

NIVA

RAPPORT L.NR. 6184-2011



Overvåking av Ytre Oslofjord 2010 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 2010 Årsrapport	Løpenr. (for bestilling) 6184-2011	Dato 2011.06.30
	Prosjektnr. Undernr. 27250 10	Sider Pris 77
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. 651/10
--	--

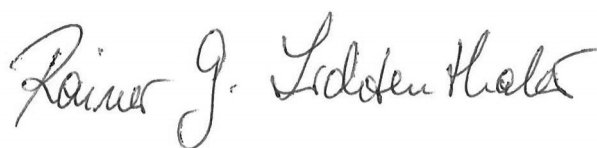
Sammendrag

Overvåkingsprogrammet i Ytre Oslofjord fremskaffer informasjon om miljøtilstanden og tilførsler med fokus på næringsalter. Rapporten omhandler resultatene fra 2010. 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 med vesentlig mer nitrogen enn industri. Både 2009 og 2010 har hatt lavere vintertemperatur i overflaten enn foregående år, med islegging i store deler av randsonen. For næringsalter og oksygen er tilstanden i 2010 generelt Meget god i sentrale Ytre Oslofjord. I Breiangen har det vært en reduksjon i oksygentilstanden. I Grenlandsfjordene var det oksygenproblemer i bunnvannet i Frierfjorden, men en bedring i Håøyfjorden. For øvrig relativt god tilstand i vannmassene. Det var redusert miljøtilstand i Ringdalsfjorden, Iddefjorden og Drammensfjorden. Sammenlignet med 2009 er det imidlertid forbedring ved flere av stasjonene, spesielt ved Hvaler. Våroppblomstringen fant sted fra midten av januar til midten av februar, betydelig tidligere enn normalt. Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden Meget gode eller Gode, med en forbedring på enkelte stasjoner i et flertall områder fra år 2007 til 2010. Problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden hvor dårlige eller meget dårlige forhold dominerer. Fjærestasjonene viste liten grad av næringsalt-påvirkning, men i Larviksfjorden og Ytre Drammensfjorden var det indikasjoner på næringsalt-påvirkning. Tilstanden for siktdyp er Mindre god og dette avspeiles i nedre voksegrense for makroalger.

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



Mats Walday
Prosjektleder



Rainer G. Lichtenhaler
Seniorforsker

Overvåking av Ytre Oslofjord 2010

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 2010.

Ansvarlig for tilførselsberegningene er John Rune Selvik fra NIVA. Ansvarlig for undersøkelsene av vannmasser er Lars J. Naustvoll fra HI. Kai Sørensen, NIVA har ansvar 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 HI's forskningsfartøy "G.M. Dannevig". Prøvene i Hvalerområdet er samlet inn med MS Falkungen.

Oslo, 30. juni 2011

Mats Walday

Innhold

Sammendrag	6
Summary	9
1. Innledning	10
2. Tilførsler til Ytre Oslofjord	12
2.1 Tilførsler av næringssalter til Ytre Oslofjord – norske kilder	12
2.1.1 Kildespesifikke utslipp	12
2.1.2 Klimatiske endringer	15
2.1.3 Målte tilførsler i vassdragene og utviklingstrender	17
2.1.4 Variasjon i tilførsler gjennom året	21
3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord	23
3.1 Toktfrekvens og stasjoner i 2010	23
3.2 Innsamlinger	23
3.3 Resultater	25
3.3.1 Temperatur og saltholdighet	25
3.3.2 Næringssalter	29
3.3.3 Oksygen	31
3.3.4 Planteplankton	34
3.3.5 Siktdyp	37
3.3.6 Oppsummering av vannmasseparametre 2010	39
4. Overvåking av sedimenter i Ytre Oslofjord	41
4.1 Prøvetaking	41
4.2 Resultater	43
4.2.1 Sentrale deler av Ytre Oslofjord	44
4.2.2 Vestlig del av Ytre Oslofjord	45
4.2.3 Østlig del av Ytre Oslofjord	48
4.2.4 Undersøkelser rundt Glommas munningsområde	52
4.2.5 Undersøkelser rundt Langøya	53
5. Overvåking av hardbunnsamfunn	54
5.1 Rammeundersøkelser	55
5.2 Dykkeundersøkelser	55
5.3 Resultater rammeundersøkelser	56
5.3.1 Øvre nivå 2010	58
5.3.2 Nedre nivå 2010	59
5.3.3 Stasjoner med samme undersøkelsesmetode i 2009 og 2010	61
5.3.4 Antall registrerte taxa i rammeundersøkelsene i 2007, 2009 og 2010.	64
5.4 Resultater dykkeundersøkelser	68
5.4.1 Sammenlikning av algetransektene i 2007 og 2010	69
5.4.2 Sammenlikning av faunatransektene i 2007 og 2010	71

5.4.3 Nedre voksegrense for makroalger	72
6. Sammenfattende vurdering	75
7. Referanser	76

Sammendrag

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 2010.

Tilførselsberegninger gjøres for året før undersøkelsene. 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. Det er verdt å merke seg at i vassdragsområdet på Hurumlandet er industri en betydelig fosforkilde.

Den naturlige avrenning 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 størst andel av naturlig avrenning.

Lufttemperaturen 2010 var vesentlig kaldere enn normalen. For nedbør er det en tendens med våtere år enn normalen etter 1990 selv om 2010 var noe tørrere enn normalt. Klimatiske endringer med økt nedbør og avrenning fra land vil kunne medføre økt stofftransport fra landsiden.

I Sør-Norge var elvetemperaturen i første halvår av 2009 litt over gjennomsnittet for de siste 10 år, mens den i siste halvår lå litt under gjennomsnittet. Vannføringen i 2009 var markert mindre enn i 2008, men var fortsatt noe over 30-års normalen (1971-2000). Generelt for Skagerrak-området er det rapportert om ca 15% mindre avrenning sammenlignet med 2008, noe som også gav mindre tilførsler av næringssalter; hhv. 15 og 22% mindre tilførsler av nitrogen og fosfor for Skagerrak-området. For suspendert materialet slår dette enda sterkere ut og det ble rapportert hele 47% mindre avrenning av suspendert materiale.

Trender i stofftransporten i vassdragene rundt ytre Oslofjord er ikke veldig tydelige, men elvetilførselsprogrammet rapporterer for perioden 1990-2009 en signifikant nedgang i ammoniumnivåer i Glomma, og en signifikant nedgang i total-nitrogen og nitrat i Skienselva. I Numedalslågen har det i perioden vært en signifikant økning av total-nitrogen. I Drammenselva har vannføringen økt signifikant i perioden 1990-2009.

Avrenningsmønsteret i elvene som drenerer til Ytre Oslofjord kan variere, men generelt vil transporten av nitrogen og fosfor variere gjennom året med typiske topper i avrenningsperioden om våren og ved økt nedbør på høsten. Glomma hadde i 2009 betydelig høstavrenning allerede i august og september. I 2009 så man endringer i næringssaltkonsentrasjonene som korresponderte med avrenningsperiodene fra land.

Påvirkning fra vannmasser i Nordsjøen og Skagerrak var svært tydelig i 2010. Langvarig kuldeperiode vinteren 2009/2010 førte til endringer i vertikal lagdeling og utskiftning av bunnvann i mange fjorder i Skagerrakregionen. I Oslofjordområdet fant utskiftningen sted i løpet av januar og februar.

Både 2009 og 2010 har hatt lavere vintertemperatur i overflaten enn foregående år og med islegging i store deler av randsonen. Den varmeste perioden var i august med temperaturer i overflatevannet i underkant 20 °C i noen dager. Saltholdigheten tyder på at det ikke var lengre perioder med store ferskvannstilførsler til de ytre områder i løpet av 2010. Temperaturer under 0°C kan være under tålegrensen for mange organismer.

Det var ikke noen lengre perioder med store ferskvannstilførsler til de ytre områder av Oslofjorden i løpet av 2010. Atlantiske vannmasser med saltholdighet >35 kunne spores i dypvannet helt inne ved Filtvet.

Reduserte mengder av nitrat på dypere vann kan knyttes til vannmasser med lavere saltholdighet, og dette var meget tydelig sommeren 2010. Hele 2010 var det relativt lave verdier av nitrat i de øvre vannlag. De intermediære vannmasser som vinteren 2010 ble presset oppover grunnet dypvannsutskiftningene i Skagerrak kunne spores i nitratverdiene i ytre deler av fjorden.

En miljøklassifisering basert på vinter- og sommerverdier av næringssalter viser at de sentrale stasjonene i Oslofjorden og i Grenlandsfjordene for det meste havner i klassen Meget god og God. For total-nitrogen ligger alle i klasse Meget god. Generelt sett har det vært en forbedring i miljøtilstand (særlig vinterstid) for næringssalter ved de sentrale stasjonene. Vinter- og sommerklassifiseringen er rimelig lik i 2010, med unntak av stasjon OF-2 og OF-5 hvor nitrat og fosfat ga noe dårligere tilstandsklassifisering vinterstid.

I randsonen er det betydelig variasjon i tilstanden for næringssalter. Ved enkelte lokaliteter er det i 2010 fortsatt en del belastning og noen er mer utsatt for lokale tilførsler. Som i 2009 var det stasjonene i Ringdalsfjorden (RA-5), Iddefjorden (ID-2) og Drammensfjorden (D-2 og D-33) som viste dårligst tilstand (spesielt for total-N og nitrat). Sammenlignet med 2008 og 2009 er det generelt noe bedring i miljøtilstanden ved flere av stasjonene, spesielt i Hvaler-regionen. Det tas forbehold om at det grunnet isleggingen mangler klassifisering av vintertilstand på seks stasjoner i randsonen i 2010.

I 2010 var det, i likhet med 2009, 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. På syv av de tolv randsonestasjonene var oksygenforholdene Gode eller Meget gode.

I sentrale Oslofjorden er oksygenforholdene i bunnvannet i tilstandsklasse Meget god eller God, med unntak av OF-5 Breiangeren som kom ut i tilstandsklasse Mindre god. Forholdene ved OF-stasjonene er omtrent som i 2009, med unntak av de to innerste, OF-5 og OF-7, hvor det har vært en reduksjon i tilstanden. Oksygenforholdene i bunnvannet i Frierfjorden var i 2010 som tidligere i tilstandsklasse Meget dårlig, men med en økning i oksygeninnholdet siden 2009. Tilstanden i bunnvannet i Langesundfjorden var God og med et høyere oksygeninnhold enn i 2009. I Håøyfjorden var tilstanden Mindre god i 2010, en klar bedring siden 2008 og 2009.

Våroppblomstringen i 2010 fant sted fra midten av januar til midten av februar, betydelig tidligere enn normalt, og var kraftig langs hele snittet fra Torbjørnskjær til Filtvet. En sekundær våroppblomstring i siste halvdel av mars var knyttet til snøsmelting i høyereliggende deler av nedbørfeltet. I løpet av sommeren observeres det perioder av varierende varighet med økning i klorofyll-a i Oslofjorden. Oppblomstringen var dominert av kiselalgene *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira nordenskiöldii* og *Chaetoceros* spp.. I mars var ulike arter innen slekten *Chaetoceros* fremtredende. I randsonen var også *Thalassionema nitzschooides* tallrik, i tillegg til *Chaetoceros*. Våroppblomstringen resulterte i en kraftig nedgang i de uorganiske næringssaltene (nitrat, fosfat og silikat). Basert på klorofyll-a havner de sentrale stasjonene i tilstandsklasse Meget god i 2010, slik som i 2009. Randsonen varierer meget, men ingen var dårligere enn klasse Mindre god.

Siktdyp er den parameter som gir dårligst tilstand for hele overvåkingsområdet; samtlige stasjoner har Mindre god eller dårligere tilstand. Mulige årsaker til dette er diskutert i kapittel 3.3.5. Den reduserte tilstanden for siktdyp avspeiles i nedre voksegrense for makroalger.

Det er i 2010 gjennomført bunnundersøkelser på bløtbunn med SPI-kamera på 46 stasjoner og utvidet program i Vestfjorden sør for Tønsberg (5 stasjoner) og Larviksfjorden (6 stasjoner).

Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden Meget gode eller Gode (tilstandsklasse I og II) og det var en forbedring på enkelte stasjoner i et flertall områder fra år 2007 til 2010. Problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden der stasjoner med dårlig eller meget dårlige forhold dominerer. 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 gruntvannsstasjoner viser resultatene liten grad av næringssaltpåvirkning. Stasjon G10 i Larviksfjorden og G18 i Drammensfjorden skiller seg ut med en relativt stor andel av grønnalgearter (hhv. 45 og 36 %) i forhold til brun- og rødalger og dette indikerer forhøyede mengder av nærings-salter i vannmassene, slik også påpekt i tidligere undersøkelsesår. Merk at ferskvannspåvirkning også favoriserer forekomst av grønnalger, og dette er 2 stasjoner som er utsatt for ferskvannspåvirkning.

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 2010.

Agriculture is the largest source of inputs of both man-made phosphorus and nitrogen. Population and industry contribute almost equally to the inputs of phosphorus, but the population with significantly more nitrogen than the industry.

Both 2009 and 2010 had lower winter temperatures at the surface than the previous years, and with ice-cover in large parts of the border zone. For nutrients and oxygen was the condition in 2010 generally very good at the stations in the central Outer Oslofjord. In Breianger, there has been a reduction in the oxygen conditions. The Grenland fjords had oxygen problems in bottom waters of Frierfjorden, but an improvement in Håøyfjorden. Apart from that, relatively good conditions were observed in the water. Environmental conditions were reduced in Ringdalsfjorden, Iddefjorden and Drammensfjorden. Compared with 2009, however, improvement was observed on several of the stations, especially in Hvaler. The spring bloom of phyto plankton in 2010 occurred from mid-January to mid February, significantly earlier than normal.

Generally, the bottom conditions in the open parts of the fjord were very good or excellent and there was an improvement on some stations in the majority of sampling areas from year 2007 to 2010. Problem areas are Drammensfjorden, Horten Harbour, Tønsberg, Frierfjorden and Iddefjorden with stations with poor or very poor conditions.

Littoral stations showed little impact of nutrients, but in Larvik Fjord and the Outer Drammensfjorden there were indications of elevated amounts of nutrients in the water masses.

Title: The Outer Oslofjord – environmental monitoring in 2010

Year: 2011

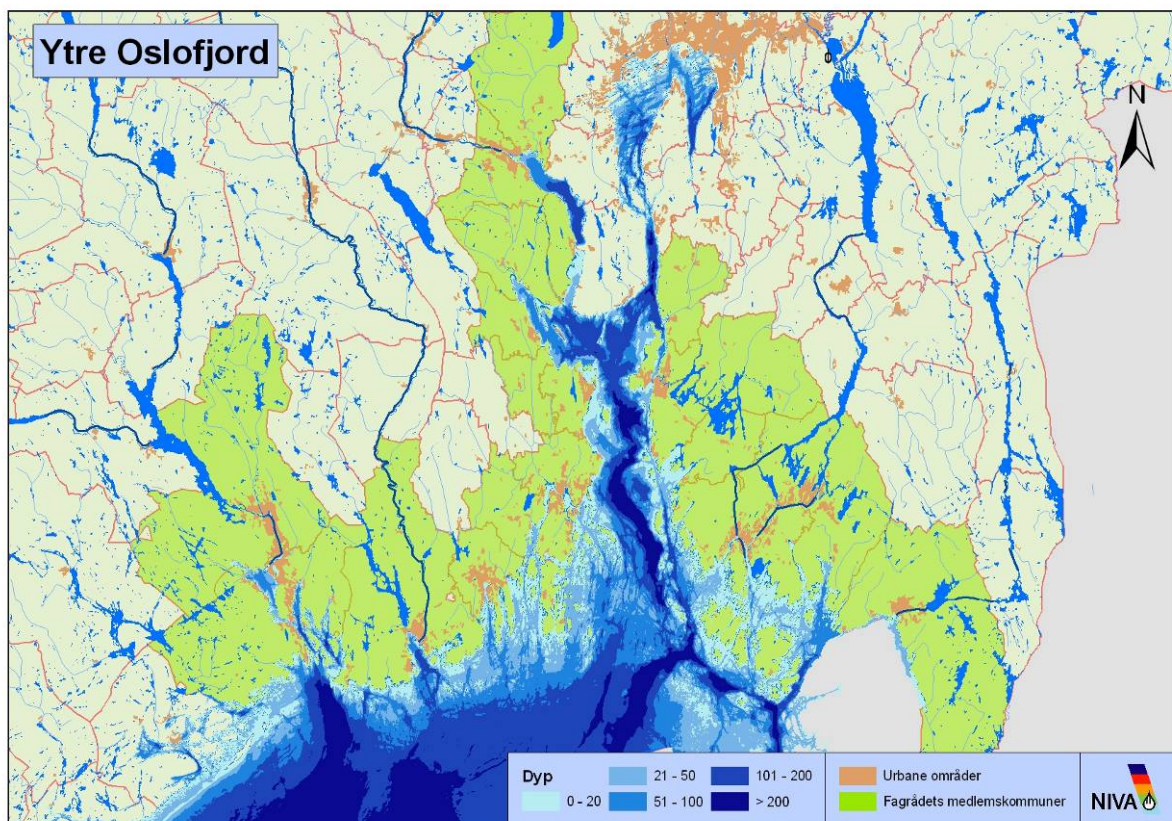
Author: Walday, Mats; Gitmark, Janne; Naustvoll, Lars (IMR); Norling, Karl; Selvik, John Rune; Sørensen, Kai

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-5919-3

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 2010-rapporten for Kystovervåkingsprogrammet (Norderhaug et al. 2011)

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 km². De topografiske forhold i fjordsystemet gjør at området er oppdelt i en rekke mindre og større bassenger og fjordområder. På grunn av de topografiske forhold vil det være stor grad av vanntransport mellom Ytre Oslofjord og Skagerrak og Nordsjøen, med tilførsel av vannmasser fra Skagerrak og Nordsjøen i intermediære vannlag. Overflatelagene i Ytre Oslofjord er i stor grad påvirket av tilførsler fra de store vassdragene Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva.



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

Programmet i 2010 bygget til stor grad på programmet som har vært gjennomført i 2001-2005 (DNV 2006), men med ny metodikk for sanntidsmåling i vannmasser (FerryBox), fotografisk undersøkelse av sedimenter (SPI) samt presentasjon av resultater via web (AquaMonitor).

I 2010 er det gjennomført tilførselsberegninger, undersøkelser i vannmassene av hydrografi, hydrokemi og planteplankton, sedimenprofilfotografering på bløtbunn og gruntvannsundersøkelser på hardbunn i fjæra og sjøsonen.

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 2009. 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 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-felt¹ 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 .

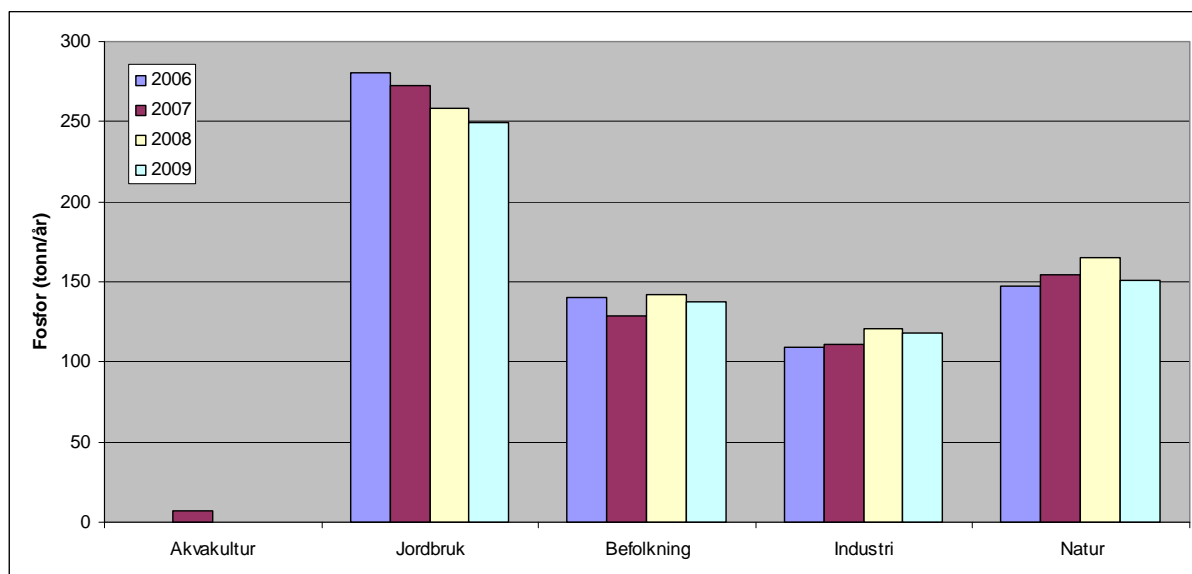
¹ JOVA er et nasjonalt overvåkingsprogram for jordbruksdominerte nedbørfelt. Formålet med JOVA-programmet er å dokumentere miljøeffekter av landbruksdrift gjennom innsamling og bearbeiding av data fra overvåkingsfelt og andre relevante kilder. Gjennom JOVA-programmet overvåkes nedbørfelt som representerer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

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

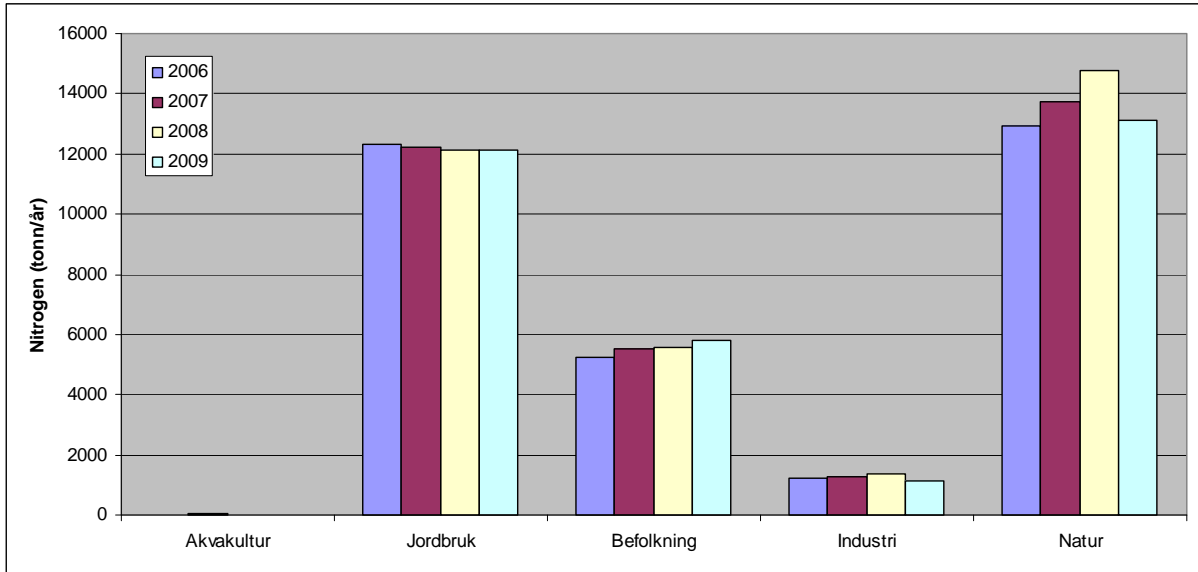
Kildedata for både industri og avløpsanlegg viser mellomårslige forskjeller som ikke nødvendigvis skyldes endringer i tilførsler (se for eksempel Selvik et al. 2007). I dette ligger usikkerhet knyttet til hvordan årlige tilførsler måles/beregnes samt om det rapporteres hvert år. Dersom det mangler innrapportering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

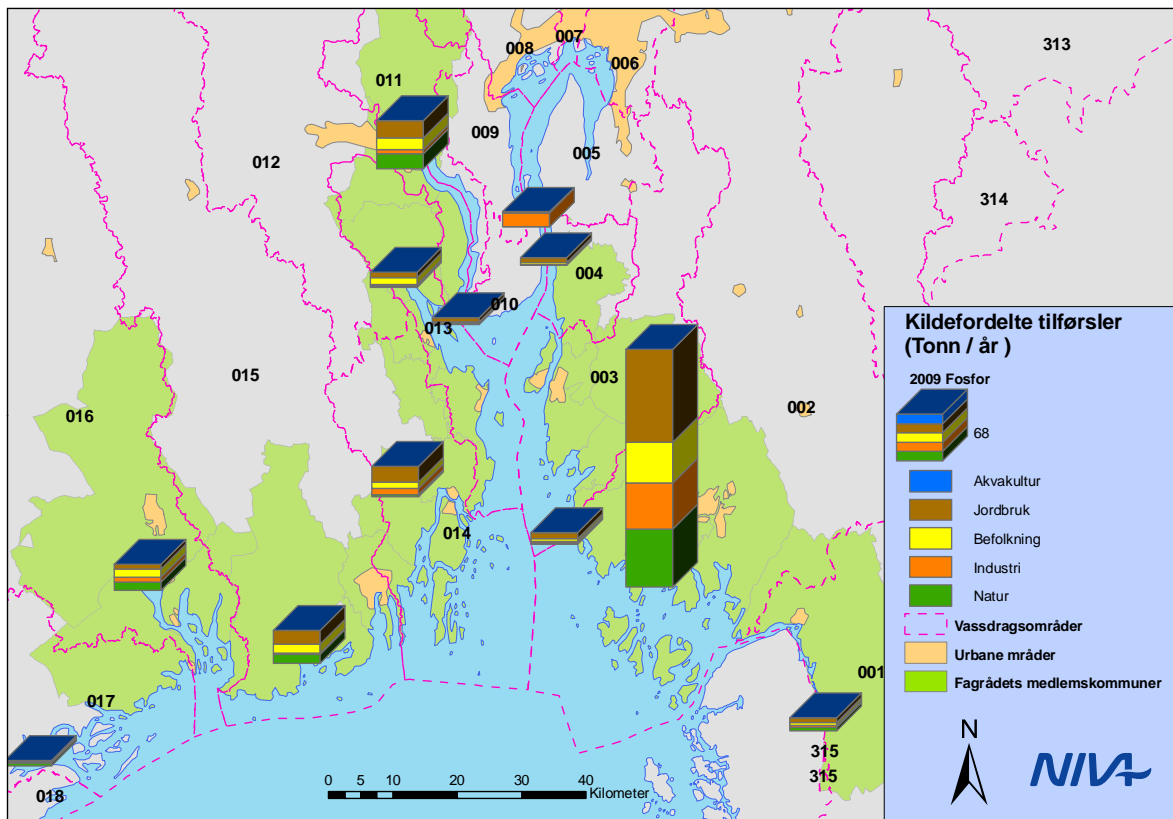
Tilførslene fra indre Oslofjord til Ytre Oslofjord er ikke tatt med. Langtransporterte næringssalter med havstrømmene er ikke tatt med. I løpet av 2009 ble historiske data fra de ulike kildene revidert som del av en stor gjennomgang av det nasjonale elvetilførselsprogrammet (RID). Denne gjennomgangen 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.



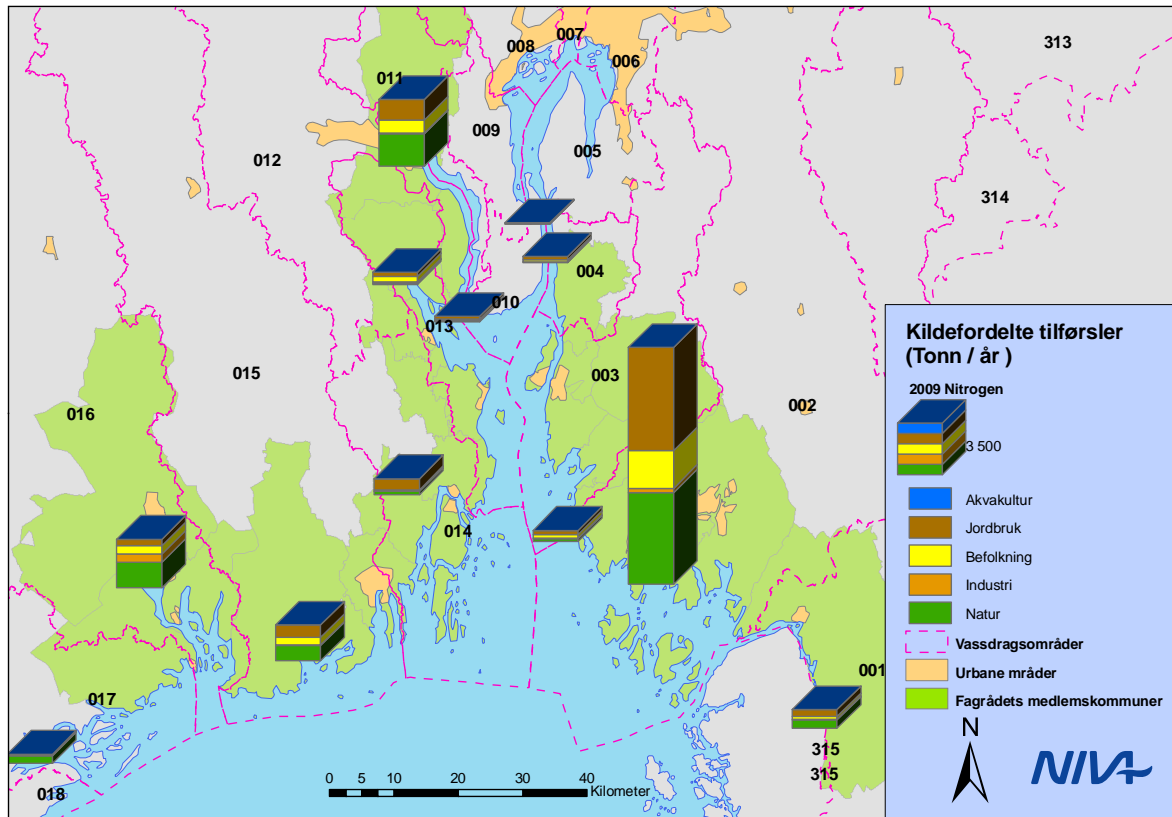
Figur 2. Teoretisk beregnede tilførsler av fosfor (P) til Ytre Oslofjord (tonn/år) i 2006-2009 fordelt på ulike kilder.



Figur 3. Teoretisk beregnede tilførsler av nitrogen (N) til Ytre Oslofjord (tonn/år) i 2006-2009 fordelt på ulike kilder.



Figur 4. Kildefordelte teoretisk beregnede tilførsler av fosfor for vassdragsområder i Ytre Oslofjord i 2009.

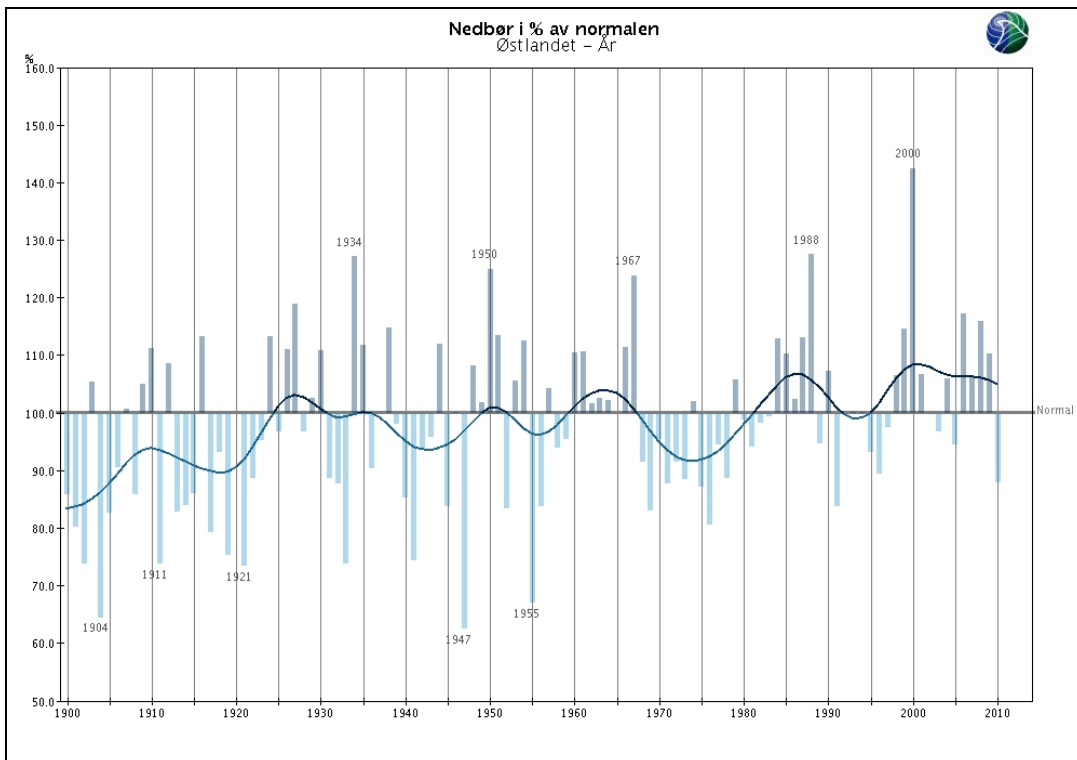
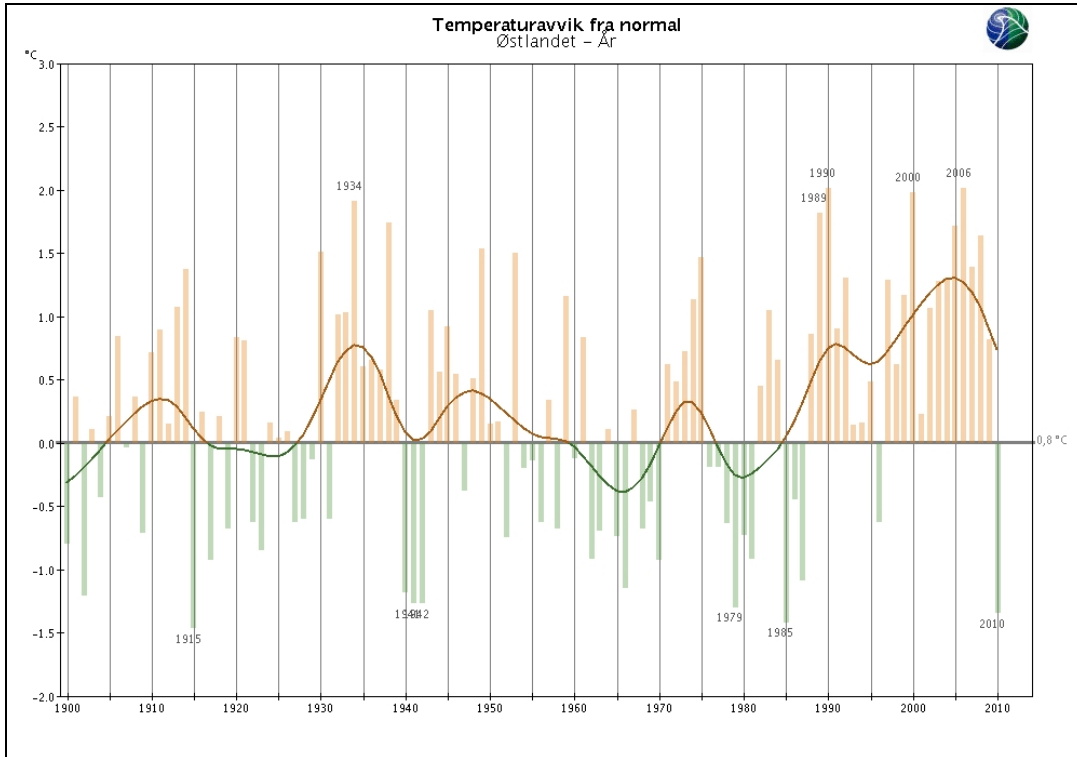


Figur 5. Kildefordelte teoretisk beregnede tilførsler av nitrogen for vassdragsområder i Ytre Oslofjord i 2009.

2.1.2 Klimatiske endringer

Data fra Met.no viser den overordnede tendensen for lufttemperaturen på Østlandet med en økning de siste 20 år sammenlignet med den gjeldende normalen fra 1961-1990. Det er en betydelige mellomårlige variasjoner i dette bildet og man trenger data for mange år for å se langsiktige trender. Året 2009 lå omtrent 1grad over normalen, men 2010 var vesentlig kaldere enn normalen. For nedbør er det en tilsvarende tendens med våtere år enn normalen etter 1990 selv om 2010 var noe tørrere enn normalt.

Klimatiske endringer med økt nedbør og avrenning fra land vil medføre økt stofftransport fra landsiden. Dette vil sannsynligvis medføre at effekter av gjennomførte utslippsbegrensende tiltak for industri, befolkning og jordbruk ikke kommer til syne. Trendene for stofftransporten i elvene i vårt område gjennom de siste 20 år er nærmere omtalt i neste kapittel.



Figur 5. Langtidsvariasjon av årlig temperatur og nedbør på Østlandet. Figurene er hentet fra met.no.

2.1.3 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 (Skarbøvik et al. 2010). Glomma ble prøvetatt 21 ganger i 2009, 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.

I Sør-Norge var elvetemperaturen i første halvår av 2009 litt over gjennomsnittet for de siste 10 år, mens den i siste halvår lå litt under gjennomsnittet. Vannføringen i 2009 var markert mindre enn i 2008, men var fortsatt noe over 30-års normalen (1971-2000). For Drammenselva var avrenningen ca. 20% mindre enn i 2008.

Generelt for Skagerrak-området er det rapportert om ca 15% mindre avrenning sammenlignet med 2008, noe som også gav mindre tilførsler av næringssalter; hhv. 15 og 22% mindre tilførsler av nitrogen og fosfor for Skagerrak-området. For suspendert materialet slår dette enda sterkere ut og det ble rapportert hele 47% mindre avrenning av suspendert materiale.

Trender i stofftransporten i vassdragene rundt ytre Oslofjord er ikke veldig tydelige, men elvetilførselsprogrammet rapporterer følgende endringer for området:

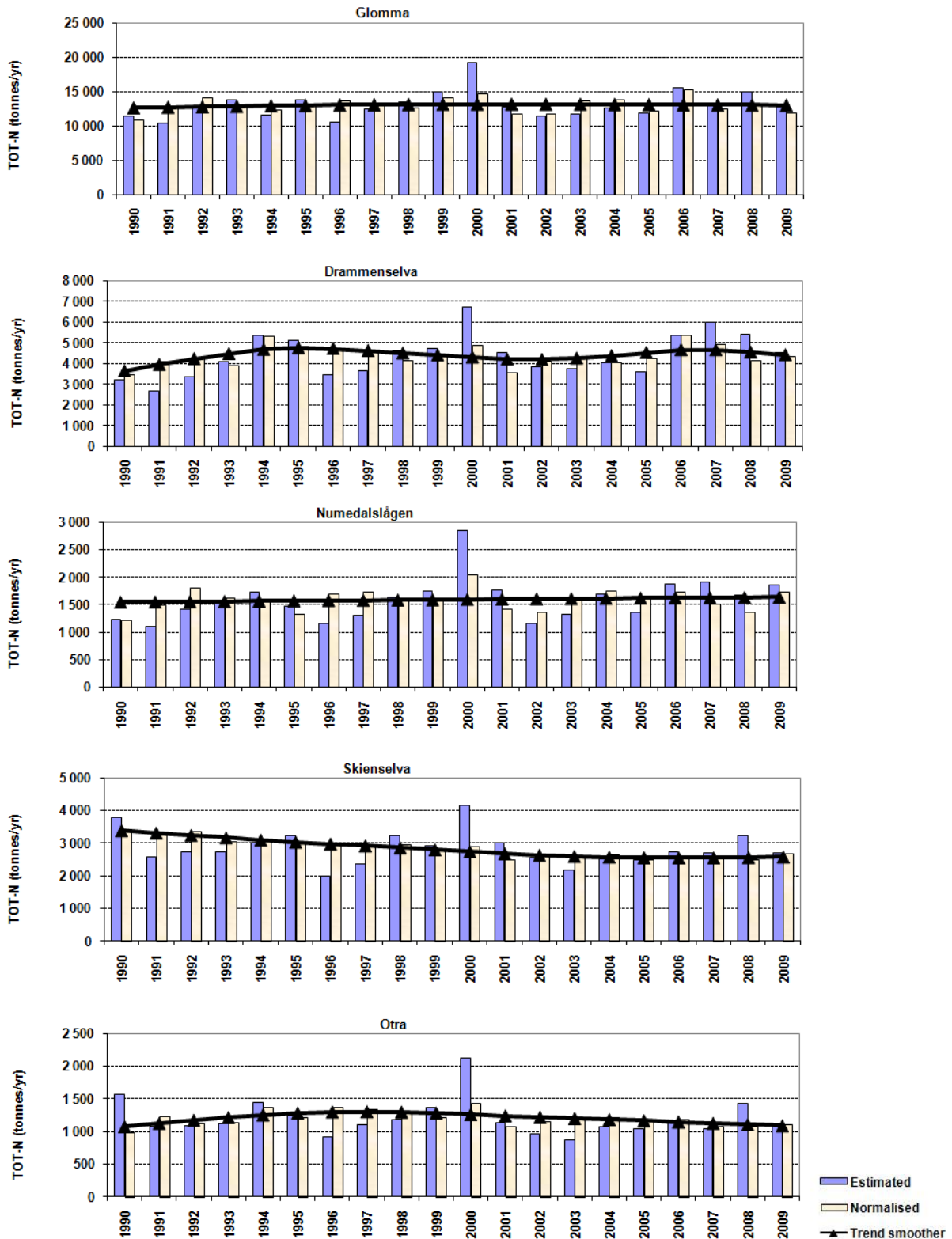
Tabell 1. Langtidstrender i vannføring, næringssalt- og partikkel-konsentrasjon (øvre og nedre estimat) for perioden 1990 til 2009. Tabellen viser p-verdier (sannsynlighet) og fargen viser om endringen er statistisk signifikant eller ikke. Tabellen er hentet fra RID (Skarbøvik et al. 2010). Øvre og nedre estimat stammer fra OSPARs bestemmelser om at observasjoner under deteksjonsnivå skal behandles i form av et nedre estimat (=0) og et øvre estimat (= deteksjonsgrensen)

River	Q	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Tot-N	PO ₄ -P ⁽¹⁾	PO ₄ -P ⁽²⁾	Tot-P	SPM
Glomma	0,349	0,006	0,755	0,248	0,264	0,272	0,859	0,573
Drammenselva	0,026	0,337	0,357	0,084	0,530	0,415	0,762	0,719
Numedalslågen	0,195	0,275	0,098	0,042	0,586	0,485	0,077	0,401
Skienselva	0,071	0,175	0,000	0,000	0,072	0,542	0,674	0,474

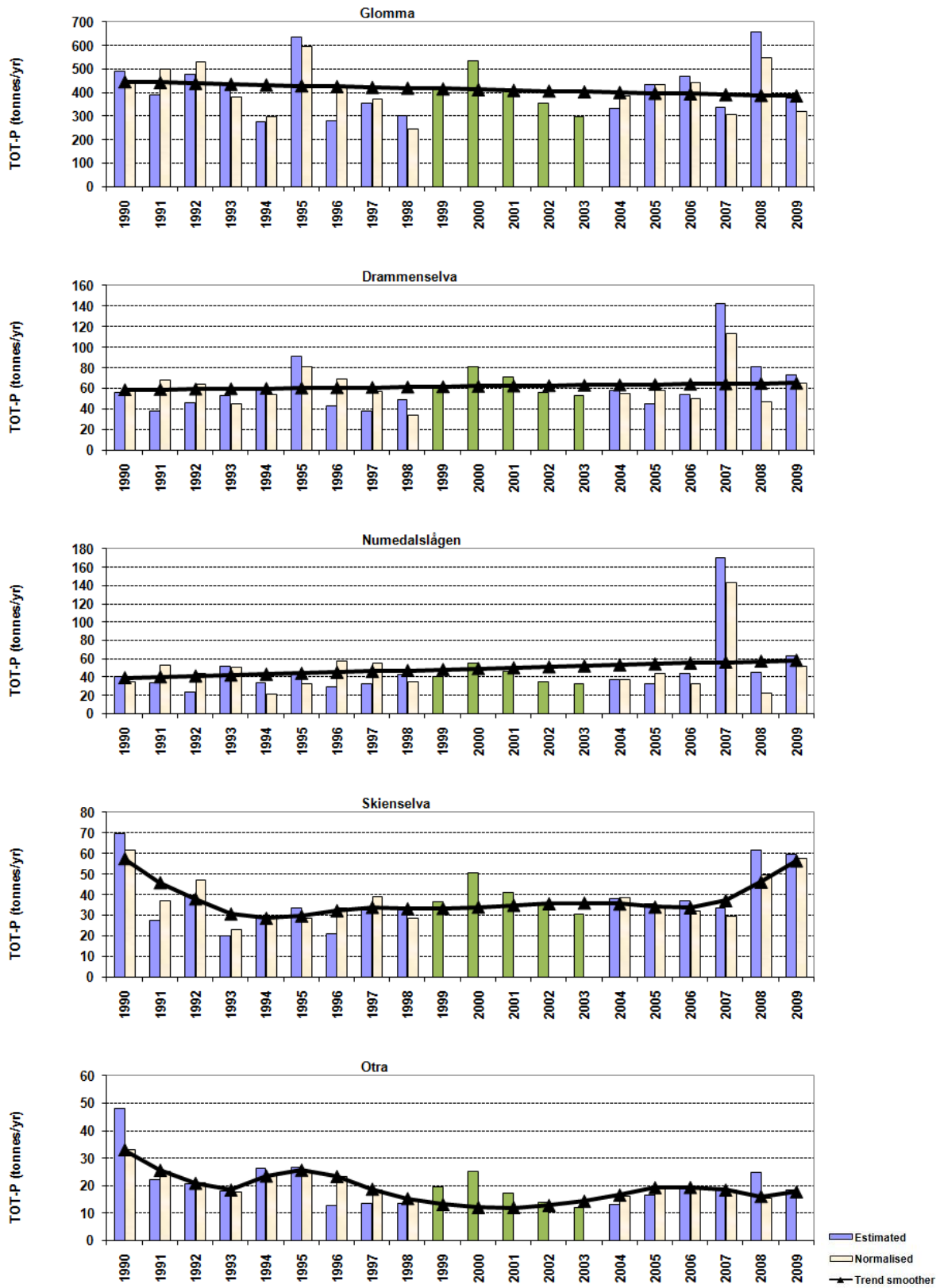
Tegnforklaring:

	Signifikant nedgang ($p < 0.05$)	PO ₄ -P ⁽¹⁾ – øvre estimat
	Nedgang, men ikke signifikant ($0.05 < p < 0.1$)	PO ₄ -P ⁽²⁾ – nedre estimat
	Signifikant oppgang ($p < 0.05$)	
	Oppgang, men ikke signifikant ($0.05 < p < 0.1$)	

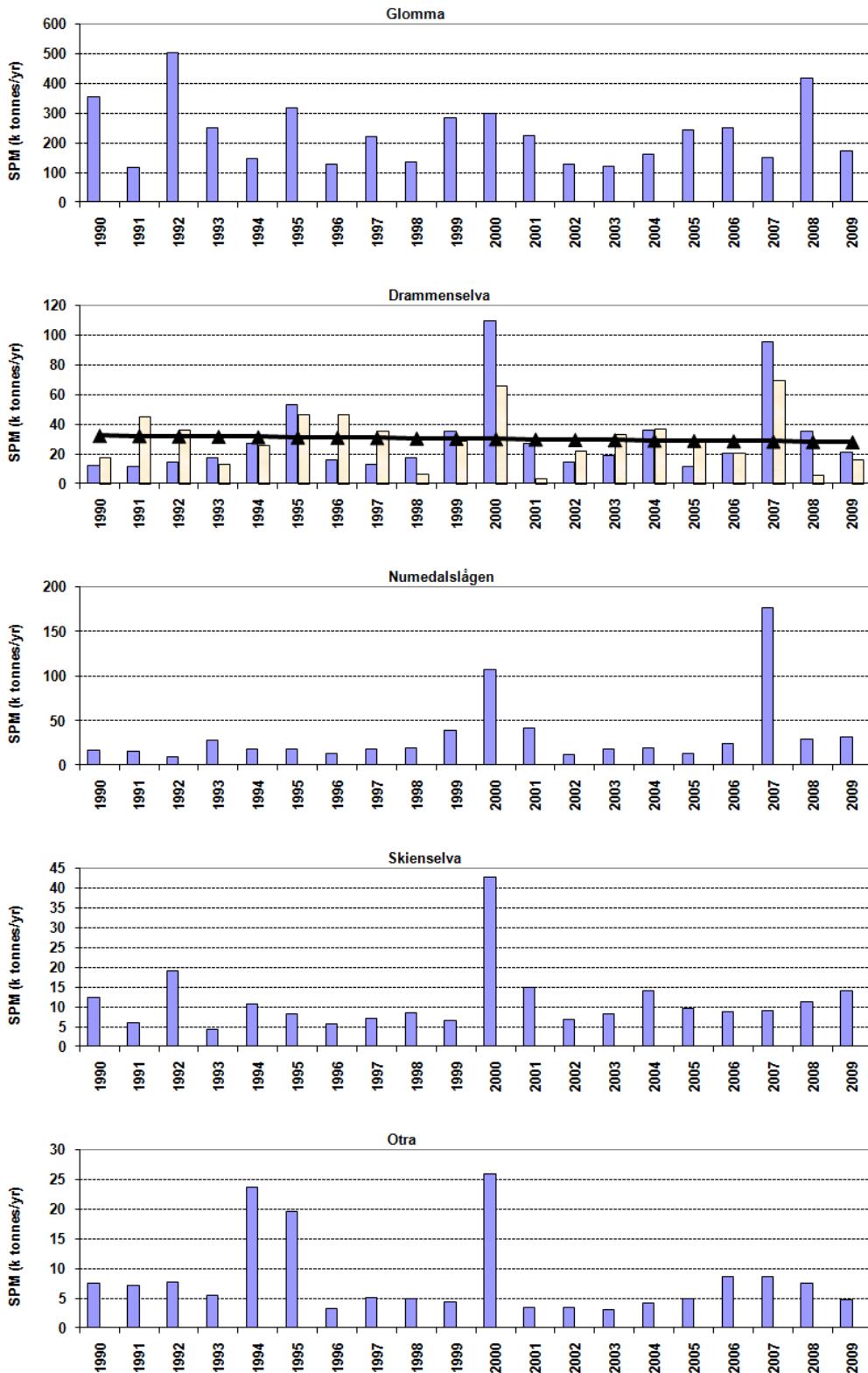
I **Figur 6 - Figur 8** er elvetilførselene av tot-N, tot-P og suspendert partikulært materiale for perioden 1990-2009 vist. Skifte av laboratorium kan medføre endringer i analysemetode og deteksjonsgrenser og total fosfor ble derfor ekskludert for årene 1999-2003 i trendanalysen. I figuren er det vist interpolerte verdier for disse årene. Kalkulerte verdier for tilførsler er basert på beregningsformelen som bruker konsentrasjoner og vannføring på observasjonstidspunktet. Normaliserte verdier betyr at effekten av våte og tørre år er vasket bort for lettere å kunne se om det er en trend i materialet (Skarbøvik et al. 2010).



Figur 6. Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av total-nitrogen for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2009 (Skarbøvik et al. 2010). Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.

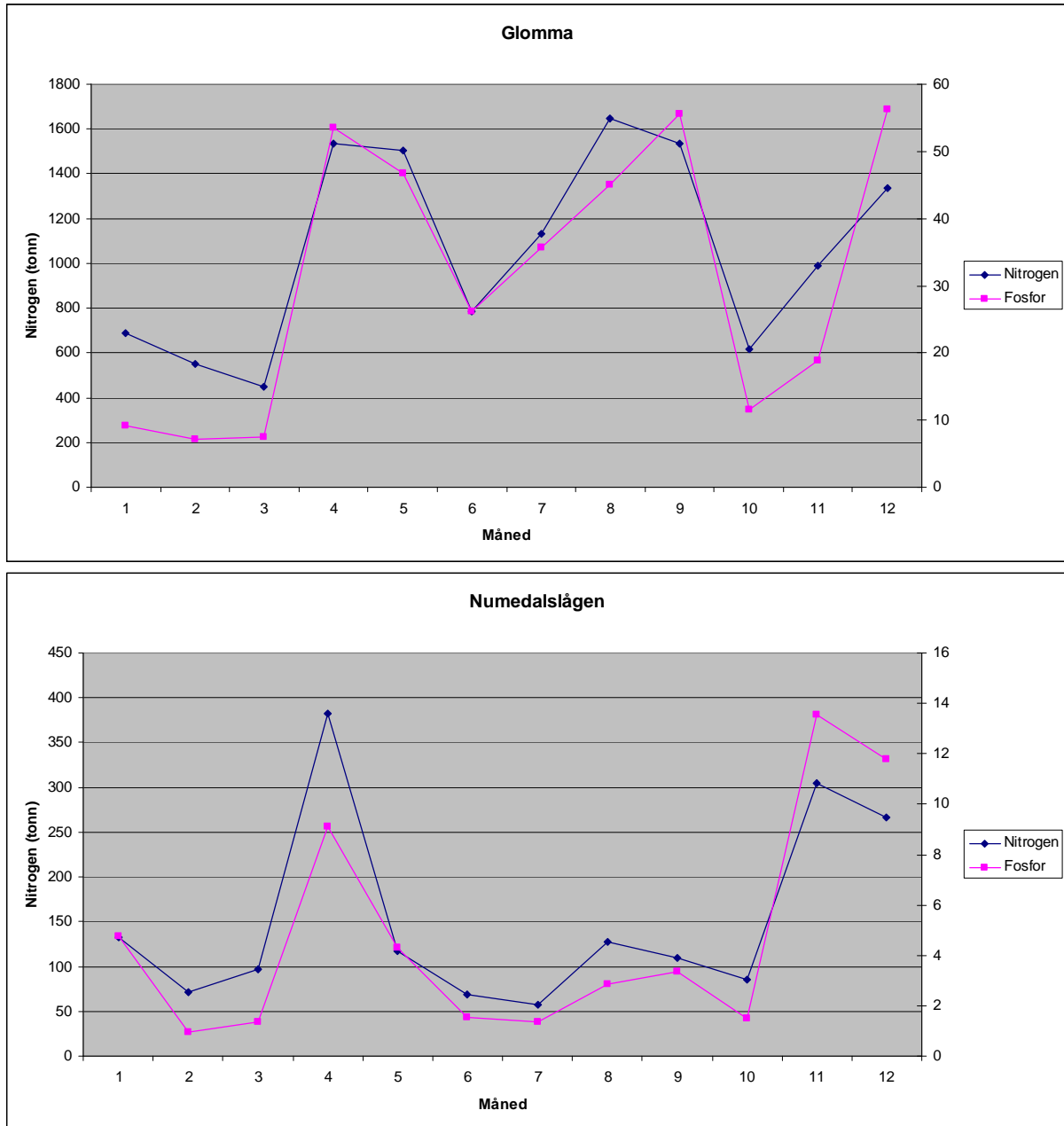


Figur 7. Estimerte, vannføringsnormaliserte og interpolerte (grønne søyler) elvetilførsler av totalfosfor for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2009 (Skarbøvik et al. 2010). Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.



Figur 8. Estimerte og vannføringsnormaliserte elvetilførsler av suspendert partikulært materiale (SPM) for elver på Skagerrakkysten i perioden 1990-2009 (Skarbøvik et al. 2010). Trendlinjen indikerer utviklingen over årene.

2.1.4 Variasjon i tilførsler gjennom året



Figur 9. Månedlig transport av nitrogen og fosfor i Glomma og Numedalslågen i 2009. Data er hentet fra RID-programmet (Skarbøvik et al, 2010).

Avrenningsmønsteret i elvene som drenerer til Ytre Oslofjord kan variere. Figur 9 viser som et eksempel transporten av nitrogen og fosfor for hver måned i 2009 for hhv. Glomma og Numedalslågen som begge har et stort nedbørfelt. Generelt vil transporten av nitrogen og fosfor varierer gjennom året med typiske topper i avrenningsperioden om våren og ved økt nedbør på høsten. Kurven for Numedalslågen viser dette tydelig med økt avrenning sent på høsten (november), mens Glomma hadde betydelig avrenning allerede i august og september.

I sommersesongen er konsentrasjonene av næringsalter i overflatelaget normalt på sitt laveste fordi algene har forbrukt næringsaltene. Nye tilførsler fra elver eller andre kilder vil gi fornyet grunnlag for

algevekst så lenge algene har lys nok. I 2009 så man endringer i næringssaltkonsentrasjonene som korresponderte med avrenningsperiodene fra land (se for øvrig kap. 3.2.2. i 2009-rapporten).

3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord

3.1 Toktfrekvens og stasjoner i 2010

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 2 og **Figur 9** angir hvilke stasjoner som har inngått i undersøkelsene i 2009.

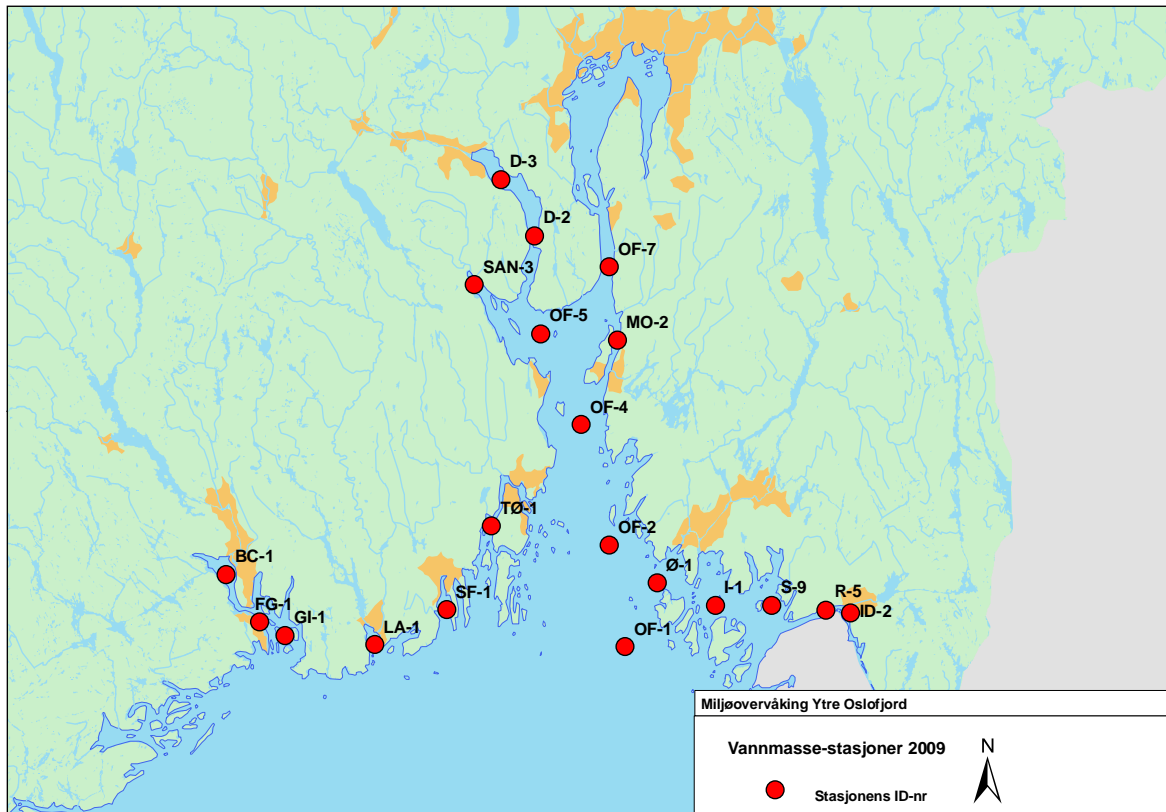
Tabell 2. Oversikt over stasjoner som ble undersøkt i 2010. Dyp angir største prøvetakingsdyp (m)

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

3.2 Innsamlinger

I **Tabell 3** og **Tabell 4** er datoene for innsamling i Ytre Oslofjord angitt. Ekstra undersøkelser foretatt i Hvaleområdet er vist i **Tabell 5**. Stasjonene i Grenland dekkes innen et overvåkingsprogram i regi av Havforskningsinstituttet, og innen Klif-prosjektet ”Miljøovervåking av sukkertare”. I 2010 ble stasjonene i Grenland undersøkt 11 jan, 21 mar, 28 apr, 16 jun, 13 aug og 24 sep. For stasjonene ”Håøyfjorden og ”Langesund” var det månedlig frekvens i 2010, med unntak av februar som bortfalt pga is.



Figur 9. Vannmassestasjoner i Ytre Oslofjord i 2010.

Tabell 3. Datoer for dekning av stasjoner i sentrale vannmasser i 2010.

Stasjon	FF G.M. Dannevig				Ferry-box				
	19 mar	25 apr	17 jun	25 sept	11,21 jan	2,16 feb	22 jul	11,27aug	15 des
OF 1	19 mar	25 apr	17 jun	25 sept	11,21 jan	2,16 feb	22 jul	11,27aug	15 des
OF 2	19 mar	25 apr	17 jun	26 sept	11,21 jan	2,16 feb	22 jul	11,27aug	15 des
OF 4	20 mar	26 apr	17 jun	27 sept	11,21 jan	2,16 feb	22 jul	27 aug	15 des
OF 5	20 mar	26 apr	18 jun	27 sept					
OF 7	20 mar	26 apr	18 jun	28 sept	11,21 jan	2,16 feb	22 jul	27 aug	15des

Tabell 4. Datoer for dekning av stasjoner i randsonen i 2010.

Randsonen	FF G.M. Dannevig						
	jan*	feb*	mar*	26 apr	18 jun	15 aug	28 sept
Drammenfjorden (D-3)	jan*	feb*	mar*	26 apr	18 jun	15 aug	28 sept
Drammensfjorden (D-2)	jan*	feb*	mar*	26 apr	18 jun	15 aug	28 sept
Larviksfjorden (LA-1)	11 jan	feb*	21 mar	27 apr	16 jun	13 aug	24 sept
Sandefjord (SF-1)	11 jan	feb*	20 mar	27 apr	16 jun	13 aug	25 sept
Vestfjord (TØ-1)	jan*	feb*	mar*	27 apr	16 jun	13 aug	2 okt
Sandebukta (SAN-3)	jan*	feb*	20 mar	26 apr	18 jun	15 aug	28 sept
Kippenes (MO-2)	jan*	feb*	20 mar	26 apr	17 jun	14 aug	1 okt
Leira (Ø-1)	10 jan	feb*	19 mar	26 apr	17 jun	14 aug	26 sept
Ramsø (I-1)	9 jan	feb*	19 mar	26 apr	17 jun	14 aug	26 sept
Ringdalsfjorden (RA-5)	9 jan	feb*	19 mar	26 apr	17 jun	14 aug	26 sept
Haslau (S-9)	9 jan	feb*	19 mar	26 apr	17 jun	14 aug	26 sept
Kjellvik (ID-2)	jan*	feb*	mar*	26 apr	17 jun	14 aug	26 sept

* i januar, februar og mars var det problem med is ved en rekke lokaliteter i Oslofjorden og prøvetakning kunne ikke gjennomføres.

Tabell 5. Datoer for ekstra deknings i Hvaler området i 2010.

Stasjoner			
Leira (Ø-1)	6 juni	29 juli	9 sept
Ramsø (I-1)	6 juni	29 juli	9 sept
Ringdalsfjorden (RA-5)		29 juli	
Haslau (S-9)	6 juni	29 juli	9 sept
Kjellvik (ID-2)		29 juli	

Parametere og analyser

Følgende parametere har inngått i prøvetakningsprogrammet i 2010:

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 (<i>klorofyll a og planteplankton taes ikke i vinterperioden (Desember-februar).</i>)

Videre beskrivelse av metodikken er gitt i Naustvoll *et al.* (2011).

3.3 Resultater

Samtlige resultater fra vannmasseundersøkelsene er gjengitt i fagrapporten (Naustvoll *et al.* 2011). I slutten av dette kapittelet gir Tabell 7 og Tabell 8 en oppsummering av miljøtilstanden med tilstandsklassifisering av de undersøkte vannmasseparametrene.

Områdene i ytre del av Oslofjorden er i stor grad påvirket av prosesser i de utenforliggende vannmassene i Skagerrak og transport inn fra den svenske vestkysten. Samtidig vil de ytre områdene påvirkes av vannmasser med lavere saltholdighet og avrenning til Oslofjordsystemet. I de øvre 0-10 meterne vil ferskvannsavrenning fra elvene i stor grad påvirke næringskonsentrasjonene, mens i de underliggende vannmassene vil vannmasser med opprinnelse ute i Skagerrak være viktige kilder for næringsalter.

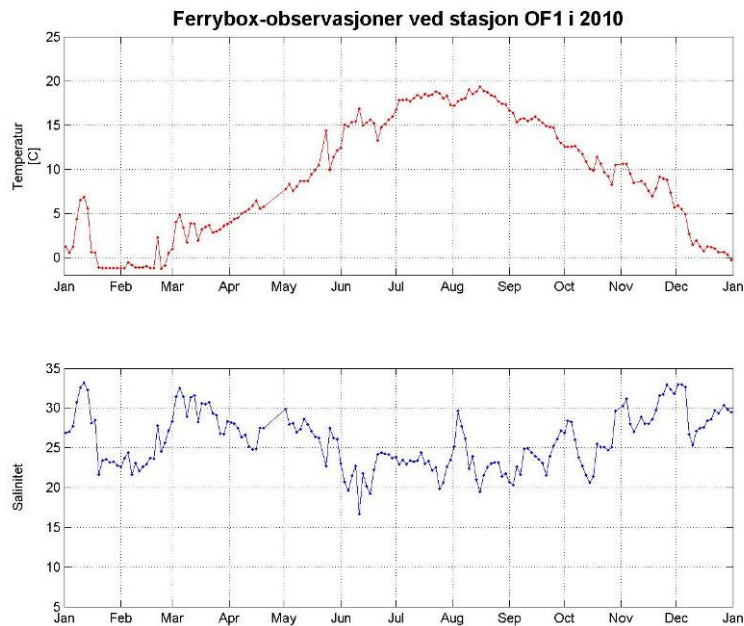
Påvirkning fra vannmasser i Nordsjøen og Skagerrak var svært tydelig i 2010. Langvarig kuldeperiode vinteren 2009/2010 førte til nedkjøling av overflatevannet i Skagerrak og deler av Nordsjøen. Ved kysten av Skagerrak la isen seg i fjordene og i de åpne farvannene, og det var lite avrenning fra land. Nedkjølingen førte også til utsynking av Nordsjøvann helt ned til bunnen. Dette resulterte i at intermediære og dypere vannmasser ble presset høyere opp i vannsøylen. Endringen i vertikal lagdeling førte til utskiftning av bunnvann i mange fjorder i Skagerrakregionen. Utskiftningene førte også til at overflatevannet i større grad enn tidligere ble påvirket av underliggende vannmasser med høyere saltholdigheter. I Oslofjordområdet fant utskiftningen sted i løpet av januar og februar.

3.3.1 Temperatur og saltholdighet

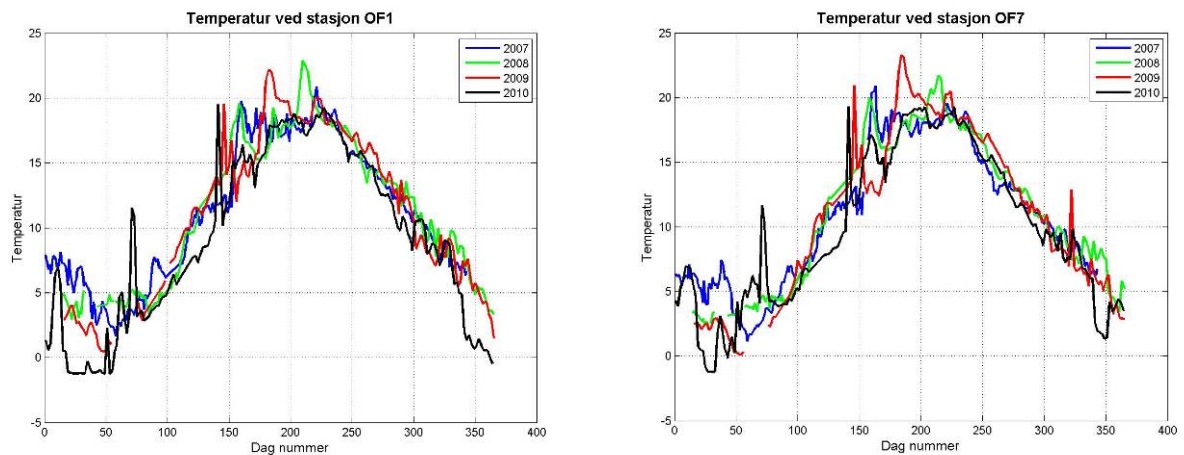
I de åpne delene av Skagerrak er det senere år registrert en økning i vintertemperaturen i overflaten, men både 2009 og 2010 hadde imidlertid lavere vintertemperatur enn foregående år og med islegging i store deler av randsonen. Den varmeste perioden var i august med temperaturer i overflatevannet i underkant 20 °C i noen dager (se **Figur 11**).

I januar registreres vannmasser med høyere saltholdighet og temperatur i overflaten (**Figur 10**). Dette er utenforliggende intermediære vannmasser som presses opp på grunn av dypvannsutskiftningene i Skagerrak. Deretter faller temperaturen igjen i februar – mars. I denne perioden la isen seg over store

områder Oslofjord området, også i de ytre eksponerte delen av fjorden. Saltholdigheten tyder på at det ikke var lengre perioder med store ferskvannstilførsler til disse ytre områder i løpet av 2010.

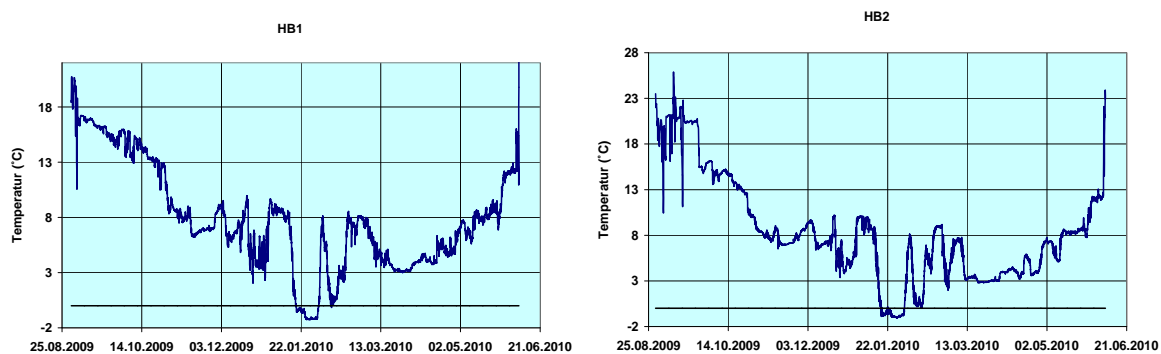


Figur 10. Temperatur og saltholdighet på ca. 4 m dyp for stasjon OF-1 Torbjørnskjær gjennom 2010. Data fra Ferrybox.



Figur 11. Temperatur ved ca. 4m dyp på stasjon OF-1 og OF-7 målt med FerryBox 2007-2010.

Temperatursorer på dykkerstasjonene for sukkertareovervåkingen (Norderhaug *et al.* 2011) viser det samme bildet. I perioden midten av januar til midten av februar var det lave temperaturer, periodevis under null grader på 8 meters dyp (**Figur 12**). Temperaturer under 0°C kan være under tålegrensen for mange organismer.



Figur 12. Temperaturdata fra 8 meters dyp ved 2 dykkerstasjoner i Ytre Oslofjord for perioden 25/8-09 til 21/6 2010 (data fra sukkertareovervåkingen, Norderhaug *et al.* 2011).

Vannets saltholdighet vil variere betydelig gjennom året og med dypet (cf. **Figur 13-Figur 15**). I overflaten vil vannets saltholdighet stort sett styres av tilførsel fra land, mens det i dypereliggende vannlag i større grad påvirkes av transporterte vannmasser fra utenforliggende områder. Transporten av vannmasser i dypet styres i stor grad av bunntopografien i et område og vannstrømmenes saltholdighet og mengde i utenforliggende områder. Vannmassene i Ytre Oslofjord kan grovt deles inn i brakkvann (<22), Skagerrak kystvann (22-32), Skagerrakvann (32-35) og Atlantiske vannmasser (>35).

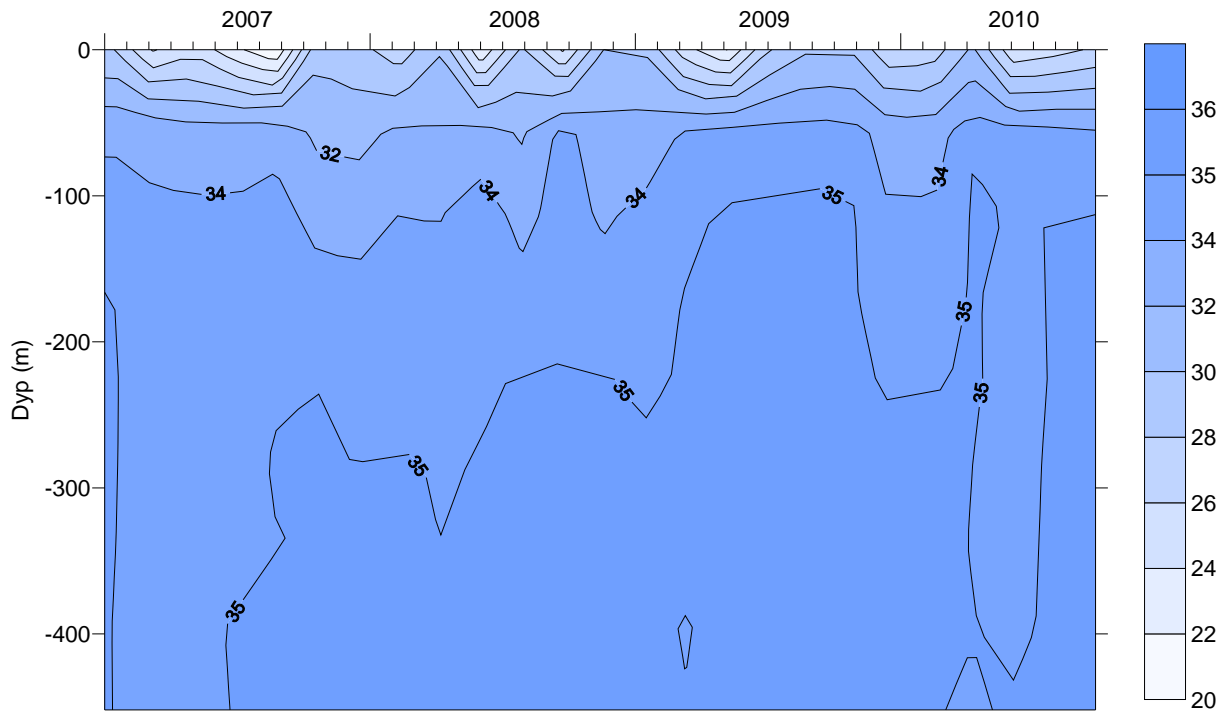
På vinteren vil hele vannsøylen være mer eller mindre gjennomblandet og tilførsel av ferskvann fra land er lav. I løpet av våren øker tilførselen på grunn av snøsmelting, først fra lavlandet og siden fra høyereliggende områder. Tilførsel av ferskvann fører til lagdeling av vannsøylen, med ferskere vannmasser i de øvre meterne. Lagdeling er helt essensielt for at planteplankton skal kunne øke i mengde. 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 2007, 2008, 2009 og 2010 viser at det ikke var noen lengre perioder med store ferskvannstilførsler til de ytre områder i løpet av 2010 (**Figur 13-Figur 14**). Saltholdigheten i 2010 svingte rundt 25 uten noen kraftige langvarige perioder med redusert saltholdighet på de ytre OF-stasjonene. Ved OF-1 ble det registrert et kortvarig fall i juni med saltholdighet ned mot 15. I 2008 ble det derimot registrert et større fall i saltholdigheten i mai/juni ved alle OF-stasjonene.

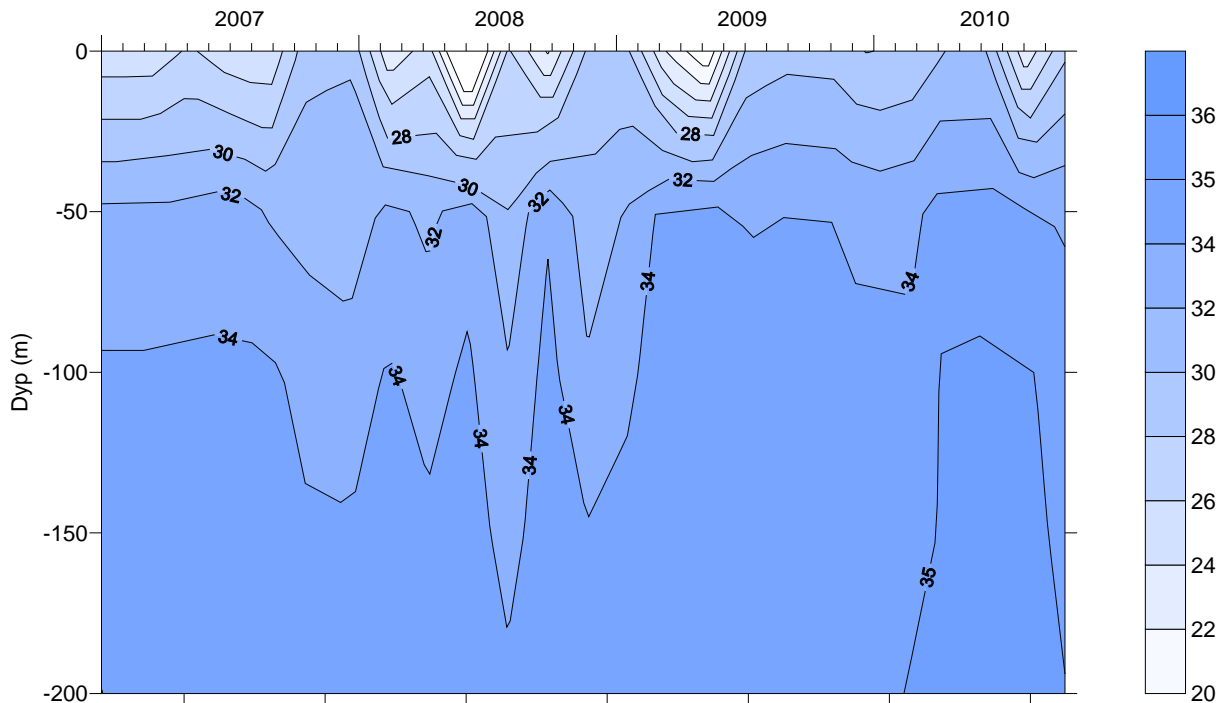
Dypvannet viser større grad av stabilitet i saltholdigheten. På slutten av 2008 var det registrert en økning i saltholdigheten i dypet ved OF-1 (**Figur 13**) og delvis OF-2. Ved OF-1 vedvarte den høye saltholdigheten inn i 2009 (atlantiske vannmasser) i dypet. I løpet av mars og utover til juli 2009 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 innstrømminger og utskiftninger i dypvannet i perioden mars til august. I 2010 kunne en tydelig spore dypvann med saltholdighet >35 helt inne ved Filtvet (OF-7, se **Figur 14**).

Det er mer uregelmessig frekvens lengre inn i fjorden og i sidefjordene, som vist for Ringdalsfjorden i **Figur 15**. Her er det verdt å merke seg en lengre periode med forhøyet saltholdighet helt opp i

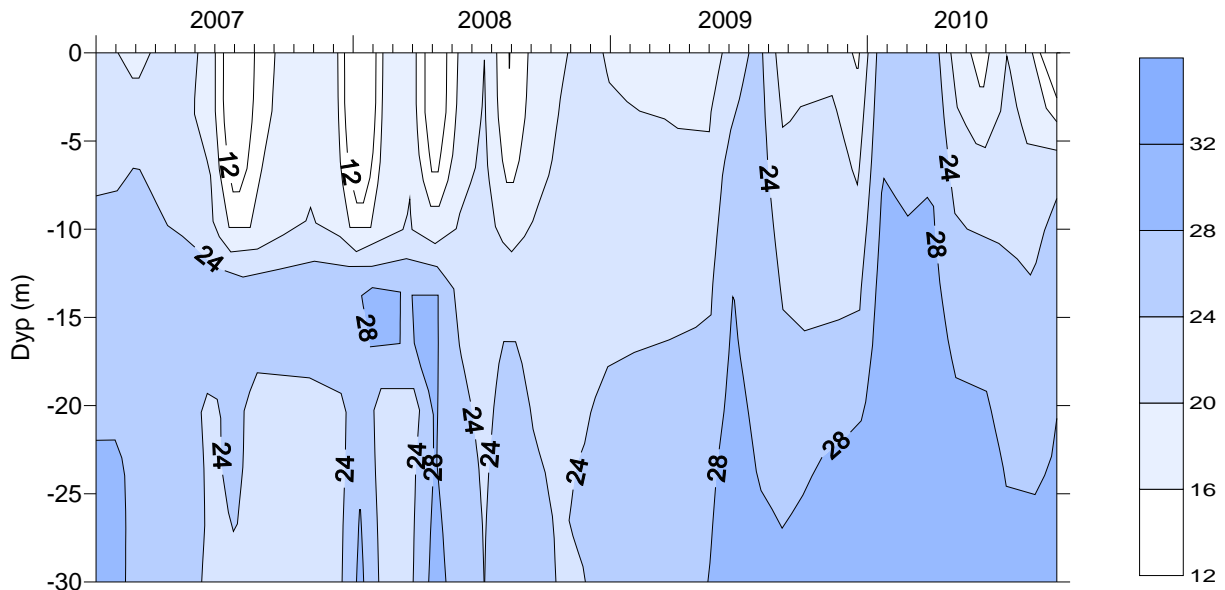
overflaten i begynnelsen av 2010. Dette er også et resultat av den tidligere nevnte nedkjølingen og utsynkingen av overflatevannet i Skagerrak og deler av Nordsjøen.



Figur 13. Saltholdighet i vannmassene på stasjon OF-1 Torbjørnskjær 2007-2010.



Figur 14. Saltholdighet i vannmassene på stasjon OF-7 ved Filtvedt i perioden 2007 til 2010.



Figur 15. Saltholdighet i vannmassene på stasjon RA-5 Ringdalsfjorden i perioden 2007 til 2010.

3.3.2 Næringsalter

Mengden næringsalter i sjøen påvirkes av flere forhold. De viktigste er tilførsler og biologiske prosesser (planteplanktonforbruk). Langtransporterte tilførsler av næringsalter til den norske kyststrømmen fra sydlige deler av Nordsjøen er redusert i perioden 2000-2007 (Norderhaug et al. 2011). Årsaken er nedgang i næringssaltutslipp til Tyskebukta og mindre transport av vann fra sørlige Nordsjøen til vår kyst. Etter 1995 ble midlere nitratverdier i Tyskebukta i vinter-vår perioden redusert med ca. 40 %. Dette førte til at midlere nitratverdier i kystvannet i indre Skagerrak og i Ytre Oslofjord (5-30 m) i samme periode ble redusert med 25-30 %, mens nitratverdiene i 0-5m i ytre Oslofjord ble redusert med ca. 15 %. Aure et al. (2010) har beregnet hvor stort bidrag langtransporterte næringsalter utgjør i ulike deler av Ytre Oslofjord i sommer- og vinterhalvåret (**Tabell 6**):

5-30m dyp: For perioden fra desember til april 1996-2006 bidrog Tyskebukt vann i middel med ca. 60 % nitrat i ytre del og med ca. 45 % i den indre del av Ytre Oslofjord, mens det lokale bidraget var ca. 12 % i ytre del og 30 % i indre del. I perioden fra mai til november var de midlere langtransporterte nitrat- og fosfatverdiene betydelig lavere, mens det lokale bidraget økte til henholdsvis ca. 30 og 75 % i ytre og indre deler. For fosfat var bidraget fra lokale kilder i samme periode 20 - 50 %.

0-5m dyp: I overflatevannet (1996-2006) var det i perioden desember til februar et midlere lokalt bidrag av nitrat og fosfat til Ytre Oslofjord på henholdsvis ca. 40 og 20 %, mens resten ble blandet inn fra dypere vannlag. I middel for perioden fra juni til august var lokale tilførsler dominerende med bidrag på ca. 80 % for nitrat og ca. 65 % for fosfat.

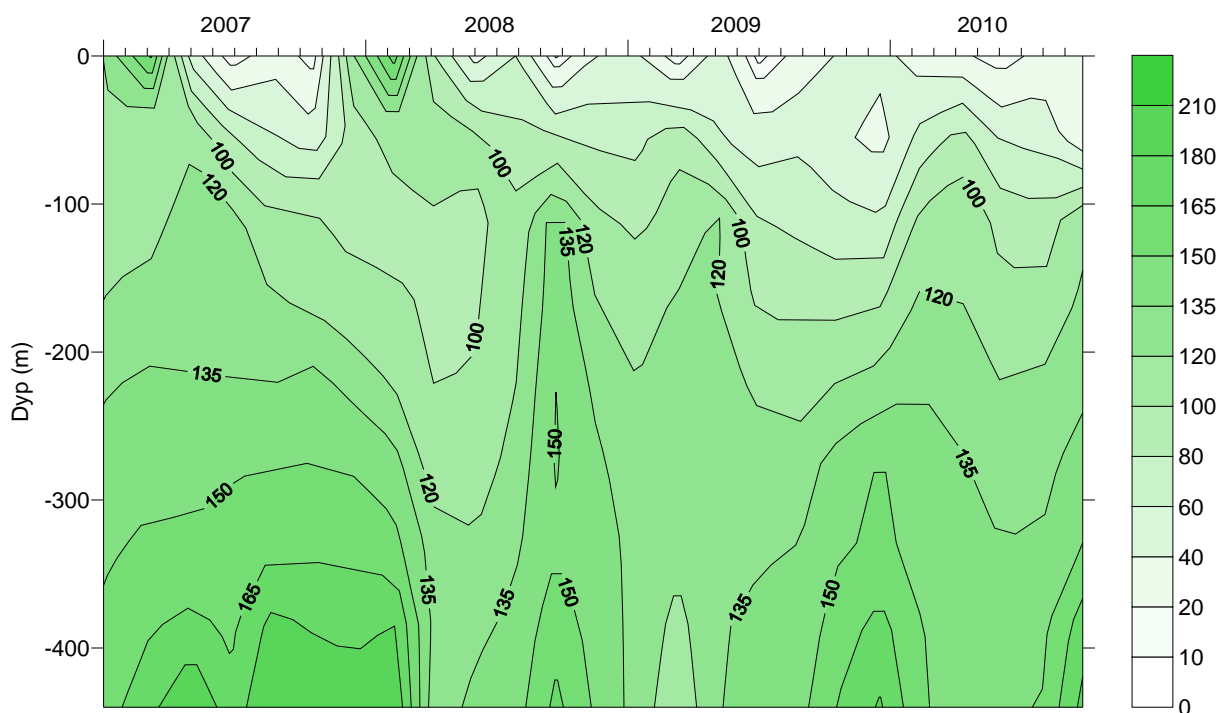
Tabell 6. Næringssalttilførsler til Ytre Oslofjord; fordeling (%) mellom lokale kilder og vann fra Tyskebukta/kystvann. Se også tekst ovenfor. Data fra Aure et al. 2010.

Ytre Oslofjord	ytre del		indre del		
	5-30m	Tyskebukt vann	Lokale kilder	Tyskebukt vann	Lokale kilder
Nitratbidrag sommerhalvår	lavt	30	lavt	75	
Nitratbidrag vinterhalvår	60	12	45	30	
0-5m*	Kystvann	Lokale kilder			
Nitratbidrag sommerhalvår	10	80			
Nitratbidrag vinterhalvår	30**	40			
Fosfatbidrag sommerhalvår	25	65			
Fosfatbidrag vinterhalvår		20			

*gjelder for både indre og ytre del av Ytre Oslofjord, **Tyskebukt vann

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.

Endringer i nitratkonsentrasjon over både tid og dyp i 2007-2010 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 13**. Det samme kan antydes for februar-mars 2009, og er meget tydelig i 2010. Hele 2010 var det relativt lave verdier av nitrat i de øvre vannlag. De intermediære vannmasser som vinteren 2010 ble presset opp på grunn av dypvannsutsiftningene i Skagerrak kan også spores i nitratverdiene fra OF-1.



Figur 16. Konsentrasjoner av nitrat ($\mu\text{g/l}$) i vannmassene ved OF-1 Torbjørnskjær i 2007-2010.

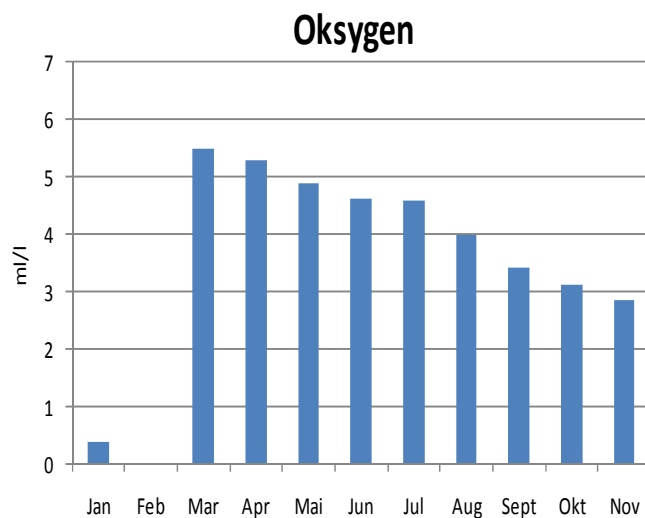
En miljøklassifisering i henhold Klif-systemet (Molvær et al. 1997) basert på vinter- og sommerverdier av næringssalter viser at de sentrale stasjonene i Oslofjorden og i Grenlandsfjordene for det meste havner i klassen Meget god og God (Tabell 7, side 40). For total-nitrogen ligger alle i klasse Meget god. Generelt sett har det vært en forbedring i miljøtilstand (særlig vinterstid) for næringssalter ved de sentrale stasjonene. Vinter- og sommerklassifiseringen er rimelig lik i 2010, med unntak av stasjon OF-2 og OF-5 hvor nitrat og fosfat ga noe dårligere tilstandsklassifisering vinterstid.

I randsonen er det betydelig variasjon i tilstanden (Tabell 8, side 40). Ved enkelte lokaliteter er det i 2010 fortsatt en del belastning og noen er mer utsatt for lokale tilførsler. Som i 2009 var det stasjonene i Ringdalsfjorden (RA-5), Iddefjorden (ID-2) og Drammensfjorden (D-2 og D-3) som viste dårligst

tilstand i fht. næringssalter (spesielt for total-N og nitrat). Sammenlignet med 2008 og 2009 er det generelt noe bedring i miljøtilstanden ved flere av stasjonene, spesielt i Hvaler-regionen. Det taes forbehold om at det grunnet isleggingen mangler klassifisering av vintertilstand på seks stasjoner i randsonen i 2010.

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. **Figur 17** viser effekten av innstrømmende vann med høyere oksygenkonsentrasjon på oksygenkonsentrasjonene i bunnvannet i Høyåyfjorden vinteren 2010.



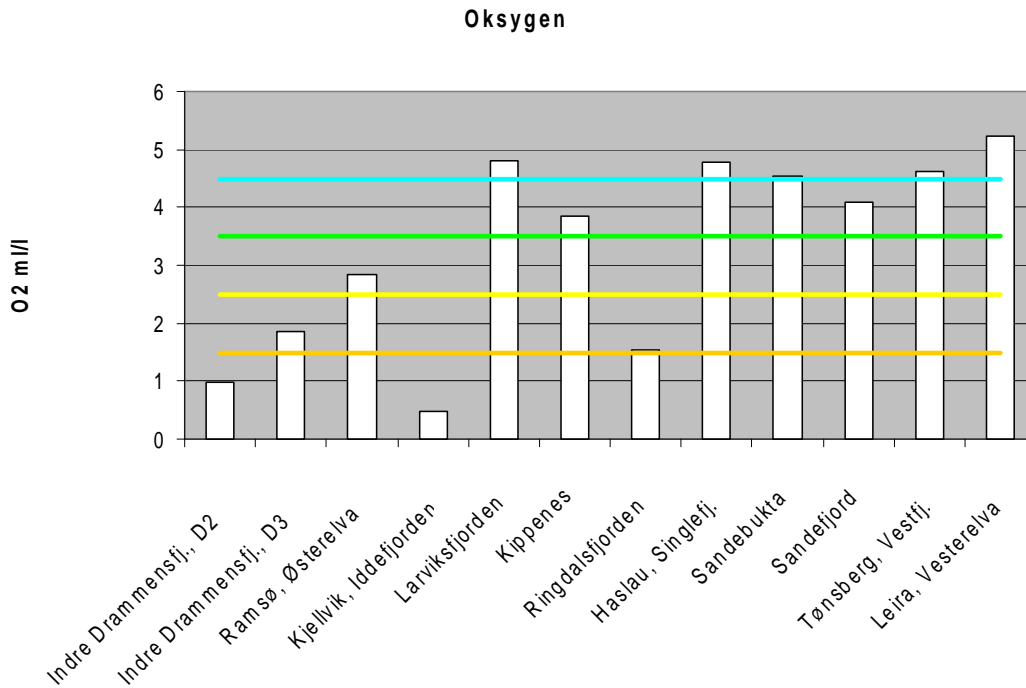
Figur 17. Oksygennivåer i bunnvannet i Høyåyfjorden (GI-1) gjennom år 2010.

I 2010 var det, i likhet med 2009, 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 18**). På syv av de tolv randsonestasjonene var oksygenforholdene Gode eller Meget gode.

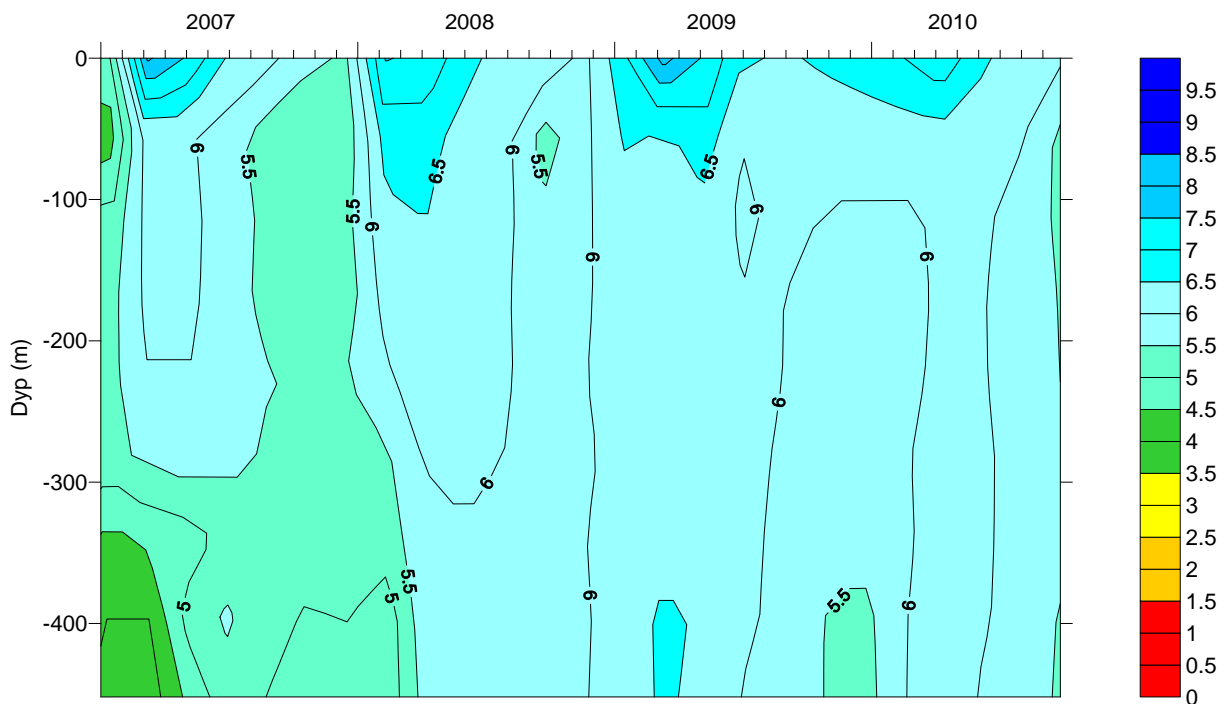
I perioden siden 2001 er det registrert Meget dårlige oksygenforhold (< 1,5 ml/l) ved en eller flere anledninger i bunnvannet på 13 stasjoner som inngår, eller har inngått i overvåkingen av Ytre Oslofjord (BC-1, GI-1, D-2, D-3, HO-1, I-1, I-3, ID-1, ID-2, RA-5, S-9, SAN-3 og TØ-1, se Tabell 2 for navn på stasjonene).

I sentrale Oslofjorden er oksygenforholdene i bunnvannet (**Figur 19** og **Figur 20**) i tilstandsklasse Meget god eller God, med unntak av OF-5 Breiangen som kom ut i tilstandsklasse Mindre god. Forholdene ved OF-stasjonene er omtrent som i 2009, med unntak av de to innerste, OF-5 og OF-7, hvor det har vært en reduksjon i tilstanden.

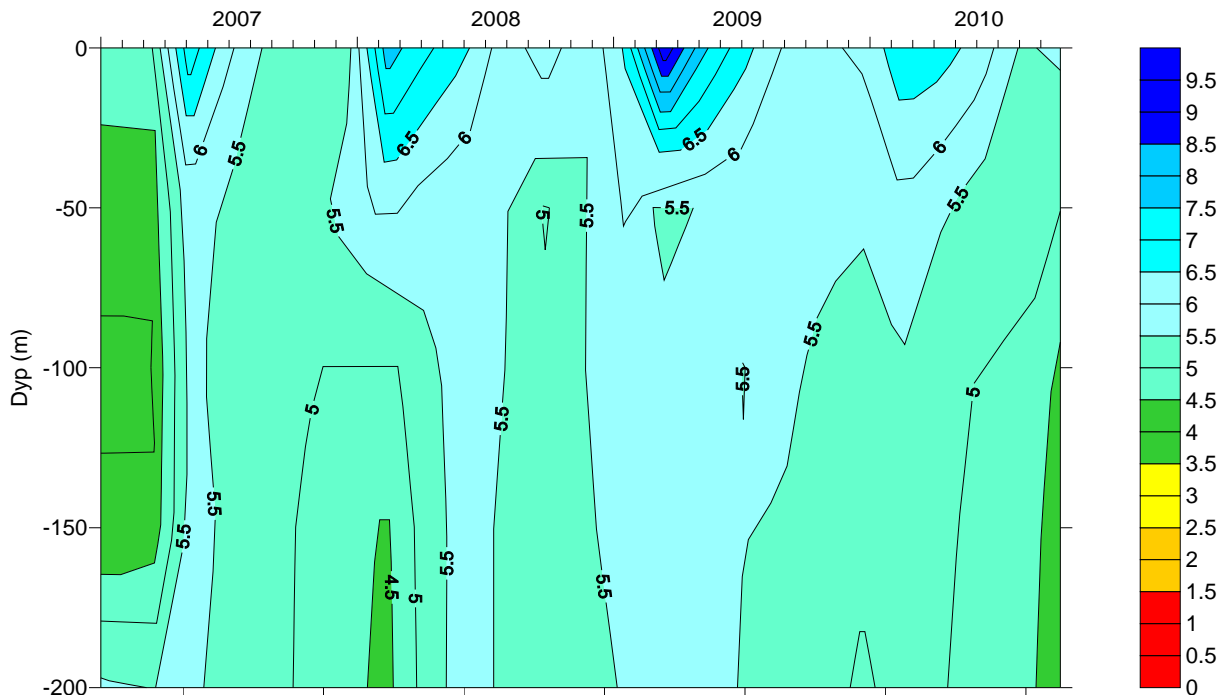
I randsonen er det som tidligere år en betydelig variasjon mellom stasjonene, hvor oksygenforholdene går fra Meget god til Meget dårlig (**Figur 18**). Lokalitetene i Drammensfjorden, D2 og D3, kom ut i hhv. tilstandsklasse Meget dårlig og Dårlig, som er en bedring for D3 siden foregående år. Andre positive endringer siden 2009 er Haslau (S-9) fra God til Meget god, Vestfjorden (TØ-1) fra God til Meget god. Negativ endring var det ved Ramsø (I-1) fra Mindre god til Dårlig, Iddefjorden (ID-2) fra Dårlig til Meget dårlig og Sandefjordsfjorden (SF-1) fra Meget god til God.



Figur 18. Oksygennivåer i bunnvannet på stasjonene i randsonen i september 2010. Tilstandsgrensene for Klif's klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren, cf Figur 27.



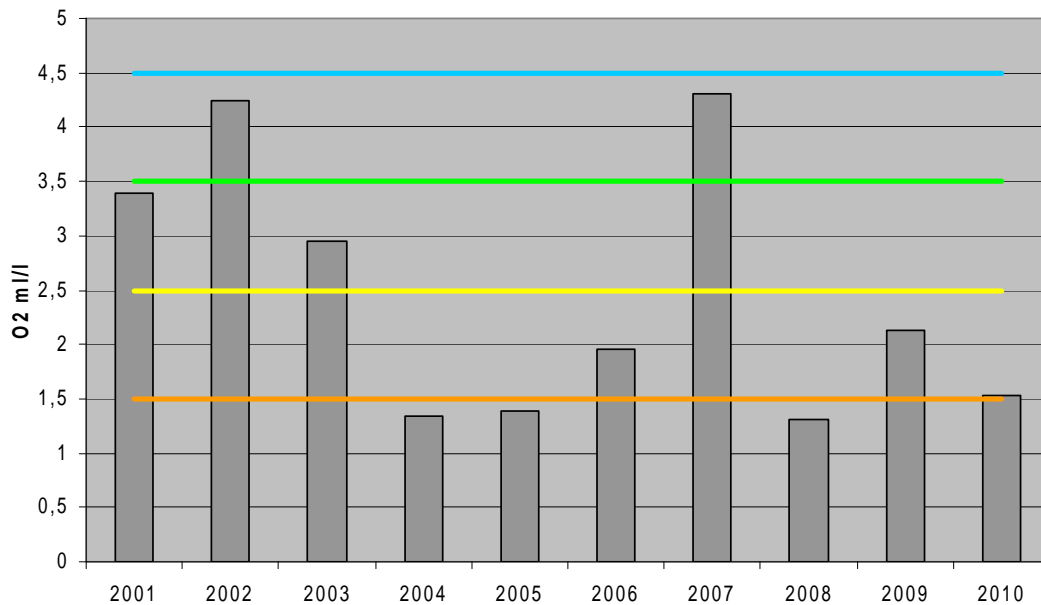
Figur 19. Oksygennivåer på stasjon OF-1 Torbjørnskjær i perioden 2007-2010.



Figur 20. Oksygennivåer på stasjon OF-7 Filtvedt i perioden 2007-2010.

Problemer med oksygen i bunnvannet er i likhet med tidligere registrert i deler av Grenland. Oksygenforholdene i bunnvannet i Frierfjorden var i 2010 som tidligere i tilstandsklasse Meget dårlig (kl V), men med en økning i oksygeninnholdet siden 2009. I 2008 var tilstanden i bunnvannet i Langesundfjorden Meget god, (kl I), i 2009 og 2010 var den God (kl II), men også her med et høyere oksygeninnhold i 2010 enn i 2009. I Håøyfjorden var tilstanden Mindre god (kl III) i 2010, en klar bedring siden 2008 og 2009 da tilstanden var Meget dårlig.

Det er også eksempler på store variasjoner mellom årene, som vist for Ringdalsfjorden i **Figur 21**. Her er oksygenforholdene mer avhengige av lokale forhold og endringer i disse, enn de er i de sentrale vannmassene. På tross av tilførselen av nytt dypvann i begynnelsen av 2010 (ref. **Figur 15**) var oksygenforholdene i bunnvannet dårlige i september (ca 1,5 ml/l).



Figur 21. Oksygenivåer i bunnvannet (ca. 30m) i Ringdalsfjorden (RA-5) i september i 2001 til 2010 (2009-data er fra november). Tilstandsgrensene for SFTs klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren, cf Figur 27.

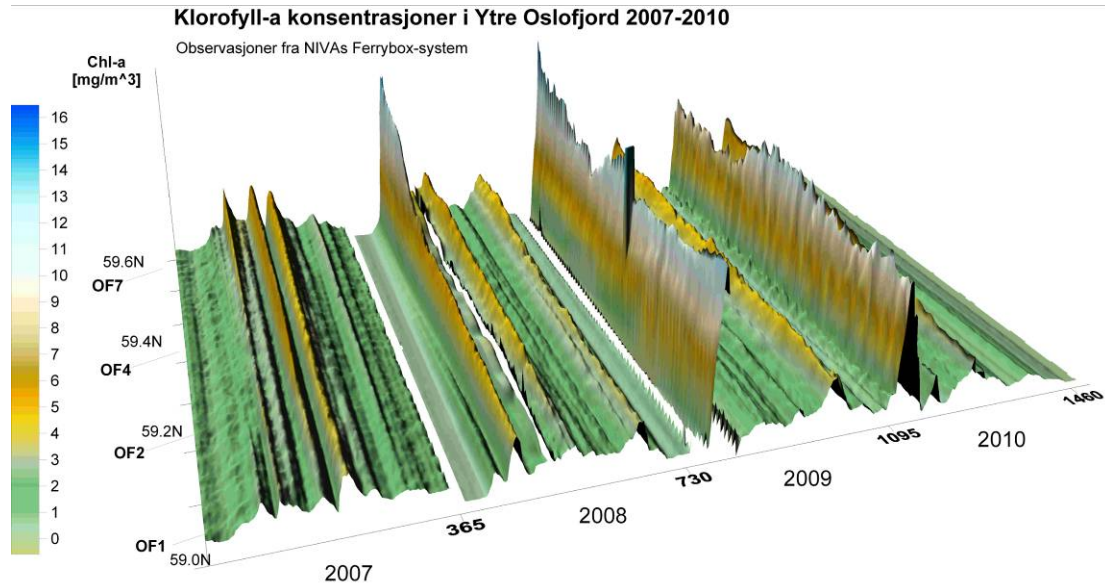
3.3.4 Planteplankton

Planteplanktonvekst og sammensetning av arter er knyttet til miljøforhold som stabilitet, næringssaltmengder, temperaturer og saltholdighet. 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 våroppblomstringen normalt sted i perioden slutten av februar til begynnelsen av april, og vil kunne variere fra område til område i fjorden.

Mengden klorofyll-a fluorescens i vannmassene varierer som normalt kraftig gjennom året slik det er vist i Figur 22 for årene 2007-2010 og **Figur 25** og **Figur 26** for 2010. Figur 22 viser tydelige våroppblomstringer i 2008, 2009 og 2010, mens det for 2007 mangler noe data for å få et fullstendig bilde for det året. Våroppblomstringen i 2010 fant sted fra midten av januar til midten av februar og var kraftig langs hele snittet fra Torbjørnshjørn til Filtvet, men med noe høyere klorofyll-a fluorescens ved de indre stasjonene (OF-4 og OF-7). Det ble registrert en svak forskyvning i tidspunktet for våroppblomstringen innover i fjorden i 2010. Ved flere av OF-stasjonene var en sekundær våroppblomstring tydelig. Denne fant sted i siste halvdel av mars og er knyttet til avrenning fra land på grunn av snøsmelting i høyereliggende deler av nedbørfeltet. I løpet av sommeren observeres det perioder av varierende varighet med økning i klorofyll-a i Oslofjorden. I perioden midten av mai til slutten av juni var det en økning ved alle OF-stasjonene. Denne henger sammen med økte nedbørsmengder og avrenning fra land.

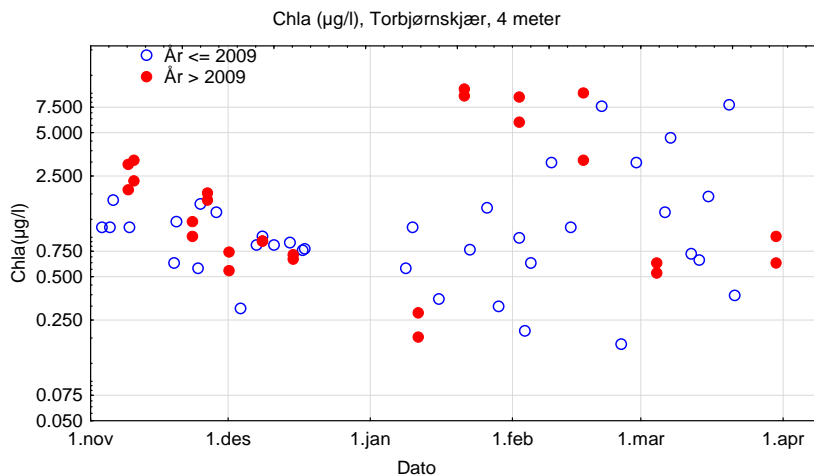
Våroppblomstringen i 2010 var betydelig tidligere enn hva som er observert tidligere i dette området (se **Figur 23**). Det samles ikke inn algeprøver i vinterperioden og siden oppblomstringen fant sted så tidlig er det ingen kvalitative eller kvantitative prøver i oppblomstringsperioden for Oslofjorden. Basert på informasjon fra andre undersøkelser i nærområdet var oppblomstringen i 2010 dominert av de vanlige artene for dette området. I de ytre områdene var dette kiselalgene *Skeletonema costatum*,

Thalassiosira nordenskioeldii og *Chaetoceros* spp.. Ved dekningen i mars var ulike arter innen slekten *Chaetoceros* fremtredende i Oslofjordsystemet. Ved de stasjonene i randsonen som kunne dekkes var også *Thalassionema nitzschooides* tallrike, i tillegg til *Chaetoceros*. Våroppblomstringen resulterte i en kraftig nedgang i de uorganiske næringssaltene (nitrat, fosfat og silikat).



Figur 22. Klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$) estimert fra fluorescens i Ytre Oslofjord fra Filtvedt (OF-7) ut til Torbjørnshjør (OF-1) i 2007-2010, Data fra FerryBox.

Etter våroppblomstringen ser vi ofte et minimum av næringssalter, før det igjen blir økte mengder i forbindelse med ny tilførsel av ferskvann fra smelting i høyereliggende områder. For en rekke av stasjonene i randsonen som påvirkes av de større elvene fant det sted en tilførsel av næringssalter i løpet av mars - april. Denne førte til økt planteplanktonmengde, spesielt kiselalger på grunn av silikat og nitrogen tilførsel, og kiselalgen *Chaetoceros wighamii* var fremtredende ved OF-stasjonene og i de randsonene stasjonene som er moderat påvirket av ferskvann. Dette er en art som er vanlig i kystvann med noe nedsatt saltholdighet. Lokalteter som i større grad er ferskvannspåvirket var dominert av flagellatene *Dinobryon* og *Eutreptiella* samt kiselalgene *Diatoma* og *Tabellaria*, arter som er knyttet til brakkvann (**Figur 24A**).



Figur 23. Klorofyll-a ved Torbjørnshjør (OF-1) i 4 meters dyp fra 2005 til 2010.

Sent på våren og sommeren registreres oftest store variasjoner i artssammensetningen mellom de ulike lokalitetene. I enkelte år vil små flagellater og fureflagellater være mest fremtredende, mens det i andre år vil være kiselalger. I 2010 var kiselalgen *Skeletonema costatum* og *Pseudo-nitzschia calliantha* mest fremtredende ved OF-stasjonen og ved stasjoner i randsonen som har god kontakt med den sentrale akse. Tettheten av kiselalger var høyest i de indre delene av fjorden (OF-7) og avtok utover i fjorden. Sommerblomstringer av kiselalger er oftest knyttet til perioder med store nedbørsmengder og tilførsel av næringsalter som følge av avrenning. Overvåkingsdataene viste at det var en betydelig tilførsel av ferskvann til de indre delene av Oslofjorden, som så ble transportert utover fjordsystemet. Ved de mer beskyttede lokalitetene i randsonen var ulike dinoflagellater vanlige og dominerende. For første gang siden 2007 ble det i 2010 registrert betydelige mengder av kalkalgen *Emiliania huxleyi* i Oslofjorden, som resulterte i blakking av vannet (turkis farge). Tettheten av denne arten var høyest i de ytre eksponerte delene og avtok innover i fjorden.

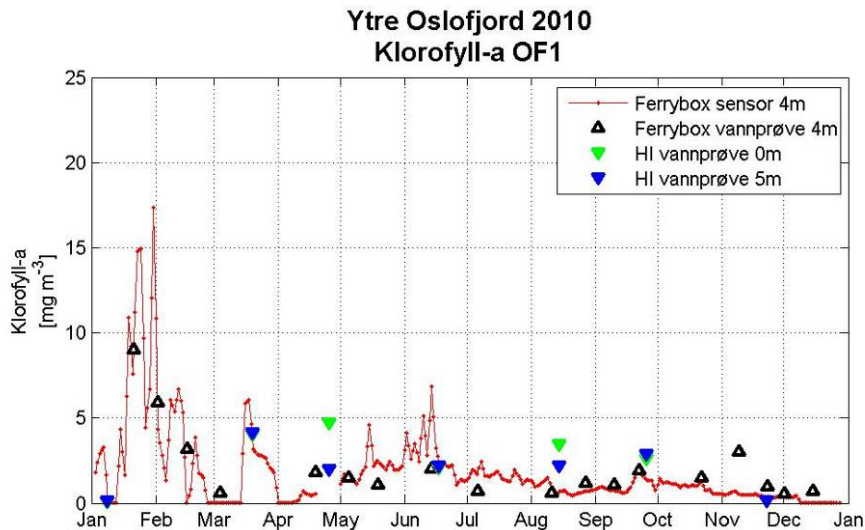


Figur 24. A. Brakkvanns kiselalger (*Diatoma tenuis*, *Tabellaria* sp og *Asterionellopsis glacialis*) i Drammensfjorden våren 2010. B. *Chaetoceros socialis*, en forholdsvis vanlig kiselalge våren 2010 ved OF-stasjonene. Foto: Havforskningsinstituttet, Algelaboratoriet

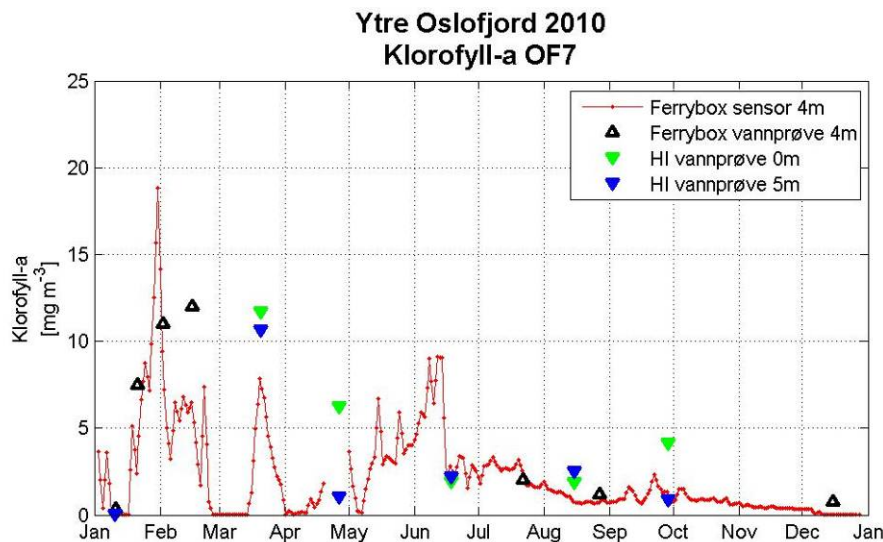
På høsten observerer man ofte større oppblomstringer av dinoflagellater eller kiselalger. Hvilken gruppe som vil bli dominerende avhenger av en rekke prosesser. Mellom stasjonene i randsonen var det store forskjeller både i mengde og artssammensetning. I Drammenfjorden var brakkvanns-kiselalgen *Chaetoceros tenuissimus* dominerende i august, mens det i september var moderate mengder og et blandingssamfunn. I Sandefjordsfjorden, Larviksfjorden, Tønsbergfjorden og Sandebukta var algesamfunnet dominert av dinoflagellater (*Heterocapsa rotundata*) i august, og kiselalgen *Pseudo-nitzschia calliantha* i september. Ved stasjonene i Hvaler (Ramsø, Leira og Haslau) var planteplanktonet dominert av kiselalger (*Dactyliosolen fragilissimus* og *Cerataulina pelagica*) i august og september (*Chaetoceros* spp). Like ved, i Iddefjorden og Ringdalsfjorden, var dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* dominerende på høsten.

Ved de sentrale stasjonene var det også noe variasjon mellom stasjonene. Ved OF-4 og OF-5 er planteplanktonet dominert av ulike dinoflagellater i august (*Heterocapsa rotundata*), mens OF-2 var dominert av kiselalgen *Cerataulina pelagica*. Ved OF-7 og OF-1 ble det registrert moderate mengder og en blanding av kiselalger og dinoflagellater. I september er kiselalgen *Pseudo-nitzschia calliant* fremtredende ved alle OF-stasjoner, med unntak av OF-2. Sammenlignet med de to foregående år ble det registrert få varmekjære arter i Oslofjorden i 2010. Av arter med mer sørlig utbredelse var det kun kiselalgen *Pseudosolenia calcar-avis* som ble registrert i moderate mengder ved flere av stasjonene i Oslofjorden i september.

SFTs klassifiseringssystem av tilstand for klorofyll-a viser at OF-stasjonene i 2010 havnet i tilstandsklasse Meget god. Dette er omtrent som i 2009. I Grenland kom også alle stasjonene i tilstandsklasse God, noe bedre enn i 2008 og 2009. Randsonen varierer meget og faller i klassene fra Meget god til Mindre God, men for flere av stasjonene var det en betydelig forbedring sammenlignet med 2009. Stasjon I-1 kom i tilstandsklasse Meget God. Stasjonene D-2, D-3, MO-2, LA-1, TØ-1, Ø-1 og SF-1 kom alle ut i tilstandsklasse God. Stasjonene S-9, ID-1, RA-1 og SAN-3 kom i tilstandsklasse Mindre god.



Figur 25. Klorofyll-a fluorescence og klorofyll-a fra vannprøver på stasjon OF-1 for 2010.



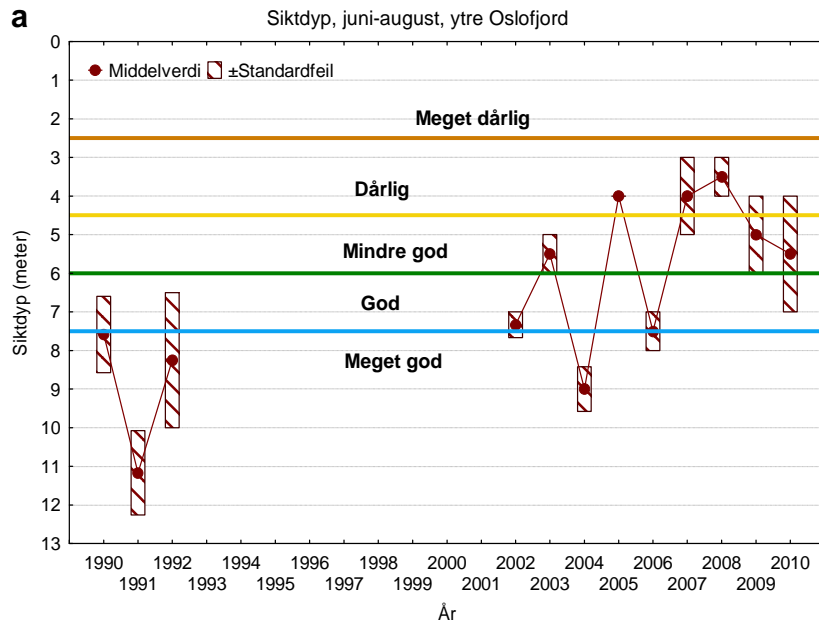
Figur 26. Klorofyll-a fluorescence og klorofyll-a fra vannprøver på stasjon OF-7 for 2010.

3.3.5 Siktdyp

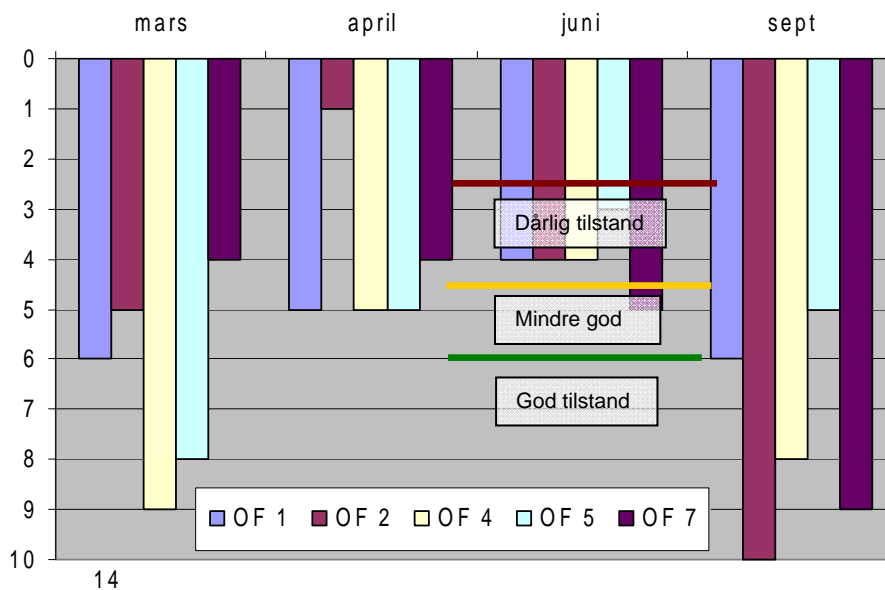
Siktdyp er avstanden fra vannoverflaten til det dyp hvor en hvit skive som senkes ned, forsvinner ut av syne. Siktdypet er hovedsakelig bestemt av vannets innhold av plankton og partikulært materiale. Ved

for eksempel kraftige planktonoppblomstringer eller ved flom kan siktdypet i Oslofjorden være under 1 meter, men det kan også overstige 10 meter ved enkelte anledninger.

Siktdypet sommeren 2010 ga som gjennomsnitt tilstanden Mindre god ved alle OF-stasjonene (ref **Tabell 7**), dette tilsvarer et midlere siktdyp mindre enn 4,5 meter i sommerperioden juni-august. Resultatet er en forverring for OF-1, men en forbedring for OF-7, sammenlignet med 2009. Siktdypet ved OF-1 var i gjennomsnitt for sommermålingene litt forbedret sammenlignet med perioden 2007-2009, men med større variasjon innenfor snittet (**Figur 27**).



Figur 27. Siktdyp målt fra Torbjørnskjær (OF-1) i sommerperioden juni-august. Data og figur fra kystovervåkingsprogrammet (Norderhaug et al. 2011).



Figur 28. Siktdyp i meter på stasjonene i sentrale Oslofjorden ved 4 tidspunkt i 2010. Grenser for tilstandsklasser er vist. Oppsummering av tilstand er gitt i **Tabell 7**.

Årsaken til den mindre gode tilstanden relatert til siktdyp på OF-stasjonene i Ytre Oslofjord bør utredes nærmere. Klassifisering av tilstand baseres på sommermålinger, og episoder med mye nedbør og sterk avrenning vil ha stor innflytelse på siktdypet i et vannområde som Ytre Oslofjord. Slike episoder har vært relativt vanlige sommerstid i de senere år. Sørensen et al. (1993) har sett nærmere på forholdet mellom planteplankton (klf-a) og siktdyp, og de data tyder på at andre partikler må tas i betraktning. Resultatene indikerer at parameteren siktdyp i Oslofjorden mer er et uttrykk for total mengde suspendert materiale (uorganiske partikler og plankton) enn for eutrofi (plankton).

3.3.6 Oppsummering av vannmasseparametre 2010

Klassifiseringen er vist tabellarisk for de sentrale stasjoner i Ytre Oslofjord i Tabell 7, og for stasjoner i randsonen i Tabell 8. 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 stasjoner og data fra ulike overvåkingsplattformer. Det er foretatt klassifisering for vinter- og sommerperioden. Vintervedien 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 største dyp om høsten/tidlig vinter, da det forventes de laveste konsentrasjoner.

På de sentrale stasjoner var det generelt en forbedring i tilstandsklassene (eller uendret) fra 2009 til 2010, slik det var fra 2008 til 2009. Det er spesielt vinterperioden som er bedre, noe som sannsynligvis henger sammen med utskiftningen av vann som fant sted vinteren 2010. Det er oksygen og siktdyp som gir dårligst tilstand på de sentrale stasjonene. Når det gjelder oksygen i bunnvannet er det noen stasjoner som skiller seg ut i forhold til 2009. I Håøyfjorden er det en betydelig forbedring (fra klasse V i 2009 til klasse III i 2010), mens det for OF-5 og OF-7 var en negativ endring fra henholdsvis klasse II og I i 2009 til III og II i 2010. I Frierfjorden er det mindre gode nitratverdier og fortsatt Meget dårlig tilstand for oksygen (klasse V), men med en liten forbedring i nivåene av oksygen.

Stasjonene som ligger i ytre del av randsonen på fjordens vestsida hadde generelt en bedring av tilstanden siden 2009. Det samme ser man for stasjonene i ytre del av Hvaler. Oksygenforholdene i dypvannet ved Ramsø var noe dårligere i 2010 (klasse IV) enn i 2009 (klasse III). Forholdene ved Ringdalsfjorden er forverret i 2010 (klasse III) sammenlignet med 2009 (klasse I til III) for næringssaltene, mens oksygen er uforandret (klasse IV). Det samme er langt på vei tilfelle for Iddefjorden. Oksygenforholdene i Iddefjorden har forverret seg fra 2009 (klasse IV) til 2010 (klasse V). For Sandebukta og Mossesundet er det omtrent som i 2009. For stasjonene i Drammensfjorden er det generelle inntrykket at forholdene er lite endret. Men man kan registrere en bedring for parameteren klorofyll for begge stasjonene, og oksygenforholdene i dypvannet er bedret ved D-3 fra Meget dårlig tilstand i 2009 til Dårlig tilstand i 2010, mens den er uendret (klasse V) ved Svelvik.

Siktdyp er den parameter som gir dårligst tilstand for hele overvåkingsområdet; samtlige stasjoner har Mindre god eller dårligere tilstand. Årsaken til dette bør undersøkes nærmere.

Tabell 7. Miljøklassifisering i hht. SFT 1997:03 ved de sentrale stasjonene i Ytre Oslofjord 2010. I klassifiseringen benyttes kun data fra 5 meter. Dette avviker fra eksisterende veiledere, SFT 1997:03 og Veileder 01:2009, hvor henholdsvis dypene 0-10 og 0-15 m skal benyttes i klassifisering. Årsaken til dette avviket er for å kunne sammenligne på tvers av innsamlingsplattformer og mellom de ulike stasjonene. Data for Grenland er hentet fra "sukkertareovervåkingen", i regi av Klif, og HI's interne program. For oksygen er det benyttet høstverdier slik anbefalt i SFT 1997:03 og Veileder 01:2009.

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	14	4	12	196	1,2	5,6	5,5
Torbjørnskj.	Vinter	104	8	17	188	-	-	-
OF-2	Sommer	4	3	11	168	1,5	5,5	5,5
Rauøybassenget	Vinter	180	8	17	205	-	-	-
OF-4	Sommer	12	2	10	228	1,5	5	5,5
Bastø	Vinter	58	8	17	210	-	-	-
OF-5	Sommer	8	2	8	144	1,5	3,3	4,5
Breiangen	Vinter	119	20	19	183	-	-	-
OF-7	Sommer	12	3	10	179	1,8	4,2	5,5
Filtvet	Vinter	64	10	20	210	-	-	-
BC-1	Sommer	42	2	13	241	1,9	1,4	4
Frierfjorden	Vinter	126	14	23	269	-	-	-
FG-1	Sommer	2	3	12	170	1,6	3,9	4
Langesundsfjorden	Vinter	87	14	21	249	-	-	-
GI-1	Sommer	2	2	11	203	1,7	3,3	5
Håøyfj.	Vinter	74	13	28	252	-	-	-

Tabell 8. Miljøklassifisering i henhold til SFT 1997:03 ved randstasjonene i Ytre Oslofjord 2010. Data fra 2 meters dyp er benyttet. Dette avviker fra eksisterende veiledere, SFT 1997:03 og Veileder 01:2009, hvor henholdsvis dypene 0-10 og 0-15 m skal benyttes i klassifisering.

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	17	2	13	221	2,1	4,9	4
Leira	Vinter	86	16	21	257	-	-	-
I-1	Sommer	162	3	11	350	1,9	2	2,5
Ramsø	Vinter	116	18	26	263	-	-	-
S-9	Sommer	20	2	12	220	4	5	3,2
Haslau	Vinter	94	20	26	230	-	-	-
R-5	Sommer	144	6	17	410	6,3	1,5	1,3
Ringdalsfj.	Vinter	214	17	25	546	-	-	-
ID-2	Sommer	122	4	15	478	5,1	0,5	1,5
Iddefj.	Vinter	x	x	x	x	-	-	-
SF-1	Sommer	7	2	17	210	2,4	4,1	5
Sandefjordsfj.	Vinter	81	14	22	319	-	-	-
LA-1	Sommer	4	3	21	204	2	4,8	5
Larviksfj.	Vinter	75	14	25	259	-	-	-
TØ-1	Sommer	14	4	12	205	3,3	4,6	4
Vestfj.	Vinter	x	x	x	x	-	-	-
SAN-3	Sommer	5	3	14	239	5	4,5	3,5
Sandebukta	Vinter	x	x	x	x	-	-	-
MO-2	Sommer	4	2	10	244	2,1	3,8	4
Mossesundet	Vinter	x	x	x	x	-	-	-
D-2	Sommer	187	3	11	390	2,9	1	3,5
Midtre Drammensfj.	Vinter	x	x	x	x	-	-	-
D-3	Sommer	223	4	19	465	1,6	1,9	2
Indre Drammensfj.	Vinter	x	x	x	x	-	-	-

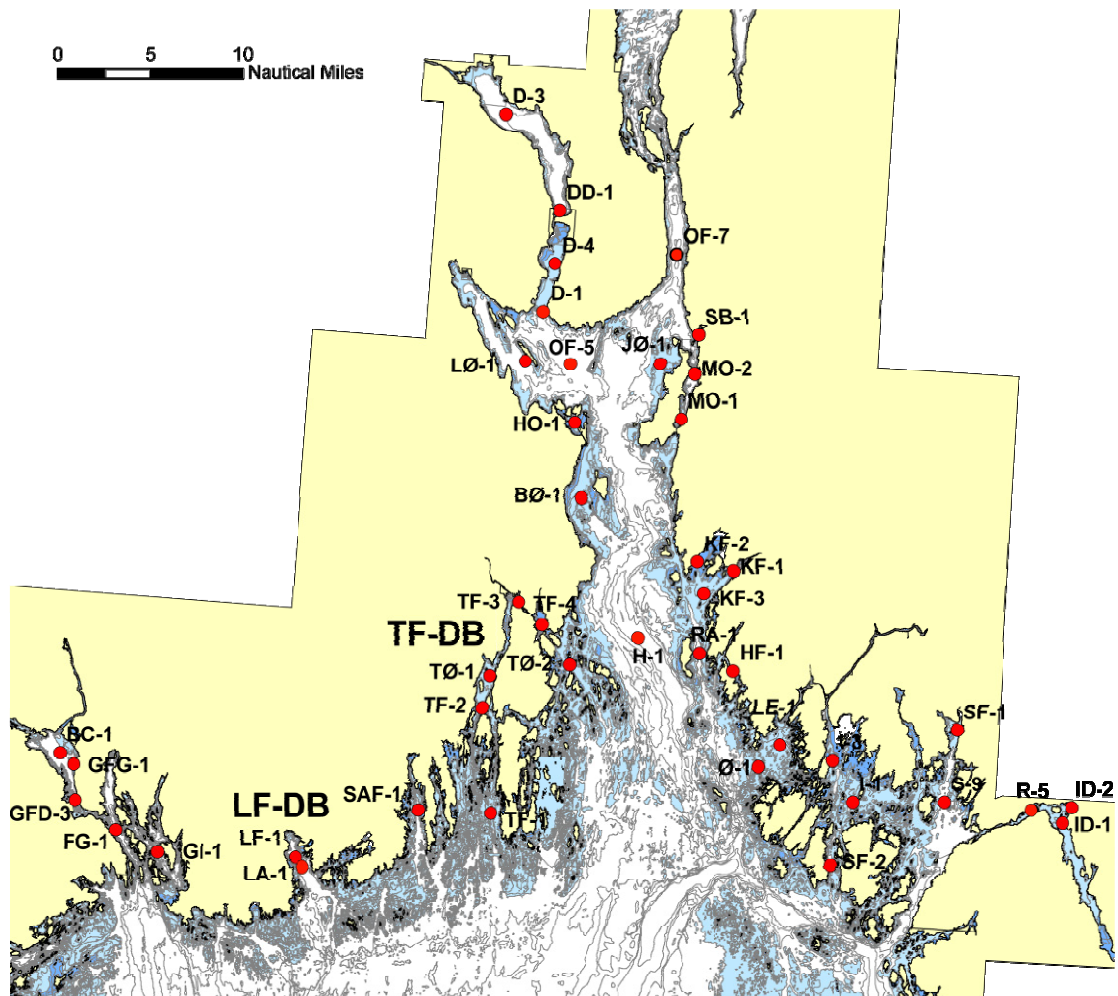
* bruken av siktdyp vil være svært avhengig av lysforholdene den aktuelle dagen, blant annet tidspunkt på dagen for prøvetakning. Det er tatt hensyn til saltholdigheter under 20 psu. X – ingen data pga isdekke
Fargen angir miljøklasse: **I** - Meget god, **II** - God, **III** - Mindre god, **IV**- dårlig og **V**- Meget dårlig.

4. Overvåking av sedimenter i Ytre Oslofjord

Utslipp kan potensielt påvirke bunnsedimentene gjennom organisk belastning, direkte ved utslipp av organisk materiale eller sekundært ved 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 og industriutslipp 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 påvirke faunaen.

4.1 Prøvetaking

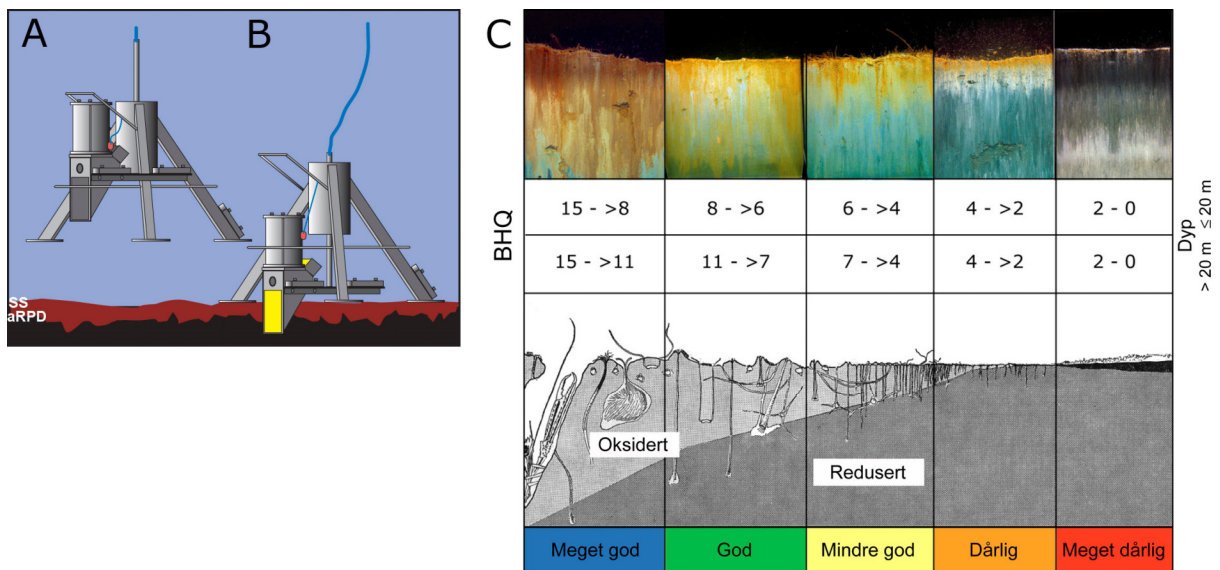
Stasjonsplasseringen for bløtbunnsundersøkelsene er vist i **Figur 29**, mens posisjoner, vandndyp og analyse av SPI-bilder for alle 51 stasjoner i denne undersøkelsen er gitt i Vedlegg. Feltarbeidet ble gjennomført i mai 2010 fra 'Trygve Braarud' tilhørende Universitetet i Oslo. Utvidete områder med stasjoner i dybdeprofil ble i 2010 undersøkt i Larviksfjorden og Vestfjorden syd av Tønsberg.



Figur 29. Stasjonsplassering for SPI-undersøkelser (røde prikker). Det ble gjennomført utvidet prøvetaking i Tønsberg (TF-DB 1 til 4) og Larviksfjorden (LF-DB 1 til 6).

I tillegg til stasjonene i **Figur 29** presenteres sedimentundersøkelser utført på oppdrag for Borregaard AS ved Glommas utløp og NOAH AS rundt Langøya i Holmestrandsfjorden.

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sedimenter og bløtbunnsfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben, **Figur 30**. 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. Bildet som blir 17,3 cm bredt og 26 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Resultatet blir digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet. På hver stasjon ble det tatt tre parallelle SPI-bilder.



Figur 30. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sedimentoverflate og aRPD = grense mellom det bioturberte oksiderte sediment lagret og reduserende sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera med prismet som har trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres. (C) Figuren over viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert bioturbert sediment og sorte reduserte forhold. BHQ-miljøkvalitetsindeks for vanddyb ≤ 20 meter og > 20 m er i henhold til EUs vanddirektiv for marine sedimenter (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006).

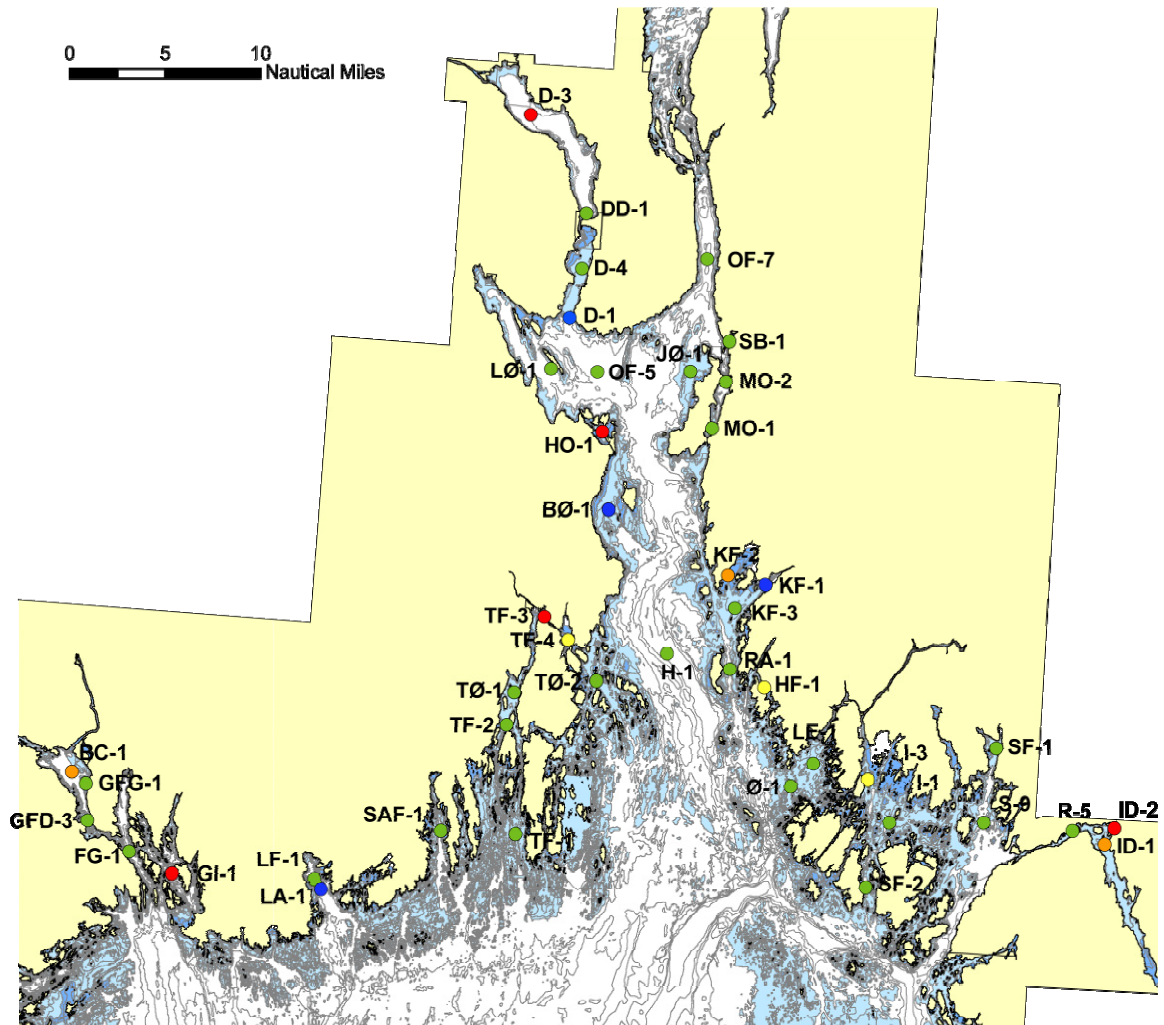
Feltarbeidet ble gjennomført 18. til 26. mai 2010 fra 'Trygve Braarud' tilhørende Universitetet i Oslo. Stasjonsplasseringen er vist i Figur 27 mens vanddyb er vist i **Tabell 10**. Posisjoner, analyse av SPI-bilder for alle stasjoner i denne undersøkelsen er gitt i Vedlegg A. i Fagrapporten (Walday *et al.* 2011). I overvåkingen inngår også SPI-undersøkelser for Borregaard industries ltd. i munningen av Glomma. Det presenteres også undersøkelser som gjøres på oppdrag for NOAH AS utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden.

4.2 Resultater

Oversikt over bunnforholdene i Ytre Oslofjord, i henhold til BHQ-indeksen, er vist i **Figur 31**. Generelt var bunnforholdene i de åpne delene av fjorden og i flere randsoneområder Meget gode eller Gode (tilstandsklasse I og II) på de fleste stasjoner. Det har i tillegg blitt registrert liten variasjon mellom år for de fleste stasjoner, men i 2010 kan det registreres en generell forbedring for perioden 2007 til 2010 (**Tabell 9**).

Større problemområder er Drammensfjorden, Horten havn, Tønsberg, Frierfjorden og Iddefjorden. Dårlige eller meget dårlige forhold (Tilstandsklasse IV og V) ble observert i følgende områder (stasjoner): Drammensfjorden (D-3), Horten havn (HO-1), dybdeområder i Frierfjorden (BC-1) og Håøyfjorden (GI-1), ved Tønsberg (TF-3), grunnere områder nord Krokstadleira (Taralden KF-2), samt Iddefjorden (ID-1 og ID-2). Moderate forhold (Tilstandsklasse III) ble beskrevet ved Hankøsund (HF-1), Tønsberg (TF-4) og ved Glommas munningsområde sør Fredrikstad (I-3).

Negativ endring over tid siden 2007 er kun beskrevet for Håøyfjorden (stasjon GI-1) som tidligere hadde gode forhold, men i 2009 og 2010 var i tilstandsklasse meget dårlig. Den positive endring som er beskrevet fra 2007 til 2010 på et flertall stasjoner kan indikere at denne endring også gjelder for et større område. Hos andre stasjoner finnes ikke noen tydelig trend, men forholdene kan variere litt mellom år på grunn av lokale forhold, sannsynligvis dynamikk i oksygenforholdene nær bunnen.

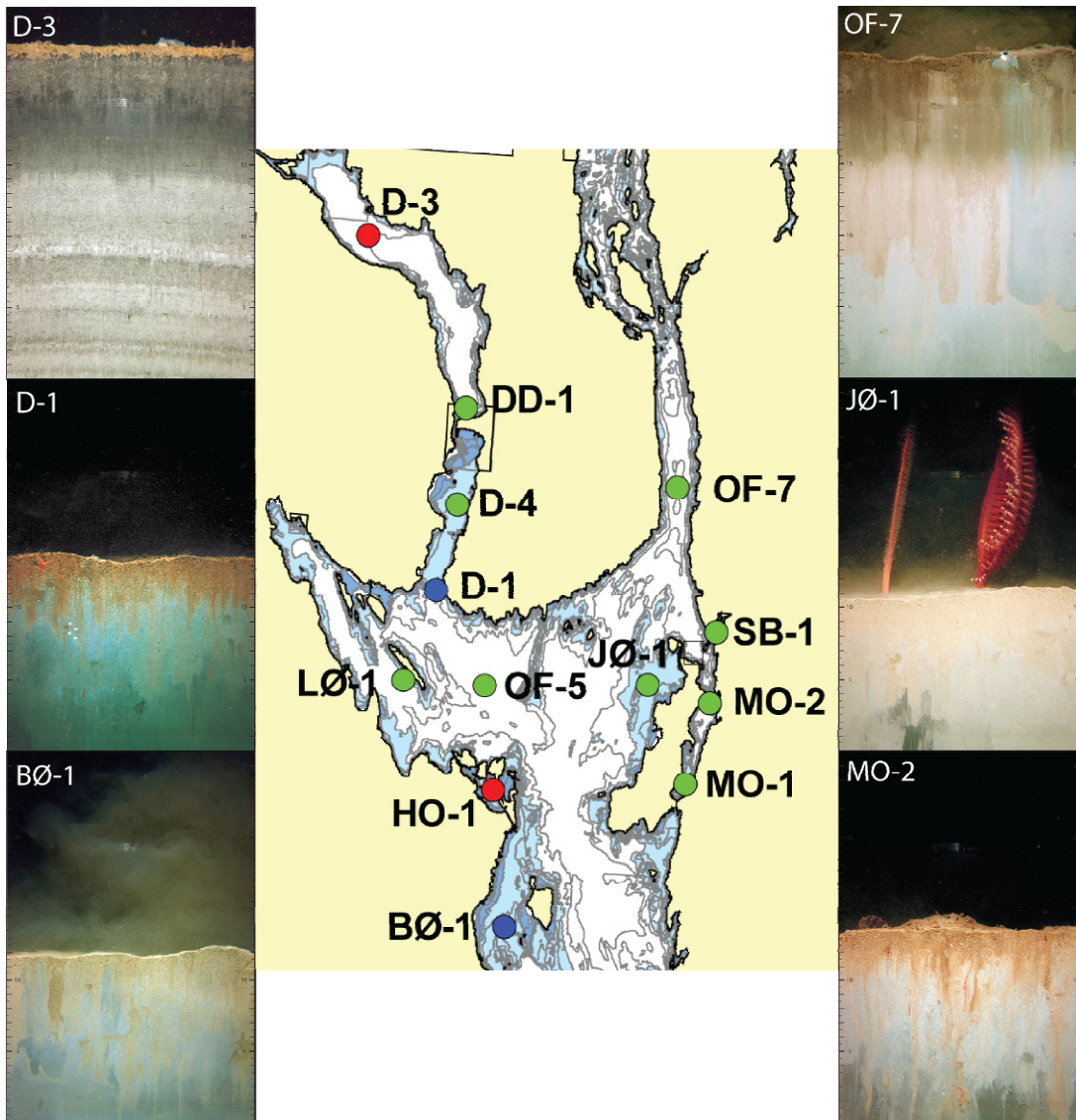


Figur 31. Tilstandsklasser for bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen (SPI, Rosenberg m. fl. 2004) fra alle stasjoner i området som ble innsamlet under YO-overvåkingen i 2010.

4.2.1 Sentrale deler av Ytre Oslofjord

Figur 32 viser tilstandsklasse i henhold til BHQ-indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner i sentrale deler av Ytre Oslofjord. Dypere deler av fjorden (OF-5 og OF-7) har god status og oksyderte forhold dypt nede i sedimentene. Ved stasjon D-3 på 94m i Indre Drammensfjorden var sedimentforholdene svært reduserte med meget dårlige forhold (**Figur 32**).

Det har skjedd en forbedring til gode forhold på 107m (DD-1) i ytre delen av Drammensfjorden, og gode respektive Meget gode forhold på stasjonene D-4 og D-1. Stasjoner i sentrale Breiangeren (OF-5) og vestlige deler (LØ-1) viste gode forhold i sedimentene. Horten havn hadde meget dårlige forhold på stasjon (HO-1) på 25m dyp, sannsynligvis grunnet dårlige oksygenforhold. Gode forhold ble funnet i Sonsbukta (SB-1), Mossesundet (MO-1 og MO-2) og vest av Jeløya (JØ-1), samt Meget gode forhold sydvest av Bastø (BØ-1). I Mossesundet er det i 2010 gjort bunnfaunaundersøkelser på 2 stasjoner for MORSA-prosjektet. Bløtbunnsstasjonen ved MO-1 sør i Mossesundet ble klassifisert til moderat økologisk tilstand, mens MO-2 lenger nord i Mossesundet er karakterisert til god økologisk tilstand.



Figur 32. Tilstandsklasser på bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2010, og bilder fra utvalgte stasjoner, i sentrale deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

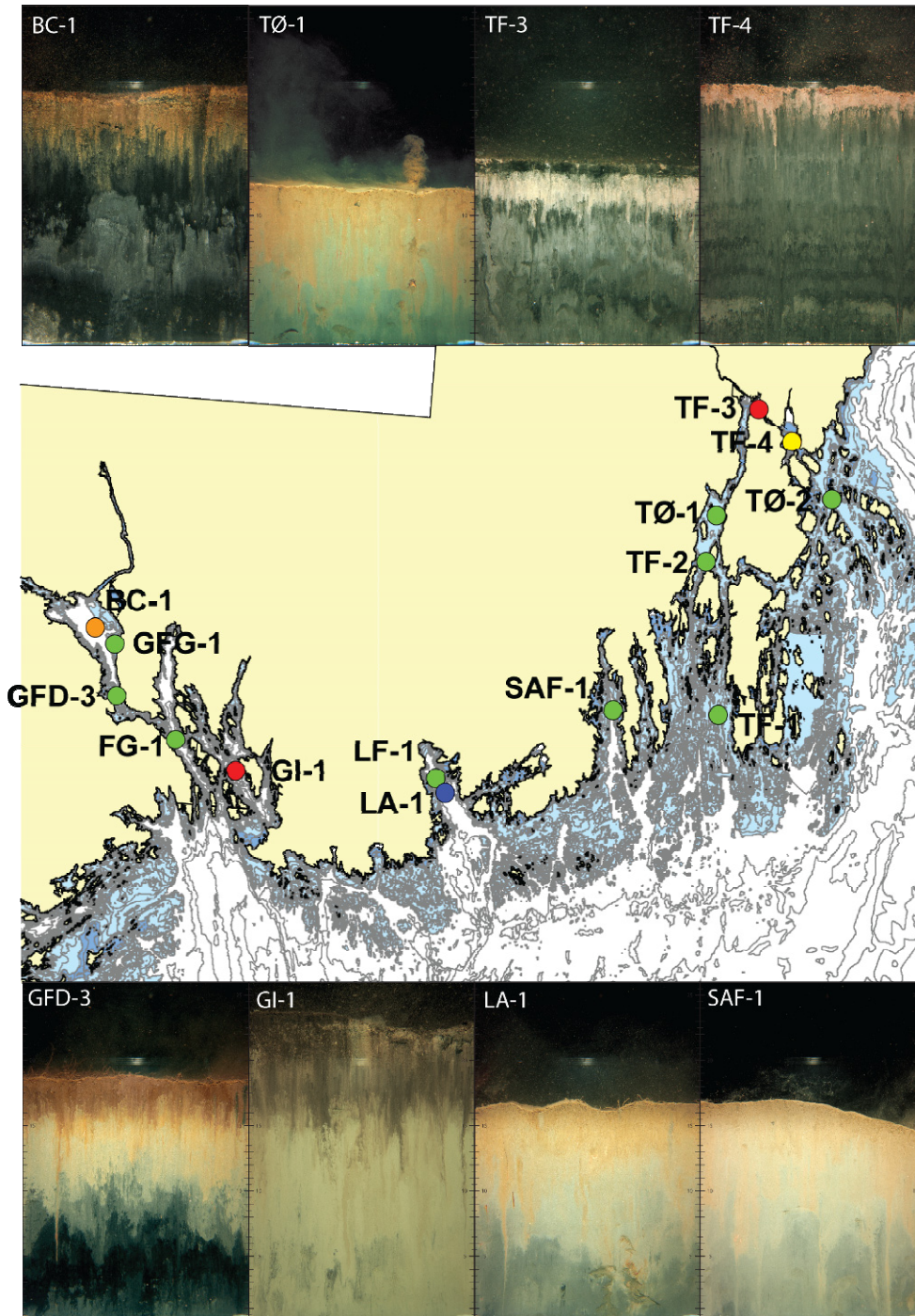
4.2.2 Vestlig del av Ytre Oslofjord

Figur 33 viser tilstandsklasser i henhold til BHQ-indeksen, og bilder fra utvalgte stasjoner i vestlige deler av Ytre Oslofjord. Dårlige (reduerte) bunnforhold ble observert i de dypere delene av Frierfjorden (BC-1), Håøyfjorden (GI-1) og i Tønsberg havn (TF-3). Bunnforholdene var gode på grunnere områder i Frierfjorden (GFG-1 og GFD-3). Larviksfjorden (LF-1 og LA-1), ytre Sandefjordsfjorden (SAF-1), stasjonene TF-1, TF-2, TØ-1 og TØ-2 ved Tjøme/Nøtterøy hadde gode eller Meget gode forhold. Ved Trælekilen (TF-4) har det vært en positiv endring fra dårlige forhold i de tidligere undersøkelsene (2007, 2008, 2009) til mindre god status i 2010, hvilket sannsynligvis henger sammen med bedre oksygenforhold i området i 2010.

Larviksfjorden og Tønsbergfjorden ble undersøkt med utvidet fotografering langs dybdegradienter. Resultater er vist i **Tabell 9**, **Figur 34** og **Figur 35**.

I Larviksfjorden var bunnforholdene gode fra 85m dyp (LF-1) til 40m dyp (LF-D3). Forholdene på 30 og 20m dyp ble klassifisert som dårlig og meget dårlig, sannsynligvis grunnet stor ferskvannspå-

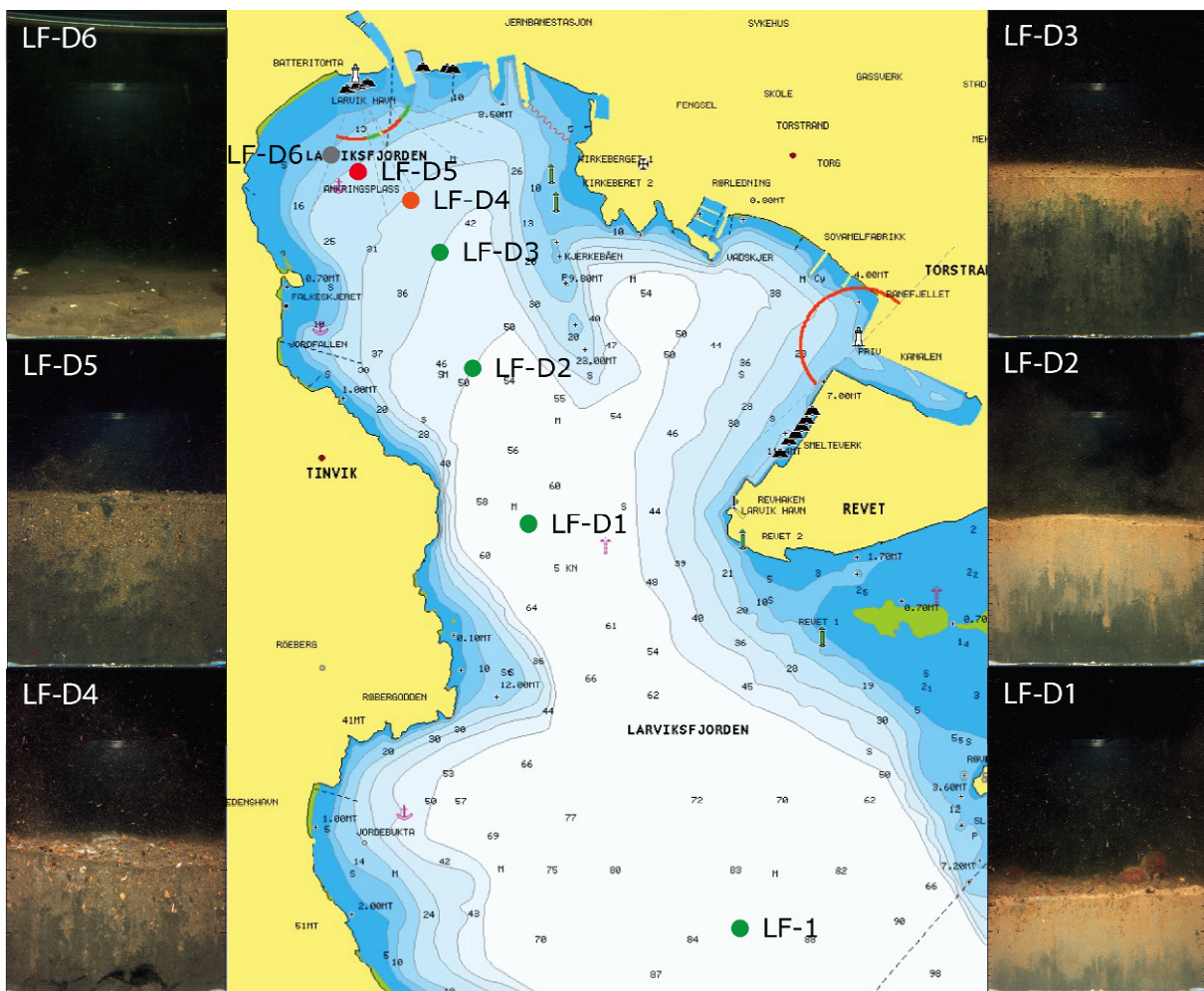
virkning gjennom avrenning fra Numedalslågen og utslipp av organisk materiale fra lokalt tresliperi (**Figur 34**). I Vestfjorden innenfor Nøtterøy var bunnforholdene meget dårlige i dypbassenget mellom 16,5m (TF-DB1), 13,5m (TF-DB2) og Tønsberg havn på 13m (TF-3), men tilstanden var god på 8m dyp ved utløpet fra Aulielva (TF-DB3) og syd i de ytre deler av Vestfjorden på 10,5m (TF-DB4).



Figur 33. Tilstandsklasser på bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2010, og bilder fra utvalgte stasjoner i vestlige deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

Tabell 9. SPI-stasjoner; posisjon, dybde, RPD (apparent Redox Potential Discontinuity), TK (tilstandsklasse i henhold til BHQ indeks), BHQ (Benthic Habitat Quality) for dybdegradientstudier i Larviksfjorden (LF-DB) og Tønsberg (TF-D).

Stasjon	Latitud	Longitud	Dyp (m)	RPD (cm)	TK-SPI Tilstandsklass	BHQ-SPI indeks	Antall bilder	Pen. Dyp (cm)	Merknad
Larviksfjorden									
LF-D1	59,03787	10,02933	60,0	2,9	2	9,3	3	8,5	Treflis
LF-D2	59,04188	10,02653	50,0	2,9	2	8,3	3	11,3	Treflis
LF-D3	59,04438	10,02463	40,0	2,1	2	7,7	3	11,7	Treflis
LF-D4	59,04615	10,02375	30,0	1,0	4	3,5	4	13,8	Beggiatoa
LF-D5	59,04690	10,02132	20,0	0,9	4	2,7	3	11,3	
LF-D6	59,04737	10,01983	10,0	0	-	0	3	1	Ingen penetrasjon
Tønsberg									
TF-DB1	59,26097	10,38160	16,5	0	5	1,0	4	11,6	Fekalie pellets
TF-DB2	59,26282	10,38037	13,5	0	5	1,0	3	14,0	Fekalie pellets
TF-DB3	59,27057	10,38243	8,0	1,5	2	6,5	4	6,0	Lav penetrasjon
TF-DB3b	59,27050	10,38247	8,5	1,4	2	7,0	3	8,8	
TF-DB4	59,24598	10,38040	10,5	2,2	1	8,7	3	8,5	



Figur 34. Tilstandsklasser på bløtbunn i 2010 i henhold til BHQ-indeksen, og bilder fra samtlige stasjoner langs dybdegradienten fra 60 til 10 m i Larviksfjorden (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).



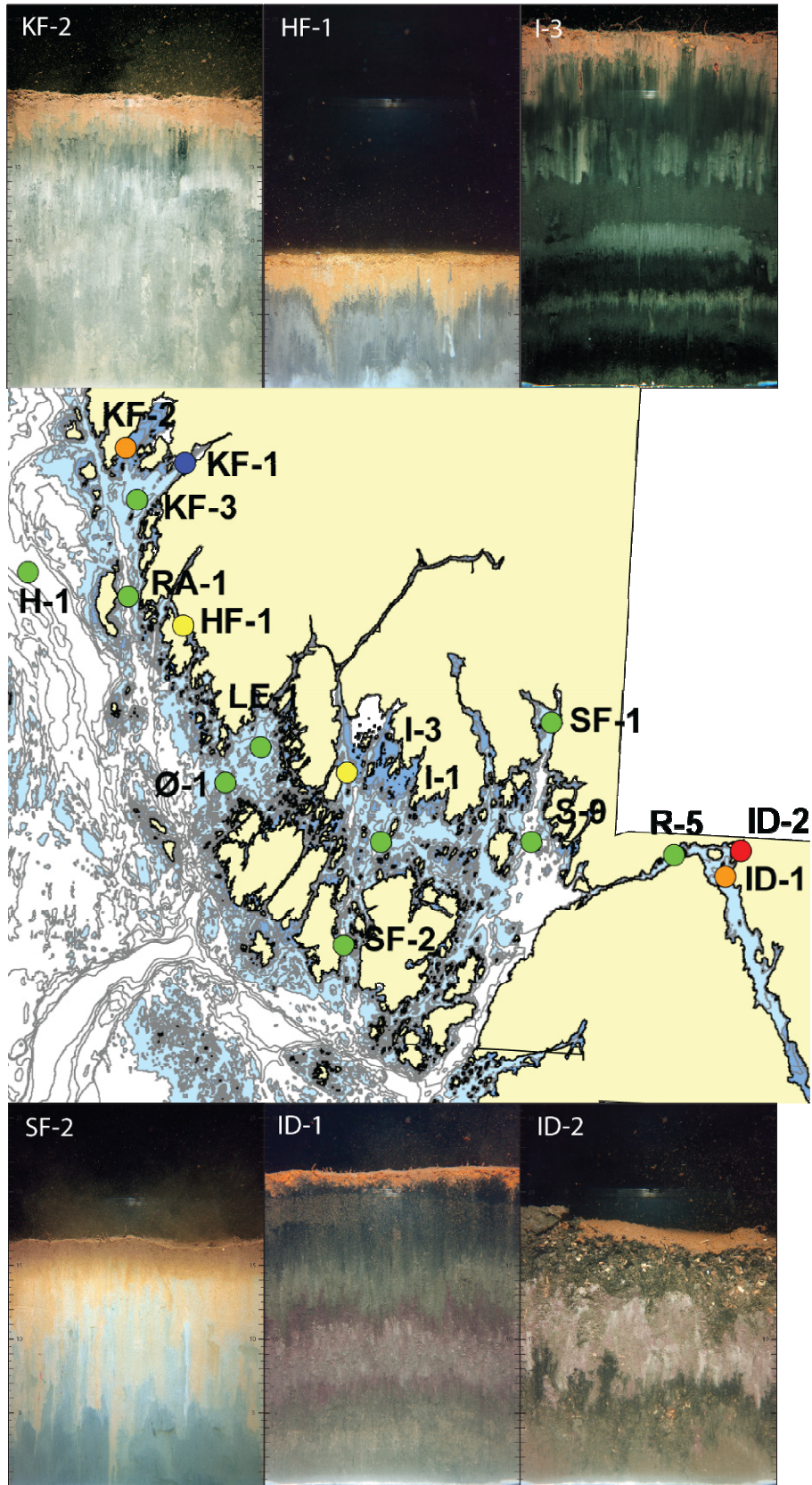
Figur 35. Tilstandsklasser på bløtbunn i 2010 i henhold til BHQ-indeksen, og bilder fra tre stasjoner langs dybdegradienten fra 16,5 til 8 m i Vestfjorden syd Tønsberg (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

4.2.3 Østlig del av Ytre Oslofjord

Figur 36 viser tilstandsklasser i henhold til BHQ-indeksen og bilder fra utvalgte stasjoner. Bunnforholdene var svært reduserte, med liten forbedring til dårlig tilstand i dypere deler av Iddefjorden på stasjon ID-1, men fortsatt meget dårlig tilstand utenfor Halden havn (ID-2), slik det har vært siden 2007 (**Figur 36** og **Figur 37**). Det ble observert tydlige rester av treflis i sedimentene på stasjon ID-2. Dårlige forhold ble funnet i nord Kurefjorden (KF-2) og mindre gode forhold ble funnet innenfor Hankø (HF-1) og ved utløp fra Glomma (I-3). Stasjonen i Ytre Oslofjords dypeste midtrenne (H-1) var i tilstandsklasse god. Gode bunnforhold ble observert ved stasjonene Krokstadvfjorden (KF-1), Krokstadleira (KF-3), Rauerfjorden (RA-1), Leira og vest Kråkerøy (Ø-1 og LE-1), Løperen (SF-2), Singlefjorden (S-9), Skjebergkilen (SF-1) og Ringdalsfjorden (R-5). I Krokstad- og Kurefjorden er det i 2010 gjort bunnfaunaundersøkelser for MORSA-prosjektet. I begge områdene var det Svært god tilstand i henholdt til NQII-indeksen, som er vanddirektivindeks for bløtbunnsfauna.

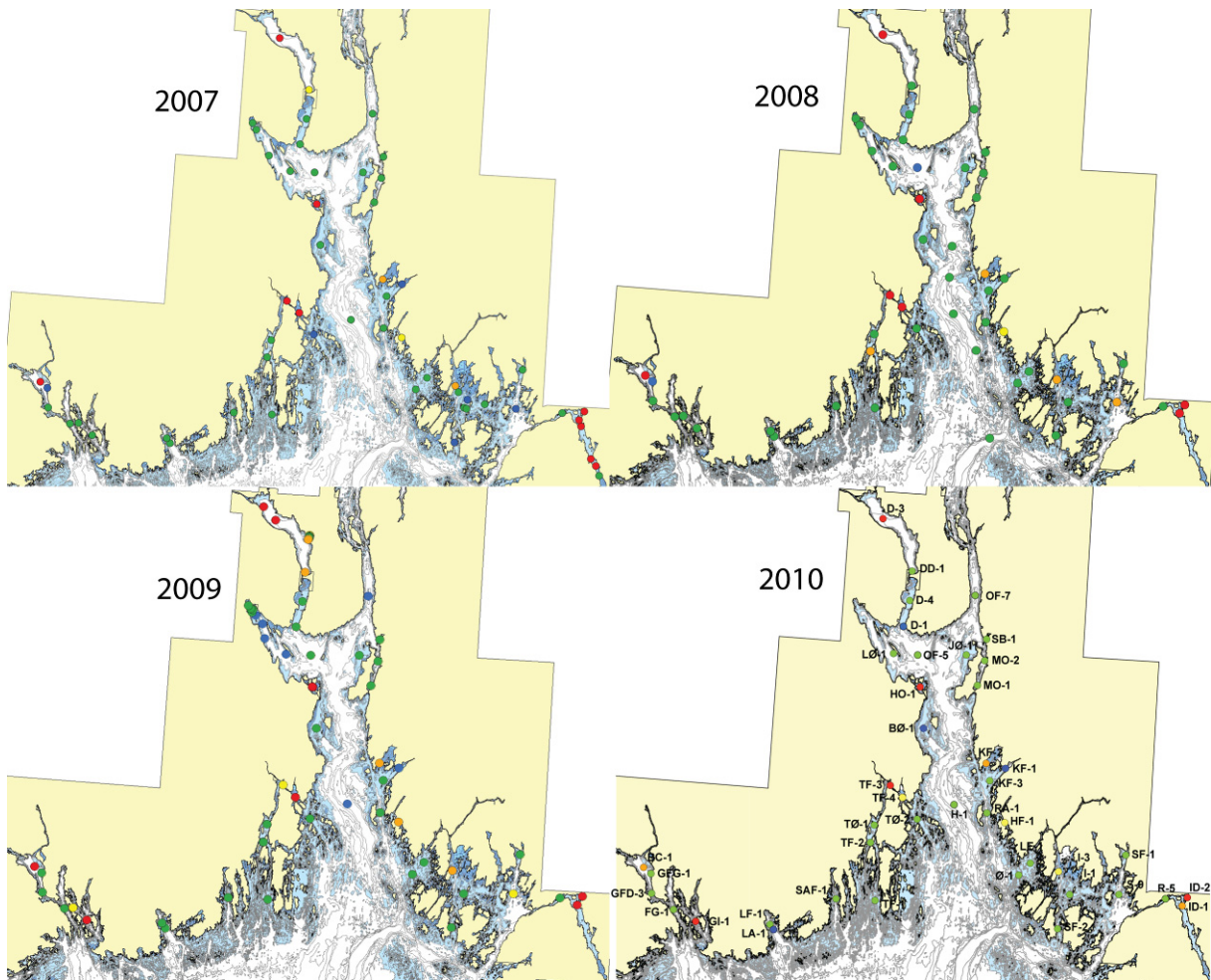
Bunnforholdene på stasjon I-3 i munningsområdet til Glomma har hatt en positiv utvikling og status har økt fra dårlig 2007-2009 til moderat i 2010. Utviklingen på stasjon I-3 styrkes av en positiv endring til moderat status på samtlige stasjoner (BG-01, BG-02, I-3, BG-04, ref **Figur 38**) i 2010 sammenlignet 2009 da det var meget dårlig status på stasjon BG-01 og dårlig status på BG-02, BG-03, BG-04 (Walday *et al.* 2010).

Stasjon BG-09 i Hvalerområdet viser liten variasjon mellom de to årene. Status på stasjon BG-10 er endret fra god til mindre god i 2010.



Figur 36. Tilstandsklasser på bløtbunn i 2010 i henhold til BHQ-indeksen, og bilder fra utvalgte stasjoner i østlige deler av Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

Negativ endring over tid fra 2007 er kun beskrevet for en stasjon (GI-1) som har endret seg fra tidligere gode forhold til meget dårlige forhold i 2009 og 2010. Positiv endring fra 2007 til 2010 ble registrert på et flertall stasjoner (DD-1, TF-4, BC-1, I-3, ID-1) som kan indikere at det har vært en forandring på en større romlig skala (**Tabell 10** og **Figur 37**). Hos andre stasjoner finnes ikke noen tydelig trend, men forholdene kan variere litt mellom år på grunn av lokale forhold, sannsynligvis dynamikk i oksygenforholdene.



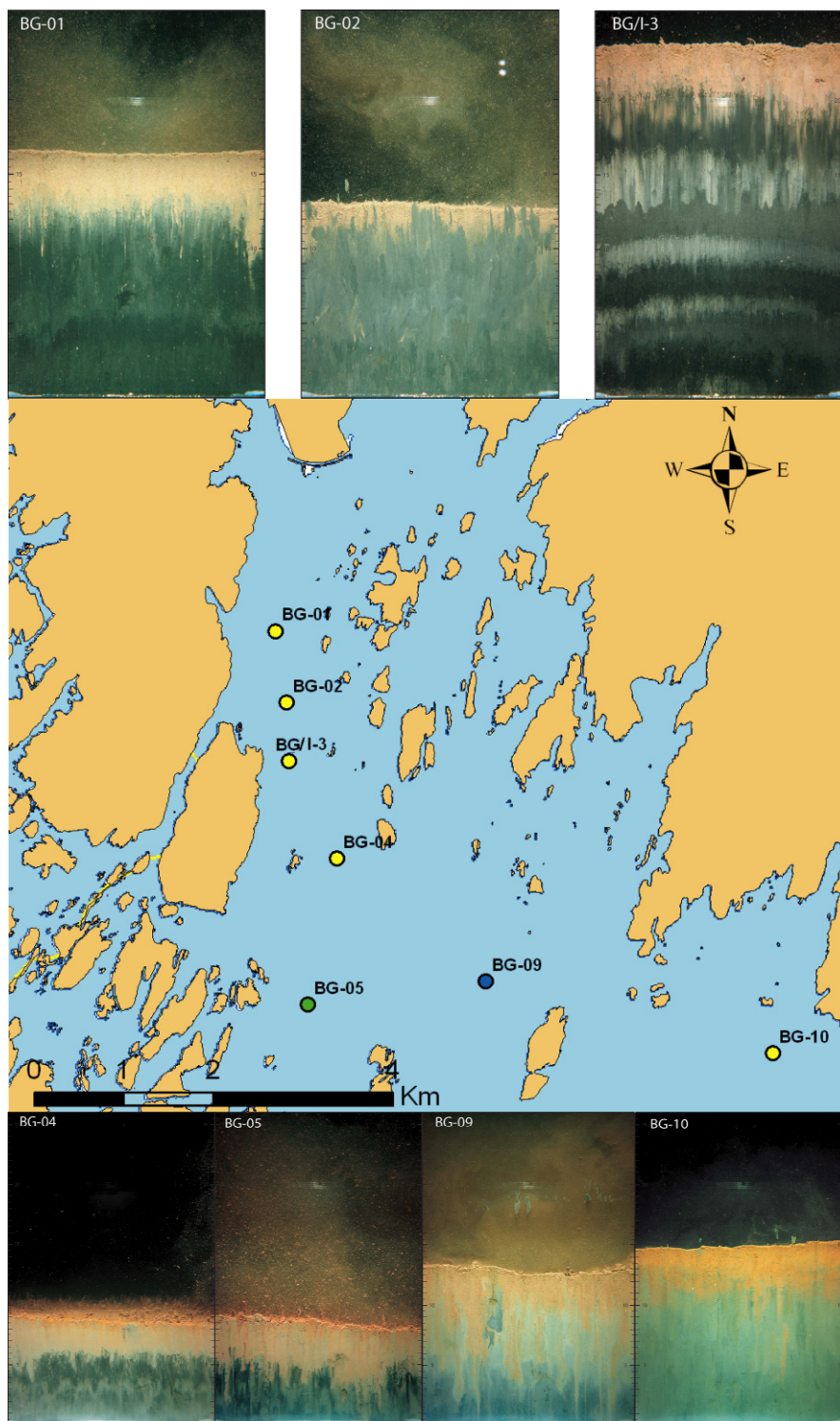
Figur 37. Tilstandsklasser på bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2007, 2008, 2009 og 2010 i Ytre Oslofjord (SPI, Rosenberg m. fl. 2004).

Tabell 10. SPI-stasjoner; posisjon, dybde, RPD (apparent Redox Potential Discontinuity), BHQ (Benthic Habitat Quality), TK (Tilstandsklasse i henhold til BHQ indeks) for årene 2007, 2008, 2009 og 2010 samt endring i BHQ mellom årene. Tilstandsklasse for stasjoner i utvidet område i 2010 (Larviksfjorden og Tønsberg) er presentert i **Tabell 9**.

Stasjon				2007			2008			2009			2010			Δ BHQ indeks			
	Navn	Latitud	Longitud	Dyp	RPD	BHQ	TK	RPD	BHQ	TK	RPD	BHQ	TK	RPD	BHQ	TK	2008-2007	2009-2007	2010-2007
BC-1	59,10410	9,61720	94	0,3	1,3	5	0,0	1,0	5	0,0	0,7	5	0,7	3,0	4,0	-0,3	-0,7	1,7	
BØ-1	59,36650	10,49330	28	3,5	11,0	2	3,1	10,7	2	2,7	10,0	2	3,5	12,3	1,0	-0,3	-1,0	1,3	
D-1	59,53160	10,40470	85	3,0	9,5	2	3,2	10,3	2	2,7	10,0	2	3,1	11,7	1,0	0,8	0,5	2,2	
D-3	59,70580	10,31350	97	0,0	0,7	5	0,0	1,0	5	0,0	0,3	5	0,6	2,0	5,0	0,3	-0,3	1,3	
D-4	59,57470	10,41990	22	2,6	8,7	2	2,8	9,0	2	2,3	8,0	2	2,8	9,0	2,0	0,3	-0,7	0,3	
DD-1	59,62320	10,42130	107	0,8	4,7	3	2,6	8,0	2	0,2	2,3	4	2,3	8,3	2,0	3,3	-2,3	3,7	
FG-1	59,03900	9,72350	105	2,8	9,0	2	2,3	8,3	2	3,0	9,5	2	2,2	8,3	2,0	-0,7	0,5	-0,7	
GFD-3	59,06280	9,64880	42	2,7	8,7	2	3,5	8,7	2	3,2	9,5	2	2,8	8,7	2,0	0,0	0,8	0,0	
GFG-1	59,09510	9,64130	17	2,7	8,3	1	2,8	9,0	1	2,5	8,0	2	3,0	8,3	1,0	0,7	-0,3	0,0	
GI-1	59,02270	9,79830	205	5,0	9,7	2	3,0	9,0	2	0,0	1,0	5	0,1	2,0	5,0	-0,7	-8,7	-7,7	
GKD-1	59,04140	9,75100	47	2,7	9,3	2	2,1	9,0	2	2,0	7,0	3	2,8	10,0	2,0	-0,3	-2,3	0,7	
H-1	59,24530	10,60940	343	3,7	10,0	2	4,9	9,8	2	4,2	10,3	1	3,0	9,8	2,0	-0,3	0,3	-0,3	
HF-1	59,22110	10,77790	7	1,3	5,0	3	1,0	4,3	3	1,0	3,3	4	1,8	5,0	3,0	-0,7	-1,7	0,0	
HO-1	59,43400	10,47270	25	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0	0,8	5,0	0,0	0,0	0,8	
I-1	59,10950	11,00190	51	2,1	9,3	2	3,0	10,3	2	3,1	11,0	2	2,6	11,0	2,0	1,0	1,7	1,7	
I-3	59,14630	10,96190	54	0,3	3,3	4	0,5	4,0	4	0,0	2,3	4	2,3	7,0	3,0	0,7	-1,0	3,7	
ID-1	59,10160	11,36910	29	0,0	0,3	5	0,0	0,3	5	0,0	0,0	5	0,8	3,3	4,0	0,0	-0,3	3,0	
ID-2	59,11600	11,38460	8,1	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0,0	0,0	5	0	1,0	5,0	0,0	0,0	1,0	
JØ-1	59,49180	10,61680	34	2,0	8,7	2	3,3	10,3	2	2,1	10,3	2	3,2	10,7	2,0	1,7	1,7	2,0	
KF-1	59,31010	10,76880	17	3,2	9,7	1	1,8	7,0	2	2,7	9,0	1	2,1	9,5	1,0	-2,7	-0,7	-0,2	
KF-2	59,31620	10,70460	7	0,7	3,7	4	0,7	3,0	4	1,1	3,3	4	1,4	4,0	4,0	-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	2,9	9,0	2,0	-1,3	-1,7	-1,0	
LA-1	59,01930	10,05180	105	2,9	10,7	2	2,9	10,3	2	2,6	9,7	2	3,6	11,7	1,0	-0,3	-1,0	1,0	
LE-1	59,15680	10,86850	28	2,6	10,7	2	2,7	10,0	2	2,3	10,7	2	2,6	10,3	2,0	-0,7	0,0	-0,3	
LF-1	59,02720	10,03970	85	2,4	9,7	2	2,7	9,0	2	2,8	9,7	2	3,4	10,0	2,0	-0,7	0,0	0,3	
LØ-1	59,48590	10,37820	66	3,7	10,7	2	3,0	10,0	2	3,2	11,3	1	2,1	10,0	2,0	-0,7	0,7	-0,7	
MO-1	59,44330	10,66020	46	2,9	8,3	2	2,9	10,0	2	3,0	9,7	2	2,8	8,7	2,0	1,7	1,3	0,3	
MO-2	59,48450	10,67840	105	2,6	10,3	2	3,0	9,7	2	2,6	10,3	2	1,9	8,5	2,0	-0,7	0,0	-1,8	
Ø-1	59,13650	10,83380	52	5,4	10,7	2	3,7	10,0	2	3,6	9,7	2	2,8	8,0	2,0	-0,7	-1,0	-2,7	
OF-5	59,48660	10,45830	199	4,9	10,3	2	4,8	11,5	1	4,2	9,0	2	2,6	8,0	2,0	1,2	-1,3	-2,3	
OF-7	59,59070	10,63550	210	3,6	9,7	2	4,1	10,0	2	3,9	12,0	1	3,3	10,0	2,0	0,3	2,3	0,3	
R-5	59,11180	11,31370	33	2,4	7,7	2	2,5	10,0	2	2,0	7,3	2	4,6	9,3	2,0	2,3	-0,3	1,7	
RA-1	59,23510	10,71710	120	3,2	10,3	2	4,5	11,0	2	2,8	9,7	2	2,7	11,0	2,0	0,7	-0,7	0,7	
S-9	59,11430	11,16190	95	5,8	12,0	1	Forstyrret			1,5	6,0	3	4,0	9,0	2,0	-	-6,0	-3,0	
SAF-1	59,07800	10,25000	55	4,0	9,3	2	3,5	9,5	2	2,8	9,5	2	2,8	9,7	2,0	0,2	0,2	0,3	
SAN-1	59,56170	10,24380	23	2,7	9,0	2	2,4	8,3	2	2,4	9,7	2	3,1	8,3	2,0	-0,7	0,7	-0,7	
SAN-3	59,55080	10,25760	47	3,7	11,0	2	3,0	9,7	2	2,9	10,7	2	3,2	11,0	2,0	-1,3	-0,3	0,0	
SAN-8	59,50910	10,30510	73	3,8	10,5	2	3,0	11,0	2	3,8	11,7	1	3,4	9,7	2,0	0,5	1,2	-0,8	
SB-1	59,52010	10,68040	34	2,0	9,3	2	1,7	7,7	2	2,2	8,0	2	2,6	9,3	2,0	-1,7	-1,3	0,0	
SF-1	59,17980	11,17690	35	2,6	9,3	2	3,2	10,5	2	2,7	8,3	2	2,4	10,0	2,0	1,2	-1,0	0,7	
SF-2	59,05230	10,96960	68	3,3	11,3	1	2,9	8,3	2	3,1	8,3	2	3,4	9,0	2,0	-3,0	-3,0	-2,3	
TF-1	59,07910	10,37370	44	2,0	7,7	2	2,6	8,0	2	3,0	10,0	2	1,8	7,7	2,0	0,3	2,3	0,0	
TF-2	59,17350	10,34580	54	3,0	11,0	2	Forstyrret			2,9	9,5	2	3,3	10,3	2,0	-	-1,5	-0,7	
TF-3	59,26960	10,39730	13	0,0	0,0	5	0,0	1,0	5	0,8	4,3	3	0	1,0	5,0	1,0	4,3	1,0	
TF-4	59,25110	10,43970	10,5	0,0	0,0	5	0,0	1,0	5	0,0	1,0	5	1,2	6,0	3,0	1,0	1,0	6,0	
TØ-1	59,20260	10,35460	74	1,7	9,0	2	3,4	11,0	2	2,6	8,3	2	2,5	10,3	2,0	2,0	-0,7	1,3	
TØ-2	59,21690	10,49200	38	2,6	11,3	1	2,0	8,3	2	2,6	10,0	2	2,4	10,3	2,0	-3,0	-1,3	-1,0	
Middels					2,5	7,9	2,5	2,4	7,7	2,5	2,2	7,4	2,6	2,4	8,1	2,4	0,0	-0,5	0,2

4.2.4 Undersøkelser rundt Glommas munningsområde

Figur 38 viser bunnforhold i en gradient fra Glomma med mindre god status ved stasjonene BG-01, BG-02, BG-03/I-3 og BG-04 til gode forhold ved stasjon BG-05 og Meget gode forhold på BG-09 i området mellom Hvaler og fastlandet. Den siste stasjonen (BG-10) viste mindre gode forhold. Generelt er det en bedring i dette området siden 2009.

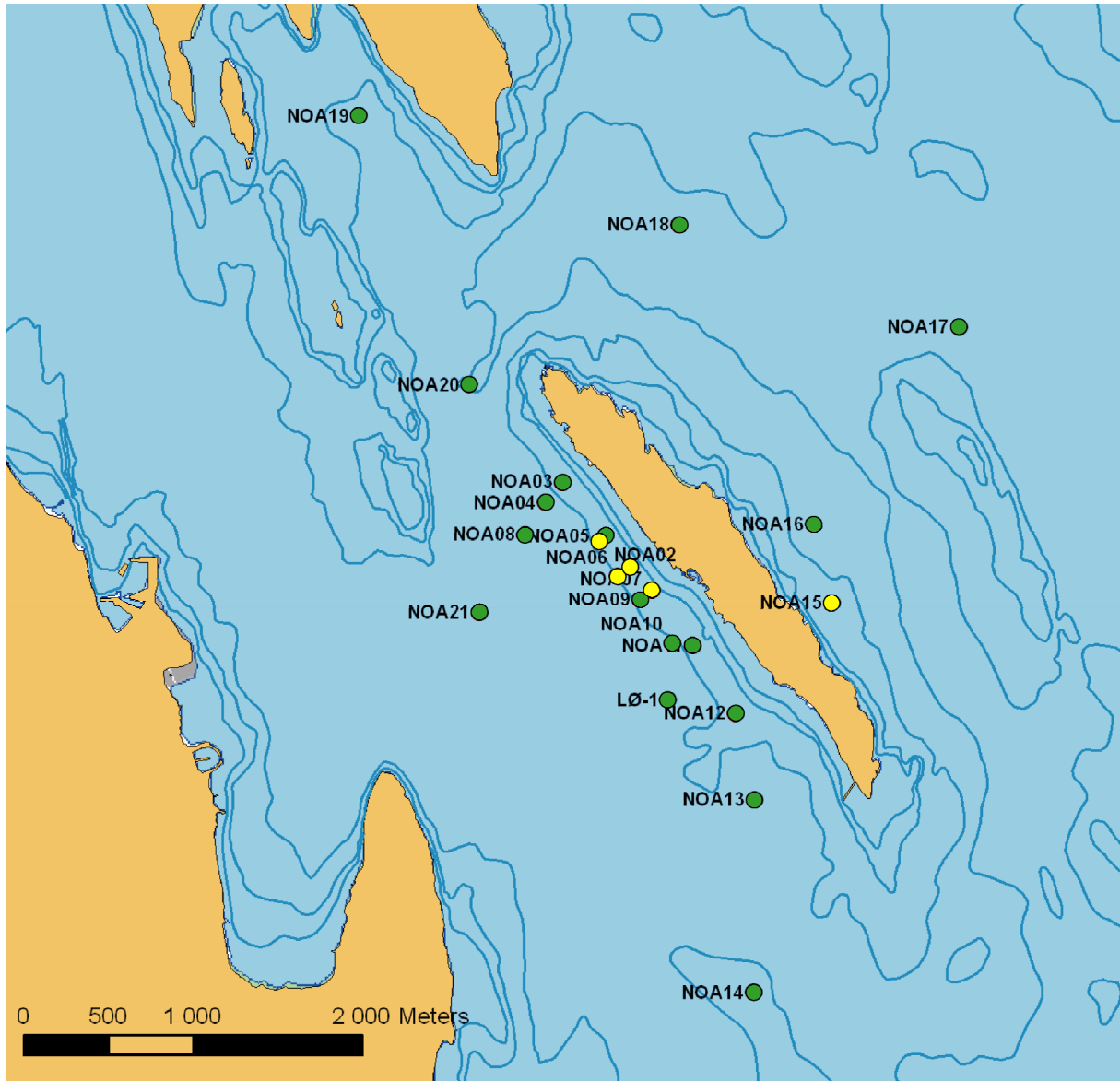


Figur 38. Tilstandsklasser på bløtbunn i henhold til BHQ-indeksen i 2010 og bilder fra stasjoner i intensivområdet i munningsområdet til Glomma.

4.2.5 Undersøkelser rundt Langøya

Det ble registrert en endring av stasjon Langøya (LØ-1) fra Meget god til God tilstand i 2010. **Figur 39** viser et detaljert kart over LØ-1 og 21 NOAH-stasjoner utenfor Langøya varav 17 stasjoner hadde gode forhold og 5 stasjoner mindre gode forhold (prosjekt for NOAH AS).

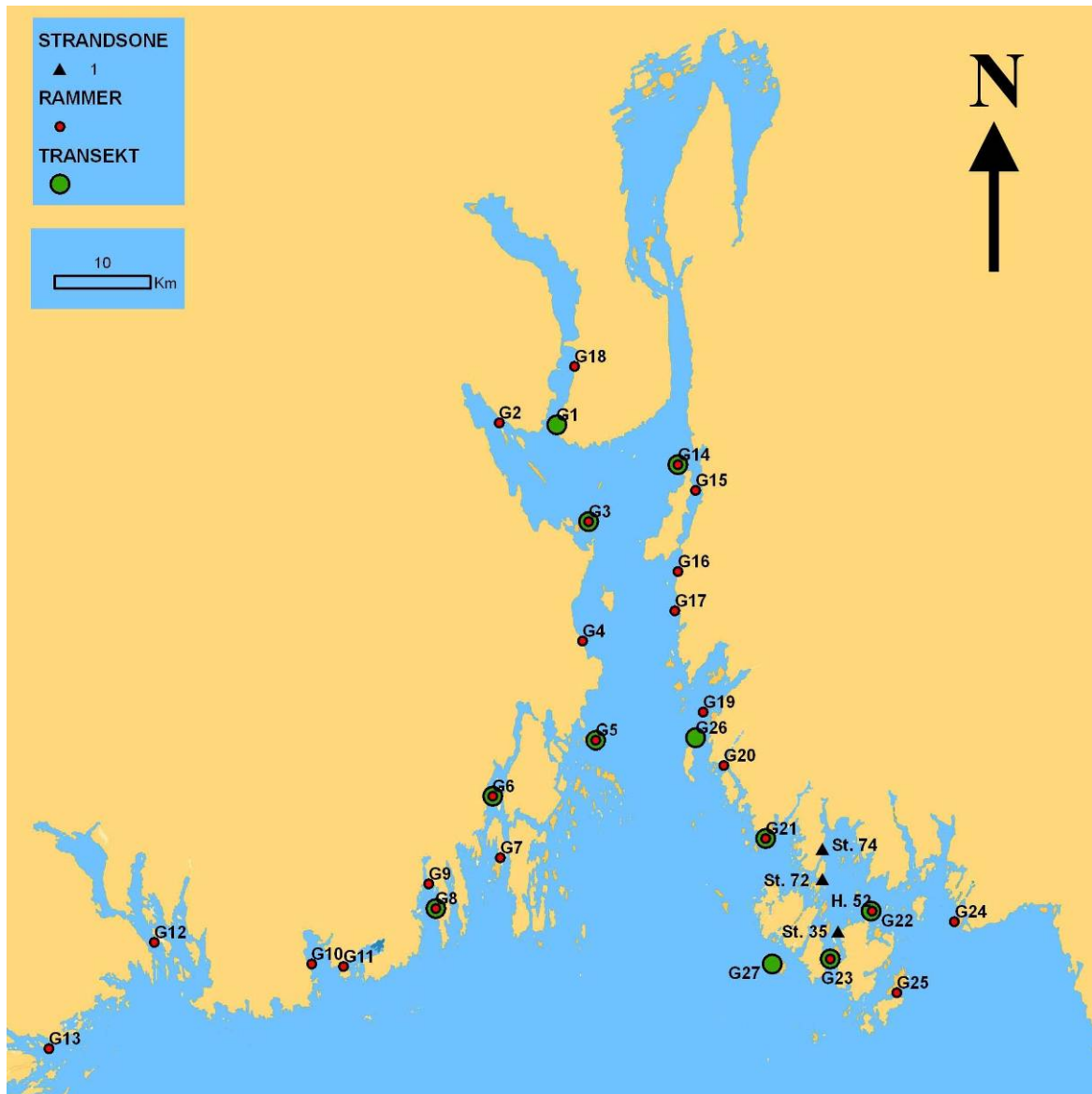
På stasjon LØ-1 er det også gjennomført faunaundersøkelser og resultatene er vurdert i henhold til økologiske tilstandsklasser, basert på ulike indekser som er anbefalt brukt innenfor Vanndirektivet. Samtlige indekser som ble benyttet ga god økologisk tilstand eller bedre på LØ-1 i både 2009 og 2010.



Figur 39. Kart som viser tilstandsklasser på bløtbunn i 2010 i henhold til BHQ-indeksen samt bilder fra stasjoner i intensivområdet rundt Langøya vest i Breianger (prøvetas for NOAH). I tillegg tas fire grabbprøver på LØ-1.

5. Overvåking av hardbunnsamfunn

De arter av dyr og alger som er til stede på hardbunn, og mengdene av dem, gjenspeiler miljøforholdene på stedet. For eksempel vil utslipp av avløpsvann kunne gi endrete vekstforhold til fastsittende alger og dyr. En svak overkonsentrasjon av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Høyere konsentrasjoner av næringssalter 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. De flerårige algene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene og kan resultere i at tang og tare reduseres og etter hvert forsvinner.

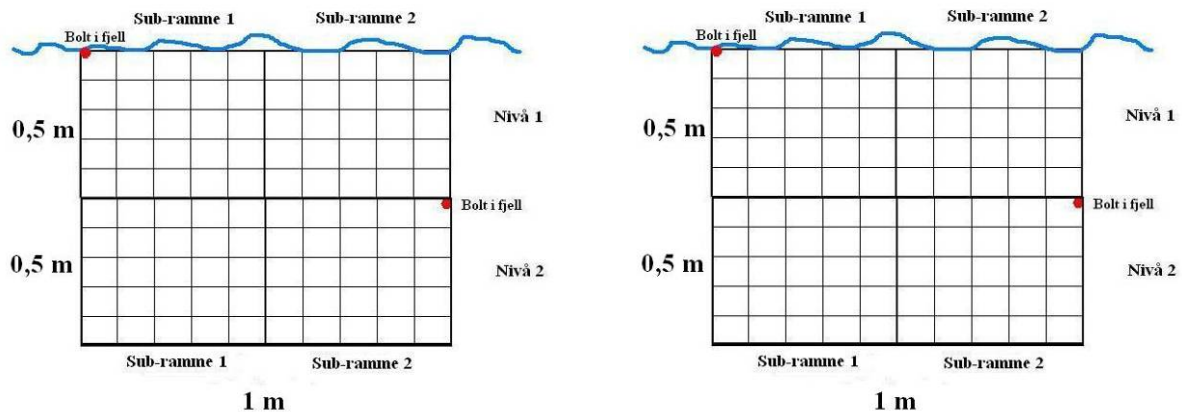


Figur 40. Kartet viser plasseringen til hardbunnsstasjonene i 2010. Rammestasjonene er merket med røde sirkler. Stasjonene som ble undersøkt ved dykking er merket med grønne sirkler. Det ble i tillegg foretatt strandsonundersøkelser ved 3 stasjoner, merket med sorte trekanten (resultatene fra disse undersøkelsene er også presentert i eget notat til Borregaard Industries Ltd.).

5.1 Rammeundersøkelser

I alt ble det foretatt rammeregistreringer i strandsonen på 24 stasjoner i 2010 (**Figur 40**). Med strandsonen menes littoralsonen (fjæra) og øverst i sublittoralsonen (sonen under lavvannsmerket). I fagrapporten for 2010 (Walday et al. 2011) er det gitt en oversikt over stasjonene inkl. posisjoner. På hver stasjon var det etablert to registreringsfelt som var markert med bolter. Det er også gjort semikvantitative strandsonundersøkelser på 3 stasjoner i Hvalerområdet.

Registreringene foregikk på to nivåer. Nivå 1 var plassert i øvre del av rurbeltet og strakk seg 0,5 m 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 0,5 m og er inndelt i 50 ruter på 10 x 10 cm. Før registreringen ble rammen delt inn i to sub-rammer (0,5 x 0,5 m, 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. De artene som ikke kunne identifiseres i felt ble tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmelse.



Figur 41. Skjematiske tegninger av rammene og deres plassering i fjæra. På hvert nivå blir 1 m² av bunnen undersøkt. Se tekst for nærmere beskrivelse.

5.2 Dykkeundersøkelser

Det ble utført transektregistrering på 11 stasjoner (**Figur 40**). Her registreres fastsittende alger og fastsittende eller lite mobile dyr langs en linje fra nedre voksegrense for alger, eller maksimum 30 m dyp, og opp til overflaten ved hjelp av dykking. Registreringen blir foretatt annenhver dybdemeter opp til 4 meters dyp, hvor det så registreres hver dybdemeter. Transektets bredde er ca 4 meter. Dykkeren har telefonisk kontakt med en assistent på land som noterer arter og mengder.

Artsregistreringen er semi-kvantitativ ved at artens forekomst blir angitt etter en 4-delt subjektiv skala: enkeltindivider, sjelden, vanlig eller dominerende.

Arter som ikke kunne identifiseres i felt ble tatt med til laboratoriet for nærmere artsbestemmelse.

Abiotiske faktorer som substrattypen, helningsgrad og grad av nedslamming ble også notert. I tillegg til registreringen ble det også tatt undervannsfoto fra de fleste av stasjonene. Samtlige resultater fra dykkeundersøkelsene er gitt i vedlegg i fagrapporten (Walday et al. 2011).

Under Kystovervåkingsprogrammet (Norderhaug *et al.* 2011) gjøres det dykkeundersøkelser på fire stasjoner i Ytre Oslofjordområdet. Disse er også omtalt i denne rapporten.

5.3 Resultater rammeundersøkelser

Til sammen ble det registrert 108 taxa av alger og dyr på de 24 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2010, 69 av disse var alger og 39 dyr. Til sammenligning ble det registrert 89 taxa av alger og dyr på de 10 fjærestasjonene som ble undersøkt i 2009, 50 av disse var alger og 39 dyr. I 2007 ble samtlige stasjoner undersøkt og da ble det registrert 126 taxa. Artslister for 2010 er gitt i Vedlegg i fagrapporten for 2010 (Walday *et al.* 2011). De fem vanligst forekommende alger og dyr på øvre- og nedre nivå for hele området er vist i **Tabell 11** (enkelte taxa er slått sammen i denne analysen). I **Figur 42** er det fotografier fra rammene som viser de fleste av de vanligst forekommende arter og kategorier som ble funnet.

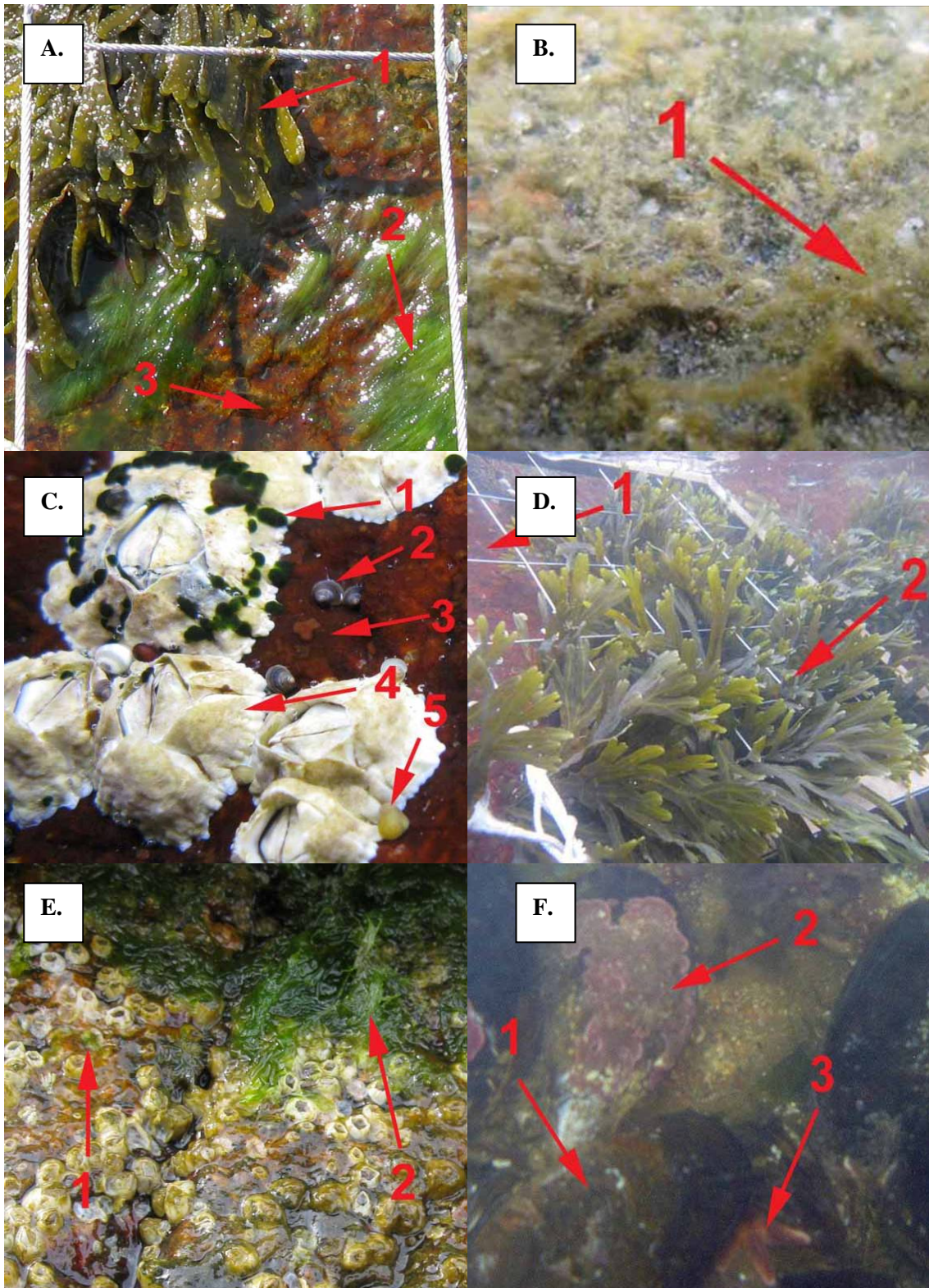
Vanligst forekommende alge i både øvre og nedre nivå var rødalgen fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*). I øvre nivå ble den funnet i 86 % av alle undersøkte ruter. Fjæreblood danner et tynt rødt belegg på fjell og stein, nærmest som rødmaling. Kisel- og blågrønnalgebelegg på fjell, og også en mindre blågrønnalge (*Rivularia* sp) var også vanlig i øvre nivå, mens andre skorpedannende brunalger (Brunt på fjell/*Ralfsia* sp) var vanlig forekommende i nedre nivå. Blant de større algene var blæretang (*Fucus vesiculosus*) den vanligste på stasjonene i området. Det var også en del grønnalger (*Ulva* spp og *Cladophora* spp) på stasjonene.

Steinrur (*Balanus improvisus*) er det vanligst forekommende dyret i både øvre og nedre nivå. Det 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 til stede 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. Vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) og juvenile strandsnegl (*Littorina* sp juv.) og mosdyret *Electra pilosa* er også vanlige dyr i fjæra i Ytre Oslofjord.

Det var uvanlig omfattende islegging i Ytre Oslofjord vinteren 2009-10. Det er sannsynlig at isskuring kan ha påvirket strandstasjonene, men vi har ikke nok data om isen til å kunne bruke det som en mulig forklaring på den observerte tilstanden, eller ulikheter mellom områder.

Tabell 11. De fem vanligst forekommende alger og dyr i fjæra på øvre- og nedre nivå for hele det undersøkte området (24 stasjoner) i 2010. 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	86	<i>Balanus improvisus</i> – steinrur	39
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	58	<i>Balanus balanoides</i> - fjærerur	25
Kisel- og blågrønnalgebelegg	34	<i>Littorina</i> sp juvenil – juv. strandsnegl	25
<i>Ulva</i> spp - grønske	33	<i>Mytilus edulis</i> - blåskjell	20
<i>Rivularia</i> sp - blågrønnalge	22	<i>Littorina littorea</i> - vanlig strandsnegl	12
alger nedre	%	dyr nedre	%
<i>Hildenbrandia rubra</i> - fjæreblood	74	<i>Balanus improvisus</i> - steinrur	44
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	51	<i>Electra pilosa</i> - mosdyr	27
<i>Ulva</i> spp - grønske	26	<i>Mytilus edulis</i> - blåskjell	27
Brunt på fjell/ <i>Ralfsia</i> sp	26	<i>Balanus balanoides</i> - fjærerur	19
<i>Cladophora</i> spp - grønndusk	23	<i>Littorina littorea</i> - vanlig strandsnegl	14



Figur 42. A. Øvre ramme 1, rute24 fra st. G10 (Larviksfj): 1-*Fucus vesiculosus*, 2-*Cladophora* sp, 3-*Hildenbrandia rubra*. B. Øvre ramme fra st. G18 (Drammensfj): 1-Blågrønnalgebelegg C. Øvre ramme 1, rute 6 fra st. G19 (Krokstadleira): 1-*Rivularia* sp., 2-*Littorina* sp. juvenil, 3-*H. rubra*, 4-*Balanus balanoides*, 5-*Littorina obtusata* D. Øvre ramme 2 fra st. G19: 1-*H. rubra*, 2-*F.vesiculosus* E. Øvre ramme 3, rute 2 fra st. G24 (Singlefj): 1-*Balanus improvisus*, 2-*Ulva* spp. F. Nedre ramme 3, rute 5 fra st. G20 (Hankø): 1-*Mytilus edulis*, 2-*Lithothamnion* sp., 3-*Asterias rubens*

5.3.1 Øvre nivå 2010

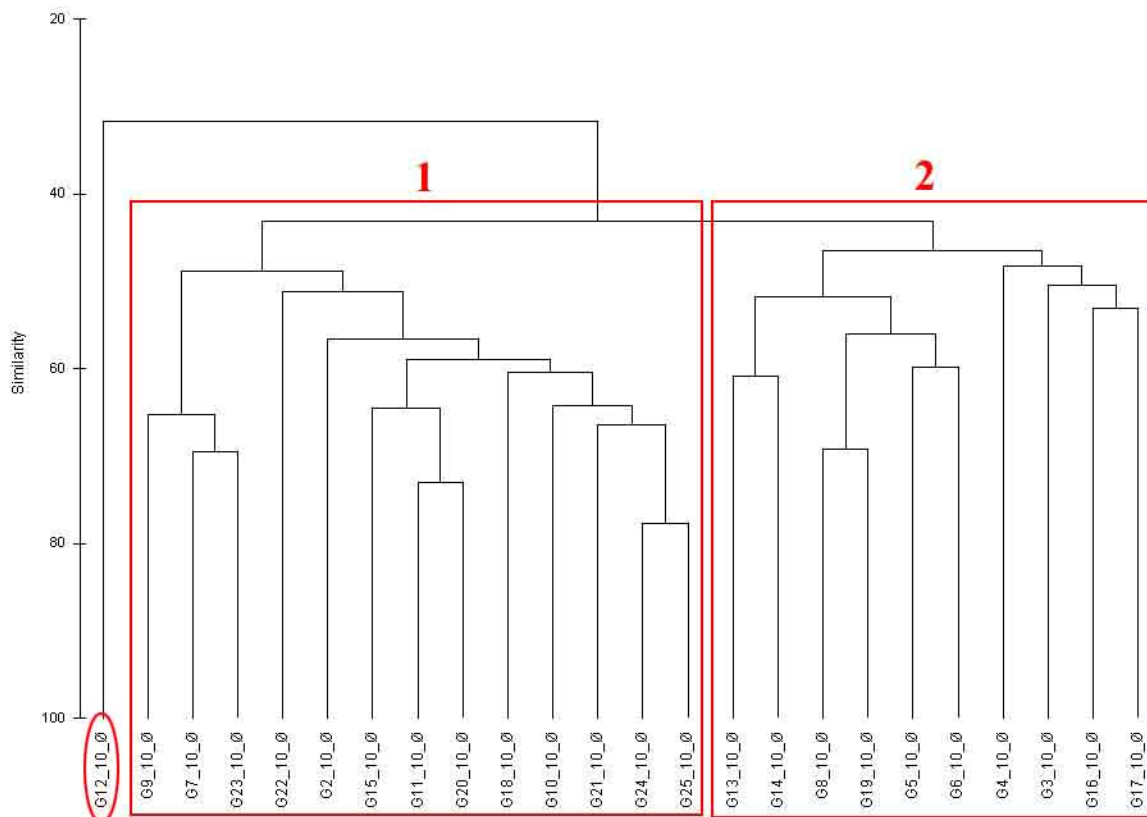
Likhetsanalyse av resultatene fra øvre rammenivå viser at stasjonene fordeler seg i to distinkte grupper, og at stasjon G12 i Langesundsfjorden skiller seg fra disse to gruppene (**Figur 43**).

Det ble gjort en analyse (SIMPER) for å klargjøre hvilke fem arter som er hovedårsaken til ulikhetene mellom de ulike gruppene (**Tabell 12**).

Det som skiller stasjon G12 fra de andre stasjonene, er hovedsakelig at det ble registrert svært mye kiselalger/blågrønnalger og *Ulva* spp (grønske), mens blæretang ikke ble observert. Det ble også registrert en lavere forekomst av fjæreblood og steinrur på stasjon G12. Kisel- og blågrønnalgene dannet et glatt belegg på fjellet. *Ulva* spp er en hurtigvoksende grønnalgegruppe som kan danne tette ”tepper” på fjellet. Det er sannsynlig at stor vekst av disse algene hemmer veksten av andre alger og dyr.

Hovedforskjellene mellom gruppe 1 og gruppe 2 er en høyere andel av steinrur, kiselalger/blågrønnalger og grønnske på stasjonene i gruppe 1. Mens det ble registrert en høyere andel juvenil strandsnegl og fjærerur på stasjonene i gruppe 2.

Det virker ikke å være noen tydelige sammenhenger mellom stasjonenes geografiske plassering og artssammensetningen på stasjonene (**Figur 45a**)



Figur 43. Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike rammestasjonene i øvre nivå i fjæra i 2010.

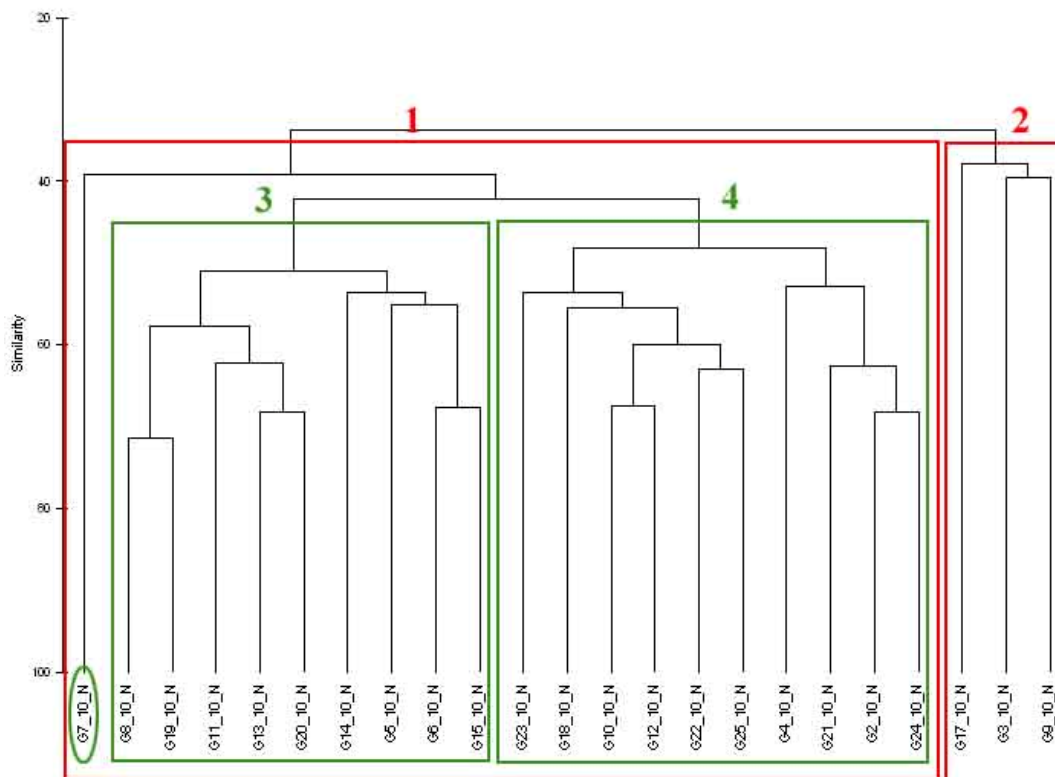
Tabell 12. SIMPER analyse - viser de 5 artene som bidrar mest til ulikhetene mellom gruppene.

Average dissimilarity = 59,35	Gruppe 1	Gruppe 2				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Balanus improvisus</i> - steinrur	61,54	13,60	5,47	1,58	9,22	9,22
Kiselalger/Blågrønnalger	52,54	4,90	5,42	1,22	9,13	18,35
<i>Ulva</i> spp. - grønske	51,69	2,50	5,01	1,74	8,44	26,79
<i>Littorina</i> sp. juvenil - juv. strandsnegl	14,31	40,40	3,96	1,24	6,67	33,46
<i>Balanus balanoides</i> -fjærerur	16,46	38,20	3,66	1,24	6,17	39,63

Average dissimilarity = 69,42	Gr 1 og 2	G 12				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Kiselalger/Blågrønnalger	31,83	100,00	8,52	1,60	12,28	12,28
<i>Ulva</i> spp - grønske	30,30	97,00	8,52	1,90	12,27	24,55
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	60,61	0,00	7,75	2,26	11,16	35,71
<i>Hildenbrandia rubra</i> - fjæreblood	88,04	37,00	7,07	3,87	10,18	45,89
<i>Balanus improvisus</i> - steinrur	40,70	8,00	4,92	1,13	7,09	52,98

5.3.2 Nedre nivå 2010

Likhetsanalyse av resultatene fra nedre rammenivå viser at stasjonene fordeler seg i to hovedgrupper (Gruppe 1 og 2). Gruppe 1 fordeler seg videre i to distinkte grupper (Gruppe 3 og 4), mens stasjon G7 skiller seg fra de to gruppene (**Figur 44**).



Figur 44. Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike ramkestasjonene i nedre nivå i fjæra i 2010.

De fem artene som bidrar mest til ulikhetene mellom gruppene er vist i **Tabell 13**.

Det ble registrert mer blåskjell, fjærerur og juvenil strandsnegl på stasjonene i gruppe 2, mens det ble registrert mer steinrur og blæretang på stasjonene i gruppe 1. På stasjon G3 på Østøya og G17 ved Årefjordtangen ble det registrert tette ”tepper” med juvenile blåskjell. Det er sannsynlig at den store forekomsten av blåskjell hindrer andre arter i å slå seg ned og vokse på fjellet.

Stasjonene i gruppe 1 fordelte seg videre i to distinkte grupper (gruppe 3 og 4), mens stasjon G7 vest for Tjøme skilte seg fra de to gruppene. Det ble registrert mer steinrur, blæretang og grønske på stasjonene i gruppe 4, mens det ble registrert mer rugl og stjernemosdyr på stasjonene i gruppe 3. På stasjon G7 ved Tjøme ble det registrert mer kiselalger/blågrønnalger, sli, vanlig rekeklo og *Rivularia* sp., mens steinrur, som var relativt vanlig på de andre stasjonene var fraværende på stasjon G7.

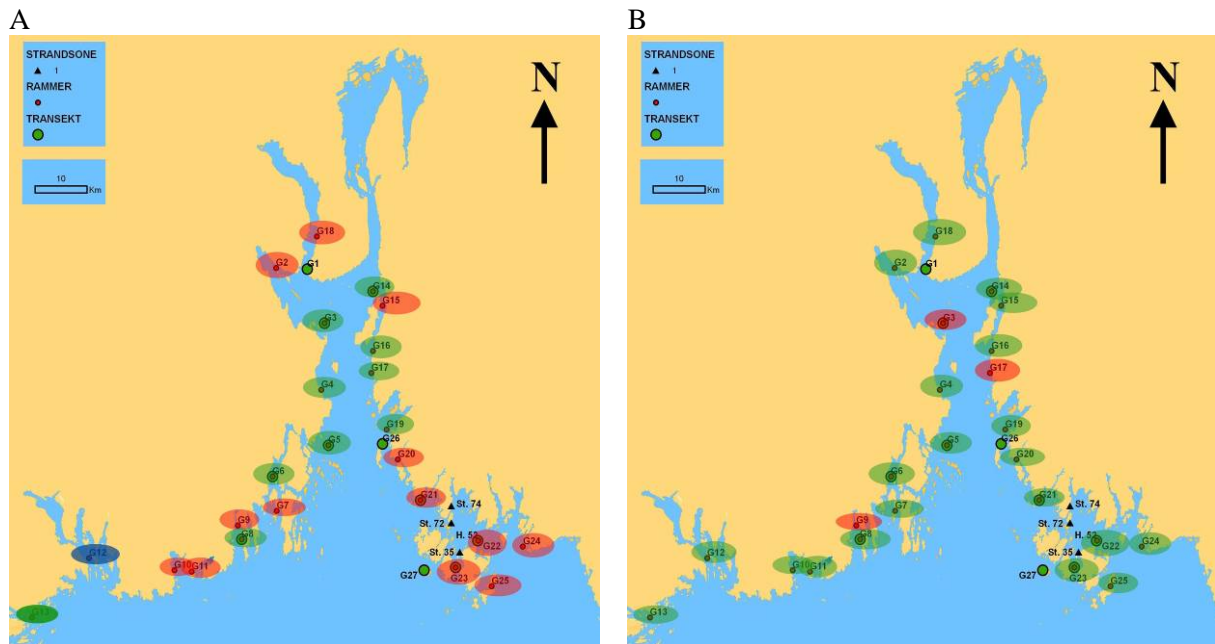
Det virker ikke å være noen tydelige sammenhenger mellom stasjonenes geografiske plassering og artssammensetningen på stasjonene (**Figur 45b**)

Tabell 13. SIMPER analyse – viser de 5 artene som bidrar mest til ulikhetene mellom gruppene.

Average dissimilarity = 70,00	Gruppe 1	Gruppe 2				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i> - blåskjell	20,25	84,00	6,10	1,78	8,71	8,71
<i>Balanus improvisus</i> - steinrur	51,50	8,67	4,57	1,15	6,53	15,25
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	53,25	48,67	3,50	1,55	4,99	20,24
<i>Balanus balanoides</i> -fjærerur	16,56	38,00	3,45	0,94	4,93	25,17
<i>Littorina</i> sp. juvenil - juv. strandsnegl	6,55	41,00	3,17	1,41	4,54	29,71

Average dissimilarity = 63,97	Gruppe 4	Gruppe 3				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Balanus improvisus</i> - steinrur	76,70	29,22	4,37	1,67	6,83	6,83
<i>Lithothamnion</i> sp. - rugl	0,00	41,67	3,28	1,36	5,13	11,96
<i>Fucus vesiculosus</i> - blæretang	61,10	39,56	3,01	1,45	4,71	16,67
<i>Ulva</i> spp. - grønske	45,80	14,78	3,01	1,34	4,70	21,37
<i>Electra pilosa</i> - stjernemosdyr	22,10	46,89	2,89	1,52	4,52	25,89

Average dissimilarity = 66,96	Gr. 3 og 4	St. G7				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
Kiselalger/Blågrønnalger	14,95	69,00	4,36	2,74	6,52	6,52
<i>Balanus improvisus</i> - steinrur	54,21	0,00	4,20	1,31	6,28	12,80
Ectocarpales - sli	10,00	61,00	3,88	3,85	5,79	18,59
<i>Ceramium rubrum</i> – vanlig rekeklo	14,79	62,00	3,67	2,37	5,47	24,06
<i>Rivularia</i> sp. - blågrønnalge	5,58	48,00	3,63	6,70	5,42	29,49



Figur 45. Gruppering av stasjoner etter likhet i artssamfunn; lik farge indikerer likhet i samfunns-sammensetning. A: registreringer i øvre fjære. B: registreringer i nedre fjære. De to kartene må tolkes uavhengig av hverandre.

5.3.3 Stasjoner med samme undersøkelsesmetode i 2009 og 2010

I 2007 ble det brukt dekningsgrad som registreringsmetode i rammeundersøkelsene, og disse resultatene kan derfor ikke kvantitativt sammenliknes med 2010 resultatene. I 2009 ble det utført frekvensregistrering i rammeundersøkelsene på stasjon G3, G5, G6, G8, G10, G14, G17, G21 og G23.

Likhetsanalyse av resultatene fra øvre rammenivå på disse stasjonene viser at 2009 og 2010 er relativt like for de fleste stasjonene. Kun stasjon G5 ved Vallø, G6 i Tønsbergfjorden og G23 i Løperen viser større endringer mellom de to årene.

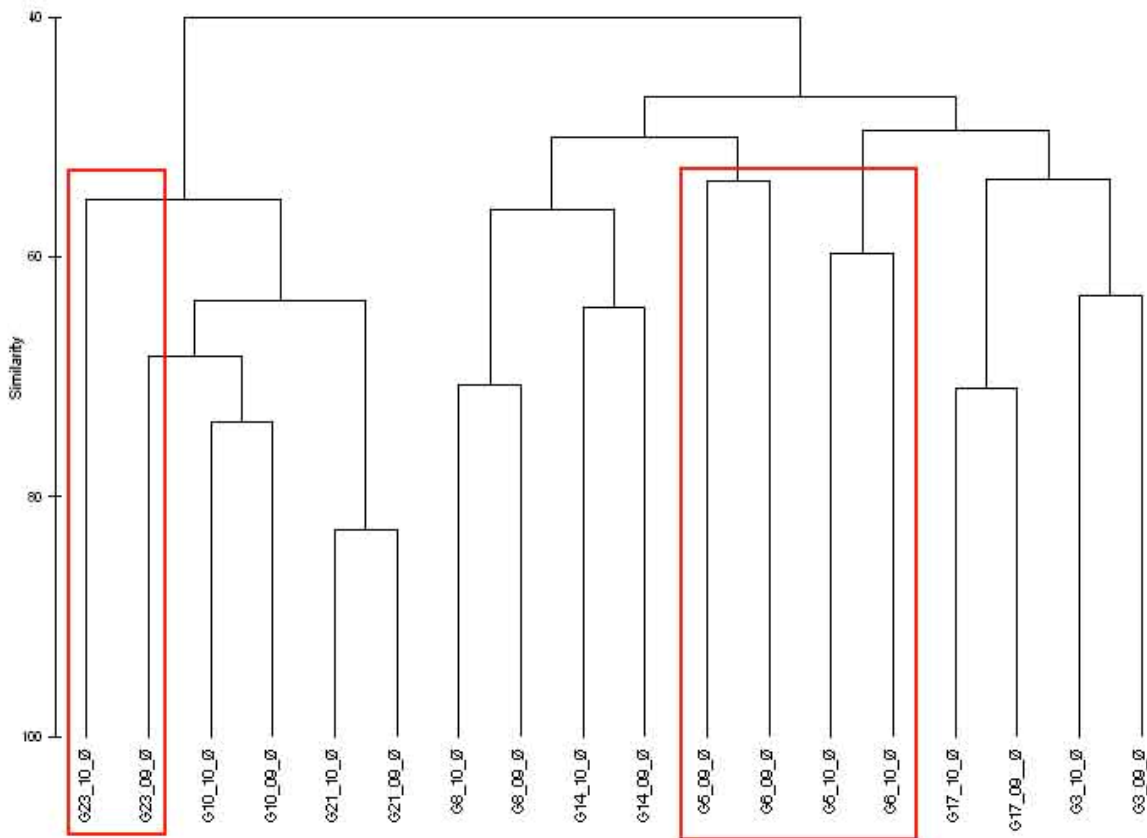
Det ble gjort en analyse (SIMPER) for å klargjøre hvilke fem arter som er hovedårsaken til ulikhetene mellom de to årene på de tre stasjonene (G5, G6 og G23) (**Tabell 14**).

På stasjon G5 ved Vallø ble det registrert høyere forekomst av fjærrur, kiselalger/blågrønnalger og butt strandsnegl i 2010. Det ble også registrert store forekomster av *Rivularia* sp. og juvenil strandsnegl i 2010, disse to gruppene ble ikke registrert på stasjonene i 2009.

På stasjon G6 i Tønsbergfjorden ble det registrert høyere forekomst av *Rivularia* sp., juvenil strandsnegl, juvenil rur og butt strandsnegl i 2010, mens det ble registrert lavere forekomst av steinrur.

På stasjon G23 i Løperen ble det registrert høyere forekomst av kiselalger/blågrønnalger og fjærrur i 2010, mens det ble registrert lavere forekomst av grønske og brunt på fjell/*Ralfsia* sp. Steinrur, som var relativt vanlig på stasjonen i 2009, ble ikke registrert i 2010.

På alle tre stasjonene ble det registrert flere taxa på stasjonen i 2010 enn i 2009 (**Tabell 15**).



Figur 46. Klusteranalyse som viser likhet mellom de rammestasjonene i øvre nivå i fjæra hvor det er brukt lik metodikk i 2009 og 2010.

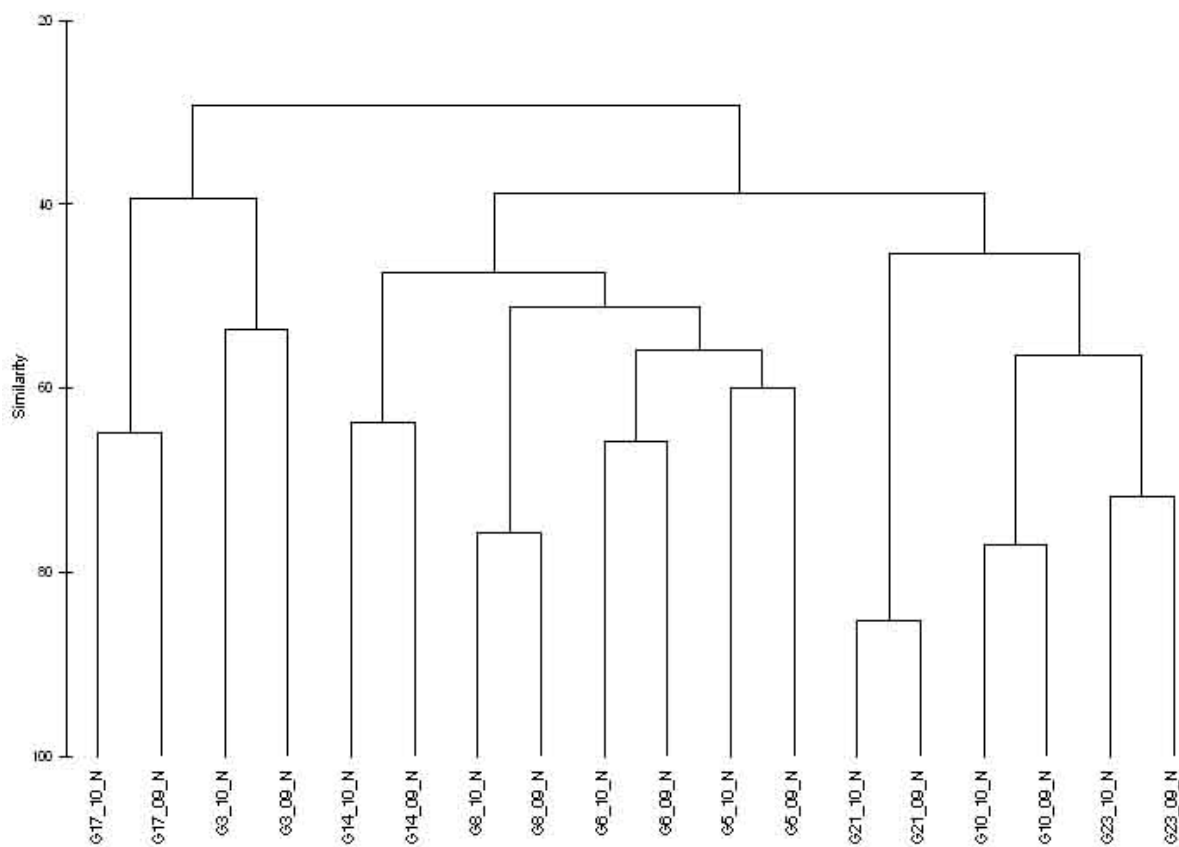
Tabell 14. SIMPER analyse – viser de 5 artene som bidrar mest til den registrerte ulikheten mellom 2009 og 2010 for stasjon G6 i Tønsbergfjorden og G23 i Løperen, øvre nivå.

Average dissimilarity = 39,59						
	G23_2010	G23_2009				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Enteromorpha</i> spp. - tarmgrønske	23,00	90,00	8,06	##	20,36	20,36
<i>Balanus improvisus</i> - rur	0,00	59,00	7,10	##	17,93	38,30
Kiselalger/Blågrønnalger	100,00	50,00	6,02	##	15,20	53,50
<i>Ralfsia</i> sp./Brunt på fjell	8,00	47,00	4,69	##	11,85	65,35
<i>Balanus balanoides</i> - rur	35,00	0,00	4,21	##	10,64	75,99

Average dissimilarity = 50,41						
	G6_2010	G6_2009				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Rivularia</i> sp. – blågrønnalge	96,00	0,00	9,88	##	19,59	19,59
<i>Littorina</i> sp. juvenil – juv strandsnegl	95,0	0,00	9,77	##	19,39	38,98
<i>Balanus</i> sp. juvenil – juvenil rur	59,00	0,00	6,07	##	12,04	51,02
<i>Balanus improvisus</i> – steinrur	33,00	71,00	3,91	##	7,76	58,79
<i>Littorina obtusata</i> – butt strandsnegl	36,00	6,00	3,09	##	6,12	64,90

Average dissimilarity = 56,35						
	G5_2010	G5_2009				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Rivularia</i> sp - blågrønnalge	99,00	0,00	10,75	##	19,08	19,08
<i>Littorina</i> sp. juvenil – juv.strandsnegl	83,00	0,00	9,01	##	15,99	35,07
<i>Balanus balanoides</i> -fjærerur	83,00	14,00	7,49	##	13,29	48,36
Kiselalger/Blågrønnalger	49,00	3,00	4,99	##	8,86	57,23
<i>Littorina obtusata</i> – butt strandsnegl	43,00	4,00	4,23	##	7,51	64,74

Likhetsanalyse av resultatene fra nedre rammenivå på disse stasjonene viser at 2009 og 2010 er relativt like for de fleste stasjonene (**Figur 47**).



Figur 47. Klusteranalyse som viser likhet mellom de rammestasjonene i nedre nivå i fjæra hvor det er brukt lik metodikk i 2009 og 2010.

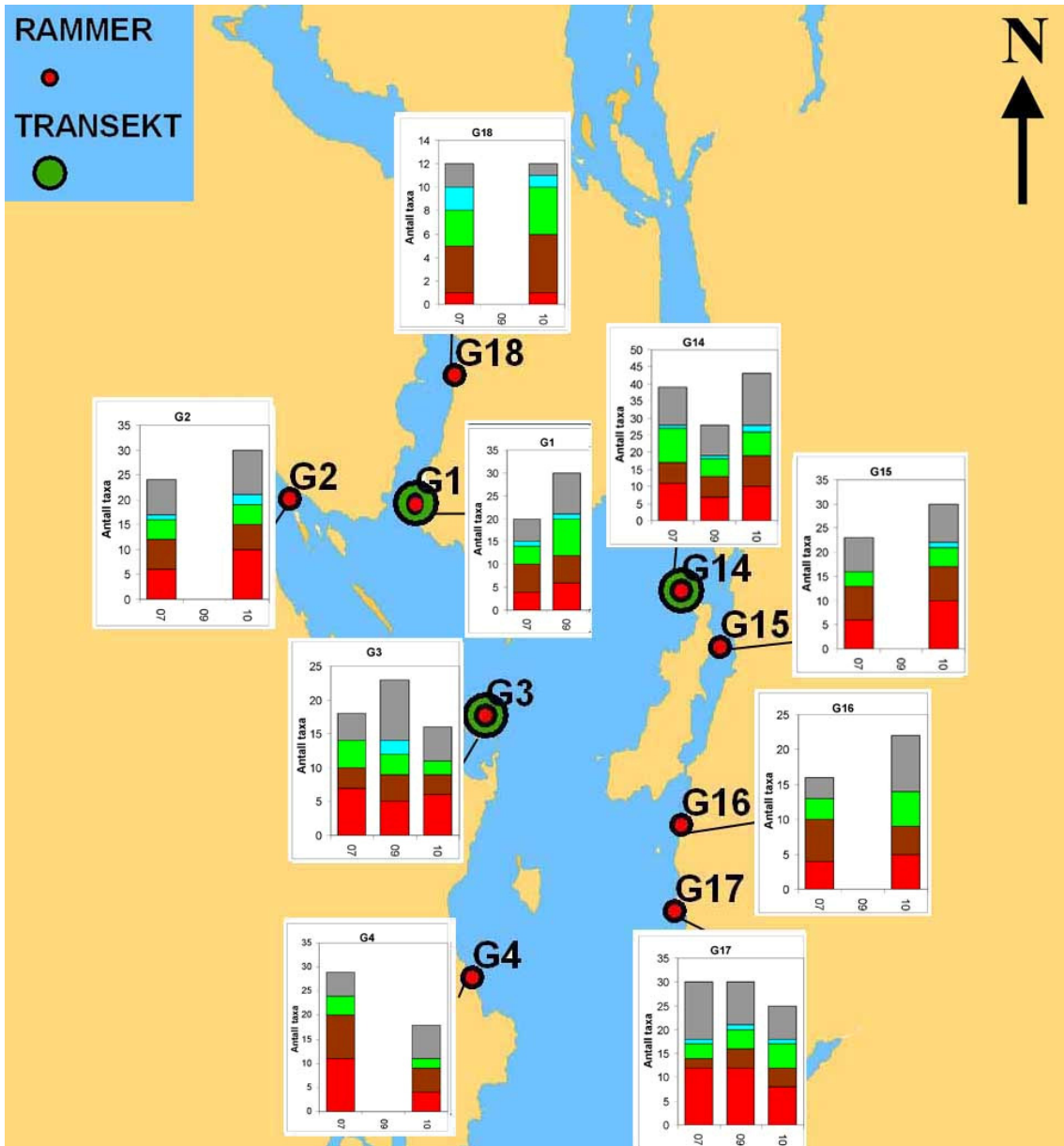
5.3.4 Antall registrerte taxa i rammeundersøkelsene i 2007, 2009 og 2010.

Tabell 15. Antall taxa tilstede ved rammeundersøkelser på strandsonestasjonene i 2007, 2009 og 2010. Tabellen viser sum taxa, og taxa fordelt på rød-, grønn- og brunalger, 'annet' (kisel- og blågrønnalger) samt dyr.

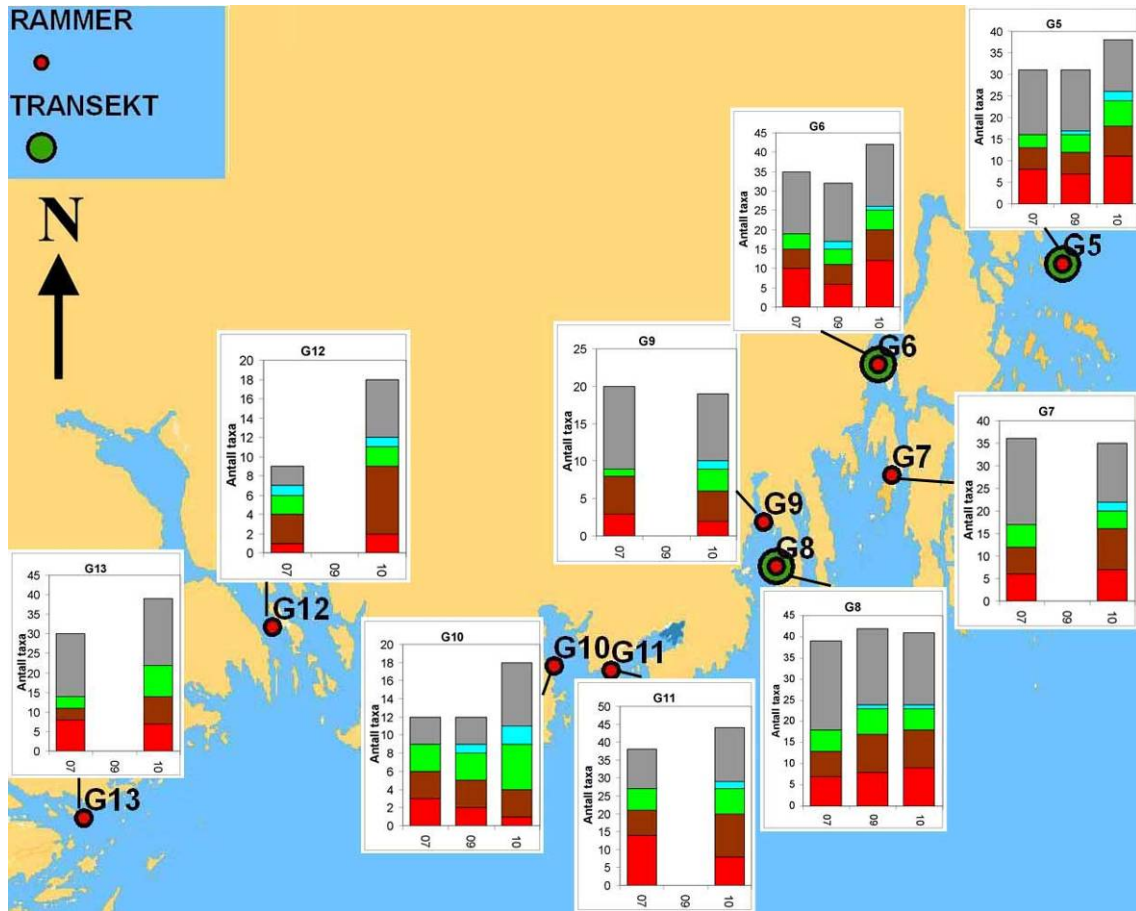
2007	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25
Rød	4	6	7	11	8	10	6	7	3	3	14	1	8	11	6	4	12	1	10	7	6	2	1	2	5
Brun	6	6	3	9	5	5	6	6	5	3	7	3	3	6	7	6	2	4	6	7	6	3	8	4	7
Grønn	4	4	4	4	3	4	5	5	1	3	6	2	3	10	3	3	3	3	5	2	2	2	2	3	1
Annet	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	1	0	0	1	0	0	0
Dyr	5	7	4	5	15	16	19	21	11	3	11	2	16	11	7	3	12	2	14	12	7	2	3	9	8
SUM	20	24	18	29	31	35	36	39	20	12	38	9	30	39	23	16	30	12	36	28	21	10	14	18	21
2009	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25
Rød	6	x	5	x	7	6	x	8	x	2	x	x	x	7	x	x	12	x	x	x	9	x	6	x	x
Brun	6	x	4	x	5	5	x	9	x	3	x	x	x	6	x	x	4	x	x	x	6	x	6	x	x
Grønn	8	x	3	x	4	4	x	6	x	3	x	x	x	5	x	x	4	x	x	x	2	x	3	x	x
Annet	1	x	2	x	1	2	x	1	x	1	x	x	x	1	x	x	1	x	x	x	1	x	2	x	x
Dyr	9	x	9	x	14	15	x	18	x	3	x	x	x	9	x	x	9	x	x	x	8	x	5	x	x
SUM	20	x	23	x	31	32	x	42	x	12	x	x	x	28	x	x	30	x	x	x	26	x	22	x	x
2010	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14	G15	G16	G17	G18	G19	G20	G21	G22	G23	G24	G25
Rød	x	10	6	4	11	12	7	9	2	1	8	2	7	10	10	5	8	1	7	5	12	7	3	6	8
Brun	x	5	3	5	7	8	9	9	4	3	12	7	7	9	7	4	4	5	6	8	7	6	7	6	5
Grønn	x	4	2	2	6	5	4	5	3	5	7	2	8	7	4	5	5	4	6	5	3	3	3	4	5
Annet	x	2	0	0	2	1	2	1	1	2	2	1	0	2	1	0	1	1	1	1	0	2	1	1	2
Dyr	x	9	5	7	12	16	13	17	9	7	15	6	17	15	8	8	7	1	18	17	7	5	3	9	10
SUM	x	30	16	18	38	42	35	41	19	18	44	18	39	43	30	22	25	12	38	36	29	23	17	26	30

Fordeelingen av alger på de tre algeklassene er vist for stasjonene i **Figur 48 - Figur 50**. For de fleste stasjoner viser disse resultatene liten grad av næringssaltpåvirkning. Stasjon G10 i Larviksfjorden og G18 i Drammensfjorden skiller seg ut med en relativt stor andel av grønnalgearter (hhv. 45 og 36 %) 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.

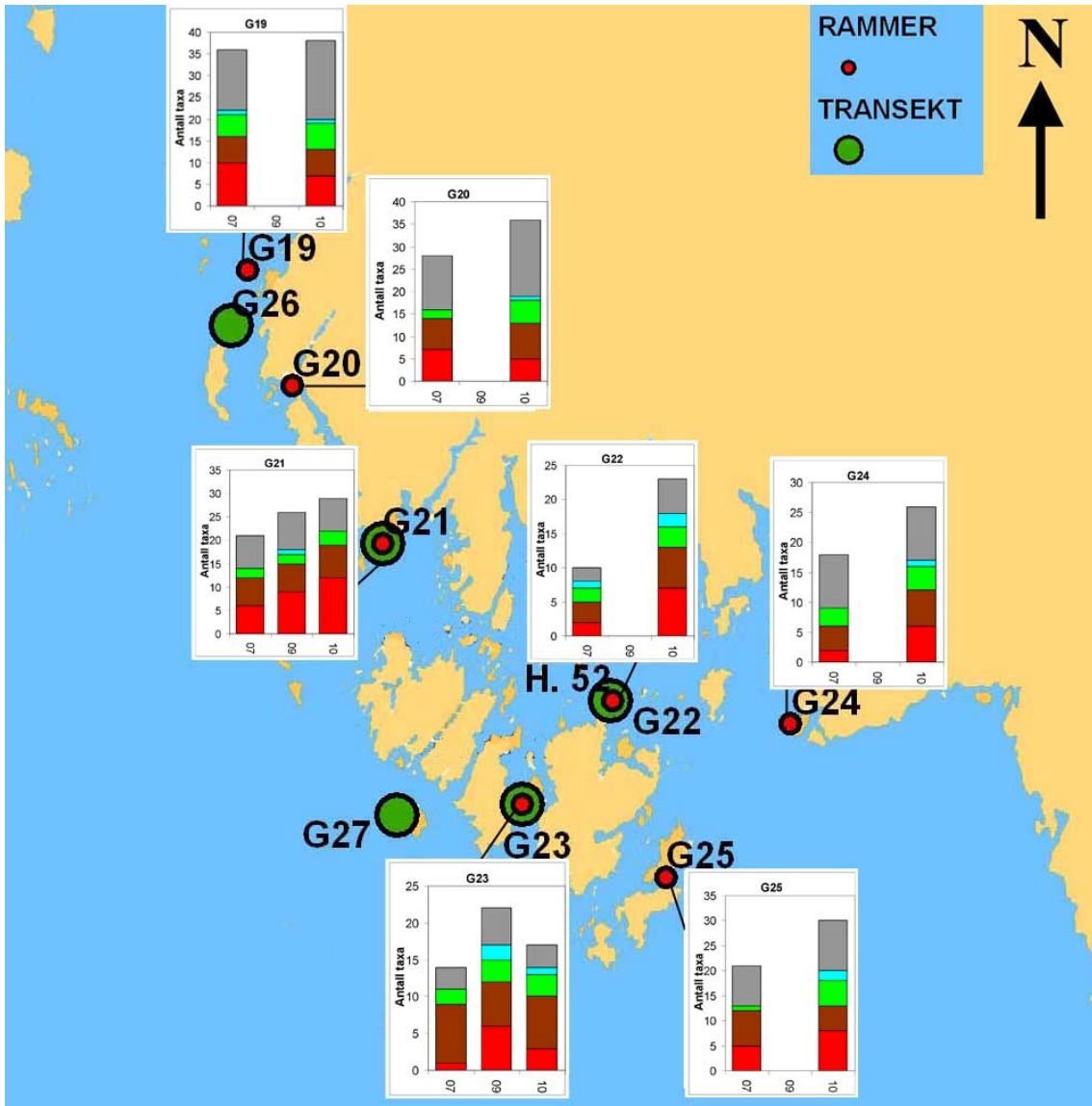
Det vil alltid være noe variasjon i forekomster av alger og dyr fra område til område og over tid. Og det antas at de observerte endringene er innenfor det en normalt kan forvente i et strandsoneområde.



Figur 48. Antall taxa tilstede på ved rammeundersøkelser på strandsonestasjonene i nordlig del av Ytre Oslofjord i 2007, 2009 og 2010. Rødt illustrerer rødalger, brunt = brunalger, grønt = grønnalger, blått = kisel- og blågrønnalger, grått = dyr. Merk ulik skala på y-aksen.



Figur 49. Antall taxa tilstede på ved rammeundersøkelser på strandsonestasjonene i vestlig del av Ytre Oslofjord i 2007, 2009 og 2010. Rødt illustrerer rødalger, brunt = brunalger, grønt = grønnalger, blått = kisel- og blågrønnalger, grått = dyr. Merk ulik skala på y-aksen.



Figur 50. Antall taxa tilstede på ved rammeundersøkelser på strandsonestasjonene i østlig del av Ytre Oslofjord i 2007, 2009 og 2010. Rødt illustrerer rødalger, brunt = brunalger, grønt = grønnalger, blått = kisel- og blågrønnalger, grått = dyr. Merk ulik skala på y-aksen.

5.4 Resultater dykkeundersøkelser

Under dykkeregistreringene i 2010 ble det funnet mellom 53 og 93 arter/taxa av alger og dyr på de ulike stasjonene (**Tabell 16**); flest på den dypeste stasjonen G27 på Akerøya og færrest på stasjon H52, Vestre Damholmen inne i Hvalerestuaret. Total ble det i undersøkelsesområdet funnet 110 taxa/kategorier med dyr og 92 taxa/kategorier med alger.

Samtlige resultater fra transektregistreringene er vist i vedlegg i Fagrapporten for 2010 (Walday et al. 2011).

Tabell 16. Antall arter/taxa av alger og dyr på de ulike stasjonene, samt største registreringsdyp i meter i 2010. Stasjon H52 er stasjonen på Vestre Damholmen i Hvalerestuaret som fra og med 2010 inngår i overvåkingen.

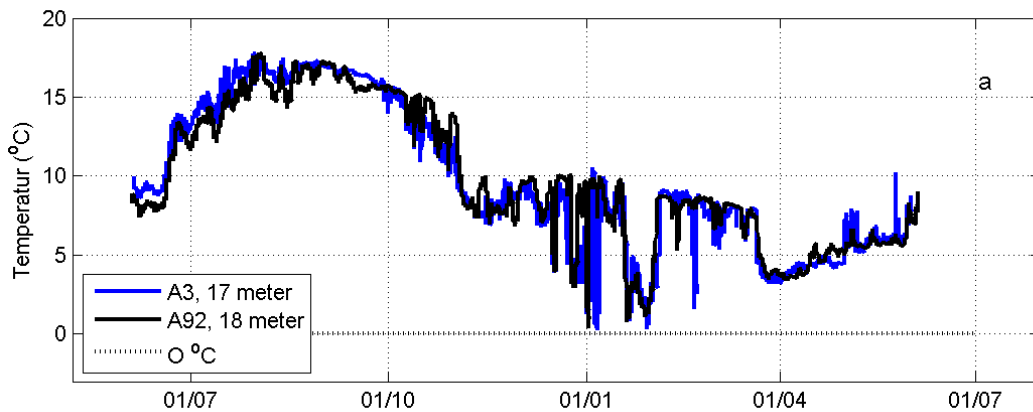
	G1	G3	G5	G6	G8	G14	G21	G23	G26	G27	H52
alger	43	37	41	43	50	46	34	32	42	44	27
dyr	31	50	44	47	39	31	24	40	25	49	26
SUM	74	87	85	90	89	77	58	72	67	93	53
Dyp	16	16	16	16	18	14	8	14	22	24	20

De fem vanligste alger og dyr på dykkestasjonene i Ytre Oslofjord i 2010 er vist i **Tabell 17**. Vanligst forekommende dyr var sekkedyret tarmsjøpung som var vanlig på samtlige stasjoner unntatt V. Damholmen inne i Hvalerestuaret. Sjøstjernen vanlig korstroll og mosdyret *Electra pilosa* ble registrert på samtlige stasjoner. Mangebørstmarken trekantmark ble funnet overalt unntatt på Rauerkalven (st. 26).

Tabell 17. De fem vanligste alger og dyr på dykkestasjonene i Ytre Oslofjord i 2010.

Dyr		Alger	
<i>Ciona intestinalis</i>	tarmsjøpung	<i>Lithothamnion</i> sp	rød kalkalge
<i>Asterias rubens</i>	vanlig korstroll	Brunt på fjell - mørkt	
<i>Pomatoceros triqueter</i>	trekantmark	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.	raudlo
<i>Electra pilosa</i>	mosdyr	<i>Cruoria pellita</i>	sleipfleck
<i>Alcyonium digitatum</i>	dødningehånd	<i>Rhodomela confervoides</i>	teinebusk

Vinteren 2010 var spesielt kald og nedenfor (**Figur 51**) er det vist temperaturer på 17 og 18m dyp i sjøsonen fra 2 stasjoner i Ytre Oslofjord som prøvetas i Kystovervåkingsprogrammet. Temperaturer så lave som 0° C. kan ha overtrådt tålegrensen for flere organismer dette året.

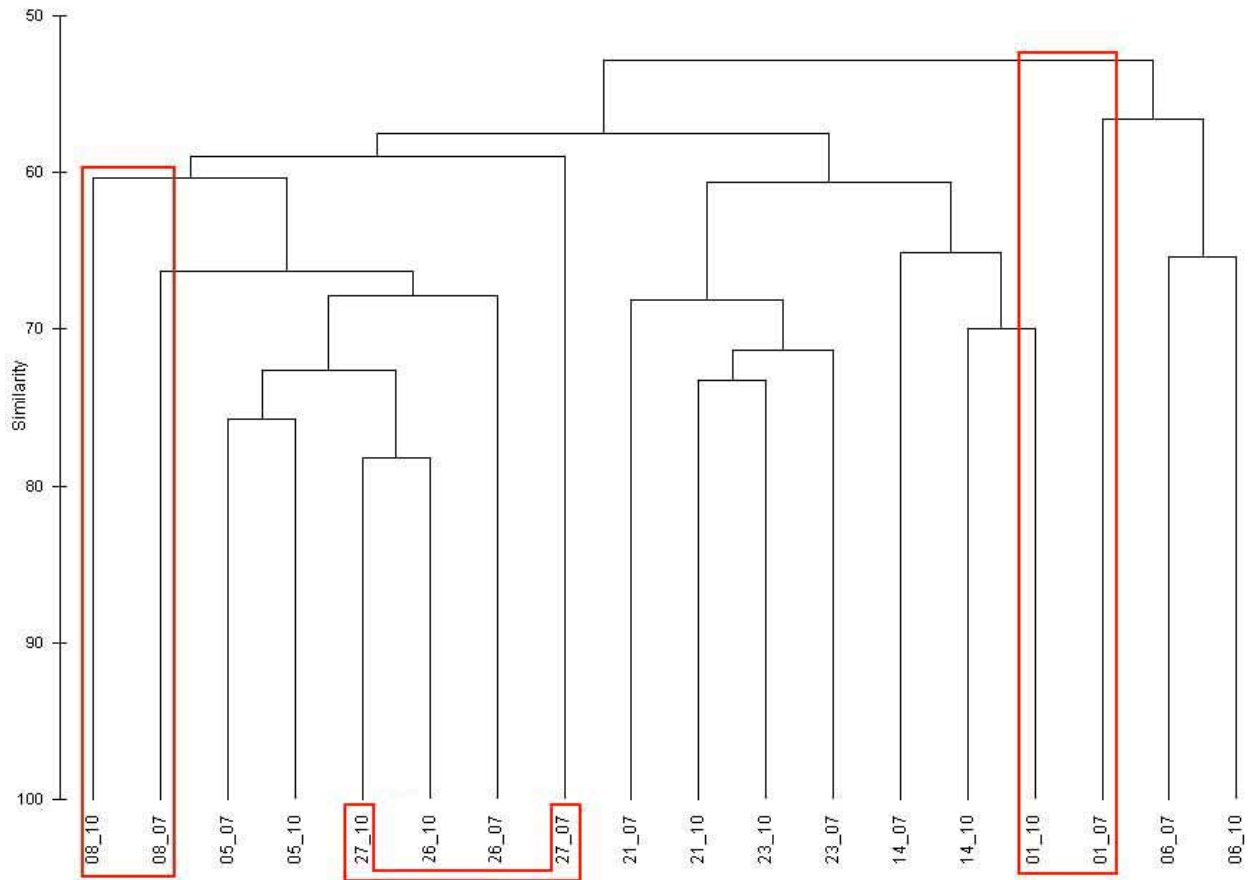


Figur 51. Temperaturmålinger fra dykkerstasjoner under Kystovervåkingsprogrammet i Ytre Oslofjord i 2010; A3 Lynghlm 17m dyp, A92 Kongshlm 18m dyp. Data fra KYO (Norderhaug et al. 2011).

5.4.1 Sammenlikning av algetransektene i 2007 og 2010

Det er foretatt en sammenlikning mellom resultatene fra 2007 og 2010. Stasjon G3 på Østøya ble flyttet og er derfor ikke tatt med i sammenlikningen. På enkelte stasjoner er det registrert ulike maksimumsdyp. I analysene er forekomsten av hver enkelt art/taxa summert fra alle de registrerte dyp. Men kun for de dyp som er like ved begge undersøkelsesperiodene. Enkelte arter/taxa som lett kan forveksles er slått sammen i analysene. Dataene i cluster-analysene er rottransformert

Cluster-analyse av algetransektene utført i 2007 og 2010 viser at stasjonene er relativt like – alle har en likhet større enn 50 %. De stasjonene som har endret seg mest i perioden 2007-2010 er stasjon G1 ved Drammensfjordens munning, G8 i Sandefjordsfjorden og G27 Akerøya.



Figur 52. Likhetsanalyse av algesamfunn basert på dykkeundersøkelsene utført i 2007 og 2010. De tre stasjonene som viste størst endring fra 2007-2010 er avmerket.

Tabell 18. SIMPER-analyse av G1 ved Drammensfjordens munning, G8 i Sandefjordsfjorden og G27 Akerøya – tabellen viser de 5 artene som bidrar mest til ulikhetene mellom 2009 og 2010 for hver av stasjonene.

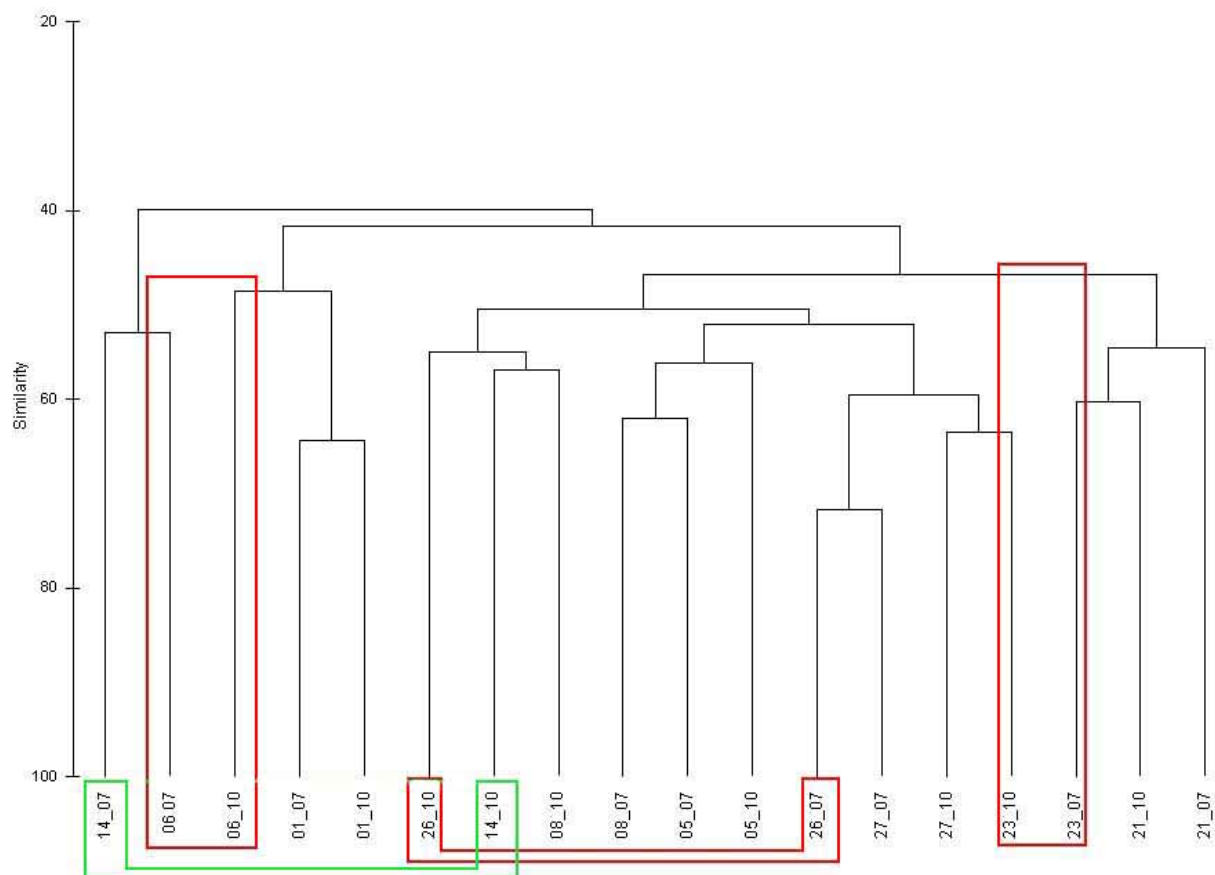
Average dissimilarity = 45,48						
	G1_2007	G1_2010				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Delesseria sanguinea</i>	49,00	17,00	4,38	##	9,64	9,64
<i>Cruoria</i> sp.	0,00	21,00	3,15	##	6,93	16,57
<i>Heterosiphonia japonica</i>	0,00	22,00	3,01	##	6,63	23,19
<i>Lithothamnion</i> sp.	9,00	28,00	2,60	##	5,72	28,92
Brunt på fjell	18,00	36,00	2,47	##	5,42	34,34

Average dissimilarity = 40,51						
	G8_2007	G8_2010				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Spermothamnion repens</i>	0,00	22,00	2,96	##	7,31	7,31
<i>Phyllophora pseudoceranooides</i>	22,00	0,00	2,96	##	7,31	14,62
<i>Phyllophora truncata</i>	16,00	0,00	2,15	##	5,32	19,93
<i>Laminaria hyperborean</i>	0,00	16,00	2,15	##	5,32	25,25
<i>Cystoclonium purpureum</i>	18,00	2,00	2,15	##	5,32	30,56

Average dissimilarity = 37,66						
	G27_2007	G27_2010				
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Spermothamnion repens</i>	10,00	58,00	4,72	##	12,53	12,53
<i>Cruoria</i> sp.	7,00	48,00	4,03	##	10,70	23,24
<i>Trailiella intricata</i>	18,00	42,00	2,36	##	6,27	29,50
<i>Phycodryx rubens</i>	34,00	11,00	2,26	##	6,01	35,51
Brunt på fjell	54,00	76,00	2,16	##	5,74	41,25

5.4.2 Sammenlikning av faunatransektene i 2007 og 2010

Cluster-analyse av faunatransektene utført i 2007 og 2010 viser at det var noe større ulikhet mellom faunaen på stasjonene, i de to undersøkelsesperiodene, enn det var blant algene – alle har en likhet større eller lik 40 %. De stasjonene som har endret seg mest i de to periodene er stasjon G6 i Tønsbergfjorden, G14 på Bevøya, G23 i Løperen og G26 på Akerøya.



Figur 53. Likhetsanalyse av dyresamfunn basert på dykkeundersøkelsene utført i 2007 og 2010. De tre stasjonene som viste størst endring fra 2007-2010 er avmerket.

Tabell 19. SIMPER-analyse av G6 i Tønsbergfjorden, G14 på Bevøya, G23 i Løperen og G26 på Akerøya – tabellen viser de 5 artene som bidrar mest til ulikhetene mellom 2009 og 2010 for hver av stasjonene.

Average dissimilarity = 69,40	G6_2007	G6_2010			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Contrib%	Cum.%
<i>Ciona intestinalis</i>	0,00	41,00	8,84	12,73	12,73
<i>Sagartiidae</i> indet.	0,00	30,00	6,47	9,32	22,05
<i>Parasmittina trispinosa</i>	0,00	18,00	3,88	5,59	27,64
<i>Sabella penicillus</i>	0,00	16,00	3,45	4,97	32,61
<i>Sagartiogeton</i> sp.	15,00	0,00	3,23	4,66	37,27

Average dissimilarity = 52,77	G14_2007	G14_2010			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Contrib%	Cum.%
<i>Ciona intestinalis</i>	0,00	38,00	8,09	15,32	15,32
<i>Sagartiidae</i> indet.	0,00	16,00	3,40	6,45	21,77
<i>Halichondria panicea</i>	2,00	18,00	3,40	6,45	28,23
<i>Asterias rubens</i>	13,00	28,00	3,19	6,05	34,27
<i>Spirorbis</i> sp.	8,00	22,00	2,98	5,65	39,92

Average dissimilarity = 45,42	G23_2007	G23_2010			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Contrib%	Cum.%
<i>Sagartiidae</i> indet.	0,00	22,00	3,66	8,06	8,06
<i>Ciona intestinalis</i>	4,00	22,00	3,00	6,59	14,65
<i>Crisia eburnea</i>	2,00	18,00	2,66	5,86	20,51
<i>Leptasterias mulleri</i>	15,00	0,00	2,50	5,49	26,01
<i>Coralla parallelogramma</i>	2,00	17,00	2,50	5,49	31,50

Average dissimilarity = 40,51	G26_2007	G26_2010			
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Contrib%	Cum.%
<i>Ciona intestinalis</i>	2,00	50,00	7,91	15,24	15,24
<i>Campanularia johnstoni</i>	28,00	0,00	4,61	8,89	24,13
<i>Laomedea ganiculata</i>	23,00	0,00	3,79	7,30	31,43
<i>Ascidia mentula</i>	28,00	9,00	3,13	6,03	37,46
<i>Ascidella</i> spp.	16,00	0,00	2,64	5,08	42,54

5.4.3 Nedre voksegrense for makroalger

Hvor langt ned i vannmassene det er tilstrekkelig lys til at makroalger kan vokse (kompensasjonsdypet) er et godt mål på vannkvalitet. Siktdyp gir et øyeblikksbilde for måletidspunktet, mens nedre voksegrense for alger gir et akkumulert mål på vannets klarhet. Jo dypere lyset trenger ned, jo dypere kan algene vokse. Men siden algene trenger en viss tid, kanskje år, på å etablere en bestand, reflekterer deres nedre voksegrense en ”gjennomsnittlig”kvalitet. Det skal bemerkes at det også er andre faktorer som kan begrense nedre voksegrense (som for eksempel kråkebollebeiting), og som må tas i betraktning.

I overvåkingen av Ytre Oslofjord måles nedre voksegrense om sensommeren/tidlig høst, men den nedre voksegrensen vil være bestemt av vannkvaliteten og andre påvirkningsfaktorer i en lengre periode før registreringene finner sted (vår, vinter og høst og sommer året før, dette varierer for ulike arter etter bl.a. livslengde). I det norske Kystovervåkingsprogrammet er nedre voksegrense definert til det dypeste dyp hvor rødalgen fagerving (*Delesseria sanguinea*) minimum har spredt forekomst. Enkeltindivider av fagerving vokser under denne beregnede voksegrensen, men spredte enkeltindivider som kan variere i nedre utbredelse fra år til år, samt at det kan variere når en dykker vil oppdage og registrere forekomst av enkeltindivider.

I **Figur 54** er nedre voksegrense for fagerving vist for Ytre Oslofjord-stasjonene og de 4 kystovervåkingsstasjonene som ligger i Ytre Oslofjord. KYO_02 og KYO_03 ligger henholdsvis ved

Færder fyr og ytterst i Sandefjordsfjorden og er dermed sterkt bølgeeksponert. De øvrige stasjonene i figuren ligger mindre bølgeeksponert til. Som forventet er det på de to eksponerte stasjonene som fagerving vokser dypest gjennom perioden. YO-stasjonene har omtrent samme nedre voksegrense som de to mer beskyttede kystovervåkingsstasjonene (KYO_92 og KYO_93). Det er ingen dramatiske endringer mellom 2007 og 2010 for YO-stasjonene. Det er nødvendig med mer enn noen få års undersøkelser for å kunne vurdere om endringene representerer en trend eller er tilfeldige.

Sukkertarens (*Latissima saccharina*) nedre voksegrense på YO-stasjonene er vist i **Figur 55**. I Løperen (st 23) kan det se ut som om det har vært en stor bedring siden 2007, med en dobling av nedre voksegrense, mens G-1 i Drammensfjorden viser en kraftig redusert nedre voksegrense siden 2007. Den store endringen på G-3 kan forklares med at stasjonen ble flyttet i 2010.

Akerøya (st 27) er den eneste av gruntvannsstasjonene som ligger i vanntype SK1. I henhold til **Tabell 20** er referansedypet for sukkertare og fagerving henholdsvis 16 og 30m i denne vanntypen. Fra figurene ser vi at begge artene har et betydelig redusert voksedyp på st 27 i forhold til referansen. Heller ikke på de to eksponerte kystovervåkingsstasjonene KYO 02 og KYO 03 er det blitt registrert nedre voksegrense som er lik referanseverdien, men tilstanden må allikevel karakteriseres som god.

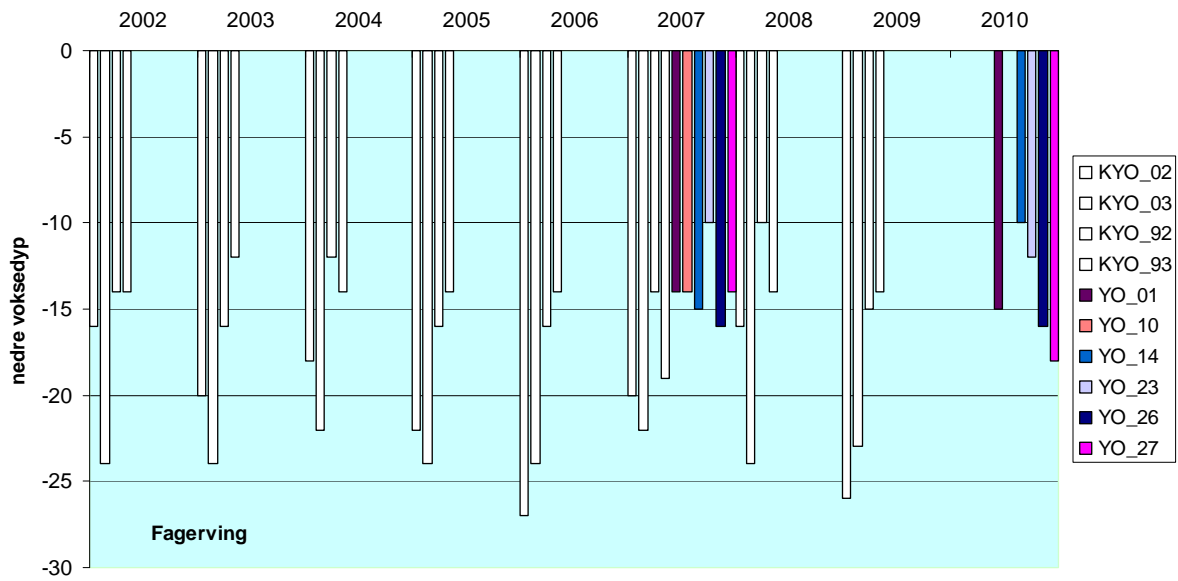
Stasjon 5 Torgersøya, st. 3 Østøya, st 14 Bevøya og st 26 Rauerkalven tilhører vanntype SK2, mens st 8 i Sandefjordsfjorden og st 6 Tønsbergfjorden tilhører vanntype SK3. Resterende dykkestasjoner hører til vanntype SK4 som ikke har etablert referanseverdier for nedre voksegrense. På Rauerkalven var nedre voksegrense i 2007 lik referansedyp, mens den var noe mindre men fortsatt god i 2010.

Det er naturlig å anta at det er en betydelig sammenheng mellom de registrerte verdiene for nedre voksegrense i Ytre Oslofjord og det siktdyp man har i fjorden.

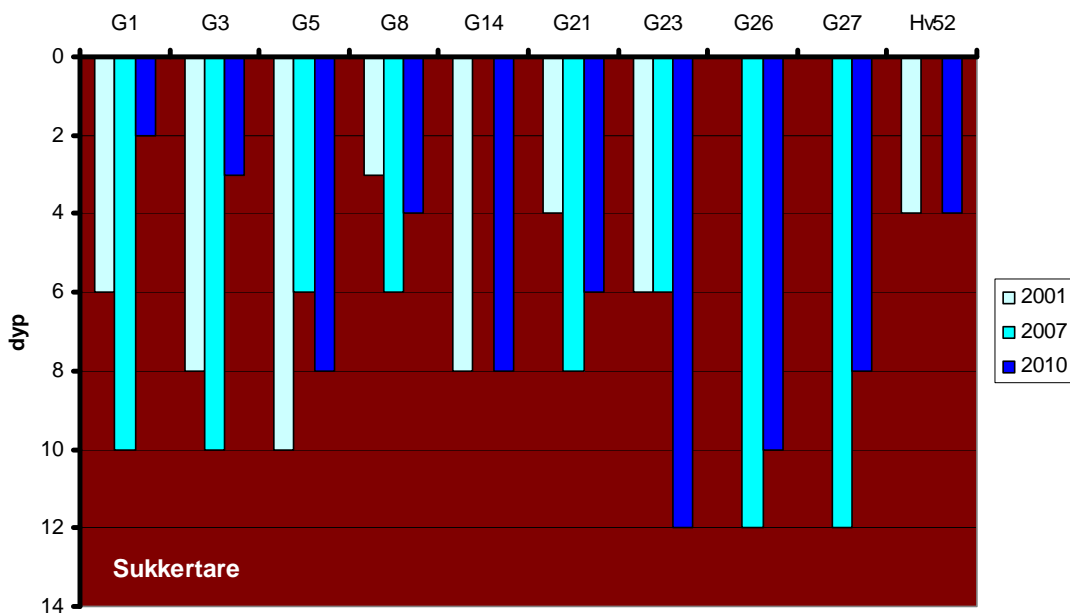
Tabell 20. Oversikt over referanseverdi (m) for nedre voksegrense for sukkertare og fagerving.

Arter\ Vanntype (Norsk navn)	Kyst/fjord- Eksponert SK1 Dyp i meter	Kyst/fjord- Moderat eksponert SK2 Dyp i meter	Fjord – Beskyttet - SK3 Dyp i meter
Sukkertare	16	12	12
Fagerving	30	17	17

I Krokstad- og Kurefjorden er det i 2010 gjort registreringer av nedre voksegrense for MORSA-prosjektet. Kurefjorden kom ut med Meget god tilstand, mens Krokstadfjorden ble klassifisert til Moderat tilstand.



Figur 54. Nedre voksedyp for rødalgen fagerving på stasjoner i Ytre Oslofjord. Hvite søyler viser kystovervåkingsstasjoner (KYO) i perioden 2002-2009. Resultater fra Ytre Oslofjordovervåkingen er vist for 2007 og 2010. Stasjon 10 ble ikke prøvetatt i 2010.



Figur 55. Nedre voksedyp for brunalgen sukkertare på stasjonene som inngår i overvåkingen av Ytre Oslofjord. Stasjon G3 ble flyttet i 2010.

6. Sammenfattende vurdering

Miljøtilstanden i Ytre Oslofjord var i 2010 stort sett lik, eller noe bedre enn det som ble observert i 2007-2009.

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 2009, særlig i Hvalerområdet. På de sentrale stasjonene i Ytre Oslofjord er det generelt god miljøtilstand, men det er registrert en reduksjon i oksygenforholdene på de to innerste stasjonene, Breiangen og Filtvedt. Det er noen områder som peker seg spesielt ut med redusert miljøtilstand:

I Drammensfjorden ble det påvist forhøyede mengder av næringssalter i vannmassene, dårlige oksygenforhold i bunnvannet, men bedre i de indre deler av fjorden enn tidligere. Meget dårlige forhold i bunnsedimentene i indre områder av fjorden, men en bedring på stasjonen ved Svelvik. Fjorden er sterkt påvirket av Drammenselva, og det er en svak tendens til økte elvetilførsler av nitrogen (tot-N) i perioden 1990-2009. 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, men med en liten forbedring i dypere deler av Iddefjorden. Det utføres ikke biologiske registreringer i strandsonen i Iddefjorden og Ringdalsfjorden i dag, det anbefales at dette blir gjort i den fremtidige overvåkingen.

Bunnforholdene i munningsområdet til Glomma har hatt en positiv utvikling fra dårlig til moderat tilstand.

I Frierfjorden ble det registrert mindre god tilstand i vannmassene, dårlig siktdyp og meget dårlig oksygentilstand i bunnvannet. I de dypere delene av Frierfjorden var det også dårlige forhold i bunnsedimentene. Håøyfjorden har vist en bedring av oksygenforhold i bunnvannet, men som i 2009 var det meget dårlige forhold i bunnsedimentene. Positivt for området er også at det er registrert en avtagende trend i tilførslene av nitrogen via Skienselva og en generell bedring av vannkvaliteten.

Bortsett fra avgrensede lokale områder så er det altså Grenlandsfjordene, Drammensfjorden, Ringdalsfjorden og Iddefjorden som peker seg ut som de mest belastede områder i Ytre Oslofjord i 2010.

Miljøtilstand vurdert etter siktdyp er Mindre god eller dårligere for hele undersøkelsesområdet. Årsaken til dette bør undersøkes nærmere. Det er naturlig å anta at det er en betydelig sammenheng mellom de registrerte verdiene for nedre voksegrense for makroalger i Ytre Oslofjord og det siktdyp man har i fjorden.

7. Referanser

- Aure, J., Danielsen, D., Magnusson, J. 2010. Langtransporterte tilførsler av næringssalter til Ytre Oslofjord 1996-2006. *Fisken og Havet* 4-2010. 21s.
- 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. Framdriftsrapport 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. 2011. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og vannmasseundersøkelser. Fagrapport. NIVA-rapport 6125-2011. 100s.
- 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 2011. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Kystovervåkingsprogrammet. Årsrapport for 2010. 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-report OR-5512. 66 pp.
- Skarbøvik, E., Stålnacke, P., Kaste, Ø., Selvik, J., Tjomsland, T., Høgåsen, T., Aakerøy, PA., Beldring, S. 2010. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2009. NIVA-report OR-6053, 75 pp.
- Sørensen, K., Aas, E., Faafeng, B., Lindell, T. 1993. Fjernmåling av vannkvalitet – videreutvikling av optisk satellittfjernmåling som metode for overvåking av vannkvalitet. NIVA-rapport 2860-1993. 115s.
- 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

Walday, M., Gitmark, J., Norling, K. 2011. Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2010. Fagrapport. NIVA-rapport 6120-2011. 63s.

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no