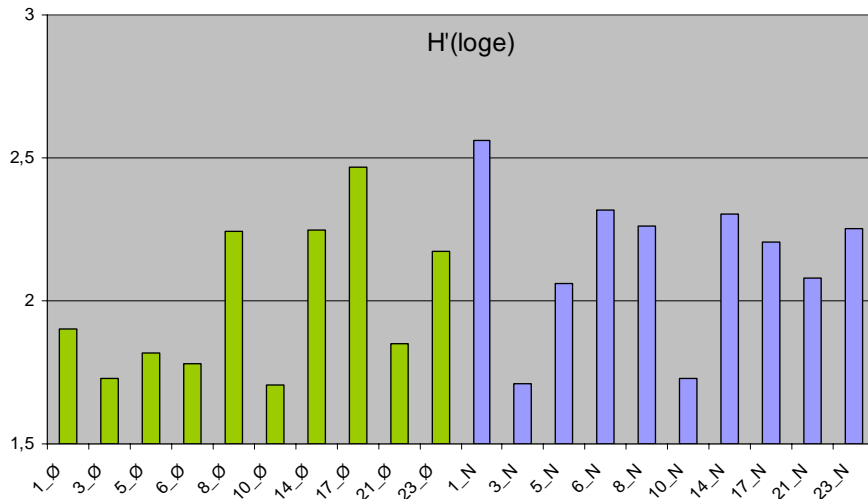


**Figur 42.** Antall taxa og samlet forekomst for dyr på hver av fjærestasjonene på øvre nivå i 2010.

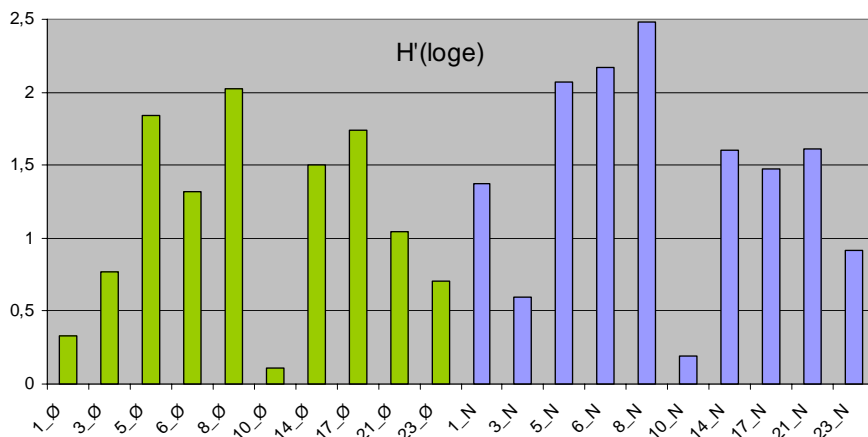


**Figur 43.** Antall taxa og samlet forekomst for dyr på hver av fjærestasjonene på nedre nivå i 2010.

Størst biologisk mangfold (Shannon Wieners indeks  $H'$ ) for alger og dyr ble generelt registrert i nedre undersøkelsesnivå (**Figur 44** og **Figur 45**). Høyest registrert mangfold var for alger på stasjon G1 i Ytre Drammensfjord, men dyrene hadde også et høyt mangfold på flere stasjoner, høyest på G8 i Sandefjordsfjorden. Stasjon G10 i Larviksfjorden hadde minst biologisk mangfold blant de undersøkte stasjonene.



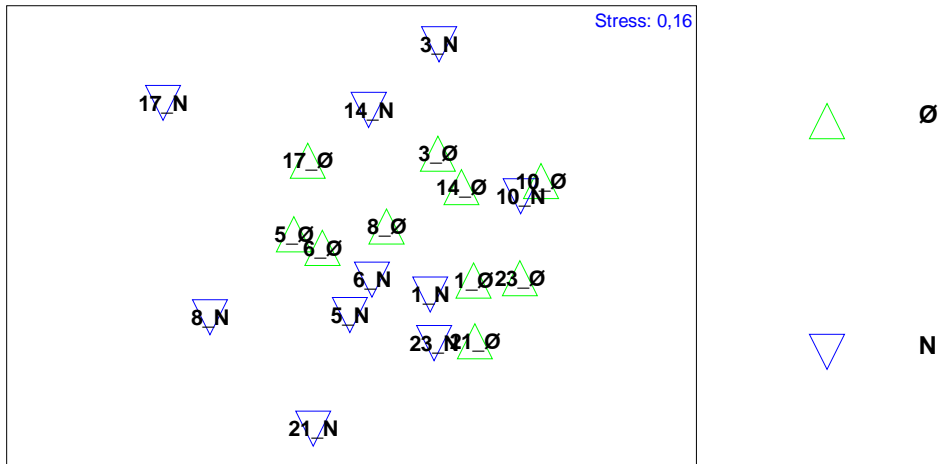
**Figur 44.** Mangfold ( $H'$  (log e)) av alger i strandsonen på 10 stasjoner i Ytre Oslofjord. Grønne søyler er øvre nivå og blå søyler er nedre nivå.



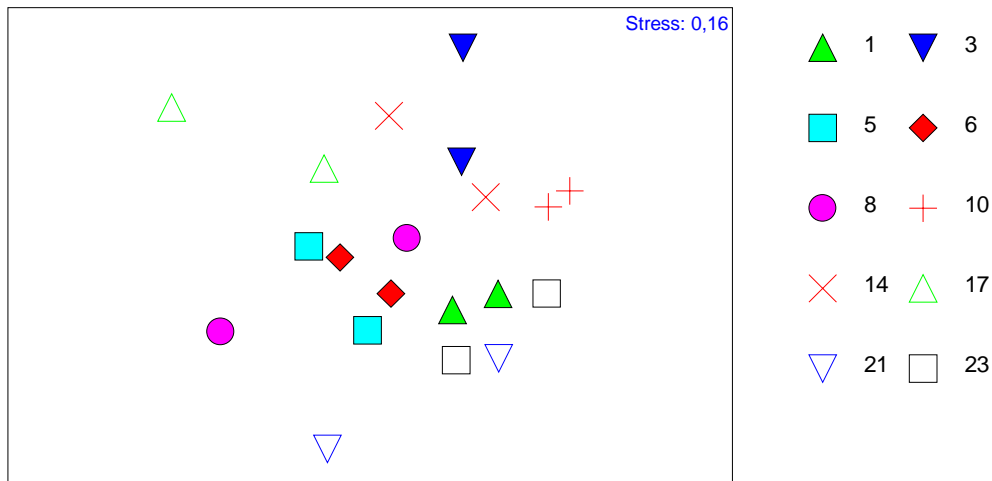
**Figur 45.** Mangfold ( $H'$  (log e)) av dyr i strandsonen på 10 stasjoner i Ytre Oslofjord. Grønne søyler er øvre nivå og blå søyler er nedre nivå.

Det er gjort en likhetsanalyse av strandsonestasjonene med hensyn til forekomst av dyr og alger (Figur 46). Plottene i figuren viser at stasjonene var mer innbyrdes like i det øvre registreringsnivået enn i det nedre, stasjoner nær hverandre i plottet har stor likhet. En ser også at noen av stasjonene (G1, G6 og G10) hadde mer lik artssammensetning i øvre og nedre nivå enn de øvrige stasjonene. Stasjon G8, G17 og G21 er eksempel på stasjoner hvor det var stor forskjell mellom øvre og nedre nivå. For øvrig er det ingen klar gruppering av stasjoner.

A

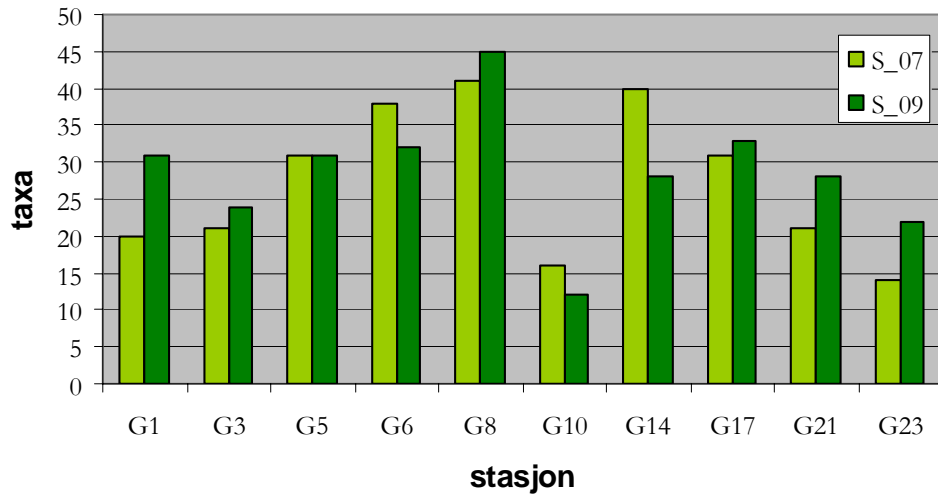


B



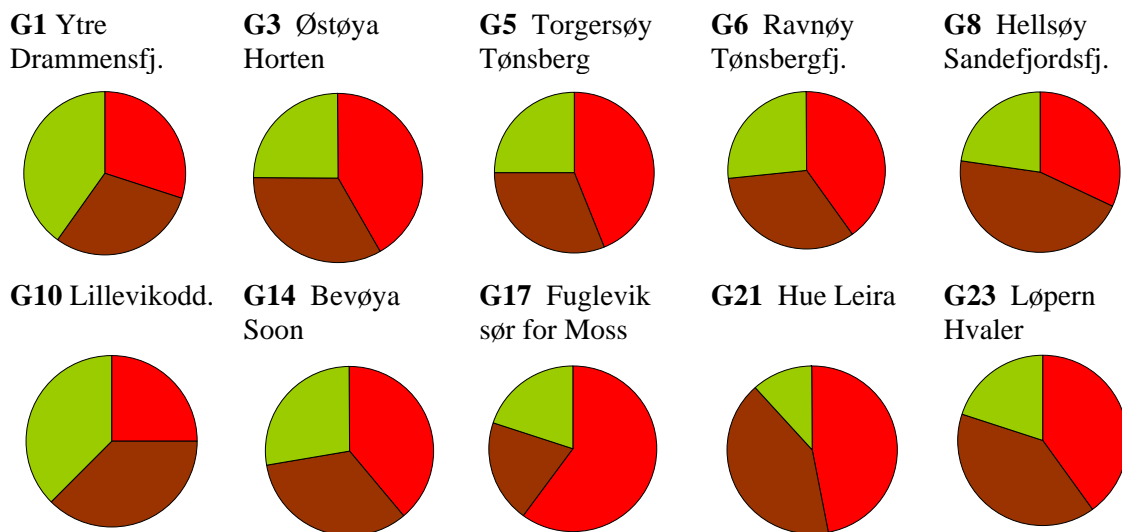
**Figur 46.** MDS-plott; likhet mellom stasjoner mht. algeforekomster. Stasjoner nær hverandre er like. I øvre plott (A) er øvre strandnivå indikert med grønn pil oppover, og nedre nivå med blå pil nedover. I nedre plott (B) er stasjonsnummer indikert, og de to nivåene er vist med samme symbol for hver stasjon.

Det vil alltid være noe variasjon i forekomster av alger og dyr fra område til område og over tid. I Figur 47 er det samlede antallet arter (taxa) på 10 strandsonestasjoner vist for 2007 og 2009. Det er på stasjon G1 og G14 en har hatt størst endring i artsantall siden undersøkelsene i 2007. På G1 har det vært en økning av antallet taxa fra 20 til 31, mens antallet taxa på G14 har avtatt fra 40 til 28. I 2007 var det mye belegg av blågrønnalger i strandsonen og dette kan ha forhindret vekst av andre organismer i det året. På G14 var det i 2009 et tett teppe av grønn dusk (*Cladophora* spp.) som kan ha begrenset utbredelsen av andre algearter, og bidratt til et lavere artsantall.



**Figur 47.** Antall arter (taxa) av alger og dyr på 10 av strandsonestasjonene i 2007 og 2009.

Fordelingen av alger på de tre algeklassene er vist for stasjonene i Figur 48. For de fleste stasjoner viser disse resultatene liten grad av næringssaltpåvirkning. Stasjon G10 i Larviksfjorden og G1 i ytre Drammensfjorden skiller seg ut med en relativt stor andel av grønnalgearter (hhv. 38 og 40 %) i forhold til brun- og rødalger og dette indikerer forhøyede mengder av næringssalter i vannmassene. Merk at ferskvannspåvirkning også favoriserer forekomst av grønnalger og dette er 2 stasjoner som er utsatt for ferskvannspåvirkning. Mulig næringssaltpåvirkning i disse områdene ble også bemerket i årsrapporten for 2007-undersøkelsene.



**Figur 48.** Fordeling mellom antall arter av grønn-, rød- og brunalger på 10 av strandsonestasjonene i Ytre Oslofjord i 2009.



## 6. Sammenfattende vurdering

Miljøtilstanden i Ytre Oslofjord var i 2009 stort sett lik det som ble observert i 2007 og 2008.

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 var i flere områder en bedring i tilstanden i vannmassene i forhold til 2008, særlig i Hvalerområdet. 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 fra 80 m og dypere i ytre områder og meget dårlige forhold fra 70 m og dypere i indre områder av fjorden. Fjorden er sterkt påvirket av Drammenselva og det er en svak tendens til økte elvetilførsler av fosfor i de senere år. Fjæreundersøkelsene i ytre Drammensfjorden indikerte forhøyet næringssaltpåvirkning .

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 ble det registrert mindre god tilstand i vannmassene og meget dårlig oksygentilstand i bunnvannet. I de dypere delene av Frierfjorden var det også dårlige forhold i bunnsedimentene. Høåyfjorden har i likhet med Frierfjorden meget dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Positivt for området er at det er registrert en avtagende trend i tilførslene av nitrogen via Skienselva.

Bortsett fra avgrensede lokale områder så er det også i 2009 Grenlandsfjordene, Drammensfjorden og Iddefjorden som peker seg ut som de mest belastede områder i Ytre Oslofjord.

## 7. Referanser

- 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, 26s.
- Norderhaug KM et al 2010. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2009. 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
- Selvik, J., Tjomsland, T., Eggestad, H.O. (Bioforsk), 2007. Teoretiske tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2006. NIVA-rapport OR-5512. 66 s.
- Walday, M. Gitmark, J. Naustvoll, L. (HI), Nilsson, H. Pedersen, A. Selvik, J. 2008. Overvåking av Ytre Oslofjord 2007 Årsrapport . NIVA-rapport 5640-2008.
- Walday, M., Naustvoll, L., Nilsson, H.C., Rygg, B., Selvik, J-R., Sørensen K. 2009. Overvåking av Ytre Oslofjord 2008 Årsrapport. NIVA-rapport 5818-2009. 66 s.
- Walday, M., Gitmark, J., Norling, K. 2010. Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2009. Fagrapport. NIVA-rapport 5949-2010

## Vedlegg A.

SPI-stasjoner; posisjon, bunndyp, RPD (apparent Redox Potential Discontinuity), BHQ (Benthic Habitat Quality), TK (Tilstandsklasse i henhold til BHQ indeks) for åren 2007, 2008 og 2009 samt endring i BHQ mellom 2007 til 2008, 2008 til 2009 samt 2007 til 2009. Tilstandsklasse for stasjoner i utvidet område i 2009 (Drammensfjorden og Sandebukta) er presentert i Figur 31.

Navn	Stasjon		2007			2008			2009			Δ BHQ indeks			
	Latitud	Longitud	Dyp	RPD	BHQ	TK	RPD	BHQ	TK	RPD	BHQ	TK	2008-2007	2009-2008	2009-2007
BC-1	59,10410	9,61720	94	0,3	1,3	5	0,0	1,0	5	0,0	0,7	5	-0,3	-0,3	-0,7
BØ-1	59,36650	10,49330	28	3,5	11,0	2	3,1	10,7	2	2,7	10,0	2	-0,3	-0,7	-1,0
D-1	59,53160	10,40470	85	3,0	9,5	2	3,2	10,3	2	2,7	10,0	2	0,8	-0,3	0,5
D-3	59,70580	10,31350	97	0,0	0,7	5	0,0	1,0	5	0,0	0,3	5	0,3	-0,7	-0,3
D-4	59,57470	10,41990	22	2,6	8,7	2	2,8	9,0	2	2,3	8,0	2	0,3	-1,0	-0,7
DD-1	59,62320	10,42130	107	0,8	4,7	3	2,6	8,0	2	0,2	2,3	4	3,3	-5,7	-2,3
FG-1	59,03900	9,72350	105	2,8	9,0	2	2,3	8,3	2	3,0	9,5	2	-0,7	1,2	0,5
GFD-3	59,08280	9,64880	42	2,7	8,7	2	3,5	8,7	2	3,2	9,5	2	0,0	0,8	0,8
GFG-1	59,09510	9,64130	17	2,7	8,3	1	2,8	9,0	1	2,5	8,0	2	0,7	-1,0	-0,3
GI-1	59,02270	9,79830	205	5,0	9,7	2	3,0	9,0	2	0,0	1,0	5	-0,7	-8,0	-8,7
GKD-1	59,04140	9,75100	47	2,7	9,3	2	2,1	9,0	2	2,0	7,0	3	-0,3	-2,0	-2,3
H-1	59,24530	10,60940	343	3,7	10,0	2	4,9	9,8	2	4,2	10,3	1	-0,3	0,6	0,3
HF-1	59,22110	10,77790	7	1,3	5,0	3	1,0	4,3	3	1,0	3,3	4	-0,7	-1,0	-1,7
HO-1	59,43400	10,47270	25	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0,0	0,0	0,0
I-1	59,10950	11,00190	51	2,1	9,3	2	3,0	10,3	2	3,1	11,0	2	1,0	0,7	1,7
I-3	59,14630	10,96190	54	0,3	3,3	4	0,5	4,0	4	0,0	2,3	4	0,7	-1,7	-1,0
ID-1	59,10160	11,36910	29	0,0	0,3	5	0,0	0,3	5	0,0	0,0	5	0,0	-0,3	-0,3
ID-2	59,11600	11,38460	8,1	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0,0	0,0	0,0
JØ-1	59,49180	10,61680	34	2,0	8,7	2	3,3	10,3	2	2,1	10,3	2	1,7	0,0	1,7
KF-1	59,31010	10,76880	17	3,2	9,7	1	1,8	7,0	2	2,7	9,0	1	-2,7	2,0	-0,7
KF-2	59,31620	10,70460	7	0,7	3,7	4	0,7	3,0	4	1,1	3,3	4	-0,7	0,3	-0,3
KF-3	59,28830	10,72030	22	2,8	10,0	2	2,4	8,7	2	2,0	8,3	2	-1,3	-0,3	-1,7
LA-1	59,01930	10,05180	105	2,9	10,7	2	2,9	10,3	2	2,6	9,7	2	-0,3	-0,7	-1,0
LE-1	59,15680	10,86850	28	2,6	10,7	2	2,7	10,0	2	2,3	10,7	2	-0,7	0,7	0,0
LF-1	59,02720	10,03970	85	2,4	9,7	2	2,7	9,0	2	2,8	9,7	2	-0,7	0,7	0,0
LØ-1	59,48590	10,37820	66	3,7	10,7	2	3,0	10,0	2	3,2	11,3	1	-0,7	1,3	0,7
MO-1	59,44330	10,66020	46	2,9	8,3	2	2,9	10,0	2	3,0	9,7	2	1,7	-0,3	1,3
MO-2	59,48450	10,67840	105	2,6	10,3	2	3,0	9,7	2	2,6	10,3	2	-0,7	0,7	0,0
Ø-1	59,13650	10,83380	52	5,4	10,7	2	3,7	10,0	2	3,6	9,7	2	-0,7	-0,3	-1,0
OF-5	59,48660	10,45830	199	4,9	10,3	2	4,8	11,5	1	4,2	9,0	2	1,2	-2,5	-1,3
OF-7	59,59070	10,63550	210	3,6	9,7	2	4,1	10,0	2	3,9	12,0	1	0,3	2,0	2,3
R-5	59,11180	11,31370	33	2,4	7,7	2	2,5	10,0	2	2,0	7,3	2	2,3	-2,7	-0,3
RA-1	59,23510	10,71710	120	3,2	10,3	2	4,5	11,0	2	2,8	9,7	2	0,7	-1,3	-0,7
S-9	59,11430	11,16190	95	5,8	12,0	1	Forstyrret			1,5	6,0	3	-6,0		-6,0
SAF-1	59,07800	10,25000	55	4,0	9,3	2	3,5	9,5	2	2,8	9,5	2	0,2	0,0	0,2
SAN-1	59,56170	10,24380	23	2,7	9,0	2	2,4	8,3	2	2,4	9,7	2	-0,7	1,3	0,7
SAN-3	59,55080	10,25760	47	3,7	11,0	2	3,0	9,7	2	2,9	10,7	2	-1,3	1,0	-0,3
SAN-8	59,50910	10,30510	73	3,8	10,5	2	3,0	11,0	2	3,8	11,7	1	0,5	0,7	1,2
SB-1	59,52010	10,68040	34	2,0	9,3	2	1,7	7,7	2	2,2	8,0	2	-1,7	0,3	-1,2
SF-1	59,17980	11,17690	35	2,6	9,3	2	3,2	10,5	2	2,7	8,3	2	1,2	-2,2	-1,0
SF-2	59,05230	10,96960	68	3,3	11,3	1	2,9	8,3	2	3,1	8,3	2	-3,0	0,0	-3,0
TF-1	59,07910	10,37370	44	2,0	7,7	2	2,6	8,0	2	3,0	10,0	2	0,3	2,0	2,3
TF-2	59,17350	10,34580	54	3,0	11,0	2	Forstyrret			2,9	9,5	2	-1,5		-1,5
TF-3	59,26960	10,39730	13	0,0	0,0	5	0,0	1,0	5	0,8	4,3	3	1,0	3,3	4,3
TF-4	59,25110	10,43970	10,5	0,0	0,0	5	0,0	1,0	5	0,0	1,0	5	1,0	0,0	1,0
TØ-1	59,20260	10,35460	74	1,7	9,0	2	3,4	11,0	2	2,6	8,3	2	2,0	-2,7	-0,7
TØ-2	59,21690	10,49200	38	2,6	11,3	1	2,0	8,3	2	2,6	10,0	2	-3,0	1,7	-1,3
GF-1	59,13620	10,97250	53	1,4	7,7	2	4,9	10,3	2	2,3	6,0	3	2,6	-4,3	-1,7
GF-2	59,11100	10,99420	41	2,1	9,0	2	4,4	10,0	2	2,1	7,0	3	1,0	-3,0	-2,0
GF-3	59,12460	11,00360	15,3	2,1	10,3	1	4,5	9,8	2	2,3	8,7	2	-0,6	-1,1	-1,7
GF-4	59,11880	11,06040	34	2,2	8,7	2	4,8	10,5	2	3,2	9,0	2	1,8	-1,5	0,3
Middels				2,4	8,0	2,4	2,6	7,9	2,5	2,2	7,4	2,6	-0,1	-0,5	-0,5

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)