

# Overvåking av Ytre Oslofjord 2013. Årsrapport



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

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

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

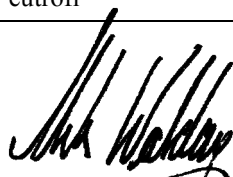
Tittel Overvåking av Ytre Oslofjord 2013. Årsrapport	Løpenr. (for bestilling) 6680-2014	Dato 2014.01.07
	Prosjektnr. Undernr. 13250	Sider Pris 42
Forfatter(e) Walday, Mats Gitmark, Janne Naustvoll, Lars (HI) Norling, Karl	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Ytre Oslofjord	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fagrådet for Ytre Oslofjord. Bjørn Svendsen er Fagrådets kontaktperson	Oppdragsreferanse J.nr. 0539/13
--	------------------------------------

**Sammendrag**

Innenfor overvåkingen av Ytre Oslofjord ble det i 2013 gjennomført undersøkelser i vannmasser, på bløtbunn med SPI-kamera (Sediment Profile Imaging) og grabbing (faunaanalyser), samt dykkeundersøkelser på hardbunn. Stasjoner som ligger i de ytre delen av randsonen og på den vestre og ytre del av Oslofjorden har bedre miljøforhold i vannmassene enn de som ligger lengre inn i sidefjordene, lengre fra sentrale deler av fjorden. Nedre voksegrense til et utvalg av bunnlevende makroalger ble undersøkt ved Småholmane i Østfold og Sandsundholman og Vågøy i Telemark. Undersøkelsen viser at det var god status på Småholmane, god status på Sandsundholmen og meget god status på Vågøy. Generelt var tilstanden på bløtbunn i 2013 noe bedre enn tidligere rundt Tønsberg (Kanalen, Vestfjorden-nordre, Vestfjorden-søndre), noe dårligere i Iddefjordens hovedbasseng («meget dårlig»), mens det stort sett var likt med tidligere i Drammensfjorden-indre («meget dårlig»), Frierfjorden («moderat») og Leira («god»). En stor del av variasjonen mellom enkelte år forklares ved endring i belastning og uregelmessig utskifting av dyper vannmasser i fjordområder.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. marin</li> <li>2. overvåking</li> <li>3. miljøtilstand</li> <li>4. eutrofi</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. marine</li> <li>2. monitoring</li> <li>3. environmental quality</li> <li>4. eutrophication</li> </ol>
--	--



Mats Walday  
Prosjektleder



Hege Gundersen  
Kvalitetssikrer

Overvåking av Ytre Oslofjord 2013

**Årsrapport**

## Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Havforskningsinstituttet (HI) gjennomfører, på oppdrag fra Fagrådet for Ytre Oslofjord, overvåking av det marine miljøet i Ytre Oslofjord. Den foreliggende rapport beskriver og vurderer undersøkelser og resultater fra undersøkelser som er blitt gjennomført i 2013.

De fleste vannprøver er samlet inn fra HI's forskningsfartøy G.M. Dannevig. Marit Norli, NIVA har gjennomført vannprøveinnsamlingen utenom det som er gjort med G.M. Dannevig og John Rune Selvik er ansvarlig for tilførselsberegningene. Lars Naustvoll fra HI er ansvarlig for vannmasseundersøkelsene.

Bløtbunnstoktet ble gjennomført av NIVA med Universitetet i Oslo sitt fartøy "Trygve Braarud". Bjørnar Beylich og Karl Norling samlet grabbprøver for analyse av bløtbunnsfauna samt sedimentprofil- (SPI) og sedimentoverflatebilder (SSI). Identifisering av børstemark er utført av Gunhild Borgersen, og øvrige dyregrupper av Marijana Brkljacic. Hele toktmannskapet var fra NIVA.

NIVAs Janne Gitmark, Camilla With Fagerli og Maia Røst Kile har gjennomført undersøkelsene av makroalger. Til hardbunnsundersøkelsene ble NIVAs lettbåt av typen Polarsirkel benyttet.

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

Bildet på forsiden er tatt av Janne Gitmark

Oslo, 1. juli 2014

*Mats Walday*

---



# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Metodikk</b>	<b>8</b>
2.1 Tilførsler	8
2.2 Vannmasser	8
2.3 Nedre voksegrense for makroalger	9
2.3.1 Undersøkelsen i relasjon til Vanddirektivet/Vannforskriften	9
2.4 Bløtbunn	10
2.4.1 Støtteparametere	10
2.4.2 Bløtbunnsfauna	10
2.4.3 Sedimentprofilfotografering (SPI)	12
<b>3. Resultater</b>	<b>13</b>
3.1 Tilførsler	13
3.2 Vannmasser	19
3.2.1 Tilstandsklassifisering 2013	19
3.2.2 Planteplankton 2013	22
3.3 Nedre voksegrense for makroalger	25
3.4 Bløtbunn	28
3.4.1 Bløtbunnsfauna	28
3.4.2 SPI-undersøkelser	29
3.4.3 Beskrivelse av delområder	30
<b>4. Diskusjon</b>	<b>41</b>
<b>5. Referanser</b>	<b>42</b>

---

## Sammendrag

Overvåkningsprogrammet for bunnområdene i Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om tilførsler og miljøtilstand med fokus på eutrofiering. I 2013 inngikk undersøkelser i vannmasser, på bløtbunn med SPI-kamera (Sediment Profile Imaging) og grabbing (faunaanalyser), samt dykkeundersøkelser på hardbunn.

### Tilførsler

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

### Vannmassene

Vannmassene ble i det ordinære programmet undersøkt på 16 stasjoner ved syv anledninger. Tre stasjoner i Hvalerområdet ble prøvetatt ti ganger på oppdrag av Borregaard AS.

Stasjoner som ligger i de 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 sentrale deler av fjorden.

Drammensfjorden og Mossesundet har begge en utfordring knyttet til nitrogen-konsentrasjonene. Drammensfjorden har i tillegg dårlige oksygenforhold i bunnvannet.

Dersom man holder parameteren siktdyp utenfor er tilstanden i Larviksfjorden og Sandefjordsfjorden «god» eller «svært god». Vestfjorden ved Tønsberg skiller seg noe fra de øvrige vestlige stasjonene i Ytre Oslofjord ved å ha «moderat» tilstand for nitrogenparameterne.

I Frierfjorden er det registrert noe forhøyede nitrogenkonsentrasjoner over flere år. Dette gjaldt også i 2013. Fjorden har også en utfordring når det gjelder oksygenkonsentrasjon i bunnvannet.

Det er en tydelig gradient i miljøforholdene i Hvalerområdet. Ved Leira var tilstanden «god» eller «svært god» for de ulike parameterne i 2013, og skiller seg dermed ut fra de øvrige stasjonene. Oksygenforholdene var forverret fra «god» til «dårlig» ved Ramsø og Ringdalsfjorden. Iddefjorden var fortsatt i tilstandsklasse «svært dårlig» og Haslau fortsatt «god».

### Hardbunn

Nedre voksegrense til 9 arter av makroalger ble undersøkt med dykking på tre stasjoner i Ytre Oslofjord (Småholmene ved Hankø i Østfold, Sandsundholmen og Vågøy utenfor Valle i Telemark). Nedre voksegrenseindeksen ble benyttet for å bestemme status for vannkvalitet ved de tre stasjonene. En EQR (Ecological Quality Ratio) -verdi ble beregnet basert på registreringene av nedre voksedyp.

Undersøkelsen viser at det var «god» status på Småholmene, «god» status på Sandsundholmen og «meget god» status på Vågøy.

### Bløtbunn

Bløtbunnsundersøkelsene omfatter sedimentanalyser av kornfordeling og total organisk karbon, standard utregning av indekser for bløtbunnsfauna og analyse av sedimentprofilbilder (SPI) for utregning av bentisk habitat kvalitet (BHQ) samt klassifisering av status for samtlige metoder.

Bunnsedimenter i Ytre Oslofjord viste stor variasjon i tilstand mellom undersøkte områder, mellom vannforekomster innen samme område, samt også noe variasjon mellom de ulike metodene.

Generelt var miljøtilstanden i 2013 noe bedre enn tidligere i vannforekomster rundt Tønsberg (Kanalen – «mindre god», Vestfjorden-nordre - «god», Vestfjorden-søndre – «god»), noe dårligere enn tidligere i Iddefjordens hovedbasseng («meget dårlig»), mens det stort sett var likt med tidligere undersøkelser i Drammensfjorden-indre («meget dårlig»), Frierfjorden («moderat») og Leira («god»). En stor del av variasjonen mellom enkelte år forklares ved endring i belastning og uregelmessig utskifting av dypere vannmasser i fjordområder.

Stasjon ST-1 i Iddefjorden hadde størst forekomst av arter som er lite følsomme for organisk belastning, f.eks en opportunistisk flerbørstemark. Denne og flere andre arter som klarer organisk belastning var også blant de dominerende artene på stasjonen ved Tønsberg (TF-3). På stasjonene TØ-2 på Husøyflaket og Ø-1 på Leira dominerte langlivede arter som normalt er følsomme for organisk belastning, hvilket indikerer stabile gode forhold på 40-50 m dyp i Ytre Oslofjord.

Basert på indekser for bløtbunnsfauna ble stasjonene Vestfjorden (TØ-1), Husøyflaket (TØ-2), Frierfjorden (V-50) og Leira (Ø-1) klassifisert i de to beste klassene «god» og «meget god». Stasjon DF-097 i Drammensfjorden hadde ingen fauna og var derfor «meget dårlig». Stasjon ST-1 i Iddefjorden var karakterisert av mye flis og ekstremt høy tetthet av en opportunistisk børstemark og ble også klassifisert som «meget dårlig».

Det var overensstemmelse i klassifisering mellom ulike metoder (bløtbunnsfauna og SPI) i flere områder, med avvik i Drammensfjorden hvor det ikke var fauna til stede til tross for oksyderte bunnsedimenter.

## Summary

Title: Monitoring of the outer Oslofjord. Investigations in 2013.

Year: 2014.

Author: Mats Walday, Janne Gitmark, Lars Naustvoll, Karl Norling.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6415-9.

The hydrographic conditions were studied at 16 stations on seven occasions. Three stations in the Hvaler area were sampled 10 times.

Stations located in the outer part of the border zone and on the west and the outer part of the Oslofjord had better conditions in the water masses than those located further into the side fjords, with longer distance from the central parts of the fjord.

The Drammensfjord and Mossesundet both have elevated nitrogen concentrations. Drammensfjorden also has poor oxygen conditions in bottom waters. The Larviksfjord and Sandefjords fjord have "good" or "very good" conditions, except for secchi-depth. Vestfjorden near Tønsberg differs slightly from the other western stations in the Oslofjord by having "moderate" state of nitrogen parameters.

The Frierfjord has experienced slightly elevated nitrogen concentrations over several years. This was also true in 2013. It also has a challenge in terms of oxygen concentration in the bottom water.

There is a gradient in environmental conditions in the Hvaler area with the best conditions in the outer part. Bottom water in the Iddefjord was still in the condition class "very poor".

Lower growth-limit of a variety of macroalgae was examined by diving at three stations (Småholmene in Østfold, Sandsundholmen and Vågøy in Telemark) in the outer Oslofjord. Lower growth limit index was used to determine the status of the water quality at the three stations. The EQR value (Ecological Quality Ratio) was calculated based on the results. The survey shows that there was Good status at Småholmene, Good status at Sandsundholmane and Very good status at Vågøy.

Benthic investigations included in 2013 surveys of soft bottom by sediment profile imaging (SPI) and grabbing for macro fauna. Sediments in the outer Oslofjord showed great variation in state between surveyed areas between water bodies within the region, and also some variation between the different methods.

In general, conditions on soft bottom were better 2013 than earlier years in water bodies around Tønsberg, somewhat reduced in Iddefjord mainbasin ("very poor"), while it was largely similar to previous studies in the inner Drammensfjord ("very poor"), Frierfjord ("moderate") and Leira ("good"). A great deal of variation between individual years is explained by the change in load to the fjordareas and irregular replacement of deeper waters in coastal areas. The survey is indicating stable and good benthic conditions at 40-50 m depth in the central parts of the outer Oslofjord.



# 1. Innledning

Overvåkningsprogrammet for Ytre Oslofjord skal fremskaffe informasjon om miljøtilstanden i fjorden, med fokus på eutrofiering. I overvåkningsprogrammet er det tatt hensyn til krav i EU's vanddirektiv og SFT's klassifisering av miljøkvaliteten. Det er i 2013 gjennomført undersøkelser av vannmasser på 16 stasjoner, fauna på bløtbunn på seks stasjoner og på fire av dem ble det også undersøkt med sedimentprofil-fotografering. På hardbunn er nedre voksegrense hos makroalger undersøkt på tre stasjoner; to i Telemark og en i Østfold.

Det blir produsert årlige fagrapporter for undersøkelsene av vannmasser og tilførsler, og undersøkelsene av bunnområder i Ytre Oslofjord. Rapporteringen er holdt i en enkel form med presentasjon av metodikk, omfang av prøvetaking og resultater. En nærmere presentasjon og vurdering av resultatene blir gjort i den foreliggende årsrapporten.

## 2. Metodikk

Metodikken som er brukt i overvåkingen i 2013 er nærmere beskrevet i de to fagrapportene (Naustvoll m.fl. 2014 og Gitmark m.fl. 2014).

### 2.1 Tilførsler

Modellerte kildefordelte tilførsler til Ytre Oslofjord for 2012 er basert på resultater fra NIVAs TEOTIL-modell. Det brukes der data fra ulike nasjonale databaser, se vannmasserapporten (Naustvoll m. fl. 2014). Målte tilførsler via elver kommer fra Miljødirektoratets elvetilførselsprogram som har pågått siden 1990 og har fulgt 10 hovedelver med månedlige analyser av konsentrasjonene av ulike vannkjemiske komponenter i hele perioden. For Ytre Oslofjord presenteres data for Glomma, Drammenselva, Numedalslågen og Skienselva.

### 2.2 Vannmasser

Vannmassene ble undersøkt på 16 stasjoner (Tabell 1, Figur 11) ved syv anledninger under hovedprogrammet, og ved 3 ekstra anledninger på tre stasjoner i Hvalerområdet på oppdrag av Borregaard AS (Tabell 2). I Tabell 3 er det gitt en oversikt over de parametre som ble undersøkt.

**Tabell 1.** Vannmassestasjoner som ble undersøkt i 2013.

Stasjoner i YO - programmet 2013		
OF 5 - Bastø	Midtre Drammensfjorden (D-2)	Kippenes (MO-2)
OF 4 - Breiangen	Indre Drammensfjorden (D-3)	Leira (Ø-1)
OF 1 - Torbjørniskjær	Larviksfjorden (LA-1)	Ramsø (I-1)
Frierfjorden (BC-1)	Mossesundet (MO-1)	Ringdalsfjorden (RA-5)
Sandefjord (SF-1)	Kjellvik (ID-2)	Haslau (S-9)
Vestfjord (TØ-1)		

**Tabell 2.** Datoer for prøvetaking av vannmasser i Ytre Oslofjord 2013.

Datoer prøvetatt fra FF G.M. Dannevig						
27-28. jan	12-13. feb	6-8. juni	2-4. juli	14-16. aug	24. sept-4. okt	12-20. nov
Datoer ekstra prøvetaking i Hvaler med MS Falkungen						
24. mars		6. mai			4. juli	

**Tabell 3.** Parametere som har inngått i overvåkingen i 2013.

Parametere	
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 (klorofyll a og planteplankton ikke inkludert i vinterperioden (desember-februar) i hovedprogrammet.

Planteplankton-parametere som har vært inkludert i 2013 er biomasse målet klorofyll a og planteplanktonets artssammensetning og mengde. Klorofyll a har blitt samlet inn på alle stasjoner i programmet, mens sammensetning kun er inkludert ved enkelte stasjoner. Planteplankton er kun inkludert i forbindelse med sommertoktene (juni-september).

## 2.3 Nedre voksegrense for makroalger

Nedre voksegrense til et utvalg av makroalger ble undersøkt ved tre stasjoner i Ytre Oslofjord (en stasjon i Østfold og to i Telemark) i begynnelsen av september 2013. Undersøkelsen er utført iht. standard for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn (ISO 19493:2007) og tilfredsstillende krav som er satt både i overvåkingsveilederen og klassifiserings-veilederen utgitt av Direktoratets gruppa for gjennomføringen av vanddirektivet.

**Tabell 4.** GPS posisjoner (wgs84) og undersøkelsesdato for nedre voksegrensestasjoner undersøkt i 2013.

Stasjonsnummer	Stasjonsnavn	Kommune	Dato	GPS posisjon	
1	Småholmane	Fredrikstad	2.9.2013	59,22628	10,75113
2	Sandsundholmen	Kragerø	3.9.2013	58,91999	09,57201
3	Vågøy	Bamble	3.9.2013	58,90505	09,59754

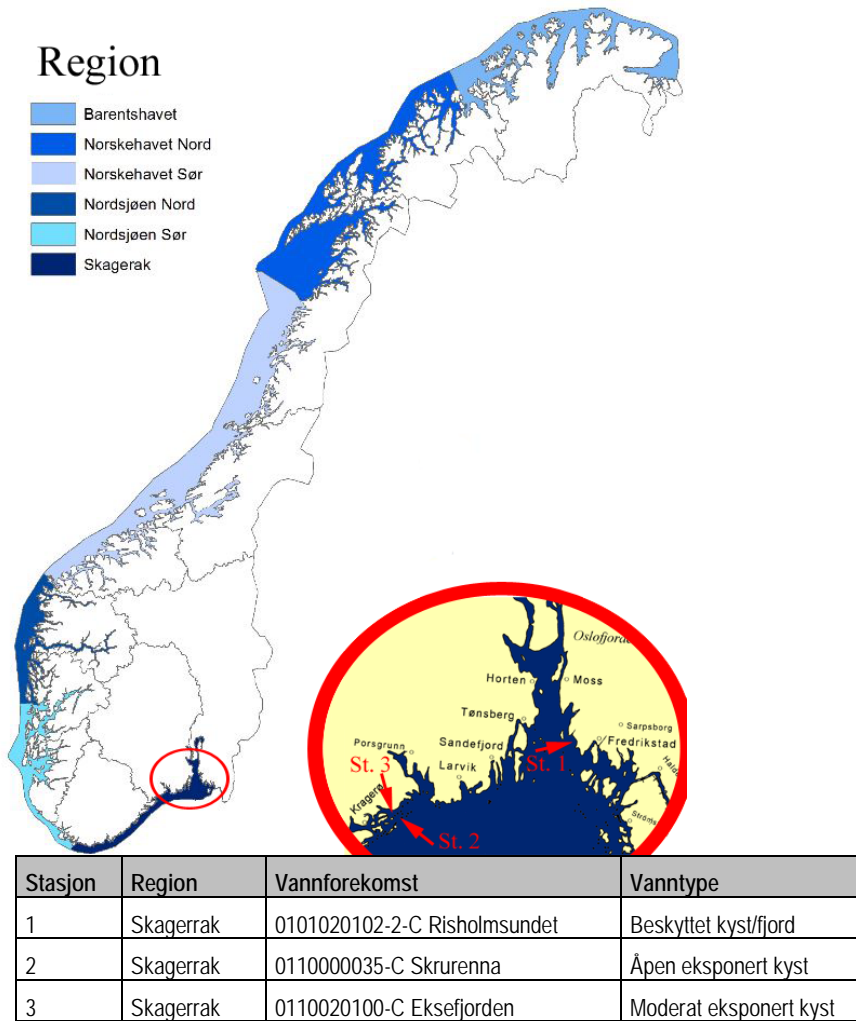
### 2.3.1 Undersøkelsen i relasjon til Vanddirektivet/Vannforskriften

Vannforskriften sier at alle vannforekomster skal dokumentere vannkvaliteten ved å benytte biologiske indekser. I Norge har vi per i dag (desember 2013) to makroalgeindekser (Fjæreindeksen – RSLA og Nedre voksegrenseindeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper. I henhold til vannforskriften er Norge delt inn i seks regioner. Undersøkelsesområdene ligger i region Skagerrak, og de tre undersøkte stasjonene ligger i vanntypene: "Åpen eksponert kyst", "Moderat eksponert kyst" og "Beskyttet kyst/fjord" (Figur 1). For nærmere informasjon, se: [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no). For vanntypene i Skagerrak benyttes kun nedre voksegrenseindeksen.

Reduksjon i lysgjennomtrengelighet og dermed nedre voksegrense for alger har en klar sammenheng med graden av overgjødning. Basert på historiske data, innsamlet informasjon fra forurensede områder og ekspertvurderinger, er det satt grenseverdier for vannkvalitet basert på nedre voksegrenser for ni utvalgte arter for tre vanntyper i Skagerrak (Veileder 01:2009). En EQR (Ecological Quality Ratio) – verdi beregnes automatisk i et regneark utviklet av NIVA og varierer fra 0 «svært dårlig» til 1 «svært god» (Tabell 5). For å tilfredsstillende kravene i Vannforskriften må det oppnås en EQR over 0,6 (grenseverdien mellom «god» og «moderat» tilstand). Dersom EQR er lavere enn 0,6 skal det vurderes å sette inn tiltak.

**Tabell 5.** Skalaen for EQR-verdiene og tilhørende status for vannkvalitet (Veileder 01:2009)

EQR - verdi	Status for vannkvalitet
1,00 – 0,81	Svært god
0,80 – 0,61	God
0,60 – 0,41	Moderat
0,40 – 0,21	Dårlig
0,20 – 0,00	Svært Dårlig



**Figur 1.** Oversikt over regionene i Norge i hht. vannforskriften hvor undersøkelsesområdene er markert med rød sirkel (kart hentet fra vannportalen.no). Og en oversikt over hvilken vannforekomst de tre nedre voksegrense-stasjonene undersøkt i 2013 ligger i og hvilken vanntype de tilhører (fra vann-nett.no).

## 2.4 Bløtbunn

Bløtbunnstoktet i Ytre Oslofjord ble gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) den 25. mai - 5. juni 2013 med Universitetet i Oslo's fartøy "Trygve Braarud". Stasjoner hvor SPI- og faunaprøver ble tatt er vist på kart i Figur 2 og Figur 3.

### 2.4.1 Støtteparametere

Som støtteparameter ved faunaundersøkelsene benyttes sedimentets innhold av organisk materiale (totalt organisk karbon, TOC) og analyse av kornfordeling (andel av finmateriale < 63µm).

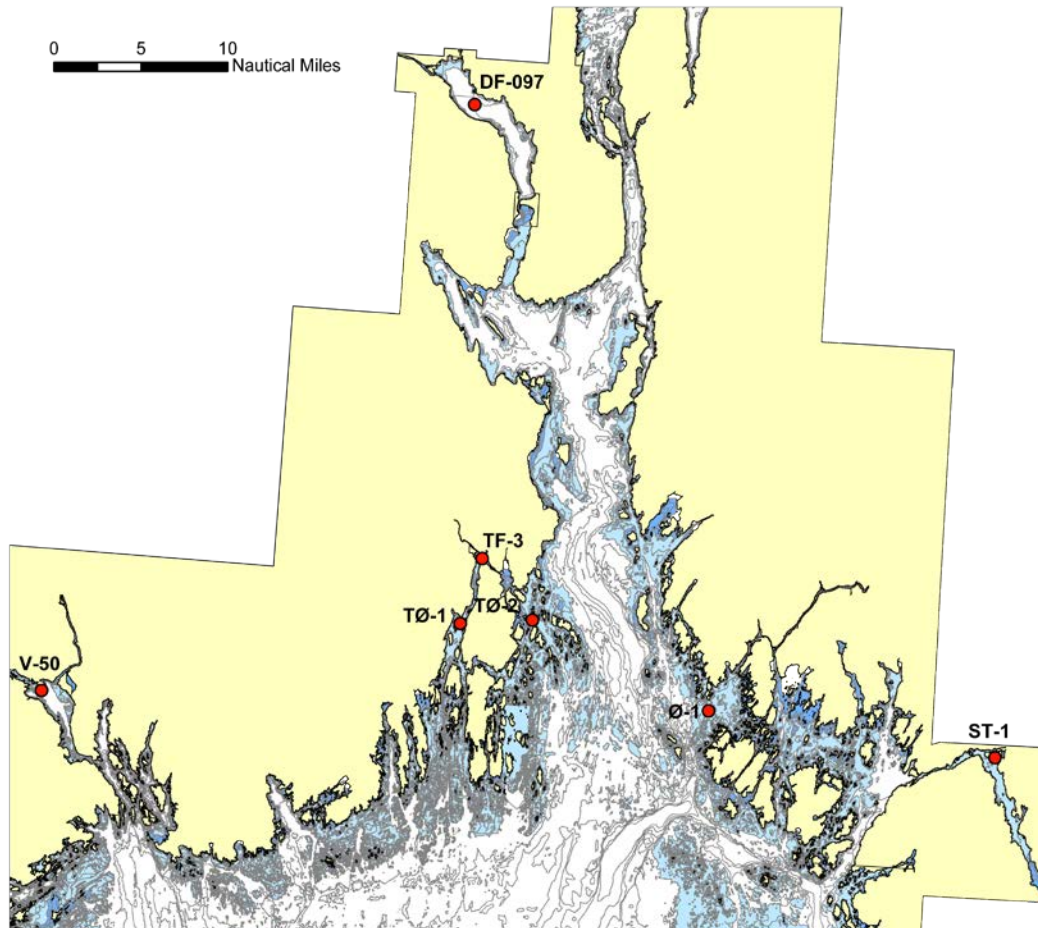
### 2.4.2 Bløtbunnsfauna

Prøvene av bunnfauna ble innsamlet med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen-grabb med tre parallelle prøver per stasjon. Fra registrerte arts- og individantall ble antall arter per stasjon (0,3 m<sup>2</sup>) og antall individer per kvadratmeter beregnet. Det ble så beregnet multi-metriske indekser (NQI1 og NQI2 i henhold til

Veileder 2009:01), mangfold ved Shannon–Wiener indeksen  $H'$  (Shannon & Weaver 1963) og Hulberts indeks  $ES_{100}$  (Hurlbert 1971) samt Indicator Sensitivity Index ISI som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen (Rygg 2002). Datane er lagt inn i NIVAs bløtbunnsdatabase.

**Tabell 6.** Klassifiseringssystem for bløtbunnsfauna (marine makroinvertebrater) for ulike indekser: Norwegian Quality Index (NQI1 og NQI2), hvorav NQI1 er interkalibrert med andre europeiske indekser. Shannon-Wiener ( $H'$ ), Hulberts indeks ( $ES_{100}$ ) og Indicator Sensitivity Index (ISI).

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God	God	Moderat	Dårlig	Svært Dårlig
NQI1	Sammensatt	>0,72	0,72-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
NQI2	Sammensatt	>0,65	0,65-0,54	0,54-0,38	0,49-0,31	0,31-0
$H'$	Artsmangfold	>3,8	3,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
$ES_{100}$	Artsmangfold	>25	25-17	17-10	10-5	5-0
ISI	Ømfintlighet	>8,4	8,4-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0

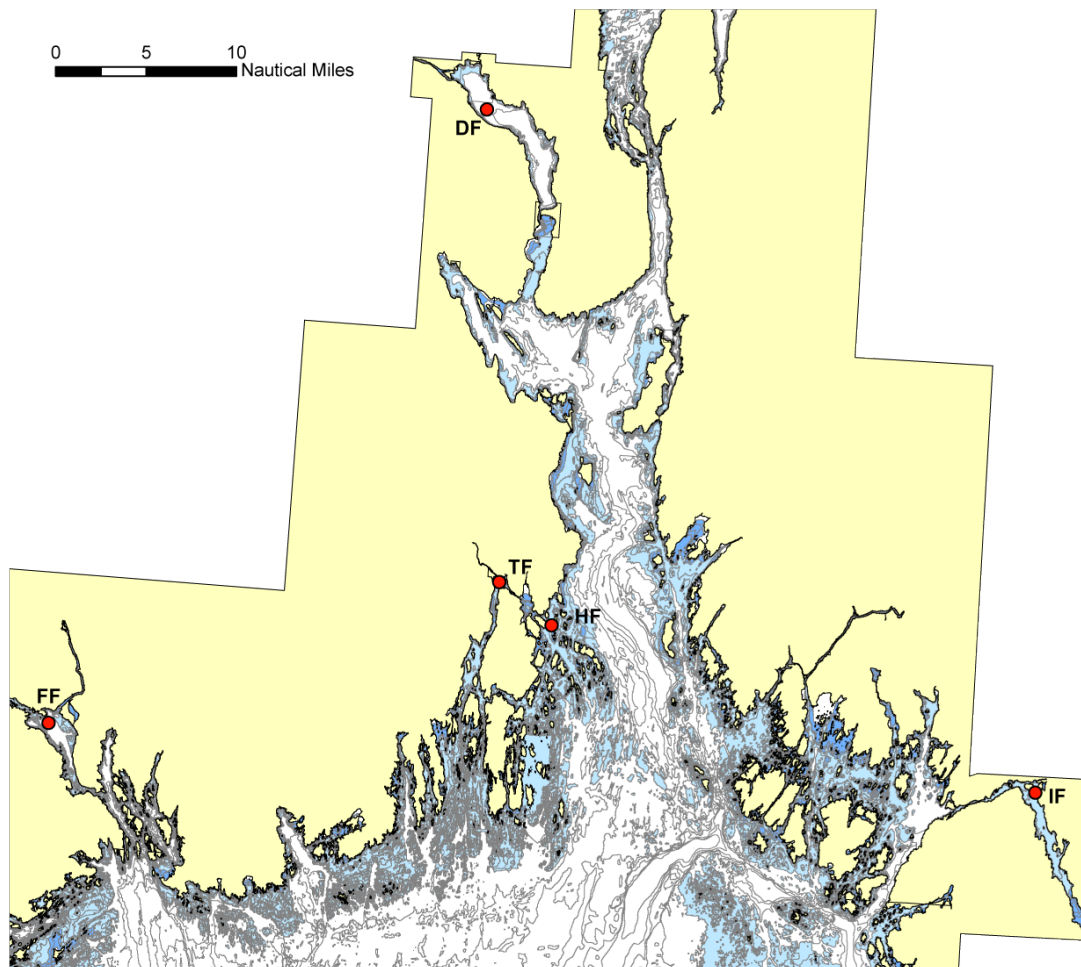


**Figur 2.** Stasjoner for prøvetaking av bløtbunnsfauna i Ytre Oslofjord 2013. Drammensfjorden (DF-097), Iddefjorden (ST-1), Tønsberg TF-3, Tønsbergfjorden (TØ-1) Husøflaket (TØ-2), Frierfjorden (V-50) og Leira (Ø-1).

### 2.4.3 Sedimentprofilfotografering (SPI)

Overvåkingen i Ytre Oslofjord bestod i 2013 av undersøkelser med SPI-kamera i fire områder: Frierfjorden, Tønsberg, Drammensfjorden og Iddefjorden.

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 desimeter av sedimentet. Prøvetakingen utføres med tre til fem bilder fra hver stasjon. Fra SPI-bildene beregnes en miljøindeks (BHQ-indeks) ut fra strukturer i og under sedimentoverflaten samt redoks-forhold i sedimentet. Bunnmiljøet kan klassifiseres i henhold til retningslinjer i EUs vannrammedirektiv (Rosenberg m. fl. 2004). Metoden kan brukes for at påvise status langs romlige gradienter og forandring over tid.



**Figur 3.** Områder for SPI-undersøkelser i Ytre Oslofjord 2013. Drammensfjorden (DF, 34-110 m dyp), Iddefjorden (IF, 11-28 m dyp), Tønsbergfjorden (TF, 8-15 m dyp) Husøflaket (HF, 10-38 m dyp) og Frierfjorden (FF, 40-80 m dyp).

## 3. Resultater

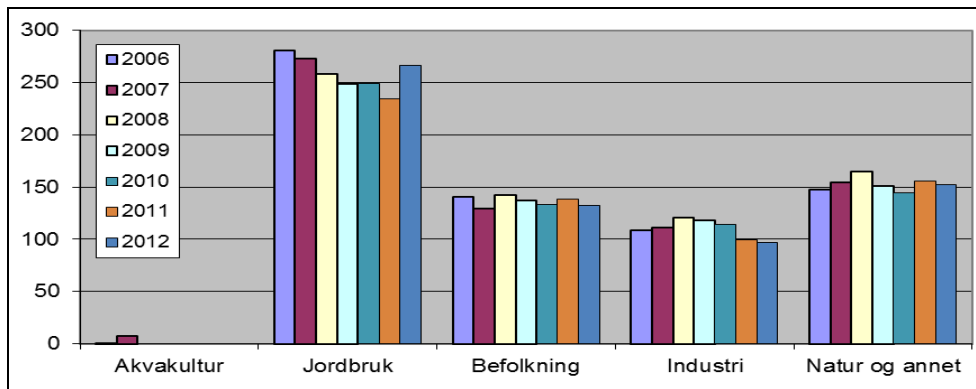
### 3.1 Tilførsler

#### Beregnete kildefordelte tilførsler

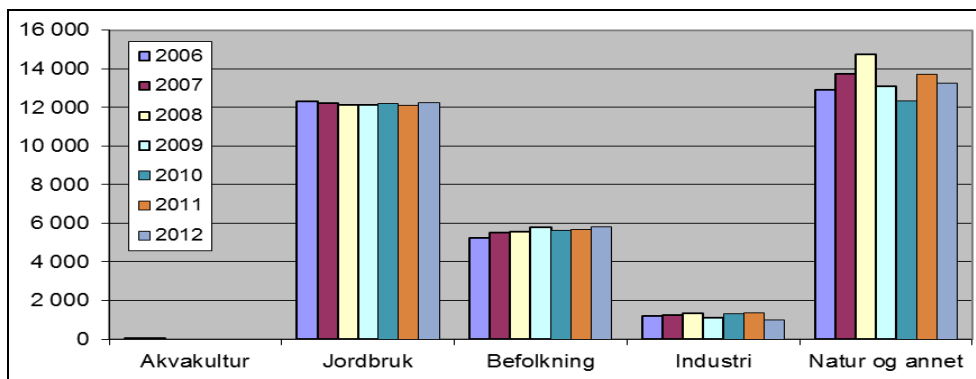
Data fra kilderegisterene som er bearbejdet i TEOTIL viste ingen dramatiske endringer i 2012. Tilførsler fra industrien på Hurum (Vassdragsområde 010) er isolert sett relativt høye når det gjelder fosfor, men pga. nedleggelse vil dette endre seg når data for 2013 skal vurderes.

Jordbruk er den største enkeltkilden for tilførsler av både menneskeskapt fosfor og nitrogen (Figur 4 og Figur 5). 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.

Tilførslene til Indre Oslofjord er vist på kartene (Figur 6 og Figur 7) og er dominert av avløp fra befolkning pga. de store befolkningskonsentrasjonene i nedbørfeltet.

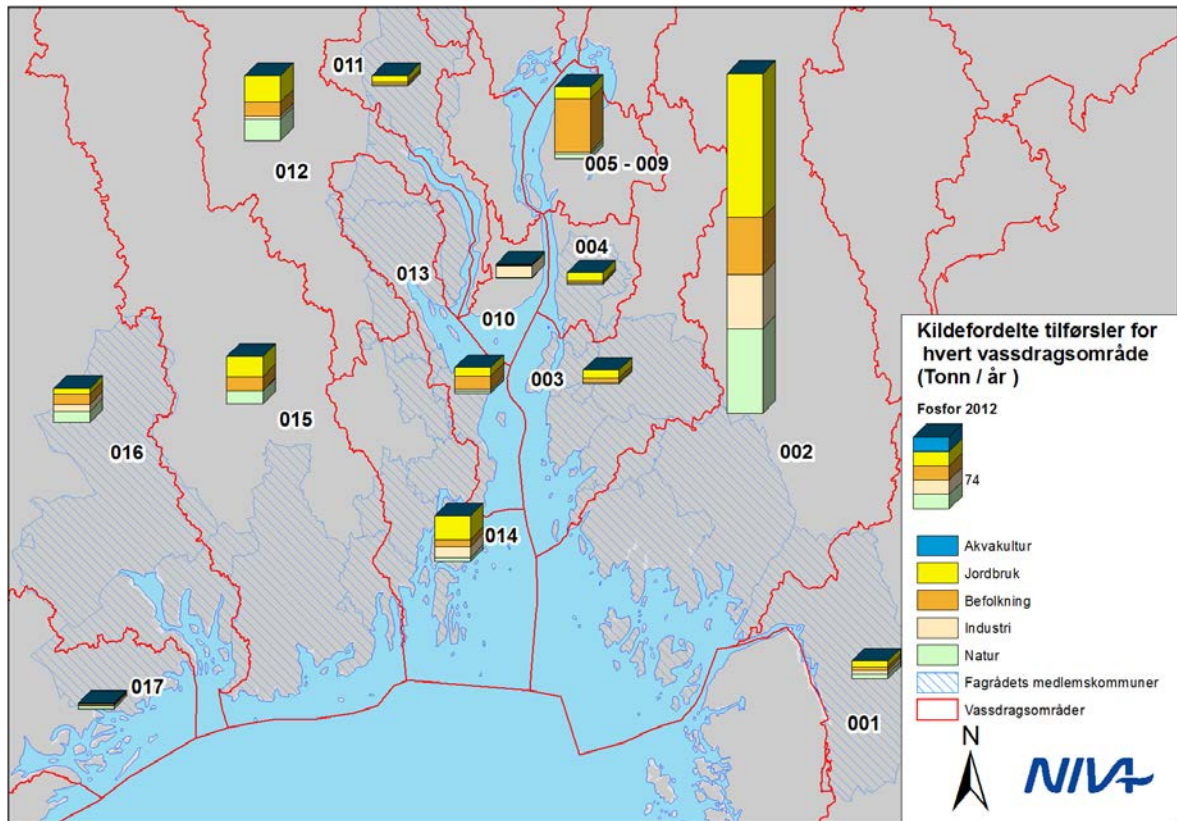


**Figur 4.** Teoretisk beregnede kildefordelte tilførsler av fosfor (tonn/år) til Ytre Oslofjord fra landområdene som drenerer direkte til Ytre Oslofjord. Dette inkluderer avløpsanlegg og industrianlegg med direkte utslipp til fjorden, men tilførsler fra Indre Oslofjord og langtransport med havstrømmene inngår ikke.

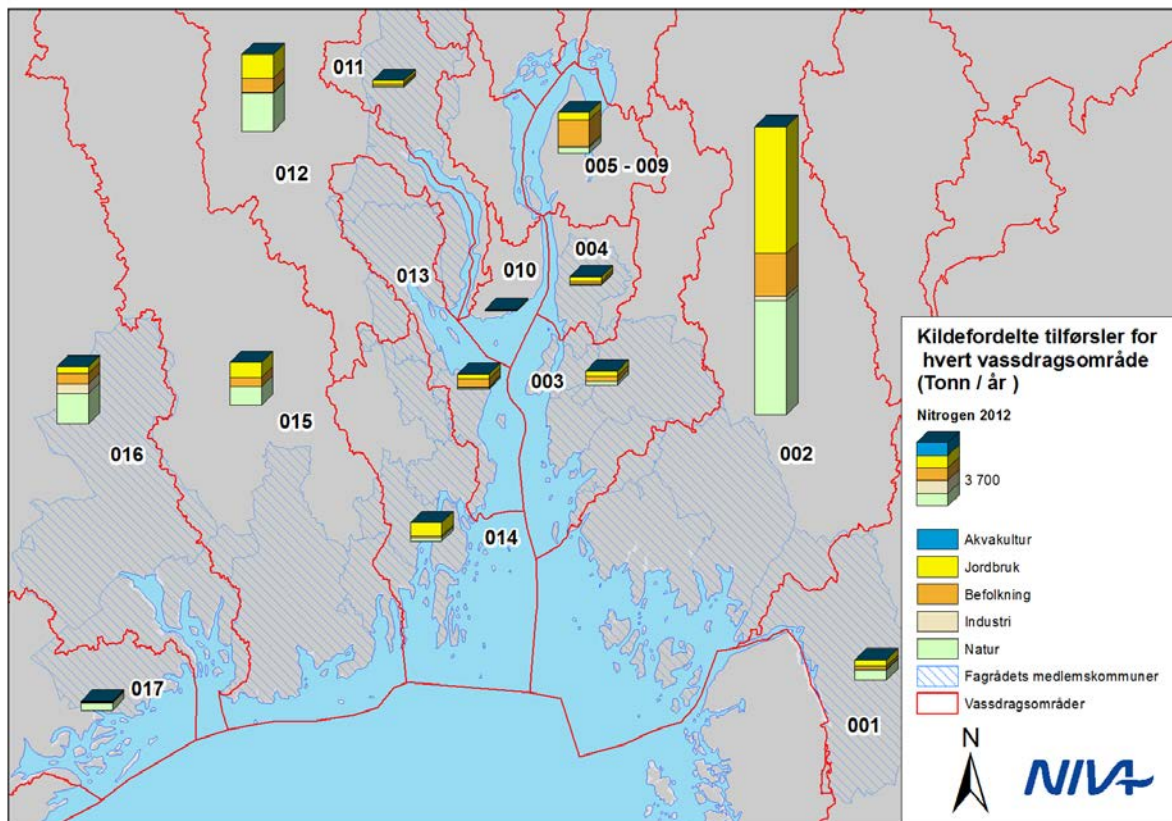


**Figur 5.** Teoretisk beregnede kildefordelte tilførsler av nitrogen (tonn/år) til Ytre Oslofjord fra landområdene som drenerer direkte til Ytre Oslofjord. Dette inkluderer avløpsanlegg og industrianlegg med direkte utslipp til fjorden, men tilførsler fra Indre Oslofjord og langtransport med havstrømmene inngår ikke.





**Figur 6.** Fordeling av beregnede kildefordelte tilførsler av fosfor (tonn) fra ulike kilder fordelt på de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord. 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.



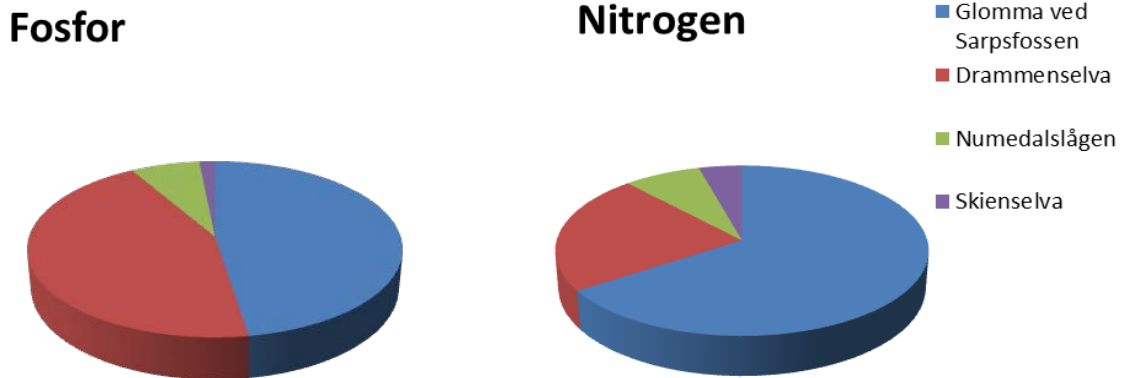
**Figur 7.** Fordeling av tilførsler av nitrogen (tonn) fra ulike kilder fordelt på de ulike vassdragsområdene som drenerer til Ytre Oslofjord (angitt med nummer på kartet). Tilførsler til Indre Oslofjord er også vist (område 005-009), men tallet er ikke direkte relevant for hvor mye som transporteres ut til Ytre Oslofjord. Tilførsler med havstrømmer inngår ikke i denne figuren.

### Målte tilførsler via elver

Miljødirektoratets elvetilførselsprogram (RID - Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters) (Skarbøvik m.fl. 2013) har pågått siden 1990 og har fulgt 10 hovedelver i Norge med månedlige analyser av konsentrasjonene av ulike vannkjemiske komponenter i hele perioden.

Glomma er det største vassdragsområdet og det resulterer også i at de største tilførslene til Ytre Oslofjord kommer via Glomma (Figur 6, Figur 7 og Figur 8).

Av de undersøkte hovedelvene er det kun Glomma, Drammenselva og Numedalslågen som viser en økende tendens i vannføring. Dette skyldes i hovedsak vannføringen de siste 3-4 årene. Glomma og Drammenselva hadde noe lavere vannføring i 2012 enn i 2011, mens Numedalslågen var lik med 2011. Vannføringen for alle tre vassdrag var uansett vesentlig høyere enn langtidsnormalen (1971-2000).



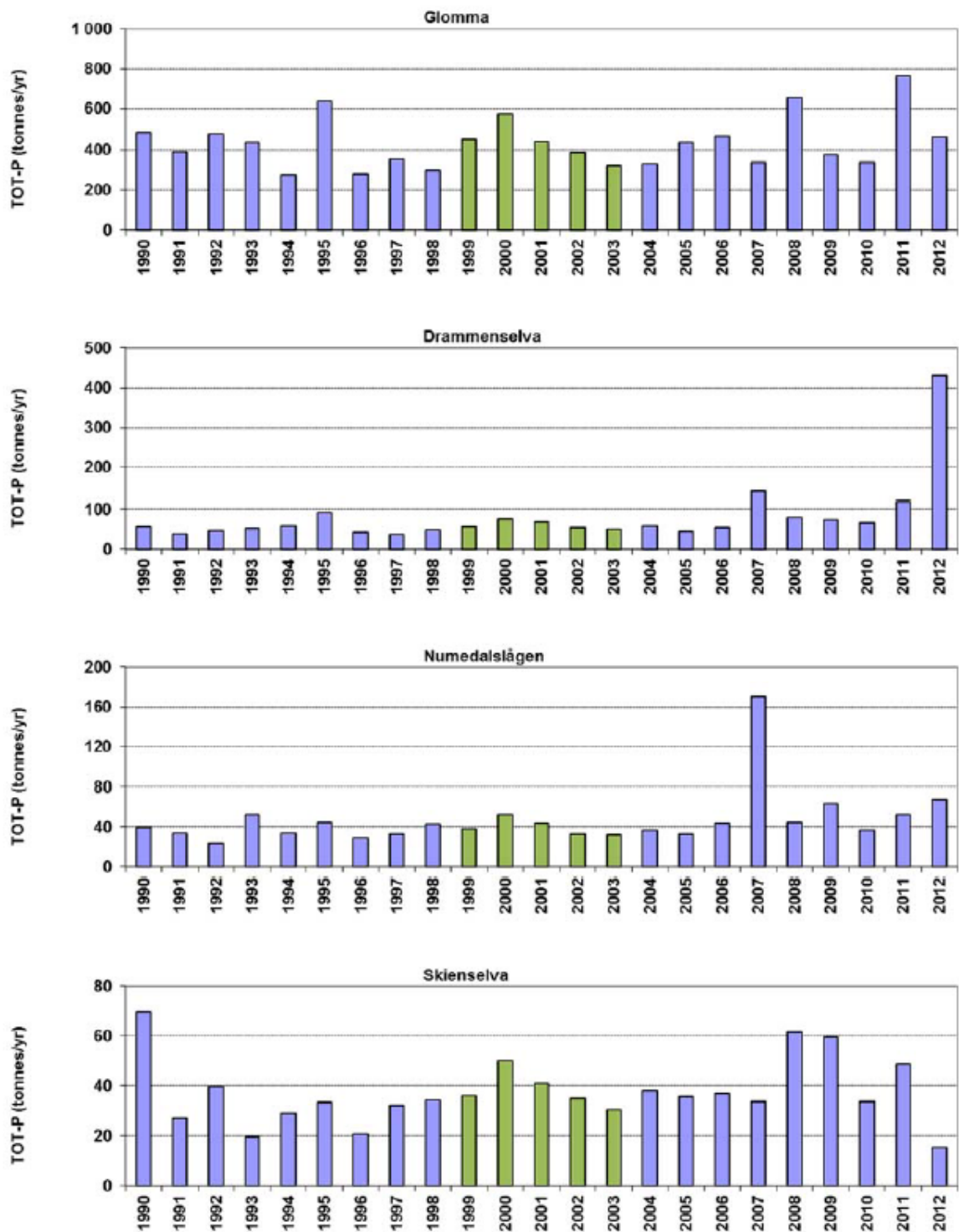
**Figur 8.** Data fra RID-programmet. Fordelingen av tilførsler av totalfosfor og totalnitrogen mellom de fire store elvene i Ytre Oslofjord i 2012. Tilførsler fra Skienselva er beheftet med usikkerhet pga. en feil som nylig ble funnet i vannføringsdata fra NVE.

Tilførslene av totalfosfor og totalnitrogen er vist i Figur 9 og Figur 10 for alle de undersøkte årene. For Drammenselva viser målingene en vesentlig økning i tilførslene av totalfosfor i 2012, noe som skyldes en svært høy måling i august måned. Det vites ikke om dette skyldes at prøvetaking traff en temporær topp i avrenningen, men det synes ikke som om tilførslene førte til unormale forhold med algevekst i Drammensfjorden eller Breiangen. Det er ingen påvisbare trender når det gjelder tilførsler av fosfor i noen av disse elvene (Tabell 7), men variabiliteten i datamaterialet er stor slik at det blir vanskelig å påvise trender med månedlig prøvetaking.

Elvetilførselsprogrammet angir at de mellomårslige forskjeller i tilførsler av næringssalter og partikler i stor grad kan forklares med de mellomårslige forskjeller i vannføring (Skarbøvik m.fl. 2013).

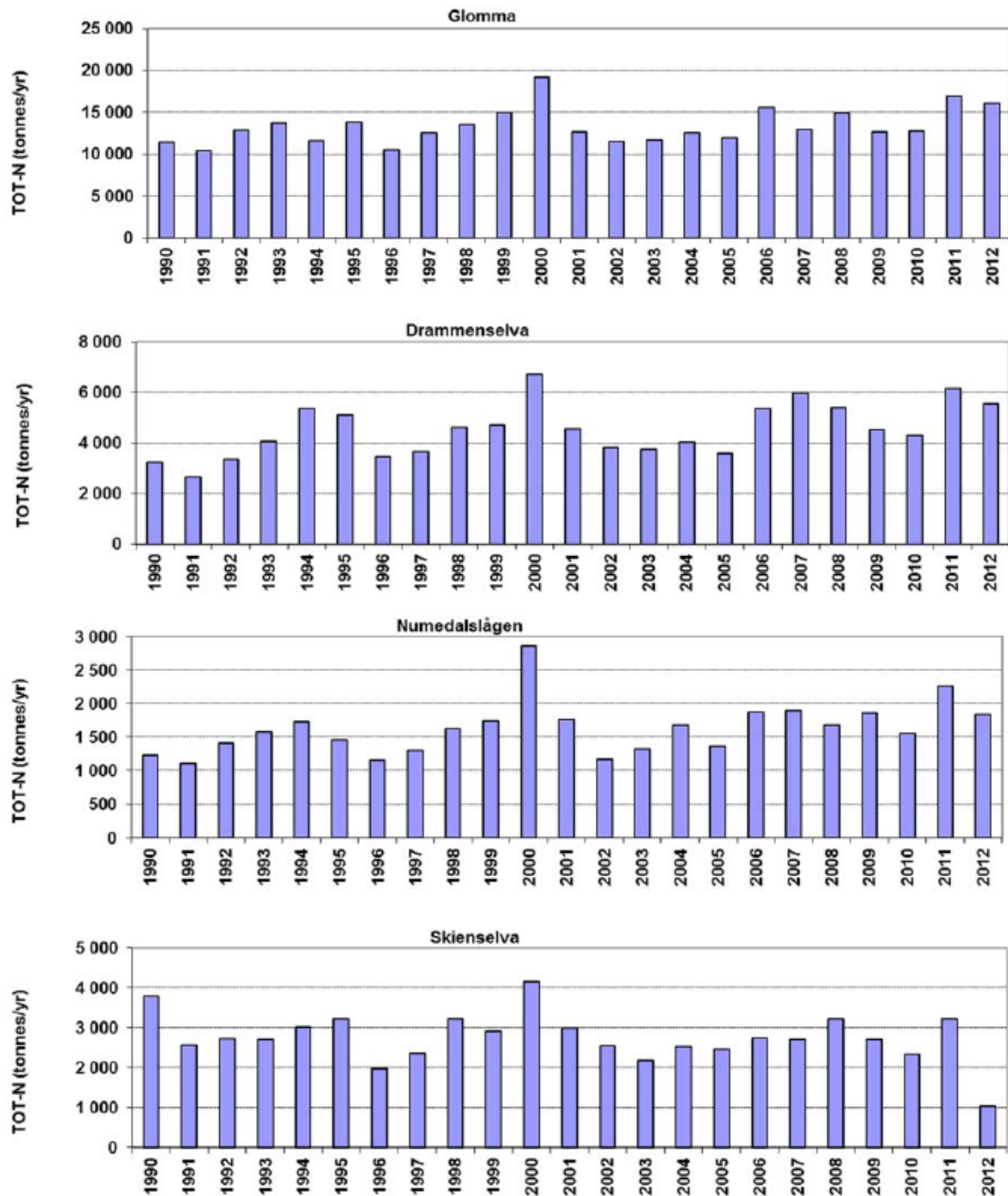
**Tabell 7.** Tilførsler til elver som overvåkes gjennom Miljødirektoratets elvetilførselsprogram (RID- Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters) (etter Skarbøvik m.fl. 2013). Trendene for Skienselva er usikre fordi det nylig ble funnet en feil i vannføringsdata.

Elv	Tilførsler - trender						
	vannføring	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	tot-N	PO <sub>4</sub> -P	tot-P	SPM
Glomma							
Drammenselva							
Numedalslågen							
Skienselva							
	Ingen trend						
	Signifikant nedadgående (p<0,05)						
	Nesten-signifikant nedadgående (0,05<p<0,1)						
	Signifikant økende (p<0,05)						
	Nesten-signifikant økende (0,05<p<0,1)						



**Figur 9.** Tilførsler av total fosfor fra fire elver i perioden 1990 – 2012 (sakset fra Skarbøvik m. fl. 2013). Grønne kolonner angir år der det opprinnelige data materialet er erstattet med estimerte verdier pga. usikkerhet forbundet med de opprinnelige verdiene. Lave tilførsler fra Skienselva i 2012 er beheftet med usikkerhet pga. en feil som nylig ble funnet i vannføringsdata fra NVE. Merk ulik skala på y-aksene.





**Figur 10.** Tilførsler av total nitrogen fra fire elver i perioden 1990 til 2012. (sakset fra Skarbøvik m. fl. 2013). Lave tilførsler fra Skienselva i 2012 er beheftet med usikkerhet pga. en feil som nylig ble funnet i vannføringsdata fra NVE. Merk ulik skala på y-aksene.

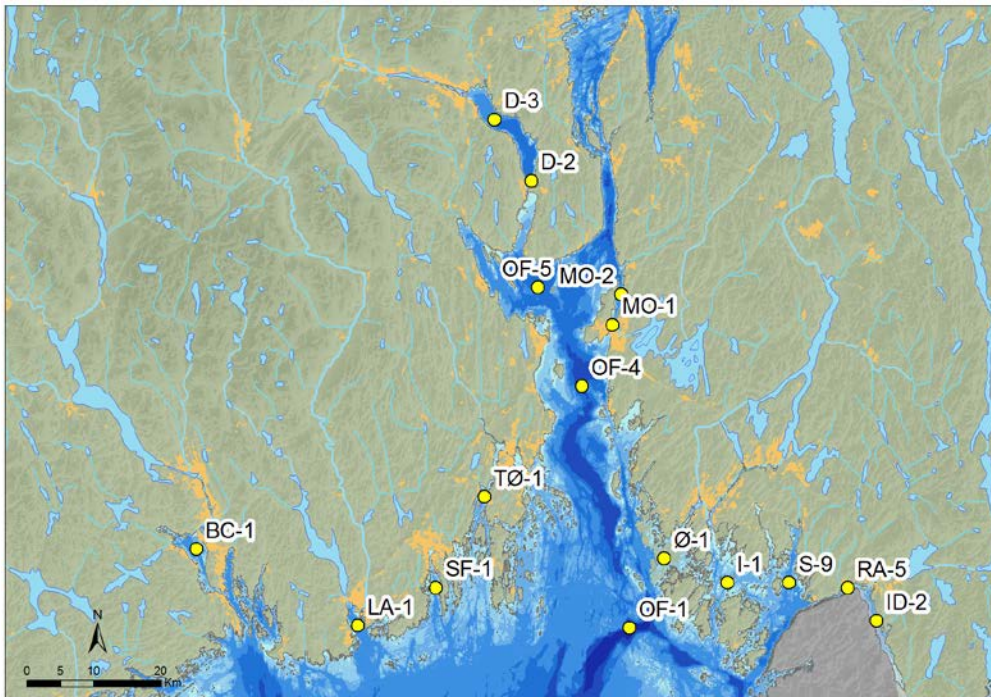
## 3.2 Vannmasser

### 3.2.1 Tilstandsklassifisering 2013

Ved klassifisering av 2013-data har man i størst mulig grad fulgt de anbefalinger gitt i Veileder 02:2013 «Klassifisering av miljøtilstand i vann». For de fysisk/kjemiske støtteparametre tilfredsstiller 2013-programmet de krav som er gitt og det er foretatt en klassifisering i henhold til Veilederen med ett unntak. I veilederen er det anbefalt at man foretar en klassifisering basert på 3 års data samlet. For overvåkingsperioden 2011-2013 som skulle vurderes samlet er det ulike innsamlingsdyp for de kjemiske parameterne. I perioden 2011-2012 ble kun 2 meters data innhentet som kan benyttes i klassifisering, mens man i 2013 hadde data fra 2 til 10 meter. Ulike parameterdyp vanskeliggjør en samlet vurdering. Klassifiseringen som er gitt for 2013 anses derfor som foreløpig i vente på 3 års sammenlignbare data. Vår vurdering er at man skal fokusere på 2-10m data da dette er angitt dybdeintervall både i Veileder 97:03 og Veileder 02:2013 og gir en noe mer robust tilstandsvurdering.

For det biologiske kvalitetselementet klorofyll er det, i likhet med tidligere år, foretatt en klassifisering basert på Veileder 97:03. Årsaken til dette er at programmet for 2013 ikke tilfredsstiller de krav til data som er angitt i den nye reviderte Veileder 02:2013, både når det gjelder periode for innsamling samt at antall prøver innsamlet ikke er tilstrekkelig for de statistiske beregningene som ligger i tilstandsvurderingen.

Det er stor variasjon i miljøtilstand mellom de ulike stasjonene i Ytre Oslofjord-programmet. Stasjoner som ligger i de 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. Stasjonsplasseringen er vist i Figur 11. Klassifiseringen for stasjonene som inngikk i programmet for 2013 er gitt i Tabell 8.



**Figur 11.** Vannmassestasjoner som er undersøkt i 2013.



**Tabell 8.** Foreløpig miljøklassifisering for stasjonene i Ytre Oslofjord-programmet 2013. Data fra de øvre 10 meter er benyttet i klassifiseringen i henhold til Veileder 02:2013. For oksygen er det benyttet høstverdier i henhold til anbefalinger i Veilederen. For klorofyll a er klassifiseringsystemet i SFT 1997:03 benyttet. Det er foretatt korrigering for saltholdighet. «x» – betyr ingen data grunnet isdekke.

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	40	5	11	270	2,7	4,7	4,3
	Vinter	133	20	24	250			
Bastø (OF-4)	Sommer	14	4	11	29	1,9	5,3	4,7
	Vinter	103	20	26	251			
Torbjørnskjær (OF-1)	Sommer	6	3	12	223	1,6	5,3	6,3
	Vinter	89	20	25	266			
Frierfjorden (BC-1)	Sommer	106	5	12	300	1,0	2,6	3,7
	Vinter	201	13	20	396			
Larviksfj. (LA-1)	Sommer	9	5	13	205	0,9	5,1	4,7
	Vinter	105	18	24	237			
Sandefjordsfj. (SF-1)	Sommer	12	5	14	261	1,1	4,3	5
	Vinter	107	19	24	235			
Vestfjorden (TØ-1)	Sommer	48	7	15	343	3,2	4,1	3,3
	Vinter	x	x	x	x			
M. Drammensfj. (D-2)	Sommer	181	4	12	424	0,8	1,8	2,7
	Vinter	x	x	x	x			
I. Drammensfj. (D-3)	Sommer	197	5	11	422	1,1	0,7	3
	Vinter	x	x	x	x			
Kippenes (MO-2)	Sommer	51	6	12	304	4	4,3	3,7
	Vinter	128	24	28	252			
Mossesund. (MO-1)	Sommer	56	5	12	259	2,6	4,2	3,7
	Vinter	x	x	x	x			
Leira (Ø-1)	Sommer	12	5	11	248	2,1	5,1	3,5
	Vinter	94	20	24	238			
Ramsø (I-1)	Sommer	117	7	16	453	1,1	2,4	2,1
	Vinter	x	x	x	x			
Haslau (S-9)	Sommer	43	6	11	342	2,8	4,2	3,7
	Vinter	x	x	x	x			
Ringdalsfj. (RA-5)	Sommer	139	11	18	519	5,6	2,3	3
	Vinter	x	x	x	x			
Iddefj. (ID-2)	Sommer	171	5	14	540	3,9	0,1	2,7
	Vinter	x	x	x	x			

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

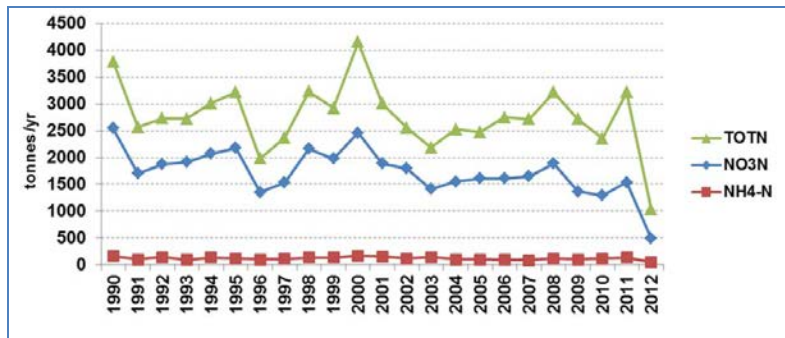
### Sentrale fjordområder

For stasjoner i de sentrale fjordområdene er det tilstanden av nitrat og fosfat som skiller stasjonene. For parameteren total fosfor var tilstanden «moderat» (klasse III) ved OF-4 og OF-1 i vinterperioden. For OF-5 Breiangen var det derimot gode forhold når det gjelder fosfat, mens nitrat-tilstanden var «moderat» (III) både sommer og vinter. For Breiangen ble tilsvarende tilstand observert vinteren 2012. For de øvrige parameterne var tilstanden «svært god» eller «god» (I – II). Unntaket er siktdyp som viste «dårlig» til «god» tilstand med de dårligste forholdene i de indre delene (Breiangen).

### Frierfjorden og de vestlige deler av Ytre Oslofjord

I Frierfjorden er det registrert noe forhøyede nitrogenkonsentrasjoner over flere år. Dette gjaldt også i 2013 og konsentrasjonen av total nitrogen førte til «moderat» tilstand (III) i både vinter- og sommerperioden.

I Skienselva kan det i perioden 1990-2012 se ut som en tydelig nedgang i tilførsler for alle tre fraksjoner av nitrogen (ammonium, nitrat og total nitrogen) (Figur 10). Totaltilførslene fra Skienselva i 2012 er imidlertid beheftet med usikkerhet pga. en feil som nylig ble funnet i vannføringsdata fra NVE. Konsentrasjonene av total nitrogen fra RID-programmet i Skienselva var lave og i snitt 288 mikrogram/liter, men Norsjø ligger rett oppstrøms og der er det bra tilbakeholdelse. Utslipp fra industri og mye av befolkningen er lokalisert nedstrøms RID-målepunktet så det bidrar sikkert til tilstanden i fjorden. Det er ingen påvisbare trender når det gjelder tilførsler av fosfor via Skienselva.



**Figur 12.** Årlig tilførsel av total nitrogen, nitrat og ammonium fra Skienselva for perioden 1990 -2012 (sakset fra Skarbøvik m.fl. 2013). Lave tilførsler fra Skienselva i 2012 er beheftet med usikkerhet pga. en feil som nylig ble funnet i vannføringsdata fra NVE.

På grunn av flere terskler ut mot åpen kyst har Friefjorden en utfordring når det gjelder oksygenkonsentrasjon i bunnvannet. Forholdene i 2013 var bedre enn i 2012 på grunn av en moderat utskiftning av bunnvannet på vinteren, men var allikevel i tilstandsklasse «moderat» i 2013. For de øvrige kjemiske parameterne og klorofyll a er tilstanden «god» eller «svært god» (I – II).

Dersom man holder parameteren siktdyp utenfor er tilstanden i Larviksfjorden og Sandefjordsfjorden «god» eller «svært god». Stasjonen i Vestfjorden (Tønsberg) skiller seg noe fra de øvrige vestlige stasjonene i Ytre Oslofjord ved å ha «moderat» tilstand for nitrogen-parameterne. De øvrige parameterne var i tilstandsklasse «god».

### Indre deler av Ytre Oslofjord

Den indre delen av Ytre Oslofjord består av stasjoner i Drammensfjorden og i området øst for Jeløya ved Moss. Dette er to svært ulike områder både topografisk og når det gjelder tilførsel av ferskvann. Begge områdene har en utfordring knyttet til nitrogenkonsentrasjonen.

Drammensvassdraget har et av landets største nedbørfelt og tilførslene av næringssalter til Ytre Oslofjord er betydelige (Figur 8). På begge stasjonene i Drammensfjorden førte forhøyet konsentrasjon av total nitrogen og nitrat til at stasjonene var i tilstandsklasse «moderat» (III). Fosfat var moderat tilstand (III) ved Solumstrand, mens tilstanden var «god» (II) lenger ut ved Svelvik. Oksygenforholdene har over flere år vært dårlige i Drammensfjorden. I 2013 var tilstanden «dårlig» og «svært dårlig» ved henholdsvis Svelvik og Solumstranda. For Svelvik er dette en forbedring fra 2012 på grunn av en moderat utskiftning vinteren 2013. Siktdyp viste «dårlig» tilstand, men for det biologiske kvalitetselementet planteplankton/ klorofyll var det «svært god» tilstand ved begge lokalitetene i Drammensfjorden.

Ved Moss har man noe av de samme utfordringene som i Drammensfjorden, med «moderat» tilstand (III) for nitrogen-parameterne. Fosfat var i tilstand «god» (II), foruten vinterperioden ved Kippenes der alle parametre kom i tilstand «moderat» (unntatt total nitrogen (II)). Oksygenforholdene i

bunnvannet var «gode» (II), som i 2012. Klorofyll a konsentrasjonen var høyest ved Kippenes og førte til «moderat» tilstand (III), mens tilstanden i Mossesundet var «god» (II).

### **Hvalerområdet**

Glomma er det største vassdragsområdet og det resulterer også i at de største tilførslene til Ytre Oslofjord kommer via Glomma og Hvalerområdet (se Figur 8).

Det er en tydelig gradient i miljøforholdene i Hvalerområdet. Ved Leira var tilstanden «god» eller «svært god» for de ulike kjemiske og biologiske parameterne i 2013, og skiller seg dermed ut fra de øvrige stasjonene. For stasjonene Ramsø og Haslau er det utfordring knyttet til nitrogen og tilstanden ved disse stasjonene for denne parameteren er «moderat» eller «dårlig», mens derimot fosfat klassifiseres i tilstandsklasse «god» (II).

Stasjonene Ringdalsfjorden og Iddefjorden hadde dårligere tilstand for alle kjemiske og biologiske parametere. For nitrogen var den «dårlig» eller «moderat». På begge stasjonene var fosfat-tilstanden «moderat», som er en forverring fra 2012. Oksygenforholdene var forverret fra «god» til «dårlig» ved Ramsø og Ringdalsfjorden. Iddefjorden var fortsatt i tilstandsklasse «svært dårlig» og Haslau fortsatt «god». Klorofyll a viste en gradient fra «moderat» ved de to indre stasjonene til «god» eller «svært god» ved de ytre stasjonene.

### **3.2.2 Planteplankton 2013**

Planteplanktonvekst og sammensetning av arter er knyttet til miljøforhold slik som vannsøylestabilitet, næringssaltmengder, temperaturer og saltholdighet (brakkvannsformer). 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 vannsøyle er til stede, for fjordsystemer som følge av ferskvannstilførsel. Denne første oppblomstringen domineres av kiselalger som raskt reduserer mengden nitrogen, fosfat og silikat. I sommerperioden er det oftest lave tettheter av planteplankton, dominert av små flagellater. I enkelte år vil større arter av fureflagellater være fremtredende. I Oslofjordsystemet er det normalt med en eller flere oppblomstringer av kiselalger i løpet av sommerperioden. Disse oppblomstringene er oftest knyttet til avrenningsperioder fra et eller flere av nedbørfeltene som renner ut i Oslofjorden. Dette er perioder da man registrerer endringer i nitrogen- og silikatmengden som er de viktigste næringsstoffene for kiselalger. På høsten kan man observere en ny oppblomstring. Denne knyttes til perioder med mye vind (høststormer) eller mye nedbør. Her er enten kiselalger eller fureflagellater dominerende.

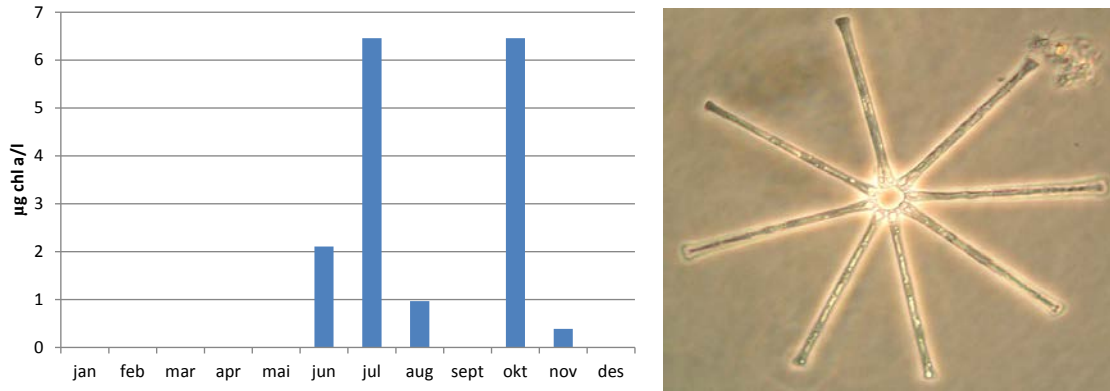
Det er ikke innsamling av kjemiske og biologiske parametere om våren og av den grunn vanskelig å finne tidspunktet for våroppblomstringene. Annen overvåkningsaktivitet i området indikerer at den fant sted i mars. Etter flere år med tidligere oppblomstringer, januar-februar, kom årets oppblomstring langs Skagerrakkysten innenfor den historiske normalperioden for oppblomstringer.

I 2013 ble det ikke gjort registreringer av nye arter for Oslofjorden og det var ingen registreringer av typiske varmekjære arter i Ytre Oslofjord.

### **Frierfjorden og de vestlige deler av Ytre Oslofjord**

For de de vestlige stasjonene er det stor likhet i mengde og forløp, med unntak av stasjonen i Vestfjorden (Tønsberg). For Frierfjorden var det relativt lav biomasse (målt som klorofyll a) i 2013. Dette avviker ikke nevneverdig fra tidligere år. For Grendlandsfjordene er det oftest høyest biomasse i de midtre delene av fjordsystemet, selv om tilførsel av nitrogen er høyest i de indre delene. Dette henger sammen med oppholdstiden av vannet og responstiden hos planteplankton, der det er for høy utskiftning i overflaten i de indre deler til å bygge høy biomasse. For Sandefjordsfjorden og Larviksfjorden er det lave mengder klorofyll a med unntak av moderat oppblomstring av kiselalgen *Asterionellops glacialis* (se foto i Figur 13) i september i Larviksfjorden. Dette er en art som trives i

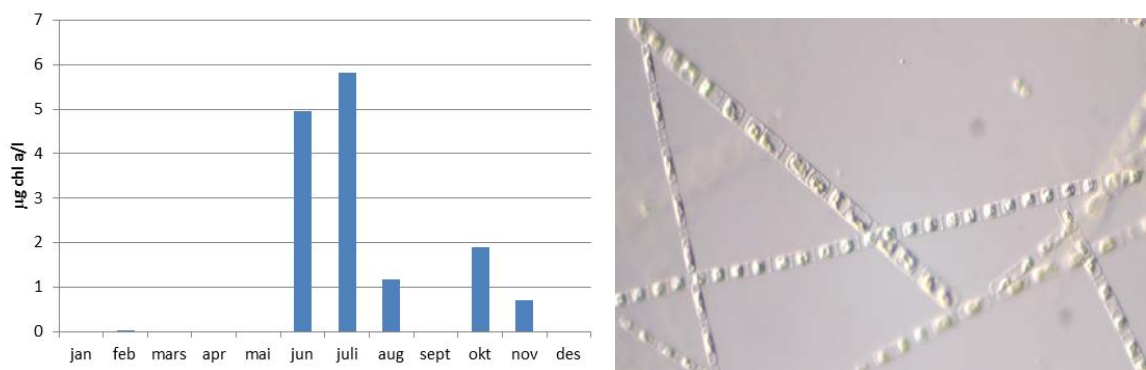
områder med moderat tilførsel av ferskvann. Kiselalgen *Skeletonema* forekom i oppblomstringskonsentrasjoner i juni i Sandefjordsfjorden. I de vestlige delene av Ytre Oslofjord ble de høyeste konsentrasjonene registrert i Vestfjorden (Tønsberg) (Figur 13). Her ble kiselalgen *Skeletonema* registrert i oppblomstringskonsentrasjoner både i juli og i oktober.



**Figur 13.** Mengden klorofyll a ( $\mu\text{g Chl a/l}$ ) ved stasjon Vestfjorden (TØ-1) ved Tønsberg. Kiselalgen *Asterionellopsis glacialis* (til høyre) var en fremtredende art i Larviksfjorden i september 2013.

### Indre deler av ytre Oslofjorden

Vanligvis måles det relativt lave mengder klorofyll a i Drammensfjorden. Selv om tilførsel av nitrogen er stor til dette området vil mengden partikler i vannet og forholdsvis høy transport av overflatevann ut av fjorden resultere i at man registrerer relativt lav biomasse av planteplankton. Dette var tilfellet i 2013 også, da det ble målt forholdsvis lite klorofyll a ved begge stasjonene. For området ved Moss er det først og fremst ved Kippenes at man tidligere har registrert en del planteplanktonbiomasse. Dette var tilfellet også i 2013, der det ble registrert høye konsentrasjoner i juni og juli ved Kippenes (Figur 14) og moderate mengder inne i Mossesundet. Økningen i planteplanktonbiomassen sammenfaller med økning i silikat- og nitrogenkonsentrasjon i dette området. Ved Kippenes var planteplanktonet i denne perioden dominert av kiselalgen *Skeletonema* (Figur 14) og en blanding av ulike arter små fureflagellater.

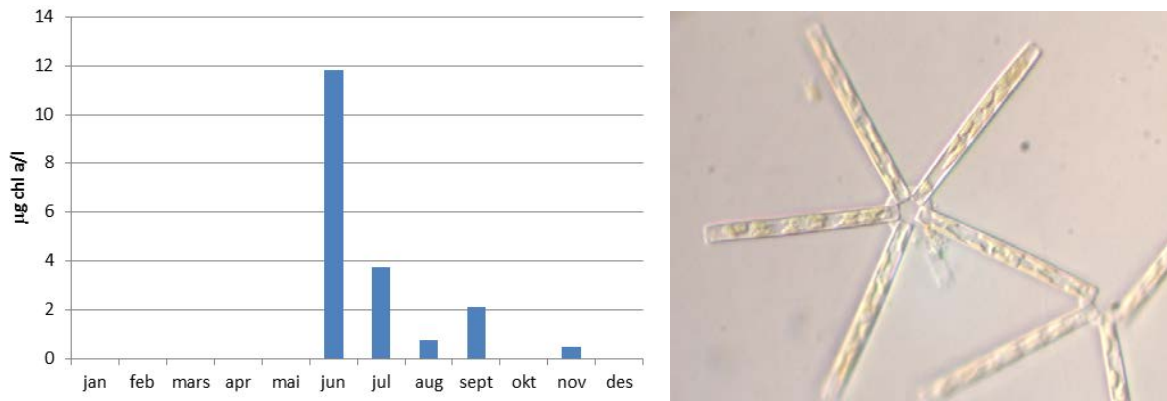


**Figur 14.** Mengden klorofyll a ( $\mu\text{g Chl a/l}$ ) ved stasjon Kippenes (MO-2) ved Moss. Kiselalgen *Skeletonema* er vanlig i sommerplanktonet i Oslofjorden.

### Hvalerområdet

I Hvalerområdet er det vanlig med de høyeste konsentrasjonene av klorofyll a i indre deler av området. I 2013 ble de høyeste konsentrasjonene registrert i Ringdalsfjorden i juni (Figur 15). Da var små monader (flagellater) den dominerende gruppen, sammen med kiselalgene *Chaetoceros thronsenii* og *Thalassionema nitzschioides* (Figur 15). Begge disse kiselalgene er vanlige i brakkvann som i Hvaler.

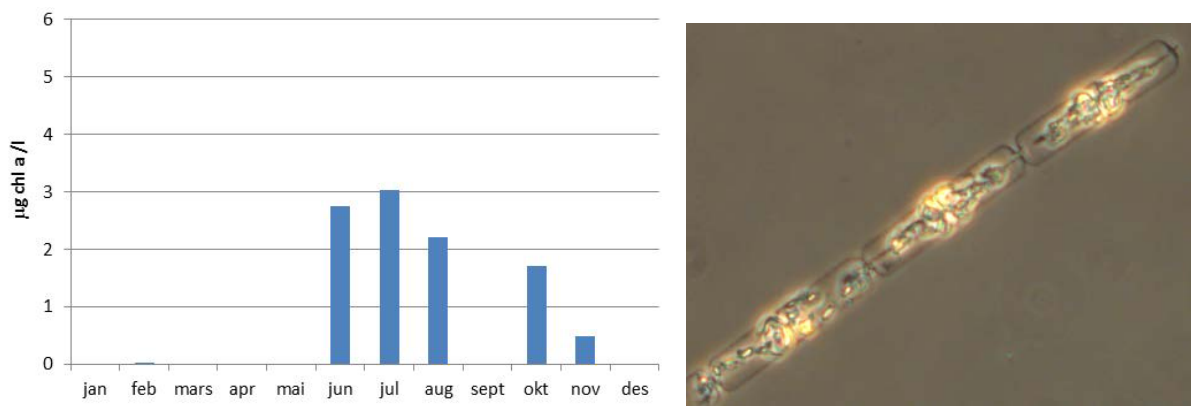
Også i Iddefjorden ble det registrert høyest biomasse i juni. For stasjoner lengre ut i Hvalersystemet var det lavere biomasse av planteplankton. I de ytre delene med moderate til lave mengder i juni, og maksimum i juli. Biomasseøkningen i juli fant sted samtidig med en liten økning i silikat og nitrogen. For de indre delene av Hvaler hvor det jevnt er relativt mye næringssalter, vil muligens andre faktorer som partikler i vannet og mengde ferskvann være avgjørende for endringer i planteplanktonet.



**Figur 15.** Mengden klorofyll a ( $\mu\text{g Chl a/l}$ ) ved stasjon Ringdalsfjorden (RA-5) i Hvalerområdet. Kiselalgen *Thalassionema nitzschioides* er vanlig i sommerplanktonet i de deler av Ytre Oslofjorden som har stor tilførsel av ferskvann. Merk skala på y-aksen.

### Sentrale fjordområder

De to ytre stasjonene i sentrale fjordområder viser et forholdsvis likt forløp og mengde i biomasse av planteplankton. Ved begge stasjoner økte det mot et maksimum i juli, for så å avta. I de ytre delene er planteplanktonet i juni dominert av *Skeletonema*, sammen med typiske sommerformer av kiselalger slik som *Guillardia* og *Dactylosolen fragilissimus* (Figur 16). I de ytre delene ble det samtidig med klorofyllmaksimum registrert en liten økning i nitrogen, fosfat og silikat, og redusert saltholdighet, noe som kan tyde på økt ferskvannsavrenning i samme periode. Ved Breiangen ble maksimum biomasse registrert i juli med relativt høye konsentrasjoner også i juni og august (Figur 16). Det er tidligere også registrert at dette området har en jevnere produksjon på somrene sammenlignet med andre OF stasjoner, noe som kan henge sammen med noe høyere og jevnere tilførsel av næringssalter i dette området. I juni og juli var planteplanktonet sammensatt av en blanding av kiselalger og fureflagellater i Breiangen og uten en tydelig dominerende art. Kisealgen som var tilstede var typiske sommerarter, mens det blant dinoflagellatene varierte mellom store arter (*Ceratium*) og mindre arter slik som *Heterocapsa* ved de forskjellige dekningene.



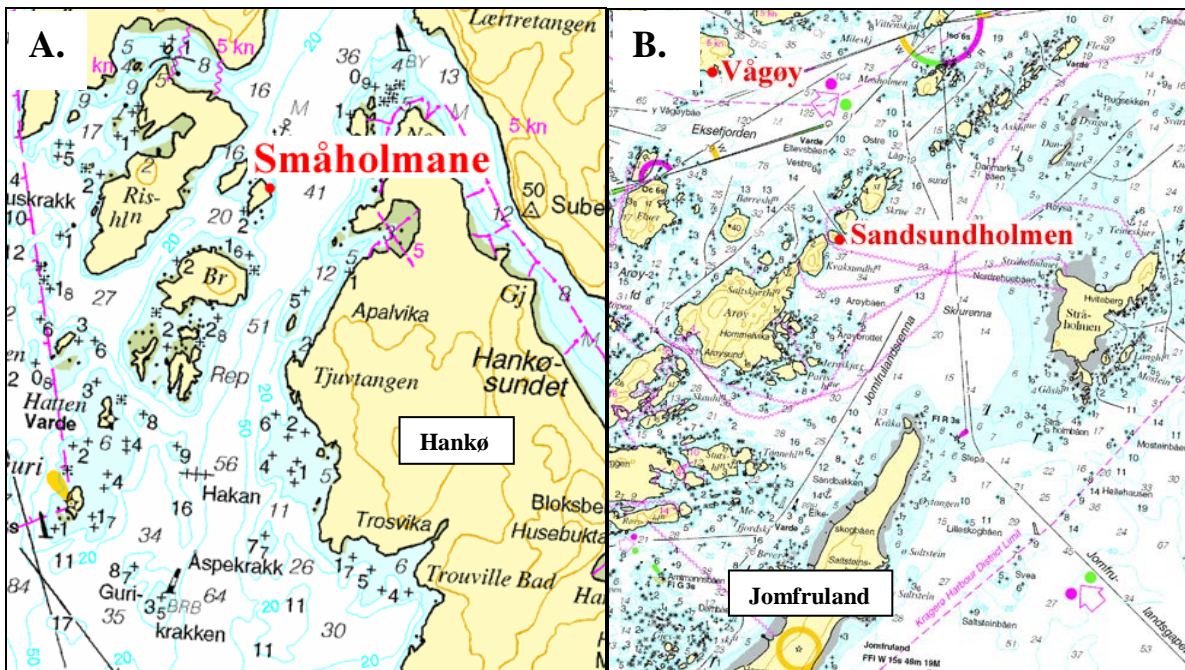
**Figur 16.** Mengden klorofyll a ( $\mu\text{g Chl a/l}$ ) ved stasjon Breiangen (OF-5) i den indre sentrale del av Ytre Oslofjord. Kiselalgen *Dactylosolen fragilissimus* (bilde) er en vanlig sommerart i Oslofjorden.



### 3.3 Nedre voksegrense for makroalger

Undersøkelsen viser at det var god status på Småholmane ved Hankø (Stasjon 1), god status på Sandsundholmen (Stasjon 2) ved Jomfruland og meget god status på Vågøy (Stasjon 3) ved Jomfruland (Figur 18). Reduksjon i lysgjennomtrengelighet og dermed nedre voksegrense for alger har en klar sammenheng med graden av overgjødning.

Resultatene fra disse undersøkelsene indikerer at det er god vannkvalitet i de to områdene vi har undersøkt. Det er ingen operativ vannkvalitetsstasjon i Jomfrulandområdet som vi kan sammenligne resultatene med, men sør for Hankø, ved Leira, er det en vannmassestasjon som muligens kan gi en pekepinn på vannkvaliteten ved Hankø. Stasjonen ved Leira (Ø-1) viste «god» eller «svært god» tilstand for de ulike kjemiske og biologiske parameterne i 2013.



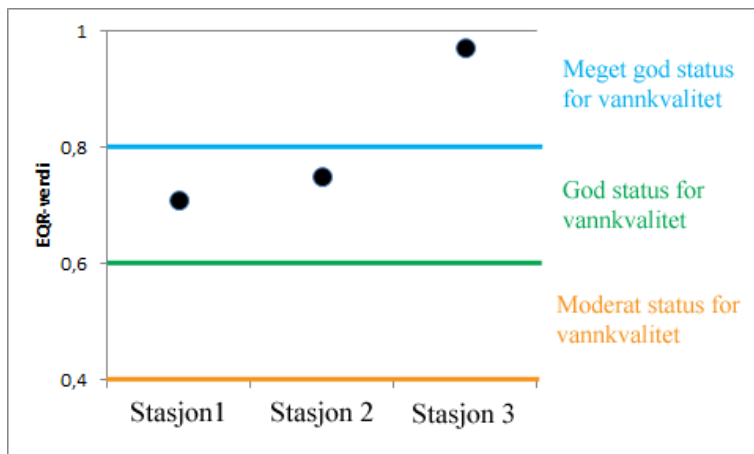
**Figur 17.** Stasjonsplasseringen (markert med røde prikker) for undersøkelsene av nedre voksegrense september 2013. A. Småholmane ved Hankø - stasjon 1. B. Sandsundholmen - stasjon 2 og Vågøy - stasjon 3 ved Jomfruland.

Tabell 9 viser det nederste dyp hvor det ble registrert minimum spredt forekomst av de ni utvalgte makroalgeartene, EQR-verdien regnes ut fra resultatene og statusen for vannkvaliteten ved stasjonen. Se Gitmark m. fl. (2014) for nærmere forklaring. Forholdene på to av stasjonene ble fotografisk dokumentert. Bilder fra stasjonene med kommentarer er vist i Figur 19.

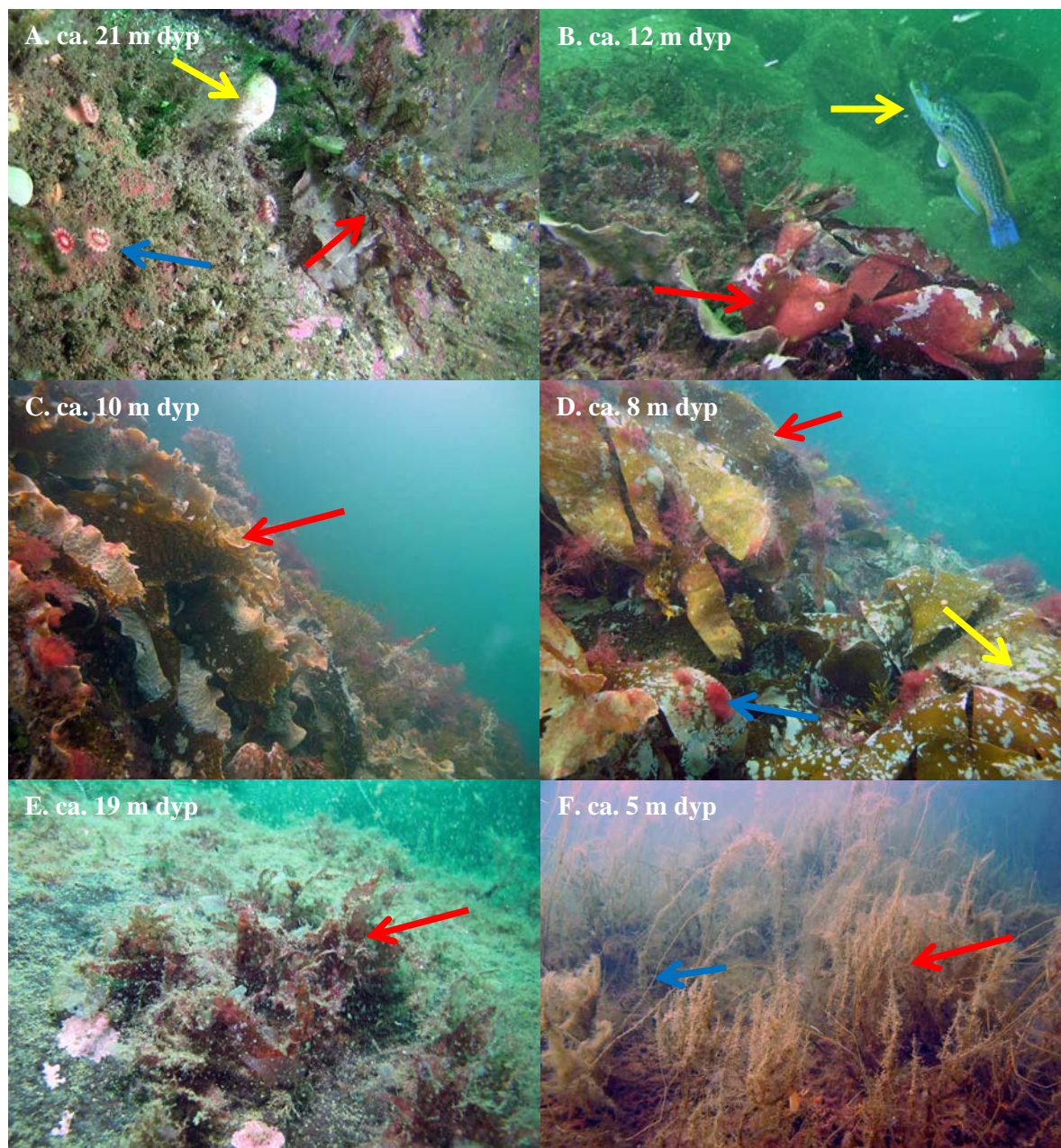


**Tabell 9.** Nedre voksegrense for ni makroalgearter undersøkt på tre stasjoner i Ytre Oslofjord i 2013. Tabellen viser også EQR-verdi og status for vannkvalitet for hver av stasjonene.

STASJON	1	2	3
STASJONSNAVN	Småholmane	Sandsundholmen	Vågøy
MAKS DYKKEDYP	22	30	21
<b>ARTER /NEDRE VOKSEDYP I METER (spredt forekomst)</b>			
<i>Chondrus crispus</i> (Krusflik)	11	8	16
<i>Coccotylus truncata</i> (Hummerblekke)	9	15	19
<i>Delesseria sanguinea</i> (Fagerving)	12	21	19
<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Svartkluft)	4	8	-
<i>Halidrys siliquosa</i> (Skolmetang)	6	10	6
<i>Phycodrys rubens</i> (Eikeving)	-	21	19
<i>Phyllophora pseudoceranooides</i> (Krusblekke)	5	7	-
<i>Rhodomela confervoides</i> (Teinebusk)	9	16	17
<i>Saccharina latissima</i> (Sukkertare)	6	10	-
<b>EQR - VERDI</b>	0,71	0,75	0,97
<b>STATUS FOR VANNKVALITET</b>	<b>GOD</b>	<b>GOD</b>	<b>MEGET GOD</b>



**Figur 18.** EQR-verdi beregnet på de tre stasjonene undersøkt i 2013. De fargede linjene viser grenseverdier mellom de ulike statusene for vannkvalitet, slik at oransje linje indikerer nedre grense for moderat status, grønn linje indikerer nedre grense for god status og blå linje indikerer nedre grense for meget god status.



**Figur 19.** Undervannsfoto fra de to stasjonene ved Jomfruland: A. Sandsundholmen. Begerkorall (blå pil), dødmannshånd (gul pil) og fagerving (rød pil) på ca. 21 m dyp. B. Sandsundholmen. Blåstål (gul pil) og kjøttblad (*Dilsea carnosa*) (rød pil) på ca. 12 m dyp. C. Sandsundholmen. Sukkertare (rød pil) på ca. 10 m dyp. D. Sandsundholmen. Stortare (rød pil) begrodd av trådformete rødalger (blå pil) og mosdyr (gul pil) på ca. 8 m dyp. E. Vågøy. Eikeving (rød pil) på sedimentert fjell på ca. 19 m dyp. F. Vågøy. Japansk drivtang (rød pil) og martaum (blå pil) på ca. 5 m dyp.

### 3.4 Bløtbunn

Innholdet av organisk karbon i sedimenter i de undersøkte områder er vist i Tabell 10. På de fleste stasjoner er det «god» eller «meget god» status i henhold til parameteren organisk karbon (SFT veileder 97:03). Sedimenter fra stasjon V-50 i Frierfjorden fikk «moderat» status. Merk at det er foretatt klassifisering uten korreksjon for andel finstoff for tre stasjoner. TOC-verdier som ikke er korrigert for sedimentets innhold av finstoff kan ikke direkte sammenlignes, men for Iddefjorden (ST-1) gir den høye organiske konsentrasjonen indikasjon på meget dårlig status, mens den indikerer god status for Drammensfjorden (DF-097) og Leira (Ø1). Stasjonen ved Tistas utløp i Iddefjorden er meget dårlig, sannsynligvis grunnet stor belastning og opplagring av treflis på bunnen.

**Tabell 10.** Stasjoners posisjon, dyp, sedimentets andel finstoff (<63 µm) og total organisk karbon (TOC). Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT veileder 97:03.

Stasjon	Latitud (N)	Longitud (E)	Dyp (m)	% < 63µm	TOC (mg/g)	TOC (<63µm)
Dr.fjorden DF-097	59,70546	10,311503	95	-	24,5	GOD*
Iddefjorden ST-1	59,1175	11,36796	11	-	129	MEGET* DÅRLIG
Tønsberg TF-3	59,26963	10,39733	12	95	17,3	18,2
Vestfj. TØ-1	59,20285	10,355422	45	97	23,6	24,1
Husøyfl. TØ-2	59,21698	10,49188	38	95	23,7	24,6
Frierfj. V-50	59,11616	9,57335	50	92	30,6	32,1
Leira Ø-1	59,136571	10,833652	51	-	25,3	GOD*

\*tentativ klassifisering uten korreksjon for andel finstoff (<63 µm)

#### 3.4.1 Bløtbunnsfauna

Bunnfaunaindekser er gode indikatorer på miljøforhold i bunnvann og sedimenter over tid. Resultatene fra undersøkelsene i 2013 vurdert i henhold til Veileder 2009:01 er vist i Tabell 10. Alle stasjoner dypere enn 20 m, bortsett fra DF-097 i Drammensfjord som var azoisk (manglet fauna), hadde enten «god» eller «meget god» status. De to grunne stasjonene (ST-1 og TF-3) i Iddefjorden og Tønsberg hadde henholdsvis «meget dårlig» og «moderat» status.

**Tabell 11.** Stasjoners posisjon, dyp, indekser (se kap. 2.4.2), totalt antall arter (S) funnet per stasjon (0,3 m<sup>2</sup>) og antall individer per kvadratmeter (N).

Stasjon	Latitud (N)	Longitud (E)	Dyp (m)	NQI1	NQI2	H'	ES <sub>100</sub>	ISI	S	N
Dr.fjorden DF-097	59,70546	10,311503	95	0	0	0	0	0	0	0
Iddefjorden ST-1	59,1175	11,36796	15	0,3008	0,1950	1,346	6,463	3,994	12	7653
Tønsberg TF-3	59,26963	10,39733	12	0,4996	0,3918	2,137	9,580	6,021	26	1085
Vestfj. TØ-1	59,20285	10,355422	45	0,7010	0,6609	3,896	23,60	7,869	57	872
Husøyfl. TØ-2	59,21698	10,49188	38	0,7231	0,6967	3,884	20,52	7,527	39	606
Frierfj. V-50	59,11616	9,57335	50	0,6497	0,5520	2,812	16,04	7,612	32	434
Leira Ø-1	59,136571	10,833652	51	0,7270	0,6759	3,747	19,91	8,129	50	1052

Stasjon ST-1 i Iddefjorden hadde størst forekomst av arter som er lite følsomme for organisk belastning f.eks den opportunistiske flerbørstemarken *Capitella capitata*. Denne og flere andre arter som klarer organisk belastning f.eks. *Corbula gibba* og *Polydora* var blant de dominerende artene på stasjonen ved Tønsberg (TF-3), *Corbula gibba* på stasjon TØ-1 i Vestfjorden, *Pseudopolydora* og *Prinospio* på V-50 i Frierfjorden. På stasjonene TØ-2 på Husøyflaket og Ø-1 på Leira dominerte langlivede arter som normalt er følsomme for organisk belastning, hvilket indikerer stabile gode

forhold på 40-50 m dyp i Ytre Oslofjord. Mer informasjon om dominerende arter på stasjonene finnes under beskrivelsen av hvert område og fullstendig artsliste foreligger i Fagrapporten (Gitmark m. fl. 2014).

### 3.4.2 SPI-undersøkelser

Miljøindeksen bentisk habitatkvalitet (BHQ) beregnes fra SPI-bildene ut fra strukturer i og under sedimentoverflaten samt redoks-forhold i sedimentet og er egnet til å påvise miljøstatus på bunnen langs romlige gradienter og forandringer over tid. I Tabell 12 er resultatene fra undersøkelsene i 2013 oppsummert, mens de blir nærmere beskrevet i kapittel 3.4.3.

**Tabell 12.** SPI-stasjoners posisjon og dyp. Resultat fra analyse av bilder tatt med sedimentprofilkamera på stasjonene i Ytre Oslofjord: Penetrasjonsdyp (Pen), målt "apparent" redoks dyp (aRPD), antall bilder analysert (n), bentisk habitatkvalitet (BHQ) og tilstandsklasse (TK).

#### Drammensfjorden:

Stasjon	Latitude (N)	Longitude (E)	Dyp (m)	Pen (cm)	aRPD (cm)	n	BHQ	TK
DF-034	59,715313	10,270862	34	12	3,1	3	8,0	2
DF-085	59,713486	10,289736	85	23	1,2	4	3,0	4
DF-097	59,70546	10,311503	97	22	1,2	4	2,8	4
DF-103	59,702427	10,337163	103	20	1,7	3	3,7	4
DF-110	59,691238	10,369328	110	18	1,3	3	3,3	4

#### Iddefjorden:

ST-1	59,117496	11,367955	11	9	2,1	2	4,5	3
ST-2	59,116131	11,366431	13	13	1,4	4	6,0	3
ST-3	59,114815	11,368987	17	17	0,8	3	5,3	3
ST-4	59,113392	11,370167	19	18	1,0	3	5,3	3
ST-5	59,110653	11,370855	23	23	0,5	4	3,5	4
ID-1	59,101639	11,369165	28	23	0,0	4	3,0	4

#### Tønsbergområdet:

TF-DB1	59,260971	10,381475	15	16	2,6	4	7,0	2
TF-DB3	59,270458	10,382381	8	9	2,7	4	6,8	2
TF-DB4	59,245998	10,380419	10	13	2,3	2	8,0	2
TF-3	59,269634	10,397333	12	21	3,4	4	7,3	2
TF-4	59,250961	10,439715	11	20	0,0	4	1,0	5
HU-1	59,24419	10,455207	15	-	-	-		
HU-2	59,242867	10,466617	10	-	-	-		
HU-3	59,242241	10,471	17	10	1,5	4	5,5	3
HU-4	59,238388	10,480806	27	12	2,7	3	7,3	2
TØ-2	59,21698	10,49188	38	17	1,9	4	7,5	2

#### Frierfjorden:

V40	59,118404	9,570333	40	17	4,7	4	8,3	2
V50	59,116165	9,57319	50	20	4,0	2	8,5	2
V60	59,11422	9,57813	60	19	3,6	3	6,3	3
V70	59,112835	9,580585	70	23	1,0	4	2,3	4
V80	59,110958	9,598472	80	25	1,0	3	2,0	5

	Meget god		God		Mindre god
	Dårlig		Meget dårlig		

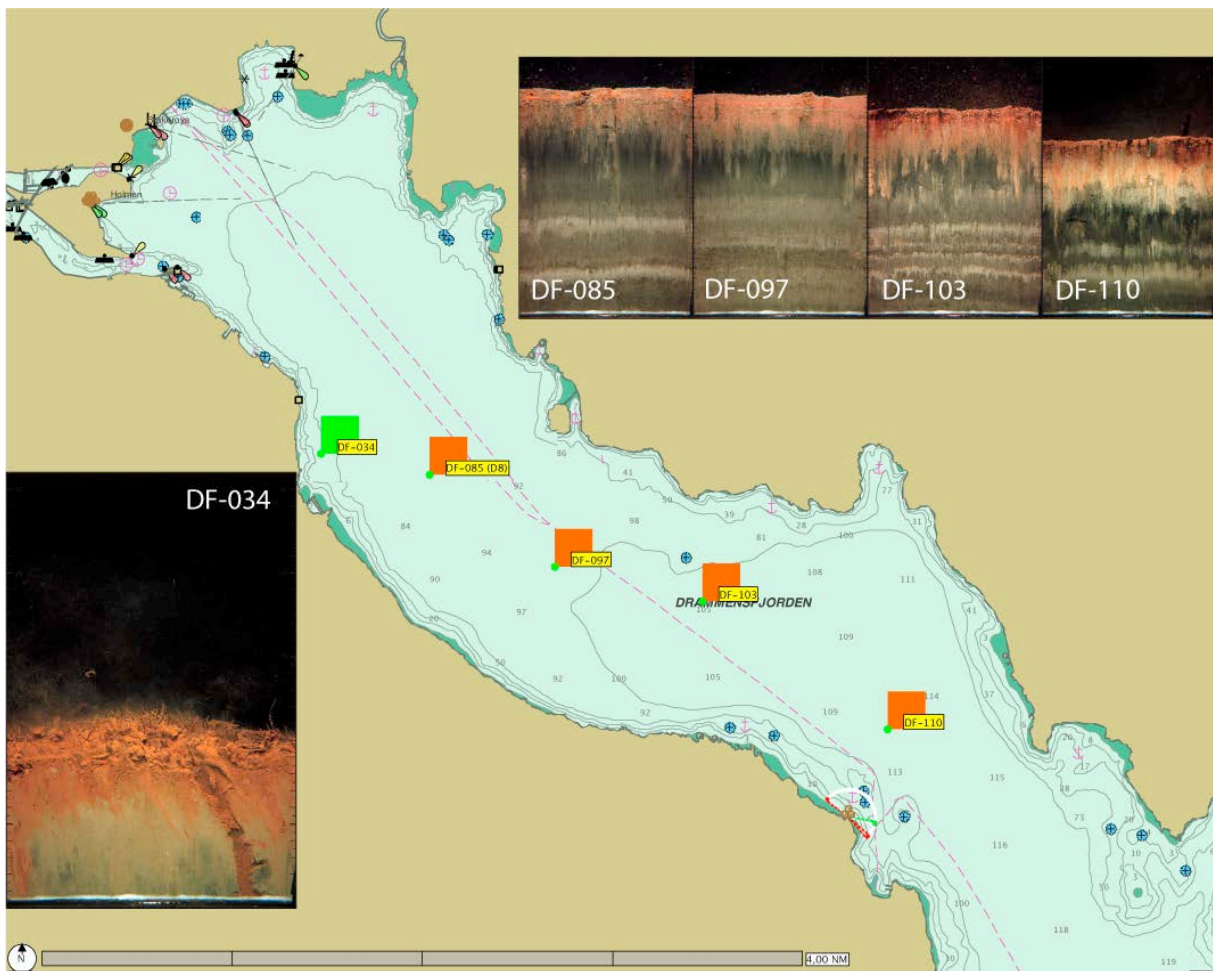


### 3.4.3 Beskrivelse av delområder

#### Drammensfjorden

Drammensfjorden er en sterkt ferkvannspåvirket fjord med markant lagdeling av vannmassene, og den grunne terskelen ved Svelvik medfører begrenset utskiftning av dypvannet. Drammensfjorden har derfor et naturlig potensial for anoksiske forhold i dypvannet og selv små endringer i klima og belastninger vil kunne påvirke oksygenforhold i bunnvannet. Den grunneste stasjonen ligger ved utløp fra Solumstrand renseanlegg, mens det for øvrig er ferskvannstillførsel fra Drammenselva som påvirker de dypere stasjonene (Figur 20).

SPI-stasjoner dypere enn 80 m hadde «dårlig» status (BHQ < 4, se Tabell 11) grunnet dårlige oksygenforhold i dypere deler av Drammensfjorden (Figur 21). Faunastasjonen, DF-097, hadde «meget dårlig» status siden denne var azoisk (ingen makroinvertebrater), se Tabell 10. Tilstanden var omtrent lik det tidligere registreringer har vist på stasjoner dypere enn 60 m i Drammensfjorden (Walday m.fl. 2012B).



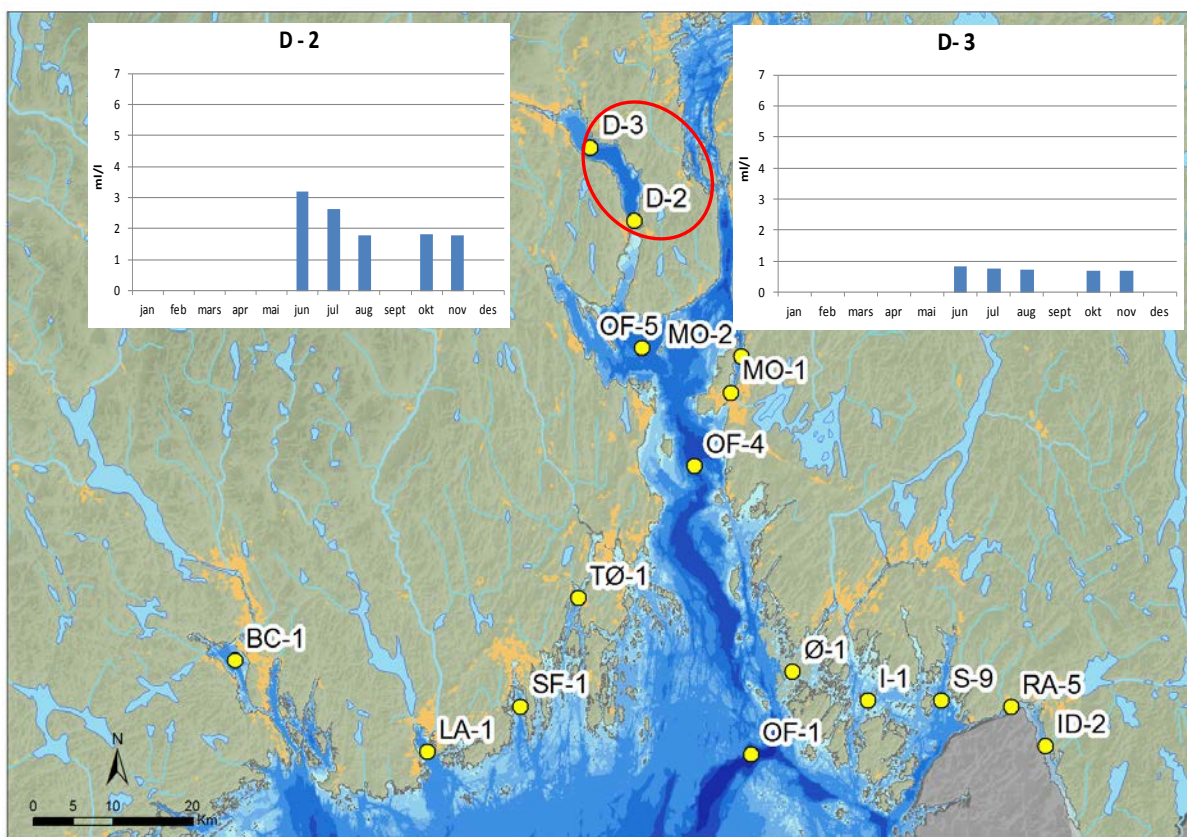
**Figur 20.** Drammensfjorden. SPI-stasjoner med fargekode for stasjonens BHQ-status. Grønn prikk indikerer plassering, kvadrat indikerer status og gult skilt viser stasjonsnavn med dyp. Tre grabbprøver ble tatt på stasjon DF-097, 100m syd for tidligere undersøkte stasjon D8 grunnet sikkerhetsavstand til kabel i fjorden.

Før 2011 viste SPI-undersøkelser «meget dårlig» tilstand i dypere (>60 m) deler av Drammensfjorden, men grunnet bedring av oksygenforhold i dypere vannmasser ble det i 2011 registrert en bedring fra

«meget dårlige» til «dårlige» forhold. Liknende forhold ble registrert i SPI-undersøkelsen i 2013 som da viste «moderat» status for de dype stasjonene.

Hensikten med bløtbunnsprøvetakingen var å undersøke om den økning i redoksdyp og de tegn på fauna (polychaet-rør) en hadde fra SPI-analysene kunne avspeiles i at det faktisk hadde etablert seg faunasamfunn i dypere områder av Drammensfjorden. Tidligere undersøkelser av bunnfauna på større dyp innenfor Svelvik har vist «meget dårlig» tilstand, med hydrogensulfid i store deler av vannmassene og fravær av fauna over store bunnarealer (Rygg 1986). Undersøkelsen i 2013 viste at det fortsatt var «meget dårlig» tilstand for bunnfauna på 95m dyp.

De tre metodene viser «meget dårlig», «moderat» og «god» tilstand for henholdsvis bunnfauna, SPI og TOC, men status for Drammensfjorden blir satt til «meget dårlig» pga. fraværet av fauna, hvilket sannsynligvis skyldes dårlige oksygenforhold i bunnvannet over lang tid (Rygg 1986).



**Figur 21.** Oksygenkonsentrasjon (ml/l) i største dyp ved de to vannmassestasjonene i Drammensfjorden, D-2 og D-3, i 2013.

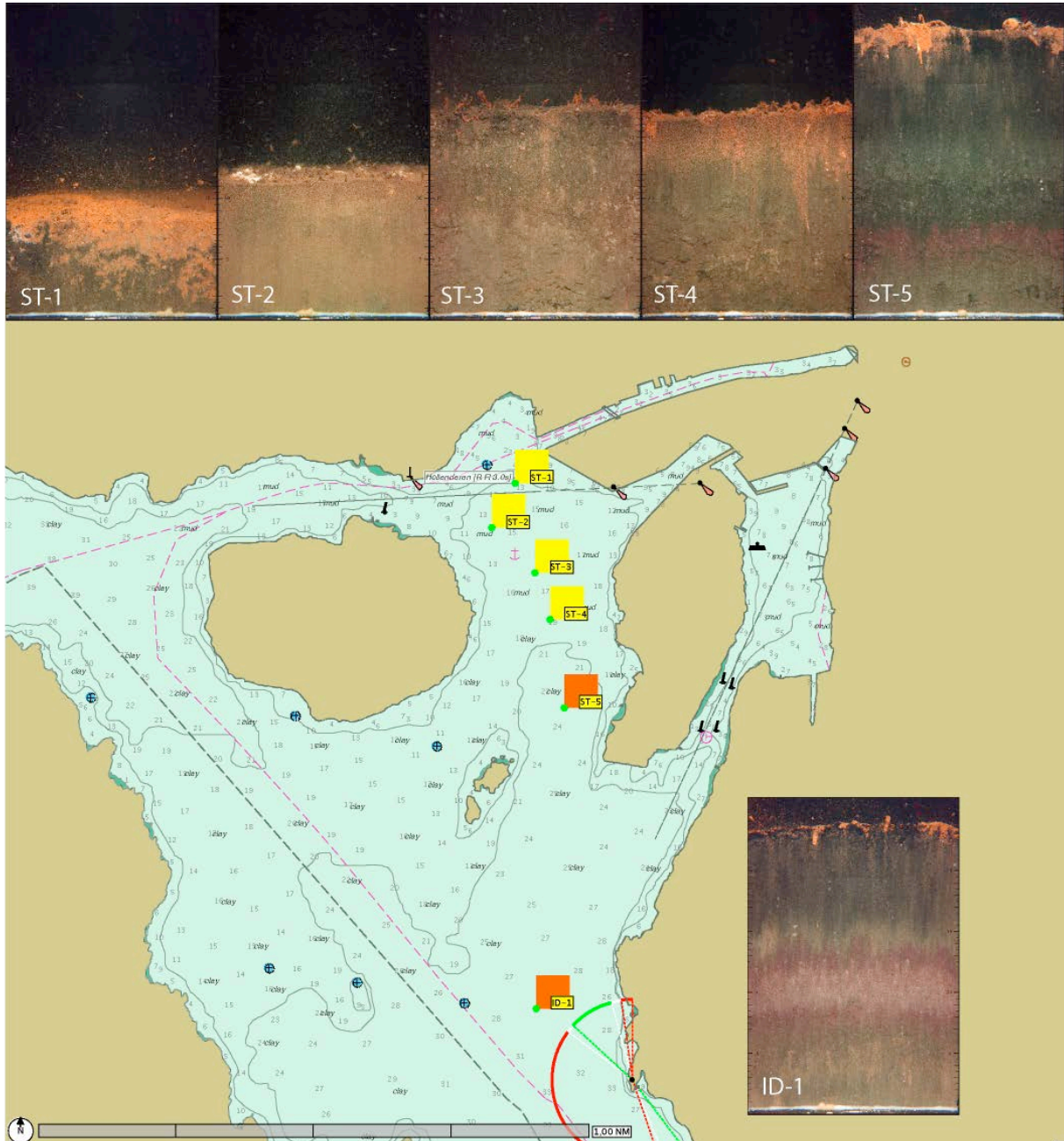
### Iddefjorden

Iddefjorden er en smal, lang og relativt grunn ferskvannspåvirket bølgebeskyttet fjord med største dyp på vel 40 m. De dypere vannlag er avskåret fra vannmassene i Singlefjorden av to hovedterskler på ca. 9 m dyp (Bjällvarp og Svinesund). Innenfor Svinesund finnes ytterligere terskler på ca. 20 m dyp som skiller Iddefjorden fra Ringdalsfjorden. På grunn av stor tilførsel av ferskvann fra Enningdalselven og Tista, markant lagdeling og begrenset blanding og utskifting av dypvannet er området påvirket av lokale tilførsler og har dårlige forhold.



Iddefjorden og stasjon ID-1 har blitt undersøkt med SPI-kamera gjennom perioden 2007-2011 og forholdene i Iddefjorden har vært «meget dårlige» i 2007-2009, men det har vært en bedring og tilstanden hadde endret seg til «dårlig» i 2010 og «moderat» i 2011, men var tilbake i «dårlig» status i 2013.

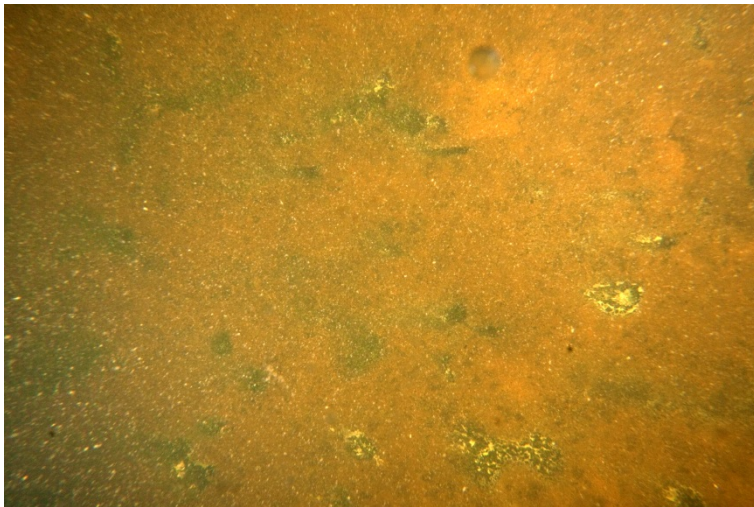
Resultatene fra SPI-undersøkelsen i 2013 i Iddefjorden er vist i Figur 22 og Tabell 12. Iddefjorden fikk «dårlig» status, sannsynligvis grunnet stor belastning og opplagring av treflis som ved mineralisering forbruker oksygen i sedimentenes porevann og leder til at kun lite følsomme arter klarer å leve nede i sedimentene.



**Figur 22.** Iddefjorden. SPI stasjoner med farge kode for stasjonens BHQ-status. Grønn prikk indikerer plassering, kvadrat indikerer status og gult skilt viser stasjonsnavn. På stasjon ST-1, ble det tatt prøver for analyse av sedimenter og makroinvertebrater.

Alle stasjoner har BHQ-verdi lavere enn 6, som er satt som grense for god status på stasjoner grunnere enn 20 m. Stasjonene ST-1 og ST-2 fikk bedre status i 2013 enn i 2012 og har sannsynligvis god tilgang på oksygen, men grunnet stor opplagring av treflis fra Tista på sedimentoverflaten er det lavere faunaaktivitet dypere i sedimentene enn det som trengs for å oppnå god tilstand for BHQ. Figur 23 viser forekomst av *Beggiatoa* på den grunneste stasjonen ST-1, hvilket indikerer variasjoner mellom oksyderte og reduserte forhold flekkvis på sedimentoverflaten, hvor det finnes mye organisk materiale som brytes ned og konsumerer oksygenet i sedimentenes porevann.

Stasjonene ST-3 og ST-4, mellom Tistas utløp og dypere områder, hadde «moderat» tilstand som er likt med undersøkelsen i 2012. Stasjon ST-5 på 22 m og ID-1 på 29 m dyp viste reduserte sedimentforhold, men på begge stasjoner ble faunaaktiviteter og enkelte flerbørstemark registrert i 2013. Sannsynligvis er dypvannet påvirket av dårlige oksygenforhold, som i 2013 (Figur 1) og tidligere har vært registrert på 29m dyp på stasjon ID-1 i Iddefjorden (Waldy m. fl. 2012B).



**Figur 23.** Iddefjorden. Sedimentoverflatebilde (SSI) fra stasjon ST-1 på 11 meters dyp nærmest Tistas' utløp, se Figur 19. Bildet viser mye treflis og noen lommer med redusert (sort) sediment og forekomst av sulfatreduserende bakterier *Beggiatoa* (hvit) i overflatesedimentet.

#### Sammenligning mellom TOC- og faunaundersøkelser

Bunnsedimentet på stasjon ST-1 viser «meget dårlig» tilstand for både organisk innhold i sediment og makroinvertebrater (se Tabell 10 og Tabell 11). Stor forekomst av den opportunistiske flerbørstemarken *Capitella capitata* (Tabell 13), som er lite følsom for organisk belastning, bidrar til at indeksene kommer ut i «meget dårlig» status.

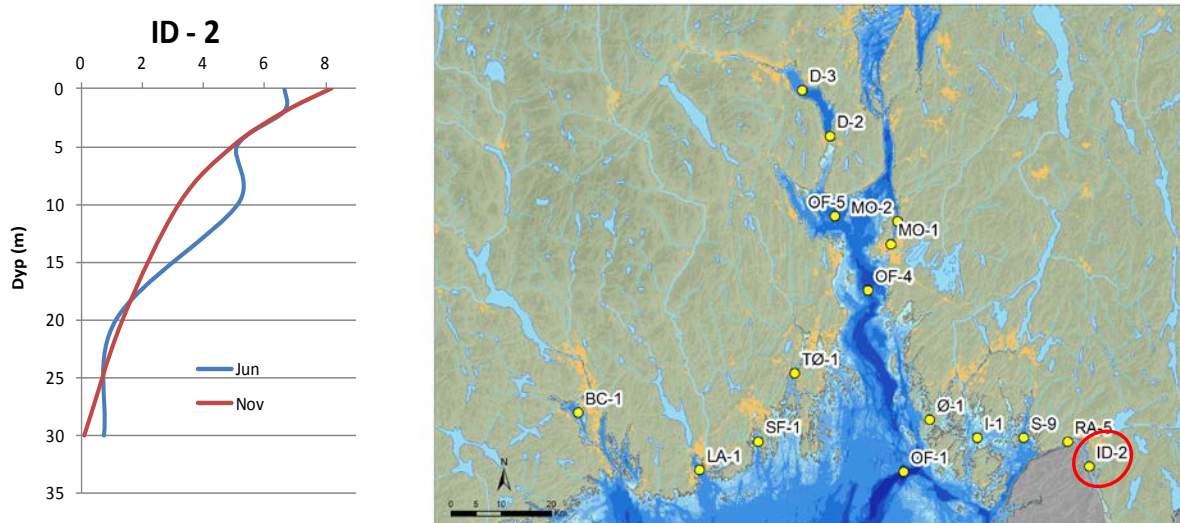
**Tabell 13.** Gjennomsnittlig antall individer per grabb av dominerende makrofauna taxa/arter ved stasjon ST-1 i Iddefjorden.

Gruppe	Familie	Taxa /Artsnavn	N (0,1m <sup>2</sup> )
OLIGOCHAETA		<i>Oligochaeta indet</i>	47
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Capitella capitata</i>	43
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Heteromastus filiformis</i>	2
POLYCHAETA	Phyllodoceidae	<i>Phyllodoce mucosa</i>	2
POLYCHAETA	Dorvilleidae	<i>Protodorvillea kefersteini</i>	1

Det var fauna på ST-1, og tegn til levende fauna på alle dypere stasjoner i Iddefjorden, men ingen av metodene indikerer bedre enn «moderat» status. Sammenlagt blir status i område Iddefjorden «meget



dårlig» grunnet høy organisk belastning nær utløp fra Tista, høy forekomst av opportunistiske arter f.eks. *Capitella capitata*. Reduserte forhold lengre unna Tistas utløp er sannsynligvis forårsaket av dårlige oksygenforhold i vannforekomstens dypvann (Figur 24).

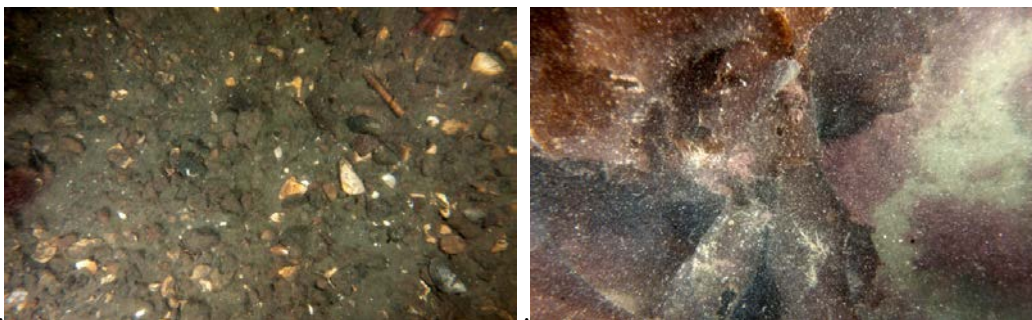


**Figur 24.** Oksygenprofil (ml/l) fra stasjon ID-2 i Iddefjorden 2013. Figuren viser resultater fra juni og november.

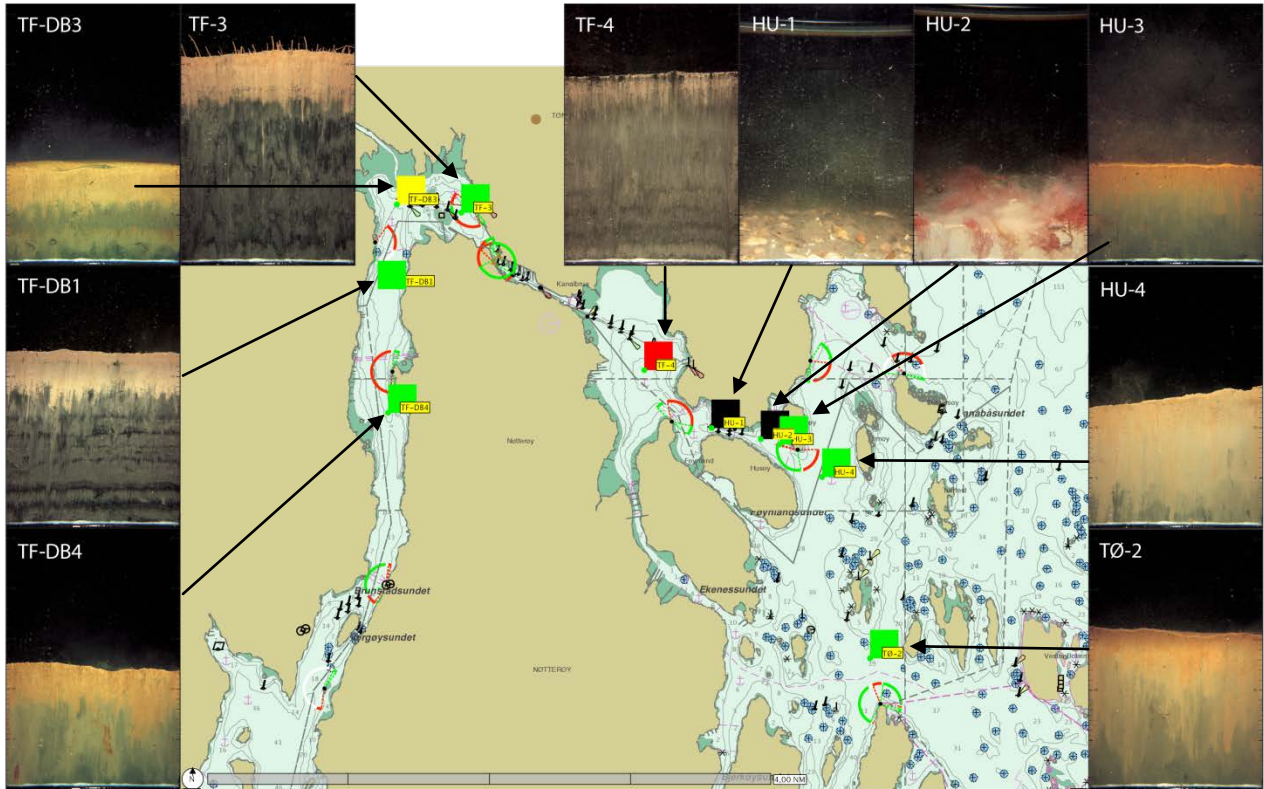
#### Tønsberg, Vestfjorden og Husøflaket

Tønsberg er et langt sterkt ferskvannspåvirket fjordområde med flere dypere områder som er delt opp i ulike vannforekomster (Figur 26). I de indre delene ved Tønsberg renner Aulielva ut og bringer ferskvann til overflatelaget i vannforekomstene i Byfjorden. I Tønsbergfjorden og Vestfjorden vil sirkulasjon av dypvann være noe redusert på grunn av de topografiske forholdene og dette gjør bunnområdene følsomme for organisk belastning. I den ytre delen finnes flere mindre bassenger med dypere vann som står i god kontakt med Skagerrak og har god utveksling av vannmasser.

SPI-undersøkelser i området rundt Tønsberg har siden 2007 generelt vist bedring i status, men det finnes noen grunne bassenger, f.eks. stasjon TF-4 i vannforekomst Træla, som har vist dårlige forhold i hele perioden. SPI-undersøkelsene i dypgradient Husøflaket (HU-1 – HU-4) viste at stasjonene grunnere enn 15 m (HU-1 og HU-2) ikke akkumulerer sedimenter, hvilket leder til begrenset penetrasjon av SPI (Figur 25). På stasjonene dypere enn 15 m økte penetrasjonsdypet, og stasjon HU-3 på 17 m viste «moderat» og HU-4 på 27 m viste «god» status. Tidligere undersøkte stasjoner i området finnes rapportert i 5-årsrapport fra DNV (DNV 2006) og NIVA (Walday 2012B).



**Figur 25.** Sedimentoverflatebilde fra stasjon HU-1 på 15 m dyp (venstre bilde) hvor det var hardt sediment med mye småstein og HU-2 på 10 m dyp (høyre bilde) med akkumulering av tare og rødalger.



**Figur 26.** Tønsbergområdet. SPI stasjoner med fargekode for stasjonens BHQ-status (sort betyr at SPI-bilde ikke lot seg analysere). Grønn prikk indikerer plassering og gult skilt viser stasjonsnavn. I området ble tre grabbprøver tatt på hver av stasjonene TF-3, TØ-1 og TØ-2 (ref. Figur 3).

#### Sammenligning mellom TOC- og faunaundersøkelser

I området ved Tønsberg og Husøflaket ble det tatt sedimentprøver til analyse av TOC og fauna for å undersøke økologisk status både inne ved Tønsberg (TF-3), i ytre deler av Tønsbergfjorden (TØ-1) og i området ved Husøflaket nordøst for Nøtterøy (TØ-2), se Tabell 14 og Tabell 15.

På stasjon TF-3 i indre delene av fjorden ved Tønsberg (se Figur 26) viste TOC i sedimenter «meget god» status, SPI viste «god» status, mens faunaen viste «moderat» status grunnet forekomst av de opportunistiske artene *Polydora ciliata*, *Corbula gibba* og *Capitella capitata* som er lite følsomme for organisk belastning, se Tabell 16.

På stasjon TØ-1 ble SPI ikke undersøkt i 2013, men sedimentene viste «god» status for både TOC og for fauna som hadde jevn fordeling av følsomme arter og liten forekomst av individer av de opportunistiske artene *Prinospio* og *Corbula gibba* (Tabell 17). Oksygenkonsentrasjonene i bunnvannet har vært gode i 2013 (Figur 27, Tabell 8).

På stasjon TØ-2 viste SPI og TOC begge «god» status, og makroinvertebrater viste «meget god» status med jevn fordeling av flere følsomme og langlivede arter (Tabell 18).

**Tabell 14.** Tønsbergområdet. Stasjonsposisjon, -dyp og sedimentvariablene andel finstoff (<63 µm) og total organisk karbon (TOC). Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT veileder 97:03. TOC-verdier er korrigert for sedimentets innhold av finstoff før de klassifiseres.

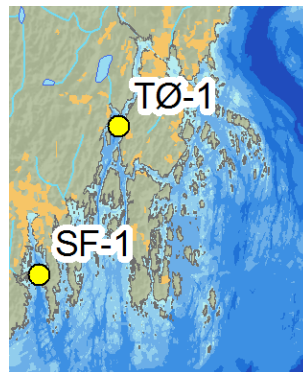
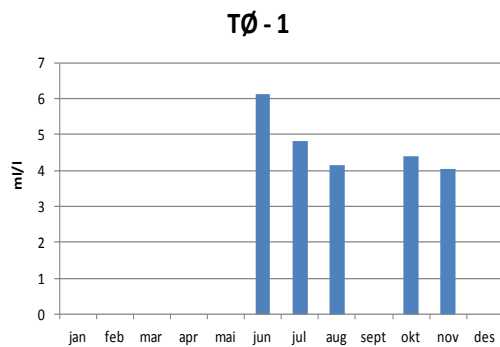
Stasjon	Latitud (N)	Longitud (E)	Dyp (m)	% < 63µm	TOC (mg/g)	TOC (<63µm)
TF-3	59,26963	10,39733	12	95	17,3	18,2
TØ-1	59,20285	10,355422	45	97	23,6	24,1
TØ-2	59,21698	10,49188	38	95	23,7	24,6

**Tabell 15.** Tønsbergområdet. Stasjonsposisjon, -dyp, indeks beregnet per grabb (0,1m<sup>2</sup>), totalt antall arter (S) funnet per stasjon (0,3 m<sup>2</sup>) og antall individer per kvadrat meter.

Stasjon	Latitud (N)	Longitud (E)	Dyp (m)	NQI1	NQI2	H'	ES100	ISI	S	N
TF-3	59,26963	10,39733	12	0,4996	0,3918	2,137	9,580	6,021	26	1085
TØ1	59,20285	10,355422	45	0,7010	0,6609	3,896	23,60	7,869	57	872
TØ2	59,21698	10,49188	38	0,7231	0,6967	3,884	20,52	7,527	39	606

**Tabell 16.** Gjennomsnittlig antall individer per grabb av dominerende makrofaunataxa/-arter ved stasjon TF-3 nær Tønsberg.

Gruppe	Familie	Taxa /Artsnavn	N (0,1m <sup>2</sup> )
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Polydora ciliata</i>	147
BIVALVIA	Corbulidae	<i>Corbula gibba</i>	115
BIVALVIA	Scrobiculariidae	<i>Abra nitida</i>	47
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira</i> sp.	28
PROSOBRANCHIA	Rissoidae	<i>Hyala vitrea</i>	5
POLYCHAETA	Capitellidae	<i>Capitella capitata</i>	4

**Figur 27.** Oksygenkonsentrasjoner (ml/l) i bunnvannet i Vestfjorden (TØ-1) ved Tønsberg i 2013.**Tabell 17.** Gjennomsnittlig antall individer per grabb av dominerende makrofauna taxa/arter ved stasjon TØ-1 i Tønsbergfjorden vest for Nøtterøy.

Gruppe	Familie	Taxa /Artsnavn	N (0,1m <sup>2</sup> )
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	53
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura chiajei</i>	53
BIVALVIA	Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	39
POLYCHAETA	Cirratulidae	<i>Chaetozone</i> sp.	31
POLYCHAETA	Pholoidae	<i>Pholoe baltica</i>	11
BIVALVIA	Corbulidae	<i>Corbula gibba</i>	10
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Spiophanes kroyeri</i>	9
POLYCHAETA	Maldanidae	<i>Rhodine loveni</i>	7



**Tabell 18.** Gjennomsnittlig antall individer per grabb av dominerende makrofauna taxa/arter ved stasjon TØ-2 i Oslofjorden øst for Nøtterøy.

Gruppe	Familie	Taxa /Artsnavn	N (0,1m <sup>2</sup> )
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura filiformis</i>	34
BIVALVIA	Scrobiculariidae	<i>Abra nitida</i>	26
PROSOBRANCHIA	Rissoidae	<i>Hyala vitrea</i>	19
BIVALVIA	Nuculidae	<i>Nucula</i> sp.	15
OPHIUROIDEA	Amphiuridae	<i>Amphiura</i> sp.	15
POLYCHAETA	Scalibregmidae	<i>Scalibregma inflatum</i>	13
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira</i> sp.	13
BIVALVIA	Lasaeidae	<i>Kurtiella bidentata</i>	11
BIVALVIA	Nuculidae	<i>Ennucula tenuis</i>	10

### Frierfjorden

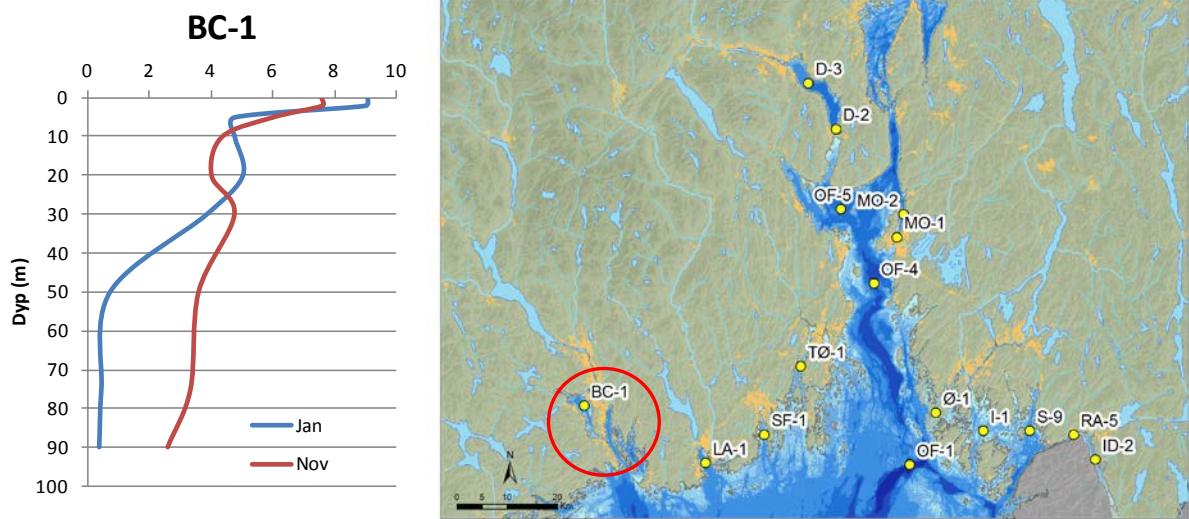
Vannforekomsten Frierfjorden ligger innerst av Grenlandsfjordene og påvirkes hovedsakelig av Skienselva, Knarrdalsstranda renseanlegg og omkringliggende industri. Fjordsystemet har en rekke terskler med dypvannsområder og det registreres perioder med lave oksygenkonsentrasjoner i dypvannet. Mellom Breviksfjorden og Frierfjorden er det en forholdsvis grunn terskel på 20 m og Breviksfjorden har en terskel ut mot Langesundsbukta som er 50 m dyp.

Oksygenforholdene i Frierfjorden var i 2013 bedre enn i 2012 på grunn av en moderat utskiftning av bunnvannet på vinteren, men var allikevel i tilstandsklasse «moderat» i 2013 (Tabell 8). I januar var nivåene kritisk lave under 40m dyp. I Figur 28 er det sammenlignet dårligst måned (januar) med høsten (november) som er den perioden tilstandsvurderingen skal baseres på. Figuren viser at november var klart bedre enn januar i 2013.

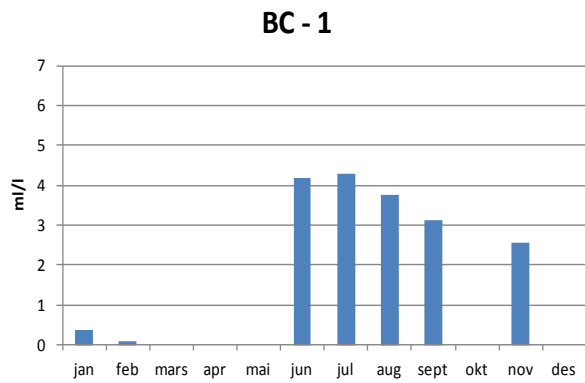
I Frierfjorden var det en utskiftning av bunnvannet våren 2013. Dette medførte noe bedre oksygenforhold i bunnvannet sommeren 2013 sammenlignet med den foregående vinteren. Figur 28 og Figur 29 viser begge tydelig den utskiftningen som fant sted på våren og som ledet til en markant bedring i oksygentilstanden sammenlignet med 2012.

SPI-undersøkelsen i Frierfjorden i 2013 viste en tydelig dybdegradient med «god» status på stasjonene V-40 og V-50, «moderat» på stasjon V-60, «dårlig» på stasjon V-70 og «meget dårlig» status på den dypeste stasjonen V-80 (Figur 30).

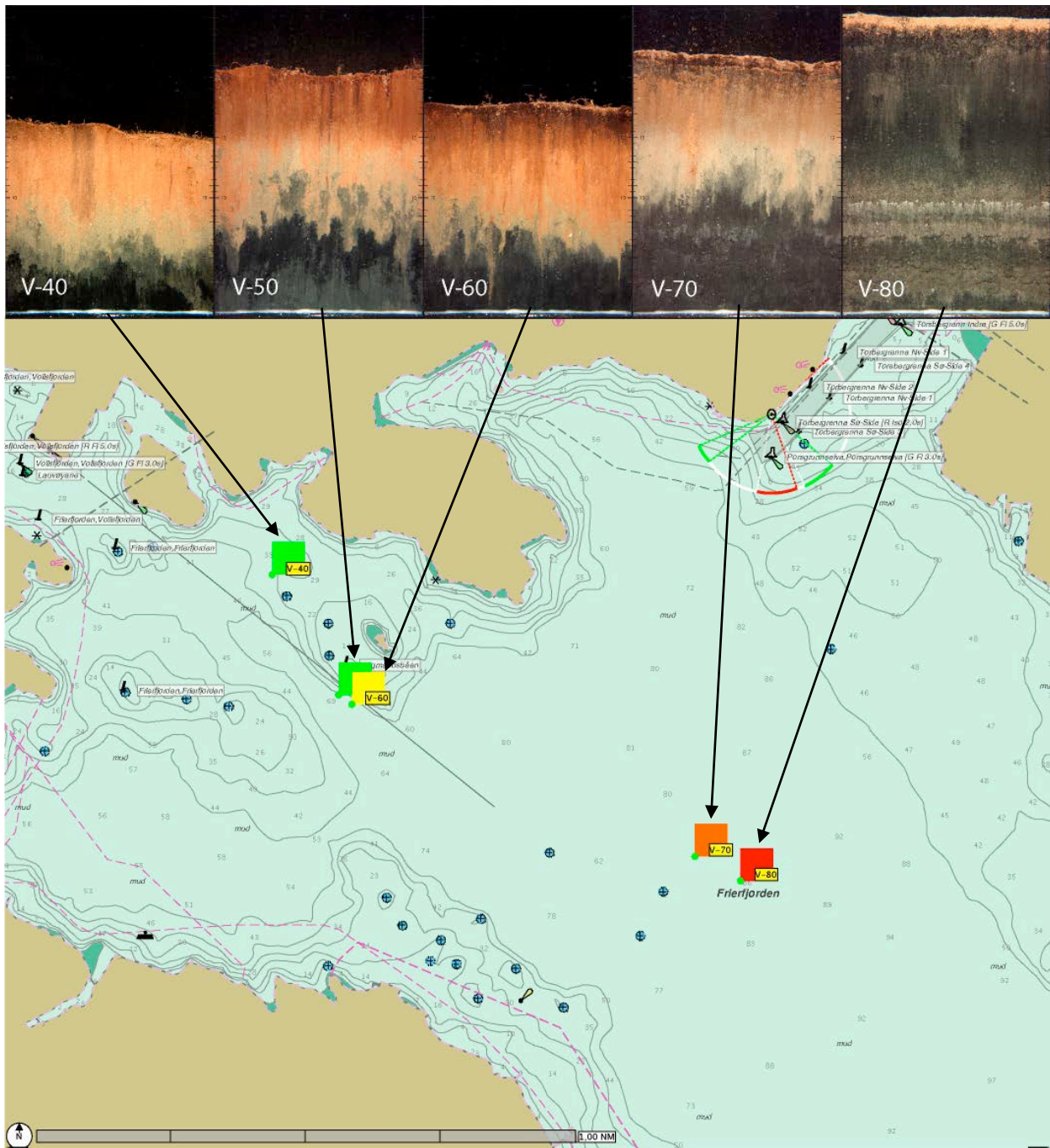
Resultatene er i tråd med tidligere undersøkelser langs dybdegradienter i Frierfjord hvor det var «meget god» status på 17 m (GFG-1), «god» status på 42 m (GFD-3) og «meget dårlige» forhold på den dype stasjonen på 94 m (BC-1) gjennom hele undersøkelsesperioden (2007-2011) grunnet meget dårlige oksygenforhold i bunnvannet (Walday m.fl. 2012B).



**Figur 28.** Oksygenprofil fra stasjon BC-1 i Frierfjorden 2013. I figuren er vist resultater fra januar og november.



**Figur 29.** Oksygenkonsentrasjon i største dyp i Frierfjorden (BC-1) i 2013.



**Figur 30.** Frierfjorden. SPI-stasjoner med fargekode for stasjonens BHQ-status. Grønn prikk indikerer plassering, kvadrat indikerer status og gult skilt viser stasjonsnavn med dyp. Tre grabbprøver til fauna og en til sedimentanalyse ble tatt på 50 m dyp på stasjon V-50 (delvis skjult av V-60 på kartet).

Sammenligning mellom TOC- og faunaundersøkelser

Sedimentet på stasjon V-50 viste «moderat» tilstand for organisk innhold i sediment (TOC) og «god» tilstand for faunaindeksene. På V-50 var det forekomster av polychaetene *Pseudopolydora* og *Prionospio* som er lite følsomme for organisk belastning (Tabell 19).

**Tabell 19.** Gjennomsnittlig antall individer per grabb (0,1m<sup>2</sup>) av dominerende makrofaunataxa/-arter ved stasjon V-50 på 50m dyp i Frierfjorden.

Gruppe	Familie	Taxa /Artsnavn	N (0,1m <sup>2</sup> )
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	51
BIVALVIA	Thyasiridae	<i>Thyasira</i> sp.	46
POLYCHAETA	Hesionidae	<i>Hesionidae</i> indet	9
POLYCHAETA	Amphinomidae	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	7
POLYCHAETA	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp.	5
POLYCHAETA	Sabellidae	<i>Sabellidae</i> indet	4

**Leira**

Resultatene fra undersøkelsene av stasjon Ø-1, Leira ved vestre utløp av Glomma (cf. Figur 3) er vist i Tabell 22 og Tabell 23. Det ble ikke gjort SPI-undersøkelser på denne stasjonen. Faunaen på stasjon Ø-1 har siden 2001 blitt klassifisert i henhold til ulike veiledere, men har over tid vist «god» eller «meget god» tilstand (Tabell 21, DNV 2006). Nedgang i diversitet Shannon H', Hurlberts ES<sub>100</sub>, antall arter og individer fra 2001 til 2013 kan indikere noe dårligere forhold, men i henhold til NQI-indeksene er statusen på stasjonen fortsatt «meget god».

Litt forskjellige prøvetakingspunkter og ulikt utstyr gir noe usikkerhet ved direkte sammenligning med resultatene fra tidligere undersøkelser (DNV og NIVA).

**Tabell 20.** Leira. Stasjonsposisjon, dyp og total organisk karbon (TOC). Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment i henhold til SFT veileder 97:03. TOC-verdier skal korrigeres for sedimentets innhold av finstoff før de klassifiseres, men TOC-verdien for Ø-1 indikerer at det er gode forhold i sedimentet.

Stasjon	Latitud (N)	Longitud (E)	Dyp (m)	% < 63µm	TOC (mg/g)	TOC (<63µm)
Ø-1	59,136571	10,833652	51	-	25,3	(GOD)

**Tabell 21.** Leira. Stasjonsposisjon, -dyp, indekser beregnet per grabb (0,1m<sup>2</sup>), totalt antall arter (S) funnet per stasjon (0,3 m<sup>2</sup>) og antall individer per kvadrat meter. Data fra 2001-02 er fra DNV (2006)

Stasjon	År	Utfører	Dyp (m)	NQI1	NQI2	H'	ES <sub>100</sub>	ISI	S	N
Ø-1	2001	DNV	50			4,1	26		62	2633
Ø-1	2002	DNV	50			4,0	27		56	1510
Ø-1	2013	NIVA	51	0,7270	0,6759	3,747	19,91	8,129	50	1052

## 4. Diskusjon

Bløtbunnsundersøkelsene viste, med unntak av ST-1 i Iddefjorden, relativt normale TOC-verdier i sedimentene. Den ekstreme TOC-verdien på ST-1 skyldes forekomst av treflis som er transportert med elven Tista. Treflisene skaper forstyrrelse for bunnlevende organismer fordi mineralisering av tilført organisk materiale forbruker oksygen i sedimentenes porevann og i bunnvannet i vannforekomsten.

På stasjon V-50 på 50 m dyp i Frierfjorden viste TOC-verdien «moderat» tilstand hvilket indikerer opplagring av organisk materiale/miljøgifter som leder til mindre andel følsomme arter og «god» tilstand for makroinvertebrater. Oksygenkonsentrasjonene er deler av året tilnærmet normale på 50 m i Frierfjorden, og kunne gitt grunnlag for «meget god» tilstand, men vi antar at perioder med dårlige oksygenforhold begrenser mulighetene for å oppnå «meget god» tilstand.

I Drammensfjorden, på stasjon DF-097 med meget dårlig status, var det noe forskjell mellom klassifisering av makroinvertebrater («meget dårlig») og SPI som viste «dårlig» status. Avviket mellom metodene skyldes at fauna ikke var til stede på DF-097, men samtidig var det oksydert sediment på overflaten på samtlige SPI-bilder som ble analysert, og dette ga «dårlig» status. SPI-metoden har registrert en forbedring i aRPD i årene etter 2010 da bunnvannets oksygenkonsentrasjoner ble noe bedre. Det var viktig og etterprøve denne forbedring ved å ta prøver til analyse av makroinvertebrater, som er et etablert biologisk kvalitetsselement, for å påvise den korrekte økologiske tilstanden i Drammensfjorden. Dypere stasjoner i sentrale deler av fjorden som tidligere er undersøkt på oppdrag av Miljødirektoratet ble ikke undersøkt i 2013.

Vannkvaliteten ved Jomfruland og Hankø er i følge resultatene fra makroalgenes nedre voksegrense «god» eller «meget god» og tilfredsstillende derfor Vanndirektivets krav. Nedre voksegrense er primært et integrert mål på vannets gjennomsiktighet over tid. Siktdyp er den støtteparameter som direkte måler på vannets gjennomsiktighet, men da som et øyeblikksbilde. Det er kun på vannmassestasjonen ved Torbjørnskjær (OF-1) som siktdyp kan klassifiseres som «godt» i 2013. Alle de øvrige stasjoner hadde tilstand «mindre god» eller dårligere. Det kan derfor se ut til at det er et misforhold mellom tilstand basert på nedre voksegrense og tilstand basert på siktdyp. Resultatene fra overvåkingen indikerer et forbedringspotensiale for makroalgenes vertikale utbredelse, noe som understrekes ved å sammenligne med de få eldre undersøkelser som er gjort av makroalgers vertikale utbredelse i Skagerrakområdet, særlig relevante er Ove Sundenes undersøkelser fra Ytre Oslofjord på 1950-tallet (se bl.a. Sundene 1953).



## 5. Referanser

- DNV 2006. Overvåking av eutrofitilstanden i Ytre Oslofjord. Femårsrapport 2001 – 2005. Det Norske Veritas, Rapport nr. 2006-0831. 127s.
- Gitmark J, Norling K, Walday M. 2014. Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2013. Fagrapport. NIVA-rapport 6633-2014.
- Hurlbert S N. 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology* 53: 577-586
- Shannon C E, Weaver W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.
- Naustvoll LJ, Selvik JR, Norli M. 2014. Overvåking Ytre Oslofjord - tilførsler og undersøkelser i vannmassene i 2013. Fagrapport. NIVA rapport 6647-2014.
- Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A (2004). Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728-739
- Rygg, B. 1986. Basisundersøkelse i Drammensfjorden 1982-1984. Delrapport 3. Bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 1863. 24s.
- Rygg, B. 2002. Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. NIVA-rapport 4548-2002. 32s.
- Skarbøvik, E., Stålnacke, P., Austnes, K., Selvik, J.R., Pengerud, A., Tjomsland, T., Høgåsen, T., Beldring, S., 2013. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2012. NIVA Report 6584-2013. 67 pp. plus append.
- Sundene O. 1953. *The Algal Vegetation of Oslofjord*. Skrifter utgitt av det Norske videnskaps-akademi i Oslo. 244s.
- Veileder 97:03. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-rapport. TA-1467/1997. 36s.
- Veileder 01:2009 - Klassifisering av miljøtilstand i vann. Direktoratgruppen for gjennomføringen av Vanndirektivet. 181s.
- Veileder 02:2013 - Klassifisering av miljøtilstand i vann (oppdatering av Veileder 01:2009). Direktoratgruppen for gjennomføringen av Vanndirektivet. 263s.
- Walday, M., Gitmark, J., Norling, K. 2011. Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2010. Fagrapport. NIVA-rapport 6120-2011. 64 s.
- Walday M., Beylich B., Brkljacic M., Gitmark J., Norling K. 2012-A. Overvåking av Ytre Oslofjord – Bentosundersøkelser 2011. Fagrapport. NIVA-rapport 6322-2012, 36 s.
- Walday M., Gitmark J., Naustvoll L.J., Norling K. Selvik J.R., Sørensen K. 2012-B. Overvåking av Ytre Oslofjord i 2007-2011. 5-årsrapport. NIVA-rapport 6352-2012, 100 s.