

Overvåking av Ytre Oslofjord 2012 Årsrapport



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletunsvet 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 6215
7486 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

| | | |
|--|---------------------------------------|---------------------|
| Tittel Overvåking av Ytre Oslofjord 2012 Årsrapport | Løpenr. (for bestilling) 6552-2013 | Dato 2013.06.05 |
| | Prosjektnr. Undernr. 27250 10 | Sider Pris 41 |
| Forfatter(e) Walday, Mats; Gitmark, Janne K; 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 | Oppdragsreferanse J.nr. 0480/12 |
|---|------------------------------------|

Tilførselsberegninger for 2011 viste større vannføring i elvene som medførte økte tilførsler av nitrogen og fosfor til sjøområdene. Jordbruk er størst kilde for tilførsler av menneskeskapt fosfor og nitrogen. Befolkning og industri bidrar nesten like mye til fosfor, men befolkning er en vesentlig større nitrogenkilde enn industri. I Grenland kommer både Frierfjorden og Langesundsfjorden ut i dårligere i tilstand i 2012 på grunn av høyere verdier av tot-N. I indre del av Ytre Oslofjord er tilstandsklassen uendret eller bedret ved alle stasjoner, og ved Hvaler er det en bedring i sommerperioden. Vinterklassifiseringen ga de fleste stasjonene dårligere tilstand i 2012 i forhold til tidligere år pga høyere nitratkonsentrasjoner. Drammensfjorden, Iddefjorden, Frierfjorden og Håøyfjorden har fortsatt lite oksygen i bunnvannet. For Ramsø, Leira og Ringdalsfjorden har det vært en bedring i oksygenforholdene i 2012. Det ble ikke registrert noen større planktonoppblomstringer i Oslofjorden. Bunnen nær renseanleggenes utslipp er noe mer påvirket av organisk materiale enn tilsvarendeområder uten renseanlegg. Det var imidlertid god tilstand på de fleste stasjonene. På de grunne stasjonene utenfor Tistas utløp hadde bunnen moderat eller dårligere status grunnet forekomst av mye treflis. I de dypere deler av Iddefjorden var tilstanden dårlig eller meget dårlig grunnet lave oksygenkonsentrasjoner. I strandsonen i Ringdalsfjorden er det høyere artsmangfold på stasjonene vest for Svinesund enn de på Østsiden men undersøkelser bekreftet bedringen siden 1970-årene. Dykkeregistreringer av nedre voksegrense for opprette alger indikerte også bedret vannkvalitet i Ringdalsfjorden.

| | |
|---------------------|--------------------------|
| 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



John Arthur Berge
kvalitetssikrer



Kristoffer Næs
Forskningsdirektør

Overvåking av Ytre Oslofjord 2012

Årsrapport

Forord

NIVA og Havforskningsinstituttet (HI) gjennomfører, på oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord 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 2012.

Ansvarlig for tilførselsberegningene er John Rune Selvik fra NIVA.
Ansvarlig for undersøkelsene av vannmasser er Lars J. Naustvoll fra HI.
Ansvarlig for undersøkelsene av bløtbunn er Karl Norling, NIVA.
Ansvarlig for undersøkelsene av hardbunn er Janne K. Gitmark, NIVA.

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.

Forsidebildet er tatt av Janne K. Gitmark.

Oslo, 5. juni 2013

Mats Walday

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 5 |
| Summary | 7 |
| 1. Innledning | 8 |
| 2. Tilførsler til Ytre Oslofjord | 9 |
| 2.1 Tilførsler av næringssalter til Ytre Oslofjord – norske kilder | 9 |
| 2.1.1 Kildespesifikke utslipp | 9 |
| 2.2 Målte tilførsler via elver | 12 |
| 3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord | 16 |
| 3.1 Innsamlinger | 17 |
| 3.2 Resultater | 17 |
| 3.2.1 Temperatur og saltholdighet | 17 |
| 3.2.2 Næringssalter | 18 |
| 3.2.3 Oksygen | 19 |
| 3.2.4 Siktdyp i 2012 | 21 |
| 3.2.5 Oppsummering av vannmasseparametre 2012 | 22 |
| 3.2.6 Planteplankton i 2012 | 26 |
| 4. Overvåking av sedimenter i Ytre Oslofjord | 29 |
| 4.1 Prøvetaking | 29 |
| 4.2 Resultater | 30 |
| 4.2.1 Undersøkelser utenfor renseanlegg | 30 |
| 4.2.2 Sedimentkvalitet utenfor Tista | 33 |
| 4.2.3 Undersøkelser rundt Langøya | 35 |
| 5. Undersøkelse av makroalger i Ringdalsfjorden | 37 |
| 6. Referanser | 41 |

Sammendrag

For det meste er det en god tilstand i både vannmasser og på bunnen i Ytre Oslofjord. Det er noen problemområder i fjordens sidefjorder og randområder som er beskrevet nedenfor.

Overvåkningsprogrammet for bunnområdene (bentos) og vannmassene (pelagialen) i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om miljøtilstanden og tilførsler med fokus på næringssalter (eutrofiering). Rapporten beskriver og vurderer resultatene fra undersøkelsene som er blitt gjennomført i 2012.

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.

Elve-tilførselsprogrammet har pågått siden 1990 og gir grunnlag for å studere trender i tilførslene til Ytre Oslofjord. For total nitrogen indikerer datagrunnlaget at det har vært en signifikant økning i tilførslene fra Numedalslågen gjennom disse årene, mens det har vært en nedgang for Skiensvassdraget. For total fosfor er det ingen endring å spore i tilførslene. I de øvrige elvene er det ingen signifikante endringer.

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. I 2011 var vannføringen større for alle 4 elvene (16-19 % større enn i 2010). Dette har medført økte tilførsler av både nitrogen og fosfor til sjøområdene i 2011.

Tilstandsklassifiseringen av vannkvalitet for sommerperioden 2012 viser noen forskjeller på enkelte stasjoner sammenlignet med 2011. I Grenland kommer både Frierfjorden og Langesundsfjorden ut i dårligere i tilstand i 2012 på grunn av høyere verdier av total nitrogen. For Tønsberg, Sandefjord og Larvik er det imidlertid likt eller en svak bedring sammenlignet med 2011. I indre del av Ytre Oslofjord er tilstandsklassen uendret eller bedret ved alle stasjoner, og på Hvalerstasjonene er det en generell bedring i sommerperioden. Høye nitratkonsentrasjoner førte til at vinterklassifiseringen ga de fleste stasjonene en dårligere tilstand i 2012 enn de foregående årene, hvor tilstanden har vært bra. For de øvrige parametrene var det kun mindre endringer eller uendret i forhold til 2011.

Drammensfjorden, Iddefjorden, Frierfjorden og Håøyfjorden har fortsatt lave konsentrasjoner av oksygen i bunnvannet. I Langesundsfjorden har man nå hatt to år med mindre god tilstand, noe som er betydelig dårligere enn tidligere år. For Ramsø, Leira og Ringdalsfjorden har det vært en bedring i oksygenforholdene i 2012 sammenlignet med 2011. For de indre- og de vestlige stasjonene var forholdene mer eller mindre uendret. Unntak er Sandefjordsfjorden der tilstanden er noe dårligere i 2012 sammenlignet med 2011.

Den biologiske parameteren klorofyll a viser på flere stasjoner en dårligere tilstandsklasse i 2012 enn i 2011. Unntaket er stasjoner i Hvaler, Frierfjorden og Drammensfjorden der forholdene er uendrete eller bedre.

Det er ikke tilstrekkelig frekvens i overvåkningsprogrammet til å fange opp hele dynamikken i fjordens produksjon av planteplankton gjennom året. Data indikerer at våroppblomstringen fant sted i mars inne i Ytre Oslofjorden. For øvrig var suksessjonen av planteplanktonet slik den har vært tidligere år.

I 2012 ble det ikke registrert noen større oppblomstringer i Oslofjorden. Lokalt var det høye konsentrasjoner av enkelte arter, f.eks *Emiliania* ved Haslau i juli. Av de potensielt skadelige alger var det på enkelte stasjoner høye konsentrasjoner av *Dinophysis*, da hovedsakelig *D. norvegica*. Artssammensetningen i planteplanktonet var normal for dette området. Etter flere varme år, med periodevis stort innslag av varmekjære og mer eksotiske arter, ble det i 2012 ikke registrert sørlige arter i Oslofjorden.

Resultatene fra SPI-undersøkelsene (sedimentprofilografering) av sedimenter utenfor kommunale renseanlegg viste at de fleste av stasjonene lå i nedre del av god tilstand og ingen hadde svært god tilstand. Dette indikerer at områder nær renseanleggenes utslipp er noe mer påvirket av organisk materiale enn andre områder med liknende dyp- og strømforhold. Det var likevel god tilstand på de fleste stasjonene med unntak av Fuglevik renseanlegg og Linnes renseanlegg med moderat tilstand, samt stasjonene i Frierfjorden med dårlig tilstand. Frier-fjorden har en forholdsvis grunn terskel på ca 20m og overvåkingen i fjorden har vist at det er oksygenmangel i dypere (>50m) områder i fjorden.

SPI-undersøkelser ble også gjort på stasjoner langs en dybde- og avstandsgradient fra Tistas utløp til dypere områder i Iddefjorden. Ingen stasjoner oppnådde god eller meget god status, men alle hadde moderat eller dårligere status grunnet høy belastning av treflis på grunne stasjoner og dårlig eller meget dårlig status grunnet dårlige oksygenforhold i dypere deler av området.

I strandsonen i Ringdalsfjorden er det et tydelig skille i artsmangfold mellom stasjonene øst og vest for Svinesund. På de fire vestligste stasjonene ble det registrert gjennomsnittlig 18 ulike arter, mens på de tre østligste stasjonene var det kun 6. På de østlige stasjonene ble det heller ikke registrert brunalger, og de fleste rødalgene ble registrert utenfor Svinesund. Ved Kråkenebbet lykt (st. 12) ble det i 2012 observert opprette alger på 4,4 m dyp. Funnet indikerer at vannkvaliteten har blitt bedre siden 1994. Ved Sponvika (st. 5) ble det registrert blekker på 6 og 7 m dyp. Etableringen av disse tykke, flerårige rødalgene indikerer også bedret vannkvalitet.

Summary

Title: The Outer Oslofjord – environmental monitoring in 2012

Year: 2013

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

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: 978-82-577-6287-2

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 discharges to the fjord in 2011 and the results from the investigations in 2012.

Agriculture is the largest source of inputs of both man-made phosphorus and nitrogen. Population and industry contributes almost similar amounts to the inputs of phosphorus to the fjord, but the population related discharges of nitrogen are significantly larger than from the industry.

Flow pattern of the rivers that drain to the Oslofjord vary. In general, transport of nitrogen and phosphorus vary throughout the year with typical peaks in runoff in the spring and by increased rainfall in autumn. In 2011, the larger flow for all four main rivers (16-19% more than in 2010) led to increased inputs of both nitrogen and phosphorus to coastal waters.

Classification of water quality in the summer season 2012 show some differences compared to 2011. In the Grenland area, both Frierfjord and Langesundsfjord show poorer condition in 2012 compared to 2011 due to higher values of total nitrogen. The environmental condition at Tønsberg, Sandefjord and Larvik, however, are similar or slightly improved compared to 2011. The stations in the inner part of the Outer Oslo fjord is unchanged in terms of environmental condition or have improved., and The Hvaler area shows a general improvement during the summer period. The environmental conditions during the winter period have in recent years been mostly good, but higher nitrate concentrations led to less favorable conditions in 2012. Other parameters were unchanged or showed only minor changes compared to 2011.

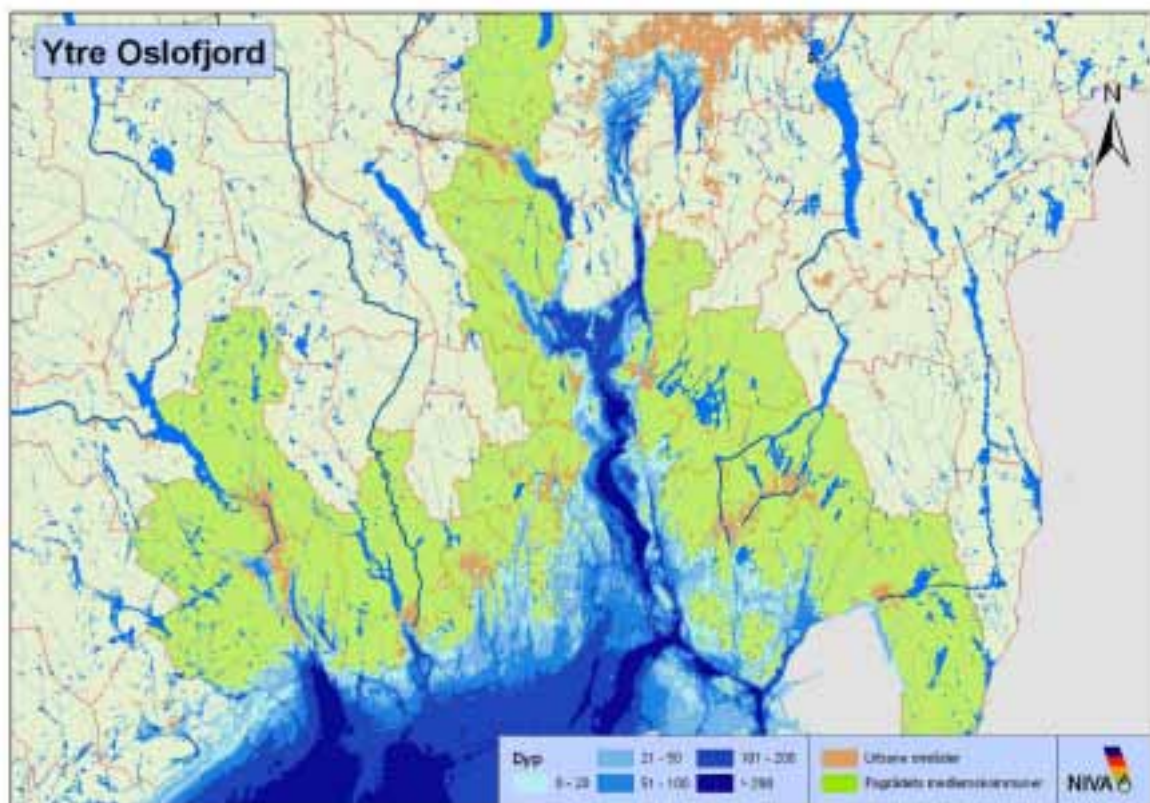
The results of the SPI studies (Sediment Profile Imaging) of sediments outside investigated sewage treatment plants showed a good environmental condition (Cl. II) at most stations except Fuglevik and Linnestjøllet where a moderate condition was observed. Stations in Frierfjord revealed a poor environmental condition. A similar SPI-study of sediments was made at stations along a depth gradient from the outlet of the river Tista to the deeper areas of Iddefjorden. No stations along this gradient achieved good or excellent status. All had moderate or worse status due to presence of wood particles in the sediments or low oxygen concentrations in the water.

In the Ringdalsfjord there is a clear distinction in macro algae diversity between stations east and west of Svinesund. The four westernmost stations averaged 18 species, while the three easternmost stations, only 6

1. Innledning

Programmet for overvåkning av Ytre Oslofjord (YO) dekker fagområdene marinbiologi og -kjemisk samt oseanografi. I programmet inngår beregning av tilførsler, undersøkelse og tilstandsbeskrivelse av vannmasser, undersøkelse og tilstandsbeskrivelse av bunnområder. Programmet utføres som et samarbeid mellom NIVA og Havforskningsinstituttet (HI). I tillegg er det utført modellberegninger av SMHI.

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 Ytre Oslofjord, 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 de litt dypere 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 2012 bygget på programmet som har vært gjennomført i 2007-2011, men med redusert omfang. Det ble gjort tilførselsberegninger, undersøkelser av hydrografi, hydrokjemisk og planteplankton samt sedimenprofilografering på bunnen utenfor renseanlegg. Det er også utført ekstra prøvetakinger på vannmassenestasjonene i Hvalerområdet, sedimentundersøkelser utenfor Halden samt algeregistreringer i Ringdalsfjorden.

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.

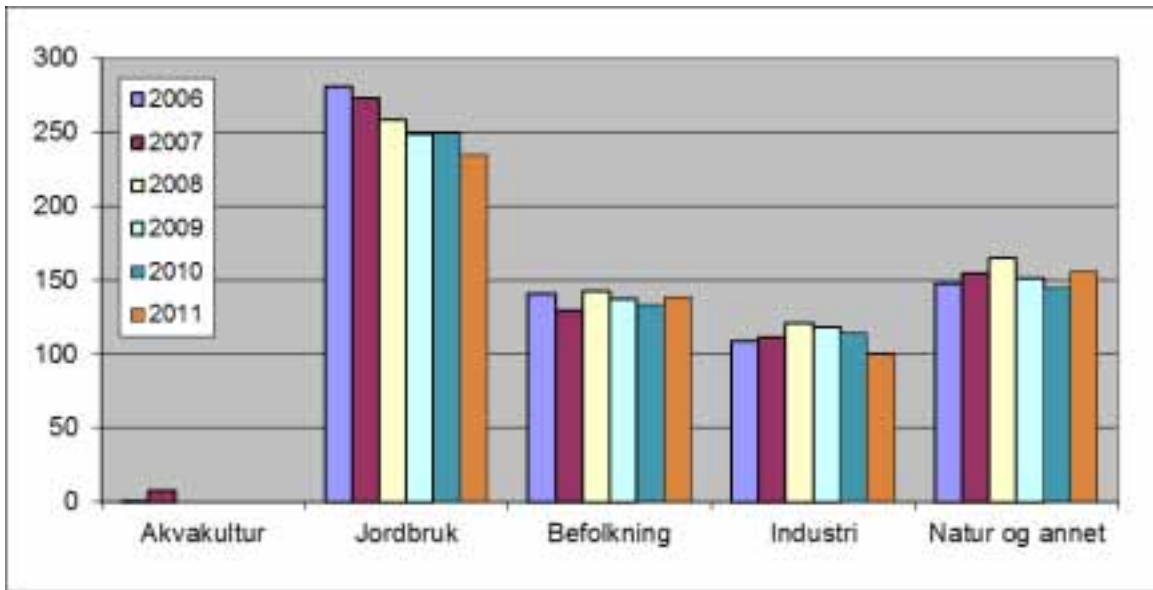
For å få fram et estimat for de reelle tilførsler det enkelte år har man valgt å måle stoffkonsentrasjoner i de største vassdragene. Sammen med vannføringsdata beregnes stofftransporten. Dette arbeidet er også en del av Statlig program for forurensningsovervåking og tilførsler av næringsalter og andre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

De nasjonale rapporteringsrutinene og etterfølgende bearbeiding gjør at resultater for tilførsler fra det enkelte år først foreligger sent på høsten året etter det år som rapporteres. Figurene nedenfor gjelder derfor året 2011. Modellen bruker kildespesifikke data fra de nasjonale databasene:

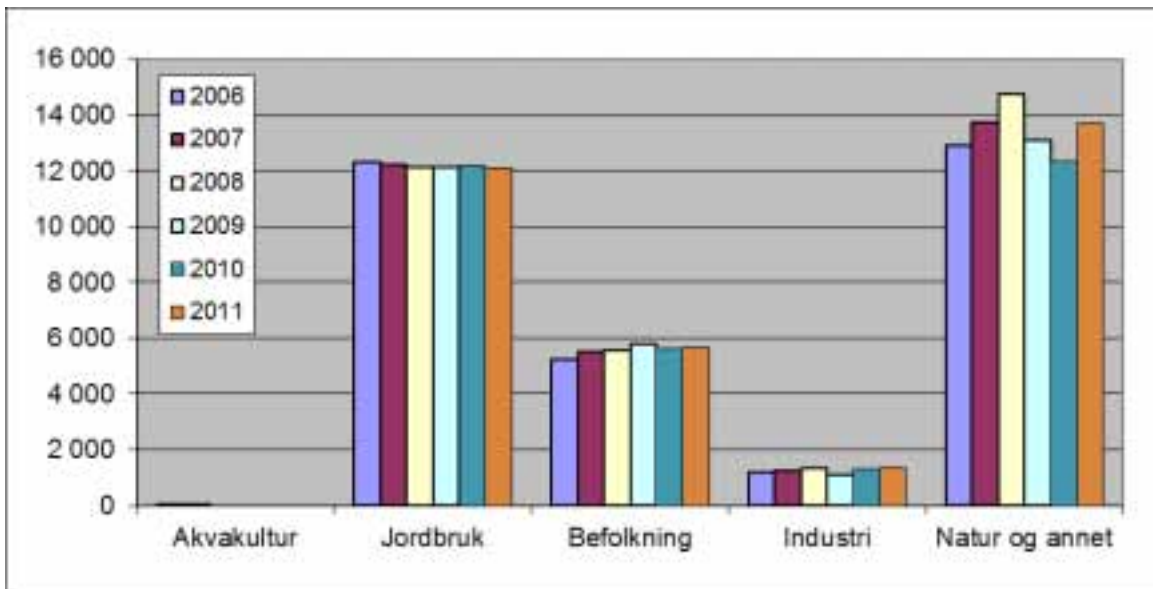
- «Befolkning» - avløp fra renseanlegg og spredt bebyggelse basert på anleggseiernes årlige rapportering via «KOSTRA»
- «Industri» - industrianlegg med egne utslipp utenom offentlig nett. Basert på bedriftenes egenrapportering til Klif («Forurensning»)
- «Jordbruk» – tapskoeffisienter, basert på målinger stofftap til vann i «JOVÅ-feltene» som oppdateres årlig mht. landbruksstatistikk og endringer i jordbrukspraksis.
- «Akvakultur» – kilden er av marginal betydning i Oslofjorden, men er basert på næringens innrapportering av driftsparametere gjennom «ALTINN» og NIVAs beregning av tap av nitrogen og fosfor til vann.
- Natur – tapskoeffisienter for områder uten særlig menneskelig påvirkning basert på NIVAs målinger i sjøer og bekker i Norge gjennom mange år.

De kildespesifikke data tilordnes små nedbørfelt («regime-enheter») som akkumuleres nedover i vassdragene for til slutt å ende i sjøen. I modellen beregnes en tilbakeholdelse i sjøer (retensjon). For den naturlige avrenning gjøres en årlig justering ut i fra vannføring. For de andre parametere legges ikke inn noen variasjon i forhold til klimavariabel. Modellen gir en god fordeling mellom ulike kilder som bidrar til tilførslene det enkelte år, men de virkelige tilførslene i det enkelte år er også styrt av klimatiske faktorer som ikke inngår i modellen. Den nasjonale overvåkingen av de store elvene (RID-Elvetilførselsprogrammet) måler mengder av ulike stoff som transporteres til sjøen med

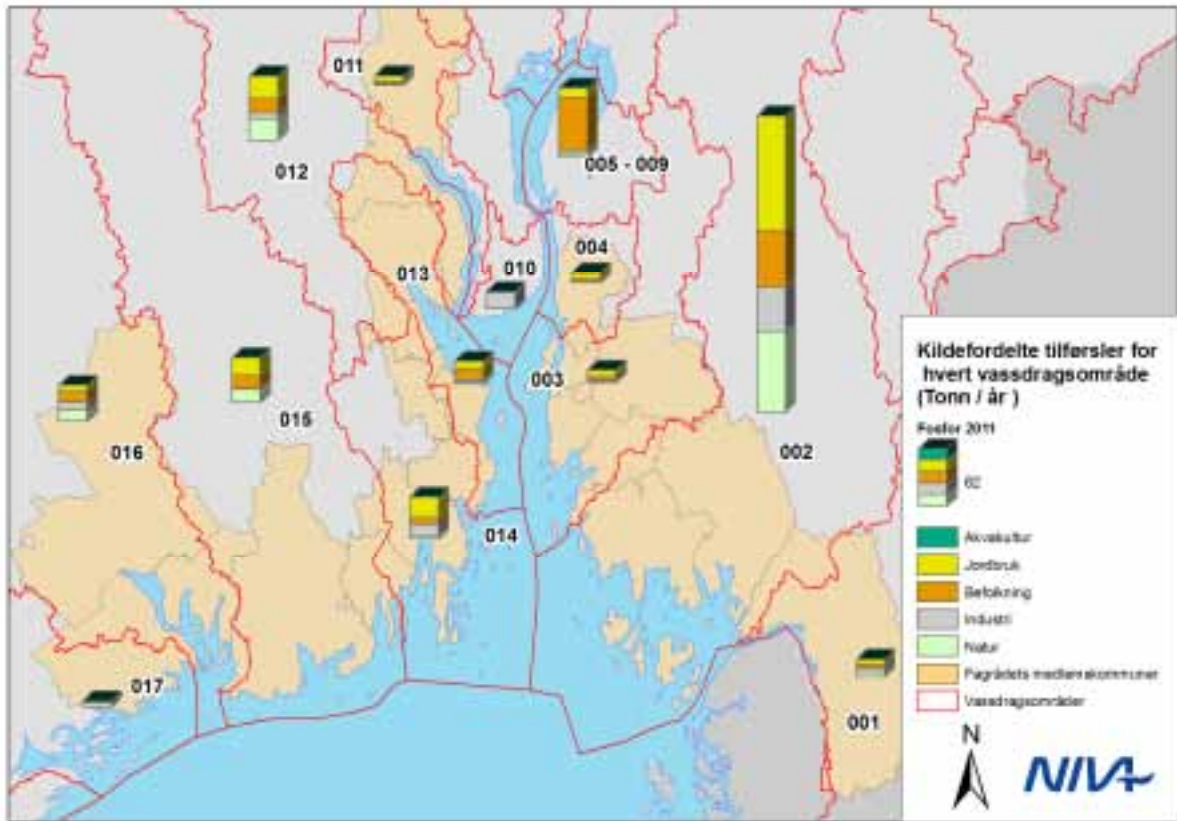
vassdragene. Denne overvåkingen er i hovedsak basert på månedlige vannprøver fra elvene og må suppleres med modellerte tilførsler for å kunne gi et bilde av de totale tilførsler. Det er imidlertid kun data fra kilderegistrene som er vektlagt i denne fagrapporten.



Figur 2. Teoretisk beregnede kildefordelte tilførsler av fosfor (tonn) til Ytre Oslofjord fra landområdene som drenerer direkte til Ytre Oslofjord. Dette inkluderer avløpsanlegg og industrianlegg med direkte utslipp til fjorden, men tilførsler fra Indre Oslofjord og langtransport med havstrømmene inngår ikke.



Figur 3. Teoretisk beregnede kildefordelte tilførsler av nitrogen (tonn) til Ytre Oslofjord fra landområdene som drenerer direkte til Ytre Oslofjord. Dette inkluderer avløpsanlegg og industrianlegg med direkte utslipp til fjorden, men tilførsler fra Indre Oslofjord og langtransport med havstrømmene inngår ikke.



Figur 4. Fordeling av beregnede kildefordelte tilførsler av fosfor (tonn) fra ulike kilder fordelt på de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord i 2011. Tilførsler til Indre Oslofjord er også vist (område 005-009), men tallet er ikke direkte relevant for hvor mye som transporteres ut til Ytre Oslofjord. Tilførsler med havstrømmer inngår ikke i denne figuren.

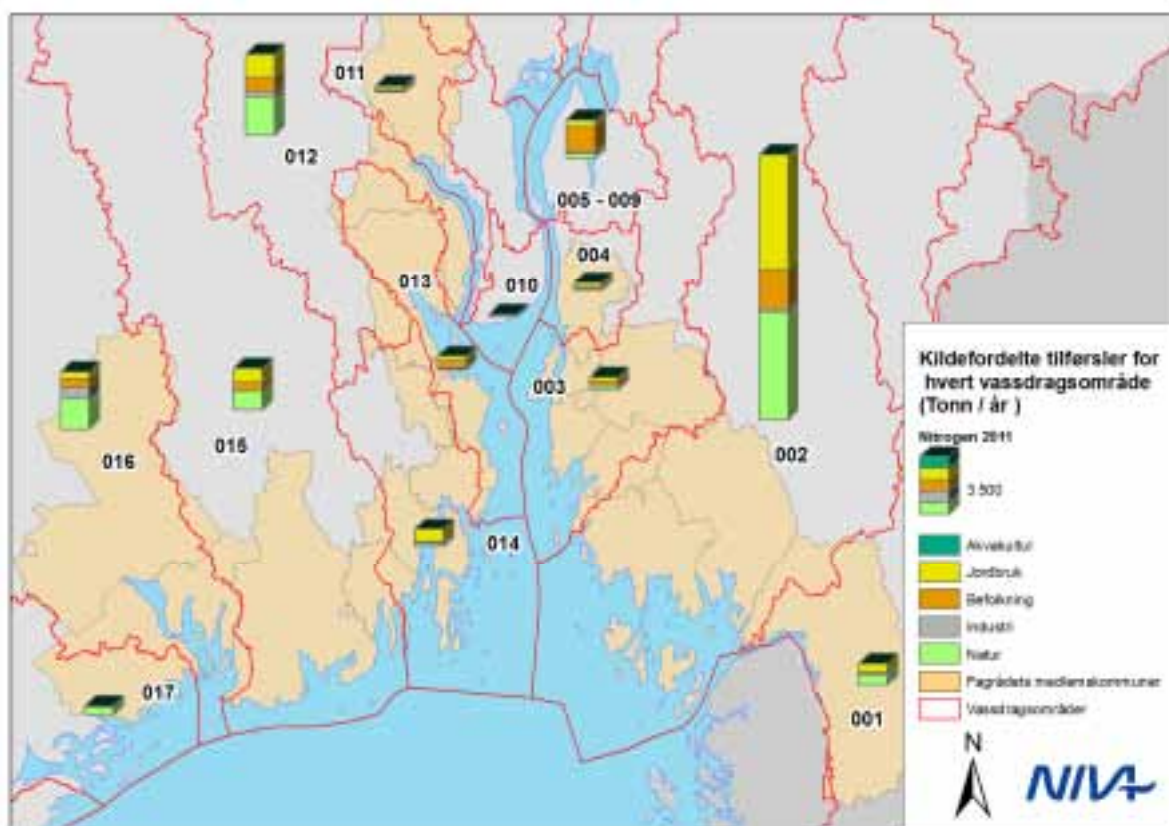
Data fra kilderegistrene som er bearbeidet i TEOTIL viste ingen dramatiske endringer i 2011. Tilførsler fra industri på Hurum (Vassdragsområde 010) er isolert sett relativt høye når det gjelder fosfor.

Jordbruk er den største enkeltkilden 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. Dette bildet endrer seg ikke mye fra år til år selv om verdiene for de enkelte kildene varierer noe mellom de ulike årene. Det kan se ut som om fosfor fra jordbruket har blitt noe redusert de senere år.

Glomma er det største vassdragsområdet og det resulterer også i at de største tilførslene til Ytre Oslofjord kommer via Glomma.

Tilførslene til Indre Oslofjord er vist på kartene og er dominert av avløp fra befolkning. Dette er litt annerledes enn i Ytre Oslofjord.

Vi har registrert at YARA Porsgrunn hadde et akuttutslipp av kalksalpeter i desember 2010 og ble bøtlagt for dette. Utslippet utgjorde 354 tonn nitrogen. Klif skrev i juni 2011 at effektene på Frierfjorden var antatt å være begrenset siden utslippet skjedde utenom vekstsesongen.

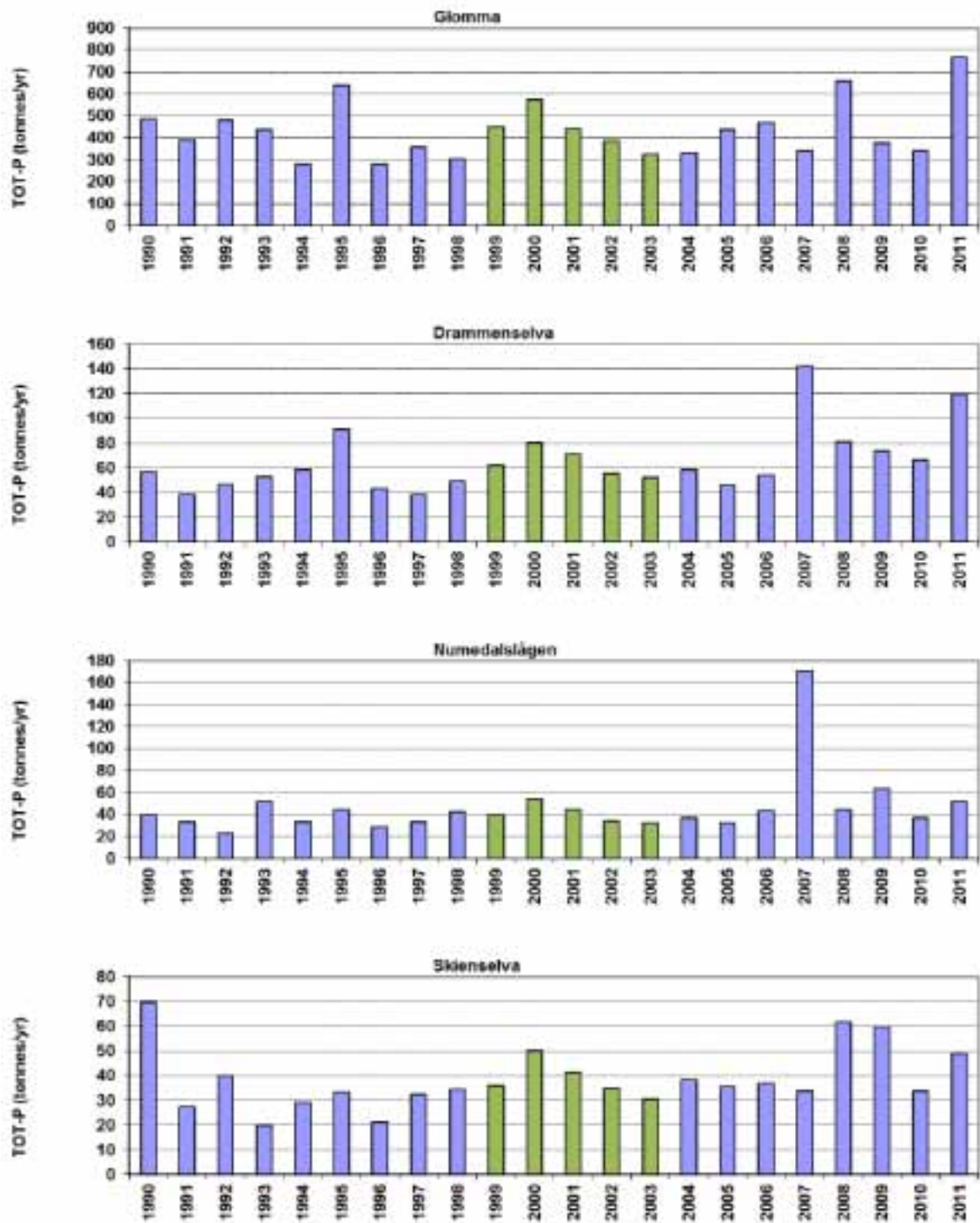


Figur 5. Fordeling av tilførsler av nitrogen fra ulike kilder i 2011 fordelt på de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord (angitt med nummer på kartet). Tilførsler til Indre Oslofjord er også vist (område 005-009), men tallet er ikke direkte relevant for hvor mye som transporteres ut til Ytre Oslofjord. Tilførsler med havstrømmer inngår ikke i denne figuren.

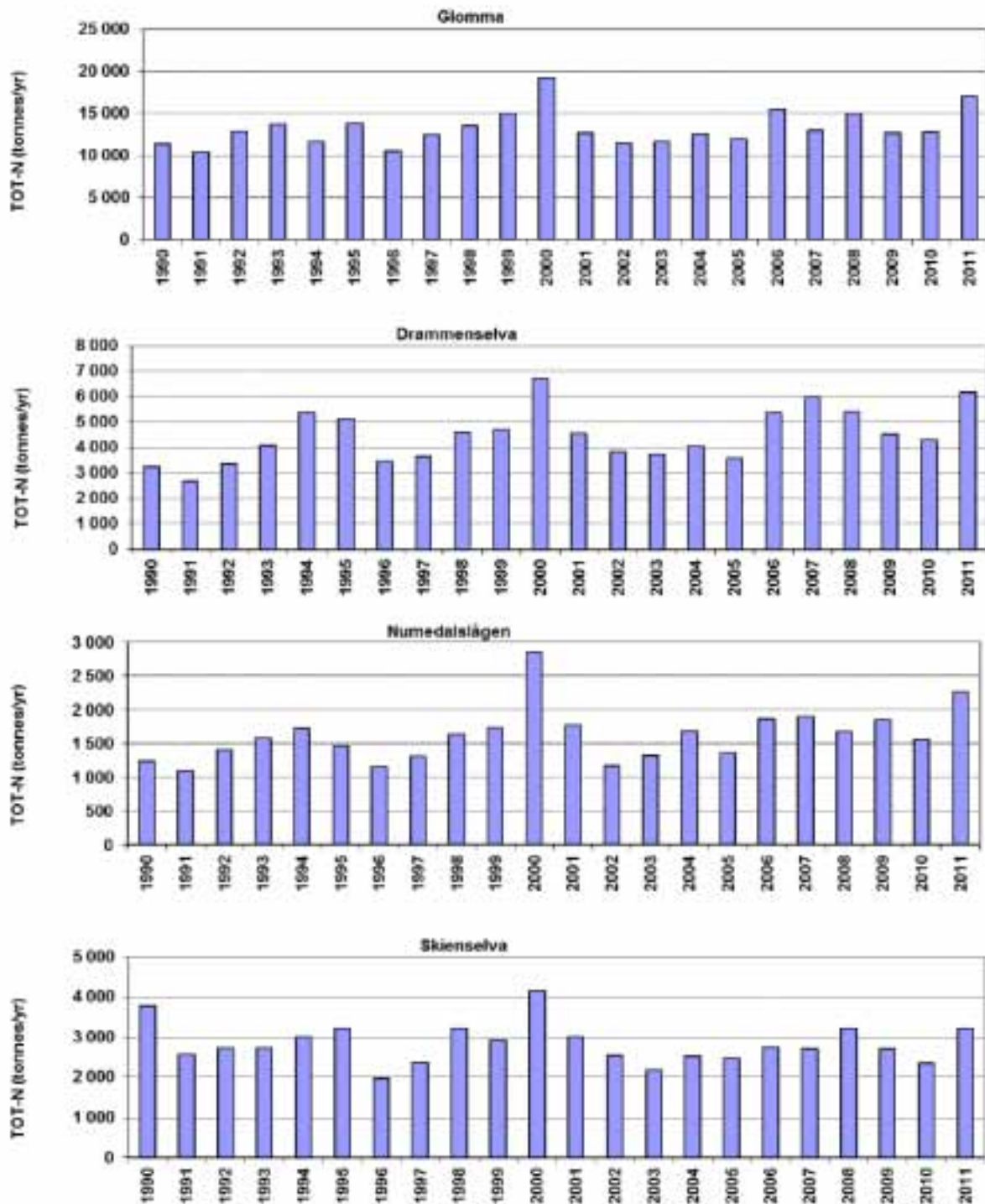
2.2 Målte tilførsler via elver

Områdene rundt Ytre Oslofjord drenerer store deler av Østlandet. De fire store elvene Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva inngår i det statlige elvetilførselsprogrammet der konsentrasjoner av næringssalter og utvalgte miljøgifter måles en gang pr. måned eller hyppigere. Dette kombineres med vannføringsdata og det lages årlige stofftransporter for disse fire vassdragene (Skarbøvik et al. 2012).

I 2011 var vannføringen større for alle 4 elvene (16-19 % større enn i 2010). Dette har medført økte tilførsler av både nitrogen og fosfor til sjøområdene i 2011 (Figur 6 og Figur 7).



Figur 6. Målte elvetilførsler av total-fosfor i det statlige elvetilførselsprogrammet i perioden 1990 til 2011 (Skarbøvik et al. 2012). År med interpolerte verdier er angitt med grønn farge (målte data fra denne perioden er tatt ut av tidsserien pga. avvikende metodikk).



Figur 7. Målte elvetilførsler av total-nitrogen i det statlige elvetilførselsprogrammet i perioden 1990 til 2011. Hentet fra Skarbøvik et al. 2012.

Elvetilførselsprogrammet har pågått siden 1990 og gitt grunnlag for å studere trender i tilførslene. For total nitrogen indikerer datagrunnlaget at det har vært en signifikant økning i tilførslene fra Numedalslågen gjennom disse årene, mens det har vært en nedgang for Skiensvassdraget (Tabell 1). For total fosfor er det ingen endring å spore i tilførslene.

Vannføringen i både Glomma, Drammenselva og Numedalselva har økt disse årene, men det er kun for Drammenselva at økningen er statistisk signifikant. Det er ingen endring for Skienselva.

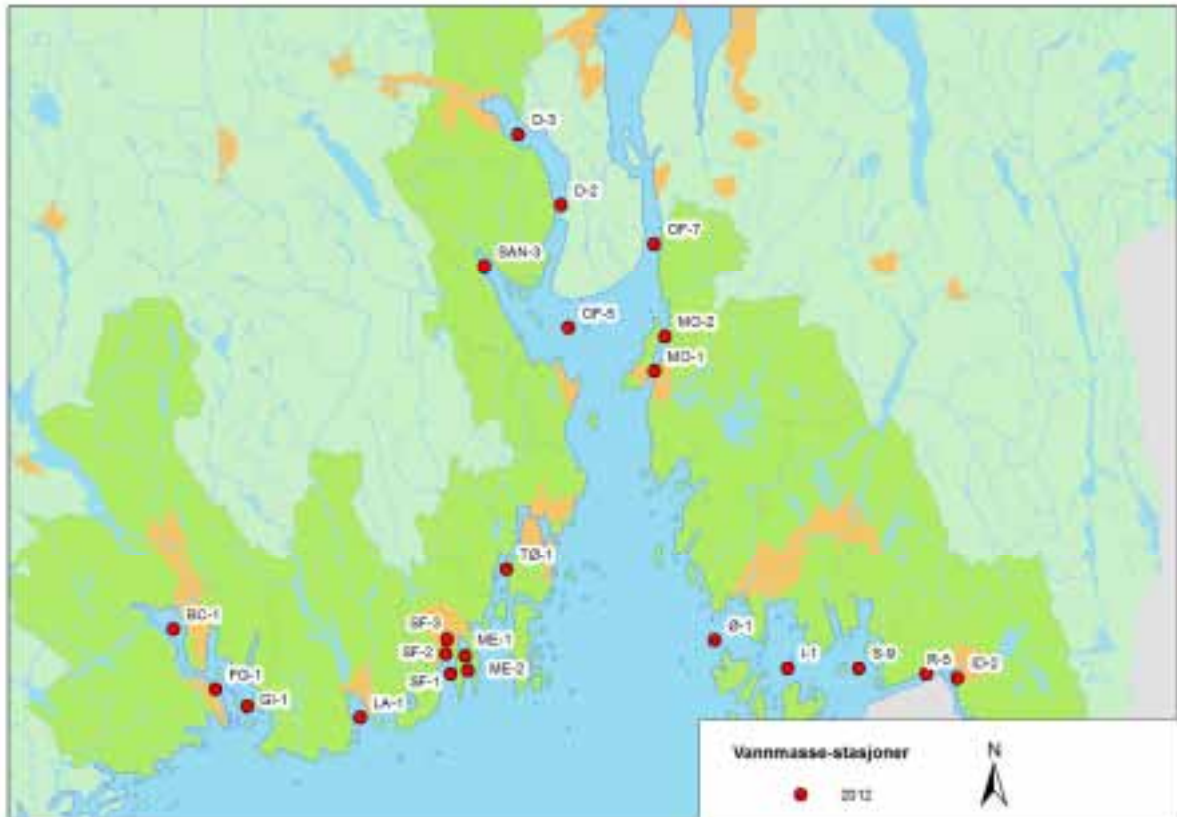
Tabell 1. Beregnede trender for 4 elver rundt Ytre Oslofjord mht. vannføring, næringsalter og partikulært materiale for perioden 1990 til 2011. Tabellen viser p-verdier og fargen angir hvor tydelig trenden er (Skarbøvik et al. 2012).

| River | Q | NH ₄ -N | NO ₃ -N | Tot-N | PO ₄ -P ⁽¹⁾ | PO ₄ -P ⁽²⁾ | Tot-P | SPM |
|---------------|-------|--------------------|--------------------|-------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|
| Glomma | 0.059 | 0.001 | 0.468 | 0.463 | 0.639 | 0.597 | 0.313 | 0.209 |
| Drammenselva | 0.019 | 0.141 | 0.788 | 0.545 | 0.769 | 0.672 | 0.570 | 0.631 |
| Numedalslågen | 0.085 | 0.439 | 0.454 | 0.031 | 0.816 | 0.867 | 0.775 | 0.464 |
| Skienselva | 0.108 | 0.105 | 0.000 | 0.002 | 0.251 | 0.909 | 0.279 | 0.370 |

| | | |
|--|---|---|
| | Significant downward (p<0.05) | PO ₄ -P ⁽¹⁾ – upper estimates |
| | Downward but not significant (0.05<p<0.1) | PO ₄ -P ⁽²⁾ – lower estimates |
| | Significant upward (p<0.05) | |
| | Upward but not significant (0.05<p<0.1) | |

3. Overvåking av vannmasser i Ytre Oslofjord

Vi har valgt å dele inn stasjonene i Ytre Oslofjord (**Figur 8**) i to grupper: 1) ”sentrale stasjoner” skal dekke de sentrale delene av hovedfjorden, 2) stasjonene som ligger i ulike sidefjorder og nærmere land har vi definert som randsonestasjoner. **Tabell 2** angir hvilke stasjoner som har inngått i undersøkelsene i 2012. I rapporteringen av undersøkelsene har vi inkludert data fra prosjektet ”Miljøovervåking av sukkertare” (Langesund (FG-1) og Håøyfjorden (GI-1)) i regi av KLIF.



Figur 8. Vannmassestasjoner i Ytre Oslofjord i 2012.

Tabell 2. Oversikt over stasjoner som er blitt undersøkt i 2012.

| Sentrale vannmasser | Randsonen | |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------|
| OF 5 | Midtre Drammensfjorden (D-2) | Kippenes (MO-2) |
| OF 7 | Indre Drammensfjorden (D-3) | Leira (Ø-1) |
| Frierfjorden (BC-1) | Larviksfjorden (LA-1) | Ramsø (I-1) |
| Langesund (FG-1)* | Sandefjord (SF-1) | Ringdalsfjorden (RA-5) |
| Håøyfjorden (GI-1)* | Vestfjord (TØ-1) | Haslau (S-9) |
| | Sandebukta (SAN-3) | Kjellvik (ID-2) |
| | Mossesundet (MO-1) | Medfjorden indre (ME 1) |
| | Sandefjord (SF 3, Havn1) | Medfjorden Ytre (ME-2) |
| | Sandefjord (SF 2, Trangsholmen) | |

*) stasjoner som inngår i KLIF-programmet ”miljøovervåking av sukkertare”. Stasjoner i kursiv ble inkludert i løpet av året 2012.

3.1 Innsamlinger

Innsamlinger ved randsonen og på de sentrale stasjoner i 2012 ble foretatt av Havforskningsinstituttet med FF GM Dannevig i januar, februar, juni, juli, august, september og november. Innsamlingen av ekstra vannprøver for kjemiske og biologiske analyser i Hvaler i mars, mai og juli ble foretatt av NIVA.

Følgende parametere har inngått i prøvetakningsprogrammet i 2012:

| | |
|-------------|---|
| 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 tas ikke i vinterperioden (Desember-februar).</i>) |

Videre beskrivelse av metodikken er gitt i Naustvoll *et al.* (2013).

3.2 Resultater

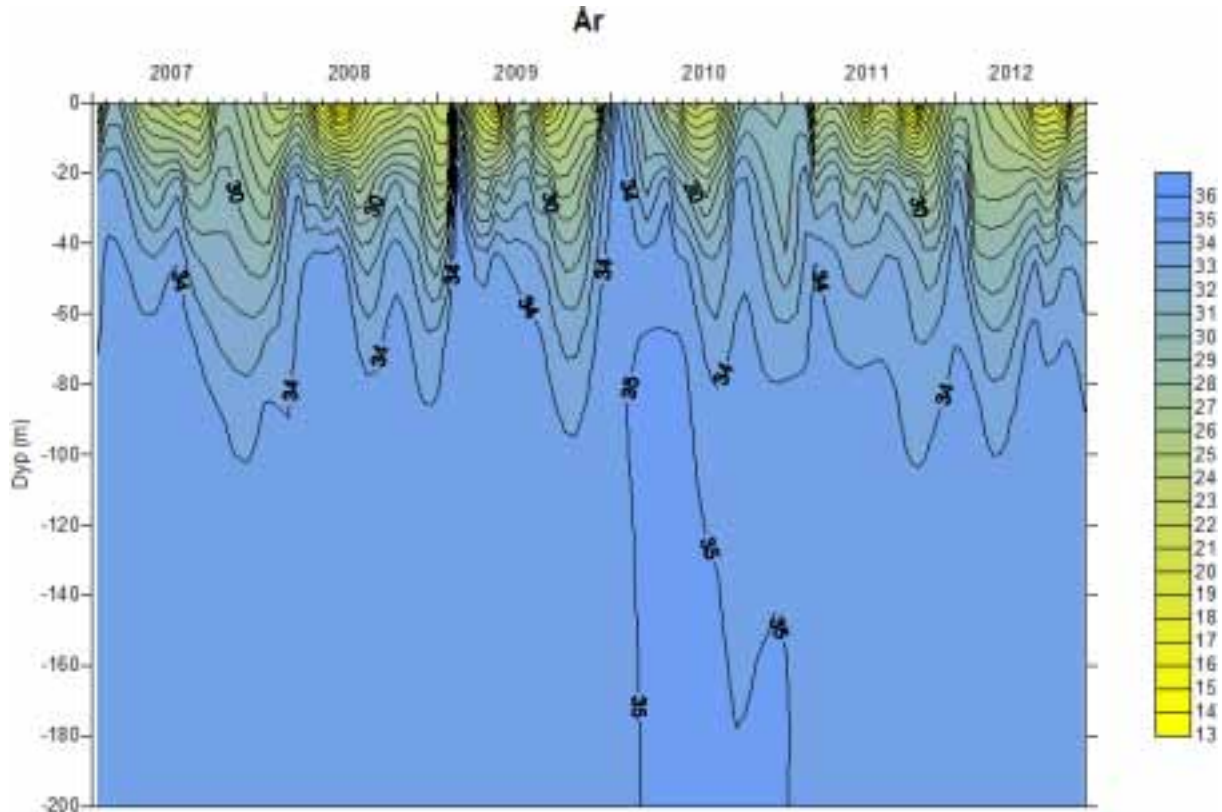
Samtlige resultater fra vannmasseundersøkelsene er gjengitt i fagrapporten for 2012 (Naustvoll *et al.* 2013). I slutten av dette kapittelet gir Tabell 4 en oppsummering av miljøtilstanden i vannmassene med tilstandsklassifisering av de undersøkte parametrene.

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 næringssaltkonsentrasjonene, mens i de underliggende vannmassene vil vannmasser med opprinnelse ute i Skagerrak være viktige kilder for næringsalter.

3.2.1 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. Vannets saltholdighet vil variere gjennom året og med dypet (cf. **Figur 9**). I overflaten vil saltholdigheten 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 bunntopografi og værforhold. Vannmassene i Ytre Oslofjord kan grovt deles inn i brakkvann (<22), Skagerrak kystvann (22-32), Skagerrakvann (32-35) og Atlantiske vannmasser (>35).

Vinteren 2012 var temperaturene ganske normale i sentrale vannmasser i Ytre Oslofjord, med en kort periode med ca. 0 °C i februar. I januar ble det registrert vannmasser med høyere saltholdighet i overflaten (**Figur 9**). Dette er vannmasser fra litt større dyp (intermediære vannmasser) som presses opp på grunn av dypvannsutskiftninger i Skagerrak. Deretter faller saltholdigheten igjen. Spesielt stort ferskvannspåvirkning med redusert saltholdighet ble målt i fjorden i forbindelse med vårflom i slutten av mai; da var også temperaturen høyere enn normalt. Saltholdigheten var jevnt over nokså lav utover våren og sommeren, spesielt i august. Temperaturen var relativt lav for årstiden gjennom sommeren og høsten til og med oktober; ingen målinger viste mer enn 19 °C. Fra og med midten av september varierte saltholdigheten stort sett innenfor øvre del av det normale. Første del av desember var preget av høy saltholdighet og høye temperaturer for årstiden.



Figur 9. Saltholdighet i vannmassene på stasjon OF-7 ved Filtvedt i perioden 2007 til 2012.

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 intermedieære vannmasser, vil variere fra lokalitet til lokalitet. De ytre dybbassengene vil ha mer regelmessige utskiftninger av vann, mens det er mer uregelmessig og lavere frekvens lengre inn i fjorden og i sidefjordene. 2010 er det eneste året en tydelig kunne spore dypvann med saltholdighet >35 helt inne ved Filtvet (se **Figur 9**).

3.2.2 Næringssalter

Mengden næringssalter i sjøen påvirkes av flere forhold. De viktigste er tilførsler og biologiske prosesser (opptak av planteplankton). I løpet av vinteren vil vannmasser 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 lagdeling 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 næringssalt-konsentrasjonen i løpet av sen vår og sommer er dette et tegn på tilførsel fra utenforliggende områder eller avrenning fra land. En oppsummering av næringssalttilstanden i 2012 er gitt i kapittel 3.2.5.

Langtransporterte tilførsler av næringssalter 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 næringssalter utgjør i ulike deler av Ytre Oslofjord i sommer- og vinterhalvåret (**Tabell 3**).

Tabell 3. Næringssalttilførsler til Ytre Oslofjord; fordeling (%) mellom lokale kilder og vann fra Tyskebukta/kystvann (1996-2006). 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 | | |

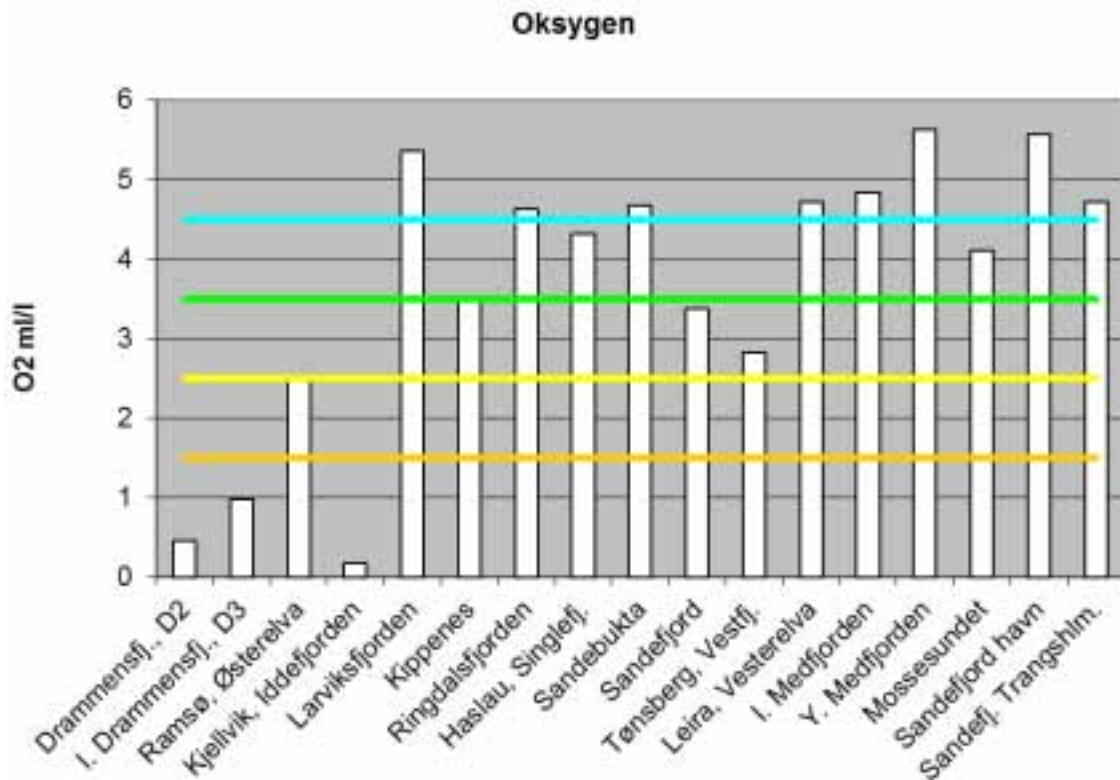
*mesteparten av langtransportert nitrat kommer fra Jylland kystvann og Kattégatt overflatevann, **gjelder for både indre og ytre del av Ytre Oslofjord, ***Tyskebukt vann

3.2.3 Oksygen

Oksygenforholdene i bunnvannet er i stor grad styrt av frekvensen og omfanget av vannutskiftninger. Flere fjordsystemer langs Skagerrakkysten har topografiske forhold som enten fører til naturlig oksygenfattige forhold eller som lett får en organisk belastning som gir oksygenreduksjon.

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 forholdet mellom tettheten av vannmassene på utsiden og insiden av tersklene, samt bunntopografien.

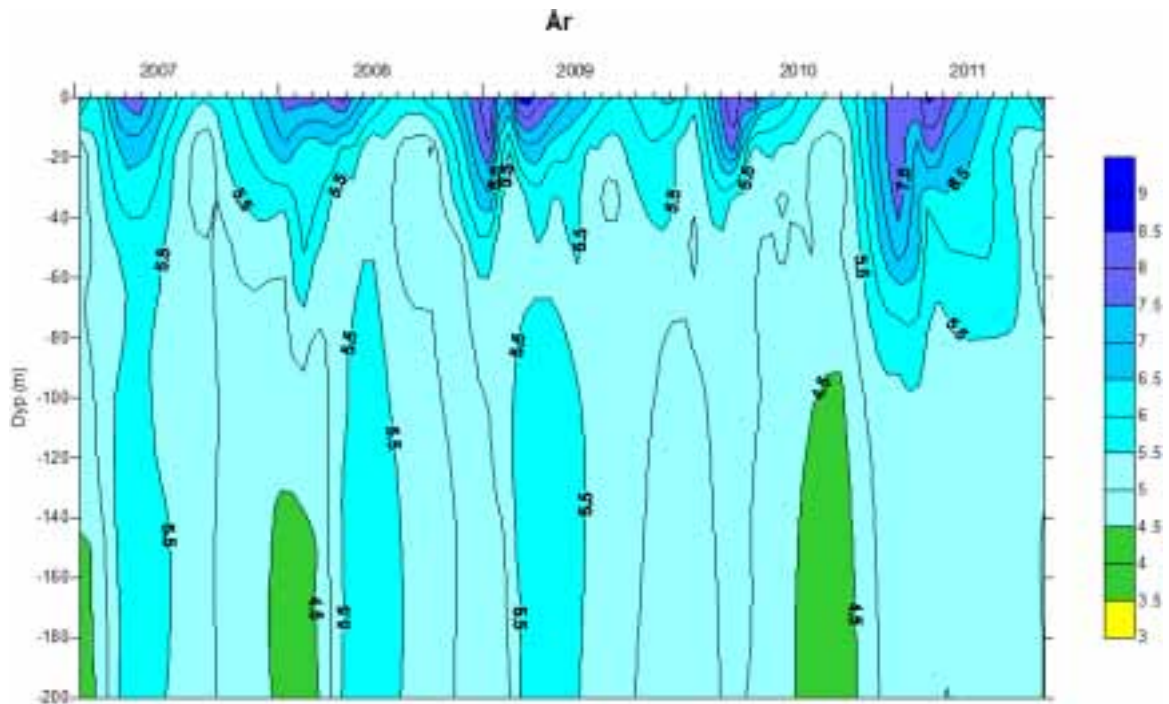
I randsonen er det som tidligere år en betydelig variasjon mellom stasjonene, hvor oksygenforholdene går fra Meget god til Meget dårlig (**Figur 10**). I 2012 var det som vanlig de to stasjonene i Drammensfjorden (D-2, D-3) og Iddefjorden (ID-2) som hadde Meget dårlige oksygenforhold i bunnvannet (klasse 5, **Figur 10**). På elleve av de sytten randsonestasjonene som ble undersøkt i 2012 var imidlertid oksygenforholdene Gode eller Meget gode.



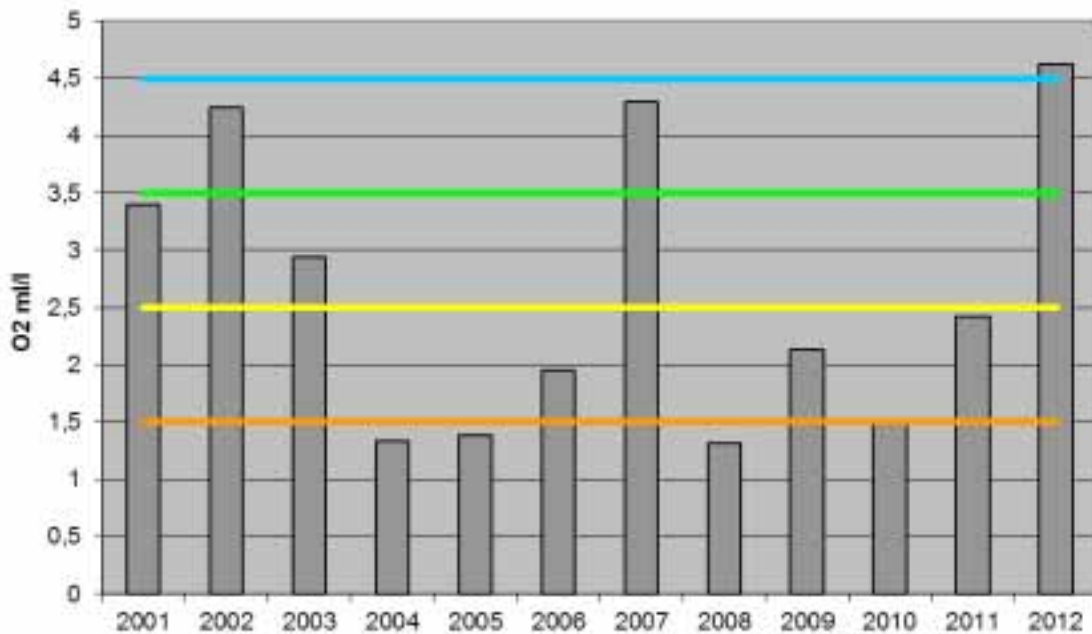
Figur 10. Oksygennivåer i bunnvannet på stasjonene i randsonen i sept/okt 2012. Tilstandsgrensene for Klif's klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren.

Problemer i bunnvannet er i likhet med tidligere registrert i deler av Grenland. Oksygenforholdene i bunnvannet i Frierfjorden har i hele perioden vært Meget dårlig (kl V). I 2008 var tilstanden i bunnvannet i Langesundfjorden Meget god, (kl I), i 2009 og 2010 var den God (kl II), men med høyere oksygeninnhold i 2010 enn i 2009. I 2011 og 2012 var oksygenforholdene imidlertid mindre gode (III). I Håøyfjorden var tilstanden Mindre god (kl III) i 2010, en klar bedring siden 2008 og 2009 da tilstanden var Meget dårlig. Oksygenkonsentrasjonene har siden blitt gradvis redusert. I 2012 fortsatte reduksjonen i oksygenkonsentrasjon og nærmet seg så lave nivåer at H_2S begynner å dannes i bunnvannet. Lave oksygenkonsentrasjoner (<1 ml/l) høyere opp i vannsøylen ble også observert i Håøyfjorden i 2012.

Det er også eksempler på store variasjoner mellom årene, som vist for Ringdalsfjorden i **Figur 12**. 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 dyppann i begynnelsen av 2010 var oksygenforholdene i bunnvannet dårlige i september (ca 1,5 ml/l). I 2011 var det en bedring, og i 2012 var oksygenforholdene Meget gode, som er det beste som er målt i denne perioden av året siden overvåkingen startet i 2001.



Figur 11. Oksygenivåer på stasjon OF-7 Filtvedt i perioden 2007-2011.

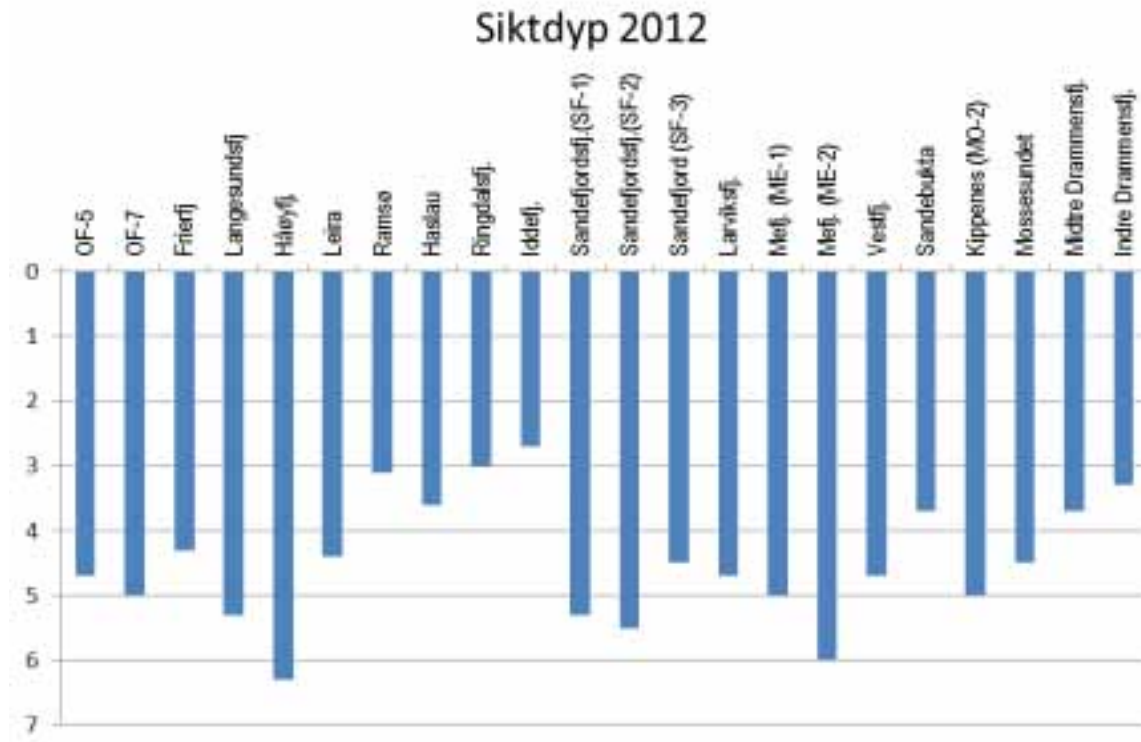


Figur 12. Oksygenivåer i bunnvannet (ca. 30m) i Ringdalsfjorden (RA-5) i september fra 2001 til 2012 (2009-data er fra november). Tilstandsgrensene for SFTs klassifisering av miljøtilstand er indikert i figuren.

3.2.4 Siktdyp i 2012

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. Verken ekstremt lave eller høye siktdyp ble registrert sommeren 2012. Generelt sett er det siktdyp som gir den dårligste klassifiseringen av tilstand på stasjonene i Ytre Oslofjord. Tilstandsklassifiseringen for siktdyp i 2012 er vist i Tabell 4.



Figur 13. Siktdyp i meter på Ytre Oslofjordstasjonene vist som gjennomsnitt for sommerperioden juni-august 2012.

3.2.5 Oppsummering av vannmasseparameterne 2012

Det er stor variasjon i miljøtilstand mellom de ulike stasjonene som er undersøkt i Ytre Oslofjord-programmet. Stasjoner som ligger i den ytre delen av randsonen og på den vestre og ytre del av Oslofjorden har bedre miljøforhold enn de som ligger lengre inn i sidefjordene med lengre avstand fra hovedaksen i fjorden.

Et gjennomgående trekk i 2012 var at en rekke stasjoner hadde noe høyere konsentrasjoner av nitrat sammenlignet med foregående år. Dette førte til at en rekke stasjoner kom i tilstandsklasse mindre god (III) på vinterklassifiseringen. Flere stasjoner kommer også ut i dårligere tilstandsklasse for klorofyll i 2012 sammenlignet med 2010-2011. For de øvrige kjemiske parameterne var det mindre endringer. Klassifiseringen for de stasjoner som inngikk i programmet i 2012 er gitt i Tabell 4.

Sentrale stasjoner

På de sentrale stasjonene ved Breiangen og Filtvet (OF-5 og OF-7) var tilstandsklassen for nitrat mindre god (III) i vinterklassifiseringen. Dette har ikke vært registrert tidligere i overvåkingsperioden. Sommer-klassifiseringen viser generelt bra forhold med unntak av total nitrogen som kom i klasse III (mindre god) ved Breiangen. Tilsvarende klasse ble registret i 2011 og 2008. Ved Filtvet var forholdene i 2012 meget god (I) for alle kjemiske sommerparametere, en forbedring sammenlignet

med 2011. For klorofyll var det en reduksjon i tilstandsklasse fra 2011 til 2012 da den var i klasse III. Oksygen-forholdene er uendrete og meget god (I).

Vestfjorden

I Vestfjorden (Tønsberg) var vinterkonsentrasjonen av nitrat høyere enn registrert tidligere år og dermed er tilstandsklassen redusert til mindre god (III). For de øvrige parameterne var forholdene gode om vinteren. Sommerklassifiseringen ga meget god (I) til god (II) tilstand og er omtrent som tidligere år. Klorofyll kom i 2012 i tilstand mindre god (III), en reduksjon fra tidligere klassifiseringer. Oksygenforholdene har variert noe i overvåkningsperioden. Forholdene i 2012 var mindre gode (III) som er likt med 2011.

Mefjorden

I 2012 ble det inkludert sommerdekning ved to stasjoner i Mefjorden. Ved begge disse stasjonene var de kjemiske forholdene meget god (I) til god (II). Oksygenforholdene i bunnvannet var meget gode (I) ved begge stasjonene, mens de for klorofyll a var meget gode (I) ved den indre stasjonen og mindre gode (III) ved den ytre stasjonen.

Sandefjordsfjorden

I Sandefjordsfjorden ble det i 2012 undersøkt tre stasjoner fra ytre del av fjorden til indre havn. Vinterklassifiseringen for ytre stasjon viste at forholdene var meget gode (I) til gode (II), omtrent som tidligere klassifiseringer. Sommerklassifiseringen viste bra forhold i den ytre og indre delen av fjorden, mens på den midtre stasjon medførte forhøyede nitratkonsentrasjoner tilstandsklasse mindre god (III). Klorofyll a-data viste gode forhold (II) i ytre deler og mindre gode (III) i den midtre og indre del. Oksygenforholdene ved den ytre stasjon i Sandefjordsfjorden har vært gode i tidligere år. En reduksjon i oksygenkonsentrasjon i 2012 førte imidlertid til mindre god tilstand (III) på denne stasjonen. For de to stasjonene lengre inn i fjorden, som er vesentlig grunnere, var oksygenforholdene i bunnvannet meget gode (I).

Larviksfjorden

Larviksfjorden er en fjord som generelt har hatt gode miljøforhold basert på kjemisk klassifisering, både sommer og vinter. Dette var tilfelle også i 2012 der alle parametere kom i tilstandsklasse I eller II, med unntak av siktdyp som viste mindre god tilstand (III).

Grenlandsfjordene

I Frierfjorden har tilstandsklassifiseringen for kjemiske parameter variert en del gjennom perioden, både vinter og sommer. I 2012 kom sommerklassifiseringen av total fosfor og total nitrogen, samt vinterklassifiseringen av total nitrogen ut i mindre god (III). De øvrige kjemiske parameterne var meget gode (I) eller god (I). Sammenlignet med 2011 er det dårligere tilstand sommeren 2012 i Frierfjorden. For de to øvrige stasjonene i Grenland, Håøyfjorden og Langesundsfjorden, er de kjemiske forholdene omtrent som tidligere (klasse I eller II). Unntak i 2012 var vinterklassifiseringen av nitrat som kom ut i tilstandsklasse mindre god (III) ved begge stasjonene. Klorofyll a kom i tilstandsklasse I i Frierfjorden, mens forholdene ved stasjonene lengre ut var mindre god (III). Dette er en reduksjon i tilstand ved de ytre stasjonene i Grenland. Oksygenforholdene i Frierfjorden og Håøyfjorden har vært meget dårlige (V) i hele overvåkningsperioden, med unntak av 2010. I Langesundsfjorden har forholdene variert i overvåkningsperioden. I likhet med 2011 var oksygenforholdene i 2012 mindre gode (III). Sammenlignet med tidligere år har det vært dårligere forhold de siste to årene.

Drammensfjorden

Ved Solumstrand har de kjemiske forholdene vært mindre gode (III) på sommeren de siste årene. I 2012 var det en bedring for parameterne nitrat, total fosfor og total nitrogen (I I), mens fosfatforholdene var uendret (III). Mer eller mindre det samme mønsteret ble registrert ved Svelvik, med forbedrede nitrogenforhold (II) og uendret eller litt reduksjon i fosfat (III). For vinterdekningen

av Svelvik i 2012 var forholdene for nitrogen uendret fra de siste år (III). Fosfat kom også ut i tilstandsklasse III, en reduksjon sammenlignet med 2011. Oksygenforholdene i bunnvannet var i 2012 meget dårlig (V) ved begge stasjonene, omtrent på det nivå som registrert tidligere år. Klassifisering basert på klorofyll a ga tilstandsklasse meget god (I) på begge stasjonene.

Sandebukta

Sommer- og vinterklassifiseringen for Sandebukta viste meget god (I) eller god (II) tilstand med unntak av nitratklassifiseringen på vinteren som ga mindre god (III) tilstand. For klorofyll a og oksygen i bunnvannet var tilstanden henholdsvis god (II) og meget god (I).

Mossesundet

Ved Moss var det i 2012 to stasjoner, Mossesundet og Kippenes. Sommerklassifiseringen viste små forskjeller mellom dem. Ved Mossesundet er det noe høyere konsentrasjoner av total N og P som resulterte i tilstandsklasse god (II), mens den ytre stasjon er i klasse I. Begge stasjonene kommer i tilstandsklasse mindre god (III) for klorofyll a og god (II) for oksygen. Vinterklassifiseringen for Kippenes viser at stasjon er i meget god til god tilstand (I), med unntak for nitrat som kom i tilstand mindre god (III).

Hvaler og Ringdalsfjorden

Stasjonene i Hvalerområdet utgjør en gradient fra de ytre områdene til indre deler av Hvaler og det er store forskjeller mellom de indre og ytre stasjonene. Ved Leira, Haslau og Ramsø var forholdene sommeren 2012 i tilstandsklasse meget god (I) til god (II), med beste forhold ved Leira. For disse stasjonene er dette en bedring i kjemiske tilstand. Ved Ringdalsfjorden viser nitrat, total P og -N tilstandsklasse mindre god (III), mens fosfat er i klasse II. I Iddefjorden er nitrogenforholdene mindre gode (III) og fosfatforholdene gode (II) for sommerklassifiseringen. For Iddefjorden er dette identisk med klassifiseringen i 2011, mens Ringdalsfjorden viste noen mindre endringer.

Vinterklassifiseringen i Hvalerområdet viser samme gradient, med de ytre stasjonene i bedre tilstandsklasse enn de indre. For nitrat var alle stasjoner i tilstandsklasse mindre god (III) vinteren 2012. For de ytre stasjoner kom øvrige kjemiske parameter ut i klasse I eller II. Totalt N og P kom i tilstandsklasse dårlig (V) i Iddefjorden og totalt N kom i tilstandsklasse dårlig i Ringdalsfjorden. Klorofyll a viste god (II) tilstand på alle stasjoner unntatt Haslau som var mindre god (III). Leira, Haslau og Ringdalsfjorden hadde oksygenforhold tilsvarende klasse I og II. Dette er en betydelig forbedring av oksygenforholdene ved Ringdalsfjorden (2011 i kl. V), mens de to øvrige stasjonene var omtrent på tidligere nivå. For Iddefjorden er tilstanden med hensyn på oksygen meget dårlig (V), som målt en rekke år i løpet av overvåkningsperioden.

Tabell 4. Miljøklassifisering i henhold til SFT 1997:03 for stasjonene i Ytre Oslofjord programmet i 2012. I klassifiseringen benyttes kun data fra 2 meter. Dette avviker fra veileder, SFT 1997:03 og Veileder 01:2009, hvor henholdsvis dypene 0-10 og 0-15 m skal benyttes. Årsaken til avviket er å kunne sammenligne mellom stasjoner med ulike innsamlingsdyp. Data for Grenland er hentet fra ”sukkertareovervåkningen” i regi av Klif, med unntak av ”Frierfjorden”. For oksygen er det benyttet høstverdier i henhold til anbefalinger i SFT 1997:03 og Veileder 01:2009. Det er foretatt korrigering for saltholdighet. X – ingen data for vinterklassifisering (pga. isdekke eller oppstart tidspunkt).

| 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)* |
|----------------------|--------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|--------------|
| Breiangen (OF-5) | Sommer | 6,1 | 3 | 9,9 | 213,7 | 4 | 4,7 | 4,7 |
| | Vinter | 144,7 | 14,9 | 20,1 | 301,1 | - | - | - |
| Filtvet (OF-7) | Sommer | 3,3 | 2,9 | 10,4 | 210,5 | 4,2 | 4,8 | 5 |
| | Vinter | 181,2 | 15,8 | 20,5 | 330,2 | - | - | - |
| Frierfj. | Sommer | 100,9 | 2,9 | 12,6 | 503,7 | 1,8 | 0,2 | 4,3 |
| | Vinter | 211,8 | 6,7 | 10,4 | 417,6 | - | - | - |
| Langesunds fj. | Sommer | 13,16 | 3,14 | 12,1 | 374,3 | 4,1 | 3,0 | 5,3 |
| | Vinter | 169,7 | 10,23 | 15,1 | 392,2 | - | - | - |
| Håøyfj. | Sommer | 1,87 | 2,35 | 10,76 | 305 | 4 | 0,2 | 6,3 |
| | Vinter | 148,8 | 11,6 | 19,30 | 379,6 | - | - | - |
| Leira | Sommer | 20,3 | 2,9 | 10,5 | 222,2 | 2,1 | 4,8 | 4,4 |
| | Vinter | 135,9 | 15,7 | 22,9 | 337,6 | - | - | - |
| Ramsø | Sommer | 73,9 | 3,5 | 12,2 | 305 | 2,9 | 3,4 | 3,1 |
| | Vinter | 132,3 | 16,1 | 23,5 | 327,3 | - | - | - |
| Haslau | Sommer | 49,7 | 3,7 | 11,9 | 308,4 | 5,0 | 4,4 | 3,6 |
| | Vinter | 153,6 | 17,2 | 22,3 | 357,5 | - | - | - |
| Ringdalsfj. | Sommer | 113,3 | 4,5 | 16 | 406,3 | 2,8 | 3,7 | 3 |
| | Vinter | 349 | 8,8 | 18,9 | 649,9 | - | - | - |
| Iddefj. | Sommer | 218,6 | 3,1 | 12,5 | 510 | 3,3 | 0,2 | 2,7 |
| | Vinter | 295,4 | 7,6 | 23,5 | 582,7 | - | - | - |
| Sandefjordsfj.(SF-1) | Sommer | 2,9 | 2,8 | 10,6 | 192,1 | 2,7 | 3,4 | 5,3 |
| | Vinter | 104,1 | 16,2 | 22,5 | 285,8 | - | - | - |
| Sandefjordsfj.(SF-2) | Sommer | 33,5 | 2,9 | 13,5 | 229 | 4,1 | 4,7 | 5,5 |
| | Vinter | x | x | x | x | - | - | - |
| Sandefjord (SF-3) | Sommer | 8,1 | 4,8 | 15,8 | 265,7 | 4,8 | 5,6 | 4,5 |
| | Vinter | x | x | x | x | - | - | - |
| Larviksfj. | Sommer | 3,5 | 2,5 | 10,5 | 210 | 2,6 | 5,7 | 4,7 |
| | Vinter | 98,9 | 15,9 | 22,8 | 291,5 | - | - | - |
| Mefjorden (ME-1) | Sommer | 3,2 | 4,2 | 12,3 | 226,1 | 3,7 | 4,8 | 5 |
| | Vinter | x | x | x | x | - | - | - |
| Mefjorden (ME-2) | Sommer | 1,5 | 2,3 | 11,9 | 189,1 | 1,7 | 5,6 | 6 |
| | Vinter | x | x | x | x | - | - | - |
| Vestfjorden | Sommer | 11,9 | 3,8 | 13,7 | 286,4 | 4,2 | 2,8 | 4,7 |
| | Vinter | 149 | 16,8 | 22,8 | 303 | - | - | - |
| Sandebukta | Sommer | 17 | 3,9 | 10,2 | 208,2 | 2 | 4,7 | 3,7 |
| | Vinter | 129,3 | 15,8 | 20,8 | 266,6 | - | - | - |
| Kippenes (MO-2) | Sommer | 18,3 | 3 | 10,6 | 234,8 | 3,9 | 3,8 | 5 |
| | Vinter | 166,7 | 15,1 | 20,8 | 312,7 | - | - | - |
| Mossesundet | Sommer | 5,2 | 2,1 | 13,9 | 238,9 | 5,1 | 4,1 | 4,5 |
| | Vinter | x | x | x | x | - | - | - |
| Midtre Drammensfj. | Sommer | 160,2 | 3,5 | 12,2 | 362,4 | 1,9 | 0,9 | 3,7 |
| | Vinter | 274,3 | 7,4 | 11,4 | 436,1 | - | - | - |
| Indre Drammensfj. | Sommer | 186,6 | 2,9 | 10,1 | 371,8 | 1,7 | 0,4 | 3,3 |
| | Vinter | x | x | x | x | - | - | - |

* bruken av siktdyp vil være svært avhengig av lysforholdene den aktuelle dagen, blant annet tidspunkt på dagen for prøvetakning.

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

3.2.6 Planteplankton i 2012

Planteplanktonvekst og artssammensetning er knyttet til miljøforhold slik som stabilitet, nærings-saltmengder, lysforhold, temperaturer og saltholdighet. Planteplanktonet viser betydelig variasjon i biomasse og sammensetning innenfor og mellom år, men noen trekk 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. Den første oppblomstringen domineres av kiselalger, som raskt redusert mengden nitrogen, fosfat og silikat. I sommerperioden er det ofte lave tettheter av planteplankton, dominert av små flagellater. I enkelte år vil større former av fureflagellater være fremtredende. I Oslofjordsystemet er det vanlig med en eller flere oppblomstringer av kiselalger i sommerperioden. Disse er oftest knyttet til avrenningsperioder, fra et eller flere av Oslofjordens nedbørfelt, da man registrerer økning i nitrogen og silikat som er de viktigste næringsstoffene for kiselalger. På høsten kan man få en ny oppblomstring, men ikke hvert år. Denne knyttes til høststormer eller mye nedbør. I disse oppblomstringene vil enten kiselalger eller fureflagellater være dominerende.

Overvåkningsprogrammet hadde ingen innsamling av kjemiske eller biologiske parameter i perioden mars – mai 2012. Av den grunn er det vanskelig å fastslå når våroppblomstringen fant sted ved de ulike stasjonene i Oslofjorden. Data fra andre overvåkningsprogram i området indikerer at våroppblomstringen fant sted i mars. For de åpne ytre delene av Skagerrak ble oppblomstringen registrert allerede i slutten av februar.

I Figur 14 er klorofyll a dataene for overvåkningsperioden 2012 vist for utvalgte stasjoner. For Grenland og OF-stasjonene henvises det til figurer i datarapporten.

Grenlandsfjordene

I Grenland var utviklingen og biomassen i løpet av året noe ulik mellom den indre stasjonen og de ytre stasjonene. I Frierfjorden var det tydelig høyest i juni og august. Begge var knyttet til økninger i silikat- og nitrogenmengden. Biomassen var høyest ved de ytre stasjonene i Grenland (se figur 8-10 i Datarapport for 2012). I Frierfjorden domineres planteplanktonet av ulike arter av *Chaetoceros* i juni, mens mindre flagellater og kiselalger var fremtredende i august. I Håøyfjorden og Langesundsfjorden var det dinoflagellatene *Ceratium tripos*, *Heterocapsa triquetra* og *Gymnodinium* spp som var mest fremtredende i juni. Ved disse stasjoner var det en mer markant biomasseøkning i august, med de høyeste konsentrasjonene i Langesundsfjorden. Ved begge de ytre stasjonene var planteplanktonet dominert av dinoflagellatene *Karenia mikimotoi* og *Gymnodinium* spp, samt en del *Chaetoceros* spp i august.

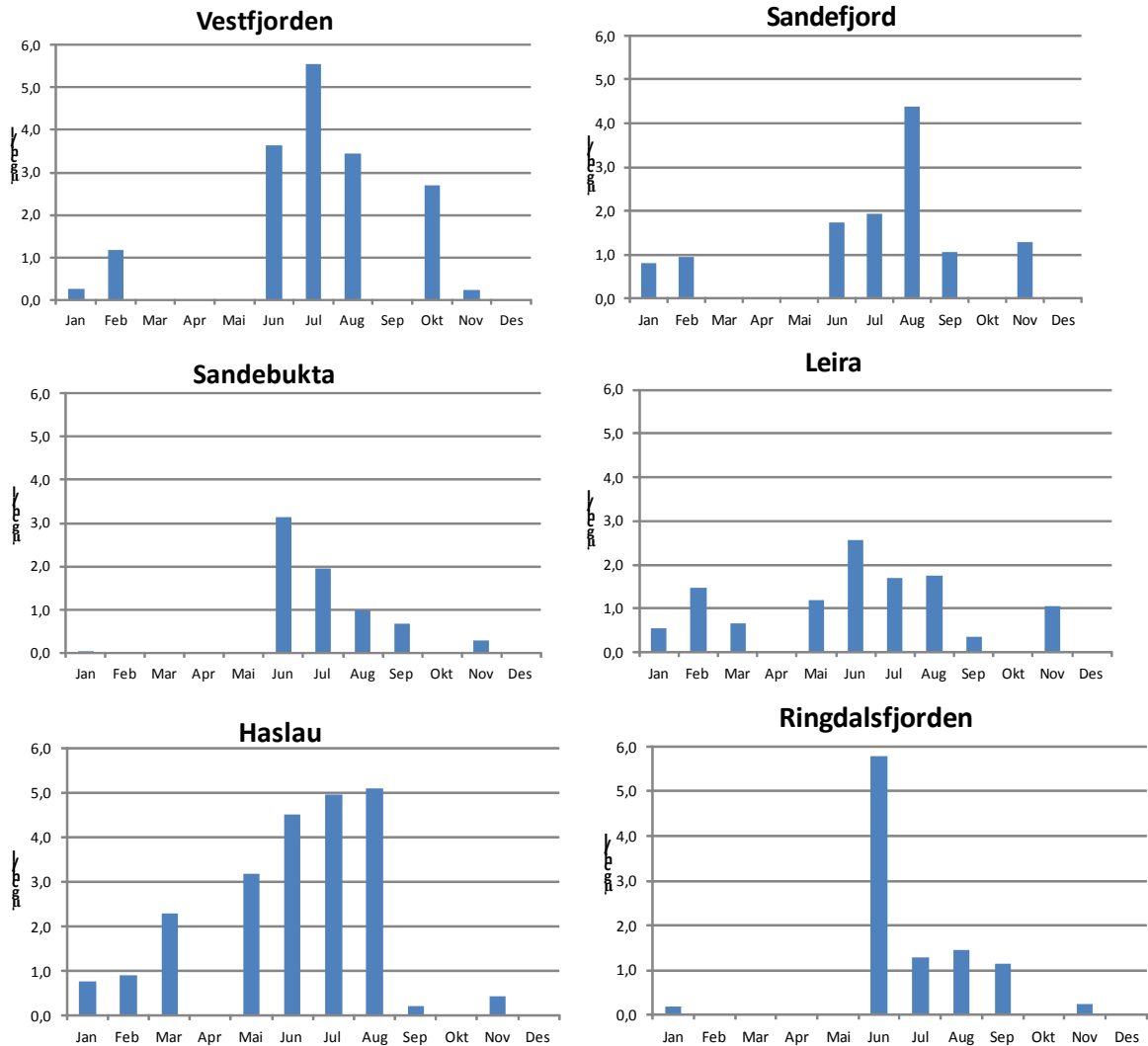
Vestre deler av fjorden

For stasjonene på vestsiden av ytre del av Oslofjorden ble de høyeste konsentrasjonene av planteplankton registrert i juli – august. I Vestfjorden og Larviksfjorden var maksimum i juli. Ved begge stasjonene var planteplanktonet dominert av dinoflagellatene *Ceratium tripos* (se bilde på side 29 og *C. longipes* og moderate mengder av kiselalgene *Dactyliosolen fragilissimus* (se bilde på side 29 og *Chaetoceros* spp. Sistnevnte kiselalge samt dinoflagellaten *Karenia mikimotoi* var mer tallrik i august. Ved begge stasjonene ble det registrert moderate mengder av kalkalgen *Emiliania huxleyi* i juli-august. I Sandefjordsfjorden og Mefjorden var det maksimum biomasse i august. Ulike dinoflagellater var tallrike, spesielt *Karenia mikimotoi*, sammen med kiselalger (*Chaetoceros* og *Leptocylindrus*) i august. I juni og juli var *Ceratium tripos* den mest fremtredende arten.

Indre deler av fjorden

I de indre delene av Oslofjorden finner man omtrent lik utvikling i planteplanktonbiomassen ved stasjonene i Drammensfjorden, Sandebukta, OF-stasjonene og stasjonene ved Moss. Her ble maksimum konsentrasjon av klorofyll a registret i juni, med avtagende biomasse utover høsten. Den høyeste biomassen ble registret ved OF-stasjonene og ved Moss, den laveste i Drammensfjorden og

Sandebukta. Ved alle disse stasjonene var kiselalgene *Dactyliosolen fragilissimus* og *Chaetoceros* og dinoflagellatene *Ceratium tripos* og *C. longipes* de mest fremtredende. Hvor *C. tripos* og *Dactyliosolen* var mest tallrik på vestsiden og *C. longipes* og *Chaetoceros* ved OF-7 og på østsiden av fjorden. Ved Kippenes var også dinoflagellaten *Dinophysis norvegica* (DSP-toksinprodusent) tallrik i juni.



Figur 14. Klorofyllkonsentrasjon ved utvalgte stasjoner i Ytre Oslofjord gjennom 2012.

Hvaler og Ringdalsfjorden

I Hvalerområdet var det noe ulikhet mellom stasjonene. Leira og Ramsø hadde omtrent samme utvikling gjennom året, med høyest konsentrasjon ved Ramsø i juni. Ved begge stasjonene var *Ceratium tripos* og *C. longipes* mest fremtredende i juni sammen med kiselalgene *Chaetoceros* og *Skeletonema* (hhv. ved Ramsø og Leira). Ved begge stasjonene ble det registrert moderate mengder av kalkalgen *Emiliania huxleyi* i juli og økende mengder av dinoflagellaten *Prorocentrum minimum* utover høsten. I Ringdalsfjorden og Iddefjorden ble også maksimum biomasse registrert i juni. I Iddefjorden vedvarte høy biomasse også inn i juli. Ved begge stasjonene var dinoflagellaten *Heterocapsa triquetra* den mest fremtredende i juni- juli, sammen med ulike kiselalger. Utover i august – september økte mengdene av dinoflagellaten *Prorocentrum minimum*. Den stasjon som skilte seg ut i Hvaler var Haslau med høy biomasse i juni til august. I juni var kiselalgene *Skeletonema* og *Chaetoceros* tallrike, samt

dinoflagellaten *Ceratium tripos*. I juli ble *Emiliana huxleyi* registrert i oppblomstringskonsentrasjoner, og dinoflagellatene *Dinophysis norvegica*, *Ceratium longipes* og *Heterocapsa triquetra* var tallrike. I august endret planteplanktonet sammensetning og ulike kiselalger ble dominerende. I tillegg ble *Ceratium* redusert kraftig, mens *Karenia mikimotoi*, *Prorocentrum minimum* og *Gymnodinium* ble tallrike.



En av de mest fremtredende planteplanktonartene i Oslofjorden i 2012, dinoflagellaten *Ceratium tripos*. Foto: Algelaboratoriet, Havforskningsinstituttet



Kiselalgen *Dactyliosolen fragilissimus*, en vanlig kiselalge i Oslofjorden på sommeren. Foto: Algelaboratoriet, Havforskningsinstituttet

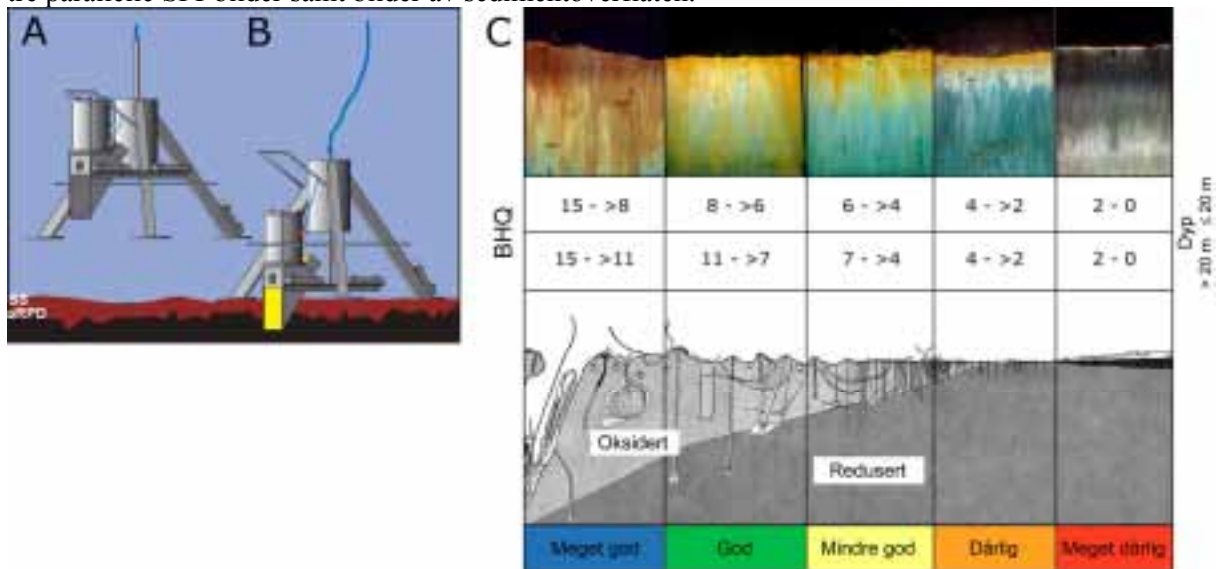
I 2012 ble det ikke registrert noen større oppblomstringer som dekket større områder av Oslofjorden. Lokalt var det høye konsentrasjoner av enkelte arter, eks *Emiliana* ved Haslau. Av de potensielt skadelige alger var det på enkelte stasjoner høyere konsentrasjoner av *Dinophysis*, da hovedsakelig *D. norvegica*. Artssammensetningen i planteplanktonet var normal for dette området. Etter flere varme år, med periodevis stort innslag av varmekjære og mer eksotiske arter, ble det i 2012 ikke registret sørlige arter i Oslofjorden.

4. Overvåking av sedimenter i Ytre Oslofjord

Utslipp kan 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 oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet bli lav som følge av at det organiske materialet ved nedbrytning 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. I 2012 ble det undersøkt sedimenter utenfor 11 kommunale renseanlegg og ved utløpet av Tista. I tillegg er resultater fra sedimentovervåkning utenfor Langøya i Holmestrandsfjorden presentert.

4.1 Prøvetaking

Sedimentprofilfotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sedimenter og bløtbunnsfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser 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 15**. Denne senkes ned til sedimentoverflaten og en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil. 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 samt bilder av sedimentoverflaten.



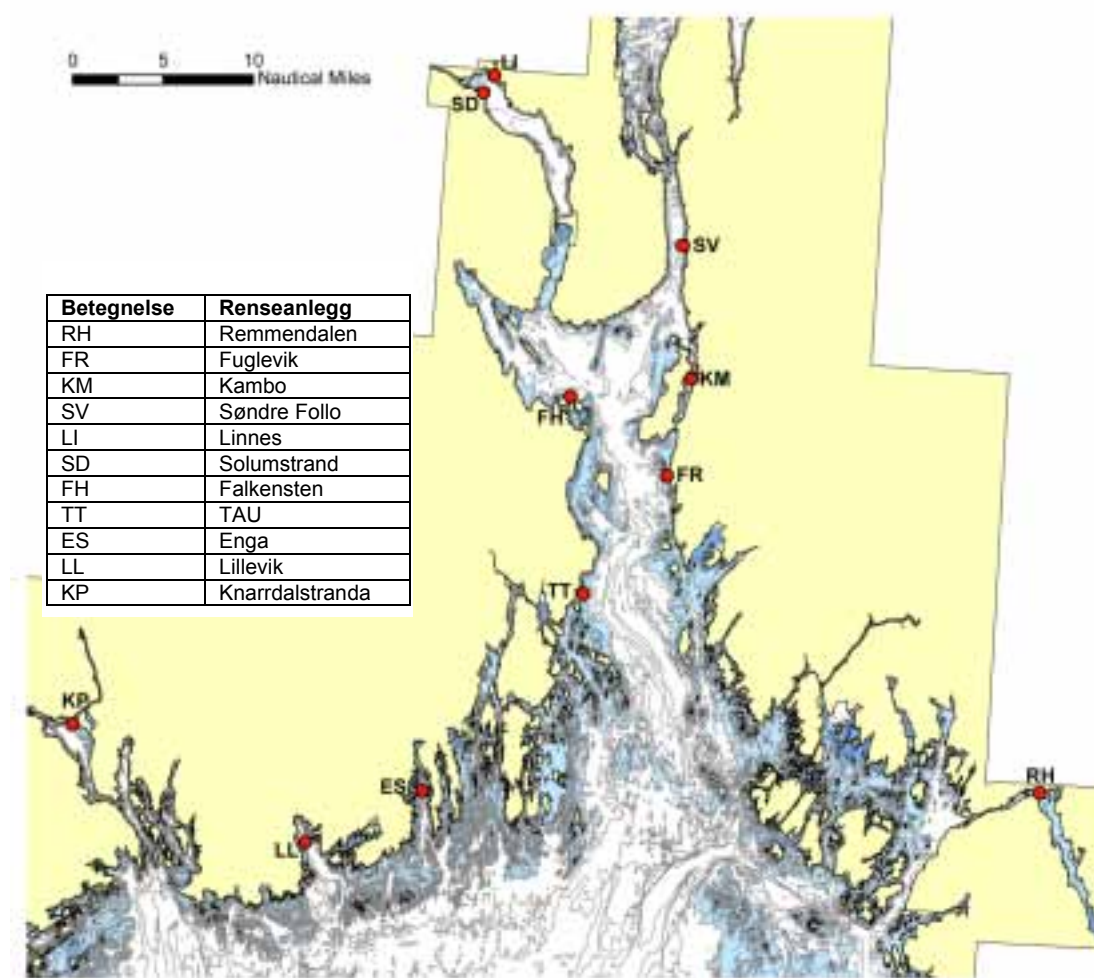
Figur 15. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Kamera og rigg over bunnen (SS = sedimentoverflate og aRPD = grense mellom det bioturberte oksiderte sediment lagret og reduserende sediment [apparent redox potential discontinuity]). (B) Kamera som har trengt ned i sedimentet og bildet eksponeres. (C) Figuren viser 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).

4.2 Resultater

4.2.1 Undersøkelser utenfor renseanlegg

Hvert område er nærmere beskrevet i fagrapporten for benthos (Gitmark et al. 2013). Resultatene fra SPI-undersøkelsene av sedimentene utenfor de kommunale renseanleggene er vist i Tabell 5.

Mesteparten av stasjonene utenfor renseanleggene hadde en BHQ over 7 og tilstandsklasse 2 (god), noen stasjoner med høyre belastning fikk BHQ mellom 4-7 og tilstandsklasse 3 (moderat). To stasjoner i Frierfjorden med dårlige oksygenforhold fikk BHQ under 4 og tilstandsklasse 4 (dårlig) grunnet lave oksygenkonsentrasjoner i dypere deler av området. Utenfor Søndre Follo Renseanlegg (SV) i Vestby kommune var bunnen nær utslippet for hard/steinete slik at kameraet ikke kunne penetrere dypt nok i sedimentet til at bildene kunne klassifiseres.



Figur 16. Viser hvor SPI ble brukt til å undersøke sedimentkvalitet utenfor kommunale renseanlegg.

På de fleste plasser ble måker observert på overflaten. Dette antyder at organiske partikler og næringsrikt vann transporteres til overflaten og kan føre til økt produksjon. Noe av det organiske materialet som blir produsert vil kunne sedimentere i nærområdet, men gir sannsynligvis en mer regional enn lokal påvirkning på sedimentkvaliteten i området slik at stasjoner noen hundre meter ved

siden av nærområdet ikke vil få problemer med nedslamming. Basert på SPI og overflatebilder ser det ut til at bunnen for det meste har et rikt dyreliv med nesledyr og pigghuder på overflaten samt børstemark, mollusker og krepsdyr nede i sedimentene.

Tegn til påvirkning fra utslippene ble funnet på Solumstrand renseanlegg (SD) i Drammensfjorden, hvor gas kom ut fra sedimentet ved fotografering, og Falkensten renseanlegg (FR) som hadde mer redusert sedimentkvalitet nær utløpet. Ved Linnes renseanlegg (LI) i Drammensfjorden var det en usikker posisjon for utslippet – og det er usikkert hvordan utslippspunkt og strømførhold er relatert til stasjonene som ble valgt, det er derfor usikkert hvorvidt tegnene på påvirkning er spor fra renseanlegget, eller muligens andre kilder eller lokale forhold i nærmiljøet (jfr. stasjonene i Frierfjorden som er påvirket av dårlige oksygenforhold i fjorden).

Tabell 5. Stasjoners posisjon og dyp utenfor kommunale renseanlegg (cf Figur 16). Resultater: Penetrasjonsdyp (cm), målt redoksdyp (aRPD [cm]), Bentisk habitatkvalitet (BHQ) og tilstandsklasse (TK). Tallet etter stasjonsnavnet angir avstand fra utslippspunktet.

| Stasjon | N | E | Dyp (m) | Antall bilder | Penetrasjon (cm) | aRPD (cm) | BHQ | TK |
|---------|------------|------------|---------|---------------|------------------|-----------|-----|----|
| RH-100 | 59.116783N | 11.355800E | 16 | 3 | 7,0 | 1,7 | 7,0 | 2 |
| RH-300 | 59.116384N | 11.352750E | 17 | 3 | 9,2 | 2,0 | 7,3 | 2 |
| FR-100 | 59.383701N | 10.643884E | 71 | 3 | 13,0 | 2,4 | 8,0 | 2 |
| FR-300 | 59.385773N | 10.644160E | 64 | 1 | 7,0 | 1,2 | 7,0 | 3 |
| KM-100 | 59.476505N | 10.682704E | 60 | 4 | 15,3 | 3,1 | 8,3 | 2 |
| KM-300 | 59.478077N | 10.683163E | 60 | 3 | 16,3 | 3,0 | 7,7 | 2 |
| SV-100N | 59.598202N | 10.650900E | 46 | 3 | - | | | |
| SV-300S | 59.594666N | 10.649767E | 45 | 3 | - | | | |
| SV-100W | 59.597134N | 10.649517E | 61 | 3 | - | | | |
| SV-500W | 59.597034N | 10.641833E | 200 | 3 | 19,3 | 2,1 | 7,7 | 2 |
| LI-100 | 59.744446N | 10.279054E | 30 | 4 | 7,3 | 2,7 | 7,3 | 2 |
| LI-300 | 59.742577N | 10.278406E | 38 | 3 | 5,0 | 1,8 | 6,3 | 3 |
| SD-100 | 59.713619N | 10.270870E | 34 | 3 | 11,0 | 3,3 | 8,7 | 2 |
| SD-300 | 59.715279N | 10.270978E | 34 | 4 | 17,0 | 3,2 | 8,3 | 2 |
| FH-100 | 59.448895N | 10.459607E | 61 | 3 | 10,8 | 2,7 | 7,7 | 2 |
| FH-300 | 59.449860N | 10.463820E | 64 | 3 | 14,7 | 3,0 | 9,3 | 2 |
| TT-100 | 59.267612N | 10.514771E | 62 | 3 | 11,0 | 2,4 | 8,3 | 2 |
| TT-300 | 59.269417N | 10.513317E | 64 | 3 | 11,8 | 2,3 | 8,0 | 2 |
| ES-100 | 59.080250N | 10.242150E | 50 | 3 | 15,5 | 2,3 | 8,0 | 2 |
| ES-300 | 59.082100N | 10.242300E | 50 | 3 | 15,8 | 2,4 | 7,7 | 2 |
| LL-100 | 59.019966N | 10.038183E | 54 | 3 | 11,7 | 3,0 | 8,0 | 2 |
| LL-300 | 59.021767N | 10.037967E | 64 | 3 | 12,0 | 2,4 | 8,0 | 2 |
| KP-100 | 59.120716N | 9.601800E | 50 | 3 | 11,0 | 0,0 | 3,3 | 4 |
| KP-300 | 59.118877N | 9.601959E | 55 | 3 | 10,8 | 0,0 | 3,3 | 4 |

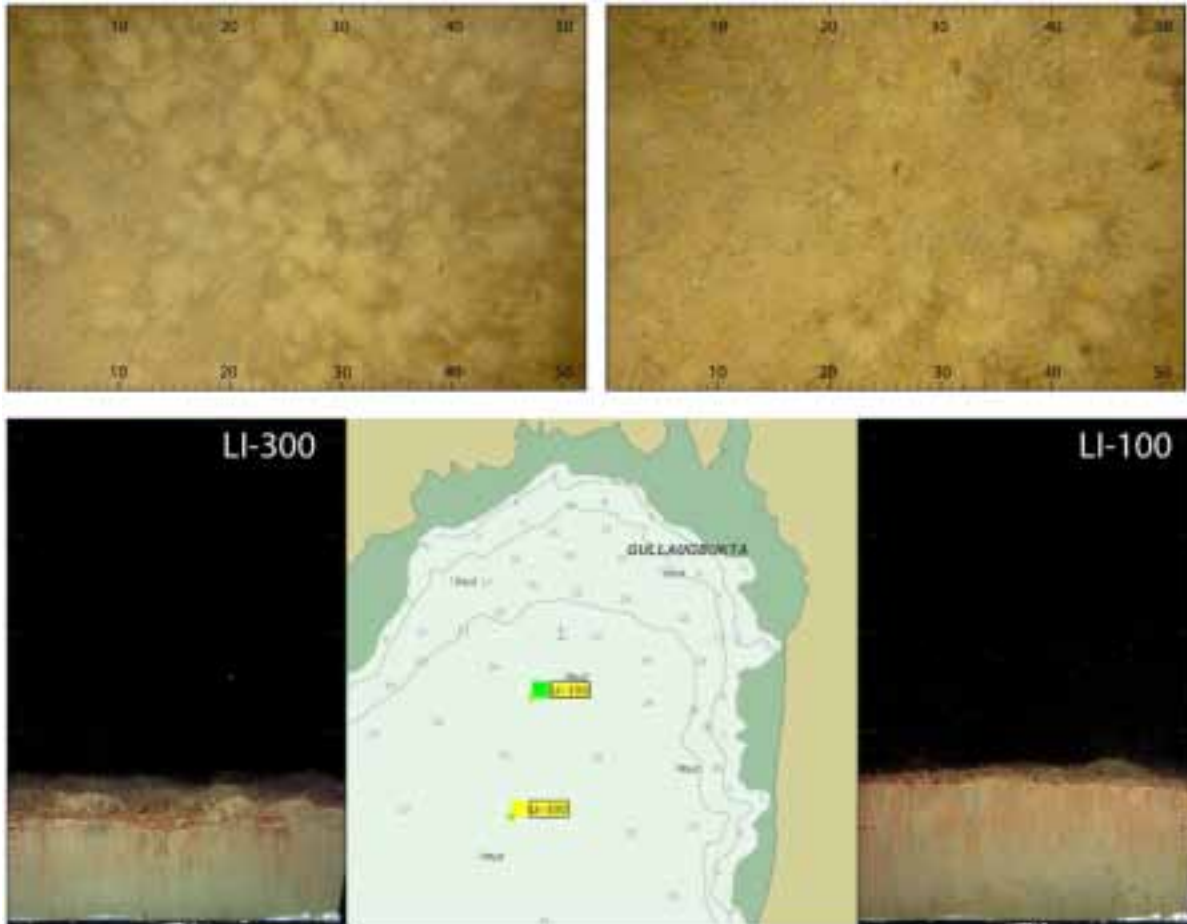
Fuglevik renseanlegg (FR) i Rygge kommune har sitt utløp på ca. 50 m dyp langs strandlinjen mot sentrale deler av Ytre Oslofjorden. Kartet i Figur 17 viser to rør (stiplet linjer) med utløp på fjellbunn i skråningen ovenfor stasjon FR-100. Eksempelbilder fra sedimentoverflaten og nede i sedimentet viser at det er god tilgang på oksygen i bunnvannet og bunnfauna finnes på sedimentoverflaten og noen

centimeter ned i sedimentene hvilket gir stasjon FR-100 god BHQ og FR-300 moderat BHQ status, se Figur 17. Stasjon FR-300 hadde innslag av fjellbunn (se SSI bilde med hardt substrat) og vi fikk kun ett brukbart sedimentprofilbilde med 7 cm penetrasjon fra denne stasjon.



Figur 17. Fuglevik renseanlegg. Kart med undersøkte stasjoner, posisjon (grønn sirkel), status (grønn kvadrat), Sedimentoverflatebilde (SSI, pil viser innslag av fjellbunn) og sedimentprofilbilde (SPI) fra stasjon FR-100 (t.v.) og FR-300 (t.h.).

Linnes renseanlegg i Lier kommune har sitt utløp på ca 30m dyp med plassering i Lierelvas utløp i Gullaugbukta, men vi hadde ikke noen god posisjon for utløpet. To stasjoner ble undersøkt LI-100 (30m) og LI-300 (38m). Kart over området viser ikke noen undervannsrør (stiplet linje) med utløp i bukta (Figur 18). Eksempelbilder fra sedimentoverflaten (LI-300 og LI-100) og dypere i sedimentet viser at det er god tilgang på oksygen i bunnvannet, og bunnfauna finnes på sedimentoverflaten og noen centimeter ned i sedimentene hvilket gir stasjonene god respektive moderat BHQ-status (Figur 18).



Figur 18. Linnes renseanlegg. Kart med undersøkte stasjoner, posisjon (grønn sirkel), status (grønn og gul kvadrat), Sedimentoverflatebilde (SSI) fra LI-300 (t.v.) og LI-100 (t.h.). Sedimentprofilbilde (SPI) fra stasjon LI-300 (t.v.) og LI-100 (t.h.).

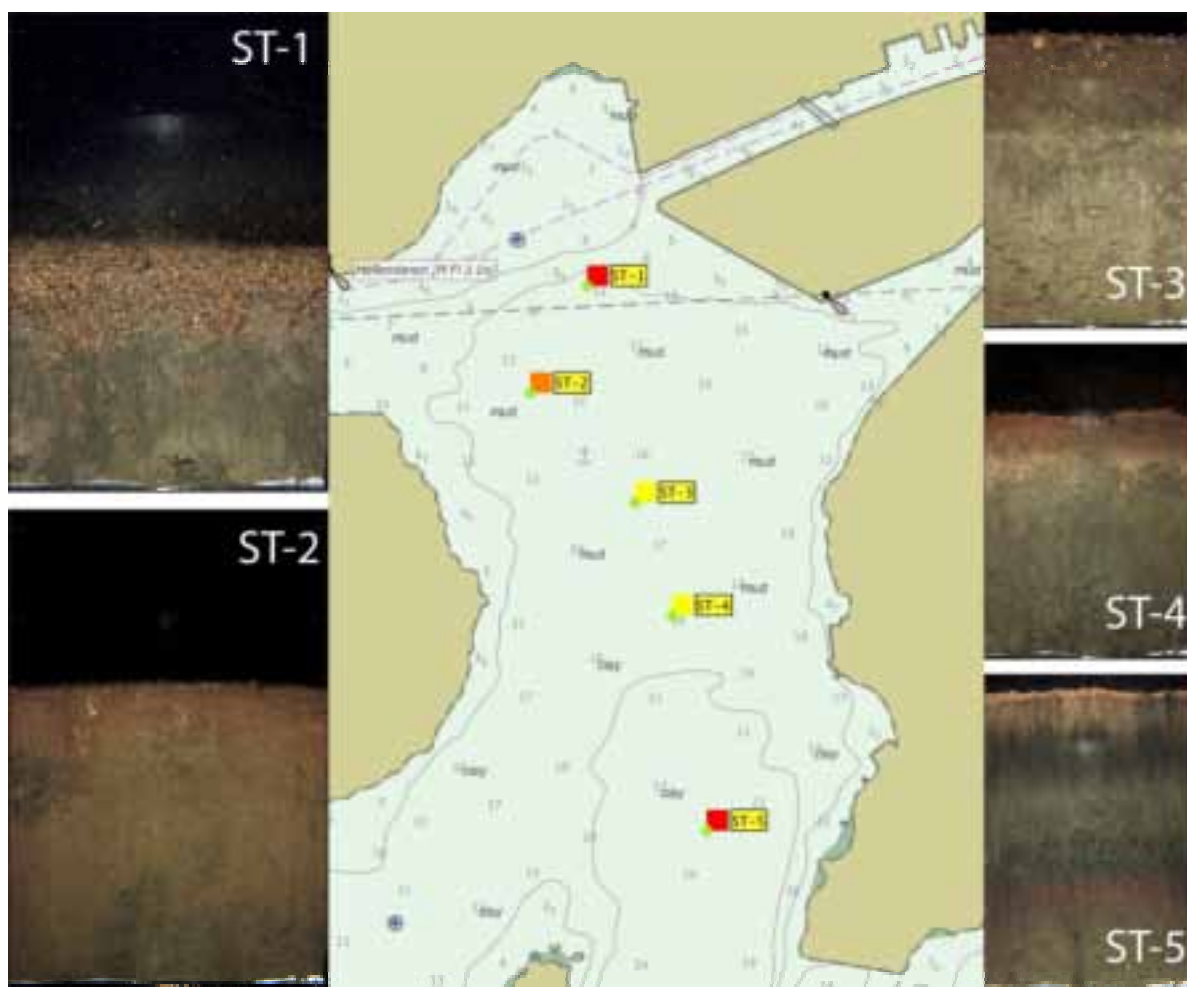
4.2.2 Sedimentkvalitet utenfor Tista

Undersøkelsene med SPI-kamera utenfor Tista i 2012 viste at det er mye flis i sedimentene i området øst for Brattøya, se Figur 19 nedenfor. Tista har sitt utløp øst for Brattøya lengst nord i Iddefjorden og stasjonen nærmest utløpet hadde i 2012 meget dårlig tilstand. Det er reist spørsmål om hvorvidt disse kontaminerte sedimentene bidrar til brunfargen som opptrer i vannet i fjorden. Litt lenger sør var tilstanden noe bedre, og stasjonene ble klassifisert med Dårlig til Mindre god tilstand. I det dypeste området, vest for Rødnabbene er det ofte dårlige oksygenforhold og der var sedimentkvaliteten følgelig meget dårlig.

Resultatene fra undersøkelsene er vist i Tabell 6 og Figur 19 og Figur 20. Alle stasjoner har BHQ mindre enn 6 som er grensen for god status for stasjoner som er grunnere enn 20m. Stasjonene ST-1 og ST-2 har sannsynligvis god tilgang på oksygen, men grunnet kraftig belastning av treflis fra Tista, som bygger opp ett dekkende lag på sedimentoverflaten, finnes begrenset med de strukturer og dyr dypere i sedimentene som trengs for å oppnå moderat tilstand for BHQ. Stasjonene ST-3 og ST-4 midt i transektet hadde moderat tilstand. Stasjon ST-5 på 22m dyp viste reduserte sedimentforhold både på overflaten og nede i sedimentet (SSI bilde Figur 20 og SPI bilde Figur 19) og er sannsynligvis påvirket av de dårlige oksygenforhold som tidligere har vart registrert i dette området (Waldy et al. 2012).

Tabell 6. Stasjonposisjon og dyp. Analyse av bilder tatt med sedimentprofilkamera: Penetrasjonsdyp (cm), målt redoks dyp(aRPD), Bentisk Habitat Quality (BHQ)-indeks og tilstandsklassen (TK).

| Station | N | E | Dyp (m) | Penetrasjon (cm) | aRPD (cm) | BHQ | TK |
|---------|------------|------------|---------|------------------|-----------|-----|----|
| ST-1 | 59.117485N | 11.367933E | 10 | 13,5 | 1,1 | 1,8 | 5 |
| ST-2 | 59.116150N | 11.366567E | 13 | 18,5 | 1,4 | 3,8 | 4 |
| ST-3 | 59.114784N | 11.369100E | 16 | 22,5 | 1,7 | 5,0 | 3 |
| ST-4 | 59.113384N | 11.370000E | 18 | 24,0 | 1,3 | 4,7 | 3 |
| ST-5 | 59.110699N | 11.370816E | 22 | 24,5 | 0,2 | 1,5 | 5 |



Figur 19. SPI-stasjoner med fargekode for stasjonens BHQ-status (Benthic Habitat Quality) og sedimentprofiler. Grønn punkt indikerer plassering, kvadrat indikerer status og gult skilt stasjonsnavn i dybdegradient fra Tistas utløp mellom 10 og 22 meters dyp 23. mai 2012.



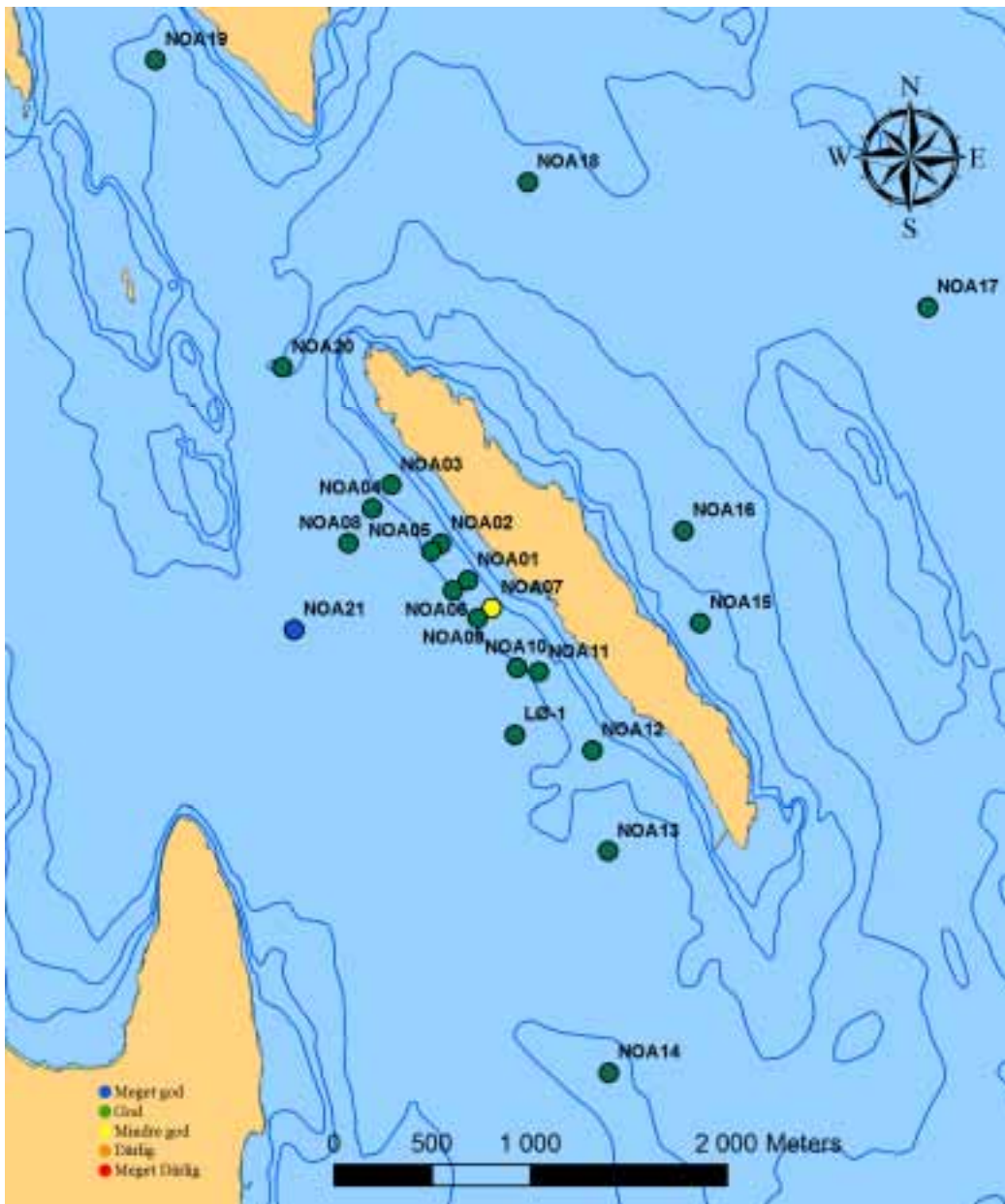
Figur 20. Sedimentoverflatebilder fra stasjonene A. ST-2, B. ST-4 og C. ST-5 i gradient mellom 13 og 22 meter fra Tista utløp med plasser i henhold til Figur 19. På stasjon ST-1 og ST-3 mangler bildeinformasjon grunnet dårlig sikt i mørkt humusrikt vann (ST-1) og oppvirvling av løst materiale fra bunn (ST-3).

4.2.3 Undersøkelser rundt Langøya

Undersøkelsene er årlige og inngår i overvåkingen rundt Langøya som er finansiert av NOAH AS. I 2012 ble det hovedsakelig observert god tilstand (BHQ II) på bløtbunn rundt hele Langøya, kun den grunneste stasjonen på vestsiden av øya (NOA07) viste mindre god tilstand (**Figur 21** og **Tabell 7**).

Tabell 7. Stasjoner som inngår i NOAHs program for overvåking av sedimenter (stasjonsplassering er vist i **Figur 21**). Dyp (m), Benthic Habitat Quality (BHQ) -indeks basert på SPI-bilder for årene 2008 til 2012. Fargen angir tilstandsklasse (Blå = Meget god tilstand, Grønn = God tilstand, Gul = Mindre god tilstand). Bildene på NOA07 og NOA09 var i 2011 av dårlig kvalitet og vanskelig å bedømme, tilstandsklasse ble fra bildene skjønnsmessig bedømt til 2-3 for NOA07 og 3 for NOA09.

| Stasjon | Dyp (m) | BHQ-2008 | BHQ-2009 | BHQ-2010 | BHQ-2011 | BHQ-2012 |
|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| LØ-1 | 68 | 10 | 11,3 | 10 | 9,5 | 9,5 |
| NOA01 | 39 | 9,3 | 11 | 7 | 9,5 | 9,3 |
| NOA02 | 38 | 10 | 10 | 8,3 | 10 | 8,5 |
| NOA03 | 37 | 8,5 | 8,7 | 8,5 | 9,3 | 8,5 |
| NOA04 | 75 | 10,7 | 9,5 | 8 | 11 | 10,3 |
| NOA05 | 48 | 10,3 | - | 7 | 10 | 9,0 |
| NOA06 | 50 | 8,3 | 8 | 7 | 9,3 | 10,5 |
| NOA07 | 32 | 8 | 8 | 6,5 | | 6,7 |
| NOA08 | 88 | 10 | 11 | 11 | 9,3 | 10,0 |
| NOA09 | 47 | - | 11 | 10 | - | 9,0 |
| NOA10 | 56 | 9 | 10 | 9 | 9 | 10,7 |
| NOA11 | 45 | 10 | 8 | 8 | 8 | 8,0 |
| NOA12 | 44 | 9 | 9,7 | 9,3 | 10 | 9,0 |
| NOA13 | 64 | 9,7 | 10,3 | 8,5 | 9 | 8,3 |
| NOA14 | 101 | 10,5 | 9,5 | 9 | 9,5 | 10,8 |
| NOA15 | 45 | 10,3 | 10,5 | 7 | 9,8 | 8,7 |
| NOA16 | 68 | 9,7 | 9,5 | 9,5 | 8,3 | 8,8 |
| NOA17 | 178 | 10,3 | 9,3 | 10 | 8,3 | 10,2 |
| NOA18 | 115 | 9,7 | 9,7 | 10 | 9 | 9,0 |
| NOA19 | 54 | 11 | 11,3 | 8 | 8,8 | 8,7 |
| NOA20 | 100 | 10,5 | 10 | 9,3 | 10,3 | 8,8 |
| NOA21 | 93 | 9 | 11,5 | 11 | 10,3 | 11,2 |



Figur 21. Tilstandsklasser av bløtbunnsfauna i henhold til BHQ-indeksen (Rosenberg *et al.* 2004) i 2012. Blå= Meget god tilstand, Grønn= God tilstand, Gul= Mindre god tilstand.

5. Undersøkelse av makroalger i Ringdalsfjorden

Nedre voksegrense for makroalger gir en indikasjon på vannets gjennomsiktighet over tid. Nedre voksegrense er det dypet hvor en art forekommer som spredt og hvor algene er utvokste individer som kan reproducere. Iddefjorden og Ringdalsfjorden er definert som samme vannforekomst, og klassifisert som vanntype 'sterkt ferskvannspåvirket fjord'. Det mangler per i dag klassegrenser for fastsettelse av tilstand for vanntype 'sterkt ferskvannspåvirket fjord', men det er viktig å følge den biologiske utviklingen på hardbunn i sjøsonen og tidligere undersøkelser i Ringdalsfjorden har vist en økning av nedre voksegrense som er blitt knyttet til bedring i vannkvaliteten (Helland & Walday 1996).

I denne undersøkelsen er det samtidig med nedre voksegrense også blitt undersøkt horisontal utbredelse av tang/alger i strandsonen innover fjorden mot Halden. De fastsittende organismene i strandsonen kan fortelle mye om miljøtilstanden og vannkvaliteten i overflatelaget. Tilstedeværelse eller fravær av arter, særlig av flerårige arter, kan brukes som miljøindikatorer. Vegetasjonen i strandsonen er også noe folk som ferdes langs fjorden vil merke seg, og som mer eller mindre bevisst preger deres oppfatning av forurensningssituasjonen. Selv om det er år-til-år variasjoner vil allikevel vegetasjonen og artenes utbredelsesgrenser gi et integrert bilde av miljøforholdene over tid.

Ni stasjoner ble undersøkt i Ringdalsfjorden/Iddefjorden (videre kalt Ringdalsfjorden) i august 2012 (Figur 22). Nedre voksegrense ble undersøkt på 4 stasjoner (st. 5, 10, 12 og 13). Stasjon 5 og 12 har vært undersøkt med dykking tidligere (bl.a. Helland og Walday 1996), mens stasjon 13 og 10 ble opprettet i 2012. Strandsonundersøkelser ble utført på 7 stasjoner (st. 5-11) som alle har vært undersøkt tidligere (bl.a. Rueness mfl. 1998).

Nærmere beskrivelse av metodene og samtlige resultater er gitt i fagrapporten for bentos (Gitmark et al. 2013).



Figur 22. Stasjonsplasseringen for undersøkelsene av strandson- og nedre voksegrense i Ringdalsfjorden august 2012. GPS-posisjon og stedsnavn finnes i Tabell 1.

Dykkestasjonene

Sponvikskansen (st. 5): Fjellbunn ned til 16 m, bløtbunn med tomme skall dypere. Nederste funn av opprette alger var krusblekke - *Phyllophora pseudoceranooides* på 7 meter. Det ble observert mye dyr på fjellet, bl.a. *Dendrodoa grossularia*, gul svamp, dødmannshånd, vanlig korstroll, sjøroser, korallnellik (*Protanthea simplex*) og endel store taskekrabber (*Carcinus maenas*). Grunnere enn 6 m var det dominerende med juvenile blåskjell på bunnen.



Sponvikskansen, ca 12m dyp.

Svinesund (st. 13): Fjellbunn ned til ca. 7 m dyp, deretter bløtbunn med stein og tomme skjell. Det ble ikke registrert opprette alger dypere enn 3,1 m (svartdokke - *Polysiphonia fucooides*). Det ble observert en del dyr, bl.a. tarmsjøpung (*Ciona intestinalis*) og vanlig korstroll (*Asterias rubens*) på stein, og *Dendrodoa grossularia* (sekkedyr) og gul svamp på fjell. Grunnere enn 6 m var det dominerende med juvenile blåskjell på bunnen.



Svinesund, ca 2,5m dyp

Kråkenebbet lykt (st. 12): Fjellbunn dekket med endel sediment. Det ble ikke registrert opprette alger dypere enn 4,4 m (*Cladophora* sp). Det ble observert endel dyr, bl.a. trekantmark, hydroider,

påfuglmark og *Crania anomala* (armføttinger). Grunnere enn 6 m var det dominerende med unge blåskjell, og grunnere enn 3 m var det dominerende med brakkvannsrur.



Kråkenebbet lykt, ca 10m dyp

Knivsøy (st. 10): Fjellbunn dekket med endel sediment ned til ca. 8 m dyp, mindre sediment dypere. Det ble ikke registrert opprette alger dypere enn 2 m (*Cladophora* sp). Det ble observert en del dyr på fjellet, bl.a. dødmannshånd (*Alcyonium digitatum*), *Corella parallellogramma* (sekkedyr), påfuglmark (*Sabella pavonina*) og trekantmark (*Pomatoceros triqueter*). Grunnere enn 6 m var bunnen dominert av unge blåskjell (*Mytilus edulis*), og grunnere enn 4 m var den dominert av brakkvannsrur (*Balanus improvisus*).



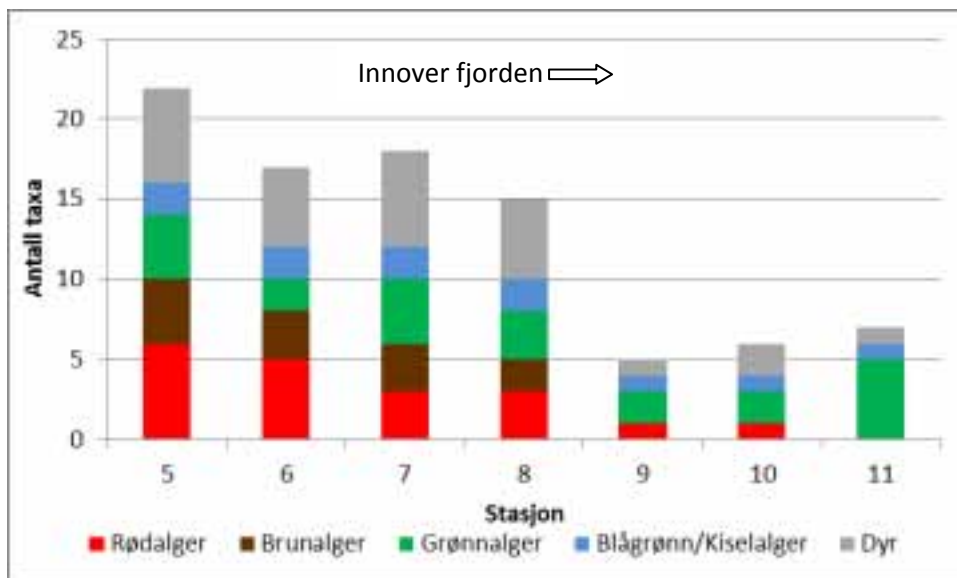
Knivsøy, ca 17m dyp.

I 1994 ble det registrert trådformete grønnalger og rødalger av slekten *Polysiphonia* på 12 m dyp på stasjonen ved Sponvika (st. 5). *Polysiphonia* ble også registrert på 7 m dyp. I 2012 var nederste registrering av opprette alger (Krusblekke) på 7 m dyp. Ved Kråkenebbet lykt ble det ikke registrert opprette alger på noen av dypene i 1994, mens i 2012 ble det registrert opprette alger på 4,4 m dyp. Funnet av alger på 4,4 m indikerer at vannkvaliteten ved Kråkenebbet lykt har blitt bedre siden 1994. I

2012 ble det registrert blekker (*Phyllophora* og *Coccotylus*) på 6 og 7 m dyp ved Sponvika. Etableringen av disse tykke, flerårige rødalgene kan tyde på at også her er vannkvaliteten blitt bedre, selv om det i 1994 ble registrert alger ned på 12 m dyp. Det må merkes at ved dykkeundersøkelsene i 1994 ble det kun utført stereofotografering på merkede områder på 3 ulike dyp (2, 7, 12 m i Sponvika og 2, 7 og 17 m ved Kråkenebbet lykt).

Strandsonen

Figur 23 viser fordelingen av rødalger, brunalger, grønnalger, blågrønn-/kiselalger og dyr på de 7 strandsonestasjonene. Det ble registrert flest arter/taxa på stasjonen ytterst i Ringdalsfjorden (st. 5) og færrest på stasjonen ved Unnebergsholmene (st. 9). Figur 23 viser at det er et tydelig skille i artsmangfold mellom stasjonene øst og vest for Svinesund (mellom st. 8 og 9). På de fire vestligste stasjonene ble det registrert gjennomsnittlig 18 ulike arter/taxa, mens på de tre østligste stasjonene var det kun 6. Det ble ikke registrert brunalger på de 3 innerste stasjonene, og de fleste rødalgene ble heller ikke registrert innenfor stasjon 8. Grønnalgene skiller seg ut ved at det er registrert flest arter/taxa av dem på den innerste stasjonen.



Figur 23. Fordeling av rødalger, brunalger, grønnalger, blågrønn-/kiselalger og dyr på de 7 strandsonestasjonene undersøkt i august 2012.

I 1998 ble det utført en undersøkelse av algesamfunnet i strandsonen (Rueness mfl. 1998). Undersøkelsen ble utført i november og det ble bl.a. brukt kasterive for å hente opp alger som vokste på større dyp enn tilgjengelig ved snorkling. I 2012 ble undersøkelsene utført i august med snorkling. Det er derfor vanskelig å sammenlikne resultatene fra de to undersøkelsene, men hovedtrekkene i de to undersøkelsesperiodene er like: et relativt rikt artsmangfold fra Svinesund og utover i fjorden, mens det var betydelig lavere på de innerste stasjonene.

Det har imidlertid skjedd betydelige endringer i hvor langt innover i fjorden de flerårige algeartene vokser siden undersøkelser av strandsonen ble startet opp på 70-tallet. I 1972 var innergrensen for blæretang (*Fucus vesiculosus*) rundt stasjon 7 (øst for Sponvika). I 1998 var innergrensen rett øst for stasjon 8 (Svinesund), rundt Blåsoppbukta. I 2012 ble det registrert blæretang på stasjon 8, men det ble ikke foretatt grundigere undersøkelser av innergrensen. Blæretang ble ikke registrert på stasjon 12, under dykkeundersøkelsene. Det indikerer at det har skjedd ubetydelige (om noen) endringer i innergrensen til blæretang siden 1998.

6. Referanser

- Aure, J., Danielsen, D., Magnusson, J. 2010. Langtransporterte tilførsler av næringssalter til Ytre Oslofjord 1996-2006. *Fisken og Havet* 4-2010. 21s.
- Gitmark JK, Norling K, Walday M. 2013. Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2012. Fagrapport. NIVA-rapport 6489-2013. 36s.
- Helland A. & M. Walday. 1996. Overvåking av Iddefjorden 1994. Undersøkelser av hardbunnsamfunn, sedimenterende materiale og bunnsedimenter. NIVA-rapport 3502-1996. 90s.
- Naustvoll, LJ (HI), Selvik, JR, Sørensen, K. 2013. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2012. Fagrapport. NIVA-rapport 6496-2013. 91s.
- 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 K., Naustvoll L. (HI), Ledang AB., Bjerkeng B., Gitmark J. 2011. Miljøovervåking av sukkertare langs kysten. Sukkertareovervåkingsprogrammet 2009-2010. Årsrapport for 2009 og 2010. NIVA-rapport 6135-2011. 80s.
- 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
- Skarbøvik Eva (Bioforsk), Per Stålnacke (Bioforsk), Kari Austnes (NIVA), John Rune Selvik (NIVA), Paul Andreas Aakerøy (Bioforsk), Torulv Tjomsland (NIVA), Tore Høgåsen (NIVA), Stein Beldring (NVE), 2012. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2011. NIVA-rapport 6439-2012. 66 s. +vedlegg.
- Rueness J., Wiik Ø., & F. Moy. 1998. Undersøkelse av innergrenser for utvalgte arter av fastsittende alger i Ringdalsfjorden og Iddefjorden. Befaring til Ringdalsfjorden i 1998. NIVA-rapport 3973-1998. 12s.
- Walday, M., Gitmark, J., Naustvoll, LJ (HI), Norling, K., Selvik, J., Sørensen, K. 2012. Overvåking av Ytre Oslofjord i 2007-2011. 5-årsrapport. NIVA-rapport 6352-2012. 100s.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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